

Методы исследования пленок нитрида алюминия

Выполнила: магистрант Жилькова Е. Р.

Группа ФРМ-502-О-07

Научный руководитель: д. ф.-м. н.,

профессор Струнин В. И.

Цель работы:

Аналитический обзор литературы
по методам исследований
параметров пленок нитрида
алюминия

Основные методы исследования поликристаллических тонких пленок AlN:

- рентгеноструктурный анализ, который позволяет исследовать кристаллическое строение пленок AlN;
- оптические методы, позволяющие контролировать шероховатость и толщину пленок AlN;

Рентгеновское излучение

4

Жесткое (коротковолновое) электромагнитное излучение

$\lambda \sim 5 - 0.5 \text{ нм}$
($50 - 5 \text{ \AA}$)

мягкое
рентгеновское
излучение

$\lambda \sim 100 - 1 \text{ пм}$
($1 - 0.01 \text{ \AA}$)

$E \sim 10 - 200 \text{ кэВ}$

жесткое
рентгеновское
излучение

$E \sim 300 - 3000 \text{ эВ}$

$$\lambda(\text{\AA}) \approx 12.40 / E(\text{кэВ})$$

Источники рентгеновского излучения

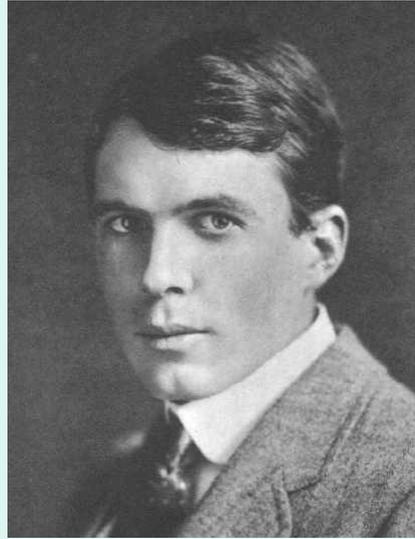
1. Радиоактивные изотопы (γ -излучатели)
2. Рентгеновские трубки: (а) с неподвижным анодом
(б) с вращающимся анодом
3. Ускорители легких частиц, лазеры на свободных электронах (СИ: синхротронное излучение)

Рождение рентгеноструктурного анализа

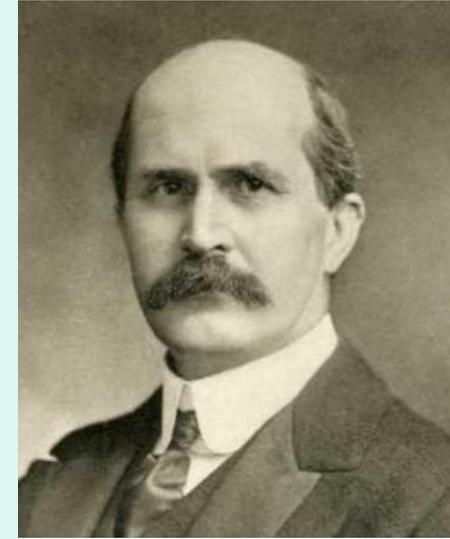
5



Макс фон Лауэ
(1879-1960)



Уильям Лоренс Брэгг
(1890-1971)



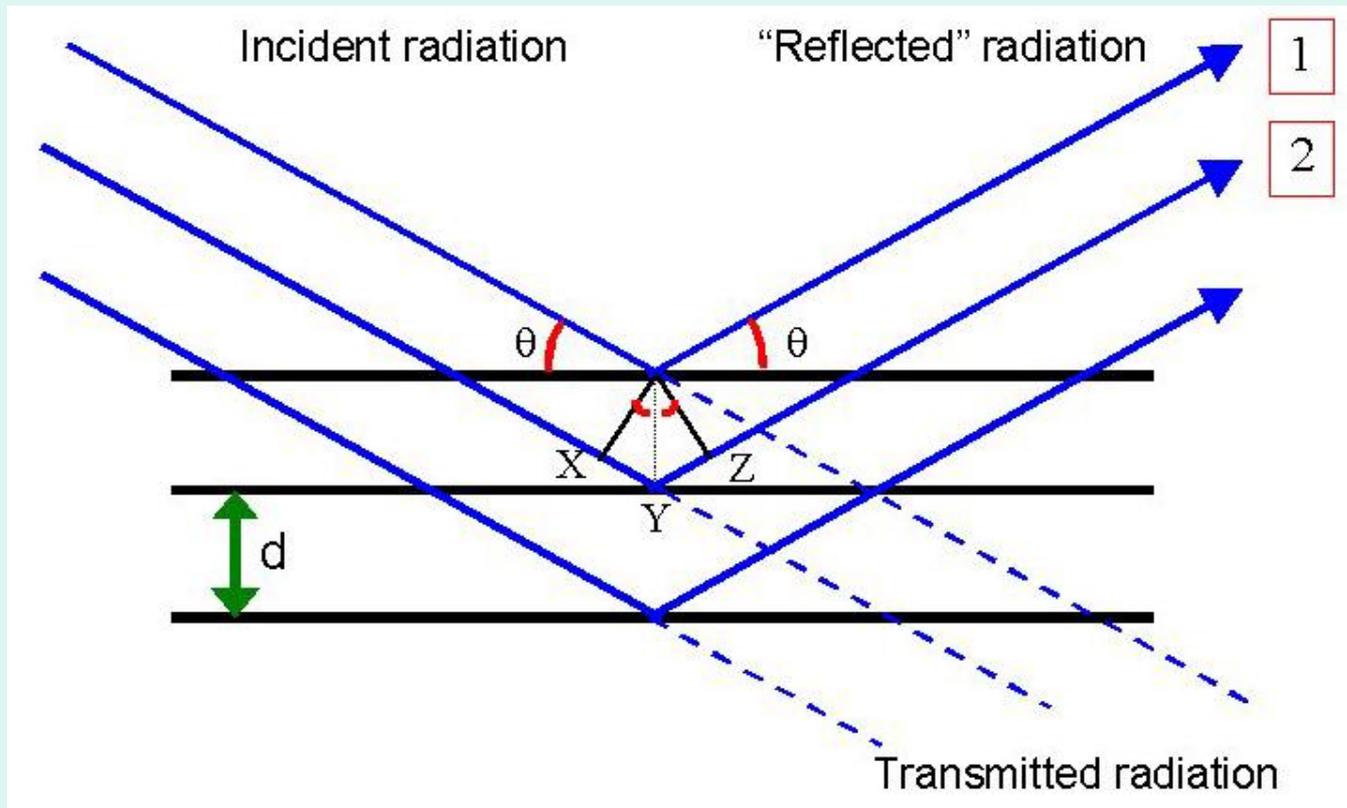
Уильям Генри Брэгг
(1862-1942)

1912г. - Открытие *дифракции рентгеновских лучей на кристаллах* $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (М. фон Лауэ, В. Фридрих, П. Книппинг).

1913г. - Первые структуры кристаллов – кубические NaCl , алмаз, сфалерит ZnS и др. (У.Л. Брэгг, У.Г. Брэгг).

Открытия этих ученых отмечены Нобелевскими премиями в 1914 г. (Лауэ) и 1915 г. (отец и сын Брэгги).

Основой рентгеновской спектроскопии высокого разрешения является закон Вульфа-Брэгга, который связывает длину волны рентгеновских лучей λ , отраженных от кристалла на угол θ (называется углом скольжения) с межплоскостным расстоянием кристалла d .

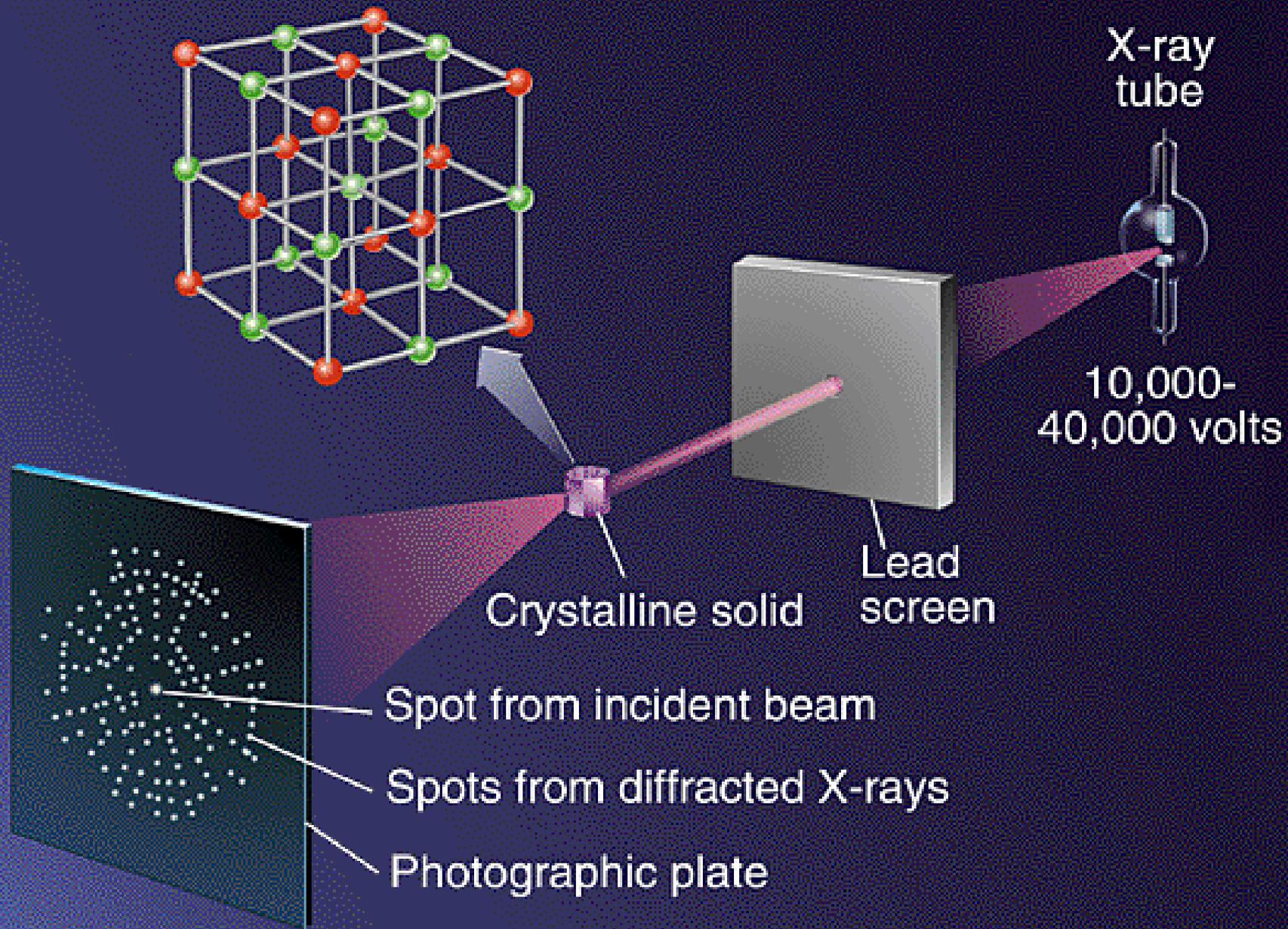


$$n\lambda = 2d \sin \theta$$

(формула Брэгга-Вульфа, 1912)

Рентгеноструктурное исследование

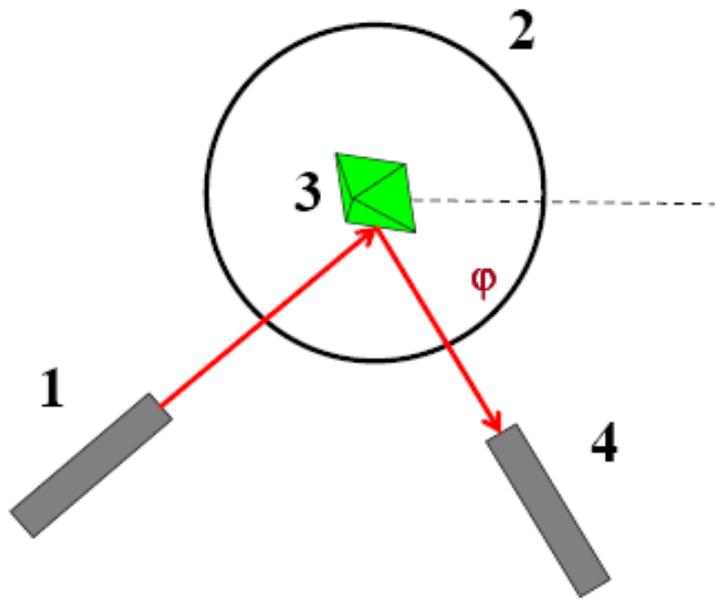
7



Дифракционные методы

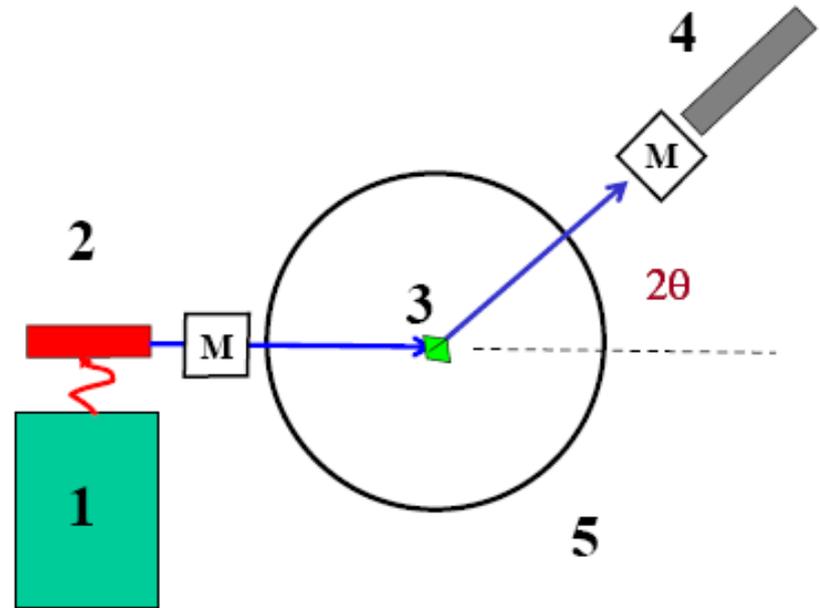
- 1) Метод Лауэ;
- 2) метод вращения кристалла;
- 3) метод Дебая-Шеррера.

Блок-схема устройства РС-дифрактометров 9



оптический гониометр:

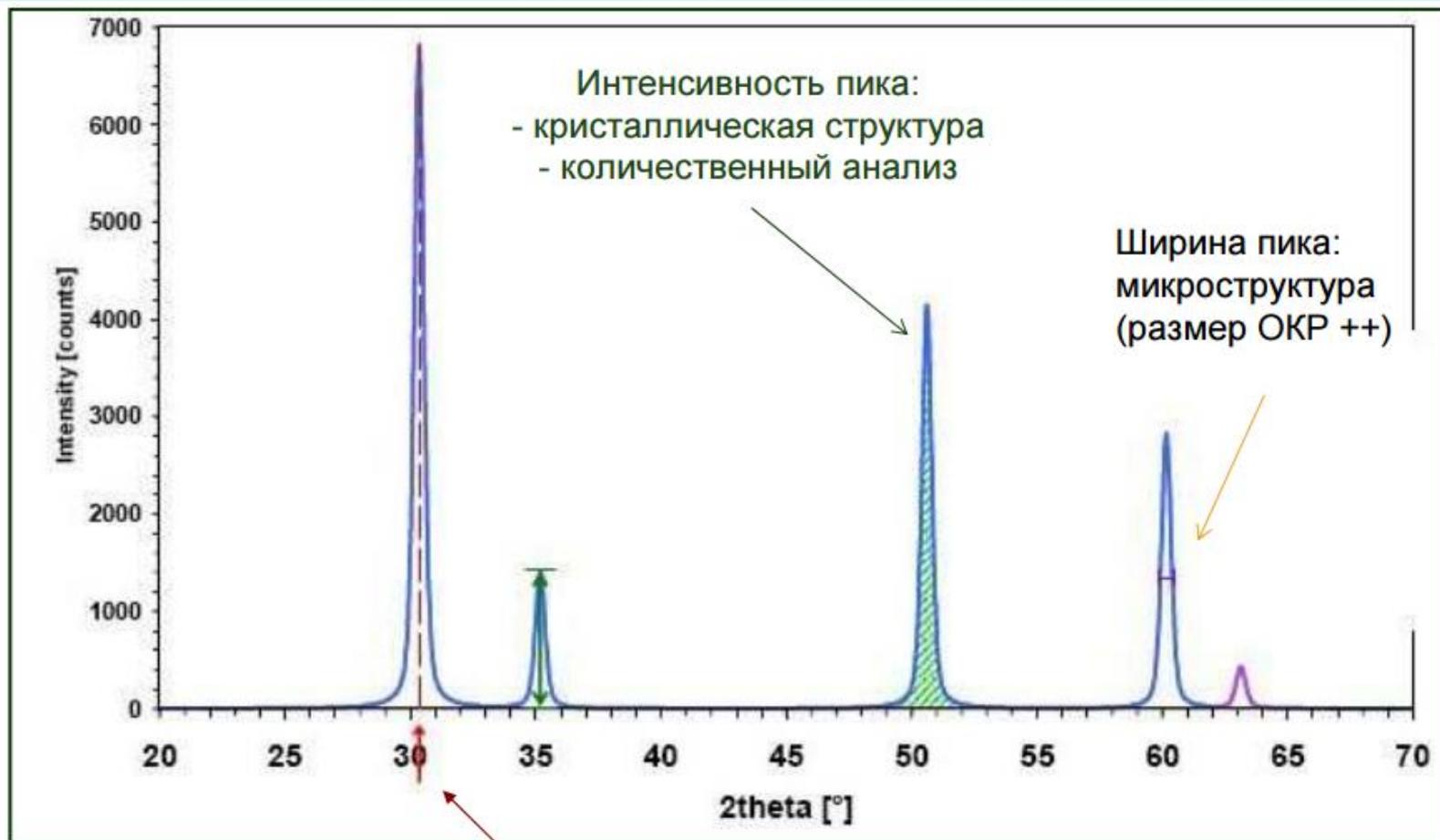
- 1 – источник света,
- 2 – механика (лимбы)
- 3 – монокристалл
- 4 – зрительная труба



рентгеновский дифрактометр:

- 1 – высоковольтный генератор,
- 2 – рентгеновская трубка
- 3 – образец (монокристалл
или кристаллич. порошок)
- 4 – детектор
- 5 – механика (гониометр)
- М – монохроматор

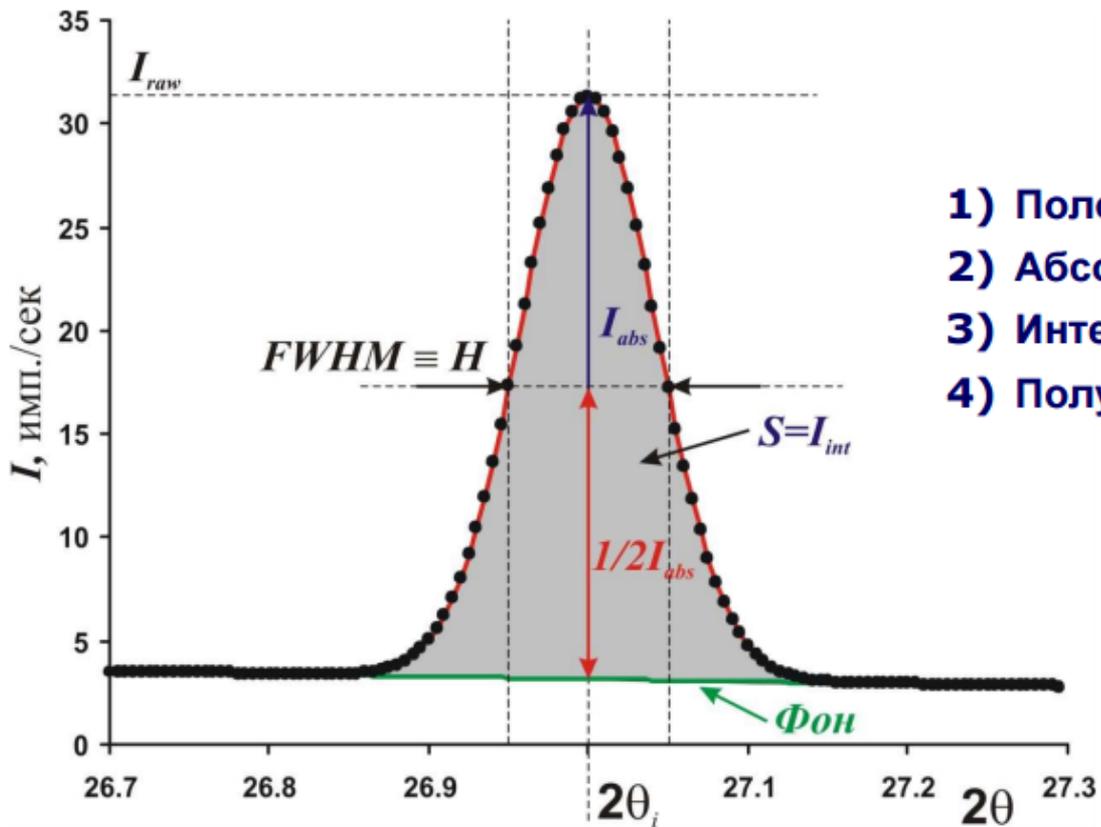
Информация из дифрактограммы



Положение пика:
метрика решетки
(параметры ЭЯ)

Дифрактограмма –
«отпечаток пальцев» вещества

Дифракционный максимум (рефлекс)

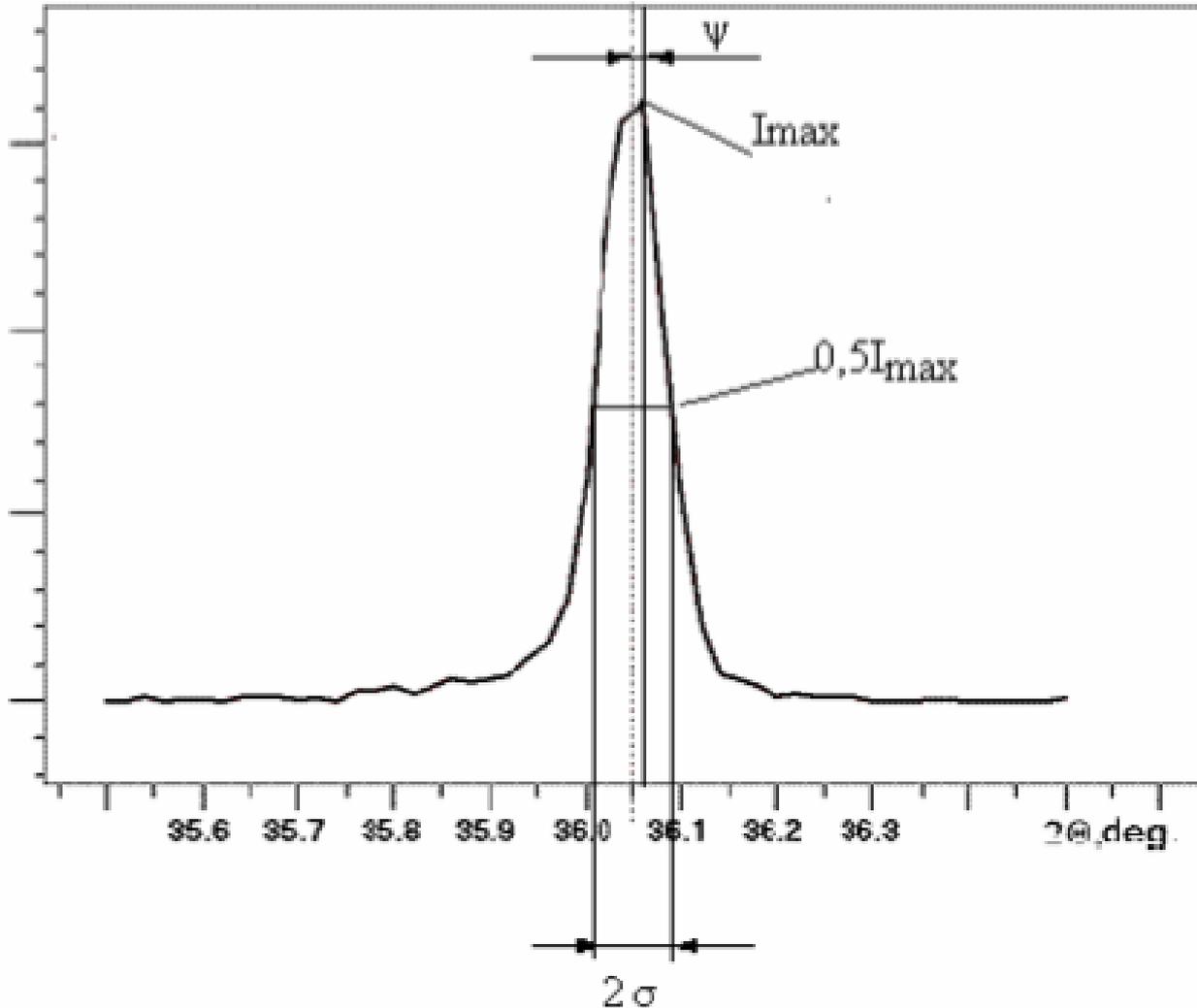


Основные параметры рефлекса:

- 1) Положение $2\theta_i$
- 2) Абсолютная интенсивность I_{abs}
- 3) Интегральная интенсивность I_{int}
- 4) Полуширина $FWHM$ (или H)

Положение рефлекса -
положение его центра
тяжести!

Метод качения



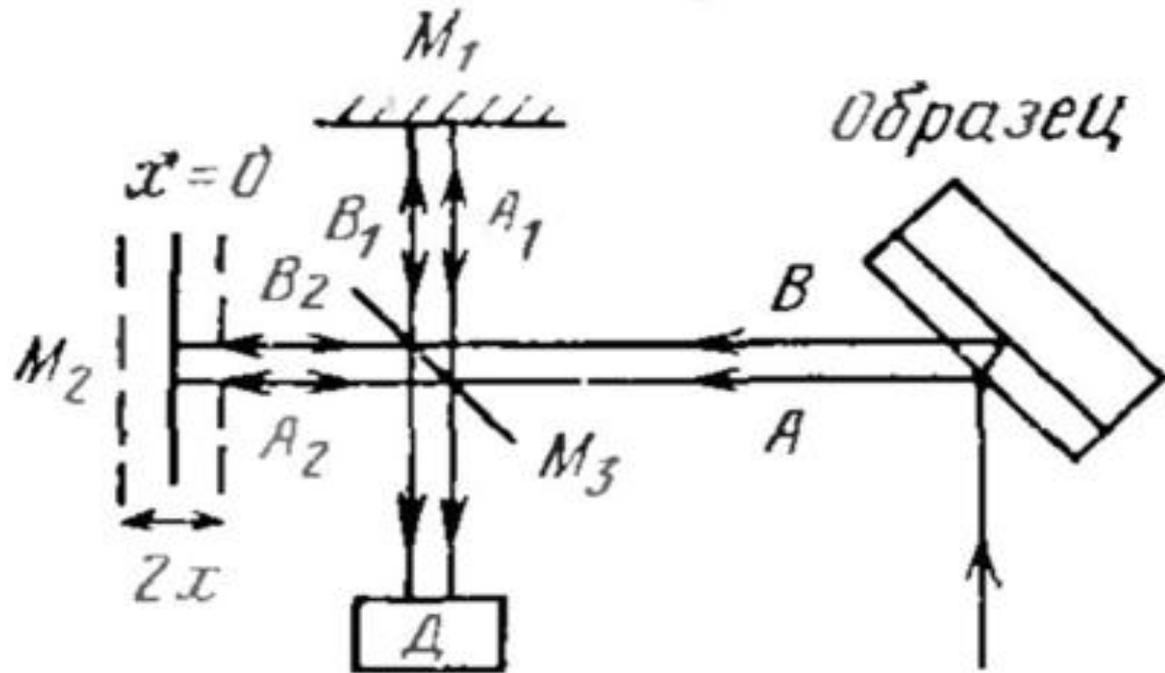
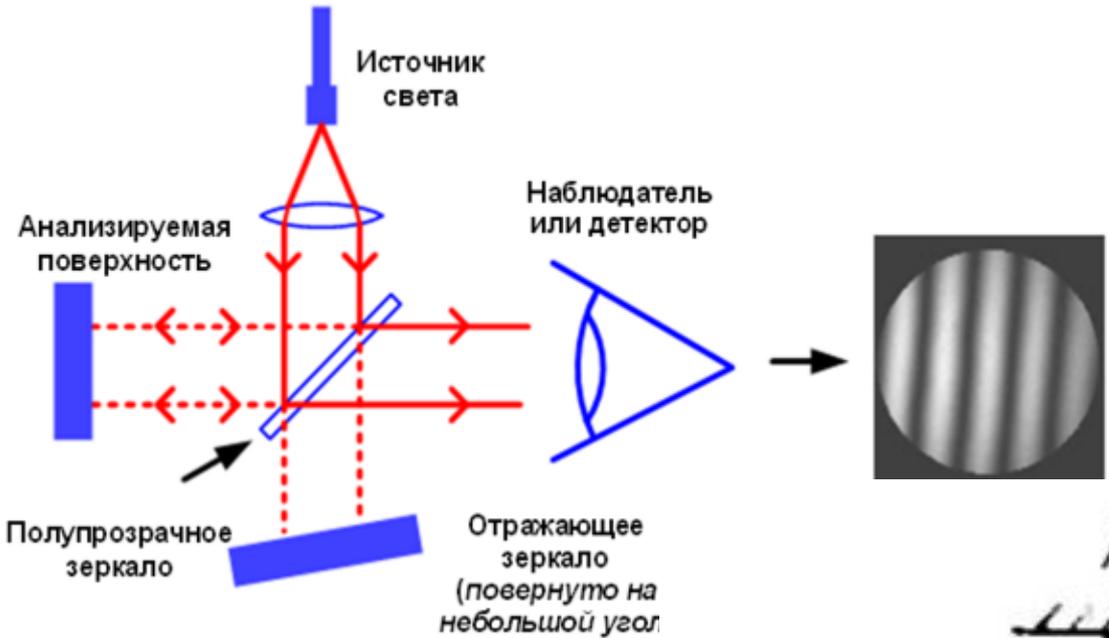
$$J = \frac{S \cdot h_s}{S_s \cdot h} \cdot J_s,$$

Оптические методы исследования



$$d = \frac{\Delta A}{A} \frac{\lambda}{2(n-1)}$$

Принцип работы интерферометра



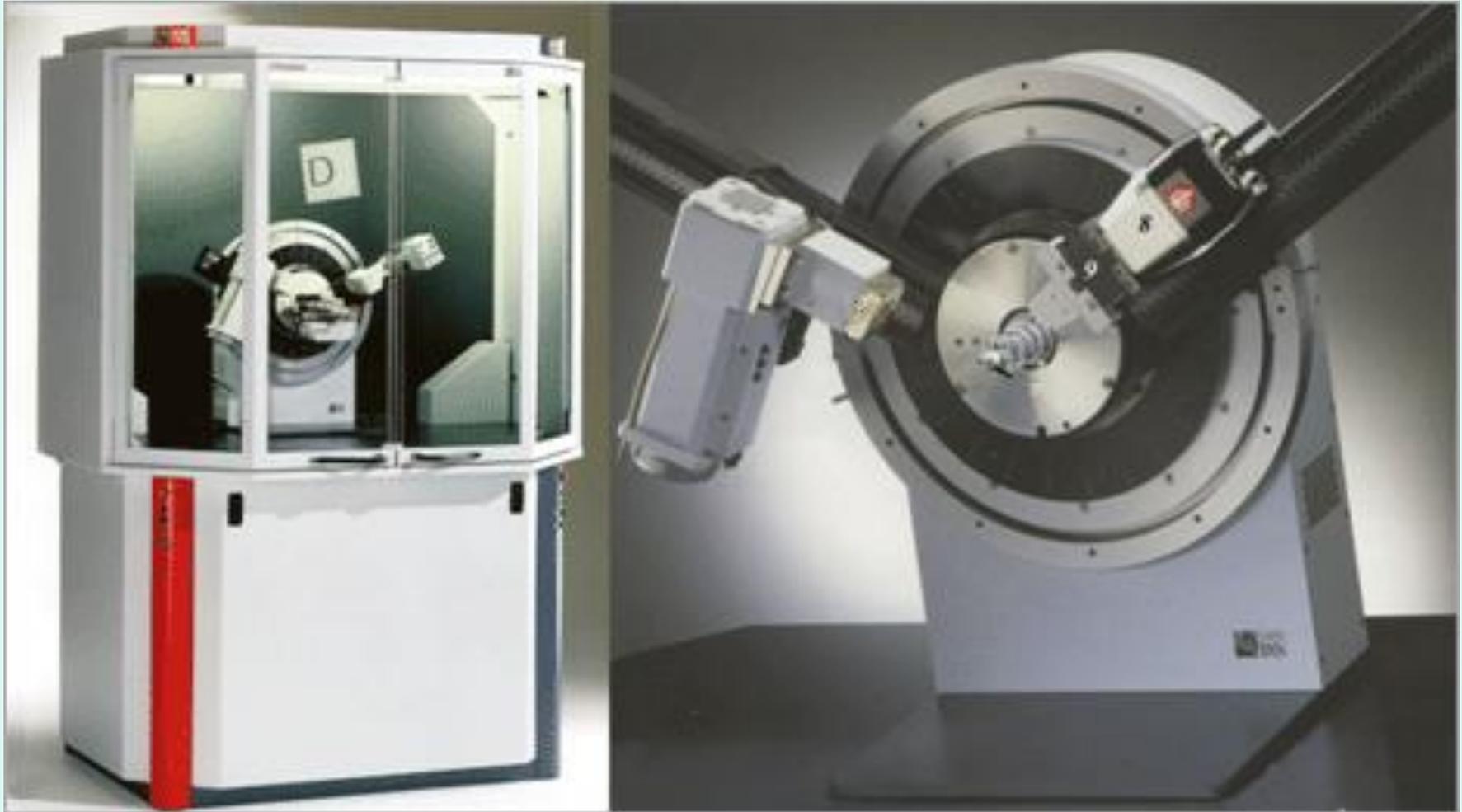
Образец	Обнаруженные фазы	Содержание фаз, mass%	Параметры решетки, Å	Размер ОКР, нм	$\Delta d/d \cdot 10^{-3}$	Преимущественная ориентация
п3	TiO ₂	26	a = 4.5462 c = 2.9848	-	-	-
	AlN	70	a = 3.2130 c = 4.9814	66	1.9	(001) 94%
	Примесь	-	-	-	-	-
п4	TiO ₂	87	a = 4.4999 c = 2.9553	-	-	-
	AlN	12	a = 3.2130 c = 4.9504	24	2.3	(001) 66%
	Примесь	-	-	-	-	-
п5	TiO ₂	82	a = 4.4866 c = 2.9351	-	-	-
	AlN	17	a = 3.2130 c = 4.9988	-	-	(001) 47%
	Примесь	-	-	-	-	-
п6	TiO ₂	94	a = 4.551 c = 2.9732	-	-	-
	AlN	5	a = 3.2130 c = 4.9308	-	-	(001) 59%
	Примесь	-	-	-	-	-

Выводы

- 1) В данной работе был проведен аналитический обзор основных методов исследования пленок нитрида алюминия таких как
 - рентгеноструктурный анализ,
 - оптические методы
- 2) Также была получена рентгенограмма некоторых образцов пленок нитрида алюминия

Рентгеноструктурные дифрактометры

15



Bruker-d8-advance

Микроинтерферометр МИИ-4М.

