

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА
кафедра «Динамика, прочность и износостойкость транспортных средств»

МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ

Лектор: д.т.н., профессор Сосновский Леонид Адамович

п.з.: к.т.н., доцент Комиссаров Виктор Владимирович

Форма контроля знаний – экзамен

(по всем вопросам обращаться на кафедру ауд. 1403, 1415а)

ГОМЕЛЬ, 2015

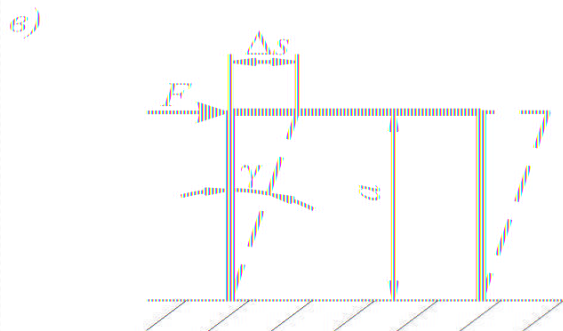
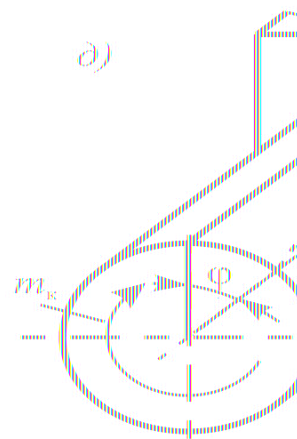
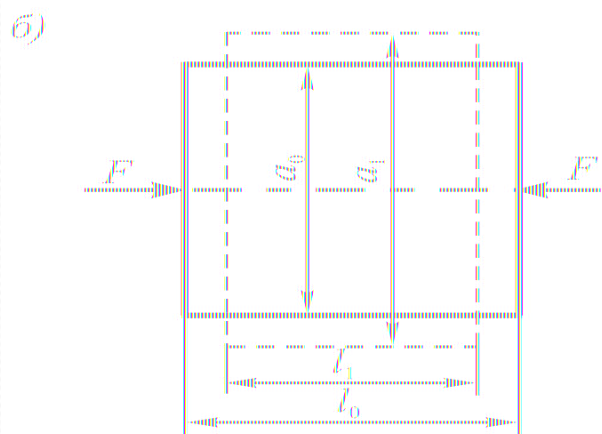
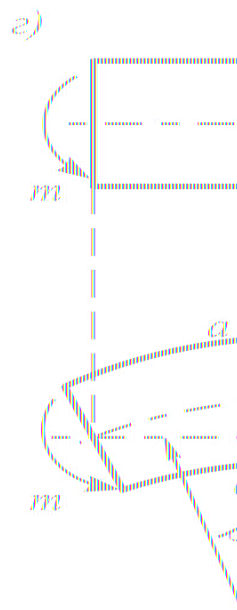
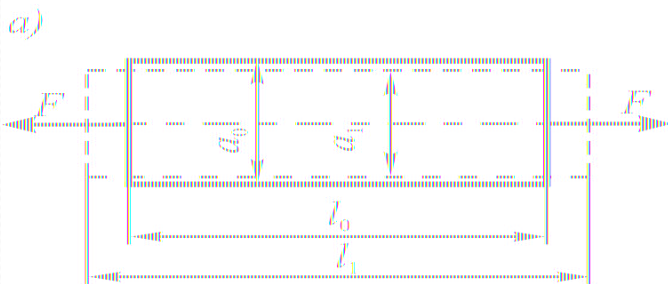


Лекция 31

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
ОСНОВНЫХ ВИДОВ
ДЕФОРМАЦИИ**



СХЕМЫ ОСНОВНЫХ ВИДОВ НАГРУЖЕНИЯ



a – растяжение;
б – сжатие;
в – сдвиг;
г – изгиб;
д – кручение



ОБОБЩЕННЫЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ВИДОВ ДЕФОРМАЦИЙ



Наименование	Растяжение и сжатие	Чистый изгиб	Поперечный изгиб	Чистый сдвиг	Кручение	Общие
1 Схема деформации						Деформация – это изменение размеров и (или) формы тела
2 Распределение напряжений по сечению						Напряжения распределены по сечению непрерывно (без скачков)
3 Напряжения в произвольной точке сечения	$\sigma = \frac{N}{A}$	$\sigma = \frac{My}{J} = \frac{M}{Jl} = \frac{M}{Jl} = \frac{M}{Jl} = \frac{M}{Jl}$ $= \frac{M}{Jl} = \frac{M}{Jl} = \frac{M}{Jl}$	$\sigma = \frac{My}{J} = \frac{M}{Jl} = \frac{M}{Jl} = \frac{M}{Jl}$ $\tau = \frac{Q S^{onc}}{W} = \frac{Q}{W} = \frac{Q}{W} = \frac{Q}{W}$	$\tau = \frac{Q}{A}$	$\tau = \frac{M_r \rho}{J_p} = \frac{M_r}{J_p} = \frac{M_r}{J_p}$ $= \frac{M_r}{J_p}$	Напряжение = Характерный силовой фактор Соответствующая геометрическая характеристика сечения
4 Напряжения максимальные	$\sigma_{max} = \frac{N}{A}$	$\sigma_{max} = \frac{M}{W}$	$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W}$ $\tau_{max} = k \frac{Q}{A} = \frac{Q}{A}$	$\tau_{max} = \frac{Q}{A}$	$\tau_{max} = \frac{M_r}{W_p}$	Максимальное действующее напряжение ≤ Допускаемое напряжение
5 Условие прочности	$\frac{N}{A} \leq [\sigma]$	$\frac{M}{W} \leq [\sigma]$	$\frac{M_{max}}{W} \leq [\sigma], \frac{Q}{A} \leq [\tau]$	$\frac{Q}{A} \leq [\tau]$	$\frac{M_r}{W_p} \leq [\tau]$	Максимальное действующее напряжение ≤ Допускаемое напряжение
6 Перемещения и деформации (абсолютные)	$\Delta l = \frac{Nl}{EA} = \frac{N}{EA/l} = \frac{N}{\chi_N}$	$v = \frac{M^2}{2EJ} = \frac{M}{2EJl^2} = \frac{M}{2EJl^2}$ $= \frac{M}{\chi_M}, \Theta = \frac{Ml}{EI} = \frac{M}{EI/l} = \frac{M}{\chi_M}$ $= \frac{M}{EI/l} = \frac{M}{\chi_M}$	$v_{max} = \frac{Ql^3}{3EJ} = \frac{Q}{3EJl^3} = \frac{Q}{3EJl^3}$ $= \frac{Q}{\chi_Q}, \Theta_{max} = \frac{Ql^2}{2EJ} = \frac{Q}{2EJl^2} = \frac{Q}{2EJl^2}$ $= \frac{Q}{2EJl^2} = \frac{Q}{\chi_Q}$	$\Delta \delta = \frac{Qa}{Gh} = \frac{Q}{Gh/a} = \frac{Q}{\chi_Q}$ $= \frac{Q}{\chi_Q}$	$\phi = \frac{M_r l}{GJ_p} = \frac{M_r}{GJ_p/l} = \frac{M_r}{\chi_{M_r}}$ $= \frac{M_r}{\chi_{M_r}}$	Деформация = Характерный силовой фактор Соответствующая полная жесткость тела
7 Потенциальная энергия упругой деформации	$U_N = \frac{N^2 l}{2EA} = \frac{N^2}{2EA/l} = \frac{N^2}{2\chi_N}$	$U_M = \frac{M^2 l}{2EJ} = \frac{M^2}{2EJ/l} = \frac{M^2}{2\chi_M}$	$U_M = \frac{M^2 l}{2EJ} = \frac{M^2}{2EJ/l} = \frac{M^2}{2\chi_M}$ $U_Q = \frac{Q^2 l}{2GA} = \frac{Q^2}{2GA/l} = \frac{Q^2}{2\chi_Q}$	$U_Q = \frac{Q^2 a}{2GA} = \frac{Q^2}{2GA/a} = \frac{Q^2}{2\chi_Q}$	$U_{M_r} = \frac{M_r^2 l}{2GJ_p} = \frac{M_r^2}{2GJ_p/l} = \frac{M_r^2}{2\chi_{M_r}}$ $= \frac{M_r^2}{2GJ_p/l} = \frac{M_r^2}{2\chi_{M_r}}$	ПЭД = Квадрат характерного силового фактора Соответствующая полная жесткость тела



ОБОБЩЕННЫЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ВИДОВ ДЕФОРМАЦИЙ



Наименование	Растяжение и сжатие	Чистый изгиб	Поперечный изгиб	Чистый сдвиг	Кручение	Общее
1 Схема деформации						Деформация - это изменение размеров и (или) форм тела
2 Распределение напряжений по сечению						Напряжения распределены по сечению непрерывно (без скачков)
3 Напряжение в произвольной точке сечения	$\sigma = \frac{N}{A}$	$\sigma = \frac{My}{J_x} = \frac{M}{J_x y} = \frac{M}{Y_2}$	$\sigma = \frac{My}{J_x} = \frac{M}{J_x y} = \frac{M}{Y_2}$ $\tau = \frac{QS^*}{bJ_x} = \frac{Q}{bJ_x/S^*} = \frac{Q}{Y_1}$	$\tau = \frac{Q}{A}$	$\tau = \frac{M_z \rho}{J_p} = \frac{M_z}{J_p / \rho} = \frac{M_z}{Y_4}$	Напряжение = Характерный силовой фактор = Соответствующая геометрическая характеристика сечения
4 Напряжения максимальные	$\sigma_{\max} = \frac{N}{A}$	$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x}$	$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x}$ $\tau_{\max} = k \frac{Q}{A} = \frac{Q}{Y_3}$	$\tau_{\max} = \frac{Q}{A}$	$\tau_{\max} = \frac{M_z}{W_p}$	
5 Условие прочности	$\frac{N}{A} \leq [\sigma]$	$\frac{M_{\max}}{W_x} \leq [\sigma]$	$\frac{M_{\max}}{W} \leq [\sigma],$ $\frac{Q}{A/k} \leq [\tau]$	$\frac{Q}{A} = [\tau]$	$\frac{M_z}{W_p} \leq [\tau]$	Максимальное действующее напряжение \leq [Допускаемое напряжение]
6 Перемещения и деформации (абсолютные)	$\Delta l = \frac{Nl}{EA} = \frac{N}{EA/l} = \frac{N}{\chi_N}$	$y = \frac{Ml^2}{2EJ} = \frac{M}{2EJ/l^2} = \frac{M}{\chi_M}; \ominus = \frac{Ml}{EJ} = \frac{M}{EJ/l} = \frac{M}{\chi_M}$	$y_{\max} = \frac{Ql^3}{3EJ} = \frac{Q}{3EJ/l^3} = \frac{Q}{\chi_Q}; \ominus_{\max} = \frac{Ql^2}{2EJ} = \frac{Q}{2EJ/l^2} = \frac{Q}{\chi_Q}$	$\delta = \frac{Qa}{GA} = \frac{Q}{GA/a} = \frac{Q}{\chi_Q}$	$\varphi = \frac{M_z l}{GJ_p} = \frac{M_z l}{GJ_p/l} = \frac{M_z}{\chi_{Mz}}$	Деформация = Характерный силовой фактор = Соответствующая погонная жесткость тела
7 Потенциальная энергия упругой деформации (ПЭД)	$U_N = \frac{N^2 l}{2EA} = \frac{N}{2EA/l} = \frac{1 N^2}{2 \chi_N}$	$U_M = \frac{Ml^2}{2EJ} = \frac{M^2}{2EJ/l^2} = \frac{1 M^2}{2 \chi_M}$	$U_M = \frac{M^2}{2EJ} = \frac{M^2}{2EJ/l^2} = \frac{1 M^2}{2 \chi_M}$ $U_Q = \frac{Q^2 l}{2GA} = \frac{Q^2}{2GA/l} = \frac{1 Q^2}{2 \chi_Q}$	$U_Q = \frac{Q^2 a}{2GA} = \frac{Q^2}{2GA/a} = \frac{1 Q^2}{2 \chi_Q}$	$U_{Mz} = \frac{M_z^2 l}{2GI_p} = \frac{M_z^2}{2GI_p/l} = \frac{1 M_z^2}{2 \chi_{Mz}}$	ПЭД = Квадрат характерного силовой фактор; = 1/2 Соответствующая погонная жесткость тела