



Металознавство і термічна обробка
зварних з'єднань

Лекція 2

**Роль кристалічної будови металів
у формуванні зварного з'єднання**

Lec_2_MiTOZZ_MC41_LNA_13_02_2017

Лалазарова Н.О.

Зміст

- ✦ 1.1. Роль кристалічної будови металів у формуванні зварного з'єднання
- ✦ Контрольні питання
- ✦ Завдання для самостійної роботи
- ✦ Список літератури

2.1. РОЛЬ КРИСТАЛІЧНОЇ БУДОВИ МЕТАЛІВ У ФОРМУВАННІ ЗВАРНОГО З'ЄДНАННЯ

Крім атомної будови металів при зварюванні тиском і плавленням має значення кристалічна будова металів, яке поряд з атомною будовою визначає умови взаємодії металів, що зварюються.

Кристалічна будова металу - це закономірне і однотипне розташування атомів даного елемента, який утворює так звану просторову кристалічну решітку.

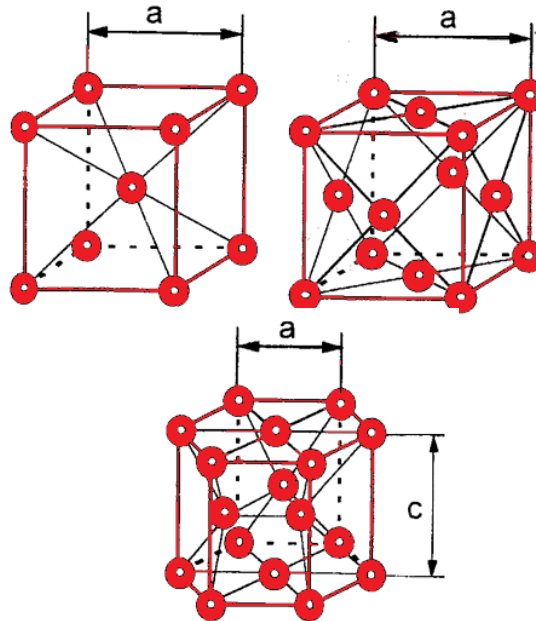
Характер розташування атомів для даного металу і відстань між атомами визначаються енергетичними умовами взаємодії між іонами і усупільненими електронами металевого зв'язку.

Оскільки у різних металів іони мають різний енергетичний стан і різне число електронів, що залишилися, то взаємодія між іонами і «електронним газом» і, відповідно, закономірність розташування іонів і відстань між ними будуть різними.

РОЛЬ КРИСТЛІЧНОЇ БУДОВИ МЕТАЛІВ У ФОРМУВАННІ ЗВАРНОГО З'ЄДНАННЯ

У металів найбільш поширені три типи кристалічних решіток: кубічна гранецентрована, кубічна об'ємно-центрована і гексагональна щільноупакована. У кубічних решітках атоми розташовуються у вершинах куба, а додаткові атоми - в центрі кожної елементарної решітки (об'ємно-центрована кубічна решітка, ОЦК)

або в центрі кожної грані решітки (гранецентрована кубічна решітка, ГЦК).



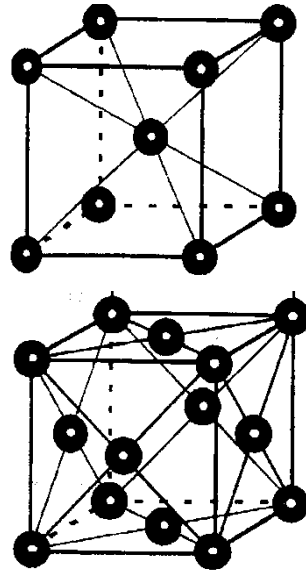
Для гексагональної щільноупакованої решітки характерне розташування атомів у вершинах шестикутника

з додатковими атомами на гранях (ГПУ). Багаторазове об'ємне повторення елементарної решітки утворює кристал даного металу.

РОЛЬ КРИСТАЛІЧНОЇ БУДОВИ МЕТАЛІВ У ФОРМУВАННІ ЗВАРНОГО З'ЄДНАННЯ

У деяких металів характер кристалічної решітки змінюється зі зміною температури. Це пов'язано зі зміною енергетичного стану атомів при нагріванні або охолодженні і придбанням такої форми побудови і взаємодії, яку характеризує найменша вільна енергія системи.

Зміна кристалічної будови металу при зміні температури називають поліморфізмом,



$\text{Fe}_\alpha < 911^\circ\text{C},$
ОЦК

$\text{Fe}_\gamma > 911^\circ\text{C},$
ГЦК

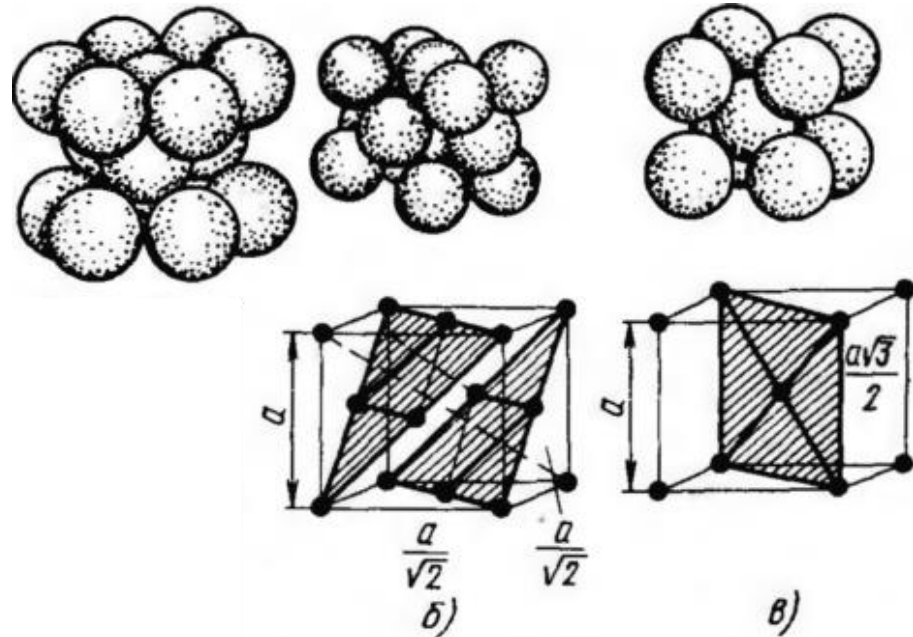
а відповідні види кристалічних решіток - поліморфними формами металу.

Так, у заліза є дві основні поліморфні форми - кубічна об'ємно-центрована ($\alpha\text{-Fe}$) і кубічна гранецентрована ($\gamma\text{-Fe}$). Різні поліморфні форми мають також кобальт, марганець, титан.

РОЛЬ КРИСТАЛІЧНОЇ БУДОВИ МЕТАЛІВ У ФОРМУВАННІ ЗВАРНОГО З'ЄДНАННЯ

Для кристалічних решіток різних металів характерна різна відстань між базовими атомами, тобто атомами, що утворюють геометричну фігуру. Наприклад, у кубічній решітці це розмір ребра куба - відстань між центрами атомів, що знаходяться в його вершинах.

Цю відстань називають параметром решітки, у кубічних решіток один параметр a , у гексагональної два: a і c .



Кристалічні решітки металів: а — ГПУ; б — ГЦК; в — ОЦК

РОЛЬ КРИСТАЛІЧНОЇ БУДОВИ МЕТАЛІВ У ФОРМУВАННІ ЗВАРНОГО З'ЄДНАННЯ

При зварюванні однорідних металів, які мають ідентичні кристалічні решітки, здатність до з'єднання визначається в основному розглянутими закономірностями електронної будови атомів даного металу. При зварюванні різнорідних металів важливого значення набуває їх атомно-кристалічна будова.

Чим менше розходження атомно-кристалічної будови металів, тим легше вони з'єднуються при зварюванні.

близькість атомнокристалічної будови металів, що сполучаються, означає близькість енергетичного стану їх атомів.

А це означає, що атоми одного зварюваного металу здатні енергетично сприятливо розташовуватися в кристалічній решітці іншого зварюваного металу. Ознакою такої близькості є близькість атомних радіусів і близькість типів і параметрів кристалічних решіток:

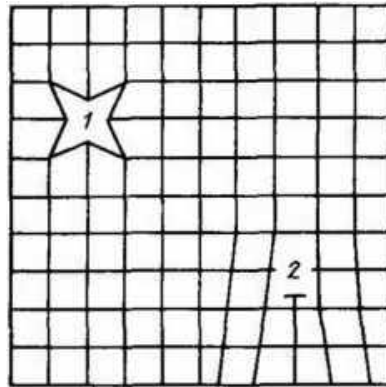
ПАРАМЕТРИ КРИСТАЛІЧНИХ РЕШІТОК МЕТАЛІВ

Металл	α -Fe	γ -Fe	Ni	Al	Mg	Cu	Cr	Mo
Тип решетки . . .	ОЦК	ГЦК	ГЦК	ГЦК	ГПУ	ГЦК	ОЦК	ОЦК
Параметр решетки, нм	2,9	3,6	3,5	4,0	$a = 3,2$ $c = 5,2$	3,6	2,9	3,1
Атомний радіус, нм	1,24	1,24	1,25	1,43	1,60	1,28	1,25	1,36
Металл	W	Ag	Pt	β -Ti	Pb	α -Sn		
Тип решетки . . .	ОЦК	ГЦК	ГЦК	ОЦК	ГЦК	Кубнческая		
Параметр решетки, нм	3,2	4,1	3,9	3,3	4,9	6,5		
Атомний радіус, нм	1,37	1,44	1,39	1,44	1,75	1,54		

РОЛЬ КРИСТАЛІЧНОЇ БУДОВИ МЕТАЛІВ У ФОРМУВАННІ ЗВАРНОГО З'ЄДНАННЯ

Атомна решітка реальних кристалів не є ідеальною. Дефекти кристалічної решітки у вигляді вакансій 1 або дислокацій 2 призводять до створення областей з підвищеною вільною енергією в результаті відсутності врівноважених зв'язків.

У місцях з підвищеною вільною енергією активність прилеглих атомів підвищена, тому вихід дефектів кристалічної



будови на зварюваній поверхні створює умови, необхідні для утворення центрів схоплювання.

Дефекти кристалічної будови

Руху і виходу на поверхню дефектів кристалічної будови сприяє деформація поверхонь, що зварюються. Показником здатності металу до виходу дислокацій на поверхню при деформації може служити енергія активації зсуву:

Металл	Fe	Cr	Mo	W	V	Nb	Ag	Al	Cu
Енергія активації, 10^{-20} Дж	3,52	3,20	3,04	7,85	2,88	3,84	1,35	1,49	1,76

[2]

Чим вище цей показник, тим менше ймовірність виходу дислокацій на поверхню схоплювання при зварюванні тиском.

ТЕРМІЧНІ ЦИКЛИ ЗВАРЮВАННЯ ОБУМОВЛЮЮТЬ СТРУКТУРУ І ВЛАСТИВОСТІ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

Велика частина застосовуваних на практиці видів зварювання заснована на локальному концентрованому нагріванні ділянок виробів, що зварюються до температур плавлення або пластичної течії. До зварювання плавленням відносяться дугове, електрошлакове, електронно-променеве та інші види зварювання.

Зварювальні процеси з місцевим нагріванням металу до пластичного стану реалізуються при контактному зварюванні опором,

газопресовому зварюванні і деяких інших способах. Від ступеня нагріву металу і характеру розподілу теплоти і деформації у виробі залежать структурно-фазові перетворення,

механічні, технологічні та службові властивості зварних з'єднань. Виникнення зварювальних напружень також залежить від циклу нагріву і охолодження зварюваного виробу. Крім того, інтенсивність протікання теплових процесів зумовлює такі важливі параметри зварювального процесу, як продуктивність і техніко-економічна ефективність.

ТЕРМІЧНІ ЦИКЛИ ЗВАРЮВАННЯ ОБУМОВЛЮЮТЬ СТРУКТУРУ І ВЛАСТИВОСТІ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

Таким чином, практично всі процеси, що протікають в металах при зварюванні, залежать від термічних циклів зварювання і в значній мірі можуть визначатися їх параметрами. Тому в теорії зварювальних процесів, що розробляється вітчизняними та зарубіжними дослідниками,

важливе місце відводиться питанням розрахункового та експериментального визначення термічних циклів зварювання.

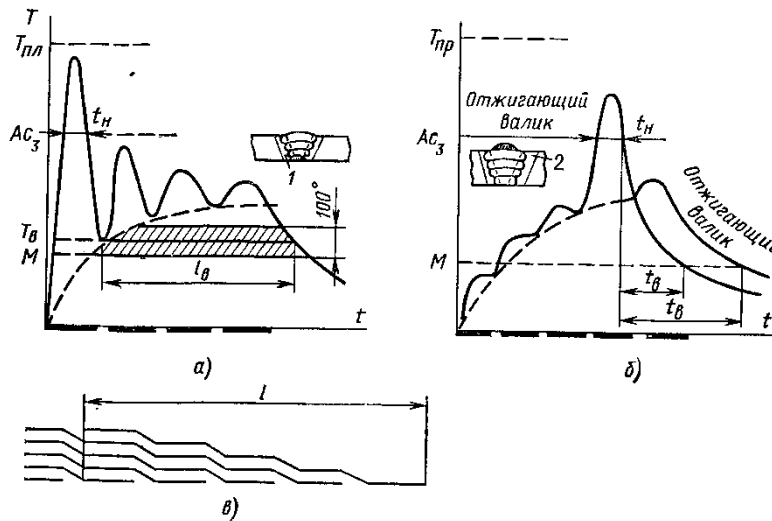


Рис. 30. Термический цикл околошовной зоны при многослойной сварке короткими участками:
а — первый слой (точка 1); б — последний слой (точка 2); в — схема каскадной сварки

Найважливішими параметрами термічних циклів зварювання колошовної ділянки зони термічного впливу (ЗТВ) зварних з'єднань сталей, що зазнають поліморфні перетворення, є наступні:

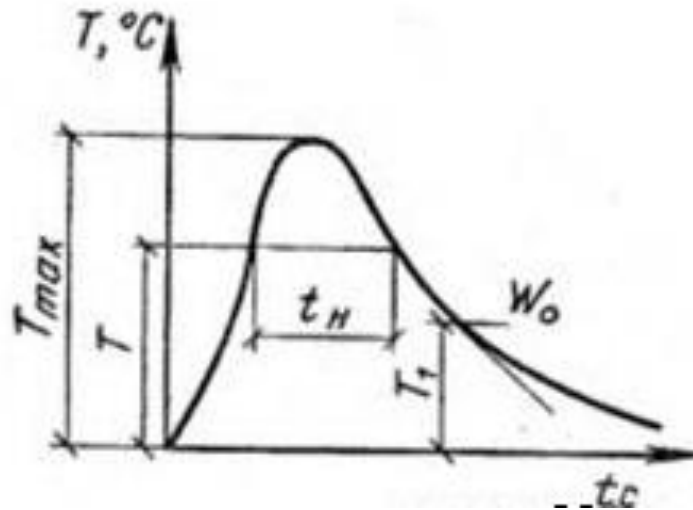
[2]

t_{max} — максимальна температура циклу; ω_n — швидкість нагріву в інтервалі температур від температури критичної точки A_{c3} до t_{max} .

ТЕРМІЧНІ ЦИКЛИ ЗВАРЮВАННЯ ОБУМОВЛЮЮТЬ СТРУКТУРУ І ВЛАСТИВОСТІ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

Найважливішими параметрами термічних циклів зварювання околовшовної ділянки зони термічного впливу (ЗТВ) зварних з'єднань сталей, що зазнають поліморфний перетворення, є наступні:

τ' , τ'' і τ_c — час перебування металу вище критичної точки A_{c3} відповідно при нагріванні, охолодженні і сумарне;



$\omega_{800-500}$, $\omega_{600-500}$ — швидкості охолодження в інтервалах температур перетворення аустеніту 800—500 і 600—500 °C,

И.1. Схема термического цикла при односторонней сварке или наплавке

[2]

а також відповідні цим інтервалах температур тривалості охолодження $\tau_{800-500}$, $\tau_{600-500}$; ω — миттєва швидкість охолодження при температурі найменшої стійкості аустеніту t_{\min} .

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Що таке кристалічна будова металу ?

2. Які існують основні кристалічні решітки металів?

3. Що таке поліморфізм?

4. Який основний параметр кристалічної решітки?

5. Метали з якими кристалічними решітками найбільш легко з'єднуються при зварюванні ?

6. Яка роль термічних циклів у формуванні зварних з'єднань?

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Вивчити кристалічні решітки кольорових металів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Технология конструкционных материалов и материаловедение: учебное пособие / И.П. Гладкий, В.И. Мощенок, В.П. Тарабанова, Н.А. Лалазарова, Д.Б. Глушкова. – Харьков: ХНАДУ, 2014. – 528 с.
2. Лившиц Л.С. Металловедение сварки и термическая обработка сварных соединений / Л.С. Лившиц, А.Н. Хакимов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1989. —336 с.
3. Грабин В.Ф. Металловедение сварки низко- и среднелегированных сталей / В.Ф. Грабин, А.В. Денисенко. – К.: Наукова думка, 1978. – 272 с.
4. Єфіменко М.Г. Металознавство і термічна обробка зварних з'єднань / М.Г. Єфіменко, Н.О. Радзивилова. – Харків: - 2003. - 488 с.



Кафедра технології металлов и матеріалознавства

Лалазарова Наталія Олексіївна

г. Харьков, ул. Петровского, 25, ХНАДУ, КАФЕДРА ТМ и М
Tel.(8-057)707-37-92