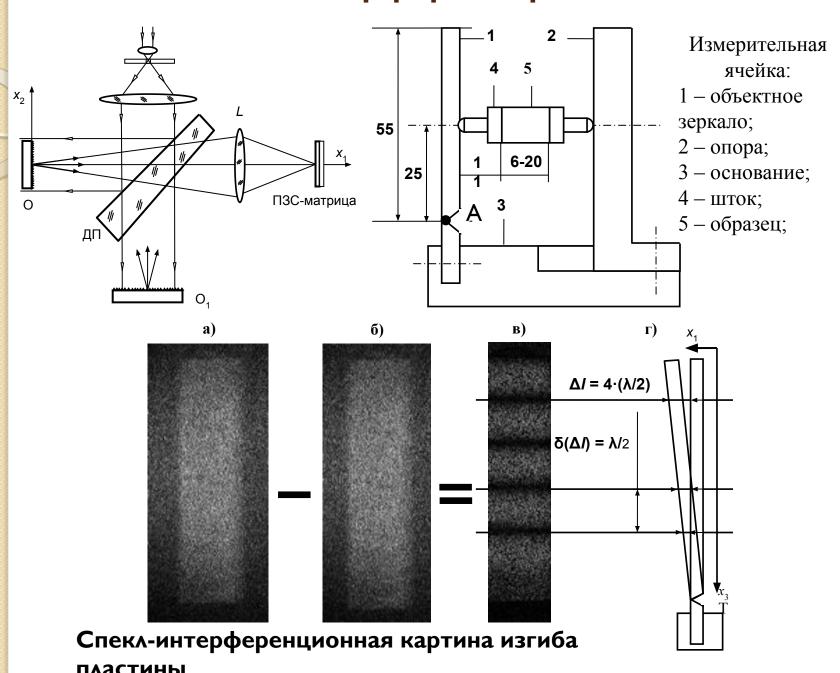
АМИРАГЯН А. А., ЗАКАРЯН К. С., КРУГЛОВ А. Б., КРУГЛОВ В. Б. Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИССЛЕДОВАНИЕ ТКЛР, КТ И МОДУЛЯ ЮНГА ДИОКСИДА УРАНА С ДОБАВКАМИ ГАДОЛИНИЯ

Схема интерферометра



Общий вид дилатометра





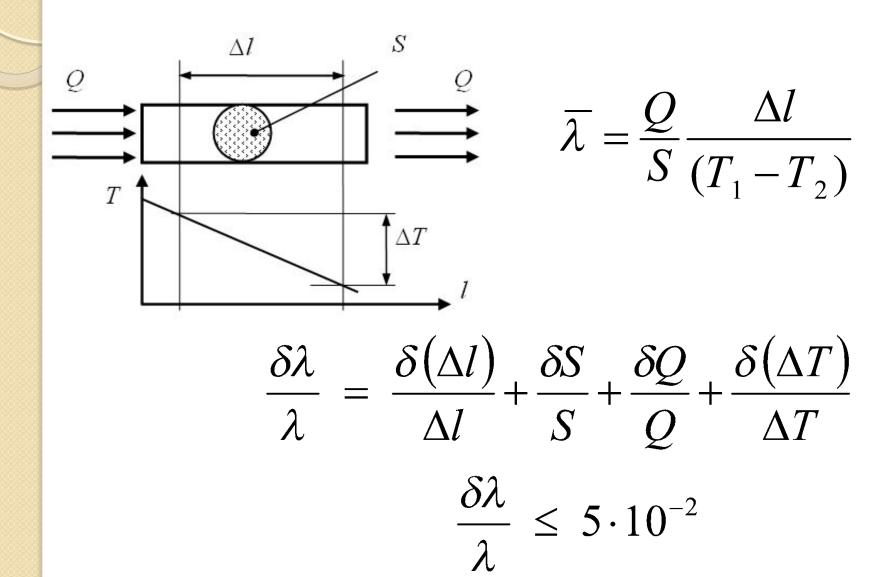
Погрешность измерений ТКЛР. Тестовые измерения

$$\alpha = \frac{(1/2)}{l_0} \cdot \frac{\Delta k}{\Delta T} - \frac{l_{\kappa}}{l_0} \alpha_{\kappa} , \ \delta(\Delta l_0) \approx 0, 1 \frac{\lambda}{2} , \ \delta(\Delta T) = 0,04 \text{ K}.$$

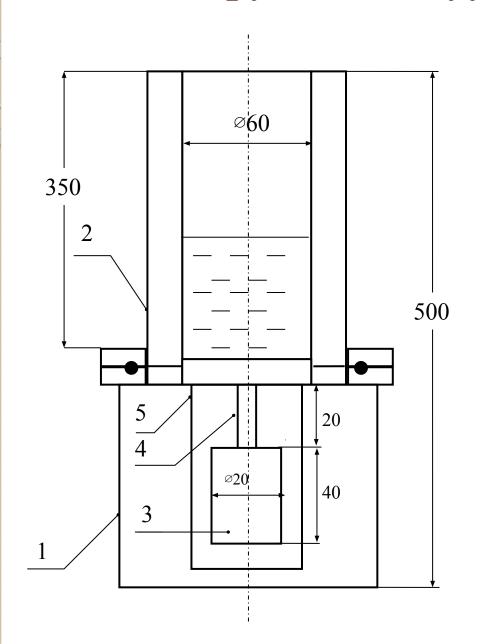
$$\alpha = 1 \cdot 10^{-6}, K^{-1}, \frac{\Delta \alpha}{\alpha} \approx 20 \%. \alpha = 10 \cdot 10^{-6}, K^{-1}, \frac{\Delta \alpha}{\alpha} \approx 2 \%.$$

Образец	α _{изм} , 10 ⁻⁶ ,К ⁻¹	α _{cp} , 10 ⁻⁶ , K ⁻¹	Δα/α, %	α _{спр} , 10 ⁻⁶ , K ⁻¹
	16,3			
	15,9			
Сталь 12Х18Н10Т	16,1	16,1	2,5	16,2
	16,2			
	16,1			
	12,0			
Армко	12,3	12,2	2,5	11,7
	12,2			
	16,1			
М3	16,4	16,3	1,8	16,2
	16,3			

Измерение КТ методом стационарного осевого потока



Конструкция вакуумного объема



1 – вакуумная камера;

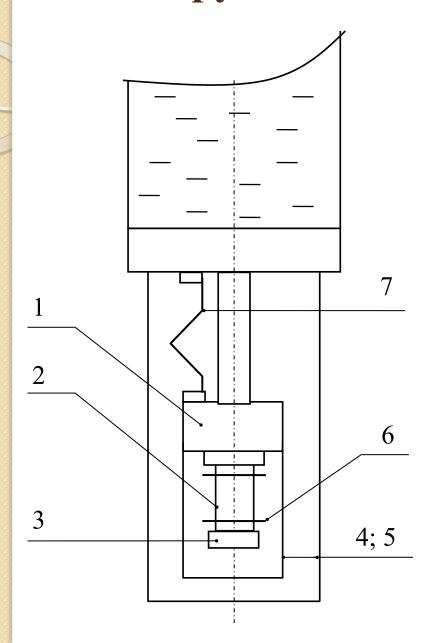
2 – дно криостата;

3 – измерительная ячейка;

4 – трубка подвески;

5 – экран;

Конструкция измерительной ячейки



1 – основание;

2 - исследуемый образец;

3 – нагреватель;

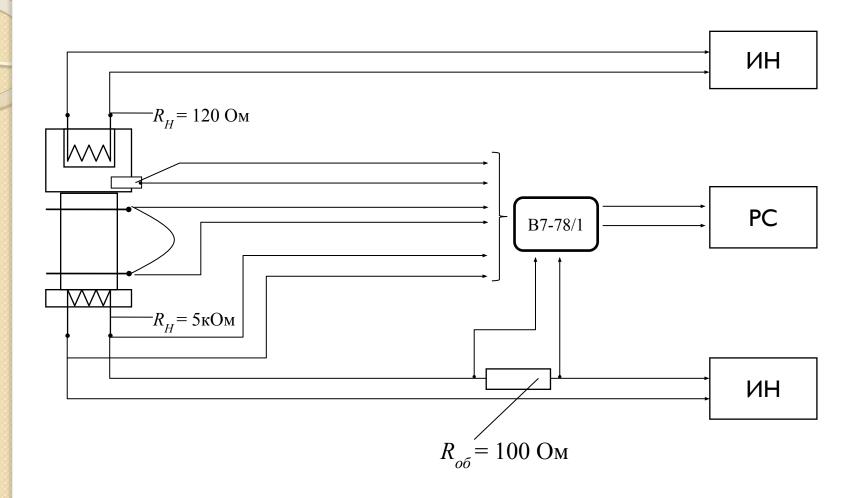
4, 5 – экраны;

6 – теплопровод спая

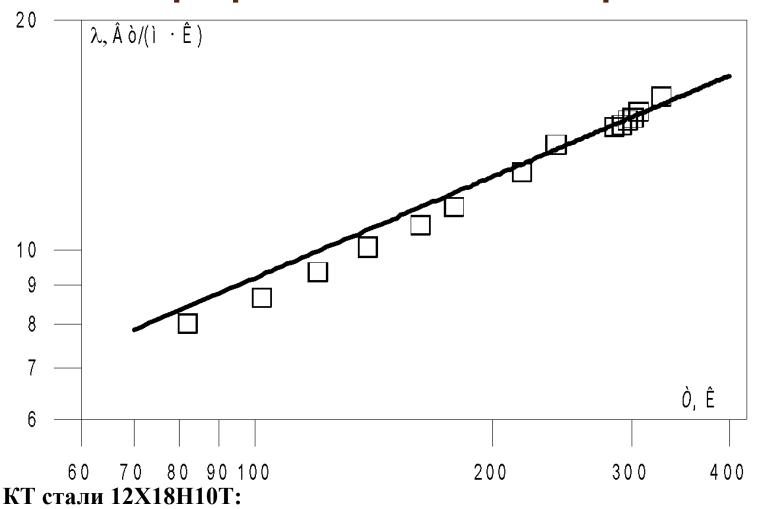
дифференциальной термопары;

7 – тепловой контакт;

Измерительная схема установки

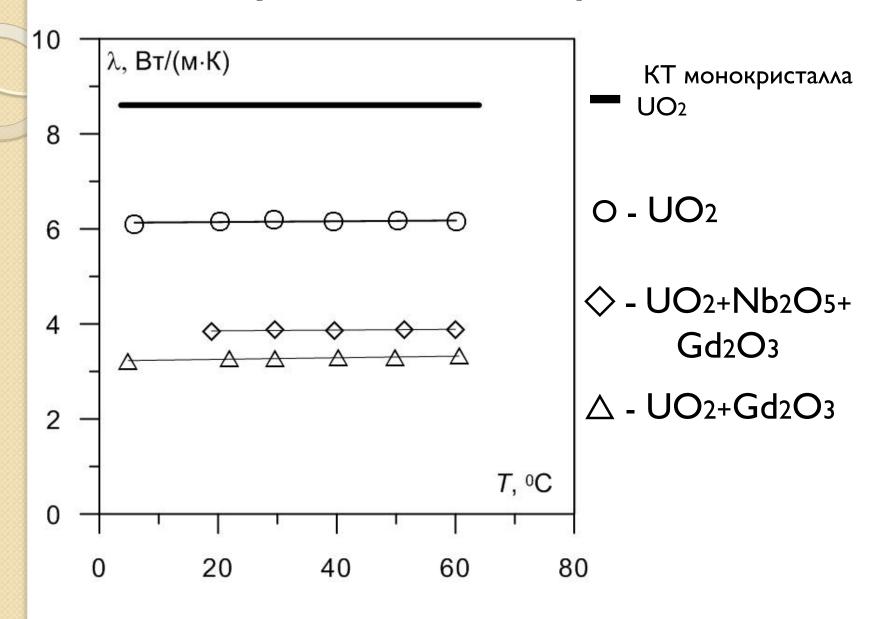


Тарировочные измерения



- тарировочные измерения;
- - Кожевников И.Г., Новицкий Л.А. Справочник, Гост 8.140.82.

Результаты измерений



Определение Модуля Юнга

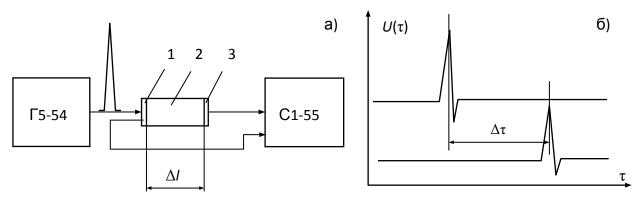


Схема измерения скорости продольных упругих волн (а) и характерный вид (б) регистрируемых сигналов: 1, 3 –пьезопреобразователи; 2 –образец

$$\mathbf{v}_l = \Delta l/\Delta \tau,$$
 где Δl – длина образца, а $\Delta \tau$ время распространения импульса.

Модуль Юнга E определяется по формуле:

$$E = \rho v_l^2 \frac{(1+\mu)(1-2\mu)}{(1-\mu)}$$

где ρ - плотность, $v_{_{I}}$ - скорость звука, μ - коэффициент Пуассона.

Результаты измерений ТКЛР, КТ, v_l образцов диоксидов урана

Измерения ТКЛР, КТ, v_1 при температурах 20 - 60 0 С.

Образец	ΚΤ, λ, Βτ/(м·Κ)	ΤΚЛΡ, α, 10 ⁻⁶ , K ⁻¹	v_l , 10 ³ , m/c	Е, ГПа
UO_2	6,2	9,2	5,11	202
$UO_2 + 5 \% Gd_2O_3$	3,3	8,6	-	-
UO ₂ + 5 % Gd ₂ O ₃ + Nb ₂ O ₅	3,9	8,4	-	-

Спасибо за внимание!