

## ДЕФЕКТИ ПРИ КРИСТАЛІЗАЦІЇ МЕТАЛІВ

## DEFECTS IN THE CRYSTALLIZATION OF METALS

*Мисливченко О.М., студент, Говорун Т.П., асистент, СумДУ, Суми*

*Myslyvchenko O.M., student, Hovorun T.P., assistant, SumSU, Sumy*

Дефектами при кристалізації металів є порушення кристалічної структури, що погіршують їх фізико-механічні властивості. Висока якість металу і виробів з нього, може забезпечуватися двома шляхами: вдосконаленням технології з метою виключення можливості появи дефектів і вдосконаленням методів контролю якості металу з метою виявлення дефектів і відбракування дефектних заготовок, напівфабрикатів і виробів.

Центри забарвлення – дефекти кристалічної решітки, що поглинають світло в спектральній області, в якій власне поглинання кристала відсутнє. Вони виявляються у багатьох неорганічних кристалах і в склі та широко поширені в природних мінералах. Центри забарвлення можуть бути зруйновані при нагріванні (термічне знебарвлення) або дії світла, відповідної спектральній області поглинання самих центрів забарвлення (оптичне знебарвлення). Під дією тепла або світла один з носіїв заряду, наприклад електрон, звільняється із дефекту, що захопив його, і рекомбінує з діркою.

Фарбування і забарвлення кристалів і аморфних тіл широко застосовується в науковому експерименті і в техніці. Воно використовується в дозиметрії ядерних випромінювань, в обчислювальній техніці (пристрій для зберігання інформації), в пристроях, де застосовуються фотохромні матеріали (сонцезахисні скельця, що темніють під дією сонячного світла і прояснюються в темноті) і ін. У археології і геології з досліджень центрів забарвлення, що виникли під дією випромінювання радіоактивних елементів, які знаходяться в товщі Землі, визначають вік глиняних виробів і мінералів. Забарвлення ряду коштовних каменів і самоцвітів пов'язане з центрами забарвлення (аметист, цитрин, алмаз, амазоніт і ін.). Деякі кристали і скло з домішковими центрами забарвлення використовуються як активне середовище в лазерах (рубін, скло з домішкою Nb та ін.).

Флокени – внутрішні тріщини дуже малої товщини (малі частки міліметра) з блискучою великокристалічною поверхнею. Виділяються круглі або овальні плями блискучого сріблясто-білого забарвлення. У повздовжньому розрізі флокени мають вигляд прямої або звивистої лінії. Довжина флокенів може бути від десятків часток міліметра до 5-10 мм, а іноді й більше.

Флокени зустрічаються, як правило, в легованих сталях з хромом, нікелем, іноді у звичайних вуглецевих сталях із вмістом марганцю близько 1%. Їх не буває у високопластичних сталях. Вони утворюються при охолодженні після плющення при температурах 100-250°C. Можливе виникнення їх і значно пізніше (через 3-5 діб після охолодження) при звичайних температурах. Флокени також часто зустрічаються у зварних з'єднаннях. Природа виникнення флокенів ще точно не встановлена. З'ясовано, що головними факторами є наступні: а) наявність у металі розчиненого водню, який дуже знижує пластичність металу; б) структурні напруги, що викликаються різночасністю фазових перетворень, а також пов'язаними з ними об'ємними змінами; відіграють роль й інші напруги – температурні, механічні; в) охолодження металу в інтервалі 250-100°C.

Для утворення флокенів важлива сукупність цих факторів. При малому вмісті водню навіть великі напруги не приводять до утворення флокенів, тому що метал зберігає високу пластичність. У сталях, схильних до утворення флокенів, заходи, що запобігають появі цього серйозного дефекту, занадто складні: потрібні нагрівання в печах до 1100-1150°C, витримка 20-25 год і подальше охолодження в печі до 100°C.

Вакансія – дефект кристала, що є відсутністю атома або іона у вузлі кристалічної решітки. Вакансія є у всіх кристалах, як би ретельно ці кристали не вирощувалися. У реальному кристалі вакансії виникають і зникають в результаті теплового руху атомів.

Вакансії безладно переміщуються в кристалі, обмінюючись місцями з сусідніми атомами. Рух вакансій є головною причиною перемішування (самодифузії) атомів в кристалі, а також взаємній дифузії контактуючих кристалів. Кожній температурі відповідає певна рівноважна концентрація вакансій. Кількість вакансій у кристалах металів поблизу температури плавлення досягає 1-2% від загального числа атомів. При кімнатній температурі в алюмінію одна вакансія припадає на 10<sup>12</sup> атомів, а в таких металах, як срібло і мідь, кількість вакансій при кімнатній температурі ще менша. Проте, не дивлячись на малу концентрацію, вакансії істотно впливають на фізичні властивості кристала: знижують щільність, викликають іонну провідність і ін. Вакансії відіграють важливу роль в процесах термообробки, спіканні і інших процесах.

Двійкування – утворення в монокристалі областей із закономірно зміненою орієнтацією кристалічної структури. Структури двійникових утворень є дзеркальним відображенням атомної структури материнського кристала (матриці) в певній площині, або утворюються поворотом структури матриці навколо кристалграфічної осі на деякий кут постійний для даної речовини, або іншими перетвореннями симетрії. Двійкування відбувається в процесі зростання кристалів через порушення в пакуванні атомів при наростанні атомного шару на зародку або на готовому кристалі (дефекти пакування), а також при зрощенні сусідніх зародків (двійники зростання).

Двійкування мають місце у всіх металах, напівпровідників і у багатьох інших кристалів і сильно впливає на механічні властивості кристалів: міцність, пластичність, крихкість, а також на електричні, магнітні і оптичні властивості, погіршує якість напівпровідникових приладів.