

ПОЛИТИПИЗМ ДИХАЛЬКОГЕНИДОВ ОЛОВА

Д.И.Блецкан, Ю.В.Ворошилов, Л.В. Алексик

Ужгородский государственный университет, 294000, Ужгород, ул. Волошина, 54

Рассмотрены основные виды политипов дихалькогенидов олова на основе классических номенклатурных политипных представлений по Рамделу и Жданову. Даются структурные представления этих политипов и их сравнительная характеристика.

Частным случаем полиморфизма является политипизм – способность веществ гексагональной или тригональной сингонии кристаллизоваться в различных модификациях, кристаллическая структура которых отличается порядком чередования плотноупакованных атомных плоскостей, тогда как взаимное расположение атомов в них остается неизменным [1,2]. Указанная особенность политипизма позволяет рассматривать его как одномерный полиморфизм, когда параметры “*a*” решеток различных политипов имеют одни и те же значения, в то время как их параметры “*c*” кратны расстоянию между ближайшими слоевыми пакетами (сэндвичами). При этом обычно принято говорить о соответствующей количеству слоев упаковке данного соединения. Политипизм проявляется только в тех структурах, где координационное окружение какого-либо из атомов чаще всего осуществляется кубической или гексагональной плотнейшими упаковками.

С геометрической точки зрения кубические и гексагональные структуры, построенные по принципу плотнейшей шаровой упаковки (гранецентрированная кубическая (ГЦК) и гексагональная плотноупакованная (ГПУ) решетки, например, тип сфалерита и вюртцита) следует считать политипными модификациями, так как их структуры отличаются лишь упаковкой идентичных плоскостей: в кубических структурах упаковка трехслойная, в гексагональной – двух- или многослойная, обычно, однако, политипами называют многослойные структуры [1]. Типичными представителями многослойных политипных структур являются слоистые полупроводниковые кристаллы CdI_2 , PbI_2 ,

SnS_2 , $SnSe_2$ и др., дающие большое количество различных политипных модификаций, среди которых встречаются структуры, насчитывающие более 100 слоев на элементарную ячейку. Считается, что различные политипы не имеют областей термодинамического равновесия на диаграммах состояния и образуются как промежуточные структуры в силу действия структурно-кинетических факторов. Имеется, правда, и противоположная точка зрения.

Политипные модификации, сходные в структурном отношении, принято различать с помощью специальных обозначений, которые в значительной мере опираются на геометрические принципы плотнейших упаковок шаров одинакового размера [1, 2, 3-7]. Согласно обозначений Рамдела [3] для описания структуры с плотнейшей упаковкой указывают число слоев в элементарной ячейке (*n*) и тип (симметрию) решетки (H – гексагональная, R – ромбоэдрическая, C – кубическая, T – тригональная). С помощью этой системы обозначений легко определять различные политипы, за исключением тех, которые имеют решетку одинаковой симметрии и один и тот же период идентичности вдоль оси *c*, а отличаются друг от друга только последовательностью расположения слоев в элементарной ячейке. Чтобы различить такие политипы, к букве, обозначающей тип решетки, добавляют подстрочный индекс *a*, *b*, *c* и т.д., например 18 Ra, 18 Rb, 18 Rc. Очевидно, из системы обозначений Рамдела не вытекают последовательность плотноупакованных слоев и элементы симметрии, однако благодаря своей простоте и наглядности в настоящее время она широко применяется.

В классическом обозначении с помощью латинских букв А, В, С обозначают плотноупакованные слои атомов, которые геометрически и структурно эквивалентны, но отличаются друг от друга только своим положением относительно исходного слоя А, выбранного за начальный. При таком обозначении любая плотноупакованная структура однозначно описывается последовательностью наложения слоев А, В, С в гексагональной элементарной ячейке, размер которой вдоль оси Z кратен межплоскостному расстоянию c_0 и равен $c = N \cdot c_0$, где N – число плотноупакованных слоев, после которых происходит повторение их чередования. Так, например, трехслойная ГЦК – структура обозначается последовательностью ... (АВС)(АВС)..., двухслойная ГПУ структура – ... (АВ)(АВ)..., четырехслойная структура – ... (АВСВ)(АВСВ)..., шестислойная – ... (АВСАСВ)(АВСАСВ)... и т.д. Недостаток такого обозначения заключается в том, что по мере увеличения числа слоев в элементарной ячейке они становятся все более громоздкими и непосредственно не отражают симметрию и тип решетки. Для структур, состоящих из атомов двух сортов, буквы А, В и С характеризуют позиции атомов одного сорта в элементарной ячейке, а положения других атомов по отношению к указанным являются фиксированными.

Рассмотренные выше способы обозначения относятся к простым плотноупакованным структурам, составленным из атомов одного сорта (т.н. сеток 3^6), а также из атомов двух и более сортов, когда они распределены статистически в узлах кристаллической решетки. Кроме таких структур известно много веществ с упорядоченным расположением различных атомов, кристаллы которых имеют плотноупакованные структуры и могут быть представлены в виде укладки слоев более сложного, чем сетка 3^6 наполнения.

Различные атомные слои группируются в отдельные пакеты – сэндвичи. Структуры этих сэндвичей также можно описать с помощью классического обозначения и по Рамсделу. Размер каждого

сэндвича, состоящего из нескольких монослоев, ограничивается круглыми скобками, а их точное повторение чередования в направлении оси Z указывает на размеры элементарной ячейки.

Некоторые авторы [9] наряду с латинскими используют греческие буквы для обозначения таких же гексагональных сеток 3^6 из атомов В, формирующих упаковку. Например, политип SiC $4H = A\alpha B\beta C\gamma B\beta$, а CdI₂ $4H = [(A\gamma B)(C\alpha B)]$, где А, В и С обозначают слои из Si и I, α , β и γ соответствуют слоям из атомов С и Cd.

Г.С. Жданов [7] для обозначения плотных упаковок предложил числовые символы 1, 2, 3... 9. Тогда формула плотнейшей упаковки записывается в виде ряда цифр (например, 3142), сумма которых равна количеству плотноупакованных слоев в элементарной ячейке. Каждая из цифр соответствует числу плотноупакованных слоев (толщина пакета или блока этих слоев), которые сохраняют ГЦК – последовательность. Поскольку нарушение последней выражается в “изломе” направления в укладке слоев в плоскости $(11\bar{2}0)$, то цифры Жданова указывают точную последовательность слоев в данной структуре, а также толщину “зигзагов”, из которых состоит элементарная ячейка кристаллической структуры. ГПУ – структура (2H) выражается символом (II), ГЦК – структура (3C) символом Д, так как в последней, представленной в гексагональных осях, нет изломов в направлении расположения атомов в плоскости $(11\bar{2}0)$. Размер элементарной ячейки, т.е. количество плотноупакованных слоев, определяется суммой чисел Жданова до их повторения для гексагональных решеток и утроенной суммой для ромбоэдрических решеток. Чтобы подчеркнуть ромбоэдрическую симметрию, символ записывается в скобках с подстрочным индексом три, так как для получения содержимого элементарной ячейки в гексагональной установке его необходимо утроить. Например, политип с 15 – слойной упаковкой записывается сле-

дующим образом: $(23)_3$, структура $9R$ в виде $(21)_3$.

Таким образом, в настоящее время имеется достаточно способов для обозначения и описания политипных и многослойных структур с плотнейшей упаковкой, однако ни один из них не является универсальным. Поэтому для однозначного и полного обозначения и описания плотноупакованных структур с многослойными решетками используют, как правило, две системы обозначений, например, систему Рамследа и Жданова или классические обозначения и систему Жданова.

Явление политипизма характерно для дихалькогенидов олова (SnS_2 и SnSe_2), кристаллизующихся в слоистой структуре

типа CdI_2 [11]. Структура этого типа, соответствующая модификации $2H - \text{SnS}_2$, состоит из аналогичных слоям высокотемпературной модификации дихалькогенидов германия “сэндвичей” – одиночных слоев атомов Sn, расположенных между двумя слоями гексагонально плотноупакованных атомов халькогена (рис. 1). Существование различных политипов дихалькогенидов олова обусловлено возможностью различного порядка упаковки этих сэндвичей. К настоящему времени описано около 30 политипов SnS_2 [10-18], однако успешно проведен синтез и экспериментально установлена структура кристаллов лишь для нескольких, простейших из них, параметры кристаллических решеток которых приведены в таблице 1.

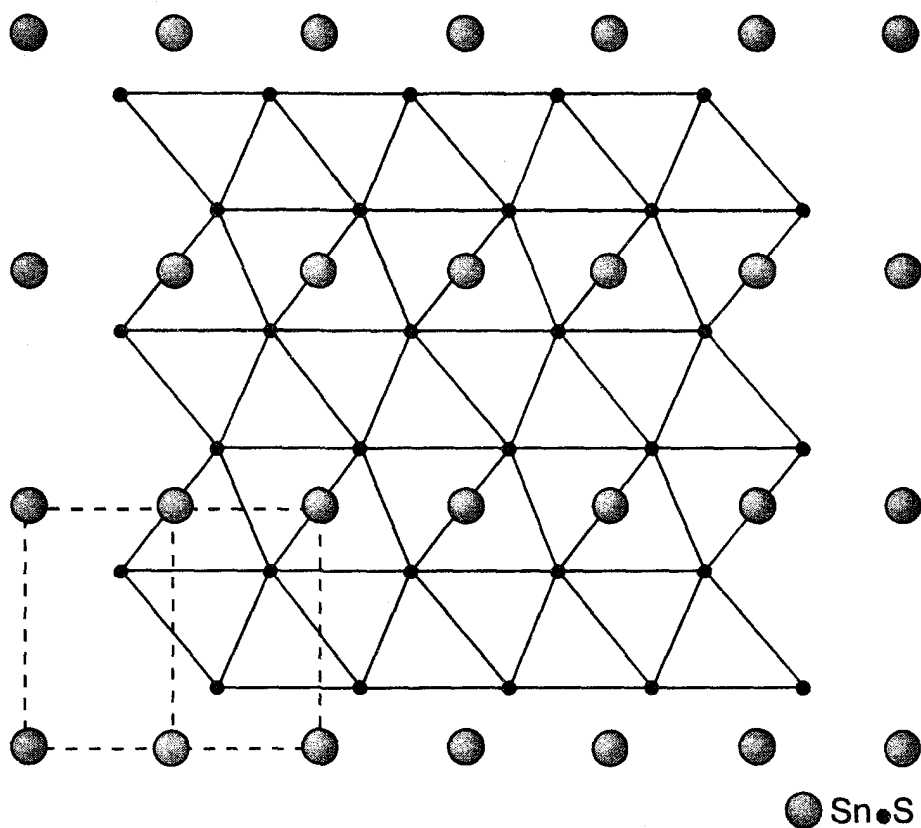


Рис.1. Проекция структуры $2H - \text{SnS}_2$ на плоскость $(11\bar{2}0)$.

На рис.2 показаны способы упаковки “сэндвичей” вдоль направления $(11\bar{2}0)$ для структур SnS_2 и SnSe_2 , включающих один (2H), два(4H) и три (6Ha, 6Hb) слоя “сэндвичей” в элементарной ячейке.

Дихалькогениды олова $2H -$ политипа, изоморфные $2H$ форме CdI_2 [9], относятся к пространственной группе $D_{3d}^3 - P\bar{3}m1$ и содержат три атома в элементарной ячейке, которая охватывает при этом один слойовой пакет (сэндвич).

Элементарная ячейка из трех слоев – двух, в которых атомы серы гексагонально плотноупакованы и находящегося между ними слоя атомов олова, занимающих половину октаэдрических позиций – периодически повторяется вдоль оси кристалла: – S(Se) – Sn – S(Se) – S(Se) – Sn – S(Se) – .

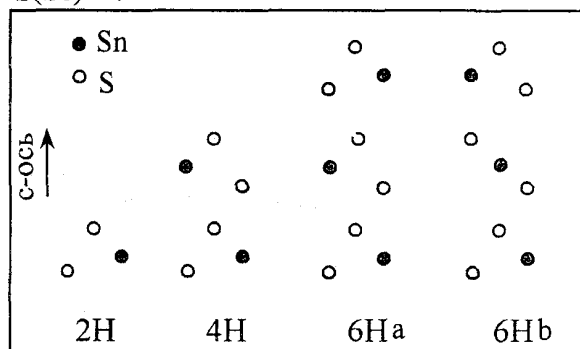


Рис. 2. Способы упаковки “сэндвичей” в дихалькогенидах олова различных поли-типов (проекция на плоскость $(11\bar{2}0)$).

В структуре атом Sn, находящийся в октаэдрической координации, связан с шестью атомами S(Se) (рис.3). Между атомами разного сорта в дихалькогенидах олова превалирует ионная компонента связи, так как межатомные расстояния в SnS_2 (2.57 \AA) и SnSe_2 (2.67 \AA) близки к

сумме ионных радиусов катионов и анионов. Связь между трехслойными пакетами осуществляется преимущественно силами Ван-дер-Ваальса, поэтому имеет место высокая анизотропия свойств, что обуславливает возможность существования различных политипов.

Элементарная ячейка 2H – SnS_2 (SnSe_2), если пользоваться при ее описании обычной координатной системой с двумя \vec{a} векторами в плоскости XY, расположенными один к другому под углом в 120° и вектором \vec{c} в Z направлении, состоит из атома Sn, находящегося в положении $(0, 0, 0)$ и двух атомов серы (селена), находящихся в положениях $\left(\frac{1}{3}, \frac{2}{3}, \bar{u}\right)$,

$\left(\frac{2}{3}, \frac{1}{3}, \bar{u}\right)$ с $u=1/4$, как показано на рис. 4 [14]. Последовательность слоев атомов: $\dots(\text{A}\alpha\text{B})(\text{A}\alpha\text{B})\dots$, где A и B слои атомов халькогена, а α — атомов олова .

Политип 4H – SnS_2 (SnSe_2) относится к пространственной группе $C_{6v}^4 - P6_3mc$ и содержит уже шесть атомов в элементарной ячейке, принадлежащих двум сэндвичам (пакетам), последовательность слоевой упаковки которых: $(\text{A}\gamma\text{B})(\text{C}\alpha\text{B})$.

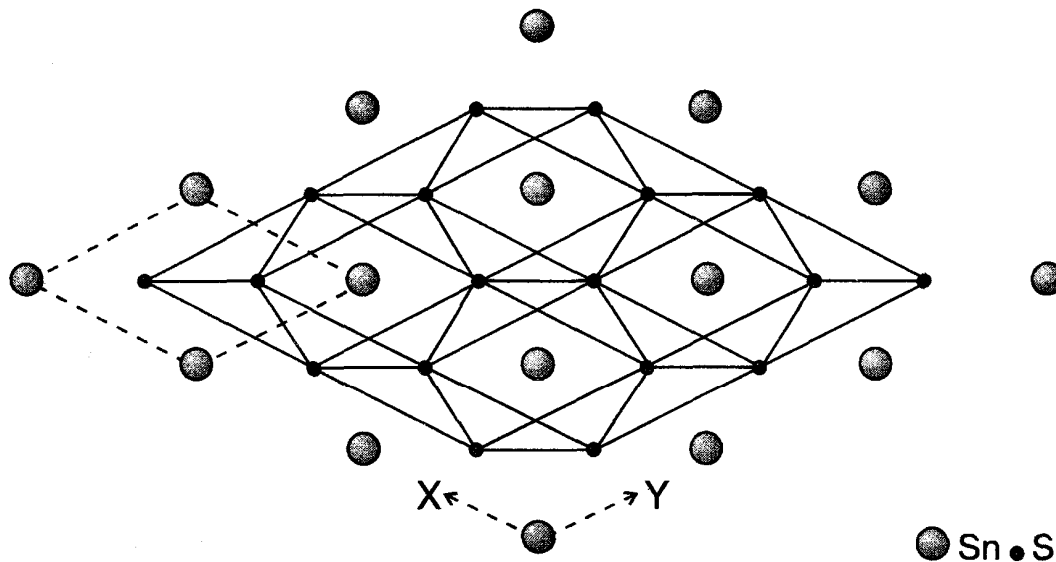


Рис.3. Проекция структуры 2H – SnS_2 на плоскость XY. Выделены октаэдры $[\text{SnS}_6]$, сочленённые друг с другом рёбрами.

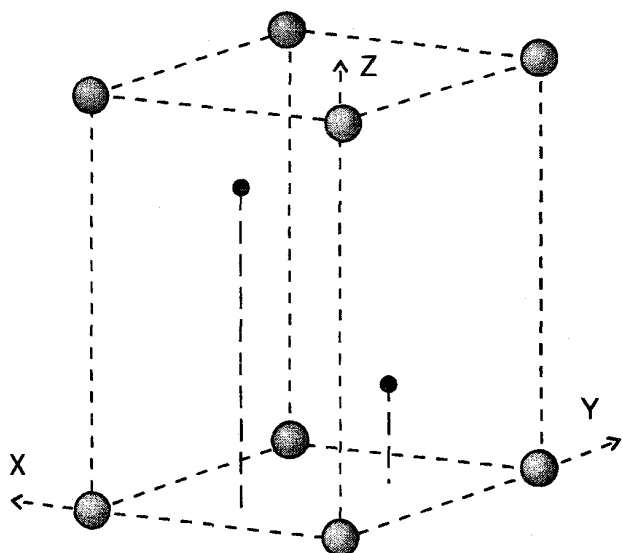


Рис. 4. Элементарная ячейка политипа 2Н соединения SnS₂.

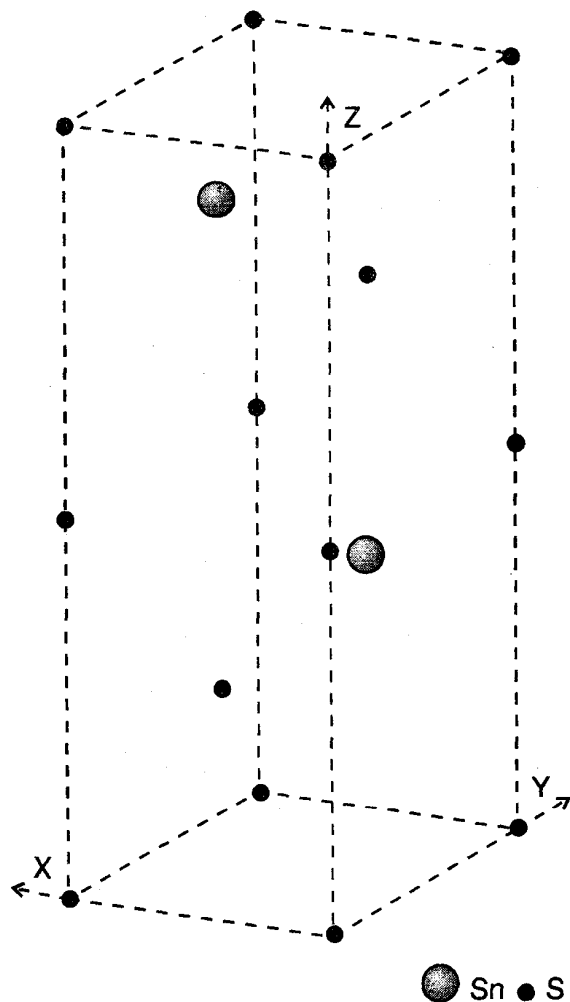


Рис. 5. Элементарная ячейка политипа 4Н соединения SnS₂.

Элементарная ячейка политипа 4Н – SnS₂ показана на рис. 5. Атом серы одного сорта помещают в начало координат. Тогда в группе P6₃mc атомы олова занимают двукратную позицию 2d (1/3 2/3 Z), где Z=3/8, а атомы серы занимают две двукратные позиции: 2a (0 0 Z), где Z=0 и 2d, где Z=3/4. В проекции структуры на плоскость XY (рис. 7) показана октаэдрическая координация атомов олова [SnS₆]. Предполагается, что этот политип, относящийся к самостоятельной пространственной группе, может оказаться такой же стабильной полиморфной формой этого соединения, как и 2Н – структура.

У 6Н политипа дихалькогенидов олова существуют две формы – одна характеризуется последовательностью слоевой упаковки (AγB) (AγB)(CαB) и принадлежит к пространственной группе P3m1 (6Ha), вторая – (AγB) (CβA) (CαB) и принадлежит к пространственной группе P3̄m1 (6Hb). Девять атомов элементарной ячейки такого политипа занимают при этом следующие позиции:

| | 6Ha | 6Hb |
|-----|--|---|
| 2S | (0, 0, Z ₁), где Z ₁ =0; 4/12; | 2S (0, 0, Z ₁), где Z ₁ =0; 6/12; |
| 3S | (2/3, 1/3, Z ₂), где Z ₂ =2/12, 6/12, 10/12; | 2S (2/3, 1/3, Z ₂), где Z ₂ =2/12, 10/12; |
| 1S | (1/3, 2/3, Z ₃), где Z ₃ =8/12; | 2S (1/3, 2/3, Z ₃), где Z ₃ =4/12, 8/12; |
| 1Sn | (0, 0, Z ₄), где Z ₄ =9/12; | 1Sn (0, 0, Z ₄), где Z ₄ =9/12; |
| 2Sn | (1/3, 2/3, Z ₅), где Z ₅ =1/12, 5/12, | 1Sn (2/3, 1/3, Z ₅), где Z ₅ =5/12; |
| | | 1Sn (1/3, 2/3, Z ₆), где Z ₆ =1/12. |

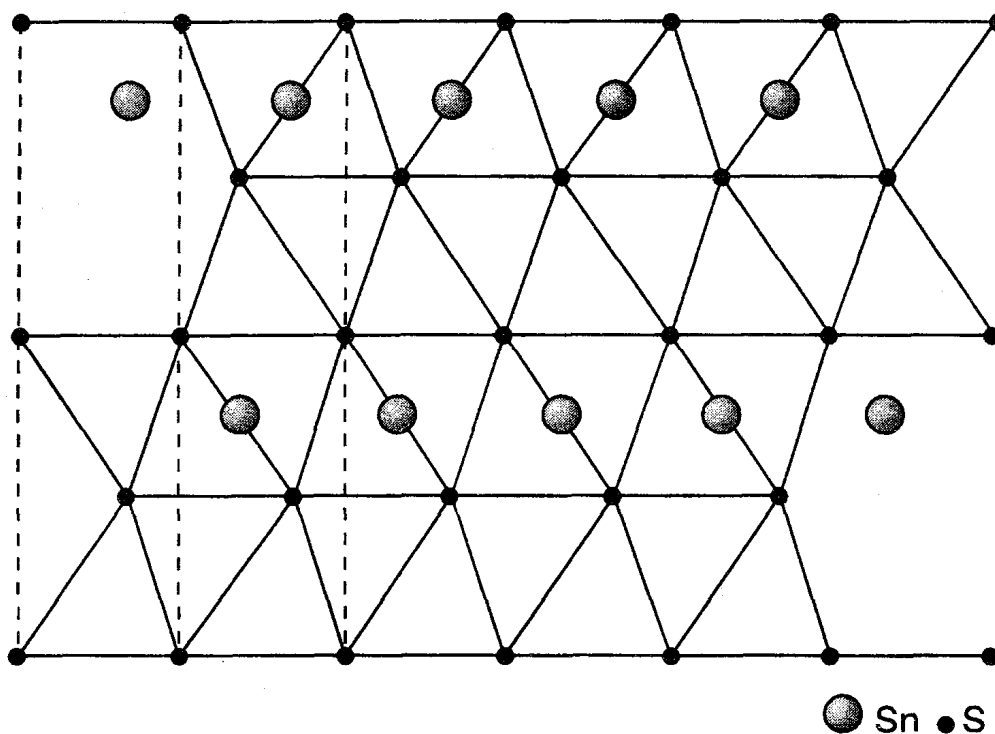


Рис. 6. Проекция структуры 4H - SnS_2 на плоскость (1120).
 Выделины октаэдры $[\text{SnS}_6]$. Пунктиром выделена одна элементарная ячейка.
 Последовательность слоев атомов серы ... ABCB ...

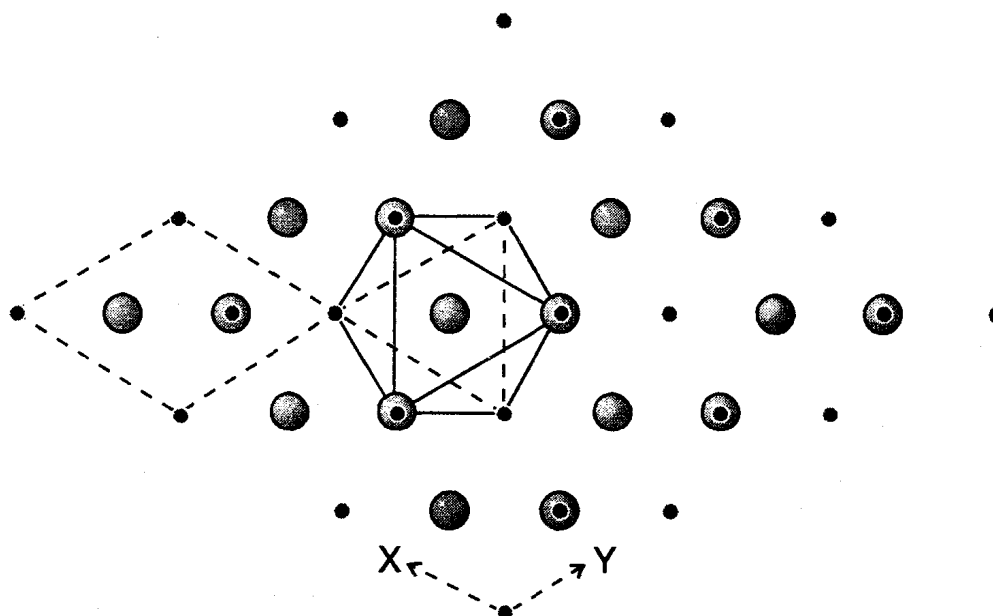


Рис. 7. Проекция структуры 4H - SnS_2 на плоскость XY. Выделен координационный октаэдр атома олова $[\text{SnS}_6]$.

Таблица 1. Кристаллоструктурные данные политипов SnS₂.

| Обозначения Рамсдела Политип | Пространственная группа | Параметры решетки, Å | | Символы Жданова | Последовательность упаковки | Литература |
|------------------------------------|----------------------------|-------------------------|--------|--|---|-------------------|
| | | а | с | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2H | $P\bar{3}ml-D_{3d}^3$ | 3.643 | 5.894 | [11] | (AγB) | [14,16] |
| 2H | $P\bar{3}ml-D_{3d}^3$ | 3.648 | 5.899 | [11] | (AγB) | [13] |
| 4H | $P6_3mc-C_{6v}^4$ | 3.645 | 11.802 | [22] | (AγB)(CαB) | [12,16] |
| 4H | $P6_3mc-C_{6v}^4$ | 3.648 | 11.798 | [22] | (AγB)(CαB) | [13] |
| 4H | $P6_3mc-C_{6v}^4$ | 3.643 | 11.79 | [22] | (AγB)(CαB) | [14] |
| 6Ha | $P3ml-C_{3v}^1$ | 3.643 | 17.683 | [1122] | (AγB)(AγB)(CαB) | [14] |
| 6Hb | $P\bar{3}ml-D_{3d}^3$ | 3.643 | 17.683 | [33] | (AγB)(CβA)(CαB) | [14] |
| 8H ₁ | | | | [22][11] ₂ | (AγB)(CαB)(AγB)(AγB) | [16] |
| 10H ₁ | $P\bar{3}ml-D_{3d}^3$ | | | [22] ₂ [11] | (AγB)(CαB)(AγB)(CαB)(AγB) (AγB)(CαB)(AγB)(CαB)(AγB) | [16] |
| 14H ₁ | | | | [22] ₃ [11] | (CαB)(AγB) | [13,16] |
| 20H ₁ | | | | [22] ₄ [11] ₂ | (AγBCαB) ₄ AγBAγB | [16] |
| 24H ₁ | $P3ml-C_{3v}^1$ | | | [11] ₃ [2111] ₃ ² | (AγB) ₆ (CαB) ₂ (AγB) ₂ (CαB) ₂ | [13,16] |
| 26H ₁ | | | | [21111] ₄ [11] | AγB(CαB) ₃ (AγB) ₃ (CαB) ₃ (AγB) ₃ | [16] |
| 30H ₁ | | | | [2211] ₄ [1122] | (AγBCαBAγB) ₄ (AγB) (AγB)(CαB) | [16,13] |
| 38H ₁ | | | | [29] ₉ [11] | (AγBCαB) ₉ (AγB) | [16] |
| 40H ₁ | | | | [22] ₇ [21122211] | (AγBCαB) ₇ (AγB)(CαB) (CαB)(AγB)(CαB)(AγB) | [16] |
| 56H ₁ | | | | | | [16] |
| 74H ₁ | | | | 12[11] ₄ [12] ₄ 12 [11] ₂ 12121112 | | [16] |
| 18R | $P\bar{3}ml-D_{3d}^3$ | 3.643 | 53.05 | [1212] ₃ | (AγB)(AβC)(AβC)(BαC)(BγA) (BγA)(CβA)(CαB)(CαB) | [13,14, 15,17] |
| 24R ₁ | | | | [2213] ₃ | AγBCαBAγB(AβCBαC) ₂ (BγACβA) ₂ CαB | [16] |
| 30R ₁ | | | | [221212] ₁ | AγBCαBAγBAβC(AβCBαC) ₂ BγA(BγACβA) ₂ CαBCαB | [16] |
| 42R ₁ | | | | [22221212] ₃ | (AγBCαB) ₂ AγB(AβC) ₂ (BαCAβC) ₂ BαC(BγA) ₂ (CβABγA) ₂ CβA(CαB) ₂ | [16] |
| 48R ₁ | | | | | | [16] |

| 1 | 7 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-------------------|---|---|---|---|--|--------|
| 66R ₁ | | | | | | [16] |
| 66R ₂ | | | | | | [16] |
| 78R ₁ | | | | | | [16] |
| 78R ₂ | | | | | | [16] |
| 84R ₁ | | | | [(22) ₃ 211121] ₃ | (AγBCαB) ₃ AγBCαBCαBCβA (CβABγA) ₃ CβABγABγABαC (BαCαβC) ₃ BαCαβCαβCαγB | 16,17] |
| 102R ₁ | | | | | | [16] |
| 132R ₁ | | | | | | [16] |
| 144R ₁ | | | | [(121112) ₂ 121 212111212 (11) ₆ 12] ₃ | | 16,17] |
| 156R ₁ | | | | | | |

Таблица 2. Кристаллоструктурные данные политипов SnSe₂.

| Обозначения Рамс-дела Политип | Пространственная группа | Параметры решетки, Å | | Символы Жданова | Последовательность упаковки | Литература |
|-------------------------------------|---|----------------------|------|-----------------------|---|------------|
| | | a | c | | | |
| 2H | P $\bar{3}m1$ -D _{3d} ³ | 3.81 | 6.14 | [11] | (AγB) | 18,19] |
| 4H | P6 ₃ mc-C _{6v} ⁴ | | | [22] | (AγB)(CαB) | [18] |
| 6Ha | P3m1-C _{3v} ¹ | | | [1122] | (AγB)(AγB)(CαB) | [18] |
| 6Hb | P $\bar{3}m1$ -D _{3d} ³ | | | [22][11] ₂ | (AγB)(CαB)(AγB)(AγB) | [18] |
| 18R | P $\bar{3}m1$ -D _{3d} ³ | | | [1212] ₃ | (AγB)(AβC)(AβC)(BαC)(BγA) (BγA)(CβA)(CαB)(CαB) | 15,18] |

Шесть различных типов “сэндвичевых” упаковок и шесть возможных форм имеется у 18R политипа дихалькогенидов олова. В настоящее время изучена структура лишь одной формы – [1212]₃ в символах Жданова, относящейся к пространственной группе P $\bar{3}m1$ и характеризующейся последовательностью слоевой упаковки (AγB)(AβC)(AβC)(BαC)(BγA)(BγA)(CβA)(CαB)(CαB) [14].

Причины политипизма (термодинамические и кинетические), а также механизм образования различных политипов SnS₂ и SnSe₂ – не выяснены. Однако,

принято считать [2], что политипизм зависит от большого числа факторов, таких как температура, тепловые колебания в процессе кристаллизации, наличие примесей, скорость кристаллизации, винтовые и краевые дислокации, возникающие в процессе роста и т. д. Разработанные до сих пор теории (обширная библиография по этому вопросу приведена в монографии [2]) базируются обычно только на одном из перечисленных выше факторов и поэтому не в состоянии объяснить одновременно все экспериментальные данные. Последовательной теории, учитывающей

все перечисленные выше факторы, в настоящее время не существует. Для объяснения тех или иных свойств политипизма наиболее часто пользуются выводами теории Франка [20], Ягодзинского [21], Шнира [22]. В случае дихалькогенидов олова формирование различных политипов не может быть объяснено только в рамках теории винтовых дислокаций,

экспериментально наблюдавшихся ранее нами [23] на гранях кристаллов, полученных сублимацией.

Дихалькогениды олова как один из наиболее ярких представителей политипных соединений являются в этом плане интересными и сложными объектами исследования.

1. *Шаскольская М. П.* Кристаллография. М. : Высшая школа. 1976. 391 с.
2. *Верма А. , Кришна П.* Политипизм и политипизм в кристаллах. М. : Мир. 1969. 347 с.
3. *Ramsdell L. S.* Studies on silicon carbide. // Amer. Miner. 1947. V. 32. N 1. P. 64 – 82.
4. *Trigunayat G. C. , Chadha G. K.* Progress in the study of polytypism in crystals (I). // Phys. Stat. Solidi (a). 1971. V. 4. N 1. P. 9 – 42.
5. *Trigunayat G. C.* Progress in the study of polytypism in crystals (II). // Phys. Stat. Solidi (a). 1971. V. 4. N 2. P. 281 – 304.
6. *Белов Н. В.* Систематика плотнейших плотноупакованных упаковок. // ДАН СССР. 1939. Т. 23. N 2. С. 171 – 175.
7. *Жданов Г. С.* Числовой комплекс плотной сферовой упаковки и его применение в теории плотных шаровых упаковок. // ДАН СССР. 1945. Т. 48. N 1. С. 40 – 43.
8. *Sato H. , Toth R. S. , Honjo G.* Long period stacking order in close packed structures of metals. // J. Phys. and Chem. Solids. 1967. V. 28. N 1. P. 137 – 160.
9. *Prasad R. , Srivastava O. N.* On the deduction of polytypic structural series in cadmium iodide based. // Z. Kristallog. 1972. Bd. 135 B. N 3/4. S. 199 – 207.
10. *Nitsche R. , Bolsterli H. U. , Lichtensteiger M.* Grystall growth by chemical transport reactions. I. Binary, ternary and mixedcrystal chalcogenides. // J. Phys. and Chem. Solids. 1961. V. B 21. N 3/4. P. 199 – 205.
11. *Greenaway D. L. , Nitsche. R.* Preparation and optical properties of group 1V – VI₂ chalcogenides having the CdJ₂ structure. // J. Phys. Chem. Solids. 1965. V. B 26. N 9. P. 1445 – 1458.
12. *Guenther J. R. , Oswald H. R.* Neue polytype form von linn - (IV) – sulfid. // Naturwissenschaften. 1968. Bd. 55. N 4. S. 177.
13. *Mitchell R. S. , Fujiki Y. , Ishizawa Y.* Structural polytypism of SnS₂. // Nature. 1974. V. 247. N 5442. P. 537 – 538.
14. *Whitehouse C. R. , Balchin A. A.* Polytypism in tin disulphide. // J. Cryst. Growth. 1979. V. 47. N 2. P. 203 – 212.
15. *Minagawa T.* Common polytypes of SnS₂ and SnSe₂. // J. Phys. Soc. Japan. 1980. V. 49. N 6. P. 2317 – 2318.
16. *Palosz B. , Palosz W. , Gierlotka S.* Polytypism of crystals of tin disulphide; Structures of 21 polytypes of SnS₂. // Acta Cryst. 1985. V. C 41. N 6. P. 807 – 811.
17. *Baciewicz R. , Palosz B. , Palosz W. , Gierlotka S.* Absorption edge of SnS₂ polytypes. // Solid State Commun. 1985. V. 54. N 3. P. 283 – 285.
18. *Palosz B. , Salje E.* Lattice parameters and spontaneous strain in AX₂ polytypes : CdJ₂, PbJ₂, SnS₂ and SnSe₂. // J. Appl. Crystallogr. 1989. V. 22. N 6. P. 622 – 623.
19. *Busch G. , Fröhlich C. , Hulliger F. , Steigmeier E.* // Helv. Phys. Acta. 1961. V. 34. P. 359 – 368.
20. *Frank F.* The growth of carborundum: dislocations and polytypism. // Phil. Mag. 1951. V. 42. № 3. P. 1014 – 1021.
21. *Jagodzinski H.* Fehlordnungsercheinungen und ihr Zusammenhang mit der Polytypie des SiC. // Neues Jahrb. Min. Monatsh. 1954. Bd. 3. № 1. S. 49 – 65.
22. *Schneer C.J.* Polytypism in one dimen-

tion. // Acta Crystallogr. 1955. V. 8.
№1/2. P. 279 – 285.
23. Блецкан Д.И., Копинец И.Ф., Миголи-
нец И.М., Микуланинец С.В. Получе-

ние и исследование свойств монокри-
сталлов SnS₂. // Известия АН СССР
Неорган. материалы. 1976. Т.12. №12.
С. 2138-2141.

POLYTYPISM OF TIN DICHALCOGENIDES

D.I. Bletskan, Yu.V. Voroshilov, L.V. Aleksyk

Uzhgorod state university, 2944000, Uzhgorod, 54 Voloshin str.

The main kinds of polytypes of tin dichalcogenides on the basis of classic nomenclature polytype representations according to Ramsdale and Zhdanov had been studied. The structural representations of these polytypes and their comparative characteristic are presented.