

Определение параметра нового уравнения состояния для мрамора по экспериментам Ставрогина А.Н.

Научные руководители Немчин Н.П., Ветров С.В.

Выполнил студент группы СУС-15

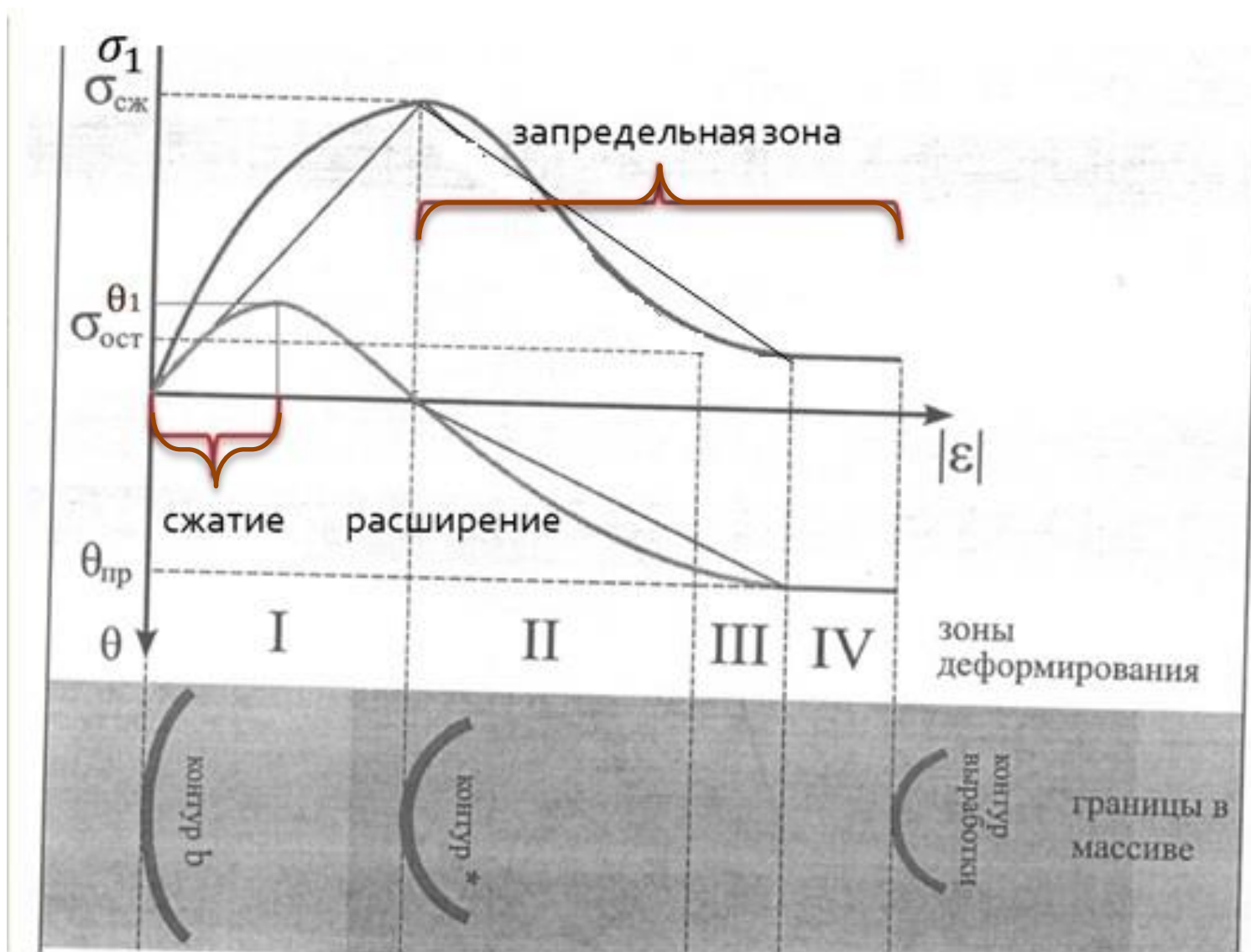
Попова В.С.

- Ставрогиным исследован белый равномернозернистый мрамор¹ .
- При разном давлении.
- Испытания проводились на установке высокой жесткости, позволяющей изучать запредельную область.

- Образцы имели форму цилиндра диаметром 30 мм и длиной 80 мм.



- В опыте образец доводился до разрушения.
- Если разрушение на поверхности не наблюдалось, то образец помещался обратно в камеру, и опыт продолжался.
- Разрушенный образец имеет плоскость сдвига, по которой полностью потеряно сцепление.



Зоны деформирования

I – область упругого деформирования, II-IV – область запредельного деформирования, II – область уменьшения прочности и увеличения разрыхления, III – область предельного разрушения, IV – область предельных разрушения и разрыхления.

Формула по Баклашову из учебника «Геомеханика»:

$$\sigma_1 = \beta \cdot \sigma_3 + \sigma_{сж} - M \cdot \varepsilon_1, \quad (1)$$

Формула, предложенная Немчиным Н.П.,
Ветровым С.В.:

$$\sigma_1 = \beta \cdot \sigma_3 - T \cdot |\theta - \theta_*| + \sigma_{сж}, \quad (2)$$

где σ_1 — продольное давление;

β — параметр условия прочности;

σ_3 — боковое давление;

T — параметр, показывающий снижение
прочности вследствие разрыхления;


θ — относительное объемное расширение;

θ_* — его значение на пределе прочности;

$\sigma_{сж}$ — предел прочности на одноосное сжатие.

Определение параметра снижения прочности Т:

$$\sigma_1 = \beta \cdot \sigma_3 + \sigma_{сж} - \frac{\theta - \theta_*}{\theta_{пр} - \theta_*} \cdot (-\sigma_{ост} + \sigma_1^*), \quad (3)$$


$$\sigma_1^*$$

формула, предложенная Немчиным Н.П.,
Ветровым С.В.,

$$\Delta\theta_{пр} = \theta_{пр} - \theta_1,$$

$$\Delta\theta_* = \theta_* - \theta_1,$$

$$T = \left| \frac{\sigma_1^* - \sigma_{ост}}{\theta_{пр} - \theta_*} \right| = \left| \frac{\sigma_1^* - \sigma_{ост}}{\Delta\theta_{пр} - \Delta\theta_*} \right|. \quad (4)$$

Цель:

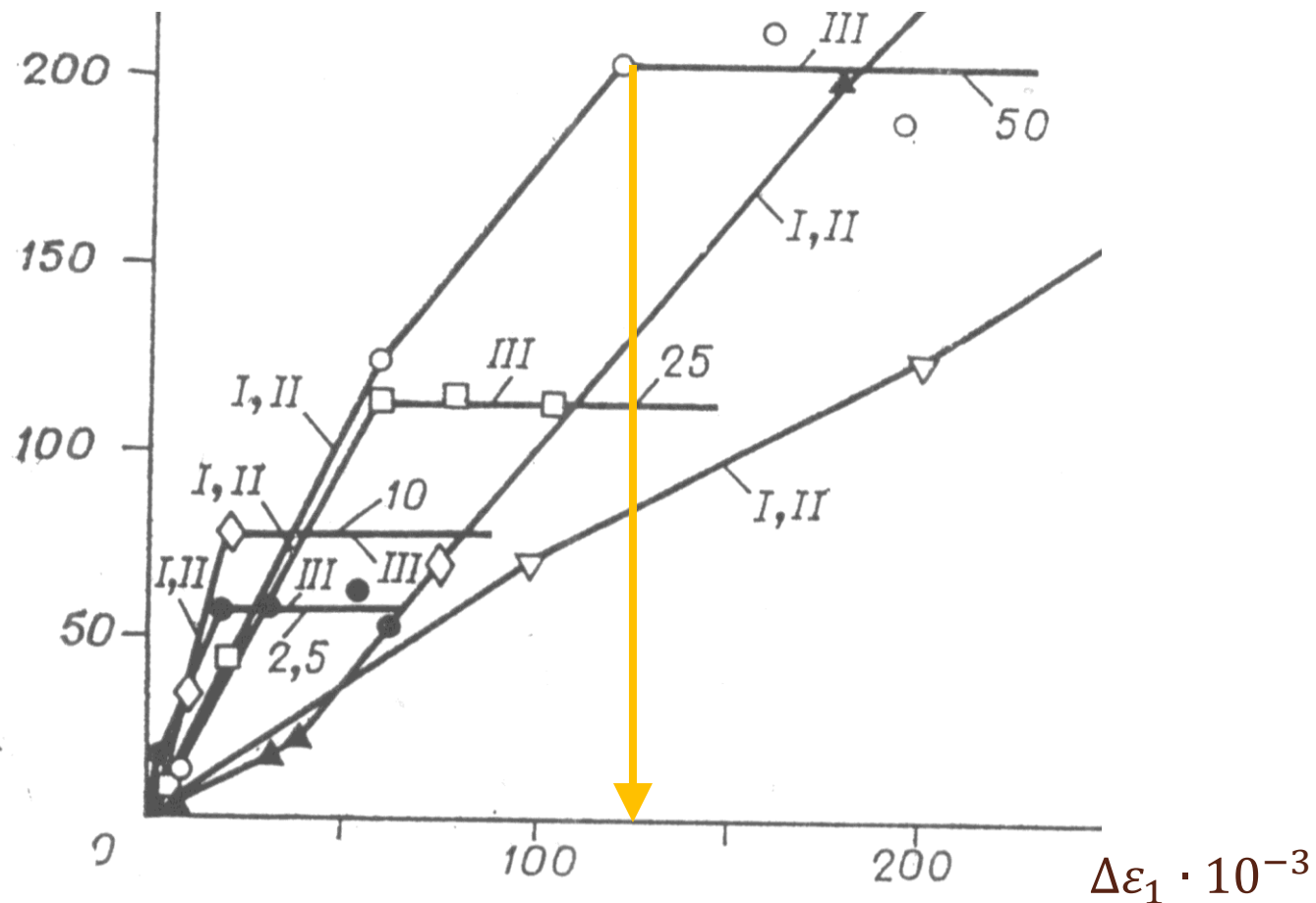
Определить значение T
(параметр, показывающий
снижение прочности
вследствие разрыхления) из
экспериментов профессора
Ставрогина А.Н. для мрамора

$$T = \left| \frac{\sigma_1^* - \sigma_{\text{ост}}}{\theta_{\text{пр}} - \theta_*} \right| = \left| \frac{\sigma_1^* - \sigma_{\text{ост}}}{\Delta\theta_{\text{пр}} - \Delta\theta_*} \right| \quad (4)$$

Порядок расчета

- Определим $\theta_{\text{пр}}$
- Соответствующую ему $\Delta\varepsilon_1$
- По $\Delta\varepsilon_1$ находим $\Delta\sigma_1$
- По пику кривой определяем предел прочности
- Соответствующее пределу прочности значение ε_1^*
- Определяем $\Delta\theta_*$ через ε_1^*

$$\Delta\theta \cdot 10^{-3} \quad \Delta\theta = \theta - \theta_1$$



**Зависимость объемных деформаций
разрыхления от величины продольных
деформаций при разных уровнях
бокового давления**

$$\Delta\sigma_1 = \sigma_1 - \sigma_3$$

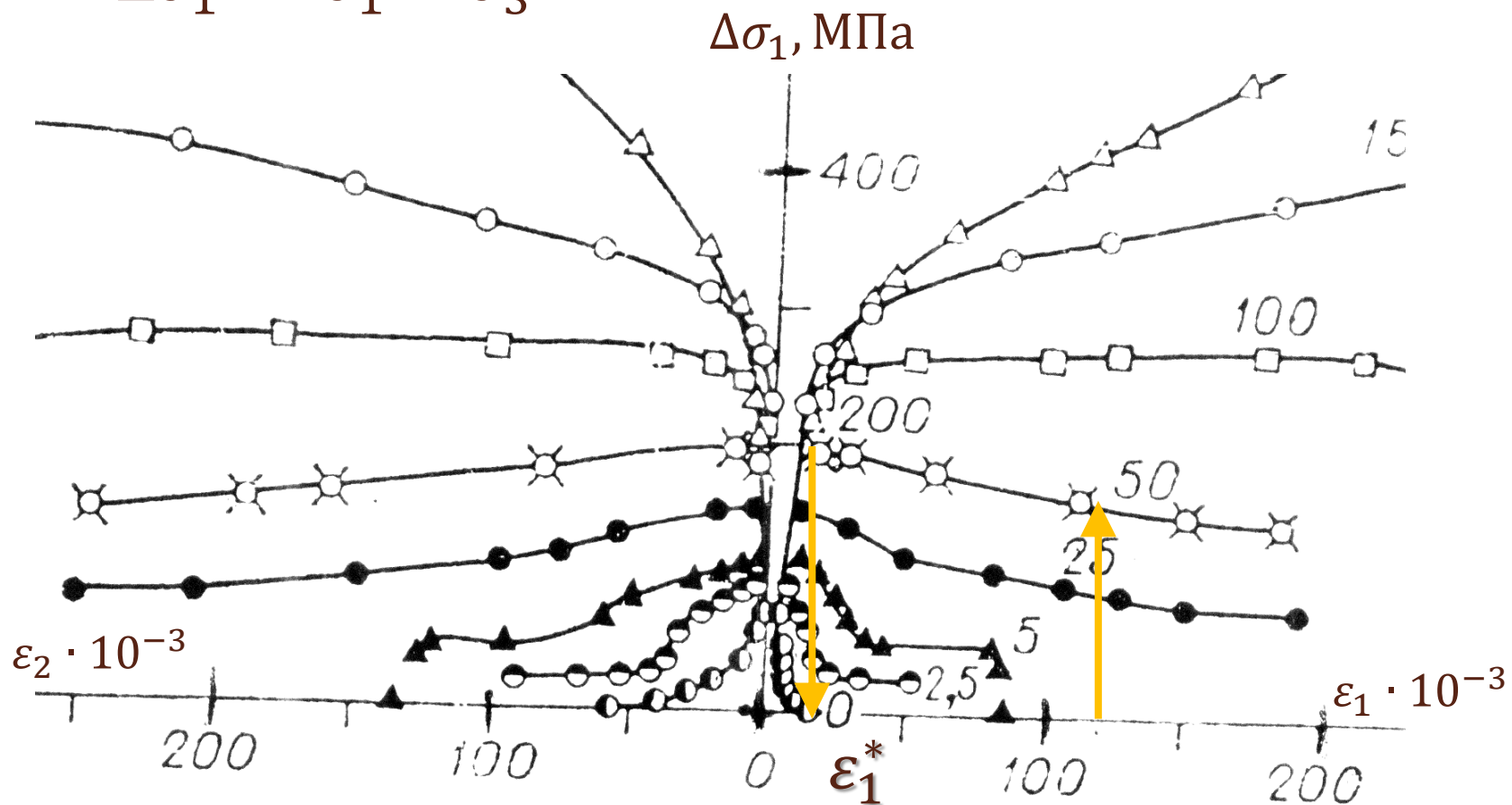
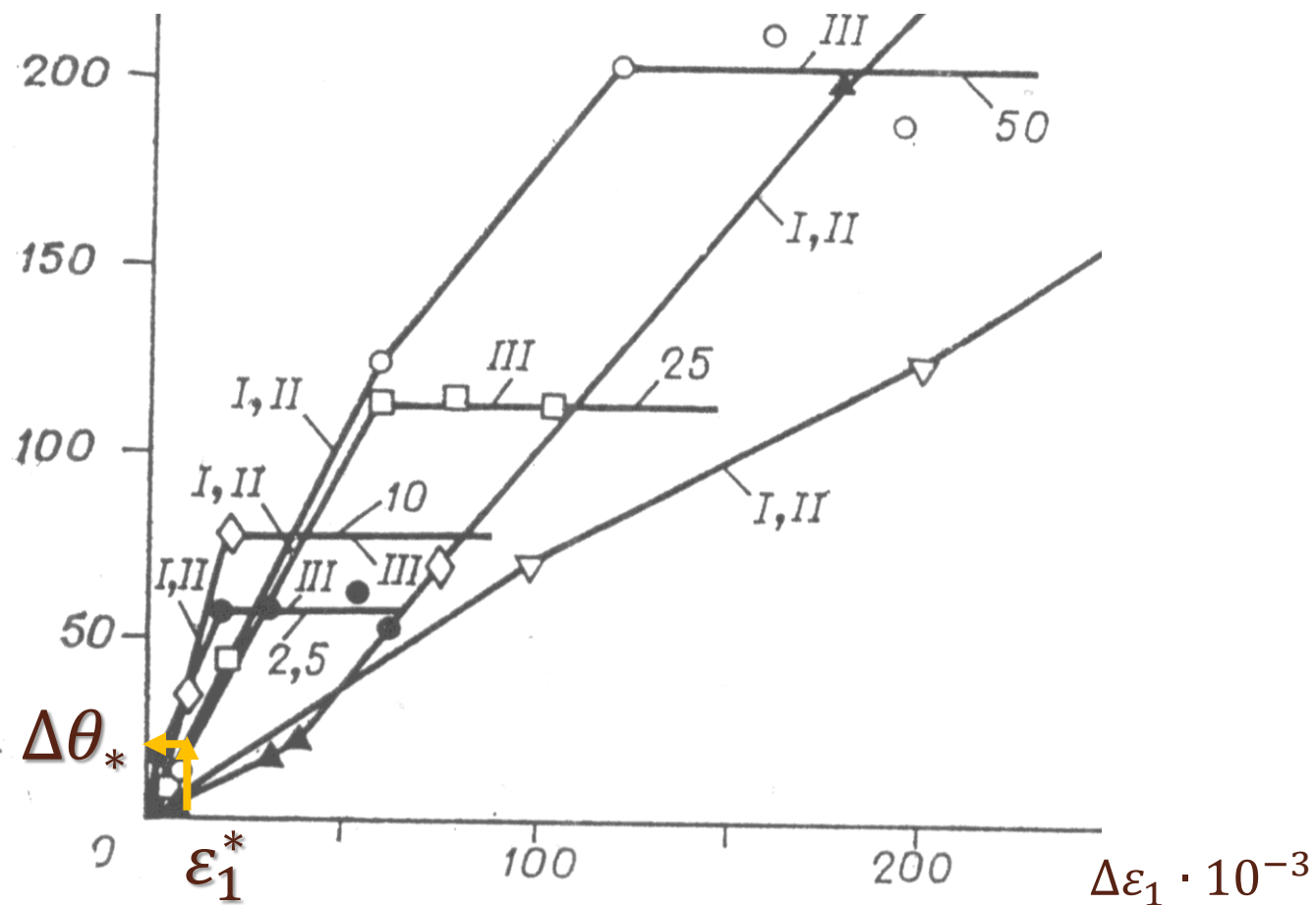


Диаграмма «Напряжение – деформации» для мрамора

$$\Delta\theta \cdot 10^{-3} \quad \Delta\theta = \theta - \theta_1$$



**Зависимость объемных деформаций
разрыхления от величины продольных
деформаций при разных уровнях
бокового давления**

Определение Т (σ_3)

σ_3 , МПа	Т, МПа
2,5	7276,58
25	382,2
50	285,84

$$T = C_0 + C_1 \cdot \sigma_3 + C_2 \cdot \sigma_3^2$$

$$C_0 = 8441, C_1 = -482, C_2 = 6,37$$

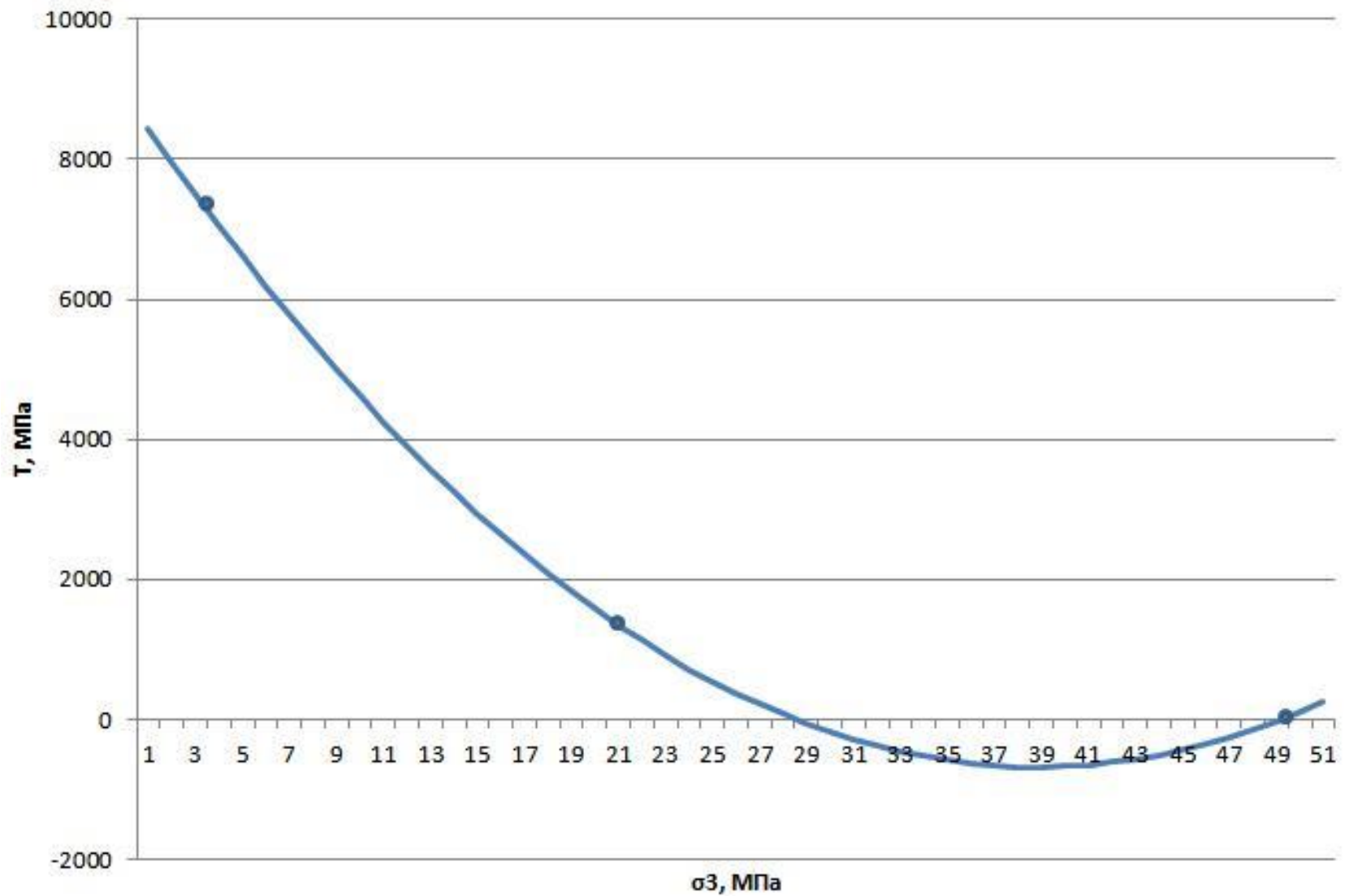


График T (σ_3) от 50 до 0

Вывод:

Уравнения состояния
необходимо уточнять с
помощью зависимости
 $T(\sigma_3)$.



Спасибо за внимание!