

ПЕРЕДМОВА

У монографії узагальнено відомі експериментальні результати із вивчення природи фізико-хімічних явищ, що виникають та розвиваються на внутрішніх межах (межі зерен та блоків мозаїки) та зовнішніх поверхнях поділу у відкритих системах “поверхня матеріалу – робоче або насичувальне середовище”. Особливу увагу приділено тлумаченню сутності поверхневих явищ, зокрема *адсорбційних, сегрегаційних, дифузійних*. Описано сучасні методичні підходи до вивчення будови поверхні та синтезування на ній структурних бар’єрів різного функціонального призначення.

Розвиток нового наукового напрямку *фізика та хімія поверхні* припадає на середину минулого століття, хоча інтенсивні дослідження явищ, що відбуваються на міжфазних поверхнях поділу, почалися набагато раніше. Говорячи про поверхню твердого тіла, ми маємо на увазі декілька зовнішніх атомних площин кристалу, завтовшки близько 10 \AA , атомна та електронна будова яких суттєво відрізняється від такої в об’ємі кристала. Отже, змінюючи морфологічні ознаки будови поверхні (хімічний склад, структуру, фазовий та енергетичний стан), можна керувати її фізико-механічними та функціональними властивостями. Це стало передумовою виникнення та розвитку нового науково-технологічного напрямку – *інженерії поверхні*.

Відомо, що поверхня будь-якого тіла взаємодіє з навколишнім або робочим середовищем, властивості якого неперервно змінюються. Зміна властивостей середовища може привести до розчинення, випаровування або емісії поверхневих атомів. Це стосується конструкційних, інструментальних і функціональних матеріалів, а також більшості твердих тіл. Майже все, що нас оточує, поволі, але неминуче змінюється та деградує, реалізуючи певний еволюційний процес.

Між атомами, молекулами твердого тіла і середовища відбувається конкурентна взаємодія з утворенням кластерів, які, як правило, адсорбуються на міжфазній межі поділу. Під час зіткнень кластерів між собою та із молекулами зовнішнього середовища частина з них зростає, а части-

на – розпадається. Причому вірогідність росту кластерів за цих умов збільшується, а вірогідність розпаду зменшується відповідно до збільшення їхнього розміру.

Іноді після фазоутворення зовнішня поверхня поділу потрапляє в змінене за складом середовище, що викликає зміну її будови і властивостей, що може призвести до процесу деградації.

Під час росту кристалів змінюється їх склад і структура, а в їх об'ємі та на поверхнях поділу утворюються структурні дефекти. З часом кристали прагнуть “залікувати” надлишок дефектів або позбутися їх відокремленням у середовище. Саме в такий спосіб форма та розмір кристалів поступово наближаються до рівноважних і поволі відбувається спонтанне впорядкування структури поверхні. Але на стадії завершення росту кристалів вони часто характеризуються суттєвою морфологічною, структурною і хімічною неоднорідністю.

Атоми або молекули, що адсорбувалися із середовища поверхнею твердого тіла, прагнуть розташуватися в поверхневому шарі так, щоб утворити максимальну кількість зв'язків із його атомами. Це сприяє утворенню і розростанню в адсорбційному шарі двовимірних кластерів. Водночас на їх поверхні виникають дисипативні структури, що відтворюють поведінку плоских кластерів, які, зароджуючись на певних кристалографічних площинах твердого тіла, розростаються по поверхні поділу. Така квазістаціонарна структура з часом поступається місцем новій дисипативній структурі, властивості якої залежать від інтенсивності підведення в систему енергії або речовини.

Матеріал, що виклали автори у монографії, підтверджує коректність концепції керованої зміни функціональних властивостей поверхні матеріалів у результаті цілеспрямованого регулювання структурно-фазового та енергетичного стану їх поверхневих шарів. При цьому показана можливість синтезування на поверхні твердого тіла *структурних бар'єрів або покриттів*, градієнтна будова яких виконуватиме певне функціональне призначення залежно від умов експлуатації. Під час використання високоенергетичних методів *інженерії поверхні* показана роль структуроутворення із рідиннометалевого стану на рівень формування фізико-механічних властивостей поверхні.

У монографії розвинуто уявлення щодо ролі різного типу поверхневих явищ (зокрема *поверхневої сегрегації та самоорганізації поверхні*) у процесах керованого формування поверхневих шарів різного функціонального призначення.

Оскільки, окрім вищезазначеного, енергетика меж зерен за певних зовнішніх умов (передусім підвищення температури) активізує міграційні процеси, що пов'язані з рухом меж зерен, це приводить до росту зерен або

їх виклинювання (зникнення). Але процеси такого роду недостатньо висвітлені в світовій літературі, бо для пояснення кінетики цих змін використовують надто спрощені модельні уявлення, що не дає змоги отримати надійні з погляду точності кінетичні рівняння. Для розв'язання цієї складної проблеми автори монографії розробили нові модельні підходи, що дозволило створити низку диференціальних рівнянь, розв'язок яких дає надійні кінетичні залежності, що добре узгоджуються з експериментальними даними на базі модельних бінарних систем з різними високочистими основами.

Під час розгляду суто ізомерного росту зерен, завдяки встановленим експоненціальним залежностям, розроблений коректний метод оцінки поверхневої енергії. Це дало змогу усунути початкові стадії такого типу росту зерен і тим суттєво зменшити відносну похибку у визначенні енергії активації процесів міграції меж. Під час вивчення процесів узгодженого кооперативного росту однофазних та двофазних структур реалізовано спеціальний підхід, який на стаціонарній стадії росту два змогу отримати специфічну будову фронту реакції, в кожній точці вздовж лінії якого діяла однакова результуюча рушійна сила.

Уперше для такого типу фронтів росту зерен було оцінено вплив на кінетику їх пересування включень дисперсних частинок, які або долалися (однаковими чи різноманітними) сегментами фронтів росту, або рухалися разом з ними. Окрім цього, для випадків розташування включень другої фази по межах зерен завдяки специфічному термодинамічному підходу зроблено уточнення оцінки міжфазної енергії для включень складної геометрії (з ламаними контурами вторинних фаз у нормальних перерізах структурних фрагментів).

Розвинені нові підходи щодо особливостей пересування складних меж поділу двофазної структури, що дало можливість розробити модельні уявлення для росту дендритних остовів у жароміцних сплавах за спрямованої кристалізації.

До монографії, зокрема, увійшли результати експериментальних досліджень, виконані авторами Національного університету "Львівська політехніка" та Запорізького національного технічного університету за держбюджетною тематикою із фізико-технічних проблем матеріалознавства.

Автори висловлюють подяку колегам за співпрацю та допомогу в оформленні рукопису, а рецензентам – за копітке рецензування, зроблені зауваження і побажання.