



ПОВНІ ТА ЧАСТКОВІ ДИСЛОКАЦІЇ

Лекція 5

ТЕМА 4 ДИСЛОКАЦІЇ В ТИПОВИХ МЕТАЛЕВИХ СТРУКТУРАХ

ПІДРОЗДІЛ ДИСЛОКАЦІЙ НА ПОВНІ І ЧАСТКОВІ

- Всі основні типи дислокацій розглядалися нами на прикладі простої кубічної ґратки, в якій атоми знаходяться тільки у вершинах елементарної кубічної комірки
- При цьому щоразу після пробігу дислокації в зоні зсуву цілком відновлювалась вихідна конфігурація атомів у просторі
- Вектор Бюргерса такої дислокації є одним із трансляційних векторів ґратки, що характеризують **тотожну трансляцію** - перенос ґратки таким чином, що кінцеве її положення не можна відрізнити від початкового



ПІДРОЗДІЛ ДИСЛОКАЦІЙ НА ПОВНІ І ЧАСТКОВІ

- Дислокації у простій кубічній ґратці, що мають вектори Бюргерса $a\langle 010 \rangle$ (при зсуві на величину a), $a\langle 110 \rangle$ (при зсуві на величину a), або $a\langle 111 \rangle$ (при зсуві на величину a), називаються **одичними** дислокаціями чи дислокаціями **одичної потужності**

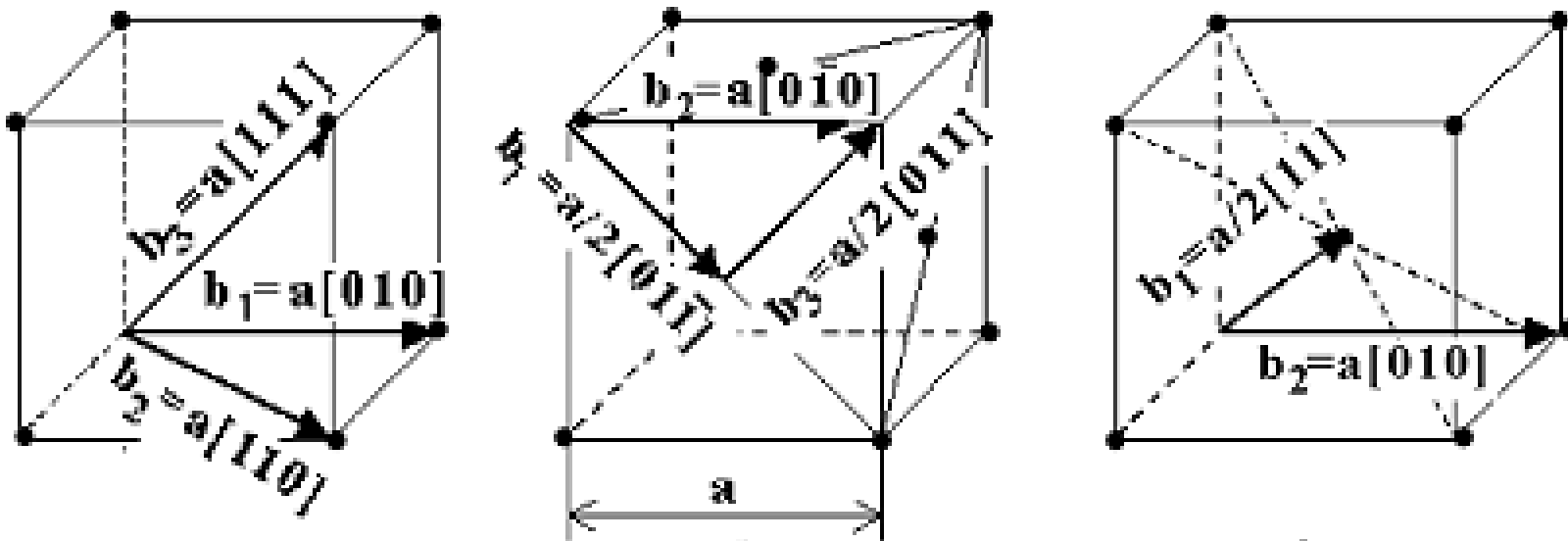


Рис. 4.1 Одичні дислокації у ґратках

ПІДРОЗДІЛ ДИСЛОКАЦІЙ НА ПОВНІ І ЧАСТКОВІ

- Можливі дислокації, у яких вектор Бюргерса в ціле число разів більше одиничного. Такі дислокації називаються дислокаціями ***n-кратної потужності***
- При потужності вектора Бюргерса більше одиничного енергія викривлення ґратки дуже велика, і така дислокація *n*-кратної потужності хитлива; вона прагне **розділитися** на *n* одиничних дислокацій

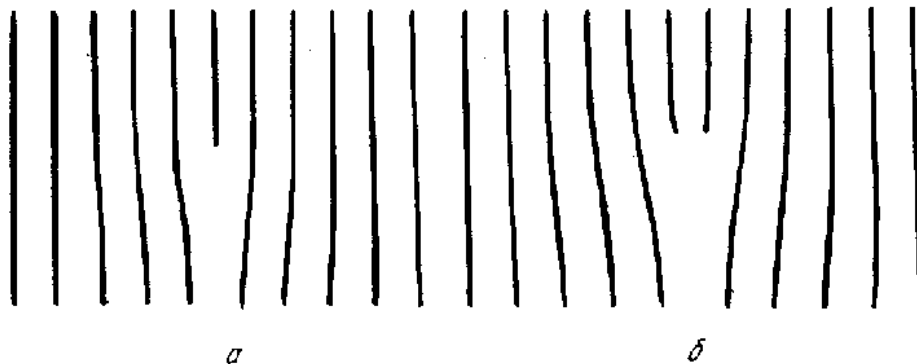
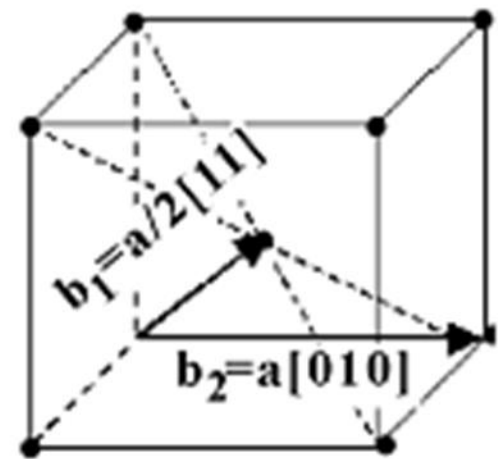
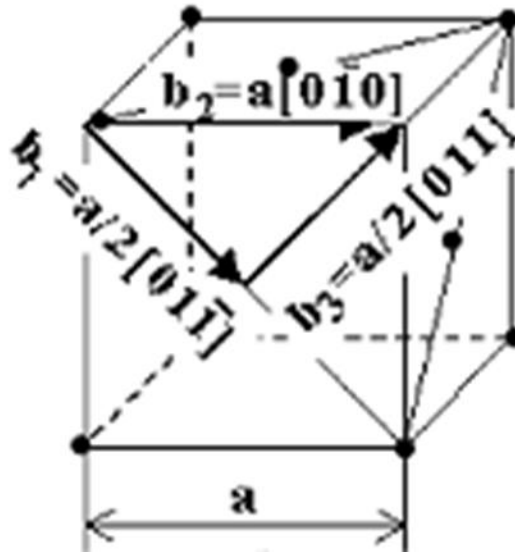
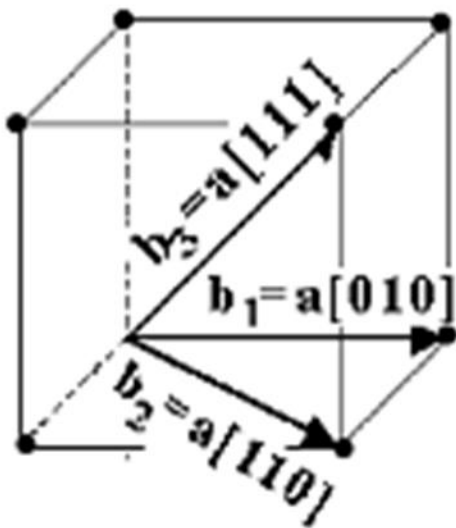


Рис. 4.2 Крайові дислокації одиничної (*a*) і двократної потужності (*б*)



ПІДРОЗДІЛ ДИСЛОКАЦІЙ НА ПОВНІ І ЧАСТКОВІ

- Одиничні дислокації з векторами Бюргерса $a\langle 010\rangle$, $a\langle 110\rangle$ і $a\langle 111\rangle$ мають різну енергію. У кристалі повинні переважати одиничні дислокації з мінімальною енергією, тобто з найменшим вектором Бюргерса. У простій кубічній ґратці це будуть дислокації з вектором Бюргерса $a\langle 010\rangle$



ПІДРОЗДІЛ ДИСЛОКАЦІЙ НА ПОВНІ І ЧАСТКОВІ

- Одиничні дислокації і дислокації n -кратної потужності забезпечують у кристалі тотожну трансляцію ґратки. Такі дислокації називають **ПОВНИМИ**
- У кристалах можуть існувати дислокації з такими векторами Бюргерса, що їхнє переміщення не приводить до тотожної трансляції в зоні зсуву, хоча і забезпечує нове механічно стабільне положення атомів
- Вектор Бюргерса цих дислокацій і відповідно їх енергія **менше**, ніж в одиничній дислокації мінімальної потужності у даній ґратці
- Дислокації з вектором Бюргерса, що не є вектором тотожної трансляції, називають **НЕПОВНИМИ** або **ЧАСТКОВИМИ**

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ КРИТЕРІЙ ДИСЛОКАЦІЙНИХ РЕАКЦІЙ

- Повна дислокація може розщеплюватися (дисоціювати) на часткові

$$\vec{b}_1 = \vec{b}_2 + \vec{b}_3$$

- Часткові дислокації можуть поєднуватися в повну

$$\vec{b}_1 + \vec{b}_2 = \vec{b}_3$$

- Одні часткові дислокації можуть рекомбінувати, утворюючи інші часткові дислокації

$$\vec{b}_1 + \vec{b}_2 = \vec{b}_3 + \vec{b}_4$$



КРИТЕРІЙ ФРАНКА

- У будь-якому випадку *сума векторів Бюргерса вихідних дислокацій повинна дорівнювати сумі векторів Бюргерса дислокацій, що утворюються у результаті реакції*
- Основне правило, якому підкоряються дислокаційні реакції, це ***критерій Франка***

Реакція можлива у тому випадку, якщо сума квадратів векторів Бюргерса вихідних дислокацій більше суми квадратів векторів Бюргерса дислокацій, які утворюються в результаті реакції



КРИТЕРІЙ ФРАНКА

- Критерій Франка (правило квадратів) ґрунтується на двох положеннях:

Енергія дислокації пропорційна квадрату вектора Бюргерса

Реакція повинна приводити до зменшення енергії системи



КРИТЕРІЙ ФРАНКА

- Дислокація $\vec{b}_1 = \vec{b}_2 + \vec{b}_3$ може дисоціювати на дві, якщо

$$b_1^2 > b_2^2 + b_3^2$$

- Якщо $b_1^2 < b_2^2 + b_3^2$, то реакція дисоціації неможлива

- Якщо ж $b_1^2 = b_2^2 + b_3^2$, то виникає

невизначеність критерію Франка

Однак, з огляду на те, що при дисоціації збільшується ентропія, можна припустити зменшення вільної енергії і можливість цієї реакції



КРИТЕРІЙ ФРАНКА

- Нестійкість повної дислокації ***n*-кратної потужності** (nb) і розпаданя її на ***n* одиничних дислокацій** погоджується з тим, що

$$n^2b^2 > nb^2$$

- Об'єднання двох дислокацій в одну $b_1^2 + b_2^2 = b_3^2$ можливе у тому випадку, якщо

$$b_1^2 + b_2^2 > b_3^2$$



НАЙЩІЛЬНІШІ ПАКУВАННЯ

- Атоми у найщільніших пакуваннях мають вигляд твердих куль, найщільнішим чином заповнюючих простір
- Один шар (одну атомну площину) із найщільнішого пакування можна одержати, якщо навколо однієї кулі розташувати шість таких же куль (рис. 4.3)
- Центри цих шести куль розташовуються по вершинах правильного шестикутника, утворюючи плоску гексагональну сітку

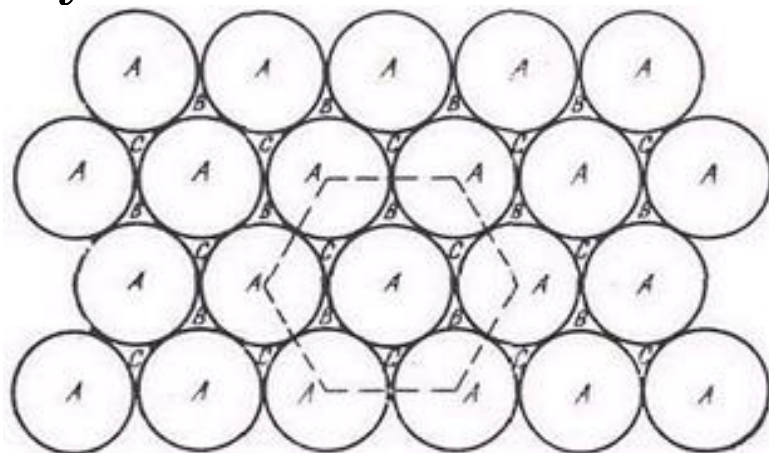


Рис. 4.3 Шар найщільнішого пакування атомів



НАЙЩІЛЬНІШІ ПАКУВАННЯ

- Щоб на цей шар укласти новий, забезпечуючи при цьому найщільніше прилягання атомів, необхідно атоми другого шару укласти в лунки першого шару. Позначимо центри атомів нижнього горизонтального шару через **A**
- Усі лунки в шарі найщільнішого пакування однакові і позначені літерами **B** і **C**. Обумовлено це тим, що помістити кулі другого шару в кожну лунку першого шару неможливо
- Якщо у другому шарі кулі помістити в лунки **B**, то в лунки **C** укласти кулі вже не вдасться



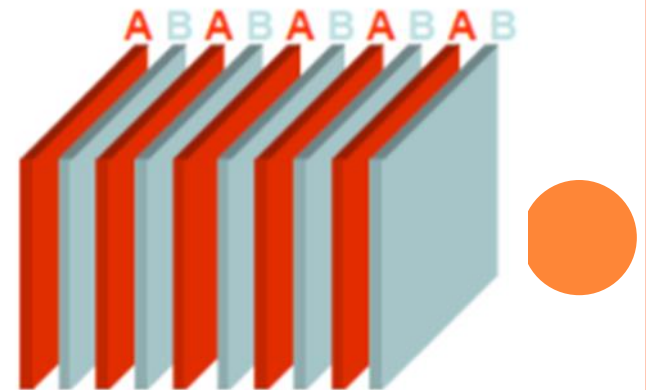
НАЙЩІЛЬНІШІ ПАКУВАННЯ

- Для третього шару можливі два варіанти
- *Перший варіант* полягає в тому, що атоми третього шару укладаються в лунки другого шару точно над центрами атомів **A** з першого шару
- Отже, у третьому шарі цілком повторюється розташування атомів у першому шарі і позначатися воно також повинно літерою **A**
- Якщо далі укласти нові шари так, щоб через один шар цілком повторювалося розташування атомів, то ми одержимо **гексагональну щільноупаковану (ГЩ) структуру**, що позначається

АВАВАВ...

Її можна, звичайно, позначити і так:

АСАСАС... чи **ВСВСВС...**



НАЙЩІЛЬНІШІ ПАКУВАННЯ

- На рис. 4.4 показано будову однієї з вертикальних площин, перпендикулярних площині найщільнішого пакування. Атоми **A** і **B** знаходяться не на одній прямій, а розташовані по зигзагоподібній лінії

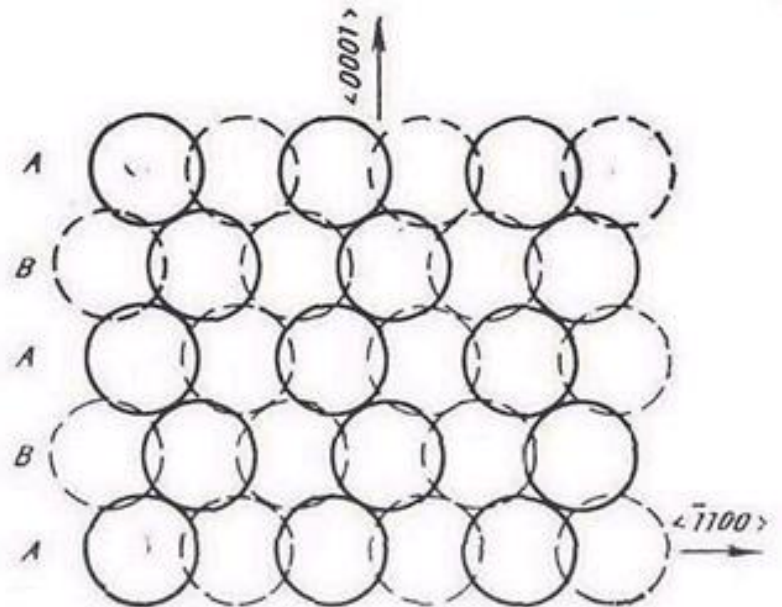


Рис. 4.4 Гексагональне найщільніше пакування

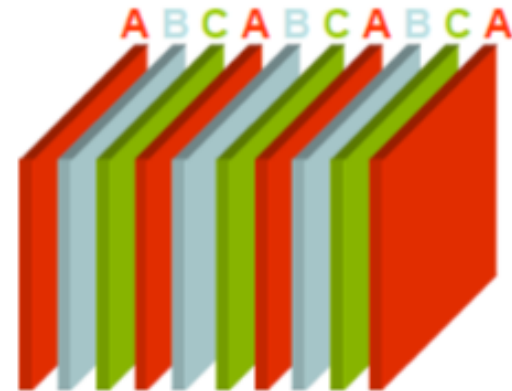


НАЙЩІЛЬНІШІ ПАКУВАННЯ

- Розглянемо *другий варіант* найщільнішого пакування шарів, що полягає в тому, що кулі третього шару укладаються в ті лунки другого шару, що знаходяться над лунками **C** з першого шару
- Таким чином, розташування атомів у третьому шарі цілком не повторює розташування атомів ні в першому шарі в точках **A**, ні в другому шарі в точках **B**
- Якщо і далі продовжувати укладання нових шарів так, щоб через два шари цілком повторювалося розташування куль, то ми одержимо **гранецентрировану кубічну (ГЦК) ґратку**. Її можна позначити як

ABCABCABC...

чи **BCABCABC...**, чи **CABCABC...**



НАЙЩІЛЬНІШІ ПАКУВАННЯ

- На рис. 4.5 показано будову однієї з вертикальних площин, перпендикулярних площині найщільнішого пакування, що містить атоми **A**, **B** і **C**. На відміну від аналогічної площини в ГЦ ґратці, де атоми розташовані **зигзагоподібно**, у розглянутій площині в ГЦК ґратці атоми розташовані **безупинними прямими рядами**

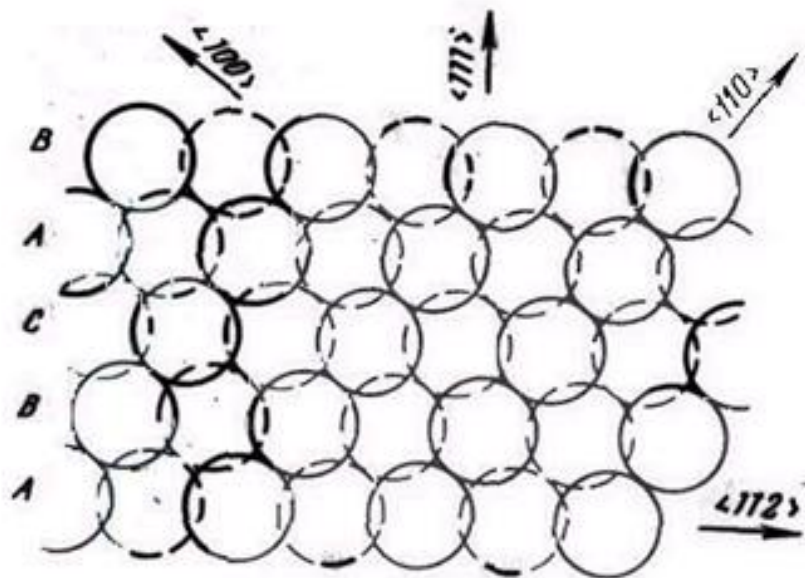



Рис. 4.5 Гранецентроване кубічне найщільніше пакування



ДЕФЕКТИ ПАКУВАННЯ (ПОВЕРХНЕВІ ДЕФЕКТИ)

- У чергуванні шарів можливі відступи від того порядку, що відповідає ГЩ і ГЦК ґратці. Про шарок з порушеним чергуванням щільноупакованих шарів називають **дефектом пакування**
 - Дефект пакування можна створити різними шляхами:
 - **зсувом** у площині найщільнішого пакування
 - **видаленням** однієї щільноупакованої площини (або її частини)
 - **впровадженням** однієї щільноупакованої площини (або її частини)
 - та іншими способами
- 

ДЕФЕКТ ПАКУВАННЯ ЗСУВУ У ГЦГ ГРАТЦІ

- У ГЦГ ґратці чергування шарів **АВАВ** | **САСА** можна одержати, якщо один із шарів **А** з усіма вищерозташованими шарами зсунути так, щоб атоми цього шару потрапили в сусідні лунки
- При цьому атоми **А** переходять у положення **С**, а атоми **В** — у положення **А**
- У результаті біля площини зсуву відбувається чергування шарів **АВС** і **ВСА**, властиве ГЦК ґратці
- Нижче площини зсуву залишається недоторканим чергування шарів **АВАВАВ...**, а вище з'являється нове чергування шарів **САСАСА...**, що, так само як і **АВАВАВ...**, характеризує ГЦГ ґратку

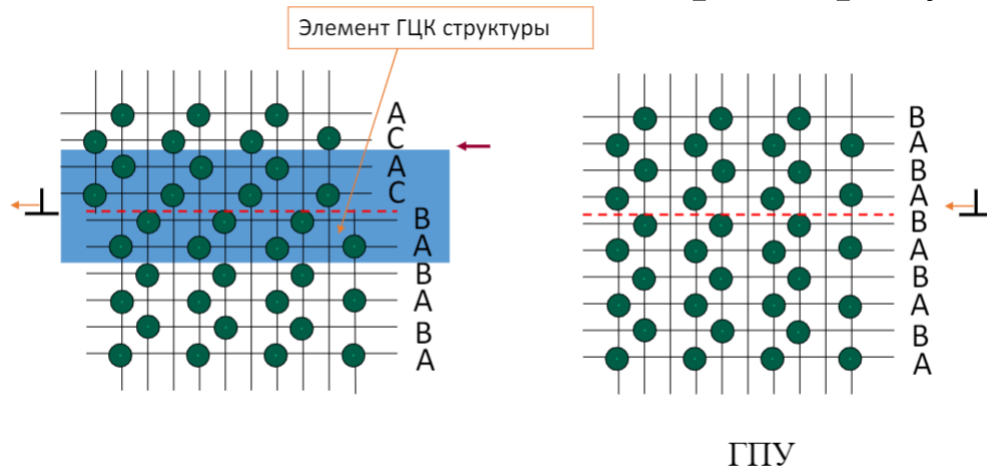


Рис. 4.6 Механізм утворення дефекту пакування зсуву у ГЦГ ґратці



ДЕФЕКТ ПАКУВАННЯ ЗСУВУ У ГЦГ ГРАТЦІ

- Розглянутий дефект пакування в ГЦГ ґратці є прошарком ГЦК ґратки
- Це особливо наочно демонструє розташування атомів у площині, перпендикулярній площині щільнішого пакування (рис. 4.7). Тут поміж зигзагоподібними рядами атомів, що характеризують ГЦГ ґратку, видно прошарок із прямими рядами, властивими ГЦК ґратці

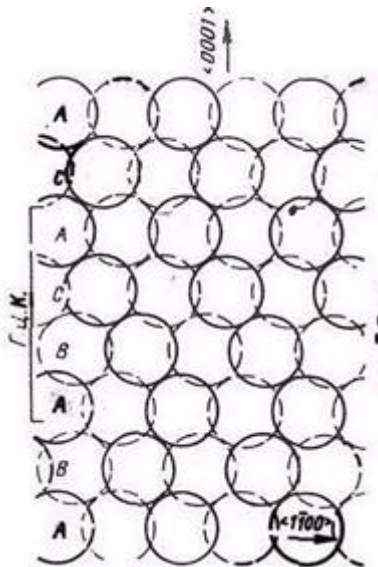


Рис. 4.7. Дефект пакування у ГЦГ ґратці



ДЕФЕКТ ПАКУВАННЯ ЗСУВУ У ГЦК ГРАТЦІ

- У ГЦГ ґратці чергування шарів **ABCABC** | **BCABC** можна одержати, якщо один із шарів **A** з усіма вищерозташованими шарами зсунути так, щоб атоми цього шару потрапили в сусідні лунки. При цьому атоми **A** переходять у положення **B**, атоми **B** — у положення **C**, атоми **C** у положення **A**. У результаті біля площини зсуву відбувається чергування шарів **BCBC**, властиве ГЦГ ґратці

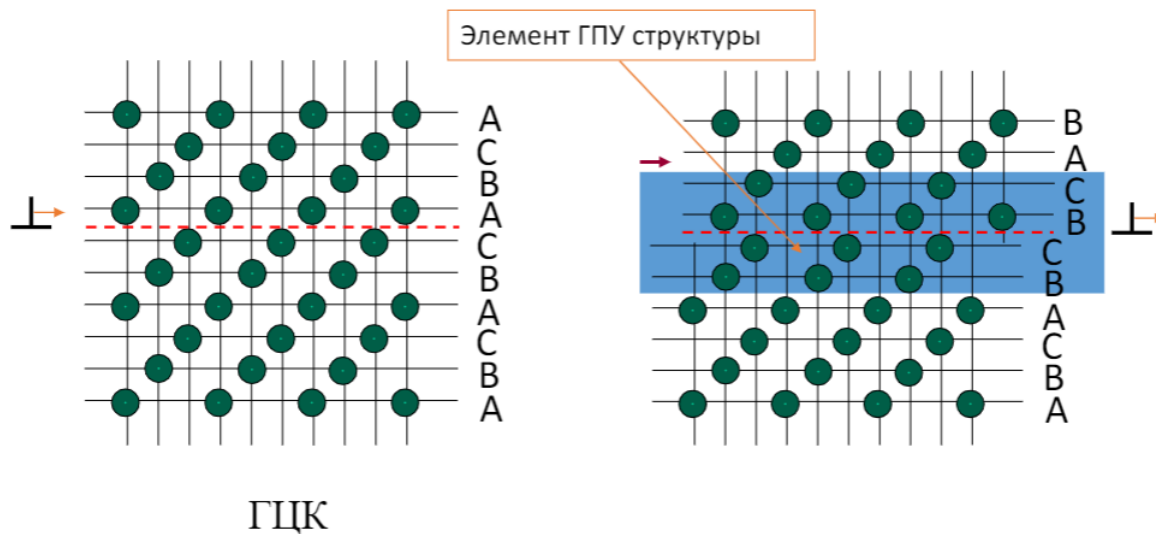


Рис. 4.8 Механізм утворення дефекту пакування зсуву у ГЦК ґратці



ДЕФЕКТ ПАКУВАННЯ ЗСУВУ У ГЦК ГРАТЦІ

- Прошарок ГЦ гратки в ГЦК гратці добре видно на рис. 4.9 у вигляді зигзагоподібного розташування атомів між їхніми прямолінійними рядами

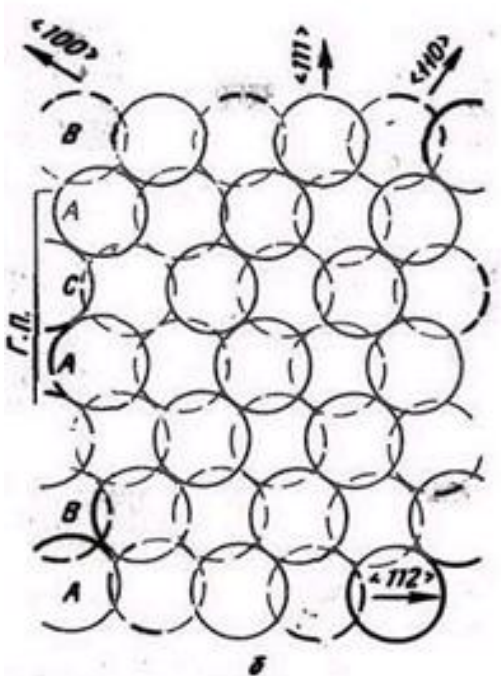


Рис. 4.9. Дефект пакування у ГЦ гратці



ДЕФЕКТ ПАКУВАННЯ ВИРАХУВАННЯ У ГЦК ГРАТЦІ

- Якщо у ГЦК ґратці видалити одну з площин ***B*** (чи частину її) і зблизити по нормалі дві половинки кристала, щоб виключити порожнечу, що утворилася, то одержимо чергування шарів ***ABCACBC...*** (рис. 4.10).
- Тут також утворюється прошарок ***CACA*** ГЦК ґратки у ГЦК ґратці. Такий дефект називають **дефектом пакування вирахування**

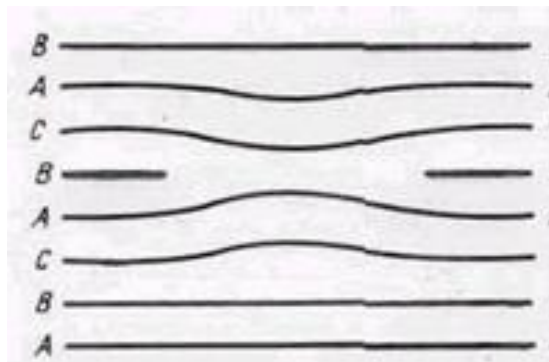


Рис.4.10. Дефект пакування вирахування у ГЦК ґратці



ДЕФЕКТ ПАКУВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ У ГЦК ГРАТЦІ

- Упроваджуючи між нормально чергуючими шарами ГЦК ґратки повну чи неповну атомну площину (площина C поміж A і B на рис. 4.11), одержуємо чергування шарів $ABCA$ **CB** $СAB...$ з *дефектом пакування впровадження* (прошарком **CAC** , властивим ГЦГ ґратці)

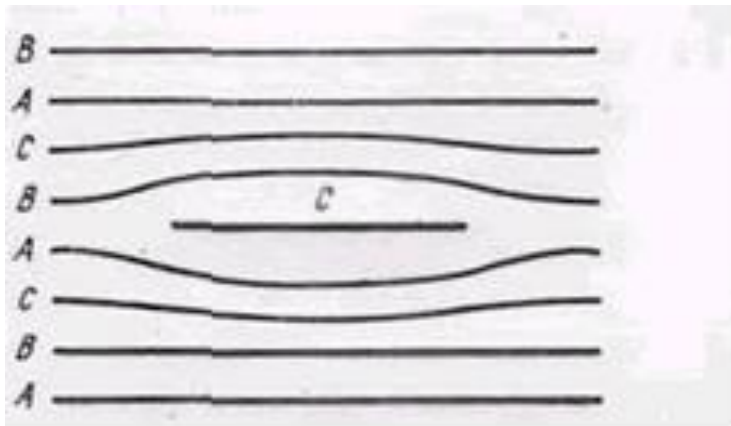


Рис.4.11. Дефект пакування впровадження у ГЦК ґратці



ДЕФЕКТ ПАКУВАННЯ ВИРАХУВАННЯ У ГЩ ГРАТЦІ

- У ГЩ ґратці недостатньо тільки вилучити одну з щільноупакованих площин і зблизити по нормалі дві половинки кристала, тому що при цьому в сусіднє положення попадають однакові площини (*AA* чи *BB*) і пакування не виходить найщільнішим. Необхідно ще й здійснити зсув однієї частини кристала стосовно іншої



ДЕФЕКТ ПАКУВАННЯ ВИРАХУВАННЯ У ГЩ ГРАТЦІ

- Якщо у ГЩ ґратці вилучити площину ***B***, виконати зсув і зближення по нормалі двох половинок кристала, то одержимо чергування шарів

АВАВАСАСА...

- Зсув було виконано таким чином, що атоми ***A*** по одну сторону від площини зсуву потрапили в лунки ***C***, а атоми ***B*** в положення ***A***. У результаті у ГЩ ґратці утворився прошарок ***ВАС*** ГЦК ґратки



ДЕФЕКТ ПАКУВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ У ГЦГ ГРАТЦІ

- Якщо у ГЦГ ґратку впровадити одну щільноупаковану площину C , то також отримаємо прошарок г.ц.к. ґратки: $ABAB**C**ABAB\dots$ (рис. 4.12)

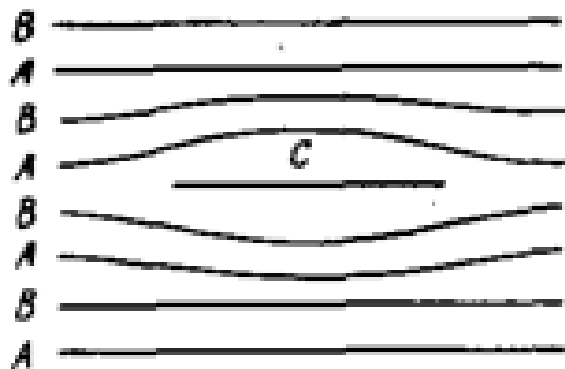
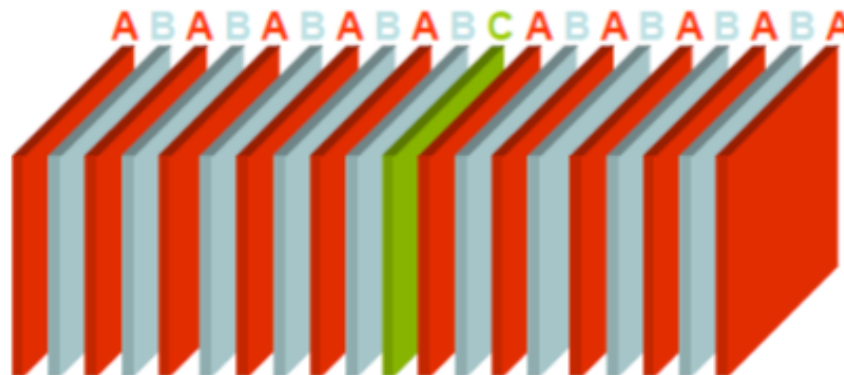


Рис.4.12. Дефект пакування
впровадження у ГЦГ ґратці



ПОВНІ (ОДИНИЧНІ) ДИСЛОКАЦІЇ

Елементарну комірку ГЦ гратки наведено на рис. 4.13

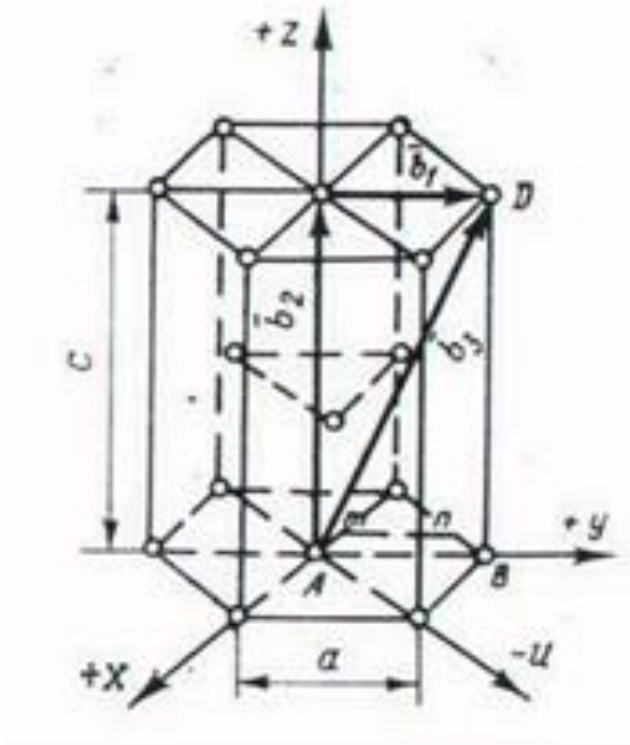


Рис.4.13. Елементарна комірка ГЦ гратки з векторами Бюргерса одиничних дислокацій:

$$\bar{b}_1 = \frac{1}{3}[\bar{1}2\bar{1}0]; \bar{b}_2 = [0001]; \bar{b}_3 = \frac{1}{3}[\bar{1}2\bar{1}3]$$



УТВОРЕННЯ ОДИНИЧНОЇ ДИСЛОКАЦІЇ

Розглянемо утворення в площині базису ГЦ гратки крайової одиничної дислокації b_1 , що відрізняється мінімальною енергією серед усіх можливих повних дислокацій

На рис. 4.13 у лівій його частині показані три паралельних шари (площини) найщільнішого пакування

Чорні кружки позначають атоми нижньої площини в положеннях **A**; малі світлі кружки позначають атоми другої площини в положеннях **B**, що знаходяться в лунках нижньої площини. Великі світлі кружки відносяться до атомів у положеннях **A** в третьому шарі, що знаходяться над атомами **A** в першому шарі (над чорними кружками)

Одиничним вектором тотожної трансляції є будь-який відрізок, що з'єднує сусідні положення атомів **A** або **B** в одному шарі найщільнішого пакування, тобто рівний періоду гратки a . Зокрема, одиничним вектором тотожної трансляції є відрізок pq на рис. 4.13.

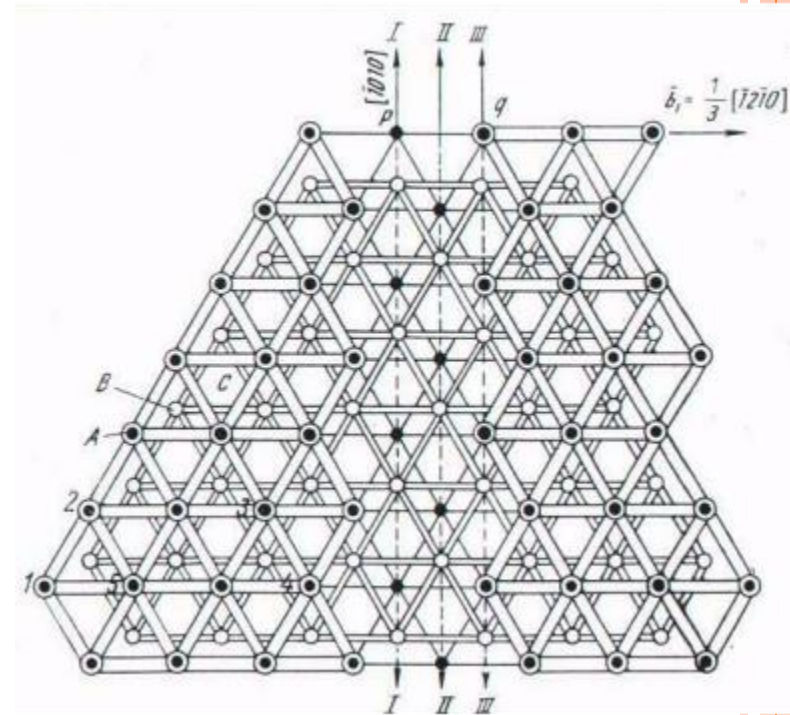


Рис. 4.13. Одинична крайова дислокація в площині (0001) ГЦ гратки

УТВОРЕННЯ ОДИНИЧНОЇ ДИСЛОКАЦІЇ

Якщо розрізати верхній шар по лінії $I-I$ і зсунути частину його праворуч на величину одиничного вектора трансляції так, щоб атом третього шару p опинився в положенні q , то в правій частині після зсуву відновлюється вихідне чергування шарів

При цьому оголюються ряди атомів у положеннях A і B із першого та другого шару, що знаходяться у вертикальних площинах $I-I$ і $II-II$

Таким чином, виникають дві неповні вертикальні екстраплощини $I-I$ і $II-II$ у нижній половині кристала, уздовж яких проходить **одинична крайова негативна дислокація**

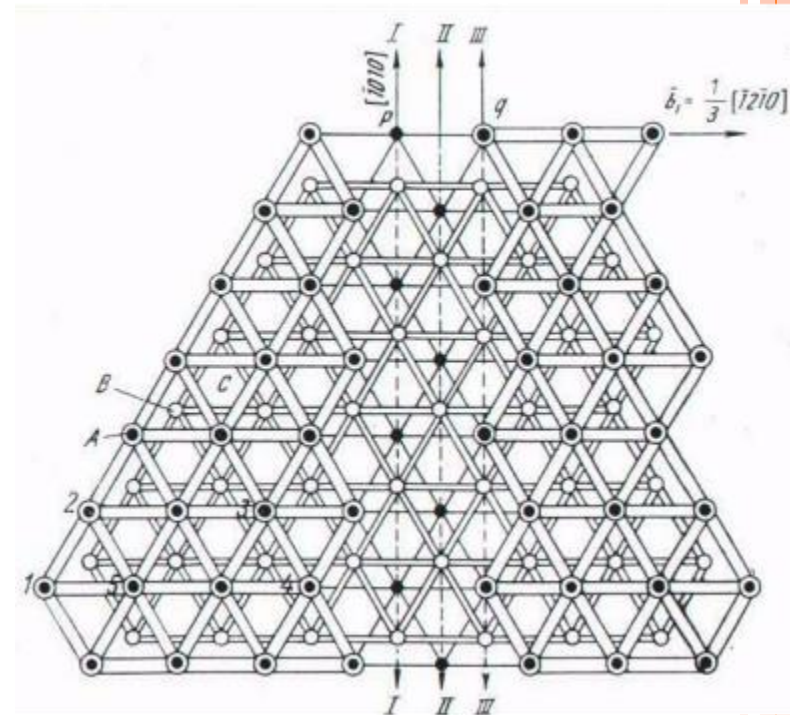


Рис. 4.13. Одинична крайова дислокація в площині (0001) ГЦ гратки

УТВОРЕННЯ ОДИНИЧНОЇ ДИСЛОКАЦІЇ

- Таким чином, виникають дві неповні вертикальні екстраплощини *I-I* і *II-II* у нижній половині кристала, уздовж яких проходить **одинична крайова негативна дислокація**
- Аналогічний результат можна одержати, якщо зробити в кристалі некрізний надріз перпендикулярно площині найщільнішого пакування і вставити в нього дві неповні площини, що складаються з атомів у положеннях *A* і *B*
- На рис. 4.14 показана позитивна крайова одинична дислокація, що утворилася через наявність двох зайвих вертикальних неповних площин *I-I* і *II-II* у верхній половині кристала
- Одинична дислокація в кристалі не порушує послідовність чергування шарів, характерну для ГЦГ гратки (*АВАВАВ...*)

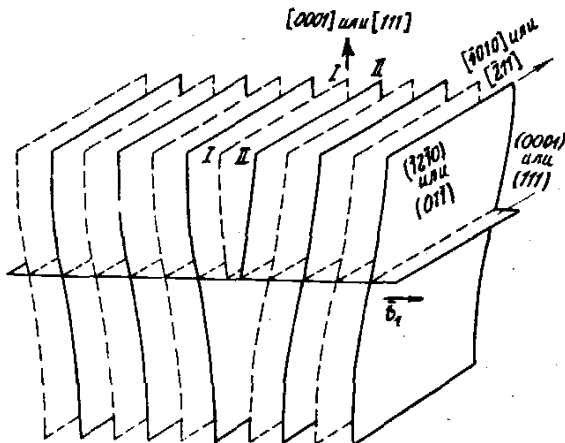


Рис. 4.14. Одинична крайова дислокація у ГЦК та ГЦГ гратці *I-I* і *II-II* — екстраплощини



ЧАСТКОВІ ДИСЛОКАЦІЇ ШОКЛІ

- На рис. 4.15 утворенню одиничної дислокації відповідає одиничний вектор тотожної трансляції \mathbf{b}_1
- При зсуві уздовж куля другого шару з положення в лунці B зміщується в сусідню лунку B , перекочуючись через кулю A , тобто проходячи через високий енергетичний бар'єр.
- Значно легше кулі B потрапити в сусідню лунку B не прямим шляхом уздовж вектора \mathbf{b}_1 , а спочатку ковзаючи по «жолобу» у сусідню лунку C уздовж вектора \mathbf{b}_2 , а потім по іншому «жолобу» у лунку B уздовж вектора \mathbf{b}_3 .
- Положення кулі в проміжній лунці C механічно стабільно - куля другого шару щільно прилягає до трьох куль A нижнього шару, що відповідає відносному мінімуму енергії. Енергія тут не може відповідати абсолютному мінімуму, тому що положення C не властиве ГЦ гратці

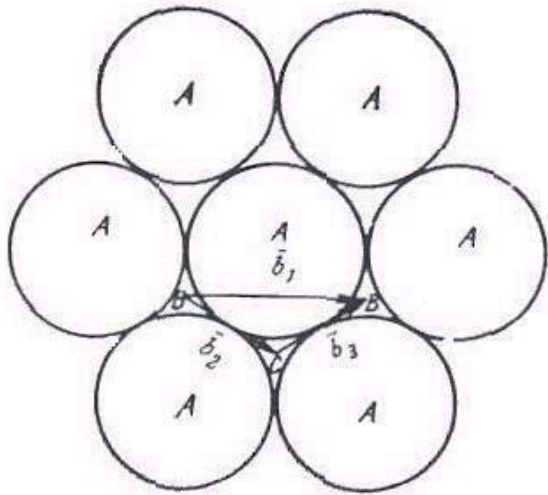


Рис. 4.15 Шар найщільнішого пакування атомів A і вектори Бюргерса одиничної (\mathbf{b}_1) і часткових (\mathbf{b}_2 ; \mathbf{b}_3) дислокацій

ЧАСТКОВІ ДИСЛОКАЦІЇ ШОКЛІ

- Переміщення атомів не уздовж одиничного вектора тотожної трансляції, а уздовж вектора меншої потужності приводить до утворення не *повної*, а *часткової* дислокації. Схема її утворення приведена на рис. 4.16

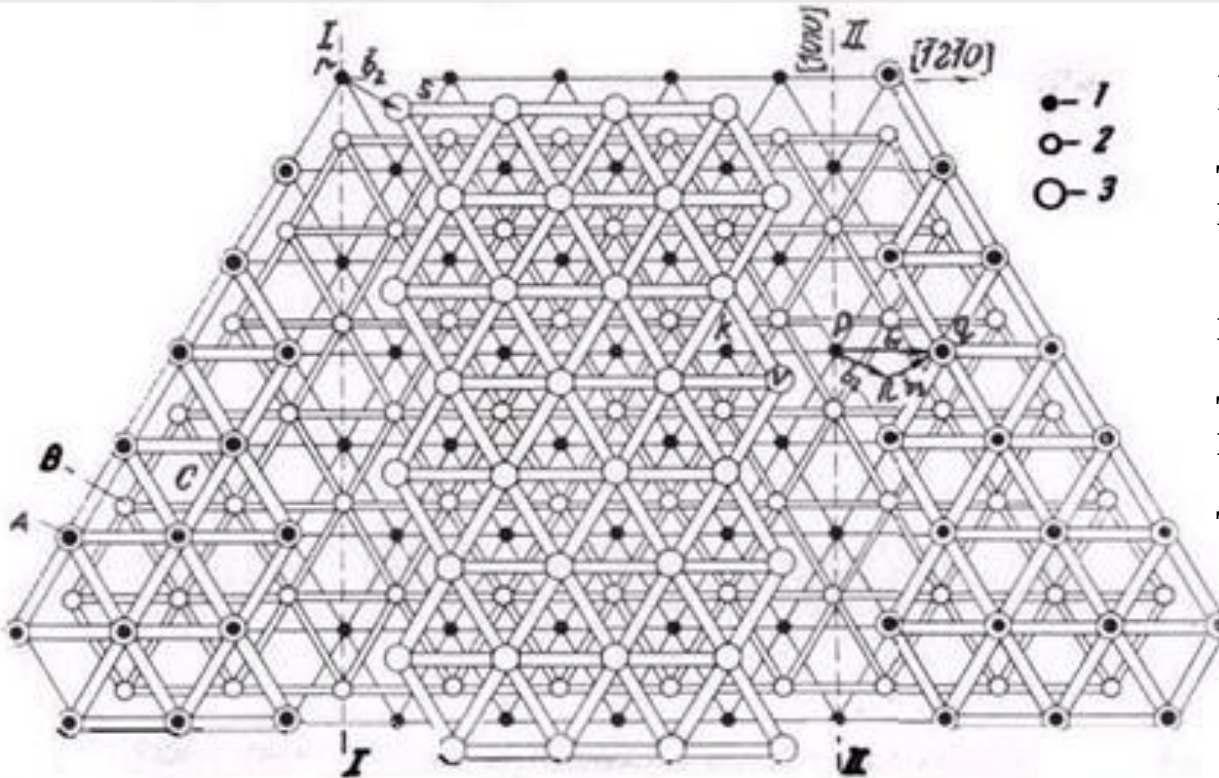


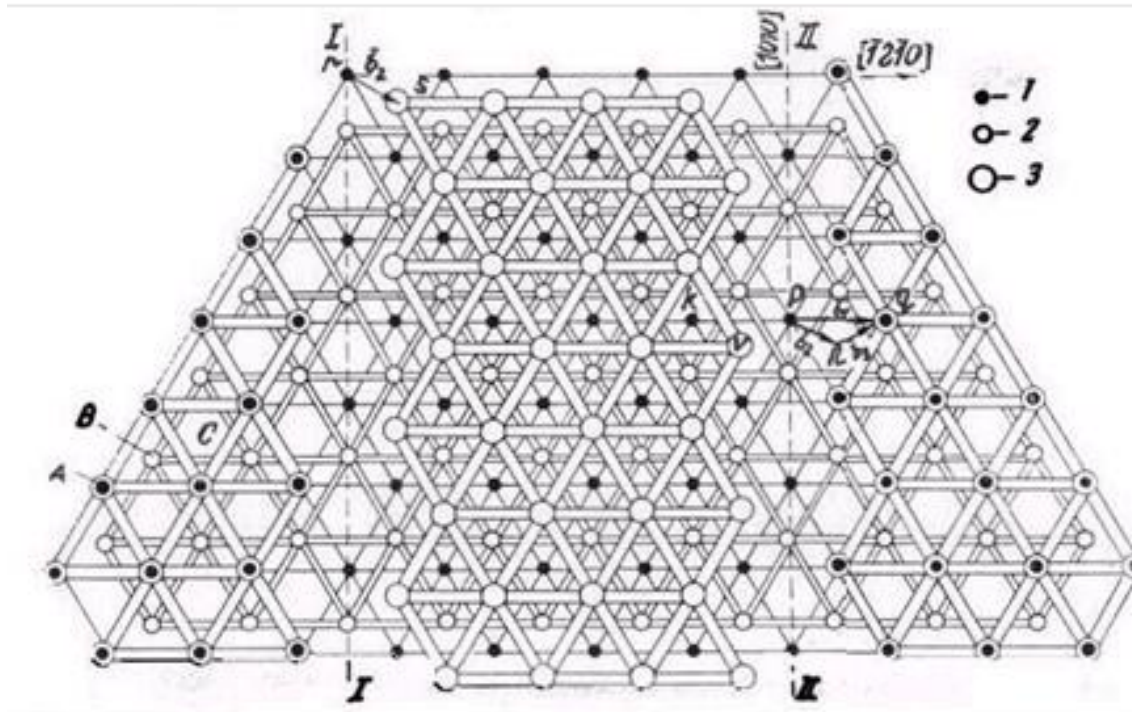
Рис. 4.16. Розтягнута дислокація в ГЩ гратці.

(Уздовж лінії I-I і II-II проходять часткові дислокації Шоклі, між якими знаходиться дефект пакування)



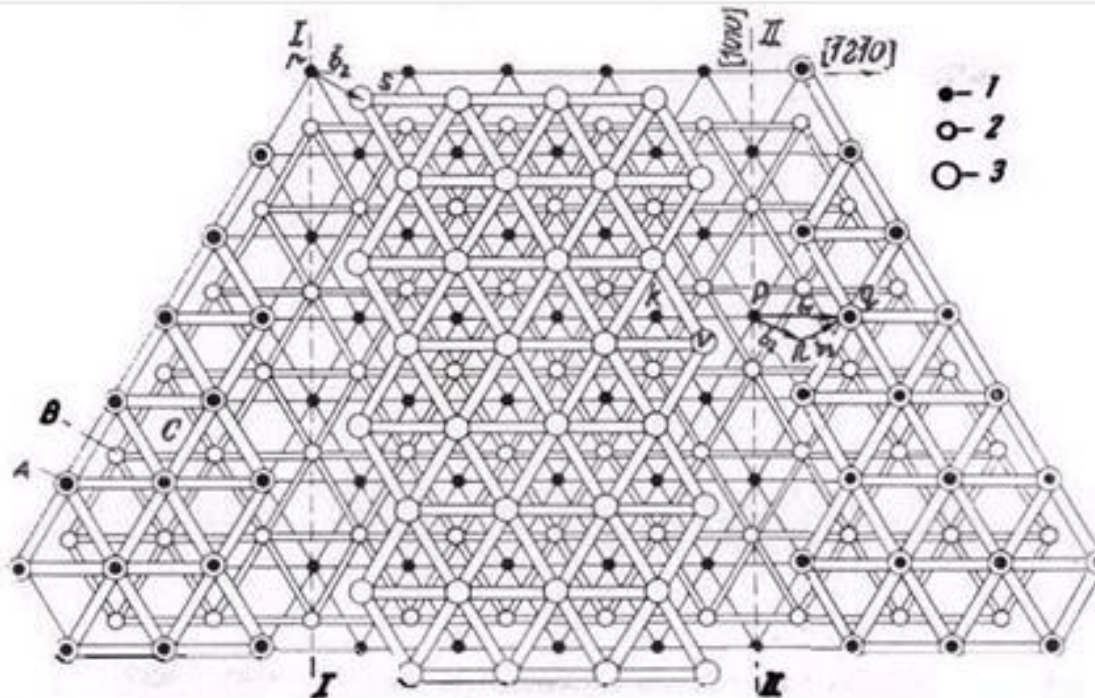
ЧАСТКОВІ ДИСЛОКАЦІЇ ШОКЛІ

- Структура у середній частині рис.4.16 утворилася в результаті зміщення атомів верхнього шару (великі світлі кружки) уздовж вектора b_2 з положень A в положення C . Наприклад, атом третього шару, що знаходився раніше в лунці A в точці r , змістився в сусідню лунку C уздовж вектора b_2 у точку s



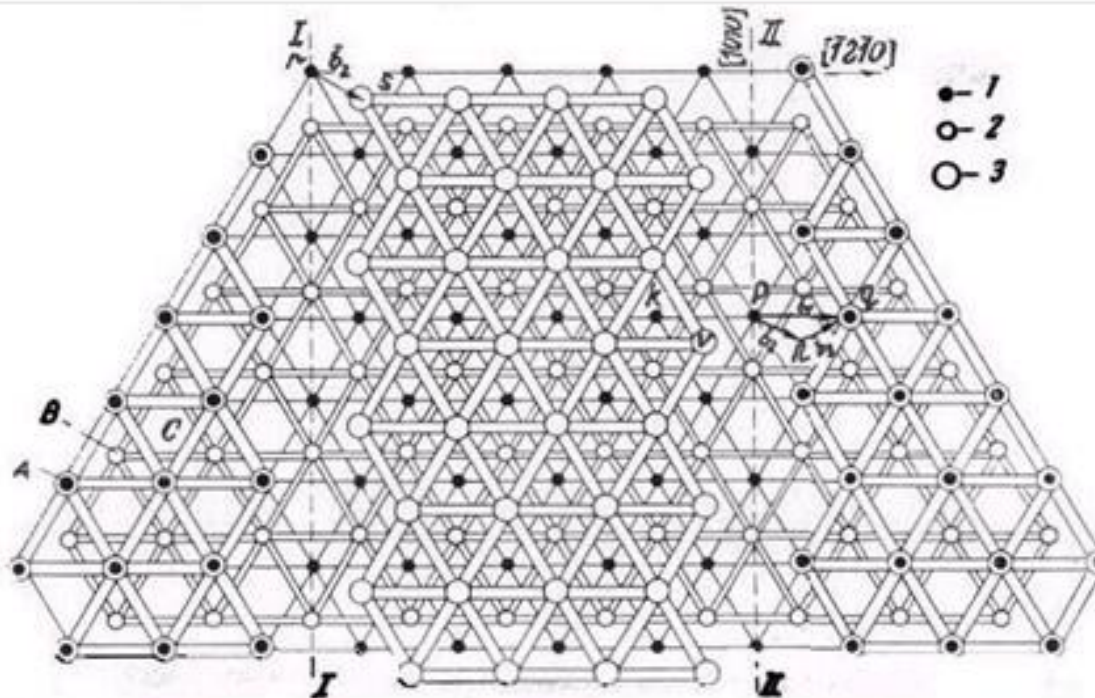
ЧАСТКОВІ ДИСЛОКАЦІЇ ШОКЛІ

- У результаті таких зміщень у середній частині рис. 4.16 утворилася послідовність шарів, характерна не для ГЩ, а для ГЦК гратки ($ABC\dots$). Добре видно, що в жодному з трьох шарів у середній частині рис. 4.16 ніякий атом не знаходиться над атомом з іншого шару: у нижньому шарі атоми займають положення A , у середньому— B і у верхньому— C



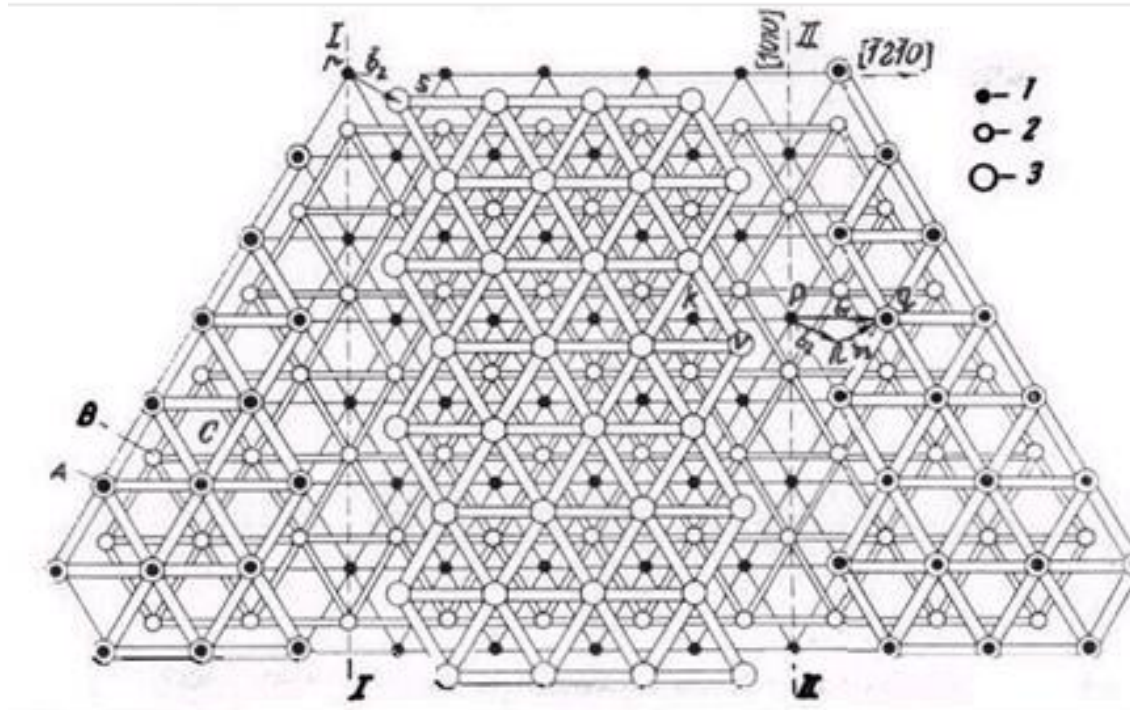
ЧАСТКОВІ ДИСЛОКАЦІЇ ШОКЛІ

- Зсув частини кристала по одній із щільноупакованих площин уздовж вектора b_2 приводить до утворення неповної атомної площини $I-I$, перпендикулярної площині найщільнішого пакування. Отже, границя між областю кристала з нормальним для ГЩ гратки чергуванням щільноупакованих шарів і виниклого дефекту пакування є **частковою дислокацією Шоклі**



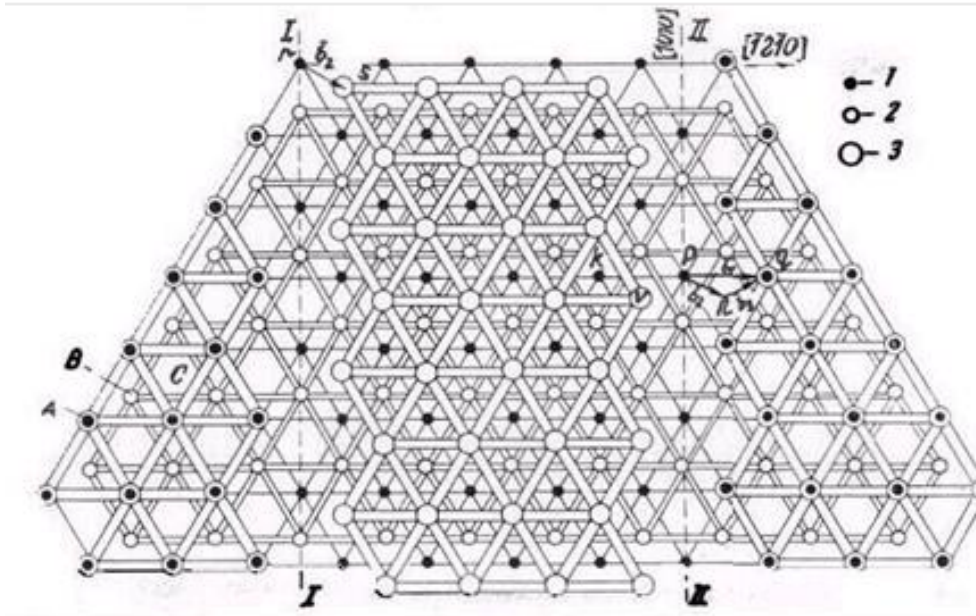
ЧАСТКОВІ ДИСЛОКАЦІЇ ШОКЛІ

- При утворенні дефекту пакування атом A з положення p може легко перейти в положення n (зміщення на вектор b_2), а потім у положення q (зміщення на вектор b_3). Результат спостерігається такий же, якби атом із положення p прямо змістився в положення q уздовж одиничного вектора тотожної трансляції b_1 .



ЧАСТКОВІ ДИСЛОКАЦІЇ ШОКЛІ

- При подальшому зміщенні на вектор b_2 в кристалі праворуч від дефекту пакування утвориться одна неповна атомна площина $II-II$, перпендикулярна площині найщільнішого пакування. Навколо її краю проходить часткова дислокація Шоклі з вектором Бюргерса b_2
- Дві часткові дислокації Шоклі, зв'язані між собою смугою дефекту пакування, називають **розтягнутою дислокацією**



РОЗТЯГНУТА ДИСЛОКАЦІЯ

- На рис. 4.14 була показана схема будови кристала з двома екстраплощинами, навколо краю яких проходить **одинична дислокація**. Енергія такої повної дислокації може сильно понизитися, якщо дві зайві площини будуть віддалені одна від одної, утворюючи розтягнуту дислокацію, як це схематично показано на рис. 4.17

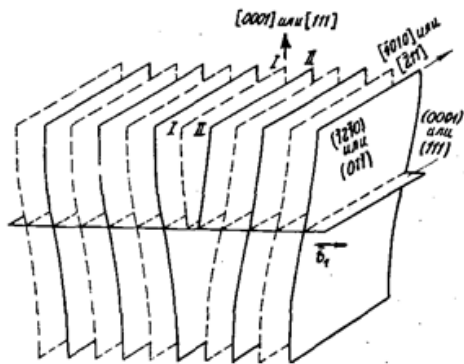


Рис. 4.14. Одиночна крайова дислокація у ГЦК та ГЦГ ґратці

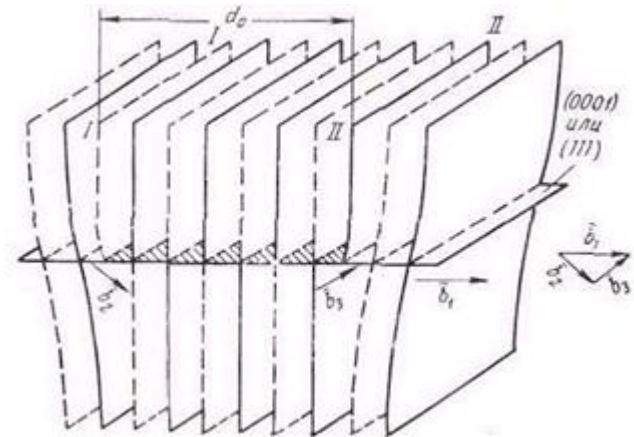
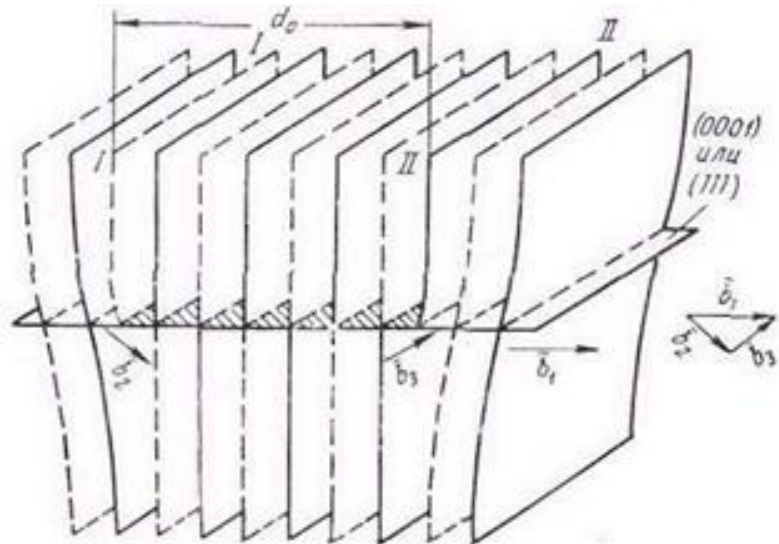


Рис. 4.17 Розтягнута крайова дислокація у ГЦГ і ГЦК ґратці; d_0 -ширина дефекту пакування

РОЗТЯГНУТА ДИСЛОКАЦІЯ

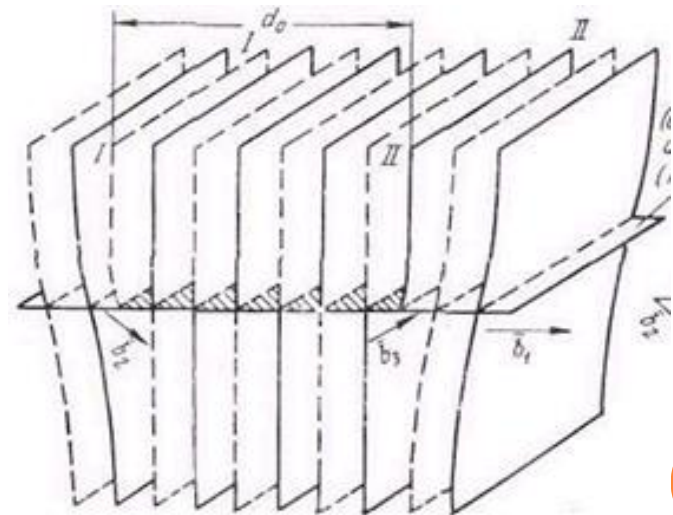
- Навколо краю кожної з цих екстраплощин проходить часткова дислокація Шоклі, а в площині зсуву між краями екстраплощин знаходиться смуга дефекту пакування.
- Оскільки одинична дислокація, намагаючись зменшити енергію, розщеплюється на дві часткові дислокації, з'єднані дефектом пакування, то **розтягнуту дислокацію** називають також **розщепленою**



РОЗТЯГНУТА ДИСЛОКАЦІЯ

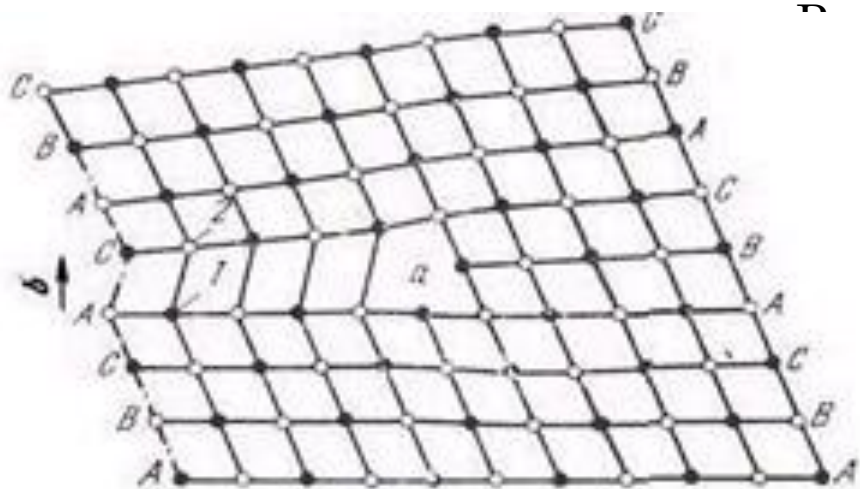
- Оскільки з дефектами пакування зв'язаний надлишок енергії, дефект пакування прагне зменшити свою площу. Енергія, що доводиться на одиницю площі дефекту пакування, називається **поверхневим натягом**
- Поверхневий натяг дефекту пакування прагне стягнути часткові дислокації, долаючи силу їхнього пружного відштовхування
- Поверхневий натяг дефекту пакування не залежить від відстані між частковими дислокаціями, а сила їхнього пружного відштовхування зменшується зі збільшенням відстані d між ними
- Тому при певній відстані d_0 між частковими дислокаціями встановлюється рівновага сили їхнього стягування, викликаній поверхневим натягом дефекту пакування, і сили пружного відштовхування часткових дислокацій. Ця відстань називається **шириною розтягнутої дислокації**

Вектор Бюргера часткової дислокації Шоклі знаходиться у площині дефекту пакування і знаходиться під кутом до лінії дислокації. Отже, часткова дислокація Шоклі є змішаною дислокацією



ЧАСТКОВА ДИСЛОКАЦІЯ ФРАНКА

- Якщо в ГЦК гратці вилучити частину одного щільноупакованого шару і ліквідувати «щілину», що утворилася, зблизивши по нормалі сусідні щільноупаковані шари, то виникне дефект пакування вираховання.
- Границя його усередині кристала—лінійна недосконалість, яка називається **частковою дислокацією Франка**

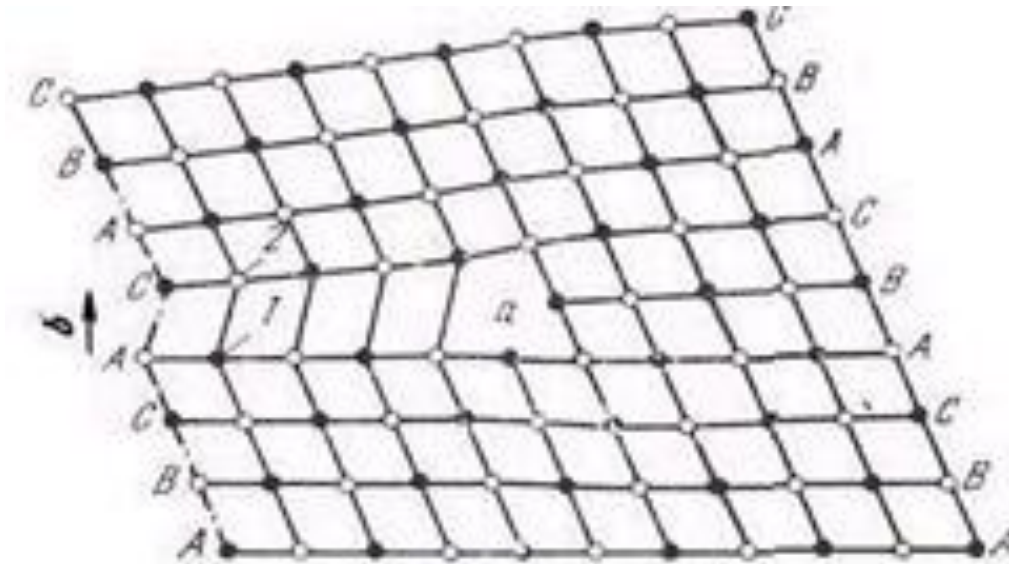


1.17. Дислокація Франка у ГЦК



ЧАСТКОВА ДИСЛОКАЦІЯ ФРАНКА

- Вектор Бюргерса дислокації Франка перпендикулярний лінії дислокації, тобто **дислокація Франка – крайова**
- Вектор Бюргерса не лежить у площині дислокаційної петлі, тому вона не може ковзати по кристалу



ЧАСТКОВА ДИСЛОКАЦІЯ ФРАНКА

- Дислокація Франка може переміщатися тільки дифузійним шляхом (**переповзанням**) у площині дефекту пакування при добудовуванні неповного атомного шару або при видаленні атомів із його крайки
- Тому часткові дислокації Франка називають **сидячими** або **напівзакріпленими**. На відміну від них часткові дислокації Шоклі і усі повні дислокації називають **ковзкими**
- Плоску петлю, усередині якої розміщений дефект пакування, називають **сидячою дислокаційною петлею Франка**
- Її вектор Бюргерса перпендикулярний площині петлі

