

чения касательные напряжения принимаются одинаковыми и определяются ф-лой Журавского: $\tau = QS/Ib$, где Q — поперечная сила в сечении, S — статич. момент относительно нейтральной оси той части сечения, к-рая лежит выше (или ниже) рассматриваемой точки,

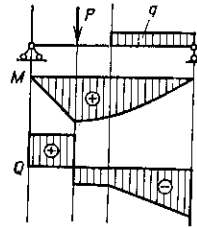


Рис. 3. Эпюры M и Q для балки, нагруженной одним сосредоточенным грузом P и равномерно распределенной нагрузкой интенсивностью q .

b — ширина сечения на уровне этой точки. Наибольшие τ имеют место у нейтральной оси бруса.

При И. ось бруса искривляется, её кривизна определяется выражением $1/\rho = M/EI$, где ρ — радиус кривизны изогнутой оси в рассматриваемом сечении, E — модуль продольной упругости материала (модуль Юнга). Ордината v изогнутой оси наз. прогибом в данной точке. При малых прогибах первоначально прямых брусьев зависимость между прогибом и изгибающим моментом выражается ур-нием: $d^2v/dx^2 = M/EI$, интегрированием к-рого находят выражение для изогнутой оси бруса $v = f(x)$.

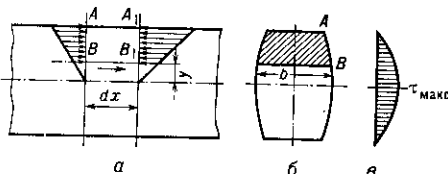


Рис. 4. Касательные напряжения при поперечном изгибе бруса: a — элемент $ABBA_1$, вырезаемый из бруса при исследовании касательных напряжений; b — сечение бруса; c — эпюра касательных напряжений.

Косой И. сводится к сочетанию двух плоских И., к-рые получаются разложением внешних сил (или изгибающих моментов) на составляющие по гл. осям инерции сечения. Нормальные напряжения обоих плоских И. складываются алгебраически и для произвольной точки сечения выражаются ф-лой:

$$\sigma = \frac{M_x}{I_x} y + \frac{M_y}{I_y} x,$$

где M_x, M_y — изгибающие моменты в сечении относительно гл. осей x и y ; I_x, I_y — моменты инерции сечения относительно гл. осей; x, y — координаты той точки поперечного сечения, в к-рой определяется напряжение.

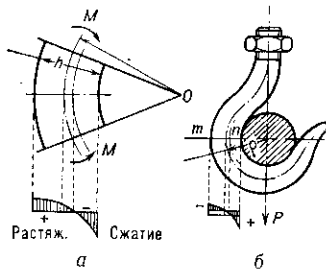


Рис. 5. Распределение напряжений: a — при чистом изгибе бруса большой кривизны; b — в крюке подъемного приспособления.

са, нормальные напряжения по высоте сечения по гиперболич. закону (рис. 5, a) и резко возрастают по мере приближения к внутрен. краю бруса. Напр., для крюка подъемного приспособления наибольшие напряжения возникают в сечении $m-n$ (рис. 5, b) и складываются из двух частей:

от растяжения силой P и от И. моментом $M = P\rho$, где P — нагрузка на крюк, ρ — радиус кривизны оси бруса в области сечения $m-n$. Для произвольной точки сечения $m-n$ нормальные напряжения определяются ф-лой:

$$\sigma = \frac{P}{F} + \frac{M}{S} \frac{y}{r-y},$$

где F — площадь поперечного сечения, S — статич. момент этой площади относительно нейтральной линии, y — расстояние от рассматриваемой точки до нейтральной оси, r — радиус кривизны нейтрального слоя, зависящий от формы и размеров поперечного сечения и кривизны бруса.

И. бруса с учётом пластич. деформаций можно исследовать приближённо, принимая, что материал одинаково работает на растяжение и сжатие, и беря наиболее простую зависимость между напряжениями и деформациями, напр. в виде ломаной линии, состоящей из наклонного участка при упругой и горизонтального — при пластич. деформации (рис. 6). При постепенном возрастании нагрузки в сечении с наибольшим изгибающим моментом сначала возникают упругие деформации, затем в крайних точках сечения появляются пластич. области (рис. 7), к-рые, постепенно увеличи-

Сечение с наибольшим изгиб. моментом



Рис. 6. Зависимость между напряжением σ и деформацией ϵ при упругопластическом изгибе бруса.

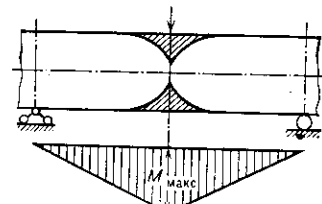


Рис. 7. Возникновение пластического шарнира в сечении с наибольшим изгибающим моментом.

ваясь, полностью охватывают обе половины сечения. Такое состояние наз. пластическим шарниром; ему соответствует предельный изгибающий момент, по которому определяют предельную нагрузку на брус.

При точном исследовании И. с учётом пластич. деформаций пользуются более сложными методами, изучая весь процесс деформирования бруса, его разгрузку и повторное нагружение. Исследование осложняется при необходимости учитывать влияние на И. времени, высоких темп-р, а также специфич. свойств материала, напр. в случае брусьев, выполняемых из пластмасс, следует учитывать реологич. эффекты (см. *Реология*).

Лит.: Беляев Н. М., Сопротивление материалов, 15 изд., М., 1976; Тимошенко С. П., Гудьер Дж., Теория упругости, пер. с англ., М., 1975; Терегулов И. Г., Сопротивление материалов и основы теории упругости и пластичности, М., 1984.

ИЗГИБНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ (магнитодрейфовое излучение), возникает при движении заряж. частиц вдоль искривлённых силовых линий магн. поля. Конечно, заряд. частица не может двигаться точно вдоль магн. силовой линии, т. к. в этом случае *Лоренца сила*, действующая со стороны магн. поля на частицу, обращается в нуль. В действительности у частицы наряду со скоростью вдоль магн. поля $v_{||}$ появляется дрейфовый компонент скорости v_{\perp} , ортогональный плоскости, касательной к силовой линии магн. поля:

$$v_{\perp} = \frac{v_{||}^2}{\omega_B R_m} \left(\frac{\mathcal{E}}{mc^2} \right)^2,$$

где $\omega_B = qB/mc$ — циклотронная частота, B — напряжённость магн. поля, R_m — радиус кривизны магн. силовых линий, c — скорость света в вакууме, \mathcal{E} ,