

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
**«МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)»
ПРИВОЛЖСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) МАДИ**

ОСНОВЫ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Методические указания к курсовому проекту
по дисциплине «Основы архитектуры и строительные конструкции»
для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство
(профиль «Автомобильные дороги»)
всех форм обучения

УДК 694.1
В-991

Основы архитектуры и строительные конструкции: Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Основы архитектуры и строительные конструкции» для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство (профиль «Автомобильные дороги») всех форм обучения / Сост.: Е.В. Вязова. - Чебоксары: 2025. - 38 с.

В методических указаниях изложены сведения о составе и объеме курсового проекта, указания по расчету и конструированию основных несущих конструкций мостового перехода, приведены основные справочные данные для выполнения.

Для студентов всех форм обучения, обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство» профиль «Автомобильные дороги».

Рецензенты:

Михайлов А.Л. - директор ООО «НПФ «Эскиз»

Криворучко С.В. - кандидат технических наук, доцент кафедры строительства дорог и инженерной экологии Волжского филиала МАДИ.

1. СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из графической части (одного листа чертежей формата А2) и пояснительной записки.

Пояснительная записка объемом 15-25 страниц оформляется на листах писчей бумаги формата А4 в соответствии с правилами оформления текстовых документов архитектурно-строительных рабочих чертежей.

В расчетно-пояснительной записке выполняется компоновка конструктивной схемы сооружения, производится расчет и конструирование настила, балки, колонны и фундамента, приводятся указания по изготовлению, монтажу и защите запроектированных конструкций от коррозии.

На чертеже следует показать:

- схематический план и разрез сооружения в масштабе 1:50, или 1:100;
- схему расположения связей в масштабе 1:200 или 1:400;
- расчетные схемы основных несущих конструкций;
- чертежи запроектированных конструкций в масштабе 1:20;
- детали основных сопряжений несущих конструкций в двух видах (1-2 узла) в масштабе 1:10;
- спецификацию элементов.

В примечании на чертеже следует указать: породу, влажность и сорт древесины; для металлических элементов конструкций – класс или марку стали, вид сварки, тип и марку электродов, катет сварных швов, для бетонных конструкций – класс бетона и вид арматуры.

Оформление чертежей следует выполнить в соответствии с ГОСТ 21.501-18 «СПДС. Правила выполнения архитектурно-строительных рабочих чертежей»

2. МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

Настилы следует проектировать из пиломатериалов хвойных пород (сосна, ель), удовлетворяющих требованиям [6, п.2.2]. Допускается использование древесины и других пород при строгом соблюдении рекомендаций, учитывающих специфику их применения.

Влажность пиломатериалов для изготовления конструкций должна назначаться в зависимости от температурно-влажностного режима здания согласно [6, табл. 1].

Сечение деревянных элементов, принятое из расчета, следует соотносить с сортаментом пиломатериалов, применяемых для их изготовления (прил. 1), при этом необходимо учитывать припуски на фрезерование досок и брусьев по пласти и на обработку боковых поверхностей (прил. 2).

Для изготовления стальных элементов конструкций следует принимать стали в соответствии с [5] и арматурные стали в соответствии с [4].

В зависимости от степени ответственности конструкций зданий и сооружений, а также от условий их эксплуатации все конструкции разделяются

на четыре группы. Стали для стальных конструкций зданий и сооружений следует принимать по [5, табл. 50*].

Стали для конструкций, возводимых в климатических районах I_1 , I_2 , II_2 и II_3 , но эксплуатируемых в отапливаемых помещениях, следует принимать как для климатического района II_4 согласно [5, табл. 50*], за исключением стали С245 и С275 для конструкции группы 2.

Для фланцевых соединений и рамных узлов следует применять прокат по ТУ 14-1-4431-88.

Для сварки стальных конструкций следует применять: электроды для ручной дуговой сварки по ГОСТ 9467-75*; сварочную проволоку по ГОСТ 2246-70*; флюсы по ГОСТ 9087-81*; углекислый газ по ГОСТ 8050-85. Применяемые сварочные материалы и технология сварки должны обеспечивать значение временного сопротивления металла шва не ниже нормативного значения временного сопротивления R_{un} основного металла, а также значения твердости, ударной вязкости и относительного удлинения металла сварных соединений, установленные соответствующими нормативными документами.

Для болтовых соединений следует применять стальные болты и гайки, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 1759.0-87*, ГОСТ 1759.4-87* и ГОСТ 1759.5-87*, и шайбы, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 18123-82*.

Болты следует назначать по табл. 57* и ГОСТ 15589-70*, ГОСТ 15591-70*, ГОСТ 7796-70*, ГОСТ 7798-70*, а при ограничении деформаций соединений – по ГОСТ 7805-70*.

Гайки следует применять по ГОСТ 5915-70*:

- для болтов классов прочности 4.6, 4.8, 5.6, 5.8 – гайки класса прочности 4;
- для болтов классов прочности 6.6 и 8.8 – гайки классов прочности соответственно 5 и 6;
- для болтов класса прочности 10.9 – гайки класса прочности 8.

Шайбы следует применять: круглые по ГОСТ 11371-78*, косые по ГОСТ 10906-78* и пружинные нормальные по ГОСТ 6402-70*.

Выбор марок стали для фундаментных болтов следует производить по ГОСТ 24379.0-80, а их конструкцию и размеры принимать по ГОСТ 24379.1-80*.

Для бетонных и железобетонных конструкций следует предусматривать конструкционные бетоны, соответствующие ГОСТ 25192-82.

Для армирования железобетонных конструкций должна применяться арматура, отвечающая требованиям соответствующих государственных стандартов или утвержденных в установленном порядке технических условий и принадлежащая к одному из следующих видов:

стержневая арматурная сталь:

а) горячекатаная - гладкая класса А-I, периодического профиля классов А-II и Ас-II, А-III, А-IV, А-V, А-VI;

б) термически и термомеханически упрочненная - периодического профиля классов Ат-IIIС, Ат-IV, Ат-IVС, Ат-IVК, Ат-V, Ат-VК, Ат-VСК, Ат-VI, Ат-VIK и Ат-VII;

проволочная арматурная сталь:

в) арматурная холодноотянутая проволока:

- обыкновенная - периодического профиля класса Вр-I;
- высокопрочная - гладкая класса В-II, периодического профиля класса Вр-II;

г) арматурные канаты - спиральные семипроволочные класса К-7, девятнадцатипроволочные класса К-19.

Для закладных деталей и соединительных накладок принимается, как правило, прокатная углеродистая сталь.

В железобетонных конструкциях допускается применение упрочненной вытяжкой на предприятиях строительной индустрии стержневой арматуры класса А-IIIв (с контролем удлинений и напряжении или с контролем только удлинений).

3. СБОР НАГРУЗОК ДЛЯ РАСЧЕТА

Постоянные нагрузки (от собственного веса конструкции, утеплителя и т.п.) принимаются в соответствии с видом конструкции и объемной массой строительных материалов. При этом плотность древесины и фанеры принимаются по [6, прил. 3], остальных материалов - по соответствующим справочникам и ГОСТам. Коэффициенты надежности по нагрузке γ_f для нагрузок от собственного веса строительных конструкций принимаются по [3, табл. 1].

Временные нагрузки от снега принимаются в соответствии с указаниями [3, разд. 5], коэффициент надежности по нагрузке γ_f - согласно [3, п. 5.7]. Распределение снеговой нагрузки по покрытию принимается в соответствии с [3, прил. 3].

Временные нагрузки на перекрытия принимаются в соответствии с заданием на курсовое проектирование, коэффициент надежности по нагрузке γ_f - согласно [3, п. 3.4].

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ НАСТИЛОВ

Настилы являются несущими элементами ограждающих деревянных покрытий. На их изготовление расходуется до 70 % объема древесины, используемой при сооружении деревянных покрытий. Поэтому проектирование рациональных конструкций настилов во многом определяет экономическую эффективность покрытий в целом.

Настилы из досок применяют в покрытиях в виде: сплошной конструкции или обрешетки под кровли разных типов. Под трехслойную рубероидную кровлю не отапливаемых зданий основанием служит настил из двух слоев досок, которые соединяются гвоздями. Верхний защитный слой досок (как правило, из древесины третьего сорта) толщиной 16-25 мм и шириной до 100 мм укладывают под углом 45° к нижнему. Для лучшего

проветривания всего настила нижний (рабочий) настил выполняют разреженным с толщиной досок, устанавливаемой по расчету.

В покрытиях различных отапливаемых зданий для укладки утеплителя применяют одинарный дощатый настил. Доски соединяют впритык или четверть, толщину их определяют расчетом. Они скрепляются поперечными досками и раскосами из досок.

Для кровли из волнистых асбестоцементных или стеклопластиковых листов и кровельной стали устраивают обрешетку из досок или брусков, расположенных одни от других на расстоянии, зависящем от кровельного материала.

Защитный настил образует сплошную поверхность, обеспечивает совместную работу всех досок настила, распределяет сосредоточенные нагрузки на полосу рабочего настила шириной 50 см.

Расчет настилов и обрешеток, работающих на поперечный изгиб, производят при двух сочетаниях нагрузки:

- нагрузки от собственного веса покрытия и снеговой нагрузки — на прочность и прогиб:

$$\sigma = \frac{M}{W_{рас}} \leq R_u,$$
$$\frac{f}{l} = \frac{5q_n l^3}{384 E J} \leq \left[\frac{f}{l} \right],$$

где M — расчетный изгибающий момент; R_u — расчетное сопротивление изгибу; $W_{рас}$ — расчетный момент сопротивления поперечного сечения элемента; q_n — нормативная погонная нагрузка; E — модуль упругости древесины; J — момент инерции сечения; $[f/l]$ — предельный относительный прогиб (по СНиП 2.01.07-84*).

Для цельных элементов $W_{рас} = W_{нт}$. При определении $W_{нт}$ ослабления сечений, расположенные на участке элемента длиной до 200 мм, принимают совмещенными в одном сечении.

- нагрузки от собственного веса покрытия и сосредоточенной нагрузки в одном пролете $P_n=1$ кН, а с учетом коэффициента надежности по нагрузке 1,2, равной $P=1,2$ кН — только на прочность.

Максимальный момент находится под сосредоточенным грузом, расположенном в середине пролета.

Сосредоточенный груз $P=1,2$ кН в одиночных настилах считается приложенным к одной доске или брусу полностью при шаге досок более 15 см, а при шаге менее 15 см к одной доске или брусу прикладывается $0,5P$.

При двойном перекрестном настиле рассчитывают на изгиб только рабочий (нижний) настил и только от нормальных составляющих нагрузок, поскольку скатные составляющие воспринимаются защитным настилом. При этом сосредоточенный груз $P=1,2$ кН считается приложенным к участку настила шириной 50 см.

Соединительные гвозди слоев настила в большинстве случаев работают с большими запасами прочности и, как правило, не рассчитываются, а устанавливаются конструктивно.

5. ПОДБОР СЕЧЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ПРОКАТНЫХ БАЛОК

Требуемый момент сопротивления прокатных балок вычисляют по формуле:

$$W_{nd} = M / (R_y \gamma_c),$$

где M – максимальный изгибающий момент, R_y – расчетное сопротивление стали по пределу текучести, γ_c – коэффициент условия работы.

В зависимости от W_{nd} в сортаменте находят соответствующий номер профиля. Прочность назначенного сечения балки проверяют по формуле:

$$\sigma = \frac{M}{W_n} \leq R_y \gamma_c,$$

где W_n – момент сопротивления прокатного профиля.

Сечение считается подобраным удовлетворительно, если недонапряжение составляет до 5-7 %.

В опорном сечении балок (при $M = 0$) следует выполнять проверку по формуле:

$$\tau = \frac{Q}{t h} \leq R_s \gamma_c,$$

где Q – максимальная поперечная сила, t и h толщина стенки и высота балки (профиля).

В тех случаях, когда верхняя полка балок недостаточно закреплена от потери устойчивости (отсутствует сплошной жесткий настил, непрерывно опирающийся на сжатый пояс балки) или отношение расчетной длины балки l_{ef} к ширине сжатого пояса b превышает значения, вычисленные по формулам, приведенным в табл. 1, балку проверяют на устойчивость по формуле:

$$\sigma = \frac{M}{\varphi_b W_c} \leq R_y \gamma_c,$$

где W_c – следует определять для сжатого пояса; φ_b – коэффициент, определяемый по прил. 7* СНиП II-23-81*.

При определении значения φ_b за расчетную длину балки l_{ef} следует принимать расстояние между точками закрепления сжатого пояса от поперечных смещений (узлами продольных или поперечных связей, точками крепления жесткого настила).

При отсутствии связей $l_{ef} = l$ (где l – пролет балки) за расчетную длину консоли следует принимать: $l_{ef} = l$ при отсутствии закрепления сжатого пояса на конце консоли в горизонтальной плоскости (здесь l – длина консоли); расстояние между точками закрепления сжатого пояса в горизонтальной плоскости при закреплении пояса на конце и по длине консоли.

Таблица 1

Место приложения нагрузки	Наибольшие значения l_{ef}/b , при которых не требуется расчет на устойчивость прокатных и сварных балок (при $1 \leq h/b < 6$ и $15 \leq b/t \leq 35$)	
К верхнему поясу	$\frac{l_{ef}}{b} = \left[0,35 + 0,0032 \frac{b}{t} + \left(0,76 - 0,02 \frac{b}{t} \right) \frac{b}{h} \right] \sqrt{\frac{E}{R_y}} \quad (35)$	
К нижнему поясу		(36)
Независимо от уровня приложения нагрузки при расчете участка балки между связями или при чистом изгибе	$\frac{l_{ef}}{b} = \left[0,41 + 0,0032 \frac{b}{t} + \left(0,73 - 0,02 \frac{b}{t} \right) \frac{b}{h} \right] \sqrt{\frac{E}{R_y}} \quad (37)$	
Обозначения, принятые в таблице: b и t – соответственно ширина и толщина сжатого пояса; h – расстояние (высота) между осями поясных листов. Примечания: 1. Для балок с поясными соединениями на высокопрочных болтах значения l_{ef}/b, получаемые по формулам таблицы следует умножать на коэффициент 1,2. 2. Для балок с отношением $b/t < 15$ в формулах таблицы 8* следует принимать $b/t = 15$.		

Устойчивость балок не требуется проверять:

- а) при передаче нагрузки через сплошной жесткий настил, непрерывно опирающийся на сжатый пояс балки и надежно с ним связанный (плиты железобетонные из тяжелого, легкого и ячеистого бетона, плоский и профилированный металлический настил, волнистую сталь и т. п.);
- б) при отношении расчетной длины балки l_{ef} к ширине сжатого пояса b , не превышающем значений, определяемых по формулам таблицы 1 для балок симметричного двутаврового сечения и с более развитым сжатым поясом, для которых ширина растянутого пояса составляет не менее 0,75 ширины сжатого пояса.

В случае если по балкам укладываются щиты настила, расчет на общую устойчивость балки сводится к определению расстояния l_{ef} между точками крепления щитов настила к верхнему поясу балки по формулам таблицы 1.

Проверку местной устойчивости поясов и стенки прокатных балок, как правило, не делают, так как она обеспечивается принятыми толщинами элементов из условий проката.

Подобранное сечение проверяют на прочность от действия касательных напряжений по формуле:

$$\tau = \frac{QS}{J t_w} \leq R_s \gamma_c.$$

где S и J - статический момент половины сечения балки и момент инерции балки относительно нейтральной оси; t_w - толщина стенки балки.

Относительный прогиб однопролетной балки шарнирно закрепленной по концам при равномерно распределенной нагрузке проверяют по формуле:

$$\frac{f}{l} = \frac{5q_n l^3}{384 E J} \leq \left[\frac{f}{l} \right],$$

где q_n - нормативная погонная нагрузка; E - модуль упругости стали; J - момент инерции балки; $[f/l]$ – предельный относительный прогиб (по СНиП 2.01.07-84*).

6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТОЙ СТАЛЬНОЙ КОЛОННЫ

Центрально-сжатые колонны воспринимают продольную силу, приложенную по оси колонны. При этом все поперечное сечение колонны испытывает равномерное сжатие.

Колонна состоит из трех основных частей:

- стержня,
- оголовка,
- базы (башмака).

Расчет и конструирование стержня колонны

По типу сечений различают колонны сплошные и сквозные.

Сплошные состоят либо из прокатных элементов, либо из листов, соединенных на сварке или клепке; сквозные - из отдельных ветвей, соединенных одна с другой для совместной работы планками или решетками из уголков. Клепанные стальные колонны в настоящее время не проектируют ввиду значительной трудоемкости их изготовления. Клепанные составные элементы сравнительно широко применяют в алюминиевых конструкциях.

При проектировании центрально-сжатых колонн необходимо обеспечить устойчивость колонны относительно главных осей ее сечения. После вычисления действующих на колонну расчетных усилий N с учетом коэффициента надежности по назначению γ_n требуемую площадь сечения A_d стержня колонны определяют из условия расчета сжатых стержней по устойчивости:

$$\sigma = N / (\varphi A) \leq R_y \gamma_c, \text{ откуда } A_d \geq N / (\varphi R_y \gamma_c),$$

где φ - коэффициент продольного изгиба, определяемый в зависимости от гибкости колонны $\lambda = l_{ef}/i$ и марки стали по табл. 72, (в предварительных расчетах задаются значением φ в пределах 0,7—0,85 или $\lambda = 90...60$); i - радиус инерции сечения стержня колонны.

Расчетная (приведенная) длина колонны:

$$l_{ef} = \mu l,$$

где l - полная длина колонны от основания опорной плиты башмака до верха оголовка; μ - коэффициент, учитывающий способ закрепления концов колонны (табл. 3).

Сплошные колонны. Стержень сплошных колонн по вычисленной площади сечения A проектируют подбором для выбранной схемы сечения соответствующих прокатных профилей так, чтобы моменты инерции сечения относительно главных осей были равны или близки один другому ($J_x \approx J_y$).

При решении стержня в виде сварного двутавра, составленной из трех листов, размеры сечения назначают по следующим соображениям: для поясов применяют листы толщиной $t = 8...40$ мм, для стенки - толщиной $t = 6...16$ мм; высоту сечения h при длине колонны $H = 10...20$ м принимают не менее $1/15-1/20 H$; ширина поясных листов b должна быть не более высоты сечения h ($b \leq h$).

Расчет на устойчивость сплошностенчатых колонн, подверженных центральному сжатию силой N , следует выполнять по формуле

$$\frac{N}{\varphi A} \leq R_y \gamma_c.$$

Значения φ следует определять по формулам:

при $0 < \bar{\lambda} \leq 2,5$

$$\varphi = 1 - (0,073 - 5,53 \frac{R_y}{E}) \bar{\lambda} \sqrt{\bar{\lambda}};$$

при $2,5 < \bar{\lambda} \leq 4,5$

$$\varphi = 1,47 - 13,0 \frac{R_y}{E} - (0,371 - 27,3 \frac{R_y}{E}) \bar{\lambda} + (0,0275 - 5,53 \frac{R_y}{E}) \bar{\lambda}^2;$$

при $\bar{\lambda} > 4,5$

$$\varphi = \frac{332}{\bar{\lambda}^2 (51 - \bar{\lambda})},$$

где λ – гибкость ($\lambda = l_{ef}/i$); $\bar{\lambda}$ – условная гибкость ($\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y/E}$); λ_{ef} – приведенная гибкость стержня сквозного сечения; $\bar{\lambda}_{ef}$ – условная приведенная гибкость стержня сквозного сечения ($\bar{\lambda}_{ef} = \bar{\lambda}_{ef} \sqrt{R_y/E}$); λ_x ; λ_y – расчетные гибкости элемента в плоскостях, перпендикулярных осям соответственно $x-x$ и $y-y$; i – радиус инерции сечения.

Численные значения φ приведены в [5, табл. 72] и таблице 2.

Расчетные длины l_{ef} колонн (стоек) постоянного сечения или отдельных участков ступенчатых колонн следует определять по формуле

$$l_{ef} = \mu l,$$

где l – длина колонны, отдельного участка ее или высота этажа; μ – коэффициент расчетной длины.

Коэффициенты расчетной длины μ колонн и стоек постоянного сечения следует принимать в зависимости от условий закрепления их концов и вида нагрузки.

Для некоторых случаев закрепления и вида нагрузки значения μ приведены в табл. 3.

Таблица 2

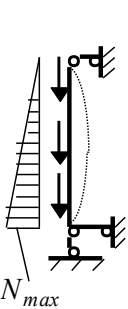
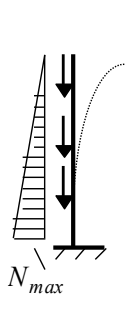
Коэффициенты φ продольного изгиба центрально-сжатых элементов

Гиб- кость λ	Коэффициенты φ для элементов из стали с расчетным сопротивлением R_y , МПа (кгс/см ²)											
	200 (2050)	240 (2450)	280 (2850)	320 (3250)	360 (3650)	400 (4100)	440 (4500)	480 (4900)	520 (5300)	560 (5700)	600 (6100)	640 (6550)
10	988	987	985	984	983	982	981	980	979	978	977	977
20	967	962	959	955	952	949	946	943	941	938	936	934
30	939	931	924	917	911	905	900	895	891	887	883	879
40	906	894	883	873	863	854	846	839	832	825	820	814
50	869	852	836	822	809	796	785	775	764	746	729	712
60	827	805	785	766	749	721	696	672	650	628	608	588
70	782	754	724	687	654	623	595	568	542	518	494	470
80	734	686	641	602	566	532	501	471	442	414	386	359
90	665	612	565	522	483	447	413	380	349	326	305	287
100	599	542	493	448	408	369	335	309	286	267	250	235
110	537	478	427	381	338	306	280	258	239	223	209	197
120	479	419	366	321	287	260	237	219	203	190	178	167
130	425	364	313	276	247	223	204	189	175	163	153	145
140	376	315	272	240	215	195	178	164	153	143	134	126
150	328	276	239	211	189	171	157	145	134	126	118	111
160	290	244	212	187	167	152	139	129	120	112	105	099
170	259	218	189	167	150	136	125	115	107	100	094	089
180	233	196	170	150	135	123	112	104	097	091	085	081
190	210	177	154	136	122	111	102	094	088	082	077	073
200	191	161	140	124	111	101	093	086	080	075	071	067
210	174	147	128	113	102	093	085	079	074	069	065	062
220	160	135	118	104	094	086	077	073	068	064	060	057

Примечание. Значение коэффициентов φ в таблице увеличены в 1000 раз.

Таблица 3

Коэффициенты μ для определения расчетных длин колонн
и стоек постоянного сечения

Схема закрепления и вид нагрузки				
μ	1,0	0,7	0,5	2,0
Схема закрепления и вид нагрузки				
μ	1,0	2,0	0,725	1,12

Гибкости сжатых элементов не должны превышать значений, приведенных в табл. 4.

Таблица 4

Элементы конструкций	Предельная гибкость сжатых элементов
1. Пояса, опорные раскосы и стойки, передающие опорные реакции: а) плоских ферм, структурных конструкций и пространственных конструкций из труб и парных уголков высотой до 50 м	$180 - 60\alpha$
б) пространственных конструкций из одиночных уголков, пространственных конструкций из труб и парных уголков св. 50 м	120
2. Элементы, кроме указанных в поз. 1 и 7: а) плоских ферм, сварных пространственных и структурных конструкций из одиночных уголков, пространственных и структурных конструкций из труб и парных уголков	$210 - 60\alpha$
б) пространственных и структурных конструкций из одиночных уголков с болтовыми соединениями	$220 - 40\alpha$
3. Верхние пояса ферм, не закрепленные в процессе монтажа (предельную гибкость после завершения монтажа следует принимать по поз. 1)	220
4. Основные колонны	$180 - 60\alpha$
5. Второстепенные колонны (стойки фахверка, фонарей и т. п.), элементы решетки колонн, элементы вертикальных связей между колоннами (ниже подкрановых балок)	$210 - 60\alpha$
6. Элементы связей, кроме указанных в поз. 5, а также стержни, служащие для уменьшения расчетной длины сжатых стержней, и другие ненагруженные элементы, кроме указанных в поз. 7	200
7. Сжатые и ненагруженные элементы пространственных конструкций таврового и крестового сечений, подверженные воздействию ветровых нагрузок, при проверке гибкости в вертикальной плоскости	150
Обозначение, принятое в таблице 19*: $\alpha = \frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c}$ – коэффициент, принимаемый не менее 0,5 (в необходимых случаях вместо φ следует применять φ_e).	

Конструирование оголовка колонны

Конструкция оголовка колонн должна учитывать способ опирания на нее вышележащей конструкции. Более простое решение получают при свободном опирании балок на колонну сверху (рис. 1а,б). Часто балки крепят к колонне сбоку. В этом случае в колонне предусматривают столик и отверстия для болтов (рис. 1в).

Толщину опорной плиты оголовка назначают конструктивно в пределах 20-25 мм. Если торец колонны не фрезеруется, то опорное давление от балок передается от опорной плиты на стержень колонны через швы, которыми плиту приваривают к ветвям. Если швов по контуру плиты недостаточно, то ставят дополнительно вертикальные ребра.

Высоту ребра оголовка определяют по требуемой длине швов, передающей нагрузки на стержень колонны:

при расчете по металлу шва

$$h_r \geq N / (4\beta_f k_f R_{af} \gamma_c),$$

при расчете по металлу границы сплавления

$$h_r \geq N / (4\beta_z k_f R_{az} \gamma_c),$$

где β_f и β_z – коэффициенты, принимаемые при сварке элементов из стали: с пределом текучести до 530 МПа (5400 кгс/см²) – по [5, табл. 34*]; с пределом текучести свыше 530 МПа (5400 кгс/см²) независимо от вида сварки, положения шва и диаметра сварочной проволоки $\beta_f = 0,7$ и $\beta_z = 1$; γ_{wf} и γ_{wz} – коэффициенты условий работы шва, равные 1 во всех случаях, кроме конструкций, возводимых в климатических районах I₁, I₂, II₂ и II₃, для которых $\gamma_{wf} = 0,85$ для металла шва с нормативным сопротивлением $R_{wun} = 410$ МПа (4200 кгс/см²) и $\gamma_{wz} = 0,85$ – для всех сталей; R_{wf} – расчетное сопротивление угловых швов срезу (условному) по металлу шва; R_{wz} – расчетное сопротивление угловых швов срезу (условному) по металлу границы сплавления.

Стяжные болты устанавливают конструктивно в соответствии с нормами на расстановку болтов согласно [5, табл.39].

Расчет и конструирование базы

База колонны распределяет давление на фундамент. Самая простая база состоит из одного опорного листа (рис. 1,г). Чтобы уменьшить толщину листа (при больших давлениях), его укрепляют ребрами (рис. 1,д) или траверсами (рис. 1,е). Обычно толщина опорного листа 20 - 40 мм. При большой ширине сквозных колонн базу устраивают под каждую ветвь.

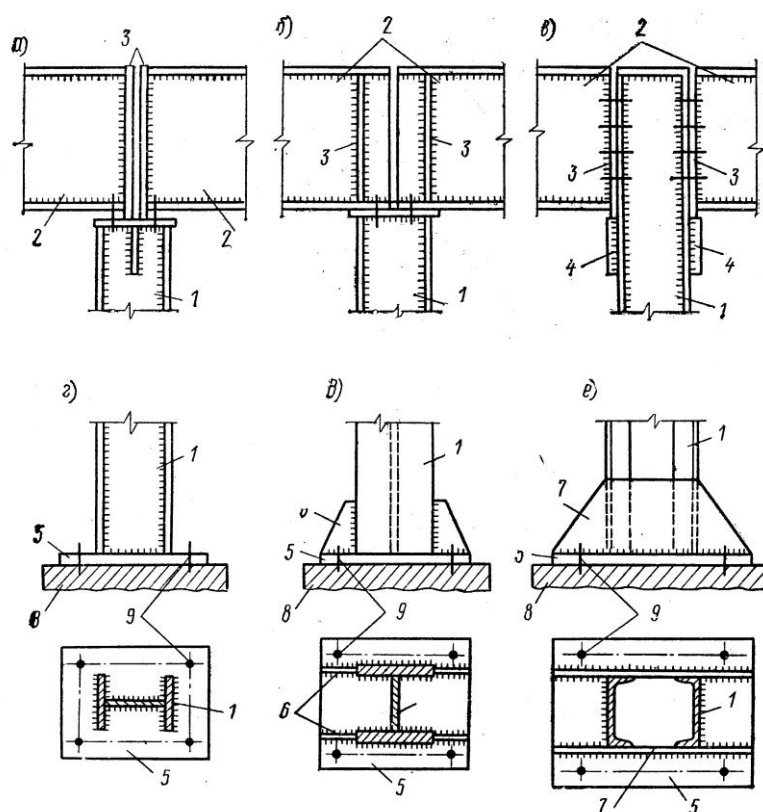


Рис. 1. Конструкция оголовка и базы колонн: а - оголовок при передаче нагрузки от балок через торцовые ребра; б - то же, через ребра, расположенные против полок стержня колонны; в - оголовок при примыкании балок сбоку и передаче нагрузки на столик; г - база из одного опорного листа; д - база из опорного листа и ребер; е - база из опорного листа и траверс; 1 — стержень колонны; 2 - балки; 3 - опорные ребра балок; 4 - столик; 5 - опорный лист; 6 - ребра; 7 - траверсы; 8 - фундамент; 9 - анкерные болты

Размеры опорной плиты определяют исходя из условий смятия бетона под плитой по формуле

$$A_{pl} \geq N / R_{b.loc},$$
$$R_{b.loc} = \alpha R_b \sqrt[3]{A_f / A_{pl}} \leq 1,5 R_b \gamma_{b9},$$

где N - нагрузка на колонну, включая ее собственный вес; R_b - расчетное сопротивление сжатию бетона (призменная прочность), принимаемое по СНиП 2.03.01-84*; $R_{b.loc}$ - расчетное сопротивление бетона при местном сжатии (смятии); A_f - площадь фундамента, на которую опирается плита; $\gamma_{b9} = 0,9$; $\alpha = 1$ - для бетона класса ниже В25.

Для крепления колонны к фундаменту ставят анкерные болты. Чтобы облегчить монтаж, отверстия под анкерные болты принимают в 1,5-2 раза больше диаметра болтов.

Указания по расчету и конструированию анкерных болтов приведены в следующем разделе.

7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦЕНТРАЛЬНО НАГРУЖЕННЫХ ФУНДАМЕНТОВ

Центрально-нагруженные фундаменты проектируют, как правило, квадратными в плане.

Обычно фундаменты проектируют так, чтобы нулевой цикл строительных работ мог быть закончен до монтажа колонн и произведена обратная засыпка грунта. Для этого верх фундамента под колонны зданий располагают на 15 см ниже уровня чистого пола. Верх фундамента под стальные и деревянные колонны, расположенные на открытом воздухе, располагают на 15-30 см выше уровня грунта. Устанавливают фундаменты на естественный грунт, бетонную, щебеночную или песчаную подготовку толщиной 10 см.

По способу изготовления различают фундаменты *сборные* и *монолитные*. В большинстве случаев применяют монолитные фундаменты. Сборные устраивают, когда они невелики по размерам, строительство ведется в сложных геологических или суровых зимних условиях, а также когда применение их сокращает сроки строительства и дает экономию. Монолитные фундаменты выполняются из бетона классов В 12,5...В15, сборные В15...В22,5.

Центрально нагруженные фундаменты армируют сварными сетками классов А-II, А-III с одинаковой арматурой в двух направлениях. Шаг стержней обычно принимают 150...200 мм, диаметр - не менее 10 мм. Минимальная толщина защитного слоя при возведении монолитного фундамента на бетонной подготовке - 35 мм, при ее отсутствии - 70 мм, для сборных фундаментов - 30 мм.

Сборные фундаменты проектируют под сборные колонны, монолитные фундаменты - как под сборные, так и под монолитные. Сборные колонны жестко заделывают в специальные гнезда - стаканы, оставляемые в

фундаменте при бетонировании (рис. 2 а, б). Закрепление колонн в стакане осуществляют посредством заливки цементного раствора между стенкой и колонной. Для жесткого соединения монолитных колонн с фундаментами, из последних выпускают арматуру с площадью сечения, равной расчетной площади арматуры у обреза фундамента. Выпуски арматуры фундамента стыкуют с арматурой колонны дуговой сваркой или внахлестку (без сварки). Стыки устраивают выше уровня пола. В пределах фундамента выпуски арматуры соединяют в каркасы хомутами и доводят до бетонной подготовки.

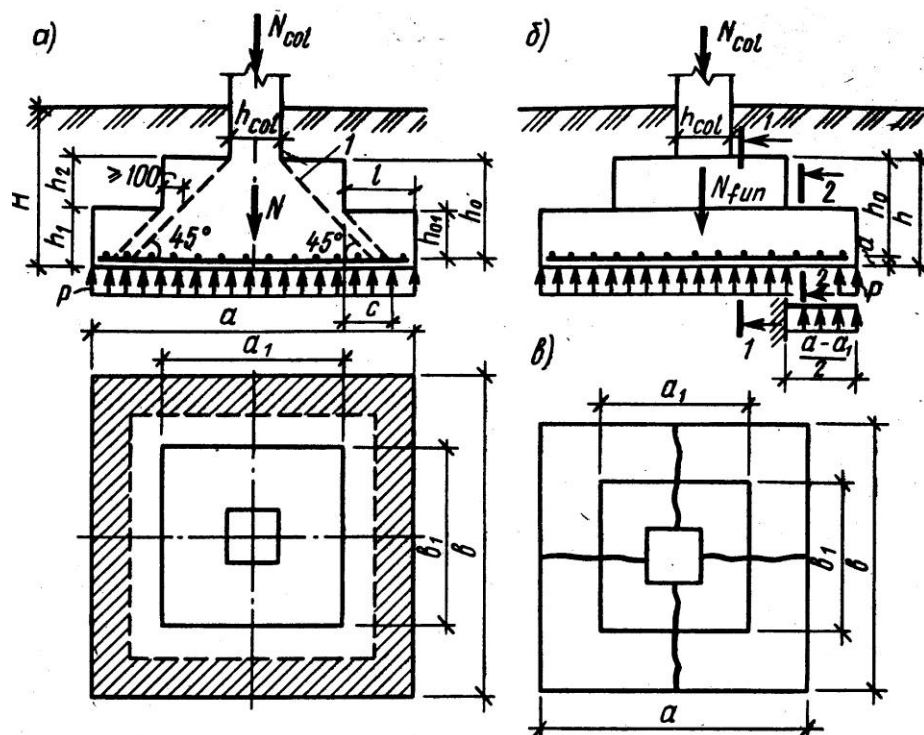


Рис. 2. К расчету отдельных центрально нагруженных фундаментов: 1 — пирамида продавливания

Расчет фундамента состоит из двух частей: расчета основания (определяют форму и размеры подошвы) и тела фундамента (высоту фундамента, размеры его ступеней и сечения арматуры).

Определение размеров подошвы фундамента производят при допущении, что реактивное давление на грунт по подошве фундамента распределяется по линейному закону, например при центральном нагружении по прямоугольной эпюре (рис. 2). В действительности распределение давления зависит от свойств грунта, жесткости фундамента и имеет более сложный характер. Однако, как показали исследования, принятое допущение упрощает расчет и не приводит к ошибкам.

Нагрузками, создающими давление на грунт, являются продольная сила N_{col} , передаваемая колонной, и собственный вес фундамента, включая вес грунта на его ступенях N_{fun} . Площадь подошвы A должна быть подобрана

так, чтобы среднее давление под подошвой не превышало условного расчетного давления на грунт R_o :

$$(N_{col} + N_{fun}) / A \leq R_o.$$

Значение продольного усилия принимают с коэффициентом надежности по нагрузке $\gamma_f = 1$, поскольку расчет основания производят по деформациям. Обозначив глубину заложения подошвы фундамента H и принимая средний удельный вес материала фундамента и грунта на его ступенях $\gamma_m = 20 \text{ кН/м}^3$, получим

$$A \geq N_{col} / (R_o - \gamma_m H).$$

По найденной площади устанавливают размеры сторон подошвы фундамента, округляя их в большую сторону до значения, кратного 30 см, если предполагается применение металлической инвентарной опалубки, и 10 см при использовании неинвентарной опалубки.

После расчета основания переходят к расчету прочности тела фундамента. Высоту фундамента определяют из условия его прочности на продавливание в предположении, что продавливание происходит по поверхности пирамиды, боковые стороны которой начинаются у колонны и наклонены под углом 45° к вертикали (рис. 2,а). В качестве расчетной продавливающей силы F принимают силу N_{col} за вычетом отпора грунта p , распределенного по площади нижнего основания пирамиды продавливания. При квадратной колонне со стороной h_{col} площадь нижнего основания будет $(h_{col} + 2/h_0)^2$, тогда

$$F = N_{col} - p(h_{col} + 2h_0)^2,$$

где N_{col} — расчетное продольное усилие, передаваемое колонной на фундамент, вычисляемое при $\gamma_f > 1$; p — отпор грунта от расчетного продольного усилия без учета веса фундамента и грунта на его ступенях.

Условие прочности на продавливание имеет вид

$$F \leq R_{bt} u_m h_0,$$

где F - продавливающая сила; R_{bt} - расчетное сопротивление бетона осевому растяжению, принимаемое с необходимыми коэффициентами условий работы γ_{b2} и γ_{b3} в соответствии с табл. 15 СНиП 2.03.01-84* как для железобетонных сечений; u_m - среднеарифметическое значение периметров верхнего и нижнего оснований пирамиды, образующейся при продавливании в пределах рабочей высоты сечения $h_{0,pl}$

$$u_m = [4 h_{col} + 4(h_{col} + 2 h_0)]/2 = 4(h_{col} + h_0).$$

При определении величин u_m и F предполагается, что продавливание происходит по боковой поверхности пирамиды, меньшим основанием которой служит площадь действия продавливающей силы (площадь сечения колонны или подколонника), а боковые грани наклонены под углом 45° к горизонтали.

* Если основание пирамиды продавливания выходит за пределы основания фундамента, то расчет на продавливание не производят.

Проверку фундамента на продавливание следует производить не только по всей высоте, но и под каждой из ступеней.

Определив высоту фундамента из расчета на продавливание и конструктивных требований, принимают большую из них. При $h < 450$ мм фундамент выполняют одноступенчатым, при $450 \text{ мм} < h < 900$ мм — двухступенчатым и при $h > 900$ мм — трехступенчатым.

Ступени фундамента работают под воздействием реактивного давления грунта p снизу, подобно консолям, заделанным в массив фундамента (рис. 2 б). Поскольку фундамент не имеет поперечной арматуры, высота нижней ступени должна быть также проверена на прочность по наклонному сечению по условию восприятия поперечной силы бетоном:

$$Q = p(1-c)b < 1,5R_{bt}bh_0^2/c,$$

где правая часть неравенства принимается не менее $0,6R_{bt}bh_0$ и не более $2,5R_{bt}bh_0$; c - длина проекции рассматриваемого наклонного сечения (рис. 2 а).

Армирование фундамента по подошве определяют расчетом по нормальным сечениям 1-1 и 2-2; значения изгибающих моментов в этих сечениях как для консольных балок:

$$M_{1-1} = 0,125 p (a - h_{col})^2 b,$$

$$M_{2-2} = 0,125 p (a - a_1)^2 b.$$

Требуемую площадь арматуры, воспринимающую растягивающие напряжения при изгибе в сечении 1-1 на всю ширину фундамента, определяют из условия $M_{1-1} = R_s A_{s1} z_1$, приняв $z_1 = 0,9h_0$:

$$A_{s1} = M_{1-1} / (0,9 h_0 R_s).$$

аналогично для сечения 2-2

$$A_{s2} = M_{2-2} / (0,9 h_{o1} R_s).$$

Из двух значений A_{s1} и A_{s2} выбирают большее, по которому и производят подбор диаметра и количества стержней. Вначале задаются шагом стержней, затем определяют их количество, на единицу большее числа шагов. Деля A_s на число стержней, получают требуемую площадь одного стержня, по которой подбирают диаметр. При ширине подошвы фундамента более 3 м в целях экономии стали половину стержней можно не доводить до конца на $1/10$ длины в каждую сторону.

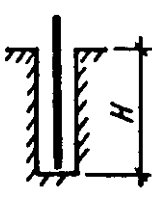
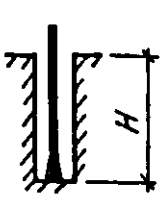
Фундаментные болты для крепления строительных конструкций должны проектироваться в соответствии со СНиП 2.09.03-85.

Конструкции болтов должны выполняться в соответствии с ГОСТ 24379.0-80 и ГОСТ 24379.1-80.

По конструктивному решению болты могут быть с отгибом, с анкерной плитой, прямые и конические (табл. 5).

По способу установки болты подразделяются на устанавливаемые до бетонирования фундаментов, в которые они заделываются (с отгибом и с анкерной плитой), и устанавливаемые на готовые фундаменты в колодцы или скважины (прямые, изогнутые и конические).

Таблица 5

Болты	С отгибом	С анкерной плитой	Прямые	Конические
Диаметр (по резьбе) d , мм	12-48	12-90	12-48	12-48
Эскиз				
Глубина заделки H	$25d$	$15d$	$10d$	$10d$
Расстояние между осями болтов C	$6d$	$8d$	$5d$	$10d$
Расстояние от оси болта до грани l	$4d$	$6d$	$5d$	$10d$

По условиям эксплуатации болты подразделяются на расчетные и конструктивные:

- к расчетным относятся болты, воспринимающие нагрузки, возникающие при эксплуатации строительных конструкций;
- к конструктивным относятся болты, предусматриваемые для крепления строительных конструкций, устойчивость которых против опрокидывания или сдвига обеспечивается собственным весом конструкции.

Болты с отгибом и анкерной плитой могут применяться для крепления строительных конструкций без ограничений.

Болты, устанавливаемые в скважины, не следует применять для крепления несущих колонн зданий и сооружений, оборудованных мостовыми кранами, а также для высотных зданий и сооружений, ветровая нагрузка для которых является основной.

Марку сталей расчетных болтов, эксплуатируемых при расчетной зимней температуре наружного воздуха до минус 65°C включительно, следует назначать согласно табл. 6.

Таблица 6

Расчетная зимняя температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$	Минус 40°C и выше	От минус 40 до минус 50°C	От минус 51 до минус 65°C включ.
Марка стали	Вст3кп2 по ГОСТ 380-71	09Г2С-6 10Г2С1-6 по ГОСТ 19281-73	09Г2С-8 10Г2С1-8 по ГОСТ 19281-73
Примечание. Болты допускается изготавливать из других марок стали, механические свойства которых не ниже свойств марок сталей, указанных в таблице.			

Для болтов диаметром 56 мм и более при расчетной зимней температуре минус 40°C и выше допускается применять низколегированную сталь марок 09Г2С-2 и 10Г2С1-2 (ГОСТ 19281-73).

При расчетной зимней температуре наружного воздуха до минус 65 °С низколегированные стали марок 09Г2С-8 и 10Г2С1-8 должны иметь ударную вязкость не ниже 30 Дж/см² (3 кгс • м/см²) при температуре испытания минус 60 °С.

Конструктивные болты во всех случаях (при расчетной зимней температуре до минус 65 °С) допускается изготавливать из стали марки Вст3кп2 по ГОСТ 380-71.

Минимальную глубину заделки болтов в бетон Н для бетона класса В 12,5 и стали марки Вст3кп2 следует принимать по табл. 1.

Для других марок сталей болтов или классов бетона глубину заделки болтов Н' следует определять по формуле

$$H' \geq H m_1 m_2, \quad (85)$$

где m_1 - отношение расчетного сопротивления растяжению бетона класса В 12,5 к расчетному сопротивлению бетона принятого класса;

m_2 - отношение расчетного сопротивления растяжению металла болтов принятой марки стали к расчетному сопротивлению стали марки Вст3кп2.

Для болтов диаметром 24 мм и более, устанавливаемых в скважинах готовых фундаментов, коэффициент m_1 следует принимать равным 1.

Для конструктивных болтов с отгибами глубину заделки в бетон допускается принимать равной 15 d, для болтов с анкерными плитами — 10 d, для болтов, устанавливаемых в скважины, - 5 d.

Минимальные допускаемые расстояния между осями болтов С и от оси крайних болтов до граней фундамента l приведены в табл. 1.

Расстояния между болтами, а также от оси болтов до грани фундамента допускается уменьшать на 2d при соответствующем увеличении глубины заделки на 5 d.

Кроме того, расстояние от оси болта до грани фундамента допускается уменьшать на один диаметр при наличии армирования вертикальной грани фундамента в месте установки болта.

Во всех случаях расстояние от оси болта до грани фундамента должно быть не свыше, мм:

100 - для болтов диаметром до 30 мм включ.;

150 - для болтов диаметром до 48 мм включ.;

200 для болтов диаметром свыше 48 мм включ.

В зависимости от способа монтажа стальных колонн определяются отметка верха фундамента и дополнительные требования при его возведении.

При безвыверочном монтаже стальных колонн, имеющих фрезерованный торец и строганую плиту башмака, требуется устройство подливки под плитой башмака толщиной 50-70 мм, что и определяет отметку верха фундамента.

При монтаже стальных колонн с башмаком в виде плиты, приваренной к стержню колонны, выполняется выверка колонны, для этого анкерные болты должны иметь дополнительные гайки и шайбы, располагаемые под опорной плитой башмака, на которые устанавливается колонна во время монтажа.

При таком способе монтажа стальных колонн требуется устройство подливки под плитой башмака толщиной 100-150 мм; анкерные болты при этом снабжены гайками и шайбами, расположенными выше и ниже плиты башмака.

Монтаж стальных колонн с облегченной выверкой обеспечивает точность установки колонн при уменьшении сложности их изготовления.

Рекомендуется анкерные болты выполнять объединенными в жесткие блоки, установка которых строго фиксируется при бетонировании фундаментов.

8. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Москалем Н.С. Металлические конструкции: / Н.С. Москалев, Я.А. Пронозин. - М.: Изд-во АСВ, 2008. - 388с.(0,2)
2. Саламахин П.М. Проектирование мостовых и строительных конструкция: учебное пособие / П.М. Саламахин. - М.: КНОРУС, 2010. - 408с.(0,9)
3. Евстифеев В.Г. Железобетонные и каменные конструкции. В 2ч. Ч.1. Железобетонные конструкции: учебник / В.Г. Евстифеев. - М.: Изд-во "Академия", 2010. - 432с.(0,04)
4. Евстифеев В.Г. Железобетонные и каменные конструкции. В 2ч. Ч.2. Каменные и армокаменные конструкции: учебник / В.Г. Евстифеев. - М.: Изд-во "Академия", 2010. - 192с(0,04)
5. СНиП 23-01-99*. Строительная климатология. - М.: 2003.
6. СНиП 2.01.02-85*. Противопожарные нормы. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1991.
7. СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия.- М.: Стройиздат, 1986.
8. СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции.- М.: Стройиздат, 1985.
9. СНиП П-23-81*. Нормы проектирования. Стальные конструкции.- М.: Стройиздат, 1990.
10. СНиП П-25-80*. Деревянные конструкции.- М.: Стройиздат, 1982.
11. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без предварительного напряжения арматуры (к СНиП 2.03.01-84). - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989.
12. Пособие по проектированию деревянных конструкций (к СНиП П-25-80). / ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко. - М.: Стройиздат, 1986.
13. Пособие по проектированию фундаментов на естественном основании под колонны зданий и сооружений (к СНиП 2.03.01-84 и СНиП 2.02.01-83). - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989.
14. Пособие по проектированию стальных конструкций (к СНиП П-23-81*). / ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989.
15. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. - М.: Стройиздат, 1985.
16. Бондаренко В.М., Судницын А.И., Назаренко В.Г. Расчет железобетонных и каменных конструкций: Учебн. пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 1988.
17. Гринь И.М. Проектирование и расчет деревянных конструкций: Справ. - Киев: Будивельник, 1986.
18. Индустриальные деревянные конструкции / Ю.В.Слицкоухов, И.М.Гуськов, Л.К. Ермоленко и др. - М.: Стройиздат, 1991.
19. Конструкции из дерева и пластмасс / Ю.В.Слицкоухов, В.Д.Буданов, М.М.Гапоев и др. - М.: Стройиздат, 1986.
20. Мандриков А.П. Примеры расчета металлических конструкций.-

М.: Стройиздат, 1991.

21. Мандриков А.П. Примеры расчета железобетонных конструкций.- М.: Стройиздат, 1989

22. Металлические конструкции. Общий курс: Учебн. пособие для вузов/ Е.И. Беленя, В.А. Балдин, Г.С. Веденников и др.; Под ред. Е.И.Беленя. – М.: Стройиздат, 1986.

23. Сперанский И.М., Сташевская С.Г., Бондаренко С.В. Примеры расчета железобетонных конструкций: Учебн. пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 1989.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Сортамент пиломатериалов хвойных пород

Толщина, мм	Ширина, мм								
16	75	100	125	150	-	-	-	-	-
19	75	100	125	150	175	-	-	-	-
22	75	100	125	150	175	200	225	-	-
25	75	100	125	150	175	200	225	250	275
32	75	100	125	150	175	200	225	250	275
40	75	100	125	150	175	200	225	250	275
44	75	100	125	150	175	200	225	250	275
50	75	100	125	150	175	200	225	250	275
60	75	100	125	150	175	200	225	250	275
75	75	100	125	150	175	200	225	250	275
100	-	100	125	150	175	200	225	250	275
125	-	-	125	150	175	200	225	250	-
150	-	-	-	150	175	200	225	250	-
175	-	-	-	-	175	200	225	250	-
200	-	-	-	-	-	200	225	250	-
Примечание. Длина пиломатериалов 1.0 - 6.5 м с градацией 0.25 м									

Приложение 2

Припуски на обработку древесины

2.1. Припуски на фрезерование заготовок по пласти с двух сторон, мм

Номинальная толщина заготовки, мм	При номинальной ширине заготовки, мм		
	90 - 95	95 - 195	свыше 195
25	4.0	4.5	5.0
40	5.0	5.5	6.0

2.2. Припуски на фрезерование кромок заготовок с двух сторон, мм

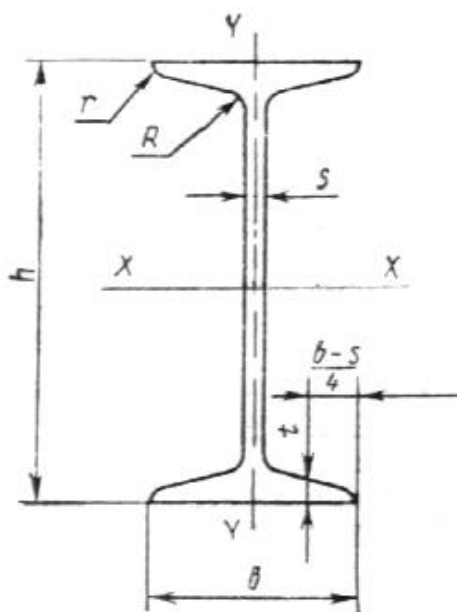
Номинальная ширина заготовки, мм	При номинальной толщине заготовки, мм	
	25	свыше 40
до 95	4.5	5.0
95 - 195	5.0	5.5
свыше 195	5.5	6.0

2.3. Припуски на фрезерование боковых поверхностей многослойных конструкций

Припуски на фрезерование боковых поверхностей многослойных конструкций должны составлять при длине конструкций до 12 м - 15 мм, свыше 12 м - 20 мм.

Приложение 3

ДВУТАВРЫ СТАЛЬНЫЕ ГОРЯЧЕКАТАНЫЕ ГОСТ 8239-89 (СТ СЭВ 2209-80)



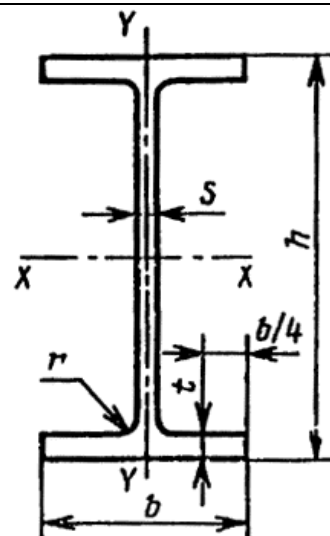
Сортамент

Номер двутавра	Размеры						Площадь поперечного	Масса	Справочные значения для осей						
	h	b	s	t	R	r		1 м, кг	$X - X$				$Y - Y$		
									I_x	W_x	i_x	S_x	I_y	W_y	i_y
мм						см ²		см ⁴	см ³	см	см ³	см ⁴	см ³	см	
10	100	55	4,5	7,2	7,0	2,5	12,0	9,46	198	39,7	4,06	23,0	17,9	6,49	1,22
12	120	64	4,8	7,3	7,5	3,0	14,7	11,50	350	58,4	4,88	33,7	27,9	8,72	1,38
14	140	73	4,9	7,5	8,0	3,0	17,4	13,70	572	81,7	5,73	46,8	41,9	11,50	1,55
16	160	81	5,0	7,8	8,5	3,5	20,2	15,90	873	109,0	6,57	62,3	58,6	14,50	1,70
18	180	90	5,1	8,1	9,0	3,5	23,4	18,40	1290	143,0	7,42	81,4	82,6	18,40	1,88
20	200	100	5,2	8,4	9,5	4,0	26,8	21,00	1840	184,0	8,28	104,0	115,0	23,10	2,07
22	220	110	5,4	8,7	10,0	4,0	30,6	24,00	2550	232,0	9,13	131,0	157,0	28,60	2,27
24	240	115	5,6	9,5	10,5	4,0	34,8	27,30	3460	289,0	9,97	163,0	198,0	34,50	2,37
27	270	125	6,0	9,8	11,0	4,5	40,2	31,50	5010	371,0	11,20	210,0	260,0	41,50	2,54
30	300	135	6,5	10,2	12,0	5,0	46,5	36,50	7080	472,0	12,30	268,0	337,0	49,90	2,69
33	330	140	7,0	11,2	13,0	5,0	53,8	42,20	9840	597,0	13,50	339,0	419,0	59,90	2,79
36	360	145	7,5	12,3	14,0	6,0	61,9	48,60	13380	743,0	14,70	423,0	516,0	71,10	2,89
40	400	155	8,3	13,0	15,0	6,0	72,6	57,00	19062	953,0	16,20	545,0	667,0	86,10	3,03
45	450	160	9,0	14,2	16,0	7,0	84,7	66,50	27696	1231,0	18,10	708,0	808,0	101,00	3,09
50	500	170	10,0	15,2	17,0	7,0	100,0	78,50	39727	1589,0	19,90	919,0	1043,0	123,00	3,23
55	550	180	11,0	16,5	18,0	7,0	118,0	92,60	55962	2035,0	21,80	1181,0	1356,0	151,00	3,39
60	600	190	12,0	17,8	20,0	8,0	138,0	108,00	76806	2560,0	23,60	1491,0	1725,0	182,00	3,54

Примечания:

В таблицах используют обозначения: I - момент инерции; W - момент сопротивления; S - статический момент полусечения; i - радиус инерции.

ДВУТАВРЫ СТАЛЬНЫЕ
ГОРЯЧЕКАТАНЫЕ С
ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ ГРАНЯМИ
ПОЛОК (ГОСТ 26020-83)



Сортамент

Номер профиля	мм					Площадь сечения, см²	Линейная плотность, кг/м	Справочные величины для осей						
	h	b	s	t	r			X-X				Y-Y		
								I _x , см⁴	W _x ,см³	S _x , см³	t _x , см	I _y , см⁴	W _y ,см³	t _y , см
Нормальные двутавры														
10Б1	100	55	4,1	5,7	7	10,32	8,1	171	34,2	19,7	4,07	15,9	5,8	1,24
12Б1	117,6	64	3,8	5,1	7	11,03	8,7	257	43,8	24,9	4,83	22,4	7,0	1,42
12Б2	120	64	4,4	6,3		13,21	10,4	318	53,0	30,4	4,90	27,7	8,6	1,45
14Б1	137,4	73	3,8	5,6	7	13,39	10,5	435	63,3	35,8	5,70	36,4	10,0	1,65
14Б2	140	73	4,7	6,9		16,43	12,9	541	77,3	44,2	5,74	44,9	12,3	1,65
16Б1	157	82	4,0	5,9	9	16,18	12,7	689	87,8	49,5	6,53	54,4	13,3	1,83
16Б2	160	82	5,0	7,4		20,09	15,8	869	108,7	61,9	6,58	68,3	16,6	1,84
18Б1	177	91	4,3	6,5	9	19,58	15,4	1063	120,1	67,7	7,37	81,9	18,0	2,04
18Б2	180	91	5,3	8,0		23,95	18,8	1317	146,3	83,2	7,41	100,8	22,2	2,05
20Б1	200	100	5,6	8,5	12	28,49	22,4	1943	194,3	110,3	8,26	142,3	28,5	2,23
23Б1	230	110	5,6	9,0	12	32,91	25,8	2996	260,5	147,2	9,54	200,3	36,4	2,47
26Б1	258	120	5,8	8,5	12	35,62	28,0	4024	312,0	176,6	10,63	245,6	40,9	2,63
26Б2	261	120	6,0	10,0		39,70	31,2	4654	356,6	201,5	10,83	288,8	48,1	2,70
30Б1	296	140	5,8	8,5	15	41,92	32,9	6328	427,0	240,0	12,29	390,0	55,7	3,05
30Б2	299	140	6,0	10,0		46,67	36,6	7293	487,8	273,8	12,50	458,6	65,5	3,13
35Б1	346	155	6,2	8,5	18	49,53	38,9	10060	581,7	328,6	14,25	529,6	68,3	3,27
35Б2	349	155	6,5	10,0		55,17	43,3	11550	662,2	373,0	14,47	622,9	80,4	3,36
40Б1	392	165	7,0	9,5	21	61,25	48,1	15750	803,6	456,0	16,03	714,9	86,7	3,42
40Б2	396	165	7,5	11,5		69,72	54,7	18530	935,7	529,7	16,30	865,0	104,8	3,52
45Б1	443	180	7,8	11,0	21	76,23	59,8	24940	1125,8	639,5	18,09	1073,7	119,3	3,75
45Б2	447	180	8,4	13,0		85,96	67,5	28870	1291,9	732,9	18,32	1269,0	141,0	3,84
50Б1	492	200	8,8	12,0	21	92,98	73,0	37160	1511,0	860,4	19,99	1606,0	160,6	4,16
50Б2	496	200	9,2	14,0		102,80	80,7	42390	1709,0	970,2	20,30	1873,0	187,3	4,27
55Б1	543	220	9,5	13,5	24	113,37	89,0	55680	2051,0	1165,0	22,16	2404,0	218,6	4,61
55Б2	547	220	10,0	15,5		124,75	97,9	62790	2296,0	1302,0	22,43	2760,0	250,9	4,70
60Б1	593	230	10,5	15,5	24	135,26	106,2	78760	2656,0	1512,0	24,13	3154,0	274,3	4,83
60Б2	597	230	11,0	17,5		147,30	115,6	87640	2936,0	1669,0	24,39	3561,0	309,6	4,92
70Б1	691	260	12,0	15,5	24	164,70	129,3	125930	3645,0	2095,0	27,65	4556,0	350,5	5,26
70Б2	697	260	12,5	18,5		183,60	144,2	145912	4187	2393,0	28,19	5437,0	418,2	5,44
80Б1	791	280	13,5	17,0	26	203,20	159,5	199500	5044	2917,0	31,33	6244,0	446,0	5,54
80Б2	798	280	14,0	20,5		226,60	177,9	232200	5820	3343,0	32,01	7527,0	537,6	5,76
90Б1	893	300	15,0	18,5	30	247,10	194,0	304400	6817	3964,0	35,09	8365,0	557,6	5,82
90Б2	900	300	15,5	22,0		272,40	213,8	349200	7760	4480,0	35,80	9943,0	662,8	6,04
100Б1	990	320	16,0	21,0	30	293,82	230,6	446000	9011	5234,0	38,96	11520,0	719,9	6,26
100Б2	998	320	17,0	25,0		328,90	258,2	516400	10350	5980,0	39,62	13710,0	856,9	6,46
100Б3	1006	320	18,0	29,0		364,00	285,7	587700	11680	6736,0	40,18	15900,0	993,9	6,61
100Б4	1013	320	19,5	32,5		400,60	314,5	655400	12940	7470,0	40,45	17830,0	1114,3	6,67

Широкополочные двутавры														
20Ш1	193	150	6,0	9,0	13	38,95	30,6	2660	275	153	8,26	507	67,6	3,61
23Ш1	226	155	6,5	10,0	14	46,08	36,2	4260	377	210	9,62	622	80,2	3,67
26Ш1	251	180	7,0	10,0	16	54,37	42,7	6225	496	276	10,70	974	108,2	4,23
26Ш2	255	180	7,5	12,0		62,73	49,2	7429	583	325	10,88	1168	129,8	4,31
30Ш1	291	200	8,0	11,0	18	68,31	53,6	10400	715	398	12,34	1470	147,0	4,64
30Ш2	295	200	8,5	13,0		77,65	61,0	12200	827	462	12,53	1737	173,7	4,73
30Ш3	299	200	9,0	15,0		87,00	68,3	14040	939	526	12,70	2004	200,4	4,80
35О1	338	250	9,5	12,5	20	95,67	75,1	19790	1171	651	14,38	3260	261	5,84
35Ш2	341	250	10,0	14,0		104,74	82,2	22070	1295	721	14,52	3650	292	5,90
35Ш3	345	250	10,5	16,0		116,30	91,30	25140	1458	813	14,70	4170	334	5,99
40Ш1	388	300	9,5	14,0	22	122,40	96,1	34360	1771	976	16,76	6306	420	7,18
40Ш2	392	300	11,5	16,0		141,60	111,1	39700	2025	1125	16,75	7209	481	7,14
40Ш3	396	300	12,5	18,0		157,20	123,4	44740	2260	1259	16,87	8111	541	7,18
50Ш1	484	300	11,0	15,0	26	145,70	114,4	60930	2518	1403	20,45	6762	451	6,81
50Ш2	489	300	14,5	17,5		176,60	138,7	72530	2967	1676	20,26	7900	526	6,69
50Ш3	495	300	15,5	20,5		199,20	156,4	84200	3402	1923	20,56	9250	617	6,81
50Ш4	501	300	16,5	23,5		221,70	174,1	96150	3838	2173	20,82	10600	707	6,92
60Ш1	580	320	12,0	17,0	28	181,10	142,1	107300	3701	2068	24,35	9302	581	7,17
60Ш2	587	320	16,0	20,5		225,30	176,9	131800	4490	2544	24,19	11230	702	7,06
60Ш3	595	320	18,0	24,5		261,80	205,5	156900	5273	2997	24,48	13420	839	7,16
60Д14	603	320	20,0	28,5		298,34	234,2	182500	6055	3455	24,73	15620	976	7,23
70Ш1	683	320	13,5	19,0	30	216,40	169,9	172000	5036	2843	28,19	10400	650	6,93
70Ш2	691	320	15,0	23,0		251,70	197,6	205500	5949	3360	28,58	12590	787	7,07
70Ш3	700	320	18,0	27,5		299,80	235,4	247100	7059	4017	28,72	15070	942	7,09
70Ш4	708	320	20,5	31,5		341,60	261,1	284400	8033	4598	28,85	17270	1079	7,11
70Ш5	718	320	23,0	36,5		389,7	305,9	330600	9210	5298	29,13	20020	1251	7,17

Приложение 5

Швеллеры стальные (по ГОСТ 8240-97,с изм.)

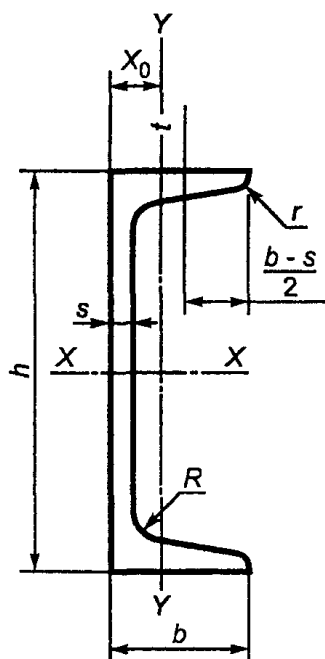


Рис.1, Параметры - табл.1

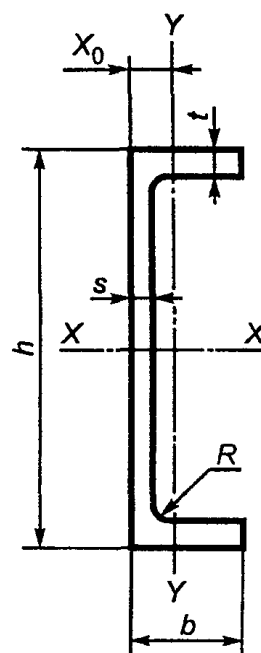


Рис. 2. Параметры – табл.2

Таблица 1

Швеллеры с уклоном внутренних граней полок

Номер швеллера серии У	h	b	s	t	R	R	Площадь попереч- ного сечения F, см ²	Масса 1 м, кг	Справочные значения для осей							X ₀ , см
					не более				X-X				Y-Y			
					мм				I _x , см ⁴	W _x , см ³	i _x , см	S _x , см ³	I _y , см ⁴	W _y , см ³	i ₀ , см	
5У	50	32	4,4	7,0	6,0	2,5	6,16	4,84	22,8	9,1	1,92	5,59	5,61	2,75	0,95	1,16
6,5У	65	36	4,4	7,2	6,0	2,5	7,51	5,90	48,6	15,0	2,54	9,00	8,70	3,68	1,08	1,24
8У	80	40	4,5	7,4	6,5	2,5	8,98	7,05	89,4	22,4	3,16	23,30	12,80	4,75	1,19	1,31
10У	100	46	4,5	7,6	7,0	3,0	10,90	8,59	174,0	34,8	3,99	20,40	20,40	6,46	1,37	1,44
12У	120	52	4,8	7,8	7,5	3,0	13,30	10,40	304,0	50,6	4,78	29,60	31,20	8,52	1,53	1,54
14У	140	58	4,9	8,1	8,0	3,0	15,60	12,30	491,0	70,2	5,60	40,80	45,40	11,00	1,70	1,67
16У	160	64	5,0	8,4	8,5	3,5	18,10	14,20	747,0	93,4	6,42	54,10	63,30	13,80	1,87	1,80
16аУ	160	68	5,0	9,0	8,5	3,5	19,50	15,30	823,0	103,0	6,49	59,40	78,80	16,40	2,01	2,00
18У	180	70	5,1	8,7	9,0	3,5	20,70	16,30	1090,0	121,0	7,24	69,80	86,00	17,00	2,04	1,94
18аУ	180	74	5,1	9,3	9,0	3,5	22,20	17,40	1190,0	132,0	7,32	76,10	105,00	20,00	2,18	2,13
20У	200	76	5,2	9,0	9,5	4,0	23,40	18,40	1520,0	152,0	8,07	87,80	113,00	20,50	2,20	2,07
22У	220	82	5,4	9,5	10,0	4,0	26,70	21,00	2110,0	192,0	8,89	110,00	151,00	25,10	2,37	2,21
24У	240	90	5,6	10,0	10,5	4,0	30,60	24,00	2900,0	242,0	9,73	139,00	208,00	31,60	2,60	2,42
27У	270	95	6,0	10,5	11,0	4,5	35,20	27,70	4160,0	308,0	10,90	178,00	262,00	37,30	2,73	2,47
30У	300	100	6,5	11,0	12,0	5,0	40,50	31,80	5810,0	387,0	12,00	224,00	327,00	43,60	2,84	2,52
33У	330	105	7,0	11,7	13,0	5,0	46,50	36,50	7980,0	484,0	13,10	281,00	410,00	51,80	2,97	2,59
36У	360	110	7,5	12,6	14,0	6,0	53,40	41,90	10820,0	601,0	14,20	350,00	513,00	61,70	3,10	2,68
40У	400	115	8,0	13,5	15,0	6,0	61,50	48,30	15220,0	761,0	15,70	444,00	642,00	73,40	3,23	2,75

Таблица 2

Швеллеры с параллельными гранями полок

Номер швеллера серии П	h	b	s	t	R	r	Площадь попереч- ного сечения F, см ²	Масса 1 м, кг	Справочные значения для осей							X ₀ , см
					не более	X-X				Y-Y						
						мм				I _x , см ⁴	W _x , см ³	i _x , см	S _x , см ³	I _y , см ⁴	W _y , см ³	
5П	50	32	4,4	7,0	6,0	3,5	6,16	4,84	22,8	9,1	1,92	5,61	5,95	2,99	0,98	1,21
6,5П	65	36	4,4	7,2	6,0	3,5	7,51	5,90	48,8	15,0	2,55	9,02	9,35	4,06	1,12	1,29
8П	80	40	4,5	7,4	6,5	3,5	8,98	7,05	89,8	22,5	3,16	13,30	13,90	3,31	1,24	1,38
10П	100	46	4,5	7,6	7,0	4,0	10,90	8,59	175,0	34,9	3,99	20,50	22,60	7,37	1,44	1,53
12П	120	52	4,8	7,8	7,5	4,5	13,30	10,40	305,0	50,8	4,79	29,70	34,90	9,84	1,62	1,66
14П	140	58	4,9	8,1	8,0	4,5	15,60	12,30	493,0	70,4	5,61	40,90	51,50	12,90	1,81	1,82
16П	160	64	5,0	8,4	8,5	5,0	18,10	14,20	750,0	93,8	6,44	54,30	72,80	16,40	2,00	1,97
16aП	160	68	5,0	9,0	8,5	5,0	19,50	15,30	827,0	103,0	6,51	59,50	90,50	19,60	2,15	2,19
18П	180	70	5,1	8,7	9,0	5,0	20,70	16,30	1090,0	121,0	7,26	70,00	100,00	20,60	2,20	2,14
18aП	180	74	5,1	9,3	9,0	5,0	22,20	17,40	1200,0	133,0	7,34	76,30	123,00	24,30	2,35	2,36
20П	200	76	5,2	9,0	9,5	5,5	23,40	18,40	1530,0	153,0	8,08	88,00	134,00	25,20	2,39	2,30
22П	220	82	5,4	9,5	10,0	6,0	26,70	21,00	2120,0	193,0	8,90	111,00	178,00	31,00	2,58	2,47
24П	240	90	5,6	10,0	10,5	6,0	30,60	24,00	2910,0	243,0	9,75	139,00	248,00	39,50	2,85	2,72
27П	270	95	6,0	10,5	11,0	6,5	35,20	27,70	4180,0	310,0	10,90	178,00	314,00	46,70	2,99	2,78
30П	300	100	6,5	11,0	12,0	7,0	40,50	31,80	5830,0	389,0	12,00	224,00	393,00	54,80	3,12	2,83
33П	330	105	7,0	11,7	13,0	7,5	46,50	36,50	8010,0	486,0	13,10	281,00	491,00	64,60	3,25	2,90
36П	360	110	7,5	12,6	14,0	8,5	53,40	41,90	10850,0	603,0	14,30	350,00	611,00	76,30	3,38	2,99
40П	400	115	8,0	13,5	15,0	9,0	61,50	48,30	15260,0	763,0	15,80	445,00	760,00	89,90	3,51	3,05

Таблица 3

Швеллеры экономичные с параллельными гранями полок

Номер швеллера серии Э	h	b	s	t	R	r	Площадь попереч- ного сечения $F, \text{см}^2$	Масса l м, кг	Справочные значения для осей							X_0 , см
					не более	X-X				Y-Y						
						$I_x, \text{см}^4$			$W_{x_0}, \text{см}^3$	$i_x, \text{см}$	$S_x, \text{см}^3$	$I_y, \text{см}^4$	$W_{y_0}, \text{см}^3$	$i_y, \text{см}$		
мм																
5Э	50	32	4,2	7,0	6,5	2,5	6,10	4,79	22,9	9,17	1,94	5,62	6,02	3,05	0,993	1,23
6,5Э	65	36	4,2	7,2	6,5	2,5	7,41	5,82	48,9	15,05	2,57	9,02	9,42	4,13	1,127	1,32
8Э	80	40	4,2	7,4	7,5	2,5	8,82	6,92	90,0	22,50	3,19	13,31	13,93	5,38	1,257	1,41
10Э	100	46	4,2	7,6	9,0	3,0	10,79	8,47	175,9	35,17	4,04	20,55	22,68	7,47	1,450	1,56
12Э	120	52	4,5	7,8	9,5	3,0	13,09	10,24	307,0	51,17	4,84	29,75	35,12	10,03	1,638	1,70
14Э	140	58	4,6	8,1	10,0	3,0	15,41	12,15	495,7	70,81	5,67	40,96	51,76	13,13	1,833	1,86
16Э	160	64	4,7	8,4	11,0	3,5	17,85	14,01	755,5	94,43	6,50	54,41	73,17	16,70	2,024	2,02
18Э	180	70	4,8	8,7	11,5	3,5	20,40	16,01	1097,9	121,99	7,34	70,05	100,51	20,87	2,219	2,18
20Э	200	76	4,9	9,0	12,0	4,0	23,02	18,07	1537,1	153,71	8,17	88,03	134,07	25,54	2,413	2,35
22Э	220	82	5,1	9,5	13,0	4,0	26,36	20,69	2134,2	194,02	9,00	111,00	179,05	31,54	2,606	2,52
24Э	240	90	5,3	10,0	13,0	4,0	30,19	23,69	2927,0	243,92	9,85	139,08	249,03	40,07	2,872	2,78
27Э	270	95	5,8	10,5	13,0	4,5	34,87	27,37	4200,2	311,12	10,97	178,25	316,24	47,43	3,011	2,83
30Э	300	100	6,3	11,0	13,0	5,0	39,94	31,35	5837,1	389,14	12,09	224,00	395,57	55,58	3,147	2,88
33Э	330	105	6,9	11,7	13,0	5,0	46,15	36,14	8021,8	488,17	13,18	281,23	497,02	65,78	3,282	2,94
36Э	360	110	7,4	12,6	14,0	6,0	52,90	41,53	10864,5	603,58	14,33	350,05	618,92	77,76	3,420	3,04
40Э	400	115	7,9	13,5	15,5	6,0	61,11	47,97	15307,9	765,40	15,83	445,41	770,89	91,80	3,552	3,10

Таблица 4

Швеллеры легкой серии с параллельными гранями полок

Номер швеллера серии Л	h	b	s	t	R	r	Площадь попереч- ного сечения $F, \text{см}^2$	Масса 1 м, кг	Справочные значения для осей							$X_0, \text{см}$
									X-X				Y-Y			
									$I_x, \text{см}^4$	$W_{x_s}, \text{см}^3$	$i_{x_s}, \text{см}$	$S_{x_s}, \text{см}^3$	$I_y, \text{см}^4$	$W_{y_s}, \text{см}^3$	$i_{y_s}, \text{см}$	
									мм							
12Л	120	30	3,0	4,8	7	-	6,39	5,02	135,26	22,54	4,60	13,43	5,02	2,24	0,89	0,76
14Л	140	32	3,2	5,6	7	-	7,57	5,94	212,94	30,42	5,31	18,23	6,55	2,70	0,93	0,78
16Л	160	35	3,4	5,3	8	-	9,04	7,10	331,96	41,49	6,06	24,84	9,23	3,46	1,01	0,83
18Л	180	40	3,6	5,6	8	-	10,81	8,49	503,87	55,98	6,83	33,49	14,64	4,10	1,16	0,94
20Л	200	45	3,8	6,0	9	-	12,89	10,12	748,17	74,82	7,62	44,59	22,37	6,51	1,32	1,06
22Л	220	50	4,0	6,4	10	-	15,11	11,86	1070,97	97,36	8,42	57,82	32,85	8,61	1,47	1,19
24Л	240	55	4,2	6,8	10	-	17,41	13,66	1476,39	123,03	9,21	72,90	46,25	11,04	1,63	1,31
27Л	270	60	4,5	7,3	11	-	20,77	16,30	2218,16	164,31	10,33	97,48	65,10	14,17	1,77	1,40
30Л	300	65	4,8	7,8	11	-	24,30	19,07	3186,74	212,45	11,45	126,24	89,08	17,84	1,91	1,51

Таблица 5

Швеллеры специальные

Номер швеллера серии С	h	b	s	t	R	r	Уклон полок, %	Площадь попереч- ного сечения F, см²	Масса 1 м, кг	Справочные значения для осей						X ₀ , см
					не более					X-X			Y-Y			
										I _x , см⁴	W _x , см³	i _x , см	I _y , см⁴	W _y , см³	i _y , см	
	мм															
8С	80	45	5,5	9,0	9,0	1,5	6	11,80	9,26	115,82	28,95	3,13	22,24	7,63	1,38	1,57
14С	140	58	6,0	9,5	9,5	4,75	-	18,51	14,53	563,70	80,50	5,52	53,20	13,01	1,70	1,71
14Ca	140	60	8,0	9,5	9,5	5,0	10	21,30	16,72	609,10	87,01	5,35	61,02	14,09	1,69	1,67
16С	160	63	6,5	10,0	10,0	5,0	-	21,95	17,53	866,20	108,30	6,28	73,30	16,30	1,83	1,80
16Ca	160	65	8,5	10,0	10,0	5,0	-	25,15	19,74	934,50	116,80	6,10	83,40	17,55	1,82	1,75
18С	180	68	7,0	10,5	10,5	5,3	-	25,70	20,20	1272,00	141,00	7,04	98,50	20,10	1,96	1,88
18Ca	180	70	9,0	10,5	10,5	5,3	-	29,30	23,00	1370,00	152,00	6,84	111,00	21,30	1,95	1,84
18С6	180	100	8,0	10,5	10,5	5,0	6	34,04	26,72	1791,01	199,00	7,25	305,48	43,58	3,00	2,99
20С	200	73	7,0	11,0	11,0	5,5	10	28,83	22,63	1780,37	178,04	7,86	128,04	24,19	2,11	2,02
20Ca	200	75	9,0	11,0	11,0	5,5	10	32,83	25,77	1913,71	191,37	7,64	143,63	25,88	2,09	1,95
20С6	200	100	8,0	11,0	11,0	5,5	6	36,58	28,71	2360,88	236,09	8,03	327,23	46,30	2,99	2,93
24С	240	85	9,5	14,0	14,0	7,0	-	44,46	34,90	3841,35	320,11	9,29	268,89	43,70	2,46	2,35
26С	260	65	10,0	16,0	15,0	3,0	-	44,09	34,61	4088,00	314,50	9,63	1115,60	171,60	5,03	3,91
26Ca	260	90	10,0	15,0	15,0	7,5	8	50,60	39,72	5130,83	394,68	10,07	343,15	52,62	2,60	2,48
30С	300	85	7,5	13,5	13,5	7,0	10	43,88	34,44	6045,43	403,03	11,74	260,74	41,41	2,44	2,20
30Ca	300	87	9,5	13,5	13,5	7,0	10	49,88	39,15	6495,43	433,03	11,41	288,78	43,93	2,41	2,13
30С6	300	89	11,5	13,5	13,5	7,0	10	55,88	43,86	6945,43	463,03	11,15	315,35	46,29	2,38	2,09

Приложение 6

ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ БЕСШОВНЫЕ ГОРЯЧЕДЕФОРМИРОВАННЫЕ (ПО ГОСТ 8732-78, С ИЗМ.)

Размер, мм		Вес 1 пог. м, кг/м	Площадь сечения, см ²	Радиус инерции, см	Размер, мм		Вес 1 пог. м, кг/м	Площадь сечения, см ²	Радиус инерции, см
Наружный диаметр	Толщина				Наружный диаметр	Толщина			
57	3,5	4,62	5,89	1,9	219	8	41,63	53	7,47
	4	5,23	6,66	1,88		10	51,54	65,64	7,4
	5	6,41	8,17	1,85		12	61,26	78,02	7,34
	6	7,55	9,52	1,82		14	70,78	90,16	7,27
70	3,5	5,74	7,31	2,36		18	89,23	113,69	7,14
	5	8,01	10,22	2,31		20	98,15	125,08	7,09
	6	9,47	12,06	2,28		22	106,88	136,29	7,02
	8	12,23	15,59	2,21		25	119,61	152,39	6,92
89	3,5	7,38	9,4	3,03	245	8	46,76	59,54	8,39
	5	10,36	13,2	2,98		10	57,95	73,91	8,33
	8	15,98	20,36	2,88		12	68,95	87,84	8,26
	10	19,48	24,83	2,82		14	79,76	101,61	8,19
	12	22,79	29,02	2,76		16	90,36	115,15	8,13
102	5	11,96	15,24	3,44		18	100,77	128,43	8,06
	6	14,21	18,09	3,41		20	110,98	141,32	7,99
	8	18,55	23,64	3,34		22	120,99	154,09	7,93
	10	22,69	29,91	3,28		25	135,64	172,9	7,84
	12	26,63	33,92	3,21	273	8	52,28	66,62	9,39
121	5	14,3	18,23	4,11		10	64,86	82,59	9,32
	6	17,02	21,67	4,07		12	77,24	98,39	9,25
	8	22,29	28,4	4,01		14	89,42	113,95	9,18
	10	27,37	34,86	3,95		16	101,41	129,13	9,11
	12	32,26	41,1	3,89		18	113,2	144,19	9,05
	14	36,94	47,05	3,82		20	124,79	159,01	8,98
	16	41,43	52,79	3,76		22	136,18	Д 73,4	8,91
140	5	16,65	21,2	4,78		25	152,9	194,69	8,82
	6	19,83	25,26	4,75	325	14	107,38	136,8	11,02
	8	26,04	33,18	4,68		16	121,93	155,36	10,95
	10	32,06	40,84	4,62		18	136,28	173,68	10,9
	12	37,88	48,24	4,55		20	150,44	191,54	10,82
	14	43,5	55,42	4,49		22	164,39	209,35	10,75
	16	48,93	62,35	4,43		25	184,96	235,6	10,65
168	6	23,97	30,53	5,74		28	205,09	261,3	10,56
	8	31,57	40,2	5,67		30	218,25	278,13	10,5
	10	38,97	49,61	5,6	426	12	122,52	156,1	14,67
	12	46,17	58,84	5,54		14	142,25	181,28	14,58
	14	53,17	67,76	5,48		16	161,78	205,99	14,52
	16	59,98	76,42	5,41		18	181,11	230,78	14,46
	18	66,59	84,84	5,35		20	200,25	255,08	14,39
	20	73	93	5,29		22	219,19	279,12	14,32
						25	247,23	314,84	14,22
						28	274,83	350	14,12
						30	292,98	373,39	14,07

Приложение 7

ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОСВАРНЫЕ ПРЯМОШОВНЫЕ (ПО ГОСТ 10704-76, С ИЗМ.)

Размер, мм		Вес 1 пог. м, кг/м	Площадь сечения, см ²	Радиус инерции, см
Наружный диаметр	Толщина			
83	2	4	5,1	2,86
	2,5	4,96	6,32	2,85
	3	5,92	7,54	2,84
89	2	4,29	5,47	3,08
	2,5	5,33	6,79	3,06
	3	6,36	8,10	3,04
	3,5	7,38	9,10	3,03
	4	8,38	10,7	3,01
102	4,5	9,38	11,9	2,99
	2	4,93	6,28	3,54
	2,5	6,13	7,81	3,52
	3	7,32	9,32	3,5
	3,5	8,5	10,8	3,49
114	4	9,67	12,3	3,47
	4,5	10,82	13,8	3,46
	2,5	6,87	8,75	3,94
	3	8,21	10,5	3,93
	3,5	9,54	12,2	3,91
127	4	10,85	13,8	3,89
	4,5	12,15	15,5	3,88
	5	13,44	17,1	3,86
	3	9,17	11,7	4,39
	3,5	10,66	13,6	4,37
140	4	12,13	15,5	4,35
	3,5	11,78	15	4,83
	4	13,42	17,1	4,82
152	3,5	12,82	16,3	5,26
	4	14,6	18,6	5,24
159	3,5	13,42	17,1	5,5
	4	15,29	19,5	5,48
	4,5	17,15	21,8	5,47
	5	18,99	24,2	5,45
	5,5	20,82	26,5	5,44
	6	22,64	28,8	5,42
168	4	16,18	20,6	5,8
	4,5	18,14	23,1	5,79
	5	20,1	25,6	5,77
	5,5	22,04	28,1	5,75
	6	23,97	30,5	5,74
219	4	21,21	27	7,6
	4,5	23,8	30,3	7,59
	5	26,39	33,6	7,57
	5,5	28,96	36,9	7,55
	6	31,52	40,2	7,54
	7	36,6	46,6	7,51
	8	41,63	53	7,47
273	4,5	29,8	38	9,5
	5	33	42,1	9,48
	5,5	36,3	46,2	9,46
	6	39,5	50,3	9,45
	7	45,92	58,5	9,42
	8	52,28	66,6	9,38

Размер, мм		Вес 1 пог. м, кг/м	Площадь сечения, см ²	Радиус инерции, см
Наружный диаметр	Толщина			
325	5	39,5	50,3	11,3
	5,5	43,3	55,2	11,3"
	6	47,2	60,1	11,3
	7	54,89	69,9	11,2
	8	62,54	79,6	11,2
377	5	45,9	58,4	13,2
	5,5	50,4	64,2	13,1
	6	54,9	69,9	13,1
	7	63,9	81,5	13,1
	8	72,8	92,7	13,1
	9	81,7	104	13
426	10	90,5	115	13
	5	51,91	66,1	14,9
	5,5	57,03	72,6	14,9
	6	62,14	79,2	14,9
	7	72,33	92,1	14,8
530	8	82,46	105	14,8
	9	92,56	118	14,8
	10	102,6	131	14,7
	6	77,53	98,8	18,5
	7	90,28	115	18,5
630	8	104	132	18,5
	9	115,6	147	18,4
	10	128,2	163	18,4
	12	154,3	197	18,3
	7	107,5	137	22
720	8	122,7	156	22
	9	137,8	175	22
	10	152,9	195	21,9
	12	182,9	233	21,8
	8	140,5	179	25,2
820	9	157,8	201	25,2
	10	175,1	223	25,1
	12	209,5	267	25
	8	160,2	204	28,7
	9	180	229	28,7
1020	10	199,8	254	28,6
	12	239,1	304	28,6
	14	278,3	354	28,5
	8	199,7	254	35,8
	9	224,4	286	35,7
1220	10	249,1	317	35,7
	12	298,3	380	35,7
	14	347,3	442	35,6
	12	357	455	42,7
	14	416	530	42,7
1420	16	475	605	42,6
	12	417	531	49,8
	14	485	618	49,8
	16	554	706	49,7

Приложение 8

СОРТАМЕНТ АРМАТУРЫ

Номиналь- ный диаметр стержня, мм	Расчетная площадь поперечного стержня, мм ² , при числе стержней									Теорети- ческая масса 1 м длины арматуры, кг	Диаметр арматуры классов				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		A-I	A-II	A-III	Aт-IIIС	Вр-I
3	7,1	14,1	21,2	28,3	35,3	42,4	49,5	56,5	63,6	0,052	—	—	—	—	+
4	12,6	25,1	37,7	50,2	62,8	75,4	87,9	100,5	113	0,092	—	—	—	—	+
5	19,6	39,3	58,9	78,5	98,2	117,8	137,5	157,1	176,7	0,144	—	—	—	—	+
6	28,3	57	85	113	141	170	198	226	254	0,222	+	—	+	—	—
8	50,3	101	151	201	251	302	352	402	453	0,395	+	—	+	—	—
10	78,5	157	236	314	393	471	550	628	707	0,617	+	+	+	+	—
12	113,1	226	339	452	565	679	792	905	1018	0,888	+	+	+	+	—
14	153,9	308	462	616	769	923	1077	1231	1385	1,208	+	+	+	+	—
16	201,1	402	603	804	1005	1206	1407	1608	1810	1,578	+	+	+	+	—
18	254,5	509	763	1018	1272	1,527	1781	2036	2290	1,998	+	+	+	+	—
20	314,2	628	942	1256	1571	1885	2199	2513	2828	2,466	+	+	+	+	—
22	380,1	760	1140	1520	1900	2281	2661	3041	3421	2,984	+	+	+	+	—
25	490,9	982	1473	1963	2454	2945	3436	3927	4418	3,34	+	+	+	—	—
28	615,8	1232	1847	2463	3079	3685	4310	4926	5542	4,83	+	+	+	—	—
32	804,3	1609	2413	3217	4021	4826	5630	6434	7238	6,31	+	+	+	—	—
36	1017,9	2036	3054	4072	5089	6107	7125	8143	9161	7,99	+	+	+	—	—
40	1256,6	2513	3770	5027	6283	7540	8796	10053	11310	9,865	+	+	+	—	—
45	1590,4	3181	4771	6362	7952	9542	11133	12723	14313	12,49	—	+	—	—	—
50	1963,5	3927	5891	7854	9818	11781	13745	15708	17672	15,41	—	+	—	—	—
55	2376	4752	7128	9504	11880	14256	16632	19008	21384	18,65	—	+	—	—	—
60	2827	5654	8481	11308	14135	16962	19789	22 616	25443	22,19	—	+	—	—	—
70	3848	7696	11544	15392	19240	23088	26936	30784	34632	30,21	—	+	—	—	—
80	5027	10055	15081	20108	25135	30162	35190	40216	45243	39,46	—	+	—	—	—

Примечания:

1. Номинальный диаметр стержней для арматурных сталей периодического профиля соответствует номинальному диаметру равновеликих по площади поперечного сечения гладких стержней. Фактические размеры стержней периодического профиля устанавливаются ГОСТ 5781-82.

2. Знак "+" означает наличие диаметра в сортаменте для арматуры данного класса.

3. Теоретическая масса 1 м длины арматуры класса В-I принимается равной: при $d = 3$ мм — 0,055 кг; при $d = 4$ мм — 0,099 кг; при $d = 5$ мм — 0,154 кг.

УЧЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ*

1. Для учета ответственности зданий и сооружений, характеризующейся экономическими, социальными и экологическими последствиями их отказов, устанавливаются три уровня: I - повышенный, II - нормальный, III - пониженный.

Повышенный уровень ответственности следует принимать для зданий и сооружений, отказы которых могут привести к тяжелым экономическим, социальным и экологическим последствиям (резервуары для нефти и нефтепродуктов вместимостью 10000 м³ и более, магистральные трубопроводы, производственные здания с пролетами 100 м и более, сооружения связи высотой 100 м и более, а также уникальные здания и сооружения).

Нормальный уровень ответственности следует принимать для зданий и сооружений массового строительства (жилые, общественные, производственные, сельскохозяйственные здания и сооружения).

Пониженный уровень ответственности следует принимать для сооружений сезонного или вспомогательного назначения (парники, теплицы, летние павильоны, небольшие склады и подобные сооружения).

* Данное приложение является разделом 5 [ГОСТ 27751-88](#) с изменениями, утвержденными постановлением Государственного комитета Российской Федерации по вопросам архитектуры и строительства от 21.12.93 № 18-54.

2. При расчете несущих конструкций и оснований следует учитывать коэффициент надежности по ответственности γ_n , принимаемый равным: для I уровня ответственности - более 0,95, но не более 1,2; для II уровня - 0,95; для III уровня - менее 0,95, но не менее 0,8.

На коэффициент надежности по ответственности следует умножать нагрузочный эффект (внутренние силы и перемещения конструкций и оснований, вызываемые нагрузками и воздействиями).

Примечание. Настоящий пункт не распространяется на здания и сооружения, учет ответственности которых установлен в соответствующих нормативных документах.

3. Уровни ответственности зданий и сооружений следует учитывать также при определении требований к долговечности зданий и сооружений, номенклатуры и объема инженерных изысканий для строительства, установлении правил приемки, испытаний, эксплуатации и технической диагностики строительных объектов.

4. Отнесение объекта к конкретному уровню ответственности и выбор значений коэффициента γ_n производится генеральным проектировщиком по согласованию с заказчиком.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
**«МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)»
ПРИВОЛЖСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) МАДИ**

Кафедра Строительство дорог и инженерная экология
Дисциплина «Основы архитектуры и строительных конструкций»

Задание на курсовой проект

тема «Проектирование несущих конструкций пешеходного перехода»

Выдано студенту _____ курса, группы _____

Выполнить расчет и запроектировать основные несущие конструкции пешеходного перехода, состоящего из деревянного настила, стальных балок, стальных колонн и монолитного бетона.

Исходные данные для проектирования:

1. Количество пролетов _____
2. Пролет, L _____ м
3. Расстояние между осями парных колонн, B _____ м
4. Отметка низа балок, H _____ м
5. Нормативная временная нагрузка на настил, p^n _____ кПа
6. Район строительства Чувашская Республика
7. Материал настила _____
8. Грунты – непросадочные, с условным расчетным сопротивлением
 $R_o =$ _____ кПа;
9. Грунтовые воды на глубине 6,0 м от уровня земли.

Дата выдачи задания _____

Студент _____

Подпись руководителя _____ Е.В. Вязова

Приложение 11

Варианты для курсового проектирования

Вариант принимаем согласно списка группы

Номер варианта	Кол-во пролетов	L, м	B, м	H, м	p ^н , кПа	Ro, кПа	Материал настила
1	2	6,0	3,0	5,0	3,0	150	сосна
2	3	9,4	4,1				
3	4	7,8	5,4				
4	2	6,2	3,9				
5	3	9,6	5,0	6,0	2,0	100	
6	4	8,0	3,6				
7	2	10,2	4,3				
8	3	6,4	5,2	3,5			
9	4	8,2	3,7				
10	2	9,8	4,2			5,5	
11	3	6,8	4,5				
12	4	11,0	3,3				
13	2	8,4	5,1	4,5			
14	3	7,0	4,8				
15	4	10,0	3,5		3,5		
16	2	8,6	4,7				
17	3	7,2	3,8	8,0			
18	4	10,4	5,3				
19	2	8,8	4,0		6,5		
20	3	7,4	3,4				
21	4	10,8	4,6	2,5			
22	2	9,0	4,9				
23	3	7,6	3,1		4,0		
24	4	10,6	5,5				
25	2	9,2	4,4				
26	3	7,5	2,5	4,5			
27	4	11,8	2,7				
28	2	6,0	3,2		3,5		
29	3	9,4	2,9				
30	4	7,8	2,0	8,0			
31	2	6,2	2,8				
32	3	9,6	3,0		6,5		
33	4	8,0	4,1				
34	2	10,2	5,4				
35	3	6,4	3,9	4,5			
36	4	8,2	5,0				
37	2	9,8	3,6				
38	3	6,8	4,3		4,0		
39	4	11,0	5,2				
40	2	8,4	3,7				
41	3	7,0	4,2	7,5			
42	4	10,0	4,5				
43	2	8,6	3,3				
44	3	7,2	5,1		7,0		
45	4	10,4	4,8				
46	2	8,8	3,5	5,0			
47	3	7,4	4,7				
48	4	10,8	3,8		6,0		
49	2	9,0	5,3				
50	3	7,6	4,0	6,0			
					4,0	160	сосна

51	4	10,6	3,4	3,5	2,5		
52	2	9,2	4,6				
53	2	10,5	4,9				
54	3	6,5	3,9	5,5		130	осина
55	2	12,0	5,5				
56	2	8,5	4,4				
57	4	6,0	2,9	7,0	5,0		
58	2	9,4	2,0				
59	3	7,8	2,8				
60	4	6,2	3,0	5,0			
61	2	9,6	4,1				
63	3	8,0	5,4				
64	2	10,2	3,9	6,0	3,5		
65	2	6,4	5,0				
66	3	8,2	3,6				
67	4	9,8	4,3	3,5		190	береза
68	2	6,8	5,2				
69	3	11,0	3,7				
70	4	8,4	4,2	5,5	4,5		
71	2	7,0	4,5				
72	3	10,0	3,3				
73	4	8,6	5,1	4,5			
74	2	7,2	4,8				
75	3	10,4	3,5				
76	4	8,8	4,7	8,0	3,0	160	дуб
77	2	7,4	3,8				
78	3	10,8	5,3				
79	4	9,0	4,0	6,5	4,0		
80	2	7,6	3,4				
81	3	10,6	4,6				
82	4	9,2	4,9	4,0			
83	2	10,5	3,1				
84	2	6,5	5,5				
85	3	12,0	4,4	7,5	4,0		
86	4	8,5	2,5				
87	2	7,5	2,7				
88	3	11,8	3,2	6,5	4,0	110	сосна
89	2	6,4	2,9				
90	3	8,2	2,0				
91	4	9,8	2,8	4,0			
92	2	6,8	3,0				
93	3	11,0	4,1				
94	4	8,4	5,4	7,5	6,0		
95	2	7,0	3,9				
96	3	10,0	5,0				
97	4	8,6	3,6	7,0			
98	2	7,2	4,3				
99	3	10,4	5,2				
100	4	8,8	3,7				

Образец углового штампа на листах
графической части

65

120

55	Должность	Ф.И.О.	Подпись	Дата	ОА и СК. КП-01-26				15
				5					
				5					
	И.о.зав. каф.			5	Пешеходный переход				10
	Н.контроль			5					
	Консультант			5	Проектирование несущих конструкций пешеходного перехода	Стадия	Лист	Листов	5
	Консультант			5		У	↔	↔	10
						15	17	18	
	Руководитель			5	Название листа и его содержание	Приволжский институт (филиал) МАДИ Направление 08.03.01, группа АД-24			15
	Разработал			5					
Выдал			5						
Утвердил			5						
	17	23	15	10	70	50			

Составители: Елена Витальевна Вязова

Основы архитектуры и строительных конструкций:
Методические указания по выполнению курсового проекта

ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет (МАДИ)»
Приволжский институт (филиал) МАДИ

428011, Чувашская Республика,
г. Чебоксары, пр. Тракторостроителей, д. 101, корп.30