

## **АНОТАЦІЯ ДІСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ ТЕОРІЇ І ПЛАВКА ЛИВАРНИХ СПЛАВІВ»**

Дисципліна охоплює широке коло питань, пов'язаних з фізико-механічними властивостями сплавів кольорових металів і сплавів на їх основі, а також з фізико-хімічними основами одержання ливарних сплавів. Дисципліна сприяє формуванню у майбутніх фахівців технологів-ливарників фахових знань, необхідних для подальшої самостійної роботи. Вона висвітлює і систематизує конкретні явища в сучасних металургійних системах і агрегатах на основі загальних закономірностей хімії, фізичної хімії, теорії металургійних процесів, металургії, теорії ливарних сплавів та технології ливарного виробництва. Значне місце приділяється вивченню новітніх досягнень в галузях виробництва нових ливарних сплавів. В усіх розділах робиться наголос на нові матеріало- і енергозберігаючі технології. З цією метою основні розділи розташовані в такому порядку: основи теорії ливарних сплавів, плавка сплавів на основі міді, плавка сплавів на основі алюмінію, плавка сплавів на основі магнію, низькотемпературні і тугоплавкі сплави. Для підвищення ефективності навчання особлива увага звертається на набуття навичок аналізу мікроструктури та фазового складу ливарних сплавів та їх впливу на властивості сплавів.

**Метою** викладання дисципліни є:

- навчання аналізу найважливіших фізико-хімічних явищ, що складають основу одержання сучасних ливарних сплавів кольорових металів;
- вивчення роботи і конструкцій основних плавильних агрегатів ливарного виробництва;
- аналіз сучасних технологій виплавки сплавів для виробництва виливків, визначення оптимальних складів шихти для виплавки ливарних сплавів з необхідним складом.

Програмою курсу передбачається вивчення чотирьох тем, що характеризують основні напрямки розробки і плавки ливарних сплавів.

**Задачею** вивчення дисципліни є навчання майбутніх фахівців методами одержання ливарних сплавів в сучасних металургійних агрегатах, проведенню металургійних процесів в оптимальних технологічних режимах.

### **ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ ДИСЦИПЛІНИ**

Тема 1. Основи теорії ливарних сплавів.

Тема 2. Плавка сплавів на основі міді.

Тема 3. Плавка сплавів на основі алюмінію і магнію.

Тема 4. Низькотемпературні і тугоплавкі сплави.

## **АНОТАЦІЯ ДІСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ САПР»**

Дисципліна присвячена вивченню загальних принципів розробки технології виготовлення виливків, побудови креслень і нанесення технології на них з використанням ПК. Особлива увага виділена прикладному аспекту використання пакетів спеціальних програм, засобів САПР та засобів обчислювальної техніки. Перша тема дисципліни присвячена розробці ливарної технології з використанням ПК, створенню і редагуванню креслень у системі AutoCAD, розглянуті основні команди побудови графічних креслень. В другій темі викладені основи створення графічних систем у AutoCAD, нанесення розмірів, виконання штрихування, робота з тривимірними зображеннями, оформлення креслень і отримання їх роздруківок.

**Мета викладання дисципліни** – навчити здобувача активно використовувати ПК для вирішення інженерних задач, пов'язаних з проектуванням технічних об'єктів, дати необхідну теоретичну базу для самостійного засвоєння пакетів прикладних програм та засобів обчислювальної техніки.

**Завдання:** у теоретичному та практичному засвоєнні методики застосування пакетів спеціальних програм, засобів САПР та засобів обчислювальної техніки; отриманні навичок створювати машинобудівні креслення за допомогою спеціальних програм та засобів обчислювальної техніки.

### **ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ ДИСЦИПЛІНИ**

Тема 1. Знайомство із AutoCAD.

Тема 2. Робота у двовимірному просторі: створення інженерних креслень

## **АНОТАЦІЯ ДІСЦИПЛІНИ «НОВІ МАТЕРІАЛИ У ЛИВАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ»**

Дисципліна спрямована на знайомство з новими матеріалами, що можуть чи використовуються у ливарному виробництві, їхніми видами та властивостями, особливостями виготовлення та застосування. Особлива увага спрямована на знайомство з новими матеріалами, що використовуються, чи є перспективними для використання у машинобудуванні та виготовляються ливарними методами. Дисципліна відноситься до дисциплін вільного вибору циклу професійної підготовки за переліком освітніх компонентів ОП.

**Мета викладання дисципліни** – знайомство з новими матеріалами, що можуть використовуватися у ливарному виробництві, їхніми видами та властивостями, особливостями виготовлення та застосування. Особлива увага спрямована на знайомство з новими матеріалами, що використовуються або виготовляються ливарними методами.

**Завдання:** дати майбутнім фахівцям з ливарного виробництва знання щодо нових матеріалів, що використовуються або є перспективними для використання у ливарному виробництві, їхніх властивостей, особливостей отримання та застосування.

### **ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ ДИСЦИПЛІНИ**

- Тема 1. Матеріали у ливарному виробництві.
- Тема 2. Метали та сплави зі спеціальними властивостями.
- Тема 3. Композиційні матеріали.
- Тема 4. Аморфні, нанокристалічні та порошкові матеріали.
- Тема 5. Неорганічні матеріали.
- Тема 6. Сучасні полімерні матеріали. Термопластичні пластмаси.
- Тема 7. Резинові та клеючі матеріали. Герметики.
- Тема 8. Керамічні композиційні матеріали.

## **АНОТАЦІЯ ДІСЦИПЛІНИ «ЛИВАРНА ГІДРАВЛІКА»**

Освітній компонент (навчальна дисципліна) «Ливарна гідравліка» відноситься до циклу вибіркових дисциплін професійної підготовки. Вивчення освітнього компонента базується на знаннях, отриманих раніше під час вивчення таких освітніх компонентів як: хімія, фізика, фізична хімія, вища математика, теорія і технологія металургійних процесів, теоретичні основи ливарного виробництва.

Освітній компонент як вибірковий сприяє формуванню та підсилює у здобувачів окремі загальні та фахові компетенції. Знання, отримані студентами при вивченні «Ливарної гідравліки», є корисними для успішного засвоєння таких навчальних дисциплін: виробництво виливків із кольорових металів, виробництво виливків спеціальними способами лиття», а також інших вибіркових освітніх компонентів циклу професійної підготовки.

**Мета навчальної дисципліни:** формування професійних знань у майбутніх фахівців за металургійною спеціальністю, необхідних для подальшої інженерної діяльності у виробничих умовах підприємств України. Поглиблене вивчення питань, необхідних для покращення якості ливарних виробів, які виготовляються в сучасних ливарних цехах, розрахунку ливникових систем для їх отримання, розуміння закономірностей руху металу в каналах та порожнині ливарних форм.

**Предмет навчальної дисципліни:** гідравлічні властивості рідких металів і сплавів, закономірності їх руху в каналах ливникової системи і відтворення тонких елементів рельєфу форми, фізико-механічна взаємодія металу з формою.

**Завдання навчальної дисципліни:** вивчення дисципліни забезпечує загальні компетентності та універсальні навички фахівця, а також додаткові теоретичні та практичні знання за обраною спеціальністю, розвинення знань та практичних навичок здобувачів вищої освіти в області ливарного виробництва.

### **ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ ДИСЦИПЛІНИ**

Розділ 1. Статичні і динамічні процеси в рідких металах

Тема 1.1. Загальні закони ливарної гідравліки

Тема 1.2. Гідростатичні процеси в рідких металах

Тема 1.3. Гідродинамічні процеси в рідких металах

Розділ 2. Гідравлічні закони руху рідких металів

Тема 2.1. Витікання металу з ковшів

Тема 2.2. Рух металу в каналах ливникових систем

Тема 2.3. Фільтрування розплавів

## **АНОТАЦІЯ ДИСЦИПЛІНИ** **«СПЛАВИ ДЛЯ ХУДОЖНЬОГО ТА ЮВЕЛІРНОГО ЛИТВА»**

Освітній компонент (навчальна дисципліна) «Сплави для художнього та ювелірного литва» відноситься до циклу вибіркових дисциплін професійної підготовки та є складовою освітньої траєкторії «Художнє та ювелірне лиття». Вивчення освітнього компонента базується на знаннях, отриманих раніше під час вивчення таких освітніх компонентів як: хімія, фізика, фізична хімія, металознавство і термічна обробка. Освітній компонент як вибірковий сприяє формуванню та підсилює у здобувачів окремі загальні та фахові компетенції. Знання, отримані студентами при вивченні дисципліни «Сплави для художнього та ювелірного литва», є корисними для успішного засвоєння наступного навчального курсу в межах освітньої траєкторії «Художнє та ювелірне лиття», а саме дисципліни «Технології художнього та ювелірного литва», а також таких обов'язкових навчальних дисциплін професійного циклу, як: «виробництво виливків із кольорових металів», «спеціальні способи лиття».

**Мета навчальної дисципліни:** Курс «Сплави для художнього та ювелірного литва» розвиває знання в сучасних матеріалах, застосовуваних для виготовлення ювелірних та художніх виробів зі сплавів на основі дорогоцінних та недорогоцінних металів. Забезпечує формування у майбутніх фахівців (металургів, інженерів, технологів з ювелірного виробництва) цілісного комплексу знань та практичних навичок, необхідних для розробки, вибору та використання спеціальних сплавів при створенні ювелірних та художніх виробів методом лиття.

**Завдання навчальної дисципліни:** В технічному плані завданням дисципліни є підготовка висококваліфікованих, різнобічно розвинених інженерів-ливарників, які б мали уяву про сучасні метали та сплави на їх основі, що застосовуються в технологічних процесах виготовлення ювелірних та художніх виробів методами лиття, а також технологічні основи та перспективи розвитку технології нанесення захисних покриттів та декорів на художні та ювелірні вироби, виготовлені з чорних, кольорових та дорогоцінних металів (золота, срібла та ін.).

### **ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ ДИСЦИПЛІНИ**

Розділ 1. Метали й сплави для ювелірних та художніх виробів

Тема 1.1. Золото та його сплави

Тема 1.2. Срібло та його сплави

Тема 1.3. Платина та її сплави

Тема 1.4. Ювелірні сплави на основі неблагородних металів

Тема 1.5. Пробірний аналіз і таврування виробів з ювелірних сплавів

Розділ 2. Технологічні основи нанесення декоративних та захисних покриттів

Тема 2.1. Механічні способи нанесення декоративних та захисних покриттів

Тема 2.2. Гальванічні способи нанесення декоративних та захисних покриттів

Тема 2.3. Хімічні способи нанесення декоративних та захисних покриттів

## **АНОТАЦІЯ ДІСЦИПЛІНИ «ТЕОРІЯ БУДОВИ РІДКИХ, АМОРФНИХ ТА КРИСТАЛІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ»**

Дана дисципліна є логічним продовженням базових теоретичних курсів “Фізика”, “Хімія”, “Кристалографія і мінералогія”, “Матеріалознавство і термічна обробка”, “Теоретичні основи ливарного виробництва”.

**Метою** викладання дисципліни є формування знань про основні структурні особливості будови рідких сплавів, впливу зовнішніх факторів на властивості розплавів, теорії формування кристалічних систем, особливостей будови аморфних матеріалів, впливу технологічних чинників на структурні параметри аморфних металічних систем різного хімічного складу. Дати уявлення про взаємозв'язок між структурою та властивостями різних матеріалів, перспективами одержання промислових сплавів із теоретичною міцністю.

**Головною задачею** даного курсу є надання теоретичних знань про будову рідких, аморфних та кристалічних матеріалів, що використовуються (чи можуть застосовуватися) у ливарному виробництві.

### **ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ ДИСЦИПЛІНИ**

Тема 1. Основні типи міжатомної взаємодії у твердих тілах.

Тема 2. Вплив хімічного складу на мікроструктуру і властивості литих матеріалів.

## **АНОТАЦІЯ ДІСЦИПЛІНИ «НАУКОВО-ДОСЛІДНА РОБОТА СТУДЕНТІВ У ЛИВАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ»**

Дисципліна спрямована на формування у здобувачів вищої освіти сучасного наукового мислення, розуміння ролі науки, її становлення та розвитку, а також оволодіння методами проведення досліджень у галузі ливарних технологій. У курсі розглядаються основи організації наукової діяльності у закладах вищої освіти в умовах сучасної інноваційної економіки, форми залучення студентів до дослідницької роботи та принципи її ефективної реалізації.

**Мета дисципліни** - формування знань і умінь, які необхідні для науково-технічної творчості, розв'язання реальних задач з постановки, організації, планування і виконання наукових досліджень, а також керування науково-технічною роботою.

### **Завдання:**

- отримати знання з основних напрямків, закономірностей, змісту і форм наукової творчості;
- вивчити методи планування і обробки експериментів;
- ознайомитися з сучасними теоретичними і експериментальними методами пошуку нових інженерних рішень;
- засвоїти принципи патентного пошуку і патентування, винахідницької та раціоналізаторської роботи;
- ознайомитися з правами і обов'язками вчених як суб'єктів права інтелектуальної власності.

## **ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ ДИСЦИПЛІНИ**

Тема 1. Введення в теорію планування і організації експерименту.

Тема 2. Статистична перевірка гіпотез.

Тема 3. Обробка, представлення та використання результатів наукового дослідження.

## **АНОТАЦІЯ ДІСЦИПЛІНИ «МОДЕЛЮВАННЯ ЛИВАРНИХ СИСТЕМ І ПРОЦЕСІВ»**

Курс поєднує теоретичні основи моделювання (теорія подоби, математичні методи, статистична обробка даних) з практичними аспектами застосування сучасних CAD/CAE систем (SolidCast, MAGMASOFT, ProCAST). Особлива увага приділяється оптимізації складу шихти, моделюванню процесів заповнення форми, твердіння та охолодження, а також аналізу напружено-деформованого стану відливок.

**Мета викладання дисципліни** – формування у студентів системних знань про принципи побудови математичних та фізичних моделей технологічних процесів ливарного виробництва, розвиток навичок використання сучасних методів оптимізації та комп'ютерних технологій для вирішення виробничих і дослідницьких задач.

### **Завдання дисципліни:**

- ознайомити студентів з теоретичними основами моделювання та оптимізації технологічних систем;
- навчити застосовувати методи теорії подоби, математичної статистики та лінійного програмування у ливарному виробництві;
- сформувати практичні навички роботи з комп'ютерними системами моделювання (SolidCast, MAGMASOFT, ProCAST);
- розвинути здатність до аналізу та оптимізації технологічних процесів на основі математичних моделей.

## **ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ ДИСЦИПЛІНИ**

- Тема 1. Сутність моделювання. Основні поняття і терміни. Теорія подоби.
- Тема 2. Фізичне моделювання процесів лиття.
- Тема 3. Математичне моделювання ливарних процесів.
- Тема 4. Моделювання ливарних процесів з застосуванням комп'ютерних технологій.

## АНОТАЦІЯ ДІСЦИПЛІНИ «КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ВИЛИВКІВ»

Дисципліна є ключовою складовою професійної підготовки інженерів-металургів і спеціалістів із ливарного виробництва, оскільки вона формує системне розуміння процесів забезпечення надійності та конкурентоспроможності литої продукції. У сучасному машинобудуванні роль цієї дисципліни постійно зростає через посилення вимог до точності заготовок та необхідність значного зниження втрат від браку, що безпосередньо впливає на економічну ефективність підприємства. Курс базується на фундаментальних знаннях із фізики, хімії та матеріалознавства, поєднуючи їх із практичними аспектами діагностики металів та сплавів на всіх етапах виробничого циклу.

Головною **метою** вивчення дисципліни є підготовка фахівців, здатних професійно організовувати та здійснювати контроль технічних характеристик виливків, а також розробляти заходи щодо стабілізації технологічних процесів. Навчання спрямоване на те, щоб студенти оволоділи методиками ідентифікації прихованих та явних дефектів, навчилися прогнозувати ризики виникнення браку та приймати обґрунтовані рішення щодо придатності виробів до експлуатації. Важливою складовою мети є виховання інженерного підходу до управління якістю як до безперервного процесу вдосконалення, що охоплює проектування, виготовлення та випробування готової продукції.

**Основним завданням** курсу є детальне вивчення класифікації дефектів чавунних і сталевих виливків, а також аналіз причин їх появи залежно від якості шихти, стану формувальних сумішей та температурних режимів заливання. Програма передбачає глибоке освоєння методів неруйнівного контролю, зокрема візуально-оптичного, капілярного, магнітного, акустичного та радіаційного, що дозволяє оцінювати внутрішню суцільність металу без пошкодження виробу. Студенти також мають засвоїти принципи роботи відділів технічного контролю, правила атестації виробництва та процедури сертифікації продукції в системі УкрСЕПРО та відповідно до міжнародних стандартів серії ISO. Важливим завданням є опанування статистичних методів аналізу якості, що дає змогу виявляти відхилення у технологічному процесі на ранніх стадіях і забезпечувати стабільність виходу придатного литва.

### ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ ДИСЦИПЛІНИ

- Тема 1. Основи якості та сертифікації.
- Тема 2. Дефекти виливків та їх попередження.
- Тема 3. Методи контролю якості.
- Тема 4. Технологічний контроль та статистика.

## **АНОТАЦІЯ ДІСЦИПЛІНИ «САПР ЛИВАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ОБЛАДНАННЯ»**

Дисципліна спрямована на вивчення принципів проектування ливарних процесів і виробів із використанням сучасних САД-систем та обчислювальної техніки. Особлива увага приділяється практичному застосуванню програмних пакетів для створення креслень і 3d-моделей. У курсі розглядається знайомство із сучасними САД-системами, зокрема SolidWorks, FreeCAD та Siemens NX, а також основи роботи в SolidWorks і створення технічних креслень. Значна частина дисципліни присвячена створенню 3d-моделей деталей за допомогою операцій видавлювання, обертання та побудови за перетинами, створенню зборок виробів і оформленню складальних креслень.

**Мета викладання дисципліни** – набуття знань та практичних навиків роботи з сучасними системами автоматизованого проектування, що застосовуються в інженерії та ливарному виробництві.

**Завдання:** сформувати навички до просторового мислення, навчитися створювати як машинобудівні креслення, так і тривимірні моделі машин, технологічних елементів ливарного виробництва, оволодіти практичними навичками роботи з сучасними САД-системами.

### **ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ ДИСЦИПЛІНИ**

- Тема 1. Знайомство із САД-системами: SolidWorks, FreeCAD та Siemens NX
- Тема 2. Робота у двовимірному просторі: створення інженерних креслень
- Тема 3. Робота у тривимірному просторі: створення 3d-моделей, зборок виробів
- Тема 4. Створення складального креслення

## **АНОТАЦІЯ ДІСЦИПЛІНИ «ТЕХНОЛОГІЇ ХУДОЖНЬОГО ТА ЮВЕЛІРНОГО ЛИТВА»**

Освітній компонент (навчальна дисципліна) «Технології художнього та ювелірного литва» відноситься до циклу вибіркових дисциплін професійної підготовки та є складовою індивідуальної освітньої траєкторії «Художнє та ювелірне лиття». Освітній компонент базується на знаннях і навичках засвоєних студентами з фундаментальних і прикладних дисциплін: хімії, фізики, фізичної хімії та аналітичного контролю, металознавства і термічної обробки, кристалографії і мінералогії, сплавів для художнього та ювелірного литва. Освітній компонент є логічним завершенням освітньої траєкторії «Художнє та ювелірне лиття».

**Мета навчальної дисципліни:** Основною метою вивчення студентами дисципліни «Технології художнього та ювелірного литва» є придбання майбутніми технологіями з ливарного виробництва уяви про основні види сучасних технологій виготовлення точних виливків - ювелірних виробів зі сплавів на основі дорогоцінних та благородних металів методами лиття за витоплюваними моделями, а також уявлення про відповідне сучасне технологічне обладнання та оснащення. При вивченні дисципліни здійснюється наголос на застосуванні нових матеріало- та енергозберігаючих технологій, використанні CAD-систем.

**Завдання навчальної дисципліни:** головним завданням вивчення дисципліни є отримання студентами знань в галузі технологій виготовлення точних виливків (ювелірних та художніх виробів) за спеціальними методами лиття, насамперед, технології лиття за витоплюваними моделями. Ці знання необхідні для вміння розробляти технологічні процеси виготовлення точних литих виробів з використанням сучасного обладнання та прогресивних технологічних схем виробництва.

### **ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ ДИСЦИПЛІНИ**

Тема 1.1. Основні властивості металів та сплавів застосовуваних у виробництві точних художніх та ювелірних виробів спеціальними методами литва

Тема 1.2. Загальна схема технологічного процесу литва ювелірних виробів за моделями що витоплюються

Тема 1.3. Майстер-моделі. Технологія виготовлення гумових прес-форм

Тема 1.4. Обладнання та оснастка для виготовлення: гумових прес-форм, воскових моделей художніх та ювелірних виробів

Тема 1.5. Технологія виготовлення воскових моделей ювелірних виливків

Тема 1.6. Формувальні суміші для ювелірного литва. Технологія виготовлення ливарних форм

Тема 1.7. Обладнання та оснастка для виготовлення формувальних сумішей та ливарних форм художніх та ювелірних виробів

Тема 1.8. Плавка і лиття дорогоцінних сплавів

Тема 1.9. Обладнання для плавки і лиття металів і сплавів для виготовлення художніх та ювелірних виробів

Тема 1.10. Фінішні операції ювелірного та художнього лиття

Тема 1.11. Обладнання та оснастка для шліфування та полірування художніх та ювелірних виливків.

Тема 1.12. Ливарні дефекти ювелірних виливків

Тема 1.13. Ювелірне лиття з камінням

## **АНОТАЦІЯ ДІСЦИПЛІНИ «ВИРОБНИЦТВО ВИЛИВКІВ ІЗ ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛІВ»**

Дисципліна присвячена вивченню теоретичних основ і практичних методів отримання виливків із металів і сплавів, що мають високі температури плавлення та специфічні фізико-хімічні властивості. У межах курсу розглядаються титан як основа титанових сплавів, ванадій, вольфрам, молібден, ніобій, хром і цирконій, їх властивості, способи отримання та сфери застосування. Розглядаються сучасні технології виплавки, включаючи електронно-променеві печі, і особливості виробництва виливків на їх основі.

**Мета викладання дисципліни** – набуття знань щодо найважливіших фізичних та фізико-хімічних явищ, що складають основу одержання виливків тугоплавких металів і сплавів; вивчення роботи і конструкцій основних плавильних агрегатів спеціальної електromеталургії; аналіз сучасних технологій виплавки тугоплавких металів і сплавів; вивчення особливостей технології виготовлення виливків із тугоплавких металів.

**Завдання:** Основне завдання вивчення дисципліни – навчити майбутнього фахівця-ливарника, технолога ливарного виробництва методам одержання із тугоплавких металів і сплавів у сучасних металургійних агрегатах; проведенню металургійних процесів в оптимальних технологічних режимах; обирати та проектувати технологію виготовлення виливків з урахуванням особливостей сплавів.

### **ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ ДИСЦИПЛІНИ**

Тема 1. Загальна характеристика титану як основи сплаву та його взаємодії з іншими елементами. Технологічні схеми отримання титану та його рафінування.

Тема 2. Класифікація, маркування та властивості сплавів на основі титану. Вплив легуючих домішок на властивості титанових сплавів.

Тема 3. Особливості плавки титанових ливарних сплавів. Особливості технології виготовлення фасонних виливків з титанових сплавів.

Тема 4. Загальна характеристика ванадію, вольфраму, молібдену, ніобію, хрому, цирконію та їх взаємодії з іншими елементами. Технологічні схеми отримання тугоплавких металів.

Тема 5. Загальна характеристика, властивості та області застосування сплавів на основі ванадію, вольфраму, молібдену, ніобію, хрому, цирконію. Особливості плавки ливарних сплавів на основі ванадію, вольфраму, молібдену, ніобію, хрому, цирконію.

Тема 6. Особливості технології виготовлення фасонних виливків зі сплавів на основі тугоплавких металів.