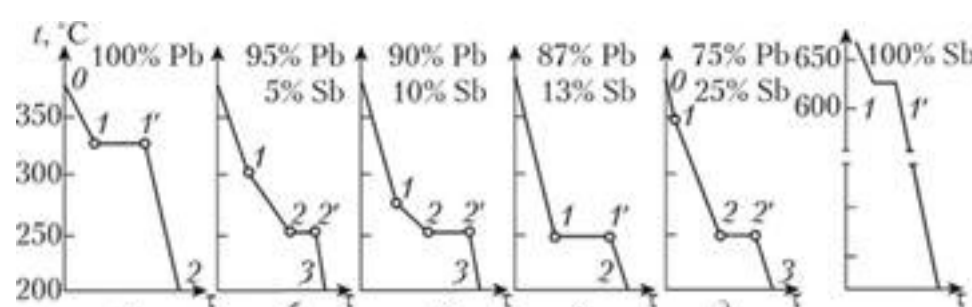


## Діаграма стану сплавів, компоненти яких утворюють суміші

Наведемо побудова такої діаграми на прикладі системи "свинець - сурма" ("Pb - Sb"). Криві охолодження компонентів і сплавів представлені на рис. 3.4.



Мал. 3.4. Криві охолодження сплавів системи "Pb - Sb "

Критичні точки для чистих металів і сплавів наведено в табл. 3.1.

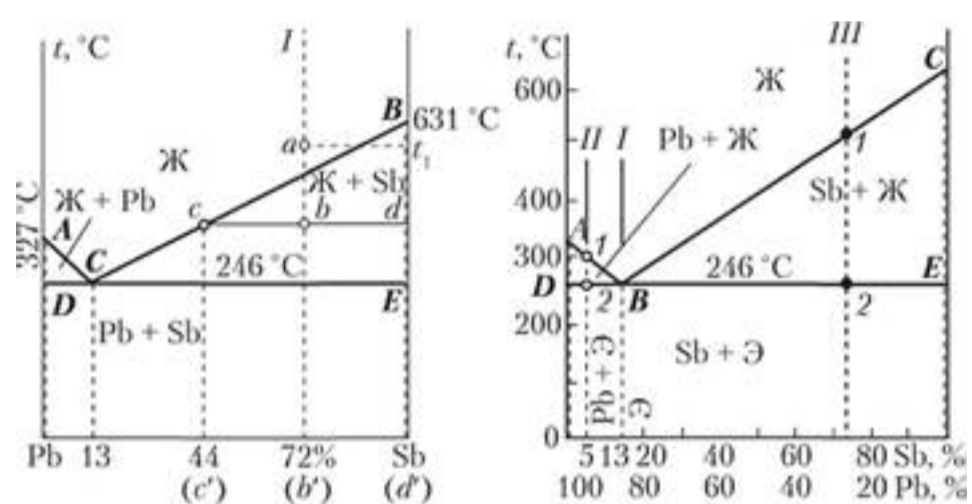
Таблиця 3.1

### Критичні точки сплавів системи "Pb - Sb"

Хімічний склад, % мас.		Температура кристалізації, ° С (критичні точки)	
Pb	Sb	початок	кінець
100	0	327	327
95	5	300	246
90	10	260	246
87	13	246	246
75	25	340	246
0	100	630	630

На підставі аналізу кривих охолодження (див. Рис. 3.4 і табл. 3.1) побудуємо діаграму стану "Pb - Sb".

На осі абсцис відзначають точки, відповідні складам досліджених сплавів, і вказують температури початку і кінця кристалізації цих сплавів. Поеднали температури початку кристалізації сплавів з температурами кристалізації чистих компонентів, отримуємо лінію, яка називається *ликвідус* - лінія *АСВ* діаграми (рис. 3.5, *а*). Вище неї всі сплави знаходяться в рідкому стані.



Мал. 3.5. Діаграма стану "Pb - Sb":

*а* - фазова; *б* - структурна

Поеднали точки закінчення кристалізації сплавів, отримуємо лінію *солидус* - лінія *DCE* діаграми, нижче якої всі сплави знаходяться в твердому стані. Лінію солидус не слід проводити до осей ординат, так як завжди існує деяка досить мала взаємна розчинність компонентів системи (області, обмежені пунктирними лініями), якою зазвичай нехтують.

На фазовій діаграмі системи "свинець - сурма" вказані тільки фази - їх три в даній системі. Це рідка фаза і дві твердих - свинець і сурма.

Фазові діаграми не дають уявлення про структуру сплавів, а отже, не дозволяють судити про їх властивості. Більш повну інформацію про сплави дають структурні діаграми стану (рис. 3.5, *б*). Для побудови такої діаграми необхідно розглянути перетворення, які відбуваються в чистих металах (компонентах) і в характерних сплавах даної системи. Це перш за все сплав, хімічний склад якого 87% Pb і 13% Sb (I), а також сплави з меншим (II) і великим (III) змістом сурми.

Чисті метали - свинець і сурма кристалізуються при постійній температурі (горизонтальні ділянки (*1-1'*) на кривих охолодження (див. Рис 3.4)). Як зазначалося вище, це відповідає правилу фаз. Дійсно, число компонентів (*K*) дорівнює одиниці (чистий метал), кількість фаз (*Ф*) при кристалізації дві - рідка і тверда, а число ступенів свободи (*С*) дорівнює нулю ( $C = K - \Phi + 1 = 1 - 2 + 1 = 0$ ). Це означає, що кристалізація повинна проходити при постійній температурі.

Кристалізація всіх сплавів, крім одного (87% Pb, 13% Sb), протікає в інтервалі температур. Особливе місце займає сплав I (87% Pb, 13% Sb), який, так само як чисті метали, кристалізується при постійній температурі.

Розглянемо кристалізацію цього сплаву. Ділянка *0-1* кривої охолодження сплаву (див. Рис. 3.4, *а*) відповідає охолодженню рідини ( $K = 2, \Phi = 1$  - одна фаза - рідина, тобто  $C = 1$ , тому можлива зміна температури при збереженні фазового складу). При температурі 246 ° С (лінія *DVE* діаграми, (рис. 3.5, *б*)) відбувається кристалізація рідини при постійній температурі (ділянка *1-1'* на кривій охолодження), тобто  $C = 0$ . При  $K = 2$  таке можливо тільки в тому випадку, якщо  $\Phi = 3$ , тоді  $C = 2 - 3 + 1 = 0$ . Це означає, що при кристалізації сплаву одночасно існують три фази (рідина, свинець і сурма), тобто з рідини одночасно виділяються обидва компонента, утворюючи суміш.

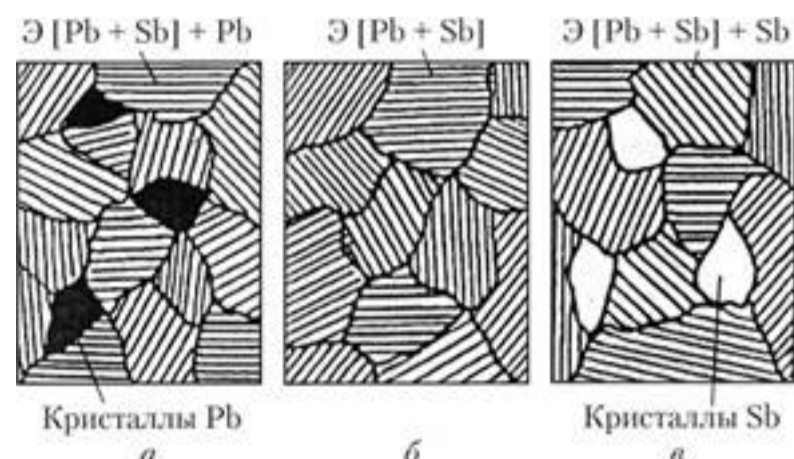
Такий найбільш легкоплавкий сплав системи і називається *евтектичним*, а структура, отримана при кристалізації такого сплаву, - *евтектикою*. Кристалізацію евтектичного сплаву можна описати наступною схемою:



Таким чином, евтектика складається з двох фаз - свинцю і сурми. Структура сплаву після остаточного затвердіння - евтектика (рис. 3.6, *б*), яка є структурною складовою.

Сплави, розташовані зліва від евтектичного, називаються *доевтектичний*, а розташовані праворуч - *заевтектичних*. Первинна кристалізація таких сплавів починається з виділення *надлишкової фази* - фази, вміст якої в сплаві більше, ніж в сплаві евтектичного складу. Для даної системи надлишковою фазою є компонент. Таким чином, у доевтектичних сплавів надлишковою фазою буде свинець (його вміст в них більше 87%), а у заевтектичних - сурма (її вміст в цих сплавах перевищує 13%).

Кристалізацію доевтектичних сплавів розглянемо на прикладі сплаву з 5% Sb і 95% Pb (див. Рис. 3.4, *б*). До точки *1* сплав знаходиться в рідкому стані. У точці *1*



Мал. 3.6. Структура доевтектичний (*а*), евтектичного (*б*) і заевтектичних (*в*) сплавів системи "Pb - Sb"

починається кристалізація сплаву з виділенням з рідини кристалів Pb. Цей процес проходить в інтервалі температур 1-2 (ділянка *1-2* на кривій охолодження). У зазначеному інтервалі температур система має одну ступінь свободи ( $K = 2$  - компоненти Sb і Pb,  $\Phi = 2$  - тверда і рідка фази, отже,  $C = K - \Phi + 1 = 2 - 2 + 1$ ), тобто можливе зниження температури без зміни фазового складу. При охолодженні в цьому інтервалі температур відбувається зміна хімічного складу рідкої фази: оскільки з рідини виділяється свинець, в ній підвищується вміст сурми. У точці 2, як показують результати хімічного аналізу, в рідкій фазі міститься 13% Sb і 87% Pb (див. Рис. 3.4, *а*). При температурі 246 ° С (див. Табл. 3.1) склад залишилася рідини відповідає евтектичних. Кристалізація здійснюється по евтектичних механізму, тобто при постійній температурі і з одночасним виділенням з рідини двох твердих фаз - кристалитов Pb і Sb (ділянка *2-2'* кривої охолодження). Після закінчення кристалізації (точка *2'* на кривій охолодження) сплав охолоджується в твердому стані. Структура цього сплаву після затвердіння складається з зерен свинцю і евтектики (рис. 3.6, *а*). Аналогічно протікає процес кристалізації всіх доевтектичних сплавів даної системи.

Кристалізація заевтектичних сплавів (на прикладі сплаву III - 75% Pb, 25% Sb, див. Рис. 3.4, *б* і 3.5, *б*) протікає аналогічно доевтектичний. Відмінність полягає в тому, що в інтервалі температур 1-2 діаграми стану (ділянка *2-2'* кривої охолодження) з рідини виділяються зерна сурми, а не свинцю, як в першому сплаві. Після остаточного затвердіння структура цього сплаву складається з зерен сурми і евтектики (рис. 3.6, *в*).

Для сплавів даного типу можлива **ізоляція по щільності**. Ізоляція - *неоднорідність хімічного складу і відповідно властивостей* за обсягом сплаву.

У процесі кристалізації з рідини виділяються кристали з щільністю, відмінною від щільності рідини. Це призводить до того, що кристали або спливають, якщо їх щільність менше щільності рідини, або осідають на дно, якщо їх щільність перевищує щільність рідини. В результаті злиток кристалів неоднорідним і складним і вимагає для попередження цього в процесі кристалізації сплави інтенсивно перемішують.

**Світлана** •  
Допоможу написати роботу