|  |  |
| --- | --- |
| **Пример расчёта** Подобрать сечение однопролётной шарнирно опёртой балки настила из прокатного двутавра. по исходным данным из табл. 1. Пролёт – 6,0 м, нагрузка равномерно распределённая: расчетная нагрузка fк = 40 кН/м. Рекомендуемая для использования марка стали S235 ( fy = 235 Н/мм2, см. таблицу 2 при ≤40мм). Шаг 1. Изгибающий момент, поперечная сила (рис. 1) и требуемый момент сопротивления от расчетной нагрузки будут равны:  | **Есептеу мысалы**Кестедегі бастапқы мәліметтер бойынша прокатты қоставрынан бір аралықты топсалы тірелген төсем арқалығының қимасын таңдау:1. Аралық-l=6,0 м = 600 см, жүктеме біркелкі бөлінген: есептік жүктеме fк = 40 кН/м, пайдалануға ұсынылатын болат маркасы S235 ( fy = 235 кН/см2 2-кестесін қараңыз).Қадам 1. Есептік жүктемеден иілу моменті, көлденең күш (сурет. 1) және қажетті қарсылық моменті тең болады: |
| fк = 38 кН/м  |
|  |
| Ммах=q·l2/8=171кНм Q мах = q·l/2= 114кН |
|  |  | Q мах = q·l/2= 114кН |
| Рисунок 1 – Схема загружения балкиМмах = $\frac{fк·l^{2}}{8}$ = $\frac{38·6^{2}}{8}$= 171 кНм = 171·102кНсм |
| Qмах = $\frac{q·l}{2}$=$\frac{38·6}{2}$=114 кН |
|

|  |  |
| --- | --- |
| Шаг.2 Определение класса сеченияОпределение класса сечения ведется по требованиям пункта 5.3.2 и таблицы 5.5 СН РК EN 1993-1-1.Класс сечения двутавра – класс 1.Расчет несущей способности при изгибе (см. Пункт 6.6 СН РК EN 1993-1-1):Условие прочности по Формуле (6.12) СН РК EN 1993-1-1: | 2 қадам. Қима класын анықтауҚима класын анықтау ҚР ҚН EN 1993-1-1 5.5-кестесінің және 5.3.2-тармағының талаптары бойынша жүргізіледі.Қоставр қимасының классы-1.Иілу кезіндегі көтеру қабілетін есептеу (ҚР ҚН EN 1993-1-1 6.6-тармағын қараңыз)):Беріктік шарты (6.12) ҚР ҚН EN 1993-1-1 формуласы бойынша: |

Меd / МсRd ≤ 1

|  |  |
| --- | --- |
| Частный коэффициент безопасности (см. НП.2.13 СН РК EN 1993-1-1):ℽМО =1момент сопротивления сечения относительно главной оси (y-y), необходимый при действующих нагрузках: | Жеке қауіпсіздік коэффициенті (NP қараңыз.2.13 ҚР ҚН EN 1993-1-1):ℽМО =1қолданыстағы жүктемелер кезінде қажетті негізгі оське (y-y) қатысты қиманың кедергі моменті: |

Wрl = $\frac{Меd}{ℽмо·fy}$ =$\frac{171·1000}{1·235}$ = 727,6см3 |
| Назначаем профиль № 36 по ГОСТ 8239-89\* с характеристиками сечения (таблица № 3): Wрl = 743 см3, Iх = 13380 см4, S = 423см3, tw = 12,3 мм = 1,23см | № 36 қоставрды ГОСТ 8239-89\* қима сипаттамасымен тағайындаймыз (№3 кесте): W = 743 см3, Ix = 13380 см4, S = 423см3, tw = 12,3 мм = 1,23см |
| Шаг 3. Расчетное значение несущей способности поперечного сечения класса 1 при изгибе по Формуле (6.13) СН РК EN 1993-1-1: | Қадам 3. Арқалықтың таңдалған қимасының көтергіш қабілетін тексеру: А) иілу сәтінің әс |
| МсRd = МрlRd = | Wрl·fу | = | 743·235 | =174,6кНм |
| γМО | 1,0·1000 |
| Условие прочности: | Беріктік шарты: |
|  | Меd | = | 171 | =0,98<1 |
|  | МсRd | 174,6 |
| Предельный прогиб балки: | Арқалықтың шекті иілуі: |
| w = $\frac{5 ·fк·L^{4}}{384·Е·J}$ = $\frac{5·38·600^{4}}{384·20600·13 3800·100}$ = 2,33см < δlimit = 3,0мм |
| где E = 2,06·104 кН/см2 – модуль упругости материала балки (стали); δlimit = l/200 = 600/200=3 см - предельно допустимый прогиб по таблице 4. Жёсткость балки обеспечена. | мұндағы E = 2,06·104 кН/см2 – Арқалық (болат) материалының серпімділік модулі; δlimit = l/200 = 600/200=3 см – 4 кесте бойынша шекті жол берілетін майысу. Арқалықтың қатаңдығы қамтамасыз етілген. |

Кесте 1 – Прокатты болат арқалықтарын есептеуге арналған бастапқы мәліметтер

Таблица 1 - Исходные данные для расчёта стальных прокатных балок

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № есептер варианты вариантов задач | ФИО студентов | Арқалықтың аралығыПролёт балки L, м | Есептік жүктеме Расчетная нагрузка fк, кН/м | МемСт 27772-88 болат маркасыМарка стали по ГОСТ 27772-88 |
| 1 |  | 2 | 3 | 5 |
| 1234567891011121314151617181920212223242526272829303132333435363738394041424344454647484950515253545556575859606162636465666768697071727374757677787980818283848586 |  | 5,2 5,4 5,6 5,8 6,0 6,2 6,4 6,6 6,8 7,2 5,2 5,4 5,6 5,8 6,0 6,2 6,4 6,6 6,8 7,0 5,6 5,8 6,0 6,2 6,4 6,66,87,25,2 5,4 5,6 5,8 6,0 6,2 6,4 6,6 6,8 7,2 5,2 5,4 5,6 5,8 6,0 6,2 6,4 6,6 6,8 7,0 5,6 5,8 6,0 6,2 6,4 6,66,87,27,06,86,66,46,26,05,85,65,45,25,6 5,8 6,0 6,2 6,4 6,66,87,27,06,86,66,46,26,05,85,65,45,25,45,6 | 28,629,129,930,731,232,132,433,234,335,135,736,136,837,5384140,339,839,238,738,137,536,635,134,333,232,131,51515,315,615,916,216,516,817,117,417,71818,318,618,919,219,519,820,120,420,72121,321,621,922,222,522,823,123,423,82424,324,62525,325,62626,426,72727,327,62828,328,62929,329,63030,330,630,931,231,531,83232,432,8 | S 235 S 275S 235S 275S 235S 275S 235S 275S 235S 275S 235S 275S 235S 275S 235S 275S 235S 275S 235S 275S 235S 235S 235S 275S 235S 275S 235S 275S 235S 275S 235S 275S 235S 275S 235S 275S 235S 275S 235S 275S 235S 275S 235S 275S 235S 275S 235S 275S 235S 275S 235S 275S 235S 275S 235S 275S 235S 235S 355S 355S 355S 355S 355S 355S 355S 355S 355S 355S 355S 355S 355S 355S 355S 355S 355S 355S 355S 355S 355S 355S 355S 355S 355S 355S 355S 355 |

Кесте 2 – МемСт 27772-88\* болаттың нормативтік және есептік көрсеткіштері, МПа

2 кесте - Ыстықтай илектелген конструкциялық Болаттың fу аққыштық шегінің және fu созылуға уақытша кедергісінің номиналды мәндері

Таблица 2 - Номинальные значения предела текучести fy и временного сопротивления на растяжение fu горячекатаной конструкционной стали

|  |  |
| --- | --- |
| Болаттың стандарты мен маркасыСтандарти марка стали | Элементтің номиналды қалыңдығы t, мм Номинальная толщина элемента t, мм |
| t ≤ 40 мм  | 40 мм < t ≤ 80 мм |
| fy (Н/мм2) | fu (Н/мм2) | fy (Н/мм2) | fu (Н/мм2) |
| ЕN 10025-2 S 235 S 275 S 355 S 450  | 235 275 355 440  | 360 430 510 550  | 215 255 335 410  | 360 410 470 550  |

Кесте - МемСт 8239-89\* бойынша қоставрлы арқалықтар

Таблица 3- Балки двутавровые по ГОСТ 8239-89\*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номербалки | Размеры, мм | Линейнаяплотность,кг/м | Площадьсечения,см2 | Справочные данные |
| h  | b  | s  | t | I, см4 | W,см3 | S,см3 |
| 10  | 100  | 55  | 4,5  | 7,2 | 9,48  | 12  | 198  | 39,7 | 23,0 |
| 12 | 120 | 64 | 4,8 | 7,3 | 11,5  | 14,7 | 350 | 58,4 | 33,7 |
| 14  | 140 | 73 | 4,9 | 7,5 | 13,7  | 17,4 | 572 | 61,7 | 46,8 |
| 16 | 160 | 81 | 5 | 7,8 | 15,9  | 20,2 | 873 | 109 | 62,3 |
| 18  | 180 | 90 | 5,1 | 8,1 | 18,4  | 23,4 | 1 290  | 143  | 81,4 |
| 20  | 200  | 100 | 5,2 | 8,4 | 21  | 26,8  | 1840  | 184 | 104 |
| 22 | 220 | 110 | 5,4 | 8,7 | 24 | 30,6 | 2 550 | 232  | 131 |
| 24 | 240 | 115 | 5,6 | 9,5 | 27,3 | 34,8 | 3 460 | 289  | 163 |
| 27 | 270 | 125 | 6 | 9,8 | 31,5 | 40,2 | 5 010 | 371 | 210 |
| 30 | 300 | 135 | 6,5 | 10,2 | 36,5 | 46,5 | 7080 | 472 | 268 |
| 33 | 330 | 140 | 7 | 11,2 | 42,2 | 53,8 | 9 840 | 597 | 339 |
| 36 | 360 | 145 | 7,5 | 12,3 | 48,6 | 61,9 | 13 380 | 743 | 423 |
| 40 | 400 | 155 | 8,3 | 13 | 57 | 72,6 | 19 062 | 953 | 545 |
| 45 | 450 | 160 | 9 | 14,2 | 66,5 | 84,7 | 27 696 | 1231 | 708 |
| 50 | 500 | 170 | 10 | 15,2 | 78,5 | 100 | 39 727 | 1589 | 919 |
| 55 | 550 | 180 | 11 | 16,5 | 92,6 | 118 | 55 962 | 2 035 | 1 181 |
| 60 | 600 | 190 | 12 | 17,8 | 108 | 138 | 78 806 | 2 560 | 1 491 |
|  | Примечания: h – высота балки; b – ширина балки (полки); s – толщина стенки; t – толщина полки. |

4-кесте - конструкция элементтерінің шекті тік орын ауысулары

Таблица 4 - Предельные вертикальные перемещения элементов конструкций

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Құралымдық элементтер Элементы конструкций  | Белгіленген критерийлер Установленные критерии  | Тік шекаралық ауытқулар fu= δlimitВертикальные граничные прогибы fu= δlimit |
| 1. Арқалықтар, фермалар, ригельдер, аралықтар, тақталар, төсемдер (плиталар мен төсемдердің көлденең жиектерін қоса алғанда)):Балки, фермы, ригели, прогоны, плиты, настилы (включая поперечные ребра плит и настилов): |
| а) L, м кезінде визуалды ашық жабындар мен аражабындардың аралығы: покрытия и перекрытия, визуально открытые для обзора, при пролете L, м:L ≤ 1L = 3L = 6L = 24 (12)L ≥ 36 (24) | Эстетикалық-психологиялық Эстетико -психологические  | L /120 L /150 L /200L /250 L /300 |

W = 150 + (5,8-3)(200-150)/(6-3) =150+2,8·50/3=150+46,6=196,6

W = 200 – (6-5,8)(200-150)/(6-3) = 200 – 0,2 50/3 = 196,6

Ескерту 1. Позадағы l аралық мәндері үшін. ал шекті ауытқуларды сызықтық интерполяция әдісімен анықтауға болады.

Ескерту 2. Позада.ал жақшада көрсетілген цифрларды үй-жайдың биіктігі 6 м-ге дейін қоса алғанда қабылдау керек.

Примечание 1. Для промежуточных значений L в поз. а предельные прогибы допускается определять методом линейной интерполяции.

Примечание 2. В поз.а цифры, указанные в скобках, следует принимать при высоте помещений до 6 м включительно.