

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ КДиП

Практические занятия являются частью общего курса КДиП /1/.

Цель практических занятий – формирование, развитие и закрепление инженерных навыков расчета КДиП, работы с действующими нормативными и справочными документами по расчету КДиП.

Практические занятия по курсу «Конструкции из дерева и пластмасс» направлены на освоение методов расчета основных элементов и соединений в составе конструкций из дерева и пластмасс (КДиП), а так же на развитие умения работы с нормативной и справочной документацией /2,3,4/.

Практические занятия следует проводить в форме решения задач, включающих определение размеров поперечного сечения отдельных элементов, определение количественных и качественных параметров частей соединений и узловых сопряжений в составе КДиП, последующую их проверку на соответствующие виды напряженно-деформированных состояний.

Практические занятия следует проводить с учетом комплексного изложения материала по дисциплине «КДиП» одновременно с освоением основного лекционного материала в составе каждого раздела общего курса.

Общие положения

На практических занятиях по курсу КДиП решаются задачи, которые носят условно-учебный характер, однако рассматривают реальные предметы и явления, характеристики которых регламентированы нормативными документами /2,3/. При решении задач соблюдение требований действующих нормативных документов является обязательным.

Для задач по курсу КДиП следует различать следующие виды **вопросов** :

1). **Запроектировать объект** - т.е. при заданных условиях подобрать сечения, определить размеры элементов, определить количество связей и т.п.;

2). **Проверить прочность/жесткость объекта** - т.е. при заданных условиях проверить выполнение требований расчета по предельным состояниям I и II группы;

3). **Определить несущую способность объекта** - т.е. при заданных условиях определить максимальную нагрузку, эффект воздействия которой может выдержать объект по условиям предельных состояний I и II группы;

4). **Усилить объект** - т.е. при заданных условиях ввести дополнительные конструктивные элементы, которые обеспечат соответствие объекта требованиям расчета по предельным состояниям I и II группы.

При решении задач по курсу КДиП должны выполняться необходимые **правила**:

- **Правила** конструирования объекта, отражающие требования действующих норм /2,3/, например назначение прочностных характеристик материалов, коэффициентов условий работы к расчетным сопротивлениям, конструктивных ограничений геометрических параметров, выполнение указаний по проектированию конструкций различного типа и т.п.;

- **Правила** назначения геометрических параметров объекта в соответствии с сортаментами материалов, изделий и в соответствии с технологией изготовления элементов конструкций.

Решение задачи предусматривает анализ задачи, составление схематической записи, решение задачи, проверку полученного решения.

Составление схематической записи производится соответственно условиям и вопросам задачи и предусматривает:

- определение и изображение расчетной схемы объекта задачи;
- изображение и обозначение известных элементов и их характеристик;
- изображение и обозначение искомых элементов и их характеристик.

При составлении схематической записи следует использовать обозначения, принятые в действующих нормах по расчету КДиП /2,3/).

Решение задачи по курсу КДиП на практических занятиях следует проводить с использованием типовых приемов, которые позволяют представить решение в виде пошаговой схемы, алгоритм которой определяется вопросом задачи.

Решение задач по курсу КДиП, не зависимо от вида вопроса, выполняется на основании метода предельных состояний, в соответствии с положениями СП 64.13330.2017 /2/, требует определения прочностных характеристик материалов и требует назначения геометрических параметров конструктивных элементов объекта.

Проектирование и расчет конструкций из цельной и клееной древесины, применяемых в общественном, жилищном, промышленном и других отраслях строительства в новых, эксплуатируемых и реконструируемых зданиях и сооружениях, представленные в основном учебнике по курсу «Конструкции из дерева и пластмасс» [1], должны производиться по СП 64.13330.2017 «Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80» [2].

При проектировании ДК следует предусматривать их защиту от увлажнения, биоповреждения, от коррозии и от воздействия огня в случае пожара. Для изготовления конструкций из цельной и клееной

древесины следует применять древесину преимущественно хвойных пород.

Прочность древесины в строительных конструкциях зависит от влажности древесины, которая меняется в зависимости от температурно-влажностных условий эксплуатации (классов условий эксплуатации). Классификация условий эксплуатации (режимов эксплуатации) деревянных конструкций представлена в табл. 1.

Таблица 1

Классификация условий эксплуатации деревянных конструкций

Класс условий эксплуатации		Эксплуатационная влажность древесины,	Максимальная относительная влажность воздуха при
1 (сухой)	1а	Не более 8	40
	1б	Не более 10	50
2 (нормальный)		Не более 12	65
3 (влажный)		Не более 15	75
4 (мокрый)	4а	Не более 20	85
	4б	Более 20	Более 85

Определяющим параметром является эксплуатационная влажность древесины (табл. 1), которую допускается принять равной равновесной влажности древесины. Учет классов условий эксплуатации осуществляют для назначения коэффициентов условия работы к расчетным сопротивлениям древесины, выбора типа клеев и защитных материалов при проектировании конструкций, а также для выбора системы контроля качества при изготовлении конструкций.

Так же деревянные конструкции подразделяют на классы с учетом уровня ответственности зданий и сооружений согласно ГОСТ 27751, вида и пролета конструкций. Для различных элементов зданий применяют различные классы функционального назначения.

Характеристики классов функционального назначения приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Характеристики классов функционального назначения деревянных конструкций

Обозначение класса функц. назначения		Общая характеристика класса
1	1а	Несущие конструкции с пролетами более 100 м; мачты и башни высотой более 60 м
	1б	Несущие конструкции для зданий музеев, спортивно-зрелищных объектов и торговых предприятий с массовым пребыванием людей, а также сооружений с пролетами более 60 м для конструкций из ДК и 40 м - из цельной древесины и древесных материалов; мачт и башен высотой более 40 м
2	2а	Несущие конструкции любых форм, не вошедшие в классы 1а, 1б, 2б и 3
	2б	Конструкции стен зданий и сооружений различного назначения, не вошедшие в 3-й класс. Конструкции покрытий и перекрытий пролетами не более 7,5 м
3		Конструкции теплиц, парников, мобильных зданий (сборно-разборные и контейнерного типа); складов временного содержания; бытовок вахтового персонала и других подобных сооружений с ограниченными сроками службы и пребывания в них людей
Примечания 1. Объекты с высоким уровнем ответственности, при проектировании и строительстве которых используют принципиально новые конструктивные решения, не прошедшие проверку в практике строительства и эксплуатации, должны быть отнесены к классу функционального назначения 1 а. 2. Для сооружений 1 -го класса, при проектировании которых использованы неапробированные ранее или неосвоенные производством конструктивные решения или для которых не существует надежных методов расчета, необходимо использовать данные экспериментальных исследований на моделях или натурных конструкциях.		

Определение прочностных характеристик материалов для КДиП (по СП 64.13330.2017 /2/)

Основными нормируемыми характеристиками прочности конструкционных строительных материалов являются *нормативное R_n и расчетное R сопротивления*, определение которых производится по

стандартной методике /2, 6/ с учетом статистической изменчивости прочностных показателей. В СП 64.13330.2017 /2/ и в Пособии по проектированию ДК /6/ величины R_n и R для древесины, фанеры и других древесных материалов приняты с обеспеченностью по минимуму 0.95 и 0.99 соответственно при нормальном законе распределения. В величинах расчетных сопротивлений материалов учтено снижение их прочности в условиях длительно действующих постоянных и временных нагрузок за период эксплуатации конструкций. Указанные величины именуются базовыми расчетными сопротивлениями /6/, отвечающими нормальным температурно-влажностным условиям эксплуатации деревянных конструкций - при температуре $T \leq 35^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха $\varphi \leq 75\%$. Влияние на прочность материалов эксплуатационных факторов, связанных с особенностями изготовления и работы конструкций в реальных объектах, учитывается умножением базовых расчетных сопротивлений на коэффициенты условий работы по материалу, указанные в СП 64.13330.2017/2/:

* m_n - учитывает применение в конструкциях пород древесины, отличных от базовых. Величина коэффициента зависит от породы древесины и вида напряженного состояния, принимает значения от 0.65 до 2 (см. табл.5 СП 64.13330.2011 /2/);

* m_v - учитывает влияние влажностного режима эксплуатации конструкций. Принимает значения от 0.75 до 1 (см. табл.7 СП 64.13330.2011 /2/);

* m_t - учитывает влияние температурного режима эксплуатации конструкций. Величина коэффициента зависит от установившейся температуры воздуха на объекте. Принимает значения от 0.8 до 1 (см. п.5.2.6 СП 64.13330.2011 /2/);

* m_d - учитывает влияние режима нагружения конструкций, в т.ч. совместного действия постоянной и временной длительной нагрузок. Принимает значение 0.8;

* m_n - учитывает влияние режима нагружения конструкций, в т.ч. действия кратковременных и особых нагрузок. Принимает значения от 1.2 до 2.2 ;

* m_b - для деревянных клееных элементов - учитывает влияние размеров поперечного сечения. Вводится к расчетным сопротивлениям изгибу и сжатию вдоль волокон. Величина коэффициента зависит от высоты поперечного сечения и принимает значения от 0.8 до 1;

* m_{cl} - для деревянных клееных элементов - учитывает влияние толщины слоев (досок) в составе многослойного блока клееной древесины. Вводится к расчетным сопротивлениям изгибу, сжатию вдоль волокон и скалыванию. Принимает значения от 0.95 до 1.1;

* m_{gn} - для гнутоклееных деревянных элементов - учитывает влияние начальных напряжений, возникающих на стадии изготовления конструкций. Вводится к расчетным сопротивлениям растяжению, изгибу и сжатию. Величина коэффициента зависит от отношения радиуса кривизны клееного элемента к толщине слоя и принимает значения от 0.6 до 1;

* m_o - для растянутых элементов с ослаблением в расчетном сечении, изгибаемых элементов из круглых лесоматериалов с подрезкой в расчетном сечении - учитывает влияние концентрации напряжений. Принимает значение 0.8;

* m_a - учитывает влияние пропитки деревянных элементов защитными составами. Принимает значение 0.9.

Расчетные сопротивления древесины сосны, ели и лиственницы европейской, отсортированной по сортам, следует определять по формуле

$$R^p = R^A \cdot m_{дл} \cdot \Pi m_i \quad (1)$$

где расчетное сопротивление древесины, МПа, приведенное в табл. 3, влажностью 12 % для режима нагружения А согласно табл. 4, в сооружениях 2-го класса функционального назначения согласно табл.2, при сроке эксплуатации не более 50 лет (для стандартных условий);

коэффициент длительной прочности, соответствующий режиму длительности загрузки, принимаемый по табл. 4;

произведение коэффициентов условий работы m_i .

Таблица 3

Расчетные сопротивления древесины, МПа для стандартных условий

Напряженное состояние и характеристика элементов	Расчетное сопротивление, МПа, для сортов древесины			
	Обозначение	1	2	3
1 Изгиб, сжатие и смятие вдоль волокон: а) элементы прямоугольного сечения, за исключением указанных в п.п. б), в), высотой не более 50 см.	$R_{и}^A, R_{с}^A, R_{см}^A$	21	19,5	13
б) элементы прямоугольного сечения шириной от 11 до 13 см при высоте сечения от 11 до 50 см		22.5	21	15
в) элементы прямоугольного сечения шириной более 13 см при высоте сечения от 13 до 50 см		24	22.5	16.5
г) элементы из круглых лесоматериалов без врезок в расчетном сечении		-	24	15
2 Растяжение вдоль волокон: а) элементы из цельной древесины б) клееные элементы	$R_{р}^A$	15 18	10.5 13.5	- -
3 Сжатие и смятие по всей площади поперек волокон	$R_{с90}^A, R_{см90}^A$	2.7	2.7	2.7

4 Смятие поперек волокон местное: а) в опорных частях конструкций, лобовых врубках и узловых примыканиях элементов б) под шайбами при углах смятия от 90° до 60°	$R_{см90}^A$	4.5	4.5	4.5
		6	6	6
5 Скалывание вдоль волокон: а) при изгибе элементов из цельной древесины б) при изгибе клееных элементов в) в лобовых врубках для максимального напряжения г) местное клеевых соединениях для максимального напряжения	$R_{ск}^A$	2.7	2.4	2.4
		2.4	2.25	2.25
		3.6	3.2	3.2
		3.2	3.2	3.2
6 Скалывание поперек волокон в соединениях: а) элементов из цельной древесины б) клееных элементов	$R_{ск90}^A$	1.5	1.2	0,9
		1.05	1.05	0.9
7 Растяжение поперек волокон элементов из клееной древесины	$R_{Р90}^A$	0.23	0.15	0.12
8 Срез под углом к волокнам 45°	$R_{ср45}^A$	9	7.5	6
9 Срез под углом к волокнам 90°	$R_{ср90}^A$	16.5	13.5	12
Примечания 1 В конструкциях построечного изготовления величины расчетных сопротивлений на растяжение, принятые по пункту 2а) настоящей таблицы, следует снижать на 30 %. 2 Расчетное сопротивление изгибу для элементов настила и обрешетки под кровлю из древесины 3-го сорта следует принимать равным 19,5 МПа.				

Коэффициент длительной прочности в формуле (1) следует принимать по табл. 4 в соответствии с предполагаемым режимом нагружения деревянных конструкций.

Таблица 4

Режимы нагружения деревянных конструкций

Обозначение режимов нагружения	Характеристика режимов нагружения	Приведенное расчетное время действия нагрузки, с	Коэффициент длительной прочности

А	Линейно возрастающая нагрузка при стандартных машинных испытаниях	1-10	1,0
Б	Совместное действие постоянной и длительной временной нагрузок, напряжение от которых превышает 80% полного напряжения в элементах конструкций от всех нагрузок	$10^8 - 10^9$	0,53
В	Совместное действие постоянной и кратковременной снеговой нагрузок	$10^6 - 10^7$	0,66
Г	Совместное действие постоянной и кратковременной ветровой и (или) монтажной нагрузок	$10^3 - 10^4$	0,8
Д	Совместное действие постоянной и сейсмической нагрузок	$10 - 10^2$	0,92
Е	Действие импульсивных и ударных нагрузок	$10^{-1} - 10^{-8}$	1,1 – 1,35
Ж	Совместное действие постоянной и кратковременной снеговой нагрузок в условиях пожара	$10^3 - 10^4$	0,8
И	Для опор воздушных линий электропередачи- гололедная, монтажная, ветровая при гололеде, от тяжения проводов при температуре ниже среднегодовой	$10^4 - 10^5$	0,85
К	Для опор воздушных линий электропередачи при выборе проводов и тросов	$10^{-1} - 10^{-2}$	1,1

В табл. 4 режим нагружения А соответствует стандартным машинным испытаниям образцов с линейно возрастающей нагрузкой. Для несущих деревянных конструкций покрытий, междуэтажных перекрытий и т.п., на которые действует постоянная и полная кратковременная полезная или снеговая нагрузки, следует принимать режим нагружения В. Если на конструкцию действует ветровая нагрузка - режим нагружения Г. Если расчет деревянной конструкции ведется на действие постоянной и длительно действующих нагрузок, то расчетное сопротивление следует определять для режима нагружения Б.

Расчетные сопротивления для других пород древесины устанавливают путем умножения величин, приведенных в табл. 3, на переходные коэффициенты m_n , указанные в табл. 5.

Таблица 5

Древесная порода	Коэффициент для расчетных сопротивлений		
	растяжению, изгибу, сжатию и смятию вдоль волокон	сжатию и смятию поперек волокон	скалыванию $R_{ск}$
Хвойные		$R_{сж}, R_{сж\perp}$	
1. Лиственница, кроме европейской	1,2	1,2	1
2. Кедр сибирский, кроме кедра Красноярского края	0,9	0,9	0,9
3. Кедр Красноярского края	0,65	0,65	0,65
4. Пихта	0,8	0,8	0,8
Твердые лиственные			
5. Дуб	1,3	2	1,3
6. Ясень, клен, граб	1,3	2	1,6
7. Акация	1,5	2,2	1,8
8. Береза, бук	1,1	1,6	1,3
9. Вяз, ильм	1	1,6	1
Мягкие лиственные			
10. Ольха, липа, осина, тополь	0,8	1	0,8

Примечание - Коэффициенты m_n , указанные в таблице, для конструкций опор воздушных линий электропередачи, изготавливаемых из не пропитанной антисептиками лиственницы (при влажности < 25 %), умножаются на коэффициент 0,85.

Расчетные сопротивления древесины сосны и ели R^p , отсортированной по классам прочности, определяют по формуле

$$(2)$$

где R^n - нормативная прочность древесины, МПа, определенная с обеспеченностью 0,95, приведенная в табл. 7;

γ_m - коэффициент надежности по материалу, определяемый из условия перехода от обеспеченности 0,95 для R^n к обеспеченности 0,99. Коэффициент надежности по материалу для различных видов напряженного состояния представлен в табл. 6.

Таблица 6

Коэффициенты надежности по материалу для древесины сосны

№ п.п.	Напряженное состояние	Коэффициент вариации v	Коэффициент надежности по материалу γ_m
1	Изгиб	0,15	1,2

2	Сжатие и смятие вдоль волокон	0,13	1,15
3	Растяжение вдоль волокон	0,2	1,25
4	Скалывание вдоль волокон	0,2	1,25
5	Сжатие и смятие поперек волокон	0,13	1,15
6	Растяжение поперек волокон	0,25	1,4
7	Скалывание поперек волокон	0,2	1,25
8	Модуль упругости	0,15	--

Таблица 7

**Временные и нормативные сопротивления древесины сосны и ели
(режим нагружения А)**

Вид напряженного состояния	$\frac{R^H}{R^{EP}}$, МПа, элементов классов/сорт			$\frac{R^H}{R^{EP}}$, МПа, чистой древесины
	К26/1	К24/2	К16/3	
1. Изгиб				
а) при нагружении кромки	$\frac{26}{36}$	$\frac{24}{33}$	$\frac{16}{22}$	—
б) при нагружении пласти	$\frac{30}{42}$	$\frac{27}{37,5}$	$\frac{20}{28}$	$\frac{57}{80}$
2 Сжатие вдоль волокон	$\frac{25}{33}$	$\frac{23}{31}$	$\frac{15}{20}$	$\frac{33}{44}$
3 Растяжение вдоль волокон	$\frac{20}{34}$	$\frac{15}{25}$	—	$\frac{60}{100}$
4 Скалывание вдоль волокон	$\frac{3,6}{6}$	$\frac{3,2}{5}$	$\frac{3,2}{5}$	$\frac{4,56}{7}$
Примечания 1 Размеры поперечных сечений испытываемых образцов пиломатериалов принимают в соответствии с их толщиной по сортаменту. 2 Временные сопротивления следует определять по результатам испытаний согласно действующим нормам. 3 Прочность древесины брусьев и круглых лесоматериалов допускается оценивать визуально по сортообразующим признакам и доп. требованиям приложения Г [2].				

Необходимые меры по обеспечению долговечности конструкций зданий и сооружений с учетом конкретных условий эксплуатации проектируемых объектов, а также расчетные сроки их службы должен определять генеральный проектировщик по согласованию с заказчиком. Примерные сроки службы сооружений приведены в табл. 8.

Таблица 8

Примерный срок службы деревянных конструкций и сооружений

Наименования объектов	Примерный срок службы, лет
Временные здания и сооружения (бытовки строительных рабочих и вахтового персонала, склады временные, летние павильоны и т. п.)	Не более 10
Сооружения, эксплуатируемые в условиях сильноагрессивных сред (сосуды и резервуары, трубопроводы предприятий нефтеперерабатывающей, газовой и химической промышленности, сооружения в условиях морской среды и т. п.)	Не менее 25
Здания и сооружения массового строительства в обычных условиях эксплуатации (здания жилищно-гражданского и производственного строительства)	Не менее 50
Уникальные здания и сооружения (здания основных музеев, хранилищ национальных и культурных ценностей, произведения монументального искусства, стадионы, театры, здания высотой более 75 м, большепролетные сооружения и т. п.)	100 и более

При определении расчетного сопротивления в соответствующих случаях следует применять коэффициенты условий работы:

а) для различных условий эксплуатации конструкций - коэффициент $m_{\text{в}}$, указанный в табл. 9:

Таблица 9

Условия эксплуатации (см. табл. 1)	1А и 1	2	3	4
Коэффициент $m_{\text{в}}$	1	0,9	0,85	0,75

б) конструкций, эксплуатируемых при установившейся температуре воздуха ниже плюс 35°C, - коэффициент $m_{\text{т}}=1$; при температуре плюс 50°C - коэффициент $m_{\text{т}}=0,8$. Для промежуточных значений температуры коэффициент принимают по интерполяции;

в) изгибаемых, внецентренно сжатых, сжато-изгибаемых и сжатых клееных элементов прямоугольного сечения высотой более 50 см значения расчетных сопротивлений изгибу и сжатию вдоль волокон - коэффициент $m_{\text{б}}$, указанный в табл. 10. Для промежуточных значений высоты сечения коэффициент $m_{\text{б}}$ принимают по интерполяции.

Таблица 10

Высота сечения, см	50 и менее	60	70	80	100	120 и более
Коэффициент m_b	1	0,96	0,93	0,90	0,85	0,8

г) растянутых элементов с ослаблением в расчетном сечении и изгибаемых элементов из круглых лесоматериалов с подрезкой в расчетном сечении - коэффициент $m_o=0,8$;

д) элементов, подвергнутых глубокой пропитке антипиренами под давлением, - коэффициент $m_a=0,9$;

е) изгибаемых, внецентренно сжатых, сжато-изгибаемых и сжатых клееных деревянных элементов, в зависимости от толщины слоев, значения расчетных сопротивлений изгибу, скалыванию и сжатию вдоль волокон - коэффициент m_{cl} , указанный в табл. 11;

Таблица 11

Толщина слоя, мм	10 и менее	19	26	33	42
Коэффициент m_{cl}	1,2	1,1	1,05	1,0	0,95

ж) гнутых элементов конструкций значения расчетных сопротивлений растяжению, сжатию и изгибу - коэффициент $m_{гн}$, указанный в табл. 12;

Таблица 12

Напряженное состояние	Обозначение расчетных сопротивлений	Коэффициент $m_{гн}$ при отношении r_k/a			
		150	200	250	500 и более
Сжатие и изгиб	$R_c, R_{и}$	0,8	0,9	1	1
Растяжение	R_p	0,6	0,7	0,8	1
Примечание - r_k — радиус кривизны гнутой доски или бруска; a - толщина гнутой доски или бруска в радиальном направлении.					

и) в зависимости от срока службы - коэффициент $m_{с.с.}$, указанный в табл. 13;

Таблица 13

Вид напряженного состояния	Значение коэффициента $m_{с.с.}$ при сроке службы сооружения		
	≤ 50 лет	75 лет	100 лет и более
Изгиб, сжатие, смятие вдоль и поперек волокон древесины	1,0	0,9	0,8
Растяжение и скалывание вдоль волокон	1,0	0,85	0,7
Растяжение поперек волокон древесины	1,0	0,8	0,5
Примечание - Значение коэффициента $m_{с.с.}$ для промежуточных сроков службы сооружения принимаются по линейной интерполяции.			

к) для смятия поперек волокон при режимах нагружения Г- К (табл. 4) - коэффициент $m_{см}=1,15$.

Назначение размеров поперечного сечения элементов в составе КДиП

Назначение размеров поперечного сечения для конструктивных элементов в составе КДиП следует производить по следующим признакам:

- в зависимости от типа строительной конструкции и вида конструктивного элемента;
- в зависимости от вида напряженно-деформированного состояния, на которое работает конструктивный элемент;
- в зависимости от материала, из которого должен быть выполнен данный конструктивный элемент.

Размеры листовых материалов - фанеры, древесных и стеклопластиков, ЦСП и т.п., пластмассовых, металлических изделий и профильных элементов следует принимать по соответствующим сортаментам. Необходимые сечения следует подбирать, руководствуясь конструктивными требованиями, а так же исходя из требуемых

значений геометрических характеристик, определенных по прочностным или деформационным признакам.

При назначении размеров поперечного сечения деревянных элементов для КДиП следует руководствоваться следующими правилами:

1. Размеры поперечного сечения $b \times h$ деревянных элементов должны обеспечивать для КДиП прочность, устойчивость, жесткость, в т.ч. при перевозке и монтаже, т.е. выполнение условий расчета по предельным состояниям I и II группы;

2. Размеры поперечного сечения $b \times h$ деревянных элементов должны соответствовать:

- * - сортаменту пиломатериалов, в т.ч. с учетом реальных размеров существующей номенклатуры деревянных элементов;

- * - технологии изготовления элементов КДиП, в т.ч. способу компоновки поперечного сечения и величине припусков на механическую обработку и усушку пиломатериалов;

- * - требованиям унификации конструктивных элементов.

3. При назначении размера следует учитывать:

- * - условия сопряжения со смежными элементами и конструкциями;

- * - работу соединений в составе КДиП, в т.ч. расстановку крепежных элементов;

- * - устойчивость плоской формы деформирования, в т.ч. условия закрепления в двух плоскостях.

На стадии проектирования КДиП следует выделить два этапа в ходе назначения размеров поперечного сечения деревянных элементов:

1 этап - предварительное определение (назначение) требуемых размеров поперечного сечения - из конструктивных условий, из условий обеспечения прочности, устойчивости, жесткости и т.п;

2 этап - приведение полученных размеров в соответствие с сортаментом материалов, технологией изготовления и т.п.

На 1 этапе - назначение размеров сечений следует производить в зависимости от характера работы элементов КДиП / 1, 2, 5/:

- в растянутых элементах величина и соотношение размеров h и b определяется условиями прочности, конструктивными требованиями, сортаментом пиломатериалов и требованиями унификации;

- в сжатых и сжато-изгибаемых элементах - то же, а так же следует учитывать требования по обеспечению устойчивости и допустимой гибкости деревянных элементов, в т.ч. условия закрепления в двух плоскостях. Назначение размеров деревянных элементов из условия обеспечения допустимой гибкости производится в зависимости от расчетной схемы.

- в изгибаемых и сжато - изгибаемых элементах - то же, с учетом обеспечения устойчивости плоской формы деформирования, а при обеспеченной устойчивости – из минимально допустимой ширины сечения деревянных элементов.

Минимально допустимую ширину b сечения можно назначить:

- из условия опирания покрытия: для опирания прогонов - $b \geq 80$ мм, для опирания плит покрытия - $b \geq 120$ мм ;

- из условия обеспечения монтажной жесткости в зависимости от вида конструкции и величины перекрываемого пролета.

Требуемую высоту сечения можно определить:

- из условия прочности на действие нормальных напряжений по формуле

$$h_{тр} = (6 \times M / (K \times R_u \times b))^{0.5},$$

где M - расчетный изгибающий момент; R_u - расчетное сопротивление древесины изгибу; b - ширина элемента; K -

коэффициент, учитывающий вид напряженно-деформированного состояния элемента;

- в долях пролета в зависимости от вида конструкции (см. /1/).

На 2 этапе приводят полученные размеры $b \times h$ в соответствие с сортаментом пиломатериалов, технологией изготовления и т.п. Технология изготовления элементов КДиП определяется видом древесины - цельной или клееной - в конструкциях. Вид древесины - цельная или клееная - определяет технологическую компоновку сечения элементов КДиП и величину припусков на механическую обработку деревянных элементов.

В зависимости от вида древесины следует назначать размеры поперечного сечения деревянных элементов КДиП :

а). Для элементов из цельной древесины (рис. 1.а):

ширина $b = b_{\text{пм}} - \rho$, высота (толщина) $h = h_{\text{пм}} - \rho'$,

где $b_{\text{пм}}$ - ширина пиломатериала по сортаменту, $h_{\text{пм}}$ - высота (толщина) пиломатериала по сортаменту, ρ , ρ' - припуск на механическую обработку (строжку) пиломатериалов.

Припуск на механическую обработку зависит от размеров обрабатываемой заготовки и принимается по ГОСТ 7307. Для элементов из цельной древесины при отсутствии механической обработки припуск равен нулю.

б). Для элементов из клееной древесины (рис. 1.б) :

- ширину сечения следует принимать минимально допустимого размера с учетом технологической компоновки сечения не более 140 мм - при изготовлении клееных элементов из слоев, каждый из которых состоит из одной доски без склеивания по кромке; не более 280 мм - при изготовлении клееных элементов из спаренных дощатоклееных блоков.

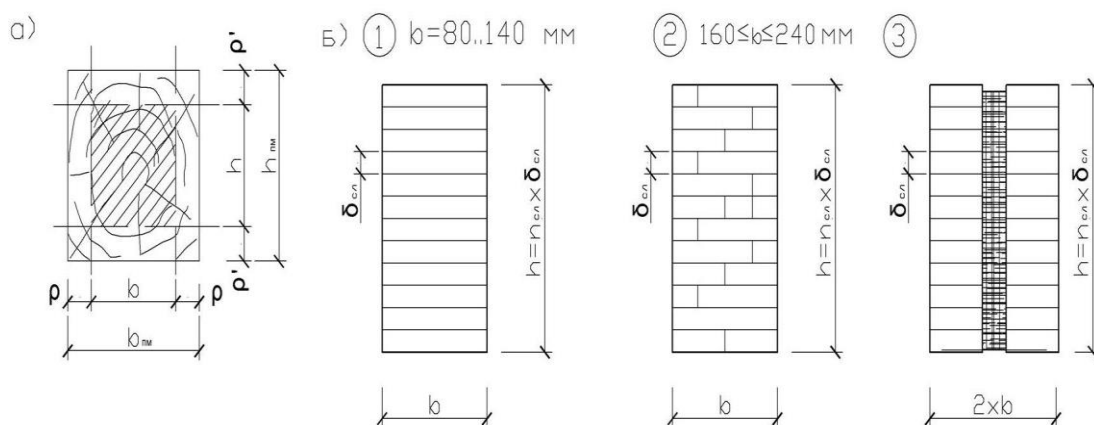


Рис. 1. Назначение размеров поперечного сечения деревянных элементов: а – из цельной древесины, б – из клееной древесины.

- высоту сечения следует принимать кратной толщине слоев $\delta_{\text{сл}}$, из которых набран клееный элемент

$$h = n_{\text{сл}} \times \delta_{\text{сл}},$$

где $n_{\text{сл}}$ - количество слоев в клееном элементе; $\delta_{\text{сл}}$ - толщина слоя.

Толщину слоя $\delta_{\text{сл}}$ следует принимать равной:

- 19 и 26 мм - для гнутоклееных элементов с малым радиусом кривизны ($R_{\text{крив}} < 16.5 \text{ м}$);
- 33 мм - для прямолинейных элементов и гнутоклееных элементов с большим радиусом кривизны ($R_{\text{крив}} \geq 16.5 \text{ м}$);
- 42 мм - только для прямолинейных элементов.

Сортамент пиломатериалов хвойных пород

(по ГОСТ 24454)

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	2	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	-
250	-	-	-	-	-	-		250	

Примечание.

Длина от 1,0 до 6,5 м с градацией 0,25 м;

Отклонения от номинальных размеров: по длине +50, -250 мм; по толщине до 32 мм $\pm 1,0$, от 40 до 100 мм $\pm 3,0$ мм.

Толщина слоя определяется из толщины доски (по сортаменту) с учетом суммарного припуска на механическую обработку (строжку) доски и на механическую обработку (строжку) слоя. Строжка слоя включает снятие “навесов” - перепадов толщины - возникших после склеивания по длине досок, образующих слой, на зубчатый шип. Слой указанной толщины получается в результате следующих операций: механической обработки доски по пласти; склеивания досок по длине в торцах на зубчатый шип в полосу необходимой длины; снятия “навесов” - перепадов толщины, образовавшихся при стыковании досок на зубчатый шип.

Для $\delta_{сл} = 19 \text{ мм} = 25 \text{ мм} - 6 \text{ мм}$, для $\delta_{сл} = 26 \text{ мм} = 32 \text{ мм} - 6 \text{ мм}$,
 для $\delta_{сл} = 33 \text{ мм} = 40 \text{ мм} - 7 \text{ мм}$, для $\delta_{сл} = 42 \text{ мм} = 50 \text{ мм} - 8 \text{ мм}$,
 где 25 мм, 32 мм, 40 мм, 50 мм - толщина доски; 6 мм, 7 мм, 8 мм - суммарный припуск на механическую обработку.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Филимонов Э.В., Гаппоев М.М., Ермоленко Л.К. и др. Конструкции из дерева и пластмасс./ Под ред.Э.В.Филимонова.6-е изд., перераб.и доп. М.: АСВ, 2016.
2. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. – М., Минрегион РФ, 2017.
3. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* – М.: Минрегион РФ, 2016.
4. Справочные материалы по проектированию деревянных конструкций. - М.: МГСУ, 2003.
5. Пособие по проектированию деревянных конструкций (к СНиП II-25-80) / ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1986.