

ТЕОРИЯ БАЛКИ - Определяющие уравнения

Строительная механика

Проект ERAMCA

[Оценка экологических рисков и их снижение в отношении объектов культурного наследия в Центральной Азии](#)

v2o22317

Эта работа находится под лицензией [Creative Commons "Attribution-ShareAlike 4.0 International"](#).



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Environmental Risk Assessment and Mitigation on Cultural
Heritage Assets in Central Asia

Цели преподавателя/студентов

Введение

Определяющие уравнения для балок



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union





Цели преподавателя/студентов



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Environmental Risk Assessment and Mitigation on Cultural
Heritage Assets in Central Asia

-  Связать статическое и кинематическое поведение балок.
-  Понимать взаимосвязи между внутренними силами и деформациями.

Введение



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Environmental Risk Assessment and Mitigation on Cultural
Heritage Assets in Central Asia

Цель лекции – предоставить информацию, необходимую для понимания:

- соотношения между внутренними силами и деформациями, т.е. **глобальные определяющие уравнения**

Определяющие уравнения для балок



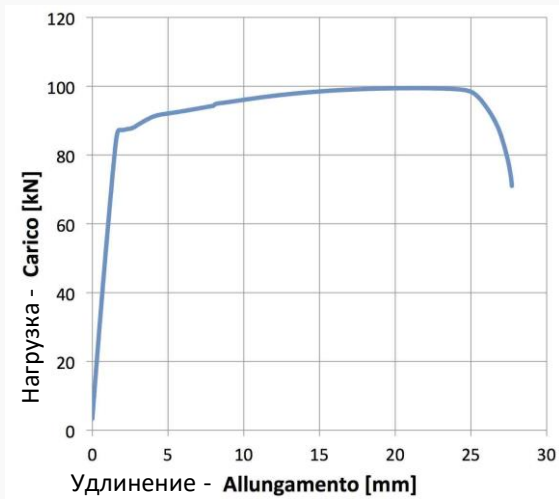
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

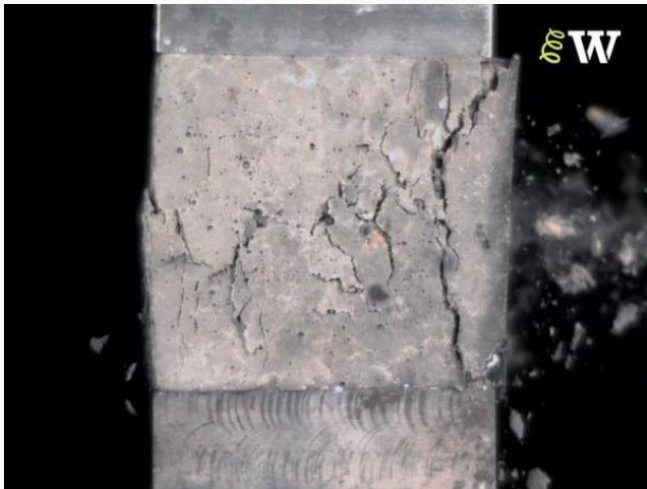


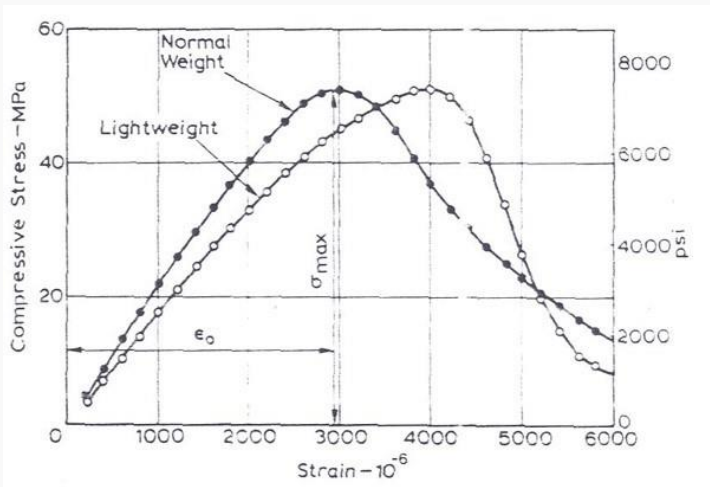
Environmental Risk Assessment and Mitigation on Cultural
Heritage Assets in Central Asia

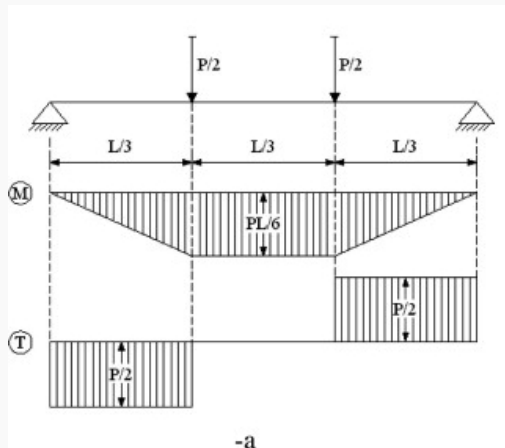




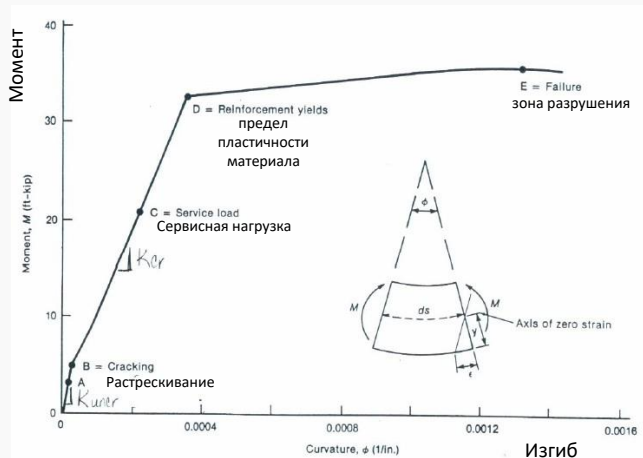






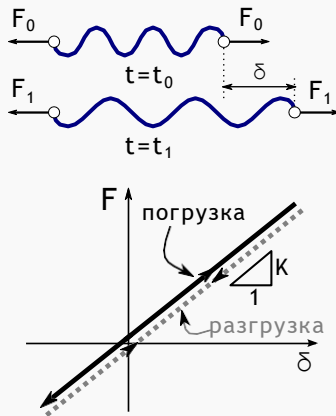


http://www.dtu.dk/subsites/Wind%20Engineering/Education/Beam_Testing_Concrete.aspx



M. Limongelli – Politecnico di Milano (Политехнический университет Милана)

- Линейная упругая связь такова, что:
 1. сила – это уникальная функция деформации
 2. если усилие устранено, получается исходное (обычно **недеформированное**) состояние без **остаточных** или **необратимых** деформаций. Это **обратимое** поведение.
- Линейное упругое поведение – это особая упругая зависимость, выражаемая линейным законом (закон Гука).

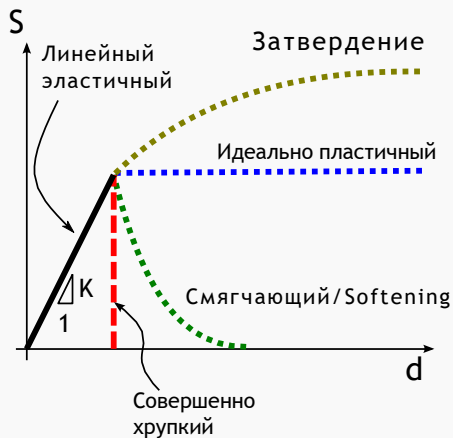


Учитывая внутреннюю силу $S(z)$, соответствующая деформация $d(z)$ может быть задана как $d(z) = \frac{S(z)}{K}$

Внутренняя сила S	Деформация d	Жесткость $K = \frac{\Delta S}{\Delta d}$
N	ϵ_0	$K_{A,e} = EA$
T	γ	$K_{S,e} = GA_T$
M	χ	$K_{B,e} = EI_x$

Для элементарного балки (длина dz):

- $K_{A,e} = EA$: **осевая жесткость**
- $K_{S,e} = GA_T$: **жесткость на сдвиг**
- $K_{B,e} = EI_x$: **жесткость при изгибе**



Внутренние силы и деформации

Соотношение между внутренними силами (N , M , T) и деформациями (ϵ_0 , χ , γ) через **жесткость**

Жесткость (наклон диаграммы $S - d$) зависит от **материала** (E , G) и **формы** поперечного сечения A , I_x , $A_T = \frac{A}{t}$

$$\begin{aligned}\epsilon_0(z) &= \frac{N(z)}{K_{A,e}} = \frac{N(z)}{EA} \\ \gamma(z) &= \frac{T(z)}{K_{S,e}} = \frac{T(z)}{GA_T} = t \frac{T(z)}{GA} \\ \chi(z) &= \frac{M(z)}{K_{B,e}} = \frac{M(z)}{EI_x}\end{aligned}$$

Геометрические свойства поперечного сечения

- A : площадь
- $t > 1$: коэффициент сдвига ($A_T = \frac{A}{t}$)
- I_x : второй момент площади (или момент инерции)

Лекция о геометрических свойствах областей углубляет эту тему.

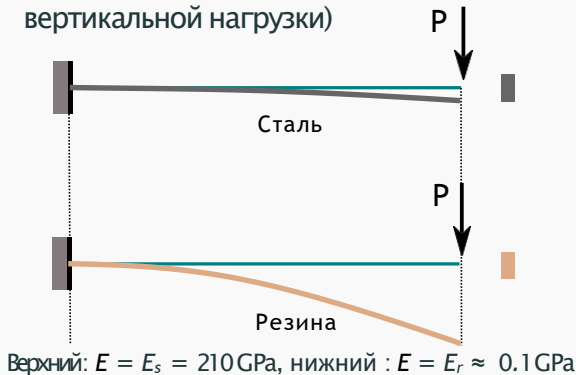
Свойства материала

- E : модуль упругости (модуль Юнга [Young's modulus])
- G : модуль сдвига

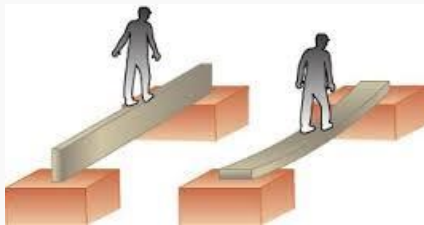
Лекция о свойствах материала углубляет эту тему.

Жесткость: влияние материала и сечения

Другой материал, одинаковое поперечное сечение (относительно одного и того же направления вертикальной нагрузки)



Тот же материал, разное поперечное сечение (разная инерция относительно одного и того же направления вертикальной нагрузки)



Слева: $I_x = \frac{bh^3}{12}$, право: $I_x = \frac{hb^3}{12}$

(где x – горизонтальная ось, ортогональная направлению силы тяжести)

Количество	Физическое значение	Единица СИ
E, G	FL^{-2}	Pa
A	L^2	m^2
I_x	L^4	m^4
t	–	–
$K_{A,e}, K_{S,e}$	F	N
$K_{B,e}$	FL^2	Nm^2