

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”
Кафедра ливарного виробництва чорних та кольорових металів**

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан інженерно-фізичного
факультету

П.І.Лобода

“ 30” червня 2011р.

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

“Кристалізація та властивості чавуну у виливках”

для студентів спеціальності **7.05040201, 8.05040201** “Ливарне
виробництво чорних та кольорових металів і сплавів”

Дена форма навчання

Програму рекомендовано
кафедрою “Ливарне
виробництво чорних та
кольорових металів”
Протокол № 6 від 17.06
2011р

Завідувач кафедру
Проф. В.Г. Могилатенко

**Київ
2011**

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Виливки з чавуну широко застосовуються в машинобудуванні й інших галузях народного господарства: підвищення їхньої якості й ефективності виробництва є важливою народногосподарською задачею. Методи плавки, легування і позапічної обробки істотно впливають на формування властивостей. У курсі “Чавунне литво” викладений матеріал по основам теорії графітизації, кінетики кристалізації чавуну, впливу хімічного складу та технологічних факторів на процеси графітоутворення і розглянуті основні методи одержання високоякісних і легованих чавунів, приведені техніко-економічні порівняння різних методів плавки.

Дисципліна “Чавунне литво” відноситься до циклу фундаментальної професійної підготовки, читається, базуючись на знаннях, вмінні та визначених навичках, придбаних студентами при вивченні дисциплін: неорганічної і фізичної хімії; теорії металургійних процесів; теоретичних основ ливарного виробництва; теоретичних основ формоутворення; теоретичних основ плавки і виробництва виливків.

Дисципліна забезпечує вивчення таких курсів, як “Проектування ливарних цехів”, “САПР технологічних процесів лиття”

2 РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ

Семестр /код кр. модуля	Всього годин	Розподіл годин за видами занять				Кільк. МКР.	Від інд. завдан ня	Семес трова атеста ція
		Лекц.	Практ.	СРС				
				Всього	В т.ч. на інд. завдан ня.			
9/НП-01	108	36		72	-	1	-	екз

3 МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна “Чавунне литво” є однією зі спеціальних дисциплін і має безпосередню задачу прищеплювання знань, умінь і практичних навичок технолога і частково дослідника в області виробництва виливків із чавуна.

Цілями дисципліни є вивчення теоретичних основ формування структури і властивостей чавуна у виливках, методів їх визначення і регулювання. Вивчення складів, властивостей чавунів, методів виробництва виливків із сірих, високоміцних, ковких, легованих чавунів із спеціальними властивостями, технологічних основ плавки, позапічної обробки чавунів, а також термічного опрацювання чавунних виливків.

Техніко-економічний і екологічний аналіз застосовуваних технологічних процесів дають студентам і елементи економічних і екологічних знань.

Вивчення дисципліни згідно з ОПП повинне забезпечити такі уміння:

- використовуючи відомості щодо екологічних особливостей даної місцевості та аналізуючи засоби і можливості ливарного виробництва визначити доцільний перелік реально можливих технологій (ПФ.Д 1.02 ЗР.О 1.02.02)

- аналізуючи технічну документацію визначити загальні та специфічні вимоги до металу чи сплаву (ПФ.Д 1.03 ПР.О 1.03.01)
- зробити аналіз технічних і технологічних можливостей кожної ланки виробництва за пропонованою технологією (ПФ.Д 1.03. ЗП.О 1.03.02)
- з урахуванням можливостей обраного виробництва розробити технологію виготовлення вилівка (ПФ.Д 1.04 ЗРП.О 1.04.01)
- базуючись на заданий типовий технологічний процес визначити його параметри, що забезпечать одержання вилівка відповідної якості (ПФ.Д 1.04 ПП.О 1.0404)
- виходячи з технічного завдання на вилівок обрати доцільний технологічний процес (ПФ.Д 1.04 ЗП.О 1.04.05)
- виходячи з поточного контролю визначити порушення ходу технологічного процесу (ПФ.Д2.05 ЗП.О 2.05.04)
- спираючись на технічно-нормативну документацію оцінити відповідність нормативним вимогам ливарних сплавів (ПФ.С 4.02 ПП.Р 4.02.01)
- підготувати зразки для технологічних, структурних, металографічних досліджень та виконати лабораторні випробування (ПФ.Е 5.03 ПП.Н 5.03.01)

4. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

4.1 РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ ЗА ТЕМАМИ

Семестр 9

Найменування розділів, тем	Розподіл навчального часу						
	Всього	Лекц	Практ	Семін	Лабор	Індив	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8
Розділ 1. Теоритичні основи кристалізації і графітизації чавуну.	15	8					7
Розділ 2. Вплив хімічного складу та технологічних факторів на кристалізацію і графітизацію чавуну	18	10					8
Контрольна робота за розділами 1-2.	3	1					2
Розділ 3 Структурні номограми для вилівоків з чавуну	4	-					4
Розділ 4. Основи фізико-хімічних процесів плавлення чавуну.	6	4					2

Розділ 5. Леговані чавуни зі спеціальними властивостями	23	12					11
Контрольна робота з розділів 4-5	3	1					2
Підготовка до екзамену	36						36
Всього	108	36					72

4.2. ЛЕКЦІЇ

Розділ 1. Теоретичні основи кристалізації і графітизації чавуну.

Тема 1.1. Термодинаміка Fe-C сплавів, їх компоненти і основні елементарні фази.

Лекція 1. Діаграма стану Fe-C сплавів. Евтектичні сумішки – ледебурит, перліт. Класифікація чавунів. Ступінь евтектичності та ступінь насиченості. Графітизовані, половінчаті, білі чавуни. Карбідизація. Діаграми стабільної та метастабільної рівноваги. Метастабільний стан вуглецю. Алманізація.

Лекція 2. Діаграми фазової рівноваги. Кристалізація заевтектичного, евтектичного та доевтектичного чавуну. Евтектоїдне перетворення. Компоненти системи залізо-вуглець. Тверди розчини. Карбіди заліза. Графіт. Будова графіту.

Дидактичні засоби: слайди.

Література: 1, с. 154-156; 2, с. 138-140; 4, с. 1-3.

Завдання на СРСР:

1. Механічні властивості чавунів та методи їх визначення.

Тема 1.2 Загальні положення теорії кристалізації і графітизації чавуну

Лекція 3. Механізм графітизації чавуну. Основні ланки графітизації. Утворення зародків графіту, їх природа та місцеположення.

Дидактичні засоби: слайди, кодограми

Література: 1, с. 52-68

Лекція 4 . Кінетика графітизації. Швидкість утворення зародків графіту. Вплив швидкості росту зародків на вірогідність утворення зародків після інкубаційного періоду.

Схема зв'язку процесів, які висвітлюють кінетику графітизації. Швидкості дисоціації цементиту, кристалізації та дифузії вуглецю при графітизації у твердому стані.

Кінетика графітизації з рідкого розплаву. Загальне рівняння графітизації.

Дидактичні засоби: слайди, кодограми

Література: 1, с. 68-93

- Завдання на СРСР: 1. Формоутворення графіту.

Розділ 2.. Вплив хімічного складу та технологічних факторів на графітизацію чавуну

Лекція 5. Вплив хімічного складу на графітизацію чавунів.. Механізм графітизуючого впливу елементів..

Вплив спеціальних елементів на графітизацію чавуну.. Класифікація спеціальних елементів на засадах графітизуючого впливу

Дидактичні засоби: слайди, кодограми

Література: 1, с. 93-114

Лекція 6. Вплив спеціальних елементів на графітизацію в процесі перекристалізації.

Кількість та стан газів в чавуні. Вплив хімічного складу на розчин газів.

Вплив газів на графітизацію чавуну. Аналітична оцінка впливу елементів на графітизацію чавуну.

Д.З. Слайди, кодограми.

Література: /4/, гл. 7, с. 171-269; /5/, гл.1, с. 41-63.

1. Вплив плавильних агрегатів на газонасичення чавунів.

Лекція 7. Вплив перегріву та часу витримання у рідкому стані на графітизацію чавуну.

Вплив модифікування та позапічних методів оброблення на графітизацію чавуну. Графітизуюче модифікування. Механізм модифікування.

Лекція 8. Стабілізуюче модифікування. Механізм модифікування

Вплив вібрації та ультразвукової обробці на процеси графітизації

Вплив часу кристалізації та часу охолодження виливка на процеси графітизації чавуну.

Вплив технологічних факторів на час кристалізації та структуроутворення в чавуні.

Лекція 9. Вплив термічного оброблення на процеси перекристалізації. Процеси відпалу. Двустадійний відпал. Високотемпературний та низькотемпературний відпал. Вплив технологічних факторів на кінетику графітизації при відпалі

Д.З. Слайди, кодограми.

Література: /4/, гл. 7, с. 171-269; /5/, гл.1, с. 41-63.

Завдання на СРСР

1. Вплив елементів на евтектичне зерно металевої матриці.

2. Оцінка евтектичного та аустенітного зерна

3. Вплив шихтових матеріалів та умов плавлення на графітизацію чавуну.

4. Структурні діаграми для чавунних виливків.

Розділ 2. Основи фізико-хімічних процесів плавлення чавуну.

Лекція 10. Термодинаміка процесів плавлення сплавів. Термодинамічні параметри. Ентальпія плавлення, ентропія. Взаємозв'язок між ентальпією та температурою плавлення. Вплив хімічних елементів на температуру плавлення. Рівняння Клаузиуса – Клайперона.. Теоретична витрата енергії на плавлення сплаву..

Лекція 11. Окислювання та відновлення елементів в процесі плавлення. Вірогідність реакції розкислення. Стійкість оксидів. Окислення вуглецю, кремнію, марганцю та хрому..

Лекція 12. Склад та властивості розплавлених шлаків. Джерела шлакоутворення.. Основність шлаку. Властивості шлаку, як окислювача. В'язкість шлаку.

Завдання на СРС:

1. Вплив складу шлаку на властивості чавуну.
Література: /2/, с. 7-34, /10/, с. 97-100, с.233-236

Розділ 3. Леговані чавуни зі спеціальними властивостями.

Тема 3.1. Класифікація легованих чавунів.

Лекція 13. Класифікація легованих чавунів. Вплив легуючих елементів на структуру і властивості чавунів. Евтектичність чавуну.

Тема 3.2. Зносостійкий чавун.

Лекція 14. Зносостійкий чавун. Механізм зносу. Структура і зносостійкість. Марки чавуну. Области застосування, металургійні особливості виробництва.

Лекція 15. Антифрикційний чавун. Вплив структурних складових на антифрикційні властивості. Марки чавуну, області застосування. Металургійні основи виробництва.

Тема 3.3. Корозионностійкий чавун.

Лекція 16. Корозионностійкий чавун. Види корозії. Хімічна та електрохімічна корозія. Вплив структурних складових на швидкість корозії. Хромисті чавуни. Кременисті чавуни. Высокони́келевіе чавуни.

Тема 3.4. Жаростійкий чавун.

Лекція 17. Жаростійкий чавун. Окалиностійкість і ростосталість. Алюмінієві жаростійки чавуни. Формування структури алюмінієвих чавунів. Области застосування алюмінієвих чавунів, металургійні основи виробництва.

Лекція 18а. Хромисті жаростійки чавуни. Кременисті жаростійки чавуни.

Тема 3.5. Жароміцний та немагнітний чавуни.

Лекція 18б. Властивості чавуну при підвищених і знижених температурах Жароміцний чавун. Марки чавуну, області застосування.

Немагнітні чавуни. Вплив структурних складових на магнітну проникність. Марки чавуну.

Завдання на СРС: 1. Особливості структури і властивостей синтетичних чавунів.

4.3. КОНТРОЛЬНІ РОБОТИ

Робочою програмою передбачається проведення 2-х модульних контрольних роботи по 1 академічній годині за розділами 1 – 3. Нижче наводиться примірна тематика модульних контрольних робіт:

Модульна контрольна робота 1.

1. Охарактеризуйте кристалізацію чугуна евтектического состава в метастабильной системе
2. Что представляет собой эвтектика чугуна при кристаллизации по метастабильной системе.
3. Охарактеризуйте структурную составляющую чугуна – ледебурит. Какие фазы входят в состав ледебурита. Разновидности ледебурита.
4. Дайте характеристику механическим свойствам ледебурита.
5. Дайте характеристику механическим свойствам аустенита.
6. Охарактеризуйте структурную составляющую чугуна – аустенит.
7. В чем состоит суть эвтектоидного распада аустенита.
8. Охарактеризуйте структуру перлита. Разновидности перлита.
9. Дайте характеристику механическим свойствам перлита.
10. Как определяется степень эвтектичности чугуна. Чем отличается заэвтектический чугун от доэвтектического.
11. Приведите классификацию чугунов.

12. Как коррелируются механические свойства чугуна со степенью эвтектичности.
13. Почему механические свойства серого чугуна ниже, чем у стали того же химического состава по кремнию, марганцу, фосфору.
14. Почему диаграмму Fe-Fe₃C называют метастабильной. При каких условиях эта диаграмма становится стабильной. Чем отличается от метастабильной диаграмма стабильных равновесий.
15. Какую структуру приобретают при кристаллизации белые чугуны – доэвтектические; эвтектические; заэвтектические.
16. Как кристаллизуются доэвтектические, эвтектические и заэвтектические чугуны по стабильной системе.
17. Как протекает эвтектоидное превращение в чугунах.
18. Дайте характеристику твердым растворам в чугуне;
19. Охарактеризуйте карбид железа в чугунах.
20. Охарактеризуйте строение и свойства графита в чугуне.
21. Что такое первичные фазы в чугуне. Как кристаллизуется первичная фаза в доэвтектическом чугуне.
22. Что такое первичные фазы в чугуне. Как кристаллизуется первичная фаза в заэвтектическом чугуне.
23. Приведите общую характеристику кристаллизации аустенито-цементитной эвтектики.
24. Приведите общую характеристику кристаллизации аустенито-графитной эвтектики.
25. Приведите классификацию процессам перекристаллизации. Назовите основные процессы перекристаллизации.
26. Что такое процессы коалесценции, сфероидизации и коагуляции при кристаллизации.
27. Как протекает превращение аустенита в эвтектоидной области.
28. Назовите продукты распада аустенита при различных скоростях охлаждения ниже эвтектоидной области.
29. Как можно оценить степень графитизации чугуна.
30. Назовите звенья процесса графитизации в чугуне. Что являются составными звеньями и движущей силой процесса графитизации в стабильной системе.
31. Что может являться зародышами для кристаллизации графита.
32. Дайте характеристику местообразованию графита в чугуне.
33. Приведите схему и дайте общую характеристику элементарным процессам, которые определяют кинетику роста графита.
34. Дайте общую характеристику процессам графитизации из жидкого состояния.
35. Дайте общую характеристику процессам графитизации из твердого состояния.
36. Охарактеризуйте общее уравнение графитизации.
37. Графитизирующие и стабилизирующие элементы. Как влияют графитизирующие элементы на положение критических точек диаграммы состояния.
38. Какая связь между графитизирующим влиянием элементов и их электронным строением.
39. Как влияет углерод и кремний на процессы графитизации.
40. Влияние марганца и серы на процессы графитизации в чугуне.

41. Классификация специальных (легирующих) элементов по их влиянию на процессы графитизации.
42. В чем суть влияния алюминия на графитизацию чугуна.
43. Охарактеризуйте влияние азота на процессы графитизации.
44. Охарактеризуйте влияние водорода и кислорода на процессы графитизации.
45. Дайте характеристику влиянию температуры перегрева на процессы графитизации.
46. Охарактеризуйте теорию вынужденных кристаллизационных зародышей при модифицировании чугунов.
47. С какой целью подвергают чугуны графитизирующему модифицированию.
48. Для каких чугунов графитизирующее модифицирование наиболее эффективно и почему?
49. В чем причина, что действие модификаторов является функцией времени?
50. Охарактеризуйте теорию флуктуационных группировок при графитизирующем модифицировании чугунов.
51. Какие цели преследует стабилизирующее модифицирование? В чем механизм действия стабилизирующих присадок?
52. От каких факторов зависит время кристаллизации и остывания отливок. Как влияет фактор времени на процессы графитизации.
53. Как классифицируются виды термической обработки с точки зрения кристаллизационных процессов.
54. Дайте характеристику высокотемпературному двухстадийному графитизирующему отжигу.
55. Дайте характеристику низкотемпературному графитизирующему отжигу.
56. Что влияет на продолжительность графитизирующего отжига. Дайте характеристику факторам, ускоряющим графитизирующий отжиг.
57. Охарактеризуйте процессы нормализации.

Модульна контрольна робота 2.

1. Что характеризует энтальпия плавления? Опишите связь между энтальпией и температурой плавления.
2. Как происходит окисление углерода и кремния при плавке чугуна.
3. Опишите реакции окисления марганца и хрома при плавке чугуна.
4. Назовите источники шлакообразования при плавке чугуна.
5. Основные свойства шлака, характеризующие его активность. Что такое основность шлака?
6. Охарактеризуйте окислительную способность шлаков.
7. Охарактеризуйте окислительно-восстановительные процессы в первичных шлаках при высокотемпературном процессе плавки.
8. Охарактеризуйте окислительно-восстановительные процессы в первичных шлаках при высокотемпературном процессе плавки.
9. Охарактеризуйте окислительно-восстановительные процессы в первичных шлаках при низкотемпературном процессе плавки.
10. Надайте класифікацію легованих чавунів зі спеціальними властивостями.
11. Назвіть та охарактеризуйте основні схеми абразивного зносу.

12. Як впливає структура чавуну на його зносостійкість,
13. Надайте класифікацію зносостійких чавунів по типу карбідів.
14. Надайте класифікацію та області застосування зносостійких чавунів з різноманітним типом карбідів.
15. Надайте характеристики властивостям антифрикційним чавунам.
16. Як визначається вплив твердих складових і властивостей металевої основи на експлуатаційні характеристики антифрикційного чавуну?
17. Надайте характеристику впливу хімічного складу на експлуатаційні властивості антифрикційного чавуну.
18. Назвіть марки антифрикційного чавуну та наведіть металургійні особливості виробництва з них виливків.
19. Які фактори впливають на корозійну стійкість чавунів?
20. Надайте характеристику хімічної та електрохімічної корозії чавунів.
21. Назвіть марки хромистих корозійностійких чавунів і надайте характеристику впливу хімічного складу.
22. Назвіть марки легованого кремнієм корозійностійких чавунів і надайте характеристику впливу хімічного складу.
23. У чому сутність жаростійкості чавунів? Надайте характеристику методам оцінки жаростійкості чавунів.
24. Як формується структура чавуну, легованого алюмінієм?
25. Надайте характеристику та визначити області застосування жаростійких чавунів, легованих алюмінієм.
26. Надайте характеристику металургійним особливостям виробництва жаростійких чавунів, легованих алюмінієм.
27. Надайте характеристику жаростійких чавунів, легованих хромом.
28. Надайте характеристику жаростійких чавунів, легованих кремнієм.
29. Як змінюються властивості чавунів при високих та низьких температурах?
30. Надайте характеристику жароміцним чавунам.
31. Надайте характеристику структурі та хімічного складу немагнітних чавунів.

5. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Освоєння курсу “Кристалізація та властивості чавуну у виливках” будується на різнобічному підході: теоретичному (лекції і самостійна робота з літературою), і практичному (розрахунок шихти при виробництві чавунів різних марок зі застосуванням різноманітних плавильних агрегатів, аналіз властивостей чавуна в залежності від структури металевої матриці)

Виклад курсу побудовано таким чином, що наступний матеріал може бути засвоєний тільки після пророблення попереднього, у цих умовах успіх вивчення дисципліни залежить від систематичної самостійної роботи студента з матеріалом лекцій і рекомендованої літератури.

Систематичному накопиченню знань, умінь та навичок сприяє також самостійне підготування до практичних занять, що містить у собі:

- вивчення теорії питання;
- освоєння розрахункового апарата;

- оформлення розрахункового завдання по доборі шихти для одержання заданих властивостей виливків.

6. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

1. Гиршович М.Г. Кристалізація та властивості чавуну у виливках
2. Ващенко К.И., Шумихин В.С. Плавка и выпечная обработка чугуна.-К.: -Вища школа, -1992, -245 с.
3. Чугун. Справ. изд./ Под ред. А.Д. Шермана и А.А. Жукова. М.:Металлургия, 1991, 575с.
4. Бунин К.П., Таран Ю.Н. Строение чугуна. – М.: Metallurgiya, 1972, 160 с.
5. Бунин К.П., Малиночка Я.Н., Таран Ю.Н. Основы металлографии чугуна. – М.: Metallurgiya, 1969, 416 с.
6. Худокормов Д.Н. Производство отливок из чугуна. Учебное пособие для вузов.-Мн.: Выщ. шк., 1987.-198с.
7. Справочник по чугунному литью. /Под редакцией Н.Г. Гиршовича.- Л.: Машиностроение, 1978.-758с.
8. Леви Л.И., Кантеник С.К. Литейные сплавы.- М.: Высшая школа, 1967.-435с,
9. Леви Л.И., Мариенбах Л.М. Основы теории металлургических процессов и технология плавки литейных сплавов.-М.: Машиностроение. 1970.-496с.
10. Грачев В.А., Черный А.А. Современные методы плавки чугуна.- Саратов: Привол. книж. изд., 1973.-342с.
11. Чавунне литво. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальностей “Ливарне виробництво чорних і кольорових металів. /Уклад. Косячков В.О., Сиропоршневл.М . та інш. -Київ, Політехніка, 2001, -24с
12. Чавунне литво. Методичні вказівки до виконання практичних робіт для студентів спеціальностей “Ливарне виробництво чорних і кольорових металів. /Уклад. Косячков В.О., Сиропоршневл.М . та інш. -Київ, Політехніка, 2001, -48с
13. Индукционные печи для плавки чугуна / Авт.: Платонов Б.И., Акименко А.Д., Богущкая С.М. и др.- М.: Машиностроение, 1976.-176 с.
14. Плавка синтетического чугуна в индукционных печах и ее технология на Каунаском литейном заводе «Центролит» / Под ред. Н.Г. Гиршовича.-Вильнюс; Минтас, 1974. -297 с.

Робоча програма складена на основі навчальної програми по дисципліні “Кристалізація та властивості чавуну у виливках”, затвердженої деканом інженерно-фізичного факультету 30 червня 2011 року.

Розробник: канд. техн. наук, доцент

Сиропоршневл.М.