**Теоретическое пояснение**

СРАВНЕНИЕ РАСЧЕТА БАЛОК НА ПРОЧНОСТЬ ПО НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И ПО ДОПУСКАЕМОМУ НАПРЯЖЕНИЮ

Различие в расчете на прочность **по допускаемому напряжению и несущей способности** для пластичных материалов заключается в разных стадиях деформированного состояния балки, которое принимается за опасное состояние.

Расчеты на прочность обычно производят по нормальным напряжениям без учета упрочнения материала балки от пластической деформации. За основу берут идеализированные *диаграммы растяжения и сжатия материала балки* (рис. A ).

При расчете ***по допускаемому напряжению*** за опасное состояние балки принимают такое ее состояние, при котором в наиболее напряженном крайнем волокне балки нормальное напряжение достигает значения предела текучести материала σ**т** (рис. Б). В соответствии с эпюрой σ (см. рис. Б) изгибающий момент при опасном состоянии балки

*M* т *= σ* т *·W.* (1)



Вводя коэффициент запаса, получают формулу, определяющую *допускаемый изгибающий момент:*

(2)

В формулах (1) и (2) *W = Ix / y* max - момент сопротивления сечения, a *Ix* – момент инерции.

При расчете ***по несущей способности*** за опасное состояние балки принимают такое ее состояние, при котором во всех точках опасного сечения нормальные напряжения достигают значения предела текучести материала (рис. В). Это состояние в соответствии с эпюрой *σ* (см.рис.В) получается при следующей определенной величине изгибающего момента:

(3)

где *S* —статический момент **половины площади** поперечного сечения балки относительно центральной оси *x .* Коэффициент *2* в выражении 3 появился потому, что изгибающий момент компенсируют две эпюры: снизу и сверху от нейтральной оси.

Так как дальнейшее увеличение изгибающего момента в этом сечении невозможно, то говорят, что в сечении возник «пластический шарнир» и балка стала геометрически изменяемой системой.

Расчетную формулу для определения допускаемого изгибающего момента получают, вводя коэффициент запаса прочности

*M ’* max *=* 2[σ] *· S ,* (4)

Из сравнения формул (2) и (4) видно, что при одинаковых коэффициентах запаса допускаемый изгибающий момент *M’*max при расчете по несущей способности больше допускаемого изгибающего момента *M* max при расчете по допускаемому напряжению в η раз. Причем, величина η зависит только от геометрии поперечного сечения балки:

**η = *M’* max / *M* max= *2S/W.*** (5)

Таблица 1



**Примеры.** Даны сечения, симметричные относительно вертикальной оси. Используя данные табл.1, определить:

1)- координату центра тяжести *у* ц, относительно нижней точки;

2)- момент инерции относительно центральной оси *Ix;*

3)- момент сопротивления *W = Ix / y* max;

4)- статический момент *S* половины сечения *S =(0,5 A ) yц*', где*yц*' *-* расстояние от центральной оси *x*, до центра тяжести половины сечения, и

5) -отношение прочностных характеристик, рассчитанных по несущей способности и допускаемым напряжениям

η = *M’* max / *M* max= *2S/W.*



Решение.

*1) Iz = πr 4 /* 4; *W = Iz / r = πr 3 /* 4 *;*

*статический момент полукруга S =(0,5 A ) yц*' *=0,5 πr 2 ∙0,424 r =* 0,6667· *r* 3 *;*

η=2∙ 0,6667 *· r 3 ∙* 4 */( πr 3 )=* 1,699.

*2) Iz= a4/* 12; *W=a3/* 6 *, S= (a2/2)∙(a/4)=a3/8,* η =3/2 *=* 1,5.

*3) W = bh 2 /* 6 *, S = bh 2 /* 8 *,* η=1,5.

4)



Здесь:

- момент сопротивления *W* = *Iy / ymax* , где *Iy* - момент инерции квадрата, повернутого на ребро, находился как удвоенный момент инерции треугольника относительно основания (по теореме Штейнера);

- статический момент верхней половины квадрата определялся, исходя из формулы *S =(0,5 A ) yц' ,* где *A = a 2 -* площадь квадрата, *yц*' *=1/3( a √2/2)-* координата центра тяжести треугольника (половины квадрата).

5) Выведем формулу для статического момента половины площади треугольного поперечного сечения балки относительно центральной оси *z* .



В этом примере статический момент можно также рассчитать исходя из соотношения *S =(0,5 A ) yц' ,* где *yц*' =(1/3)(2 *h* /3)–координата центра тяжести верхней половины сечения, площадь которого

(0,5 *A )* =(1/2)(2 *b* /3)(2 *h* /3):



**Задание:**

Определить отношения η= *M ’* max / *M* max = *2 S / W* максимальных изгибающих моментов *M’*max и *M*max, установленных расчетом по несущей способности и по допускаемому напряжению для указанной формы поперечного сечения балки:

 *a* =1м



*у* ц - ордината центра тяжести, отсчитываемая от нижней точки сечения.

*у* ц*= м*

*Ix= м4*

*W= м3*

*S= м3*

η=

Задача №2


|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Высота* *опоры* *l , м*  | *Угол α*  |  *Вид сечения*  | *Размеры сечения D , см*  |
| 20  | π / 8  | круг  | D=25  |

Дана линия электропередачи. В штатном режиме в опоре создаются напряжения сжатия, обусловленные провисанием проводов– σсж. В случае обрыва одного из проводов напряжения сжатия уменьшаются вдвое, но появляются напряжения от изгибающего момента σизг. Найти отношение напряжений, возникающих в опоре в аварийном и штатном режиме



(При расчетах используйте табл.1 предыдущей задачи.)

*σ*авар/σ сжат=