"Сопротивление материалов".

Для заданной схемы стальной балки круглого постоянного сечения, нагруженной распределенной нагрузкой q, сосредоточенной силой F, изгибающим моментом М и крутящими моментами Т, произвести следующие расчеты:

– определить составляющие реакций в опорах;

– построить эпюру поперечных сил;

– построить эпюру изгибающих моментов;

– построить эпюру крутящих моментов;

– пользуясь построенными эпюрами и механическими характеристиками принятого материала (табл. 2), по одной из теорий прочности определить величину минимально допускаемого диаметра (полученное значение округлить до ближайшей большей величины из ряда нормальных линейных размеров по ГОСТ 6636-69 (табл. 3).

Маркой стали балки задаться самостоятельно (табл. 2).

Коэффициент безопасности по пределу текучести Sтр принять равным 2.

Таблица 1.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| q,кН | F, кН | M, кНм | T,кНм | b, м | k |
| 2,4 | 10 | 20 | 47 | 1,6 | 0,8 |

Таблица 2.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка стали | Сечение, мм | Термообработка | НВ сердцевины | НRС поверхности | σт | σв |
| МПа |
| Конструкционные стали повышенной и высокой обрабатываемости резанием. ГОСТ 1414-75. |
| А11 | Любое | Горячая без термической обработки | 156 | - | - | 410 |
| А12 |
| А20 | 164 | 450 |
| А30 | 181 | 510 |
| А35 | 196 | 390 |

Окончание таб. 2

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка стали | Сечение, мм | Термообработка | НВ сердцевины | НRC поверхности | σт | σв |
| МПа |
| Качественные углеродные конструкционные стали ГОСТ 1050-88 |
| 15 | ≤50 | Цементная закалка в воде, отпуск | - | 56-62 | 245 | 442 |
| 35 | Любое | Нормализация | 136-192 | - | 270 | 550 |
| 45 | 179-207 | 320 | 600 |
| <80 | Улучшение | 235-262 | 540 | 780 |
| 45 | ≤50 | Закалка в масле, отпуск | - | 30-40 | 638 | 883 |
| 45 | ≤20 | Закалка в воде или в щелочном растворе | - | 40-50 | 1177 | 932 |
| Легированные стали ГОСТ 4543-71 |
| 40Х | ≤125 | Улучшение | 235-262 | - | 640 | 790 |
| ≤80 | 269-302 | 750 | 900 |
| 40Х | ≤80 | Улучшение, закалка ТВЧ | 269-302 | 45-50 | 750 | 900 |
| ≤50 | Закалка в масле, высокий отпуск | 230-280 | - | 590 | 785 |
| ≤100 | 510 | 736 |
| 35ХМ | ≤200 | Улучшение | 235-262 | 670 | 800 |
| ≤125 | 269-302 | 790 | 920 |
| Улучшение, закалка ТВЧ | 48-53 | 790 |
| 40ХН | ≤200 | Улучшение | 235-262 | - | 630 | 800 |
| ≤125 | Улучшение, закалка ТВЧ | 269-302 | 48-53 | 750 | 920 |

Таблица 3.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3,2 | 4,8 | 7,1 | 10,5 | 16 | 24 | 35\* | 48 | 62\* | 75 | 110 | 170 | 250 | 360 | 530 |
| 3,4 | 5 | 7,5 | 11 | 17 | 25 | 36 | 50 | 63 | 80 | 120 | 180 | 260 | 380 | 560 |
| 3,6 | 5,3 | 8 | 11,5 | 18 | 26 | 38 | 52\* | 65\* | 85 | 125 | 190 | 280 | 400 | 600 |
| 3,8 | 5,6 | 8,5 | 12 | 19 | 28 | 40 | 53 | 67 | 90 | 130 | 200 | 300 | 420 | 630 |
| 4 | 6 | 9 | 13 | 20 | 30 | 42 | 55\* | 70\* | 95 | 140 | 210 | 320 | 450 | 670 |
| 4,2 | 6,3 | 9,5 | 14 | 21 | 32 | 45 | 56 | 71 | 100 | 150 | 220 | 340 | 480 | 710 |
| 4,5 | 6,7 | 10 | 15 | 22 | 34 | 47\* | 60 | 72\* | 105 | 160 | 240 | 340 | 500 | 720 |

Примечание. В таблице 3 звездочкой (\*) помечены размеры посадочных мест для подшипников качения. В других случаях использование не рекомендуется.



Расчет балки круглого сечения на статическую прочность сводится к определению напряжений и к определению коэффициента безопасности и сравнению полученных значений с допускаемыми.

Напряжения в наиболее опасном сечении вала определяют (по третьей теории прочности) по формуле:

$$σ=\frac{\sqrt{М^{2}+Т^{2}}}{W}\leq σ\_{p,}$$

где М – максимальный изгибающий момент;

T – крутящий момент;

W – момент сопротивления.

Значения момента сопротивления для балки круглого сечения

$W=πd^{3}/32$.

Допускаемые напряжения σp равны:

$$σ\_{р}=\frac{σ\_{Т}}{S\_{тр}},$$

где σт – предел текучести материала вала; значения σт приведены в табл. 1;

Sтр – допускаемый коэффициент безопасности по пределу текучести; Sтр = 1,5...2,0.

Коэффициент безопасности по пределу текучести определяется по нижеприведенной формуле и его величина сравнивается с допускаемой величиной:

Sт = SσтSτт(Sσт2+Sτт2)0,5≥Sтр,

где

Sσт = σтW/Mmax;

Sτт = τт(Tmax/Wp +1,33Qmax/A).

Здесь Mmax - наибольшее значение изгибающего момента в рассматриваемом сечении;

Tmax - наибольшее значение крутящего момента в рассматриваемом сечении;

Qmax - наибольшее значение перерезывающей силы в рассчитываемом сечении;

σт, τт - предел текучести материала вала по нормальным и касательным напряжениям (табл. 1);

A - площадь рассматриваемого сечения.