1)Вычисление общего центра тяжести
2)Вычисление мом-тов инерции всего сечения относ. центр. осей.
3)Определение положения главных центральных осей.
4)Определение главных моментов инерции
5)Проверка



 Таблица 3.4

**Сталь прокатная – балки двутавровые (ГОСТ 8239–72)**

|  |  |
| --- | --- |
| *d**y**x**x**y**R**t**r**h**b* | *h*  – высота балки;*b*  – ширина полки;*d* – толщина стенки;*t* – средняя толщина полки*R* – радиус внутреннего закругления полки;*r* – радиус наружного закругления полки;*J* – момент инерции;*i* – радиус инерции;*W* – момент сопротивления;*S* – статический момент полусечения |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номерпро-филя | Масса,кг/м | *h*,мм | *b*,мм | *d*,мм | *t*,мм | *R*,мм | *r*,мм | Площадьсечениясм2 | *Jx*,см4 | *Wx*,см3 | *ix* ,см | *Sx*,см3 | *Jy*,см4 | *Wy*,см3 | *iy*,см |
| 10 |  9,46 | 100 | 55 | 4,5 | 7,2 | 7,0 | 2,5 | 12,0 | 198 | 39,7 | 4,06 | 23,0 | 17,9 |  6,49 | 1,22 |
| 12 | 11,5 | 120 | 64 | 4,8 | 7,3 | 7,5 | 3,0 | 14,7 | 350 | 58,4 | 4,88 | 33,7 | 27,3 |  8,72 | 1,38 |
| 14 | 13,7 | 140 | 73 | 4,9 | 7,5 | 8,0 | 3,0 | 17,4 | 572 | 81,7 | 5,73 | 46,8 | 41,9 | 11,5 | 1,55 |
| 16 | 15,9 | 160 | 81 | 5,0 | 7,8 | 8,5 | 3,5 | 20,2 | 873 | 109 | 6,57 | 62,3 | 58,6 | 14,5 | 1,70 |
| 18 | 18,4 | 180 | 90 | 5,1 | 8,1 | 9,0 | 3,5 | 23,4 |  1290 | 143 | 7,42 | 81,4 | 82,6 | 18,4 | 1,88 |
|  18а | 19,9 | 180 | 100 | 5,1 | 8,3 | 9,0 | 3,5 | 25,4 |  1430 | 159 | 7,51 | 89,8 | 114 | 22,8 | 2,12 |
| Окончание табл. 3.4 |
| Номер профиля | Масса,кг/м | *h*,мм | *b*,мм | *d*,мм | *t*,мм | *R*,мм | *r*,мм | Площадьсечениясм2 | *Jx*,см4 | *Wx*,см3 | *ix* ,см | *Sx*,см3 | *Jy*,см4 | *Wy*,см3 | *iy*,см |
| 20 | 21,0 | 200 | 100 |  5,2 |  8,4 |  9,5 | 4,0 |  26,8 |  1840 | 184 |  8,28 |  104 | 115 | 23,1 | 2,07 |
|  20а | 22,7 | 200 | 110 |  5,2 |  8,6 |  9,5 | 4,0 |  28,9 |  2030 | 203 |  8,37 |  114 | 155 | 28,2 | 2,32 |
| 22 | 24,0 | 220 | 110 |  5,4 |  8,7 | 10,0 | 4,0 |  30,6 |  2550 | 232 |  9,13 |  131 | 157 | 28,6 | 2,27 |
|  22а | 25,8 | 220 | 120 |  5,4 |  8,9 | 10,0 | 4,0 |  32,8 |  2790 | 254 |  9,22 |  143 | 206 | 34,3 | 2,50 |
| 24 | 27,3 | 240 | 125 |  5,6 |  9,5 | 10,5 | 4,0 |  34,8 |  3460 | 289 |  9,97 |  163 | 198 | 34,5 | 2,37 |
|  24а | 29,4 | 240 | 125 |  5,6 |  9,8 | 10,5 | 4,0 |  37,5 |  3800 | 317 | 10,10 |  178 | 260 | 41,6 | 2,63 |
| 27 | 31,5 | 270 | 125 |  6,0 |  9,8 | 11,0 | 4,5 |  40,2 |  5010 | 371 | 11,20 |  210 | 260 | 41,5 | 2,54 |
|  27а | 33,9 | 270 | 135 |  6,0 | 10,2 | 11,0 | 4,5 |  43,2 |  5500 | 407 | 11,30 |  229 | 337 | 50,0 | 2,80 |
| 30 | 36,5 | 300 | 135 |  6,5 | 10,2 | 12,0 | 5,0 |  46,5 |  7080 | 472 | 12,30 |  268 | 337 | 49,9 | 2,69 |
|  30а | 39,2 | 300 | 145 |  6,5 | 10,7 | 12,0 | 5,0 |  49,9 |  7780 | 518 | 12,50 |  292 | 436 | 60,1 | 2,95 |
| 33 | 42,2 | 330 | 140 |  7,0 | 11,2 | 13,0 | 5,0 |  53,8 |  9840 | 597 | 13,50 |  339 | 419 | 59,9 | 2,79 |
| 36 | 48,6 | 360 | 145 |  7,5 | 12,3 | 14,0 | 6,0 |  61,9 | 13380 | 743 | 14,70 |  423 | 516 | 71,1 | 2,89 |
| 40 | 57,0 | 400 | 155 |  8,3 | 13,0 | 15,0 | 6,0 |  72,6 | 19062 | 953 | 16,20 |  545 | 667 | 86,1 | 3,03 |
| 45 | 66,5 | 450 | 160 |  9,0 | 14,2 | 16,0 | 7,0 |  84,7 | 27696 |  1231 | 18,10 |  708 | 808 | 101,0 | 3,09 |
| 50 | 78,5 | 500 | 170 | 10,0 | 15,2 | 17,0 | 7,0 | 100,0 | 39727 |  1589 | 19,90 | 919 | 1043 | 123,0 | 3,23 |
| 55 | 92,6 | 550 | 180 | 11,0 | 16,5 | 18,0 | 7,0 | 118,0 | 55962 |  2035 | 21,80 | 1181 | 1356 | 151,0 | 3,39 |
| 60 |  108,0 | 600 | 190 | 12,0 | 17,8 | 20,0 | 8,0 | 138,0 | 76806 |  2560 | 23,60 | 1491 | 1725 | 182,0 | 3,54 |

Таблица 3.5

**Сталь прокатная – швеллеры (ГОСТ 8240–72)**

*y*

*d*

d

*z*0

*R*

*b*

*x*

*x*

*y*

*r*

*h*

*t*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|

|  |
| --- |
| *h* – высота профиля;*b* – ширина полки;*d* – толщина стенки;*t* – средняя толщина полки;*R* – радиус внутреннего закругления полки;*r* – радиус наружного закругления полки;*J* – момент инерции;*i* – радиус инерции;*W* – момент сопротивления;*S* – статический момент полусечения;*z*0– расстояние от оси *y*–*y* до наружной стенки |

 | *h* – высота балки;*b* – ширина полки;*d* – толщина стенки;*t* – средняя толщина полки*R* – радиус внутреннего закругления полки;*r* – радиус наружного закругления полки;*J* – момент инерции;*i* – радиус инерции;*W* – момент сопротивления;*S* – статический момент полусечения |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер профиля | Масса,кг/м | *h*,мм | *b*,мм | *d*,мм | *t*,мм | *R*,мм | *r*,мм | Площадьсечения,см2 | *Jx*,см4 | *Wx*,см3 | *ix* ,см | *Sx*,см3 | *Jy*,см4 | *Wy*,см3 | *iy*,см | *z*0,см |
| 5 | 4,84 | 50 | 32 | 4,4 | 7,0 | 6,0 | 2,5 | 6,16 | 22,8 | 9,1 | 1,92 | 5,59 | 5,6 | 2,75 | 0,95 | 1,16 |
| 6,5 | 5,90 | 65 | 36 | 4,4 | 7,2 | 6,0 | 2,5 | 7,51 | 48,6 | 15,0 | 2,54 | 9,0 | 8,7 | 3,68 | 1,08 | 1,24 |
| 8 | 7,05 | 80 | 40 | 4,5 | 7,4 | 6,5 | 2,5 | 8,98 | 89,4 | 22,4 | 3,16 | 13,3 | 12,8 | 4,75 | 1,19 | 1,31 |
| 10 | 8,59 | 100 | 46 | 4,5 | 7,6 | 7,0 | 2,5 | 10,9 | 174 | 34,8 | 3,99 | 20,4 | 20,4 | 6,46 | 1,37 | 1,44 |
| 12 | 10,4 | 120 | 52 | 4,8 | 7,8 | 7,5 | 3,0 | 13,3 | 304 | 50,6 | 4,78 | 29,6 | 31,2 | 8,52 | 1,53 | 1,54 |
| 14 | 12,3 | 140 | 58 | 4,9 | 8,1 | 8,0 | 3,0 | 15,6 | 491 | 70,2 | 5,60 | 40,8 | 45,4 | 11,0 | 1,70 | 1,67 |
| 14а | 13,3 | 140 | 62 | 4,9 | 8,7 | 8,0 | 3,0 | 17,0 | 545 | 77,8 | 5,66 | 45,1 | 57,5 | 13,3 | 1,84 | 1,87 |

Окончание табл. 3.5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер профиля | Масса,кг/м | *h*,мм | *b*,мм | *d*,мм | *t*,мм | *R*,мм | *r*,мм | Площадьсечения,см2 | *Jx*,см4 | *Wx*,см3 | *ix* ,см | *Sx*,см3 | *Jy*,см4 | *Wy*,см3 | *iy*,см | *z*0,см |
| 16 | 14,2 | 160 | 64 | 5,0 | 8,4 | 8,5 | 3,5 | 18,1 |  747 | 93,4 | 6,42 | 54,1 | 63,3 | 13,8 | 1,87 | 1,80 |
|  16а | 15,3 | 160 | 68 | 5,0 | 9,0 | 8,5 | 3,5 | 19,5 |  823 | 103 | 6,49 | 59,4 | 78,8 | 16,4 | 2,01 | 2,00 |
| 18 | 16,3 | 180 | 70 | 5,1 | 8,7 | 9,0 | 3,5 | 20,7 | 1090 | 121 | 7,24 | 69,8 | 86 | 17,0 | 2,04 | 1,94 |
|  18а | 17,4 | 180 | 74 | 5,1 | 9,3 | 9,0 | 3,5 | 22,2 | 1190 | 132 | 7,32 | 76,1 | 105 | 20,0 | 2,18 | 2,13 |
| 20 | 18,4 | 200 | 76 | 5,2 | 9,0 | 9,5 | 4,0 | 23,4 | 1520 | 152 | 8,07 | 87,8 | 113 | 20,5 | 2,30 | 2,07 |
|  20а | 19,8 | 200 | 80 | 5,2 | 9,7 | 9,5 | 4,0 | 25,2 | 1670 | 167 | 8,15 | 95,9 | 139 | 24,2 | 2,35 | 2,28 |
| 22 | 21,0 | 220 | 82 | 5,4 | 9,5 | 10,0 | 4,0 | 26,7 | 2110 | 192 | 8,89 | 110 | 151 | 25,1 | 2,37 | 2,21 |
|  22а | 22,6 | 220 | 87 | 5,4 | 10,2 | 10,0 | 4,0 | 28,8 | 2330 | 212 | 8,99 | 121 | 187 | 30,0 | 2,55 | 2,46 |
| 24 | 24,0 | 240 | 90 | 5,6 | 10,0 | 10,5 | 4,0 | 30,6 | 2900 | 242 | 9,73 | 139 | 208 | 31,6 | 2,60 | 2,42 |
|  24а | 25,8 | 240 | 95 | 5,6 | 10,7 | 10,5 | 4,0 | 32,9 | 3180 | 265 | 9,84 | 151 | 254 | 37,2 | 2,78 | 2,67 |
| 27 | 27,7 | 270 | 95 | 6,0 | 10,5 | 11,0 | 4,5 | 35,2 | 4160 | 308 | 10,9 | 178 | 262 | 37,3 | 2,73 | 2,47 |
| 30 | 31,8 | 300 | 100 | 6,5 | 11,0 | 12,0 | 5,0 | 40,5 | 5810 | 387 | 12,0 | 224 | 327 | 43,6 | 2,84 | 2,52 |
| 33 | 36,5 | 330 | 105 | 7,0 | 11,7 | 13,0 | 5,0 | 46,5 | 7980 | 484 | 13,1 | 281 | 410 | 51,8 | 2,97 | 2,59 |
| 36 | 41,9 | 360 | 110 | 7,5 | 12,6 | 14,0 | 6,0 | 53,4 | 10820 | 601 | 14,2 | 350 | 513 | 61,7 | 3,10 | 2,68 |
| 40 | 48,3 | 400 | 115 | 8,0 | 13,5 | 15,0 | 6,0 | 61,5 | 15220 | 761 | 15,7 | 444 | 642 | 73,4 | 3,23 | 2,75 |

Таблица 3.6

**Сталь прокатная угловая равнополочная (ГОСТ 8509–72)**

##### *R*

*r*

*z*0

*x*0

*y*0

*x*0

*y*0

*y*

*h*

*t*

*b*

*x*

 *h* – высота балки;

 *b* – ширина малой полки;

 *d* – толщина полки;

 *t* – средняя толщина полки;

 *R* – радиус внутреннего закругления полки;

 *r*  – радиус наружного закругления полки;

 *J* – момент инерции;

 *i* – радиус инерции;

 *W* – момент сопротивления;

 *z*0 – расстояние от центра тяжести до наружных граней полок;

*Jx,y* – центробежный момент инерции

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер профиля | Масса, кг/м | *b*,мм | *t*,мм | *R*,мм | *r*,мм | Площадьсечения,см2 | *Jx*,см4 | *ix*,см | ,см4 | ,см | ,см4 | ,см | *z*0,см |
| 4,5 | 2,082,733,373,99 | 45 | 3456 | 5,0 | 1,7 | 2,653,434,295,08 | 5,136,638,039,35 | 1,391,381,371,36 |  8,1310,5212,7414,80 | 1,751,741,721,71 | 2,122,743,333,90 | 0,890,890,880,88 | 1,211,261,301,34 |

|  |
| --- |
| Продолжение табл. 3.6 |
| Номер профиля | Масса, кг/м | *b*,мм | *t*,мм | *R*,мм | *r*,мм | Площадьсечения,см2 | *Jx*,см4 | *ix*,см | ,см4 | ,см | ,см4 | ,см | *z*0,см |
| 5,0 | 2,323,053,774,475,155,82 | 50 | 345678 | 5,5 | 1,8 | 2,963,894,805,696,567,41 |  7,11 9,2111,2013,0714,8416,51 | 1,551,541,531,521,501,49 | 11,2714,6317,7720,7223,4726,03 | 1,951,941,921,911,891,87 | 2,953,804,635,436,216,98 | 1,000,990,980,980,970,97 | 1,331,381,421,461,501,53 |
| 5,6 | 3,444,25 | 56 | 45 | 6,0 | 2,0 | 4,385,41 | 13,1015,97 | 1,731,72 | 20,7925,36 | 2,182,16 | 5,416,59 | 1,111,10 | 1,521,57 |
| 6 | 3,714,585,437,108,70 | 60 | 4568 10 | 7,0 | 2,3 | 4,725,836,929,04 11,08 | 16,2119,7923,2129,5535,32 | 1,851,841,831,811,79 | 25,6931,4036,8146,7755,64 | 2,332,322,312,272,24 | 6,728,189,60 12,34 15,00 | 1,191,181,181,171,16 | 1,621,661,701,781,85 |
| 6,3 | 3,904,815,72 | 63 | 456 | 7,0 | 2,3 | 4,696,137,28 | 18,8623,1027,06 | 1,951,941,93 | 29,9036,8042,91 | 2,452,442,43 | 7,819,52 11,18 | 1,251,251,24 | 1,691,741,78 |
| 7 | 4,875,386,397,398,3710,29 | 70 | 4,5567810 | 8,0 | 2,7 | 6,206,868,159,42 10,67 13,11 | 29,0431,9437,5842,9848,1657,90 | 2,162,162,152,142,122,10 | 46,0350,6759,6468,1976,3591,52 | 2,722,722,712,692,682,64 |  12,04 13,22 15,52 17,77 19,97 24,27 | 1,391,391,381,371,371,36 | 1,881,901,941,992,022,10 |

Продолжение табл. 3.6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер профиля | Масса, кг/м | *b*,мм | *t*,мм | *R*,мм | *r*,мм | Площадьсечения,см2 | *Jx*,см4 | *ix*,см | ,см4 | ,см | ,см4 | см | *z*0,см |
| 7,5 |  5,80 6,89 7,96 9,0210,07 | 75 | 56789 | 9 | 3,0 |  7,39 8,7810,1511,5012,83 |  39,53 46,57 53,34 59,84 66,10 | 2,312,302,292,282,27 |  62,65 73,87 84,61 94,89104,72 | 2,912,902,892,872,86 | 16,4119,2822,0724,8027,48 | 1,491,481,471,471,46 | 2,022,062,102,152,18 |
| 8 |  6,78 7,36 8,51 9,6511,8814,05 | 80 |  5,56781012 | 9 | 3,0 |  8,63 9,3810,8512,3015,1417,90 |  52,68 56,97 66,31 73,36 88,58102,74 | 2,472,472,452,442,422,40 |  83,56 90,40103,66116,39140,31162,27 | 3,113,113,093,083,043,01 | 21,8023,5426,9730,3236,8543,21 | 1,591,581,581,571,561,55 | 2,172,192,232,272,352,42 |
| 9 |  8,33 9,64 10,93 12,20 13,48 15,96 | 90 | 6789 10 12 | 10 | 3,3 | 10,6112,2813,9315,6017,1720,33 |  82,10 94,30106,11118,00128,60149,67 | 2,782,772,762,752,742,71 | 130,00149,67168,42186,00203,93235,88 | 3,503,493,483,463,453,41 | 33,9738,9443,8048,6053,2762,40 | 1,791,781,771,771,761,75 | 2,432,472,512,552,592,67 |

|  |
| --- |
| Продолжение табл. 3.6 |
| Номер профиля | Масса, кг/м | *b*,мм | *t*,мм | *R*,мм | *r*,мм | Площадьсечения,см2 | *Jx*,см4 | *ix*,см | ,см4 | ,см | ,см4 | ,см | *z*0,см |
| 10 | 10,06 10,79 12,25 15,10 17,90 20,63 21,97 | 100 |  6,5 7 810121415 | 12 | 4,0 | 12,8213,7515,6019,2422,8026,2827,99 | 122,10130,59147,19178,95208,90237,15250,82 | 3,093,083,073,053,033,002,99 | 193,46207,01233,46283,83330,95374,98395,87 | 3,893,883,873,843,813,783,76 | 50,7354,1660,9274,0886,8499,32105,48 | 1,991,981,981,961,951,941,94 | 2,682,712,752,832,912,993,03 |
| 11 | 11,8913,50 | 110 |  7 8 | 12 | 4,0 | 15,1517,20 |  175,61 198,17 | 3,403,39 |  278,54 314,51 | 4,294,28 |  72,68 81,83 | 2,192,18 | 2,963,00 |
| 12 | 14,7618,2421,6726,68 | 120 |  8 91012 | 14 | 4,6 | 18,8023,2427,6033,99 |  259,75 317,16 371,80 448,90 | 3,723,693,673,63 |  412,45 503,79 590,28 711,32 | 4,684,664,624,57 | 107,04130,54153,33186,48 | 2,392,372,362,34 | 3,253,333,413,53 |
| 12,5 | 15,4617,3019,1022,6826,2029,65 | 125 |  8 910121416 | 14 | 4,6 | 19,6922,024,3328,8933,3737,77 |  294,36 327,48 359,82 422,23 481,76 538,56 | 3,873,863,853,823,803,78 |  466,76 520,00 571,04 670,02 763,90 852,84 | 4,874,864,844,824,784,75 | 121,96135,88148,59174,43199,62224,29 | 2,492,482,472,462,452,44 | 3,363,403,453,533,613,68 |

Продолжение табл. 3.6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер профиля | Масса, кг/м | *b*,мм | *t*,мм | *R*,мм | *r*,мм | Площадьсечения,см2 | *Jx*,см4 | *ix*,см | ,см4 | ,см | ,см4 | ,см | *z*0,см |
| 14 | 19,4121,4525,50 | 140 |  91012 | 14 | 4,6 | 24,7227,3332,49 |  465,72 512,29 602,49 | 4,344,334,31 |  739,42 813,62 956,98 | 5,475,465,43 | 192,03210,96248,01 | 2,792,782,76 | 3,783,823,90 |
| 16 | 31,4334,4237,3943,5749,0754,7960,44 | 160 | 10111214161820 | 16 | 5,3 | 24,6727,0228,3533,9738,5243,0147,44 |  774,24 844,21 912,891046,471175,191290,241418,85 | 4,964,954,944,924,894874,85 | 1229,101340,061450,001662,131865,732061,032248,26 | 6,256,246,236,206,176,136,10 | 319,38347,77375,78430,81484,64537,46549,43 | 3,193,183,173,163,143,133,12 | 4,304,354,394,474,554,634,70 |
| 18 |  30,47 33,12 | 180 | 1112 | 16 | 5,3 | 38,6042,19 | 1216,441316,42 | 5,605,59 | 1933,102092,78 | 7,067,04 | 499,78540,45 | 3,593,58 | 4,854,89 |
| 20 |  36,97 39,92 42,80 48,65 60,08 74,02 | 200 | 121314162025 | 18 | 6,0 | 47,1050,8554,6061,9876,5494,29 | 1822,781960,772097,002362,572871,473466,21 | 6,226,216,206,176,126,06 | 2896,163116,183333,003755,394560,425494,04 | 7,847,837,817,787,727,63 | 749,40805,35861,00969,741181,901438,40 | 3,993,983,973,963,933,91 | 5,375,425,465,545,705,89 |

Окончание табл. 3.6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер профиля | Масса, кг/м | *b*,мм | *t*,мм | *R*,мм | *r*,мм | Площадьсечения,см2 | *Jx*,см4 | *ix*,см | ,см4 | ,см | ,см4 | ,см | *z*0,см |
| 22 |  47,40 53,83 | 220 | 1416 | 21 | 7,0 | 60,3868,58 | 2814,363175,44 | 6,836,81 | 4470,155045,37 | 8,608,58 | 1158,601305,50 | 4,394,36 | 5,916,02 |
| 25 |  61,55 68,86 76,11 83,31 93,97104,50111,40 | 140 | 16182022252830 | 24 | 8,0 | 78,4087,7296,96 106,10 119,70 133,10 142,00 | 4717,105247,245764,876270,327006,397716,868176,52 | 7,767,737,717,697,657,617,59 | 7492,108336,699159,739961,6011125,5012243,8012964,70 | 9,789,759,729,699,649,599,56 | 1942,102157,802370,002579,002887,303189,903389,00 | 4,984,964,944,939,914,904,89 | 6,756,836,917,007,117,237,31 |