



## Складально-зварювальне оснащення

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Прикладна механіка</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>денна/змішана/дистанційна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>I курс / весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>150 год/5 кредитів ЄКТС; лекції – 44 год., практичні – 28 год., СРС – 78 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР</i>
Розклад занять	<a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>PhD, старший викладач, Лисак Володимир Валерійович</i> <a href="mailto:vvlysak@ukr.net">vvlysak@ukr.net</a> Практичні: <i>PhD, старший викладач, Лисак Володимир Валерійович</i> <a href="mailto:vvlysak@ukr.net">vvlysak@ukr.net</a>
Розміщення курсу	<a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=46">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=46</a>

#### Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна надає студенту сучасні відомості щодо теоретичних основ базування заготовок, методів визначення необхідних сил для їх закріплення, методики конструювання, розрахунку силових приводів та функціональних елементів і вузлів складально-зварювальних стендів, кондукторів та інших пристроїв для виготовлення зварних конструкцій.

##### Мета курсу:

Метою навчальної дисципліни є підготовка висококваліфікованих фахівців в галузі зварювання, здатних до розробки ефективних технологічних процесів на основі застосування і модернізації стандартної та конструювання оригінальної (нестандартної) складально-зварювальної оснастки.

##### Предмет курсу:

Предметом навчальної дисципліни є спеціальна конструкторська підготовка, яка полягає в вирішенні типових задач в виборі стандартної, розробці нестандартної та модернізації існуючої на підприємствах складально-зварювальної оснастки для виготовлення зварних конструкцій.

##### Навіщо це потрібно студенту?

Навчальна дисципліна формує навички щодо вибору технологічних і установочних баз, складання схем базування та закріплення заготовок в пристроях, розрахунку необхідних сил притиску заготовок, формування основних вимог до пристрою, визначення шляхів забезпечення точності

пристрою, складання схем пристрою, складання технічного завдання на конструювання нестандартних пристроїв, складання компонувальних схем пристроїв, конструювання та розрахунку на міцність і жорсткість упорів, притискачів та несучих конструкцій пристроїв, вибору та виконання розрахунків силових приводів і механічних підсилювачів, конструювання та компонування складально-зварювальних пристроїв, виконання відповідних розрахунків при модернізації існуючих у виробництві складально-зварювальних стендів і кондукторів, що є важливим умінням під час здійснення професійної діяльності на ринку.

Вивчення освітнього компонента передбачає підсилення та розвиток у студентів компетентностей, передбачених освітньою програмою «Прикладна механіка» другого (магістерського) рівня вищої освіти.

#### **Фахові компетентності:**

ФК 1. Здатність застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та з урахуванням наявних обмежень за умов неповної інформації та суперечливих вимог.

ФК 9. Здатність критичного аналізу та прогнозування параметрів працездатності нових та існуючих механічних конструкцій, машин, матеріалів і виробничих процесів машинобудування на основі знання та використання сучасних аналітичних та/або комп'ютеризованих методів і методик.

Результати навчання дисципліни деталізують такі **програмні результати навчання, передбачені освітньою програмою «Прикладна механіка» другого (магістерського) рівня вищої освіти:**

РН 1. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування, аналізу і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та суміжних галузях знань.

РН 16 Оптимізувати технічні рішення на етапі проектування та експлуатації виробів та обладнання за допомогою сучасних розрахункових алгоритмів та спеціалізованих програмних комплексів.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Навчальна дисципліна є вибірковою компонентою освітньої програми «Прикладна механіка». Для вивчення даної дисципліни необхідне успішне засвоєння навчального матеріалу з дисциплін бакалаврського рівня вищої освіти, а її основні положення можуть бути використані для підготовки та виконання магістерської дисертації.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Розділ 1. Методика модернізації та конструювання складально-зварювальної оснастки

Тема 1.1 Склад, призначення та класифікація складально-зварювальної оснастки

Тема 1.2 Конструювання нестандартної складально-зварювальної оснастки

Тема 1.3 Базування деталей та вузлів в складально-зварювальних пристроях

Тема 1.4 Забезпечення точності виготовлення зварних виробів в складально-зварювальних пристроях

Розділ 2. Розрахунок та конструювання функціональних елементів складально-зварювальної оснастки

Тема 2.1 Конструкція та розрахунок установочних та притискних елементів складально-зварювальної оснастки

Тема 2.2 Конструкція та розрахунок гвинтових притискачів

Тема 2.3 Конструкція та розрахунок клинових, ексцентрикових та пружинних притискачів

Тема.2.4 Розрахунок важільних, клиноплунжерних та комбінованих механізмів – підсилювачів

Тема.2.5 Пневматичні та гідравлічні притискачі

Розділ 3. Проектування складально-зварювальної оснастки

Тема 3.1 Проектування складально-зварювальної оснастки

Тема 3.2 Розрахунок сил в складально-зварювальних стендах для листових зварних конструкцій

Тема 3.3 Розрахунок сил в складально-зварювальних кондукторах для балкових конструкцій

Тема 3.4 Розрахунок сил при підгинанні та припасовуванні заготовок

Тема 3.5 Розрахунок сил активного розтягу зварюваних заготовок

Тема 3.6 Конструкція та розрахунок несучих елементів складально-зварювального оснащення

Тема 3.7 Розрахунок важільних та клавішних притискачів складально-зварювальних стендів і кондукторів

Тема 3.8 Розрахунок важільних притискачів складально-зварювальних стендів для листових конструкцій

Тема 3.9 Проектування оснащення для складання та зварювання тонколистових конструкцій

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### **Базова**

1. В.В.Лисак. Дистанційний курс «Складально-зварювальне оснащення», сертифікат УІТО НМП № 4970 від 23.02.2017 – <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=46>
2. Складально-зварювальне оснащення: вказівки до практичних занять з навчальної дисципліни «Складально-зварювальне оснащення», для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / Укладач: В.В. Лисак- К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. - 116 с. <https://do.ipk.kpi.ua/mod/url/view.php?id=90800>
3. Складально-зварювальне оснащення: вказівки для самостійної роботи щодо засвоєння навчальної дисципліни «Складально-зварювальне оснащення», студентами спеціальності 131 «Прикладна механіка», / Укладач: В.В. Лисак- К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського» , 2017. - 62 с. <https://do.ipk.kpi.ua/mod/url/view.php?id=90804>
4. Складально-зварювальне оснащення: вказівки для підготовки до модульних контрольних робіт з навчальної дисципліни «Складально-зварювальне оснащення», студентами спеціальності 131 «Прикладна механіка» / Укладач: В.В. Лисак- К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського» , 2017. - 24 с. <https://do.ipk.kpi.ua/mod/url/view.php?id=90801>

##### **Додаткова**

5. Лисак В.В. Перехід на міжнародні стандарти в зварюванні // Міжнародна конференція "Інноваційні технології та інжиніринг у зварюванні і споріднених процесах – PolyWeld 2019". – Київ: 23-24.05.2019. С.65 [http://zv.kpi.ua/images/stories/polyweld/polyweld-2019\\_materials.pdf](http://zv.kpi.ua/images/stories/polyweld/polyweld-2019_materials.pdf)
6. Нижеголенко О.М., Лисак В.В. Відмінність позначень зварних з'єднань згідно ГОСТ 5264-80 та ISO 2553:2013. // Дванадцята всеукраїнська міжгалузева науково-технічна конференція студентів, аспірантів та наукових співробітників „Зварювання та споріднені процеси і технології”- Київ. – 24-26.06.2019. С.22. [http://zv.kpi.ua/images/stories/Konferenc/konf\\_zv\\_2019.pdf](http://zv.kpi.ua/images/stories/Konferenc/konf_zv_2019.pdf)
7. Лисак В.В. Підхід до позначення сталей відповідно до ДСТУ EN 10027-2 // Міжнародна конференція «Інноваційні технології та інжиніринг у зварюванні PolyWeld–2021», 27 – 28 травня 2021р. С.67. [http://zv.kpi.ua/images/stories/polyweld/polyweld-2021\\_materials.pdf](http://zv.kpi.ua/images/stories/polyweld/polyweld-2021_materials.pdf)
8. Мацевич А.С., Лисак В.В. Співставлення сталей за ГОСТ та EN // Чотирнадцята всеукраїнська міжгалузева науково-технічна конференція студентів, аспірантів та наукових співробітників „Зварювання та споріднені процеси і технології”- Київ. – 17-18.05.2021. С.12 [http://zv.kpi.ua/images/stories/Konferenc/konf\\_zv\\_2021.pdf](http://zv.kpi.ua/images/stories/Konferenc/konf_zv_2021.pdf)

9. Скиба В.А., Лисак В.В. Аналоги сталей за ГОСТ та EN // Чотирнадцята всеукраїнська міжгалузева науково-технічна конференція студентів, аспірантів та наукових співробітників „Зварювання та споріднені процеси і технології”- Київ. – 17-18.05.2021. С.16 [http://zv.kpi.ua/images/stories/Konferenc/konf\\_zv\\_2021.pdf](http://zv.kpi.ua/images/stories/Konferenc/konf_zv_2021.pdf)
10. Лисак В.В., Чорний А.В., Пилипась І.О. Класифікація зварювальних матеріалів за ДСТУ EN ISO 2560:2014 // П'ятнадцята всеукраїнська міжгалузева науково-технічна конференція студентів, аспірантів та наукових співробітників „Зварювання та споріднені процеси і технології”- Київ. – 27-29.06.2022. С.55 [http://zv.kpi.ua/images/stories/Konferenc/konf\\_zv\\_2022.pdf](http://zv.kpi.ua/images/stories/Konferenc/konf_zv_2022.pdf)
11. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві/2-е видання переробл. та доповн.: Навч. посібник.- К.: Арістей, 2006. – 272 с. <http://surl.li/eqjqj>
12. Березін Л.Я., Хоменко М.М., Карпенко А.С. Засоби технологічного оснащення зварювального виробництва. Навч. посіб.-Чернігів: ЧДТУ, 2003.-142 с.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

При вивченні навчальної дисципліни протягом семестру навчальним планом передбачено проведення лекційних та практичних занять.

В процесі навчання під час проведення лекційних та практичних занять застосовуються наступні методи колективного та індивідуального навчання: пояснювально-ілюстративний, інтерактивний, проблемно-пошуковий, практичний, дослідницький, метод самостійної роботи, та навчальні технології: особистісно-орієнтовані та інформаційно-комунікаційні, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів, доповнення традиційних навчальних занять засобами взаємодії на основі мережевих комунікаційних можливостей (онлайн-лекції, онлайн-практики під час змішаного або дистанційного навчання).

Навчальний матеріал освітнього компоненту викладається на заняттях згідно зі наступною структурою (табл. 1).

Табл. 1. Структура викладання освітнього компоненту

Найменування розділів і тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Практ.	СРС
1	2	3	4	5
<b>Розділ 1</b>				
<b>Методика модернізації та конструювання складально-зварювальної оснастки</b>				
Тема 1.1 Склад, призначення та класифікація складально-зварювальної оснастки	4	2		2
Тема 1.2 Конструювання нестандартної складально-зварювальної оснастки	4	2		2
Тема 1.3 Базування деталей та вузлів в складально-зварювальних пристроях	8	4	2	2
Тема 1.4 Забезпечення точності виготовлення зварних виробів в складально-зварювальних пристроях	4	2		2
<b>Разом за розділом 1</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>8</b>
<b>Розділ 2</b>				
<b>Розрахунок та конструювання функціональних елементів складально-зварювальної оснастки</b>				
Тема 2.1 Конструкція та розрахунок установочних та	10	4	2	4

притискних елементів складально-зварювальної оснастки				
Тема 2.2 Конструкція та розрахунок гвинтових притискачів	8	2	2	4
Тема 2.3 Конструкція та розрахунок клинових, ексцентрикових та пружинних притискачів	7	2	2	3
Тема.2.4 Розрахунок важільних, клиноплунжерних та комбінованих механізмів – підсилювачів	7	2	2	3
Тема.2.5 Пневматичні та гідравлічні притискачі	12	4	4	4
<b>Разом за розділом 2</b>	<b>44</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>18</b>
<b>Розділ 3</b> Проектування складально-зварювальної оснастки				
Тема 3.1 Проектування складально-зварювальної оснастки	4	2		2
Тема 3.2 Розрахунок сил в складально-зварювальних стендах для листових зварних конструкцій	6	2	2	2
Тема 3.3 Розрахунок сил в складально-зварювальних кондукторах для балкових конструкцій	6	2	2	2
Тема 3.4 Розрахунок сил при підгинанні та припасовуванні заготовок	6	2	2	2
Тема 3.5 Розрахунок сил активного розтягу зварюваних заготовок	6	2	2	2
Тема 3.6 Конструкція та розрахунок несучих елементів складально-зварювального оснащення	6	2	2	2
Тема 3.7 Розрахунок важільних та клявішних притискачів складально-зварювальних стендів і кондукторів	6	2	2	2
Тема 3.8 Розрахунок важільних притискачів складально-зварювальних стендів для листових конструкцій	6	2	2	2
Тема 3.9 Проектування оснащення для складання та зварювання тонколистових конструкцій	4	2		2
<b>Разом за розділом 3</b>	<b>50</b>	<b>18</b>	<b>14</b>	<b>18</b>
Модульна контрольна робота	6	2		4
Підготовка до екзамену	30			30
<b>Всього годин</b>	<b>150</b>	<b>44</b>	<b>28</b>	<b>78</b>

### 5.1 Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	<b>Склад, призначення та класифікація складально-зварювальної оснастки.</b> Основні визначення. Структура трудомісткості робіт у зварювальному виробництві. Призначення складально-зварювальної оснастки. Ознаки класифікації та класифікація оснастки. Типові конструкції складально-зварювальної оснастки. [5] стор. 12-19, 50-71, [1].
2.	<b>Конструювання нестандартної складально-зварювальної оснастки.</b> Основні вихідні дані для модернізації і конструювання пристроїв. Вимоги до складально-зварювальної оснастки. Технічне завдання на конструювання та його зміст. Особливості конструювання складально-зварювальної оснастки. Вибір доцільних варіантів розроблюваних складально-зварювальних пристроїв. Порядок конструювання складально-зварювальних пристроїв. [5] стор.23-26, 28-29, 46-49, [1].
3.	<b>Базування деталей та вузлів в складально-зварювальних пристроях.</b> Загальні відомості

4.	про базування. Поняття про бази та види баз. Технологічні, конструкторські, вимірювальні, основні та допоміжні бази. Опорні контактні точки пристрою. Установочні напрямні та упорні бази. Правила розташування опорних точок. Правила закріплення заготовок. Умовні позначення на схемах опорних точок та сил закріплення. Комплект баз. Правило шести точок. Схема базування та закріплення заготовок. Типові схеми базування та правила вибору баз. Базування заготовок плоскими, внутрішніми та зовнішніми циліндричними поверхнями, а також групою установочних баз. [5] стор. 28-40, [1].
5.	<b>Забезпечення точності виготовлення зварних виробів в складально-зварювальних пристроях.</b> Вибір головної бази базової заготовки. Точність установлення базової заготовки в пристрої. Похибки базування і закріплення заготовок та складально-зварювального пристрою. Похибки базування заготовок з плоскими та циліндричними поверхнями, а також заготовок з одним та двома отворами. Кутове зміщення заготовки з двома отворами при її базуванні по циліндричному та ромбовидному пальцям. Вплив відстані між опорами на похибку базування заготовки з плоскими поверхнями. Похибка базування циліндричної заготовки на призмі. Вплив стану механічної обробки поверхонь на щільність прилягання заготовок до упорів. Принципи сумісності та сталості баз. Допуски на лінійні розміри пристроїв. Допуск на базові зміщення фіксуючих пальців. Розробка принципіальної схеми пристрою. [5] стор. 37-45, [1].
6. 7.	<b>Конструкція та розрахунок установочних та притискних елементів складально-зварювальної оснастки.</b> Призначення установочних елементів. Вимоги до установочних елементів оснастки. Класифікація та конструктивні різновиди установочних елементів. Силкові та напрямні упори, опори, фіксуючі пальці, оправки, призми, гнізда, ложементи та знімні шаблони. Розрахункова схема навантаження силового упора. Розрахунок закріплення силових упорів. Розрахунок необхідного поперечного перерізу силових упорів. Матеріали для виготовлення силових упорів. Призначення притискачів. Вимоги до притискачів. Класифікація притискачів. [5] стор. 116-124, [1].
8.	<b>Конструкція та розрахунок гвинтових та байонетних притискачів.</b> Типи, переваги та недоліки гвинтових притискачів. Постійні, відкидні та поворотні гвинтові притискачі. Розрахункова схема гвинтового притискача з відкидним корпусом. Розрахунок сили притиску заготовок гвинтовим притискачем. Розрахунок конструктивних розмірів гвинта, гайки та корпусу притискача. Випадки щодо необхідності розрахунку гвинтових притискачів на поздовжній прогин. Приведений кут тертя в різьбі. Середній радіус різьби. Умова самогальмування гвинта. Матеріали для виготовлення гвинтів. Будова, конструктивні особливості, переваги і недоліки байонетних притискачів. [5] стор. 128-132, [1].
9.	<b>Конструкція та розрахунок клинових, ексцентрикових та пружинних притискачів.</b> Призначення клинових, ексцентрикових, пружинних та комбінованих притискачів. Вимоги до притискачів. Різновиди, переваги і недоліки клинових та ексцентрикових притискачів. Розрахункова схема клинового притискача. Розрахунок сил притиску заготовок клиновим притискачем. Розрахункова схема ексцентрикового притискача. Розрахунок сили закріплення заготовок ексцентриковим притискачем. Сили тертя ковзання на поверхнях клина. Умова самогальмування для односкосого та двоскосого клина. Розрахунок пружинних притискачів. Конструктивні особливості комбінованих притискачів. Матеріали для виготовлення клинів, ексцентриків та пружин. [5] стор. 133-142, [1].
10.	<b>Розрахунок важільних, клиноплунжерних та комбінованих механізмів – підсилювачів.</b> Характеристика важільних притискачів. Принцип самозаклинювання ручного важільно-шарнірного притискача. Розрахункова схема ручного важільно-шарнірного притискача. Застосування клиноплунжерних механізмів. Схеми клиноплунжерних механізмів. Розрахункова схема одноплунжерного клинового механізму. Використання багатоплунжерні клинових механізмів. Розрахункова схема клиноплунжерний механізму з двоскосим клином. Конструктивні особливості комбінованих притискачів. [5] стор. 141-142, 144-150, 170-174, [1].

11.	<b>Пневматичні та гідравлічні притискачі.</b> Переваги та недоліки пневматичних притискачів. Приклади застосування пневматичних притискачів у складально-зварювальній оснастці.
12.	Розрахунок Г-подібного прихвата. Розрахунок пневмоциліндрів. Розрахунок діафрагмових пневмокамер. Розрахунок пневмошлангових притискачів. Вакуумні притискачі. Гідравлічні притискачі. Пневмогідравлічні притискачі. [5] стор. 151-161, [1].
13.	<b>Проектування складально-зварювальної оснастки.</b> Основні вихідні дані для проектування пристроїв. Вимоги до складально-зварювальної оснастки. Технічне завдання на проектування та його зміст. Вибір стандартної складально-зварювальної оснастки. Особливості проектування складально-зварювальної оснастки. Вибір доцільних варіантів розроблених складально-зварювальних пристроїв. Порядок проектування складально-зварювальних пристроїв. [5] стор. 23-49, [1].
14.	<b>Розрахунок сил в складально-зварювальних стендах для листових зварних конструкцій.</b> Принципи розрахунку сил в складально-зварювальних стендах та кондукторах. Розрахунок сил притиску листів при утворенні місцевих випуклин. Розрахунок сил притиску листів при утворенні кутових деформацій. Критичне значення кутової деформації. [5] стор. 73-77, [1].
15.	<b>Розрахунок сил в складально-зварювальних кондукторах для балкових конструкцій.</b> Причини виникнення залишкових деформацій в зварних балках. Розрахунок рівномірно розподілених сил притиску заготовок балки. Розрахунок зосереджених сил притиску заготовок балки. Розпірні та стягуючі сили в складально-зварювальній оснастці. Розрахунок розпірних сил від нерівномірного нагрівання. Розрахунок стягуючих сил від поперечної усадки зварних швів. Попередження зсуву заготовок в пристроях. [5] стор. 78-85, [1].
16.	<b>Розрахунок сил при підгинанні та припасовуванні заготовок.</b> Усунення деформації хвилястості листового елемента. Усунення місцевої випуклини кромки листового елемента. Розрахунок сил при стягуванні кромки та вирівнюванні торців циліндричних обичайок. Сили для стягування обичайок з недовальцюванням. Сили усунення зміщення кромки по діаметру обичайки. Розрахунок сил при вирівнюванні торців обичайки. Розрахунок сил при складанні кільцевих стиків обичайок і труб. [5] стор. 87-93, [1].
17.	<b>Розрахунок сил активного розтягу зварюваних заготовок.</b> Вплив попереднього навантаження на залишкові деформації. Сили попереднього навантаження листових заготовок. Розрахунок сил розтягу кільцевих стиків циліндричних обичайок. Розрахунок сил попереднього розтягу циліндричних обичайок при зварюванні поздовжніх швів. Розрахунок сил попереднього навантаження пологої сферичної оболонки при вварюванні фланців. Пристрій для вварювання фланців з попереднім навантаженням. [5] стор. 94-104, [1].
18.	<b>Конструкція та розрахунок несучих елементів складально-зварювального оснащення.</b> Призначення та вимоги до несучих конструкцій оснастки. Розрахунок каркасів для пристроїв. Розрахунок на міцність та жорсткість опорних балок кондукторів. Розрахунок на міцність та жорсткість верхньої опорної балки стенда. Розрахунок розтискних кілець. [5] стор. 105-115, [1].
19.	<b>Розрахунок важільних та клавішних притискачів складально-зварювальних стендів і кондукторів.</b> Розрахунок важільних притискачів складально-зварювальних кондукторів. Розрахунок клавішних притискачів з пневмошланговим приводом. [5] стор. 170-178, [1].
20.	<b>Розрахунок важільних притискачів складально-зварювальних стендів для листових конструкцій.</b> Схема механічного стенду для складання і зварювання листових конструкцій. Розрахунок погонного зусилля притиску зварювальних кромки листів. Перевірка збереження прилягання листів до підкладки в місці дії погонного зусилля. Визначення зусилля на одному важільному притиску. Визначення сили на штоці силового приводу. Розрахунок діаметра пневмоциліндру або гідроциліндру. Визначення параметрів важеля. [5] стор. 170-178, [1].

21.	<b>Проектування оснащення для складання та зварювання тонколистових конструкцій.</b> Використання тепловідвідних пристроїв. Мембранні тепловідводи. Шорсткість, хвилястість та макрогеометрія поверхонь, що контактують. Макрогеометрія поверхонь. Схеми контакту двох поверхонь. Схеми теплових каналів для розрахунку термічного опору контакту тіл. Вплив зусилля притиску на величину фактичної площі контакту. [1].
-----	--

## 5.2 Практичні заняття

Мета практичних занять: оволодіти методикою, засвоїти та придбати навички практичного застосування методів розрахунку та основ конструювання складально-зварювальної оснастки.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	Базування заготовок в складально-зварювальних пристроях. Вибір базової заготовки, базової поверхні та установочних баз пристрою. Складання схеми базування та закріплення заготовок зварного виробу в пристрої. Умовні позначення та нумерація опорних точок і сил закріплення заготовок. [5] стор. 28-40, [1].
2.	Розрахунок установочних елементів складально-зварювальної оснастки. [5] стор. 116-124, 126-128, [1].
3.	Розрахунок гвинтових притискачів. [5] стор. 128-132, 139, [1].
4.	Розрахунок клинових притискачів. [5] стор. 133-135, [1]. Розрахунок пружинних притискачів. [5] стор. 138-142, [1]. Розрахунок ексцентрикових притискачів. [5] стор. 135-138, [1].
5.	Розрахунок важільних, клиноплунжерних та комбінованих механізмів – підсилювачів. [5] стор. 141-142, 144-150, 170-174, [1]
6.	Розрахунок пневмоциліндрів, Г-подібного прихвата, діафрагмових пневмокамер та пневмошлангових притискачів. [5] стор. 151-159, [1].
7.	Розрахунок вакуумних, гідравлічних та пневмогідравлічних притискачів. [5] стор. 159-164, [1].
8.	Розрахунок сил притиску листів при утворенні місцевих випуклин Розв'язування типових задач по розрахунку сил притиску зварюваних пластин. [5] стор. 73-77, [1] Розрахунок сил притиску листів при утворенні кутових деформацій Розв'язування типових задач по розрахунку допустимих навантажень на кромку та визначення величини можливого зазору, що може утворитись при зварюванні. [5] стор. 73-77, [1] Розрахунок критичного значення кутової деформації Розв'язування типових задач по розрахунку критичних значень кутової деформації. [5] стор. 73-77, [1]
9.	Розрахунок сил в складально-зварювальних кондукторах для балкових конструкцій Розв'язування типових задач по розрахунку рівномірно розподілених сил притиску заготовок балки, розрахунок зосереджених сил притиску заготовок балки. [5] стор. 78-81, [1] Розрахунок розпірних та стягуючих сил в складально-зварювальній оснастці. Розв'язування типових задач по розрахунку розпірних сил від нерівномірного нагрівання, стягуючих сил від поперечної усадки зварних швів, попередження зсуву заготовок в пристроях. [5] стор. 82-85, [1].
10.	Розрахунок сил при підгинанні та припасовуванні заготовок Розв'язування типових задач по розрахунку сили притиску листового елемента для усунення деформації хвилястості листового елемента, для усунення місцевої випуклини кромки листового елемента. [5] стор. 87-88, [1]. Розв'язування типових задач по розрахунку сил при стягуванні кромки та вирівнюванні торців циліндричних обичайок. [5] стор. 89-91, [1].



	Розв'язування типових задач по розрахунку сил усунення зміщення кромки по діаметру обичайки. [5] стор. 89-91, [1].
	Розв'язування типових задач по розрахунку сил при вирівнюванні торців обичайки. [5] стор. 89-91, [1].
11.	Розрахунок сил при складанні кільцевих стиків обичайок і труб Розв'язування типових задач по визначенню сили вигину обичайки при складанні кільцевих стиків. [5] стор. 92-93, [1].
	Розрахунок сил активного розтягу зварюваних заготовок Розв'язування типових задач по визначенню сили попереднього навантаження листових заготовок. [5] стор. 96-99, [1].
	Розв'язування типових задач по визначенню сили розтягу кільцевих стиків циліндричних обичайок. [5] стор. 96-99, [1].
	Розв'язування типових задач по визначенню сили попереднього розтягу циліндричних обичайок при зварюванні поздовжніх швів. [5] стор. 100-104, [1].
	Розв'язування типових задач по визначенню сили попереднього навантаження пологої сферичної оболонки при вварюванні фланців. [5] стор. 100-104, [1].
12.	Конструкція та розрахунок несучих елементів складально-зварювального оснащення Розв'язування типових задач по розрахунку каркасів для пристроїв. Розрахунок на міцність та жорсткість опорних балок кондукторів. [5] стор. 105-115, [1].
	Розв'язування типових задач по розрахунку на міцність та жорсткість верхньої та нижньої опорної балки стенда. Розрахунок розтискних кілець. [5] стор. 105-115, [1].
13.	Розрахунок важільних та клавійних притискачів складально-зварювальних стендів і кондукторів Розв'язування типових задач по розрахунку важільних притискачів складально-зварювальних кондукторів. [5] стор. 170-175, [1].
	Розв'язування типових задач по розрахунку клавійних притискачів з пневмошланговим приводом. [5] стор. 170-175, [1].
14.	Розрахунок важільних притискачів складально-зварювальних стендів для листових конструкцій. Розв'язування типових задач по розрахунку погонної сили притиску зварюваних листів клавійного затискного пристрою з пневмошланговим приводом, при стиковому зварюванні полотнищ. [5] стор. 175-178, [1].

## 6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студентів в об'ємі 78 годин полягає у вивченні розділів дисципліни з використанням дистанційного курсу «Складально-зварювальне оснащення», рекомендованої літератури і матеріалів лекцій, підготовки до експрес-контролю на лекціях, підготовки та опрацювання практичних занять та оформлення звіту, підготовки до модульної контрольної роботи, підготовки до екзамену. Розподіл годин СРС представлено в табл.2.

Таблиця 2.

		Кількість годин на СРС, год.
1	Опрацювання матеріалів лекцій	30
2	Опрацювання практичних робіт	14
3	<b>Підготовка до модульної контрольної роботи.</b> Перелік питань до модульної контрольної роботи дивись <a href="https://do.ipk.kpi.ua/mod/url/view.php?id=90801">https://do.ipk.kpi.ua/mod/url/view.php?id=90801</a>	4
4	<b>Підготовка до екзамену.</b> Перелік питань до екзамену - <a href="https://do.ipk.kpi.ua/mod/url/view.php?id=90815">https://do.ipk.kpi.ua/mod/url/view.php?id=90815</a>	30
	<b>Разом</b>	<b>78</b>

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

#### Правила відвідування занять

Вивчення дисципліни відбувається згідно графіку навчального процесу. Відвідування всіх видів занять рекомендовано для успішного засвоєння навчальних матеріалів. Відвідування лекцій, практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється.

Для студентів, які беруть на себе відповідальність за організацію і планування свого часу для навчання, є можливість опанувати дисципліну у **змішаному режимі**: ознайомлюватись з теоретичним матеріалом лекцій і розв'язувати практичні завдання – самостійно, за необхідності проведення консультацій викладачем згідно графіку консультацій і відведеного на них часу, у відповідності до педагогічного навантаження викладача.

#### Правила поведінки на заняттях.

Правила поведінки на заняттях регламентуються етичними нормами: всі учасники освітнього процесу в університеті повинні дотримуватись вимог чинного законодавства України, Статуту і Правил внутрішнього розпорядку «КПІ ім. Ігоря Сікорського», загальноприйнятих моральних принципів, підтримувати атмосферу доброзичливості, відповідальності, порядності й толерантності, дбайливо ставитися до університетського майна.

Під час аудиторних занять студенти повинні дотримуватись діючих правил охорони праці, безпеки життєдіяльності і правил пожежної безпеки, а в разі навчання за дистанційною формою виконувати вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я під час роботи з екранними пристроями.

#### Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

Заохочувальні бали не нараховуються.

Студенти зобов'язані дотримуватись термінів виконання усіх видів робіт, передбачених дисципліною. Порушення термінів виконання певного виду робіт штрафується у розмірі 20% від максимальної оцінки згідно рейтингової системи оцінювання. **Під час дії воєнного стану штрафні бали не нараховуються.**

#### Пропущені контрольні заходи:

Якщо контрольні заходи пропущені з поважних причин (хвороба або вагомі життєві обставини), студенту надається можливість додатково скласти контрольне завдання протягом тижня.

**Політика щодо академічної доброчесності** докладно описана у Кодексі Честі КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://kpi.ua/code>) і передбачає повну відповідальність студента за те, що всі виконані ним завдання відповідають принципам академічної доброчесності.

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

#### Поточний контроль.

На лекціях проводиться експрес-контроль перевірки знань.

На практичних заняттях студент розв'язує індивідуальне практичне завдання і надає отримані результати викладачу.

Двічі на семестр проводиться модульна контрольна робота як моніторинг засвоєння матеріалу.

#### Календарний контроль.

Проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

#### Семестровий контроль.

В якості контролю знань, опанованих студентами за семестр викладання освітнього компоненту, навчальним планом передбачено складання екзамену, умови допуску до якого та принцип оцінювання викладено в РСО освітнього компоненту.

### Рейтингова система оцінювання та критерії нарахування вагових балів:

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, які він отримує за:

- 1) Експрес-контроль на лекції.
- 2) Виконання завдань на практичних заняттях;
- 3) Модульна контрольна робота (МКР);
- 4) Відповідь на екзамені.

### Система нарахування рейтингових балів і критерії оцінювання

#### 1. Експрес-контроль на лекції

Ваговий бал-1. Максимальна кількість балів, які можна одержати за позитивні результати експрес-контролю на лекціях (20 питань (остання лекція не враховуються):  $1 \times 20 = 20$  балів.

#### 2. Практичні заняття

Ваговий бал –2. Максимальна кількість балів, які можна одержати за позитивне рішення завдань на 14-и практичних заняттях  $2 \times 14 = 28$  балів.

0 балів - у рішенні завдання активної участі не брав;

0,5 бали - завдання вирішено частково не вірно;

1 балів - завдання вирішено повністю вірно і оформлено та надано звіт;

+1 балів – практична робота захищена.

#### 3. Модульна контрольна робота

Максимальна кількість балів – (2 МКР)  $1 \times 2 = 2$ .

1 бал - повна відповідь на поставлені питання (не менше 95% потрібної інформації);

0,5 бали - неповна відповідь та незначні помилки (не менше 50% потрібної інформації);

0 балів - незадовільна відповідь на поставлені питання.

### Умови позитивної проміжної атестації – календарного контролю.

Для отримання «зараховано» з першого календарного контролю студент повинен набрати не менше ніж 10 балів.

Для отримання «зараховано» з другого календарного контролю студент повинен набрати не менше ніж 20 балів.

Підрахунок максимальної кількості балів за контрольні заходи наведений у таблиці

Складові рейтингу $R_c$	Кількість занять у семестрі	Вагові бали за контрольні заходи	Сума вагових балів за контрольні заходи
Експрес-контроль на лекції	20	1	20
Практичні заняття	14	2	28
Модульна контрольна робота	2	1	2
<b>У С Ъ О Г О</b>			50

Величина шкали рейтингу  $R = 100$  балів.

Величина стартової шкали  $R_c = 50$  балів.

Величина екзаменаційної шкали  $R_e = 50$  балів.

Умовою допуску до екзамену є наявність у студента балів, кількість яких є не меншою 50% від величини стартового рейтингу, тобто 25 балів.

Критерії екзаменаційної оцінки:

Екзаменаційний білет складається з теоретичного питання та двох графічних завдань - розрахункової схеми притискача та базування заготовок виробу в пристрої. Правильна відповідь на теоретичне питання оцінюється в 10 балів, а за вирішення кожного графічного завдання нараховується 20 балів.

Оцінка  $R_e$  за відповідь на іспиті розраховується в такий спосіб:

$$R_e = R_1 + R_2 + R_3,$$

де  $R_1$  – бали за відповідь на теоретичне питання;

$R_2$  та  $R_3$  – бали за виконання двох графічних завдань.

Шкала оцінювання теоретичного питання ( $R_1$ ):

0 - відповідь відсутня;

1-4-відсутні логічні кроки, немає необхідних формулювань;

5-7-відповідь неповна, наведені деякі не логічні міркування, формулювання;

8-9-відповідь правильна, але містить 1-2 неточності;

10-відповідь правильна і повна.

Шкала оцінювання рішення графічних завдань ( $R_2$  та  $R_3$ ):

0 – запропонований варіант принципово невірний;

8-14 - пропозиція в основному правильна, однак відсутнє обґрунтування прийнятих рішень;

15-17 - пропозиція правильна, запропоновані рішення обґрунтовані, однак не продумані та не вирішені деякі деталі;

18-20 – запропоновані схеми обґрунтовані, продумані й враховані особливості, відповідь повна.

Таблиця для переведення рейтингової оцінки по навчальній дисципліні

$RD = R_c + R_e$	Традиційна оцінка
95-100	Відмінно
85 - 94	Дуже добре
75 – 84	Добре
65 – 74	Задовільно
60 – 64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Менше 25 або не виконані інші умови допуску до іспиту	Не допущений

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

В умовах **on-line** лекційні, практичні заняття та екзамен проводяться з використанням Google Meet.

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** PhD, старшим викладачем, Лисаком Володимиром Валерійовичем.

**Ухвалено** кафедрою зварювального виробництва (протокол №6 від 28.11.2022)

**Погоджено** Методичною комісією інституту НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол №5/22 від 12.12.2022)