Автономная некоммерческая профессиональная образовательная организация

**«УРАЛЬСКИЙ ПРОМЫШЛЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**по выполнению контрольной работы студентами   
 специальности 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»**

**по дисциплине «Основы расчета строительных конструкций»**

**г. Екатеринбург, 2015 г.**

|  |  |
| --- | --- |
| ОДОБРЕНО  Цикловой комиссией  Технологии строительства | Составлено в соответствии с рабочей программой по дисциплине для специальности «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений» |
| Председатель комиссии  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Н.Н. Гараева  от «30» мая 2015 г. | Директор  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_В.И. Овсянников  «30» мая 2015 г. |

Составитель: Гараева Н.Н., преподаватель АН ПОО «Уральский промышленно-экономический техникум».

**1.Общие методические указания**

Прежде чем приступить к изучению дисциплины, необходимо подобрать рекомендуемую литературу. Во время проработки материала целесообразно ведение конспекта, в который следует занести принципиальные схемы работы конструктивных элементов, расчетные сечения, основные расчетные формулы.

При возникновении затруднений в изучении отдельных вопросов следует воспользоваться консультациями.

Во время сессии проводятся практические занятия, способствующие лучшему усвое6нию теоретического материала.

После проработки всех тем программы выполняется контрольная работа.

**Цели и задачи дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины:**

**иметь практический опыт** выполнения расчетов и проектирования строительных конструкций и оснований;

**уметь:**

- выполнять расчеты нагрузок, действующих на конструкции;

- по конструктивной схеме построить расчетную схему конструкции;

- выполнять статический расчет;

- проверять несущую способность конструкций;

- подбирать сечение элемента от приложенных нагрузок;

- определять размеры подошвы фундамента;

- выполнять расчеты соединений элементов конструкции;

- рассчитывать несущую способность свай по грунту, шаг свай и количество свай в ростверке.

**Знать:**

- документацию на проектирование строительных конструкций из различных - материалов и оснований;

- методику подсчета нагрузок;

- правила построения расчетных схем;

- методику определения внутренних усилий от расчетных нагрузок;

- работу конструкций под нагрузкой;

- прочностные и деформационные характеристики строительных материалов; - основы расчета строительных конструкций;

- виды соединений для конструкций из различных материалов;

- строительную классификацию грунтов;

- физические и механические свойства грунтов;

- классификацию свай, работу свай в грунте;

- правила конструирования строительных конструкций;

- профессиональные системы автоматизированного проектирования работ

для проектирования строительных конструкций.

**2. Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы**

**Основные источники:** 1. Сетков В. И., Сербин Е. П. Строительные конструкции: Учебное пособие. – М.: РИОР, 2008. – 236с.

2. Сазыкин И. А. Строительные конструкции. Учебное пособие. Часть 1. Железобетонные конструкции.- М.: РГОТУТС, 2003.

3.  Сетков В. И., Сербин Е. П. Строительные конструкции. Расчёт и проектирование. Учебник. М.: ИНФРА-М, 2005.

4. Сазыкин И. А. Строительные конструкции. Учебное пособие. Часть 2. Металлические конструкции. М.: РГОТУПС, 2007.

5. Сазыкин И. А., Трёкин Н. Н. Строительные конструкции. Учебное пособие. Часть 3. Деревянные конструкции. - М.: РГОТУПС, 2006.

Д**ополнительная литература**

6. Железобетонные и каменные конструкции. Учебник. Под ред. В. М. Бондаренко. М.: Высшая школа. 2004.

7.  Металлические конструкции. Учебник. Под ред. В. В. Горева. В 3-х томах. М.: Высшая школа. 2004.

8.  Металлические конструкции. Учебник. Под ред. Ю. И. Кудишина. Министерство образования и науки РФ. М.: Академия, 2006.

9.  Вдовин В. М., Карпов В. Н. Сборник задач и практические методы их решения по курсу «Конструкции из дерева и пластмасс». М.: АСВ, 1999.

11. СТ СЭВ 1001 Модульная координация размеров в строительстве.

12. СНиП 2.03.01 Бетонные и железобетонные конструкции.

13. СНиП II-23-81\* Стальные конструкции.

14. СНиП II-25-80\* Деревянные конструкции.

15. СНиП 2.01.07 Нагрузки и воздействия.

Каталоги индустриальных строительных изделий, ГОСТы на чертежи строительные, включённые в ПДСП и ЕСКД.

**3. Методически указания к контрольной работе №1**

Контрольная работа составлена на 10 вариантов, в каждом варианте по 4 вопроса, теоретический вопрос и 3 практических задания.

Теоретический вопрос из раздела «Общие сведения», практические задания из раздела «Железобетонные конструкции», «Деревянные конструкции,

и «Металлические конструкции». Номер варианта контрольной работы определяется по последней цифре шрифта студента.

Оформление работы допускается в рукописном варианте или в печатном на формате А 4 рамки с полями: левое поле – 30мм, верхнее – 20мм, нижнее – 20мм, правое -10мм. Текст печатается через интервал 1.5, шрифт Times New Roman, начертание обычное, размер 14, абзац 1.25 выравнивание по ширине. Текст работы должен быть четким, кратким, полностью отвечать всем пунктам задания. В тексте не допускаются сокращения, в практическом задании нужно решить три задачи, кроме решения в них должны быть приведены расчетные схемы работы и рабочие чертежи.

**5 .ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ № 1.**

**Вариант 1.**

1. Расчет по предельным состояниям.
2. М.К. Проверить устойчивость сжатого элемента, выполненного из прокатного двутавра 16, марка стали 09Г2С 1-12, расчетная длина l0 =4.2м. Расчетное усилие N= 870кH.
3. Определить количество и диаметр стержней для балки прямоугольного сечения b\*h =20\*45см. класс бетона В20, арматура класса А-ɪɪɪ, изгибающий момент М=120кН\*м.
4. Проверить несущую способность деревянной стойки, сечением b\*h=100\*180мм, сжимающее усилие N=100кН, материал сосна 2-го сорта, условия эксплуатации Б 3, класс ответственности 3. расчетная длина l0 =4м.

**Вариант 2.**

1. Расчет конструкций по образованию и раскрытию трещин.
2. Проверить прочность деревянного бруса работающего на изгиб, сечением b\*h=100\*200мм, длина l0=4.5 м, изгибающий момент М=80кН\*м, материал сосна 2-го сорта, условия эксплуатации Б 2, класс ответственности 2. Проверить жесткость, предельно допустимый прогиб ƒ/ l=1/200.
3. Определить количество и диаметр стержней для балки таврового сечения с размерами h = 45см, b =30см, bƒ= 70см, hƒ=10см. класс бетона В25, рабочая арматура А-ɪɪɪ, расчетный изгибающий момент М=150кН\*м.
4. Проверить несущую способность сжатой колонны сечением b\*h =50\*50см. расчетная длина элемента l0=4м. продольная арматура 4Ø20мм. арматура класса А-ɪɪɪ, класс бетона В20. Продольное усилие N=1200кН.

**Вариант 3.**

1. Сочетание нагрузок (основное, особое)
2. М.К. Проверить прочность и жесткость балки, выполненной из прокатного двутавра 20, изгибающий момент М=12кН\*м. марка стали ВСт3Гпс 2-5, пролет l0=3м. ƒ/ l=1/200.
3. Проверить несущую способность ж/б колонны сечением b\*h=35\*35см. продольная арматура 4Ø18мм. А-ɪɪ, класс В20. Продольное усилие N=900кН.. Расчетная длина колонны l0=3м.
4. Проверить устойчивость деревянной стойки сечением b\*h=100\*150мм, сжимающее усилие N=90кН, расчетная длина l0=3м, материал сосна 2-го сорта, Б 3, класс ответственности 2.

**Вариант 4.**

1. Нормативные и расчетные нагрузки.
2. М.К. Проверить устойчивость сжатого элемента, выполненного из прокатного двутавра № 30, марка стали ВСт3Гпс 2-5, расчетная длина

l0 =4. м. Расчетное усилие N= 700кH.

1. Определить количество и диаметр стержней для балки прямоугольного сечения b\*h =25\*55см. класс бетона В25, арматура класса А-ɪɪɪ, изгибающий момент М=210кН\*м.
2. Проверить прочность деревянного бруса сечением b\*h=100\*180мм, изгибающий момент М=9.0кН\*м, расчетная длина l0=3.5м, материал сосна 2-го сорта, Б 3, класс ответственности 2

**Вариант 5.**

1. Прочностные характеристики материалов – нормативные, расчетные.
2. Проверить прочность деревянного бруса сечением b\*h=100\*180мм, сжимающее усилие N=100кН, расчетная длина l0=2.5м, материал сосна 2-го сорта, Б 3, класс ответственности 3.
3. Определить количество и диаметр стержней для балки таврового сечения с размерами h = 22см, b =20см, bƒ= 60см, hƒ=10см. класс бетона В20, рабочая арматура А-ɪɪɪ, расчетный изгибающий момент М=50кН\*м.
4. Проверить несущую способность сжатой колонны сечением b\*h =40\*40см. расчетная длина элемента l0=4м. продольная арматура 4Ø16мм. арматура класса А-ɪɪ, класс бетона В20. Продольное усилие N=800кН.

**Вариант 6.**

1. Основное условие по первой группе предельных состояний.
2. Проверить прочность деревянного бруса работающего на изгиб, сечением b\*h=100\*180мм, изгибающий момент М=7.0кН\*м, l0=4м материал сосна 1-го сорта, условия эксплуатации Б 3, класс ответственности 2.

Проверить жесткость, предельно допустимый прогиб ƒ/ l=1/200.

1. Определить количество и диаметр стержней для балки таврового сечения с размерами h = 55см, b =35см, bƒ= 60см, hƒ=16см. класс бетона В30, рабочая арматура А-ɪɪɪ, расчетный изгибающий момент М=220кН\*м.
2. Проверить несущую способность сжатой колонны сечением b\*h =35\*40см. расчетная длина элемента l0=4м. продольная арматура 4Ø20мм. арматура класса А-ɪɪɪ, класс бетона В25. Продольное усилие N=900кН.

**Вариант 7.**

1. Основные условия по второй группе предельных состояний.
2. М.К. Проверить устойчивость сжатого элемента, выполненного из прокатного двутавра 20, марка стали 09Г2С 1-12, расчетная длина l0 =3м, Расчетное усилие N= 200кH.
3. Определить количество и диаметр стержней для балки прямоугольного сечения b\*h =20\*40см. класс бетона В30, арматура класса А-ɪɪɪ, изгибающий момент М=120кН\*м.
4. Проверить прочность деревянного бруса работающего на изгиб, сечением b\*h=100\*200мм, изгибающий момент М=80кН\*м, l0=4м материал сосна 1-го сорта, условия эксплуатации Б 3, класс ответственности 2.

Проверить жесткость, предельно допустимый прогиб ƒ/ l=1/200.

**Вариант 8.**

1. Определение расчетной снеговой нагрузки.
2. М.К. Проверить прочность и жесткость балки, выполненной из прокатного двутавра 30, изгибающий момент М=69кН\*м. марка стали ВСт3Гпс 1-5, пролет l0=4м. ƒ/ l=1/200.
3. Проверить несущую способность балки прямоугольного сечения b\*h =30\*60см. класс бетона В30, арматура класса А-ɪɪɪ, изгибающий момент М=300кН\*м. рабочая арматура 4Ø20мм.
4. Проверить несущую способность сжатой колонны сечением b\*h =30\*30см. расчетная длина элемента l0=4м. продольная арматура 4Ø20мм. арматура класса А-ɪɪɪ, класс бетона В20. Продольное усилие N=800кН.

**Вариант 9.**

1. Нагрузки и воздействия на строительные конструкции.

1. М.К. Проверить прочность и жесткость балки, выполненной из прокатного двутавра 26, изгибающий момент М=80кН\*м. марка стали ВСт3Гпс 1-5, пролет l0=5м. ; ƒ/ l=1/200.
2. Проверить несущую способность ж/б колонны сечением b\*h=30\*30см. рабочая арматура 4Ø20мм. А-ɪɪ, класс В30. Продольное усилие N=700кН. Расчетная длина колонны l0=4м.
3. Проверить несущую способность балки прямоугольного сечения b\*h =20\*45см. класс бетона В20, арматура класса А-ɪɪɪ, изгибающий момент М=160кН\*м. рабочая арматура 4Ø22мм

**Вариант 10.**

1. История развития строительных конструкций.
2. М.К. Проверить прочность и жесткость балки, выполненной из прокатного двутавра 20, изгибающий момент М=14кН\*м. марка стали ВСт3Гпс 1-5, пролет l0=4м. ƒ/ l=1/200.
3. Проверить несущую способность ж/б колонны сечением b\*h=35\*50см. продольная арматура 4Ø18мм. А-ɪɪɪ, класс В20. Продольное усилие N=850кН. Расчетная длина колонны l0=4м.
4. Проверить прочность деревянного бруса работающего на изгиб, сечением b\*h=100\*200мм, длина l0=3.5м, изгибающий момент М=100кН\*м, материал сосна 2-го сорта, условия эксплуатации Б 2, класс ответственности 2. Проверить жесткость, предельно допустимый прогиб ƒ/ l=1/200.

**6 .Методические указания по выполнению контрольной работы**

**Расчет металлических конструкций по первой и второй группе предельных состояний.**

**Металлические конструкции, работающие на изгиб.**

**Проверить прочность по нормальным напряжениям и жёсткость балки.**

**1.** **Проверить прочность (несущую способность) по нормальным напряжениям**

Основное условие прочности:

**M/ Wn ≤Ry\*γc**

**Wn** – момент сопротивления сечения( см3) с учетом ослабления, принимается по заданному номеру профиля;

**M** – изгибающий момент(кН\*м) от действующей нагрузки

**M=q Ɩ02 /8** (кН\*м);

**Ry** – расчетное сопротивление (кН/см2) принимается в таблице по марке стали;

**γc -** коэффициент условий работы.

1. **Проверка жесткости по формуле**

**ƒ/l=(Mn\* l)/(10E\*I) ≤ [ƒ/l];**

**Mn** - изгибающий момент (кН\*м) от нормативной действующих нагрузки;

**E –** модуль упругости стали (кН/см2);

**I** – момент инерции сечения (см4) принимается по заданному номеру профиля;

**l** – длина балки;

**ƒ/l –**  относительный прогиб балки от действующей нормативной нагрузки;

**[ƒ/l] -** предельно допустимыйотносительный прогиб балки.

**Подбор сечения прокатных балок**.

Подбор сечения прокатных балок сводится к определению номера прокатного профиля

(двутавра или швеллера). Номер прокатного профиля определяется исходя из предельного состояния проверки прочности:

Основная формула **σ = M/Wn ≤ R**y\* **γс /уn**; в предельном состоянии

**M/Wn = R**y\* **γс /уn**из данной формулы определяем требуемый момент сопротивления **Wтр**:

**Wтр= M/ R** ; **R = R**y\* **γс /уn**или с учетомпластических деформаций по формуле

**Wтр= M/1,12 R** ;

**γс –** коэффициент условий работы см.таб. приложение;

**γn**- коэффициент надёжности по назначению конструкции;

**R**y – расчетное сопротивление определяется по марке стали;

**M –** изгибающий моментот действующей нагрузки;

**M =q\*l2о**/**8**

По требуемому моменту сопротивления **Wтр** в таблице определяется номер двутавра, принятый двутавр должен иметь **W**не меньше чем **Wтр.**

Принятое сечение проверяется на прочность по нормальным и касательным напряжениям, общую устойчивость и жесткость.

**Проверка прочности по касательным напряжениям** от расчетной поперечной силы Qмакс.

**Qмакс= q\* l2о**/**2** ; **τ =[Qмакс. \*ѕ/I\*tст ]≤ R**ср ;

**Ѕ** –статический момент половины сечения балки относительно нейтральной оси;

**I** -момент инерции балки;

**tст** – толщина стенки балки.

В прокатных балках, толщина стенки относительно толстая, проверку по касательным напряжениям можно не производить

**Проверка общей устойчивости.** Если верхний сжатый пояс балки недостаточно закреплен от бокового смещения, возможно явление общей потери устойчивости балки. Проверка общей потери устойчивости балки производится по формуле

**Ry**



**–** коэффициент продольного изгиба балки;



**W -** момент сопротивления сечения;

В случае передачи распределенной статической нагрузки через сплошной жесткий настил, непрерывно опирающийся на сжатый пояс балки ( железобетонный настил, плиты, волнистые или плоские стальные листы и т.д.), или если отношение пролета балки l к её ширине b cоставляет . то проверка общей устойчивости не требуется.



**Металлические конструкции, работающие на сжатие.**

**Проверка по несущей способности (устойчивости) сжатой колонны.**

1. Проверить несущей способности (устойчивости)

Основное условие:

**N /φA≤Ry\*γc**

**N –** сжимающее усилие (кН);

**φ –** коэффициент продольного изгиба, учитывающий снижение несущей способности гибких элементов, зависит от гибкости элемента ( **λ**);

**λ= lеƒ/i –** гибкость элемента;

**lеƒ –** расчетная длина элемента;

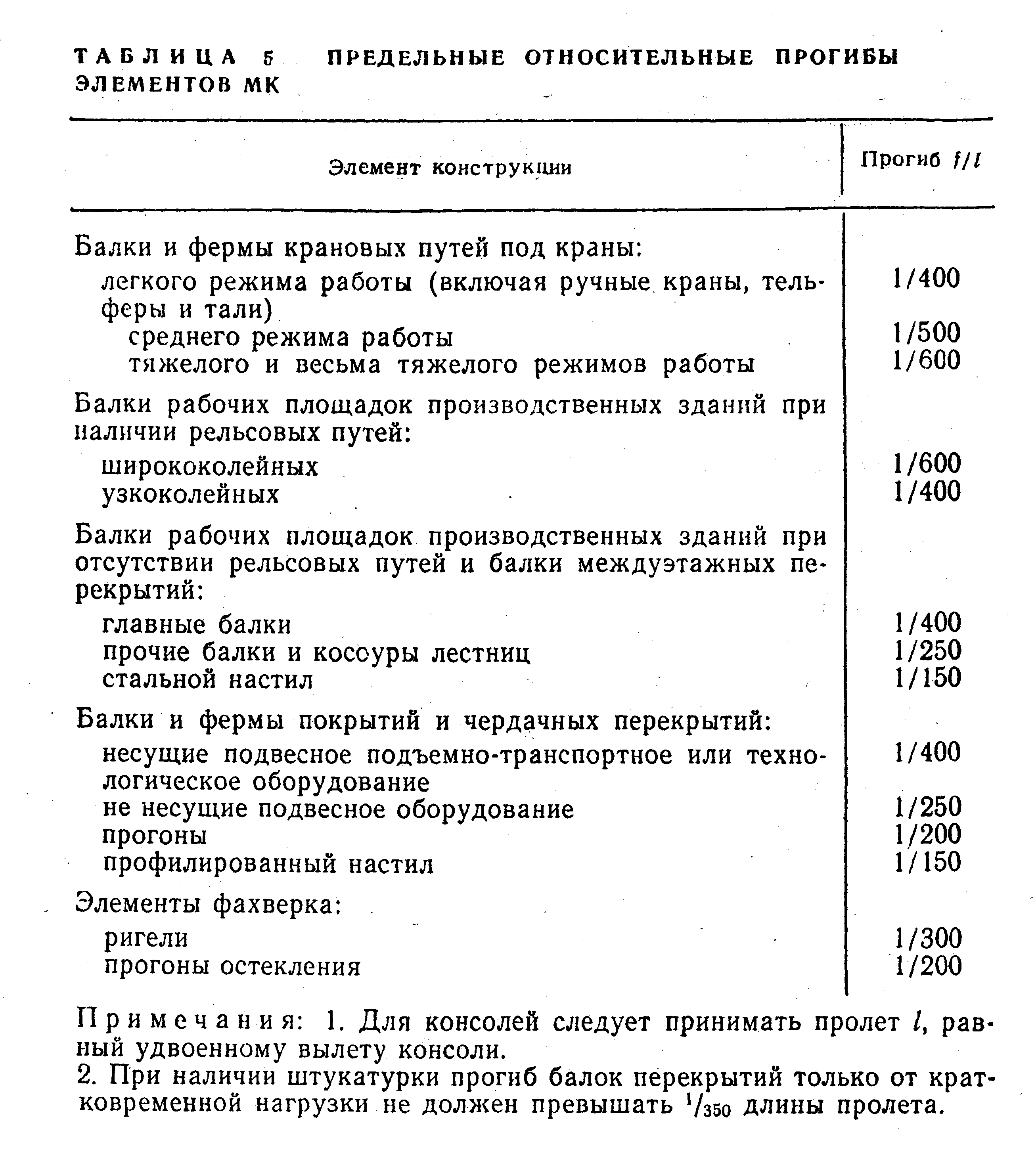
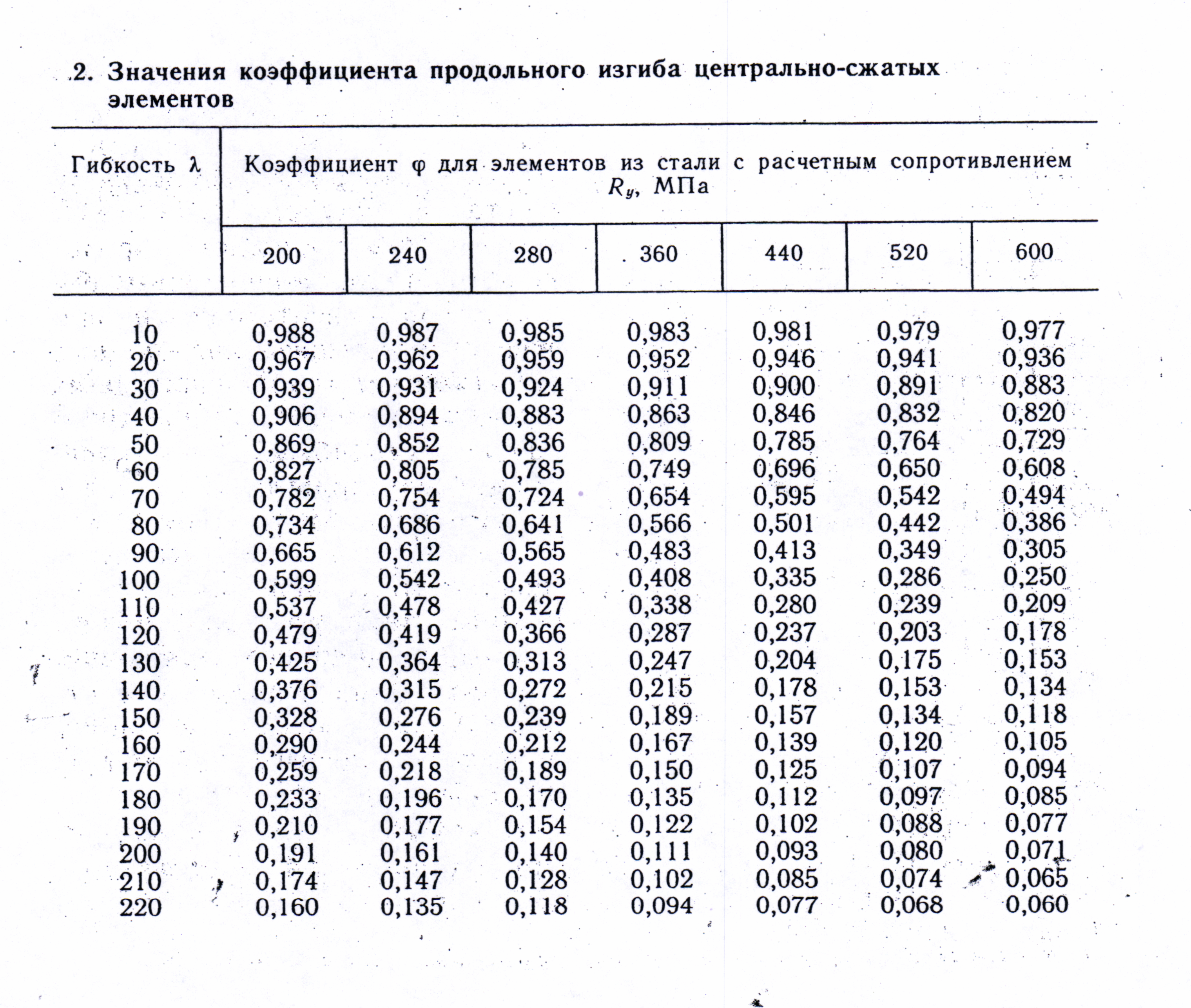
**i –** радиус инерции сечения (см) принимается по заданному номеру профиля, в расчет принимается минимальный, для получения максимальной гибкости;

**A –** Площадь сечения (см2) (стойки), принимается по заданному номеру профиля;

**Ry** – расчетное сопротивление (кН/см2) принимается в таблице по марке стали;

**γc -** коэффициент условий работы.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Груп-  па конст-  рук-  ций | Марка стали | Груп-  па  проч-  ности | Тол-  щина,  мм. | Расчетное сопро-  тивление, МПа | | | Категория стали для климатических районов с расчетной температурой 0С | | | | | Предел текучести стали  МПа | | Временное сопротивление стали  МПа | |
| Листовой прокат | Фасонный прокат | | - 30 до  -40 | -40  до - 50 | | | -50 до  -65 | Листовой прокат | Фасонный прокат | Листовой прокат | Фасонный прокат |
| 1;2;4 | ВСт3Гпс | 1 | 4...10  11...20  21...30 | 240  230  - | | 250  240  230 | 5  5  5 | | -  -  - | -  -  - | | 245  235  - | 255  245  235 | 365  365  - | 375  370  365 |
| 2 | 4...10  11...20  21...30 | 270  260  215 | | 280  270  - | 5  5  5 | | -  -  - | -  -  - | | 275  265  225 | 285  275  - | 380  370  360 | 390  380  - |
| 1;2;3 | 09Г2С | 1 | 4...10  11...20 | 335  315 | | 335  315 | Для 1-й группы | | | | | 345  325 | 345  325 | 490  470 | 490  470 |
| 12 | | 13 | 15 | |
| 1 | 21...30 | - | | 300 | Для 2-й группы | | | | | - | 305 | - | 460 |
| 2 | 4...10  11...20  21...30 | 355  335  290 | | 360  345  290 | 6 | | 12 | 15 | | 365  345  305 | 370  355  305 | 510  490  460 | 520  500  460 |
| Для 3-й группы | | | | |
| 6 | | 6 | 12 | |
|  |  |  |  |  | |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | |  |  | |  |  | |  |  |  |  |



**Расчет деревянных конструкции по первой и второй группе предельных состояний.**

**Деревянные конструкции, работающие на изгиб.**

**Проверить прочность по нормальным напряжениям и жёсткость балки.**

1. Проверить прочность (несущую способность) по нормальным напряжениям

Основное условие прочности:

**M/ Wрасч ≤Rи m i** **/ γ n**

**Wрасч** – момент сопротивления сечения ( см3), принимается по заданным размерам сечения балки b\*h (см). Для прямоугольного и квадратного сечения но оси **х,**

**Wрасч= b\*h2/6 (см3)**

**M** – изгибающий момент от действующей нормативной нагрузки **M=q l02 /8** (кН\*м);

**q –** равномерно распределённая нагрузка;

**l0  -** расчетная длина бруса;

**Rи** – расчетное сопротивление (кН/см2) принимается в таблице, зависит от;

m п - породы древесины,

-сорта древесины С-1 ,С-2, С-3,

- размеров пиломатериала b\*h,

- вида работы,

- действующей нагрузки по отношению к волокнам,

m в - условий работы.

**γ n** - коэффициент надёжности по назначению сооружения ;

1. **Проверка жесткости по приближённой формуле.**

**ƒ/l=(Mn\*l)/(10E\*I) ≤[ƒ/l];**

**Mn** - изгибающий момент (кН\*м) от действующей нормативной нагрузки;

**Mn= M/ γf;**

**γf .ср -** средне значение коэффициента надёжности по нагрузке;

**E –** модуль упругости древесины равен **E=** 1\*103 (кН/см2);

**I** – момент инерции сечения (см4), зависит от размеров сечения (b\*h). по оси **х** равен, правильной формы

**I= b\*h3/12 (см4);**

Для круглого сечения **I=d4/20(см4);**

**d –** диаметр круглой древесины;

**l**– длина бруса;

**ƒ/l –**относительный прогиб бруса от действующей нормативной нагрузки;

**[ƒ/l] -** предельно допустимыйотносительный прогиб балки;

**Деревянные конструкции, работающие на сжатие.**

**Проверка по несущей способности (устойчивости) сжатой стойки.**

1. Проверить несущей способности (устойчивости)

Основное условие:

**N /φFрасч ≤ Rс\*** **m i** **/γn**

**N –** сжимающее усилие (кН);

**φ –** коэффициент продольного изгиба, учитывающий снижение несущей способности гибких элементов, зависит от гибкости элемента ( **λ**);

**λ= lеƒ/r–** гибкость элемента;

**l0 –** расчетная длина элемента;

**r –** радиус инерции сечения (см) принимается по заданным размерам,

**r =0.29** **b -** длясечений правильнойформы (квадратов и прямоугольников).

**r =0.25** **d (d –** диаметр круглого сечения);

**Fрасч –** площадь сечения (см2) колонны (стойки), принимается по заданным размерам, равна b\*h;

**Rс** – расчетное сопротивление (кН/см2) принимается в таблице по сорту древесины с учетом коэффициентов **mi**;

m п - породы древесины,

-сорта древесины С-1 ,С-2, С-3,

- размеров пиломатериала b\*h,

- вида работы,

- действующей нагрузки по отношению к волокнам,

m в - условий работы.

γ n - коэффициент надёжности по назначению сооружений;

класс ответственности 2, коэффициент γ n=0.95, класс ответственности 3 коэффициент γ n=0.90;



**λ –** должна быть в допустимых пределах,

для отдельно стоящих конструкций **λ** **≤ [λ]=120;**

для второстепенных элементов **[λ]=150;**

для связей **[λ]=200;**

Для определения **φ** коэффициента продольного изгиба, гибкость **λ** сравнивается с величиной 70;

при **λ ≤ 70, φ=1 – α(λ/100)2**; при **λ ˃ 70, φ =А/ λ2;**

**α=0.8; А=3000 –** для древесины,

**А=2500** для фанеры.

**Извлечение из таблицы3СНиП ll-25-80**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Напряженное состояние и характеристика элемента | Обозначения | Расчетное сопротивление, МПа, сорт древесины | | |
| 1 | 2 | 3 |
| 1. Изгиб, сжатие и смятие вдоль волокон: а) элементы прямоугольного сечения (за исключением указанных в подп. «б» и «в ») высотой до 50см.   б) элементы прямоугольного сечения шириной свыше 11-13см.  в) элементы прямоугольного сечения шириной свыше 13см при высоте сечения с выше 13-50см  г) элементы из круглых лесоматериалов без врезок в расчетное сечение | Rи Rс Rсм  Rи Rс Rсм  Rи Rс Rсм  Rи Rс Rсм | 14  15  16  - | 13  14  15  16 | 8.5  10  11  10 |
| 2.Растяжение вдоль волокон:  а) неклееные элементы  б) клееные элементы | Rр  Rр | 10  12 | 7  9 | -  - |
| 3.Сатие и смятие по всей площади поперек волокон | Rс90, Rсм90 | 1.8 | 1.8 | 1.8 |
| 1. Скалывание вдоль волокон   а) при изгибе неклеёных элементов  б) при изгибе клеёных элементов | Rск  Rск | 1.8  1.8 | 1.6  1.5 | 1.6  1.5 |

**Железобетонные конструкции**

**Железобетонные конструкции, работающие на сжатие со случайным эксцентриситетом.**

**Проверка по несущей способности (устойчивости) сжатых стоек и колонн.**

1. Проверить несущей способности (устойчивости) сжатого элемента.
2. Основное условие:

**N ≤ φ(γb1 RbAb +RscAsc)**

**N –** расчетная продольнаясила. (сжимающее усилие) (кН);

**Rb; Rsc –** расчетное сопротивление бетона и сжатой арматуры принимают в таблице по классу бетона и классу арматуры см. табл. 5.2 СП52- 101-2003, табл. 5.7,5.8 СП52- 101-2003.

Извлечение из табл. 5.2 СП52- 101-2003

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид сопротивления | Бетон | Расчетное сопротивление бетона для предельных состояний первой группы **Rb** и **Rbt** МПа, при классе бетона по прочности на сжатие. | | | | | |
| В10 | В15 | В20 | В25 | В30 | В35 |
| Сжатие осевое (призменная прочность), **Rb** | Тяжелый и мелкозернистый | 6.0 | 8.5 | 11.5 | 14.5 | 17 | 19.5 |
| Растяжение осевое, **Rbt** | Тяжелый0.56 | 0.56 | 0.75 | 0.9 | 1.05 | 1.15 | 1.3 |

Извлечение из табл. 5.7,5.8 СП52- 101-2003

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Стержневая арматура классов | Расчетные сопротивления арматуры для предельных состояний первой группы, МПа | | |
| растяжению | | сжатию *Rsc* |
| продольной *Rs* | поперечной (хомутов и отогнутых стержней) *Rsw* |
| А-I | 225 | 175 | 225 |
| А-II | 280 | 225 | 280 |
| А-III диаметром, мм: |  |  |  |
| 6 - 8 | 355 | 285\* | 355 |
| 10-40 | 365 | 290\* | 365 |
| А-IV | 510 | 405 | 450 |
| А-V | 680 | 545 | 500 |
| А-VI | 815 | 650 | 500 |
| Aт-VII | 980 | 785 | 500 |
| А-IIIв с контролем: |  |  |  |
| удлинения и напряжения | 490 | 390 | 200 |
| только удлинения | 450 | 360 | 200 |

**γb1 –** коэффициент учитывает длительно действующую нагрузку, принимается **γb1=0.9.**

**φ –** Коэффициент продольного изгиба, учитывающий снижение несущей способности гибких элементов, зависит от гибкости элемента ( **λ**) см. таблицу табл.6.2 СП52- 101-2003;

**λ= l0/hкол;**

**l0 –** расчетная длина колонны;

**hкол-** сторона сечения колонны;

**Ab, Asc -** площадь сечения сжатого элемента и площадь сечения рабочей арматуры.

**Ab-** сечение колонны **Ab=** **bкол**\* **hкол;**

**Asc –** площадь сечения арматуры, принимается в таблице по количеству и диаметру стержней.

Извлечение из табл.6.2 СП52- 101-2003

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **λ= l0/hкол** | 6 | 10 | 15 | 20 |
| **φ** | 0.92 | 0.9 | 0.83 | 0.7 |

Промежуточные значения коэффициента продольного изгиба **φ** принимается методом интерполяции.

**Общий порядок расчета сечения рабочей арматуры.**

Исходные данные: класс бетона, класс рабочей арматуры, длина колонны **Ɩ**,

действующая нагрузка **N,** размеры сечения колонны **bкол**\* **hкол,**

1. Устанавливается расчетная схема работы.
2. Принимается расчетная длина колонны **l0 (** при шарнирном закреплении расчетная длина равна высоте этажа).
3. По классу бетона и арматуры определяются расчетное сопротивление бетона на сжатие **Rb** с учетом коэффициента условий работы **γb1=0.9**

табл. 5.2 СП52- 101-2003 ирасчетное сопротивление сжатой арматуры **Rsc.** 5.8 СП52- 101-2003

1. Определяется гибкость колонны **λ= l0/hкол** по таблице Табл.6.2 СП52- 101-2003 **φ –** коэффициент продольного изгиба, учитывающий снижение несущей способности гибких элементов.
2. Определяется площадь поперечного сечения колонны **Ab=** **bкол**\* **hкол.**
3. Из основной формулы в предельном состоянии определяем **Asc**

**N =φ(γb1 RbAb +RscAsc);**

**Asc =( N- φ γb1RbAb)/ φRsc; по Asc** принимается 4стержня диаметр стержней должен быть не менее 12мм, процент армирования µ не более 3%

µ=( **Asc/Ab )\*100% ≤ µ=3%**

при минусовом результате **Asc,** армирование производится по минимальному проценту армирования **µmin;**

**µmin=0.5%(0.005);**

**Asc = (µmin\*Ab)**→ 4ø не менее 12мм.

**Методические указания**

Проектирование прямоугольных балок производится в следующей последовательности:

- определяются размеры сечения балки **b\*h;**

- рассчитываем площадь арматуры **As;**

- проверить несущую способности балки **М < М сеч.**

Для расчета выдается задание на проектирование - запроектировать балку

прямоугольного сечения.

Исходные данные:

- класс бетона;

- класс арматуры;

- нагрузка или изгибающий момент **М (кН\*м)**

Определяем дополнительные данные:

Расчетное сопротивление **Rb; Rs** по классу бетона и классу арматуры смотрим в таблице выше - табл. 5.2 СП52- 101-2003; табл. 5.7,5.8 СП52- 101-2003 .

Принимаем защитный слой, **а=3-5см.**

**Первый этап (1 тип задач)**

**Определить размеры поперечного сечения балки b\*h**

Предварительно задаемся меньшей стороной сечения **b =20 — 30 см.** Принимаем относительную высоту сжатой зоны £ **= 0.18 - 0.3**

по £ находим ***Ао*** ( таб.7.5)

из формулы **M=R b \* b\*h20\*А0**; находим **h0**

**h0 = M/Rb\*b\*A0 ;**

полная высоте сечения

**h= h0+a ;**

**а** - защитный слой 3-5 (см)

**h** принимается кратная 5.

Окончательно размеры принимаются по отношению

**b/h= 1/2 1/3**

принимаем окончательно размеры сечения **b\*h**

**второй этап (2тип задач).**

**Расчет рабочей арматуры в балку.**

Исходные данные:

- класс бетона;

- класс арматуры;

- нагрузка или изгибающий момент **М (кН\*м)**

- размеры сечения. **Ь\*h(см)**

Определяем дополнительные данные:

Расчетное сопротивление **Rb; Rs;**  по классу бетона и классу арматуры

смотрим в таблице выше - табл. 5.2 СП52- 101-2003; табл. 5.7,5.8 СП52- 101-2003 .

Принимаем защитный слой, **а=3-5см.**

Высоту сжатой зоны **h0= h-a;**

Расчет :

Определяем относительный момент сжатой зоны –

**А0= М /Rb\*b\*h20;**

сравниваем **А0 ≤ А0мах** - элемент с одиночной арматурой. **А0мах** ( приложение т.7.6)

по **А0** находим **n**( приложение т.7.5)

Расчет рабочей арматуры **в** рабочую зону –

**As= М /Rs\*h0\*n;**

Принимаем количество рабочих стержней по количеству каркасов. Количество каркасов зависит от ширины элемента (Ь), при b меньше 15см принимаем один каркас, при b больше 20см принимаем два каркаса. Следовательно, в один каркас принимаем один стержень или два. В два каркаса принимаем 2 стержня одного диаметра или 4 стержня одного

диаметра, или 2стержня одного диаметра, 2 стержня другого диаметра. По площади арматуры и по количеству стержней принимаем диаметр **Ø**мм,

(Цай 2т. ст. 431)

При этом, площадь принятых стержней должна быть не менее чем расчетная.

**Третий этап( 3 тип задач)**

**Проверка несущей способности (прочности).**

Исходные данные:

- класс бетона:

- класс арматуры;

- нагрузка или изгибающий момент **М (кН\*м)**

- размеры сечения **Ь\*h(см)**

- количество и диаметр стержней n**Ø**

Определяем дополнительные данные:

Расчетное сопротивление **Rb; Rs;** по классу бетона и классу арматуры.

смотрим в таблице выше - табл. 5.2 СП52- 101-2003; табл. 5.7,5.8 СП52- 101-2003 .

Защитный слоч, **а=3-5см.**

Высоту сжатой зоны **h0= h-a;**

Площадь арматуры **As** - по количество и диаметру стержней.

Расчет:

Определяем высоту сжатой зоны - **х:**

**x = Rs\* As/Rb\*b;**

**х** - сравниваем с **хмах= £y\*h0; £y** принимаем ( приложение т.7.6).

**х ≤ хмах** - элемент нормально армирован.

Проверяем несущую способность:

**M≤Rb\* b\*x (h0-0.5\*x)**

Условие выполнится - несущая способность обеспечена; Условие не выполнится - несущая способность не обеспеченна. Расчет по нормальным напряжениям (сечениям) закончен.

**Расчет тавровых сечений**

Расчет начинается с определения случая расчета, т.е. определяем, где проходит нейтральная ось в полке или в ребре

bf

hf bf – ширина полки;

h hf – толщина полки;

b h – высота тавра;

b – ширина ребра;

Определяем нейтральный момент воспринимаемый полкой:

**М(х= hf )=Rb\* bf\* hf(ho- 0.5 hf);**

Rb – расчетное сопротивление бетона (определяется по классу бетона В20, В30, и т.д.);

ho- расчетная высота сечения, определяется от высоты h;

**ho= (h-а ); а-** защитный слой принимается (2-4)см.

- первый случай расчета нейтральная ось проходит в полке при **М≤ М(х= hf )**;

- второй случай расчета нейтральная ось проходит в ребре **М≥М(х= hf );**

**Расчет по первому случаю**

Расчет по первому случаю подобен расчету элементов прямоугольного сечения с одиночной арматурой.

Расчет арматуры:

Определяем дополнительные данные:

Расчетное сопротивление **Rb; Rs;**  по классу бетона и классу арматуры

смотрим в таблице выше - извлечение из табл. 5.2 СП52- 101-2003; извлечение из табл. 5.7,5.8 СП52- 101-2003 .

Принимаем защитный слой, **а=3-5см.**

Высоту сжатой зоны **h0= h-a;**

Расчет :

Определяем относительный момент сжатой зоны –

**α0= М /Rb\*bf\*h20;**

по **α0(Ао)** находим **n**( приложение т.7.5).

Расчет рабочей арматуры **в** ребро –

**As= М /Rs\*h0\*n;**

Принимаем количество рабочих стержней по количеству каркасов. Количество каркасов зависит от ширины элемента при b меньше 15см принимаем один каркас, при b больше 20см принимаем два каркаса. Следовательно, в один каркас принимаем один стержень или два. В два каркаса принимаем 2 стержня одного диаметра или 4 стержня одного

диаметра, или 2стержня одного диаметра, 2 стержня другого диаметра. По площади арматуры и по количеству стержней принимаем диаметр **Ø**мм,

При этом площадь принятых стержней должна быть не менее чем расчетная.

**3. Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы**

**Основные источники:** 1. Сетков В. И., Сербин Е. П. Строительные конструкции: Учебное пособие. – М.: РИОР, 2008. – 236с.

2. Сазыкин И. А. Строительные конструкции. Учебное пособие. Часть 1. Железобетонные конструкции.- М.: РГОТУТС, 2003.

3.  Сетков В. И., Сербин Е. П. Строительные конструкции. Расчёт и проектирование. Учебник. М.: ИНФРА-М, 2005.

4. Сазыкин И. А. Строительные конструкции. Учебное пособие. Часть 2. Металлические конструкции. М.: РГОТУПС, 2007.

5. Сазыкин И. А., Трёкин Н. Н. Строительные конструкции. Учебное пособие. Часть 3. Деревянные конструкции. - М.: РГОТУПС, 2006.

Д**ополнительная литература**

6. Железобетонные и каменные конструкции. Учебник. Под ред. В. М. Бондаренко. М.: Высшая школа. 2004.

7.  Металлические конструкции. Учебник. Под ред. В. В. Горева. В 3-х томах. М.: Высшая школа. 2004.

8.  Металлические конструкции. Учебник. Под ред. Ю. И. Кудишина. Министерство образования и науки РФ. М.: Академия, 2006.

9.  Вдовин В. М., Карпов В. Н. Сборник задач и практические методы их решения по курсу «Конструкции из дерева и пластмасс». М.: АСВ, 1999.

11. СТ СЭВ 1001 Модульная координация размеров в строительстве.

12. СНиП 2.03.01 Бетонные и железобетонные конструкции.

13. СНиП II-23-81\* Стальные конструкции.

14. СНиП II-25-80\* Деревянные конструкции.

15. СНиП 2.01.07 Нагрузки и воздействия.

Каталоги индустриальных строительных изделий, ГОСТы на чертежи строительные, включённые в ПДСП и ЕСКД.