

## СВОД ПРАВИЛ

### КОНСТРУКЦИИ ДЕРЕВЯННЫЕ С УЗЛАМИ НА ВИНТАХ

#### Правила проектирования

**Timber structures with nodes on the screws. The rules of design**

Дата введения 2018-02-17

#### Предисловие

##### Сведения о своде правил

ИСПОЛНИТЕЛЬ - АО "НИЦ "Строительство" - ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 "Строительство"

3 ПОДГОТОВЛЕН к утверждению Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России)

4 УТВЕРЖДЕН приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16 августа 2017 г. № 1133/пр и введен в действие с 17 февраля 2018 г.

5 ЗАРЕГИСТРИРОВАН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)

##### 6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего свода правил соответствующее уведомление будет опубликовано в установленном порядке. Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования - на официальном сайте разработчика (Минстрой России) в сети Интернет*

**ВНЕСЕНЫ:** Изменение № 1, утвержденное и введенное в действие приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 18 декабря 2020 г. № 807/пр с 19.06.2021; Изменение № 2, утвержденное и введенное в действие приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 21 декабря 2023 г. № 959/пр с 22.01.2024

Изменения № 1, 2 внесены изготовителем базы данных по тексту М.: ФГБУ "РСТ", 2021 М.: ФГБУ "РСТ", 2024

#### Введение

Настоящий свод правил разработан с целью повышения уровня безопасности в зданиях и сооружениях людей и сохранности материальных ценностей в соответствии с Федеральным законом от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений", выполнения требований Федерального закона от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ "Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации".

Свод правил выполнен АО "НИЦ "Строительство" - ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко: канд. техн. наук А.А.Погорельцев, д-р техн. наук С.Б.Турковский, канд. техн. наук П.Н.Смирнов, при участии д-ра техн. наук, проф. А.Я.Найчука, инженера Е.В.Маркечко (БрГТУ), д-ра техн. наук, проф. Е.Н.Серова (ГАСУ).

Изменение № 1 к настоящему своду правил разработано авторским коллективом АО "НИЦ "Строительство" - ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко (канд. техн. наук А.А.Погорельцев, д-р техн. наук С.Б.Турковский, канд. техн. наук П.Н.Смирнов) при участии д-ра техн. наук А.Я.Найчука, Е.В.Маркечко (БрГТУ), д-ра техн. наук Е.Н.Серова (ГАСУ).

Изменение № 2 к настоящему своду правил разработано АО "НИЦ "Строительство" - ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко (руководитель разработки - канд. техн. наук П.Н.Смирнов, канд. техн. наук А.А.Погорельцев, д-р техн. наук С.Б.Турковский, М.А.Филимонов, А.Р.Салимуллин).

(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).

## **1 Область применения**

1.1 Настоящий свод правил устанавливает требования по расчету и конструированию соединений элементов деревянных конструкций (далее - ДК), выполненных с использованием винтов, шурупов, глухарей, саморезов и kleevinтовых стержней (далее - винты), изготовленных из углеродистой или нержавеющей стали. Проектируемые в соответствии с требованиями настоящего свода правил узловые соединения применяют в гражданском и промышленном строительстве, в новых, эксплуатируемых и реконструируемых зданиях и сооружениях.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

1.2 Настоящий свод правил не распространяется на проектирование соединений ДК гидротехнических сооружений, фундаментов, свай и на узловые соединения элементов ДК, в которых применяются винты и шурупы по ГОСТ 1144 и ГОСТ 1146.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

## **2 Нормативные ссылки**

В настоящем своде правил использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 1144-80 Шурупы с полукруглой головкой. Конструкция и размеры

ГОСТ 1146-80 Шурупы с полупотайной головкой. Конструкция и размеры

ГОСТ 2695-83 Пиломатериалы лиственных пород. Технические условия

ГОСТ 3565-80 Металлы. Метод испытания на кручение

ГОСТ 3916.1-2018 Фанера общего назначения с наружными слоями из шпона лиственных пород. Технические условия

ГОСТ 3916.2-2018 Фанера общего назначения с наружными слоями из шпона хвойных пород. Технические условия

ГОСТ 8486-86 Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия

ГОСТ 9462-2016 Лесоматериалы круглые лиственных пород. Технические условия

ГОСТ 9463-2016 Лесоматериалы круглые хвойных пород. Технические условия

ГОСТ 11539-2014 Фанера бакелизированная. Технические условия

ГОСТ 13913-78 Пластики древесные слоистые (ДСП). Технические условия

ГОСТ 14019-2003 (ИСО 7438:1985) Материалы металлические. Метод испытания на изгиб

ГОСТ 16483.0-89 Древесина. Общие требования к физико-механическим испытаниям

ГОСТ 16483.1-84 Древесина. Метод определения плотности

ГОСТ 20850-2014 Конструкции деревянные клееные несущие. Общие технические условия

ГОСТ 24705-2004 (ИСО 724:1993) Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные размеры.

ГОСТ 26816-2016 Плиты цементно-стружечные. Технические условия

ГОСТ 33080-2014 Конструкции деревянные. Классы прочности конструкционных пиломатериалов и методы их определения

ГОСТ 33082-2014 Конструкции деревянные. Методы определения несущей способности узловых соединений

ГОСТ 33124-2021 Брус многослойный kleenый из шпона. Технические условия.

ГОСТ ISO 898-1-2014 Механические свойства крепежных изделий из углеродистых и легированных сталей. Часть 1. Болты, винты и шпильки установленных классов прочности с крупным и мелким шагом резьбы

ГОСТ Р 56706-2022 Плиты из перекрестноклееной древесины. Общие технические условия

ГОСТ Р 58459-2019 Конструкции деревянные. Определение нормативных и расчетных значений механических свойств древесины и материалов на ее основе

СП 16.13330.2017 "СНиП II-23-81\* Стальные конструкции" (с изменениями № 1, № 2, № 3, № 4, № 5)

СП 20.13330.2016 "СНиП 2.01.07-85\* Нагрузки и воздействия" (с изменениями № 1, № 2, № 3, № 4)

СП 64.13330.2017 "СНиП II-25-80 Деревянные конструкции" (с изменениями № 1, № 2, № 3)

Примечание - При пользовании настоящим сводом правил целесообразно проверить действие ссылочных документов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю "Национальные стандарты", который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя "Национальные стандарты" за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего свода правил в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).

### **3 Термины и определения**

В настоящем своде правил применены термины и определения по ГОСТ 8486, СП 64.13330 и другим нормативным документам, на которые даны ссылки в тексте, а также следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 винт:** Стальной стержень с головкой для передачи крутящего момента и спиральной нарезкой, образующей резьбу в детали, который служит для соединения деталей путем ввинчивания.

**3.2 шуруп:** Винт со стержнем конической формы и прорезью в головке для завинчивания его в деревянные изделия.

**3.3 глухарь:** Шуруп большого диаметра с квадратной или шестигранной головкой.

**3.4 саморез:** Винт, ввинчиваемый непосредственно в деревянное изделие без предварительного сверления.

**3.5 древесина перекрестноклееная конструкционная; ДПК (CLT):** Изготовленная заводским способом деревянная массивная плита, состоящая не менее чем из трех ортогонально склеенных слоев цельных или сращенных по длине на зубчатое соединение досок и предназначенная для использования в несущих и ограждающих строительных конструкциях.

**3.6 плиты с ориентированной стружкой; ОСП (OSB):** Листовой материал, изготовленный из склеенной между собой древесной стружки определенной формы, ориентированной в наружных слоях параллельно ее длине или ширине, а во внутреннем слое - перпендикулярно ее направлению или расположенной произвольно.

(Измененная редакция, Изм. N 2).

**3.7 древесина kleеная из шпона; ДКШ (LVL):** Конструкционный древесный материал, состоящий из склеенных между собой слоев сращенных по длине листов лущенного шпона толщиной не менее 3 мм.

**3.8 винтовой стержень:** Винт без головки, со спиральной нарезкой по всей длине, образующей резьбу в деревянной детали, устанавливаемый путем ввинчивания с применением насадки на дрель или шуроповерт для передачи крутящего момента.

**3.9 конструкции, армированные винтами:** Деревянные конструкции с локальным усилением древесины винтами.

3.8, 3.9 (Введены дополнительно, Изм. № 1).

**3.10 kleevinтовой стержень:** Устанавливаемый путем ввинчивания стержень со спиральной нарезкой, образующей резьбу в детали, древесина в отверстии которой пропитана kleem.

(Введен дополнительно, Изм. № 2).

**3.11 соединение на скрещенных винтах:** Стыковое соединение сборных конструкций с винтами, имеющими пространственный угол наклона к направлению воспринимаемого усилия сдвига в плоскости соединения.

(Введен дополнительно, Изм. № 2).

#### **4 Обозначения и сокращения**

В настоящем своде правил использованы обозначения и сокращения, принятые в СП 64.13330, СП 16.13330, а также следующие обозначения:

$d$  - наружный диаметр резьбы винта, мм;

$d_1$  - внутренний диаметр резьбы винта, мм;

$d_h$  - диаметр головки винта или наружный диаметр шайбы, мм;

$d_s$  - диаметр гладкой части винта или внутренний диаметр шайбы, мм;

$d_0$  - диаметр просверленного отверстия под винт, мм;

$l$  - длина резьбы винта, мм;

$l_v$  - длина винта, мм;

$n$  - число винтов в соединении;

$n_{\text{рас}}$  - расчетное число винтов в соединении;

$S_1$  - шаг винтов вдоль волокон, мм;

$S_2$  - шаг винтов поперек волокон, мм;

$S_{3,c}$  - расстояние от оси винта до ненагруженного торца элемента, мм;

$S_{3,t}$  - расстояние от оси винта до нагруженного торца элемента, мм;

$S_{4,c}$  - расстояние от оси винта до ненагруженной грани элемента, мм;

$S_{4,t}$  - расстояние от оси винта до нагруженной грани элемента, мм.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

## **5 Общие положения**

5.1 Требования настоящего свода правил распространяются на узловые соединения элементов ДК, изготовленных из цельной и kleenой древесины (древесины многослойной kleеной из шпона (далее - ДКШ), перекрестноклееной древесины (далее - ДПК), kleеной доски хвойных пород (далее - древесина)), а также на узловые соединения стальных деталей с элементами ДК.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

5.2 Соединения с использованием винтов применяют в узлах ДК, работающих на восприятие статических или квазистатических нагрузок, предназначенных для строительства жилых, общественных, производственных и сельскохозяйственных зданий и сооружений. При соблюдении нормативных требований по назначению, эксплуатации и техническому обслуживанию ДК, а также по надлежащему использованию винтов долговечность соединений составляет не менее 50 лет.

(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).

5.3 Локальное поперечное и наклонное армирование винтами деревянных конструкций применяют для снижения в древесине нормальных напряжений поперек волокон и (или) касательных напряжений.

5.4 Армирование винтами выполняется при изготовлении деревянных конструкций в заводских условиях или на строительной площадке и при усилении конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений.

5.5 Схемы и параметры армирования следует принимать в соответствии с проектом.

5.3-5.5 (Введены дополнительно, Изм. № 1).

## **6 Требования к элементам соединений**

### **6.1 Требования к винтам \***

---

\* Измененная редакция, Изм. № 1.

6.1.1 Винты, применяемые в соединениях для армирования ДК, сплачивания балок и усиления деревянных элементов с трещинами, следует изготавливать из оцинкованной углеродистой или нержавеющей стали как с полной, так и неполной резьбой по длине винта.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

6.1.2 В зависимости от назначения в соединениях следует использовать винты с постоянным или переменным шагом резьбы на двух участках длины винта. Последние следует применять для сплачивания балок и усиления элементов ДК, имеющих трещины.

6.1.3 В соединениях ДК в зависимости от формы острия следует использовать винты (с фрезой на острие) и другие винты с потайной, тарельчатой, шестигранной или головкой внутри стержня винта.

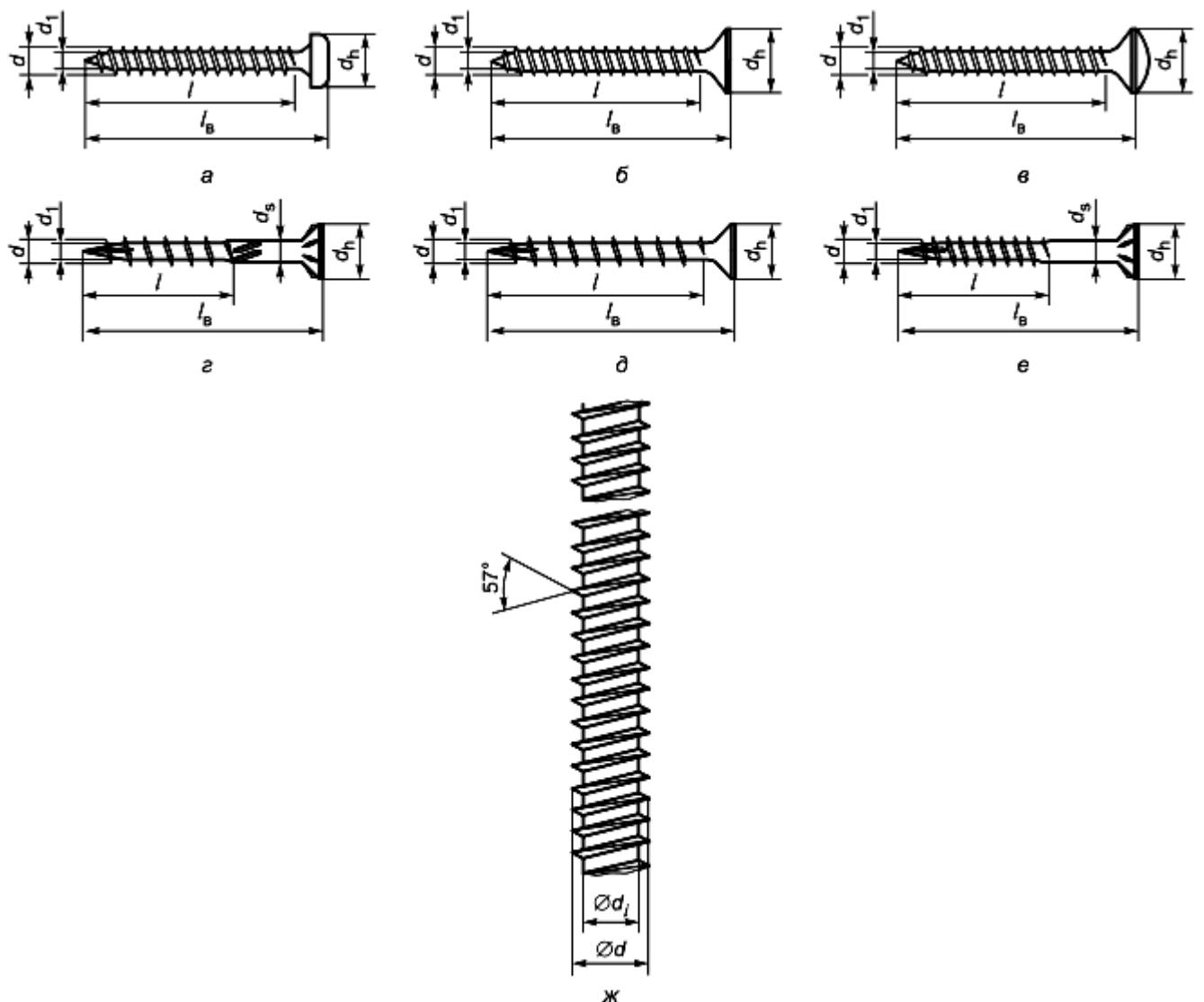
Некоторые типы винтов приведены на рисунке 1.

Клеевинтовые стержни следует выполнять класса прочности не ниже 8.8 по ГОСТ 898-1\* с крупной резьбой по всей длине по ГОСТ 24705.

---

\* Вероятно, ошибка оригинала. Следует читать: ГОСТ ISO 898-1. - Примечание изготовителя базы данных.

(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).



*а* - винт с полной резьбой и круглой головкой; *б* - винт с полной резьбой и потайной головкой; *в* - винт с полной резьбой и тарельчатой головкой; *г* - саморез с неполной резьбой (гладкой частью) и потайной головкой; *д* - саморез с полной резьбой и потайной головкой; *е* - винт с неполной резьбой (гладкой частью) и потайной головкой; *ж* - винтовой стержень

Рисунок 1\* - Схемы некоторых типов винтов

\* Измененная редакция, Изм. № 1.

6.1.4 Нормативное сопротивление винтов при их растяжении  $R_{yн}$ , а также нормативные значения крутящего момента  $M_{тн}$  при завинчивании и изгибающего момента пластической деформации при изгибе не должны быть меньше значений, приведенных соответственно в таблицах 1-3.

При изгибе винтов под углом  $45^\circ$  в них не должно возникать трещин.

Таблица 1 - Нормативные сопротивления материала винтов при их растяжении

Диаметр резьбы $d$ , мм	Нормативное сопротивление $R_{yн}$ , Н/мм <sup>2</sup>
----------------------------	--

	Винт из углеродистой стали		Винт из нержавеющей стали		Винтовой стержень
	с неполной резьбой	с полной резьбой	с неполной резьбой	с полной резьбой	
От 3,5 до 6	Более 850	Более 900	Более 500	Более 500	-
Более 6 до 20	Более 920	Более 920	Более 550	Более 550	Более 800

Примечание - При определении нормативных сопротивлений площадь винта  $A = \pi d_1^2 / 4$ , где  $d_1$  - внутренний диаметр резьбы.

Таблица 1 (Измененная редакция, Изм. № 1).

Таблица 2 - Нормативные значения крутящего момента  $M_{tm}$  винтов, кроме kleevинтовых стержней, при их ввинчивании

Диаметр резьбы $d$ , мм	Нормативное значение $M_{tm}$ , Нм		
	Винт из углеродистой стали		Винт из нержавеющей стали
	с неполной резьбой	с полной резьбой	с неполной резьбой
3	1,8	2,1	1,5
3,5	2,0	2,3	1,7
4	3,0	3,3	2,4
4,5	4,9	4,7	3,0
5,0	7,4	7,7	5,0
6,0	12,0	13,2	8,0
7,0	20,0	18,0	12,0
8,0	27,8	28,0	16,0
9	40,0	27,1	15,1
10	40,1	36,0	23,1
11	42,1	60,0	33,1
12	58,0	62,3	34,1

Таблица 2 (Измененная редакция, Изм. № 2).

Таблица 3 - Нормативные значения изгибающего момента  $M_{yp}$  пластической деформации

Диаметр резьбы $d$ , мм	Нормативное значение $M_{tm}$ , Нм		
	Винт из углеродистой стали		Винт из нержавеющей стали
	с неполной резьбой	с полной резьбой	с неполной резьбой
3	2,0	2,1	1,5

3,5	2,1	2,3	1,6
4	3,3	3,5	2,2
4,5	4,5	4,7	3,0
5,0	5,9	6,1	3,9
6,0	9,5	10,2	6,3
7,0	13,4	14,0	10,0
8,0	20,0	20,2	13,4
9	27,0	27,1	15,1
10	35,6	36,2	24,1
11	40,1	45,8	30,1
12	43,2	50,3	32,1

6.1.5 Для винтов диаметром резьбы 16 и 20 мм нормативные значения крутящего момента  $M_m$  и изгибающего момента  $M_{up}$  пластической деформации должны быть определены экспериментально.

6.1.6 Форма, размеры и параметры винтов должны соответствовать данным, приведенным в стандартах по их изготовлению и применению.

Используемые в узловых соединениях элементов ДК винты должны удовлетворять основным параметрам, приведенным в таблице 4.

Предельные отклонения по геометрическим параметрам винтов не должны превышать допуски, установленные в стандартах на их изготовление.

Таблица 4 - Основные параметры винтов

В миллиметрах

Внешний диаметр резьбы винта $d$	Внутренний диаметр резьбы винта $d_1$	Шаг резьбы $P$
3	2	1,25
3,5	2,25	2,15
4	2,65	2,35
5	3,5	2,75
6	3,9	4,5
7	4,6	4,8
8	5,4	5,2
9	5,9	5,4
10	6,4	5,6
11	6,6	5,8

12	6,8	6,0
16	12	10
20	14	12

6.1.7 Винты следует использовать в узловых соединениях элементов из цельной древесины хвойных пород, kleenой древесины, kleеной доски или бруса, ОСП, ДСП, ЦСП, ДКШ, ДПК, фанеры, а также для крепления стальных деталей к деревянным элементам, изготовленным из цельной древесины хвойных пород, kleеной древесины, ДКШ, ДПК, крепления элементов теплоизоляционных систем.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

6.1.8 Для крепления элементов теплоизоляционных систем к стропилам или стенам следует использовать специальные винты внешним диаметром  $d$ , равным 8,0 или 10 мм.

6.1.9 При эксплуатации ДК в агрессивных средах для соединения элементов следует использовать винты из нержавеющей стали.

6.1.10 В узловых соединениях элементов ДК должно быть установлено не менее двух винтов. Угол установки винтов, работающих на осевое растяжение или сжатие, по отношению к волокнам древесины должен находиться в пределах  $30^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ .

(Измененная редакция, Изм. № 2).

6.1.11 Для увеличения несущей способности винтов с неполной резьбой из условия смятия древесины под головками следует использовать шайбы.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

6.1.12 Винтовые стержни с постоянным шагом резьбы, приведенные на рисунке 1, ж, следует использовать для армирования ДК, сплачивания балок и усиления деревянных элементов с трещинами. Стержни с постоянным метрическим шагом резьбы по ГОСТ 24705 следует применять в соединениях, работающих на сдвиг или на совместное восприятие осевого и сдвигающего усилий.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

6.1.13 Для винтовых и kleевинтовых стержней диаметром резьбы 16 и 20 мм, приведенных на рисунке 1, ж нормативные значения крутящего момента  $M_{tn}$  и изгибающего момента  $M_{yn}$  пластической деформации должны быть определены в соответствии с требованиями ГОСТ 3565 и ГОСТ 14019.

(Введен дополнительно, Изм. № 1, 2).

## 6.2 Требования к материалам элементов узловых соединений

6.2.1 Качество цельной и kleеной древесины, ДКШ, а также древесных плитных материалов (ЦСП, фанеры, ДСП, ОСП), для элементов соединений должно удовлетворять требованиям СП 64.13330, ГОСТ Р 56706, ГОСТ 33124.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

6.2.2 Используемые для элементов узловых соединений пиломатериалы должны удовлетворять требованиям ГОСТ 8486, ГОСТ 2695, ГОСТ 9462, ГОСТ 9463, ГОСТ 33080.

6.2.3 Клееная древесина, используемая для элементов узловых соединений, должна удовлетворять требованиям ГОСТ 20850, ГОСТ 33080.

6.2.4 Прочность древесины элементов узловых соединений для соответствующих сортов (классов) должна быть не ниже нормативных сопротивлений, приведенных в приложении В СП 64.13330.2017.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

6.2.5 Используемые для элементов узловых соединений древесные плитные материалы (ЦСП, фанеры, ДСП, ОСП) должны удовлетворять требованиям ГОСТ 26816, ГОСТ 3916-1, ГОСТ 3916-2, ГОСТ 11539, ГОСТ 13913.

6.2.6 В зависимости от условий эксплуатации конструкций влажность древесины и материалов на ее основе должна соответствовать требованиям СП 64.13330.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

6.2.7 Элементы с нормативным значением плотности древесины  $\rho^H < 350 \text{ кг/м}^3$  не допускается использовать в узловых соединениях с винтами. Нормативную плотность древесины элементов соединений следует определять в соответствии с требованиями СП 64.13330 и ГОСТ Р 58459.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

6.2.8 Для стальных элементов, присоединяемых с помощью винтов к элементам ДК, следует применять стали в соответствии с требованиями СП 16.13330.

## 7 Расчет соединений

### 7.1 Соединения с винтами, работающими на осевое растяжение

7.1.1 Расчетную несущую способность винта  $T_B$ , работающего на осевое растяжение, следует определять из условия

$$T_B \leq \min \begin{cases} T_{\text{в}\alpha} \\ T_{\text{см}\alpha} \\ T_{\text{р.в}} \end{cases}, \quad (1)$$

где  $T_{\text{в}\alpha}$  - расчетная несущая способность на выдергивание винта из древесины под углом  $\alpha$  к направлению волокон, Н;

$T_{\text{см}\alpha}$  - расчетная несущая способность винта из условия смятия древесины под углом  $\alpha$  к направлению волокон под головками винтов, Н.  $T_{\text{см}\alpha}$  определяют в том случае, если в соединении использованы винты с неполной резьбой, т.е. усилие растяжения винта передается на соединяемый элемент через площадки смятия под головками винтов;

$T_{\text{р.в}}$  - расчетная несущая способность винта при растяжении, Н.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.1.2 При использовании в соединении шурупов по ГОСТ 1144 или ГОСТ 1146, работающих на выдергивание поперек волокон древесины, расчетную несущую способность винта  $T_{\text{в}\alpha}$  определяют в соответствии с требованиями пункта 8.31 СП 64.13330.2017.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.1.3 Для винтов, соответствующих требованиям таблиц 1-4 и работающих на выдергивание из древесины под углом  $30^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$  к направлению волокон, расчетную несущую способность винта  $T_{\text{в}\alpha}$  следует вычислять по формуле

$$T_{\text{в}\alpha} = R_{\text{cp}\alpha} \pi d l_{\text{pac}} m_d m_l, \quad (2)$$

где  $R_{cp\alpha}$  - расчетное сопротивление выдергиванию винта из древесины под углом  $\alpha$  к направлению волокон на единицу поверхности контакта нарезной части винта, образованной по наружному диаметру, Н/мм<sup>2</sup>;

$d$  - наружный диаметр резьбы, мм;

$l_{pac}$  - расчетная длина винта, равная длине нарезной его части, завинченной в соединяемый элемент, уменьшенная на  $1,8d$ , мм;

$\alpha$  - угол наклона продольной оси винта по отношению к направлению волокон древесины, в градусах;

$m_d$  - коэффициент, учитывающий изменение расчетного сопротивления  $R_{cp\alpha}$  выдергиванию винта из древесины под углом  $\alpha$  к направлению волокон в зависимости от диаметра  $d$  винта, вычисляемый по формуле

$$m_d = 1,42 - 0,084d + 0,002d^2, \quad (3)$$

$m_l$  - коэффициент, учитывающий изменение расчетного сопротивления  $R_{cp\alpha}$  выдергиванию винта из древесины (для ДКШ - вдоль и поперек волокон, ДПК - поперек волокон) под углом  $\alpha$  к направлению волокон в зависимости от расчетной длины  $l_{pac}$  винта в узловом соединении, следует вычислять по формуле

$$m_l = k \left( 0,99 - 0,0012l_{pac} + 1,6 \cdot 10^{-6} l_{pac}^2 \right), \quad (4)$$

где

$$k = \min \begin{cases} \frac{d}{8} \\ 1 \end{cases}. \quad (5)$$

Примечание - В случае применения в узловых соединениях винтов, параметры которых не соответствуют требованиям таблиц 1-4, расчетную несущую способность  $T_{ba}$  следует определять экспериментальным путем в соответствии с требованиями ГОСТ 33082.

Использование винтов, кроме клеевинтовых стержней, работающих на осевое растяжение при выдергивании из древесины под углом  $<30^\circ$  к направлению волокон не допускается.

Расчетное сопротивление  $R_{cp\alpha}$  выдергиванию винта из древесины под углом  $\alpha$  к направлению волокон на единицу поверхности контакта нарезной части винта, образованной по наружному диаметру, в узловом соединении вычисляют по формуле

$$R_{cp\alpha} = \frac{R_{cp90}}{1,2\cos^2\alpha + \sin^2\alpha}, \quad (6)$$

где  $R_{cp90}$  - расчетное сопротивление выдергиванию винта из древесины под углом  $\alpha = 90^\circ$  к направлению волокон на единицу поверхности контакта нарезной части винта в узловом соединении с винтами  $3 \leq d \leq 20$  мм, Н/мм<sup>2</sup>.

Расчетное сопротивление  $R_{cp90}$  выдергиванию винта из древесины под углом  $\alpha = 90^\circ$  к направлению волокон на единицу поверхности контакта нарезной части винта, образованной по наружному диаметру, в узловом соединении с винтами вычисляют по формуле

$$R_{cp90} = R_{cp90}^* \cdot m_p \cdot m_v \cdot m_T \cdot m_D \cdot m_H \cdot m_a \cdot m_{hk}, \quad (7)$$

где  $R_{cp90}^* = 2,8$  Н/мм<sup>2</sup> - расчетное сопротивление выдергиванию винта из древесины (кроме ДКШ и ДПК) плотностью  $\rho^H = 500$  кг/м<sup>3</sup> под углом  $\alpha = 90^\circ$  к направлению волокон на единицу поверхности контакта нарезной части винта, образованной по наружному диаметру в соединении с винтами, для ДКШ -  $R_{cp90}^* = 2,9$  Н/мм<sup>2</sup>; для ДПК с плотностью ламелей  $\rho^H = 500$  кг/м<sup>3</sup> -  $R_{cp90}^* = 2,8$  Н/мм<sup>2</sup>;

$m_p$  - коэффициент, учитывающий изменение расчетного сопротивления  $R_{cp90}^*$  выдергиванию

древесины поперек волокон (для ДКШ - вдоль и поперек волокон, для ДПК - поперек волокон) от нормативного значения плотности  $\rho^H$  древесины в узловом соединении, следует вычислять по формуле

$$m_p = 0,2 + 0,0016\rho^H, \quad (8)$$

где  $\rho^H$  - нормативное значение плотности древесины, кг/м<sup>3</sup>, в соответствии с требованиями ГОСТ 16483.1 и СП 64.13330;

$m_B$ ,  $m_T$ ,  $m_D$ ,  $m_H$  и  $m_a$  - коэффициенты условия работы в соответствии с требованиями раздела 6 СП 64.13330.2017;

$m_{HK}$  - коэффициент, учитывающий изменение расчетного сопротивления  $R_{cp90}^*$  выдергиванию из древесины поперек волокон (для ДКШ - вдоль и поперек волокон, для ДПК - поперек волокон) в зависимости от формы наконечника винтов, устанавливаемых без предварительного сверления, равный 1 для острого наконечника, в том числе острого режущего и острого режущего с канавками, для других типов наконечника коэффициент следует определять в соответствии с ГОСТ 33082.

(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).

7.1.4 Расчетную несущую способность винта из условия смятия древесины под углом  $\alpha$  к направлению волокон  $T_{cm\alpha}$  под его головкой или шайбой вычисляют по формуле

$$T_{cm\alpha} = R_{cm\alpha} \cdot F_{cm}, \quad (9)$$

где  $R_{cm\alpha}$  - расчетное сопротивление смятию древесины ДКШ, ДПК под углом  $\alpha$  к направлению волокон, Н/мм<sup>2</sup>, в соответствии с требованиями раздела 6 СП 64.13330.2017;

$F_{cm}$  - расчетная площадь смятия древесины под головкой винта, вычисляемая по формуле

$$F_{cm\alpha} = \frac{\pi \cdot (d_h - d_s)^2}{4}, \quad (10)$$

где  $d_h$  - диаметр головки винта или наружный диаметр шайбы, мм;

$d_s$  - диаметр гладкой части стержня или внутренний диаметр шайбы, мм.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.1.5 Расчетную несущую способность  $T_{p,b}$  винта при растяжении определяют в соответствии с 7.1 СП 16.13330.2017.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.1.6 В зависимости от условий эксплуатации расчетное сопротивление  $R_{cp90}^*$  следует умножать на коэффициенты, приведенные в таблицах 7, 8, 12 и пункте 6.2 СП 64.13330.2017.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.1.7 Расчетное число винтов в узловом соединении  $n_{pac}$  вычисляют по формуле

$$n_{pac} = \left( \frac{N_p}{T_b} \right)^{0,9}, \quad (11)$$

где  $N_p$  - расчетное значение осевого растягивающего усилия, действующего на винты в узловом соединении.

7.1.8 В узловых соединениях с винтами, воспринимающих осевые растягивающие усилия и расположенных под углом  $\alpha$  к направлению волокон древесины, длина анкеровки  $l_{pac}$  должна быть не менее  $2/3 h$  (см. рисунок 2). Если  $l_{pac} < 2/3 h$ , необходимо выполнять проверку на растяжение массива древесины на уровне обрыва винтов по формуле

$$N_p = R_{p\alpha} \cdot F_{pac}, \quad (12)$$

где  $R_{p\alpha}$  - расчетное сопротивление растяжению древесины под углом  $\alpha$ , Н/мм<sup>2</sup>, вычисляемое по формуле

$$R_{p\alpha}^A = \frac{R_p^A}{1 + \left( \frac{R_p^A}{R_{p90}^A} - 1 \right) \sin^3 \alpha}, \quad (13)$$

$F_{pac}$  - расчетная площадь растяжения древесины под углом  $\alpha$  к волокнам (см. рисунок 2), мм<sup>2</sup>, на уровне обрыва винтов, вычисляют по формуле  $F_{pac} = b_p \cdot l_p$ ,

где  $l_p = (n_1 + 1) \cdot S_1$  (см. рисунок 2);

$b_p = \min(b; (m + 1) \cdot S_2)$  (см. рисунок 2);

$b_p$  - расчетная ширина поперечного сечения элемента в зоне установки винтов, мм;

$S_1$  - шаг винтов вдоль волокон древесины, мм;

$S_2$  - шаг винтов поперек волокон древесины, мм;

$n_1$  - число винтов в одном ряду;

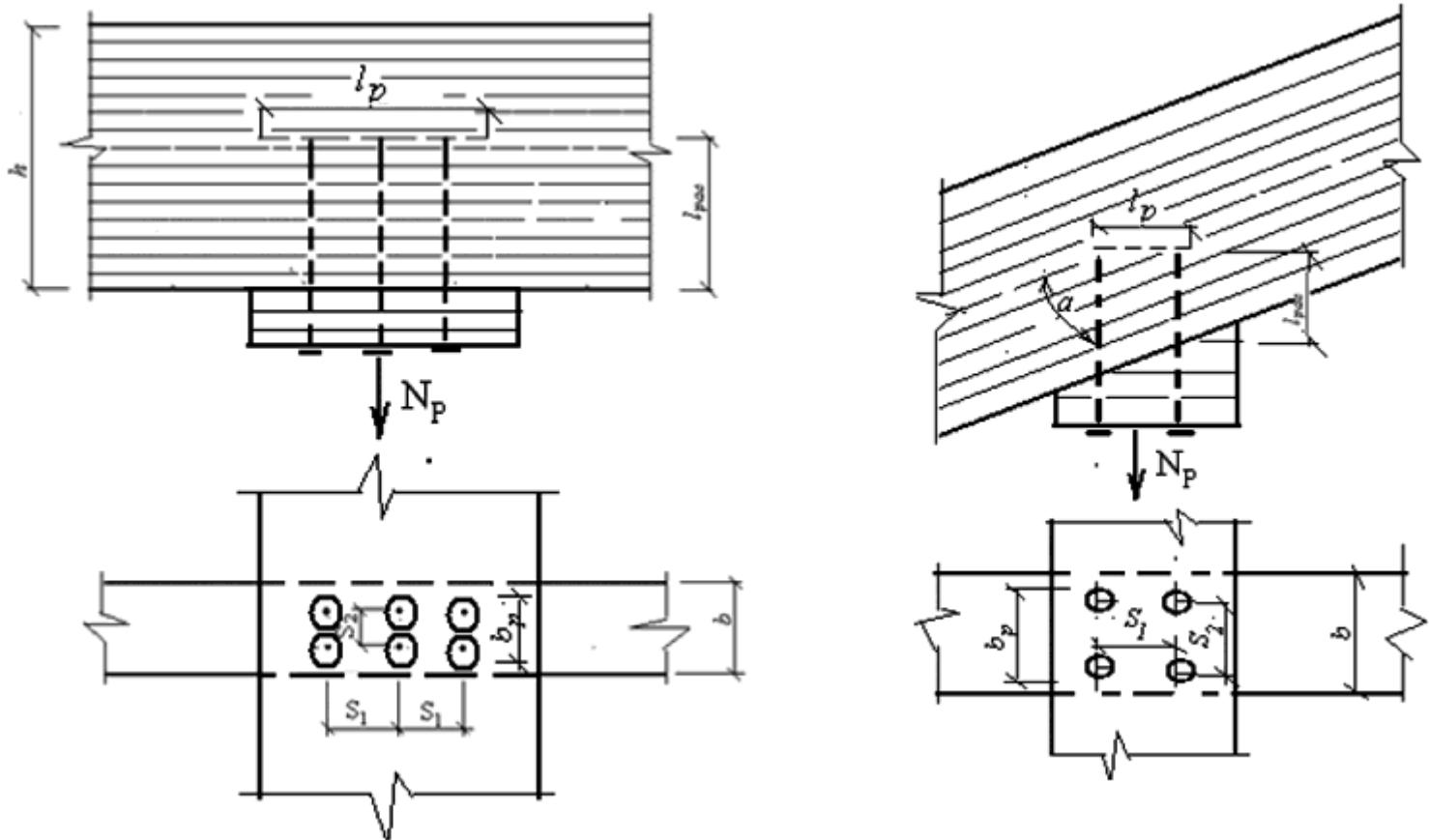
$m$  - число рядов винтов поперек волокон;

$R_p^A$  - расчетное сопротивление растяжению древесины вдоль волокон;

$R_{p90}^A$  - расчетное сопротивление растяжению древесины поперек волокон.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

а б



а - с винтами под углом  $90^\circ$  к волокнам; б - с винтами под углом  $\alpha$  к волокнам

Рисунок 2 - Схемы узловых соединений с винтами, работающими на осевое растяжение

## 7.2 Соединения с винтами, работающими на осевое сжатие

7.2.1 Винты, работающие на осевое сжатие под углом  $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$  к волокнам древесины, как правило, используют для усиления опорных площадок деревянных стропильных балок, ферм и узлов крепления колонн к фундаментам.

7.2.2 При расчете узловых соединений с винтами, ввинченными под углом  $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$  к волокнам древесины и воспринимающими сжимающие усилия, необходимо учитывать несущую способность из условия смятия древесины над опорными пластинами.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.2.3 Для узловых соединений элементов ДК с винтами, ввинченными под углом  $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$  к волокнам древесины и работающими на осевое сжатие, расчетное усилие должно удовлетворять условию

$$N_{c\alpha} \leq \min \left\{ \frac{T_{cm1\alpha} + (n)^{0,9} \cdot \min (T_{v,\alpha}; T_{v\alpha})}{T_{cm2\alpha}}, \right. \quad (14)$$

где  $N_{c\alpha}$  - расчетное осевое сжимающее усилие, действующее на винты в узловом соединении, расположенные под углом  $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$  к волокнам древесины, Н;

$T_{cm1\alpha}$  - расчетная несущая способность узлового соединения из условия смятия древесины над

опорной пластиной, Н;

$T_{\text{в.с.х}}$  - расчетная несущая способность винта при вдавливании его в древесину под углом  $\alpha$  к направлению волокон, Н;

$T_{\text{в.х}}$  - расчетная несущая способность винта, вычисленная из условия его устойчивости, заанкеренного в массиве древесины, Н;

$T_{\text{см}2\alpha}$  - расчетная несущая способность узлового соединения из условия смятия массива древесины на уровне обрыва винтов, Н;

$n$  - число винтов в соединении.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.2.4 Расчетную несущую способность  $T_{\text{см}1\alpha}$  узлового соединения от смятия древесины над опорной пластиной следует вычислять по формуле

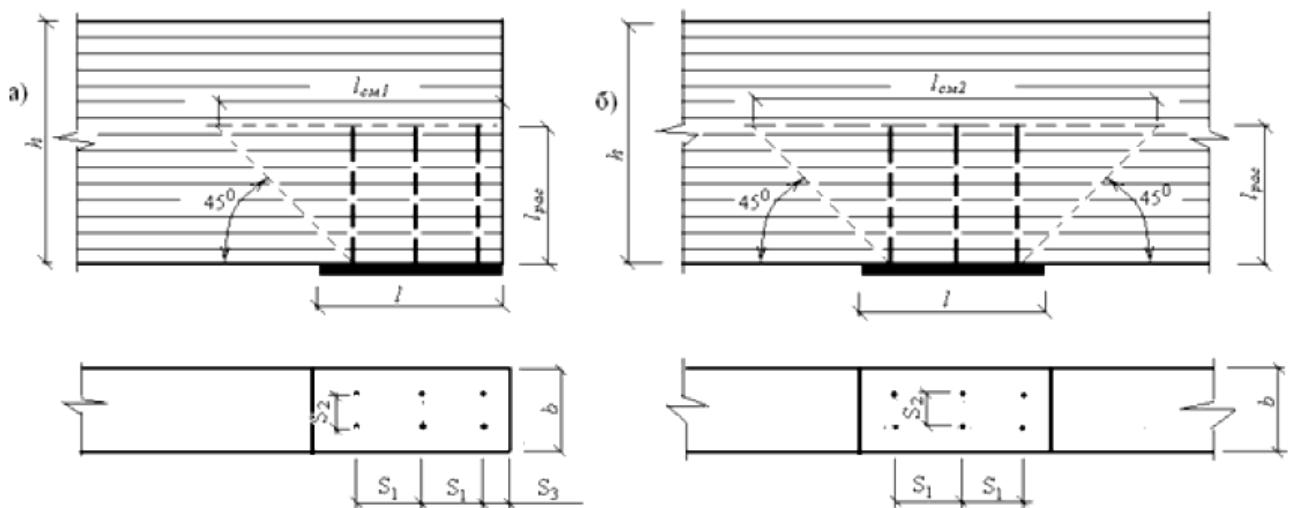
$$T_{\text{см}1\alpha} = R_{\text{см}\alpha} \cdot F_{\text{рас}1}, \quad (15)$$

где  $R_{\text{см}\alpha}$  - расчетное сопротивление смятию древесины под углом  $\alpha$ , Н/мм<sup>2</sup>, определяемое по формуле (5) СП 64.13330.2017;

$F_{\text{рас}1}$  - расчетная площадь смятия древесины, мм<sup>2</sup>, над опорной пластиной, принимаемая как  $F_{\text{рас}1} = b \cdot l$  (см. рисунок 2), где  $l$  - длина опорной пластины;  $b$  - ширина поперечного сечения усиливаемого элемента или опорной пластины.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.2.5 Для узловых соединений элементов с использованием винтов, удовлетворяющих требованиям таблиц 1-4 и работающих на осевое сжатие под углом  $\alpha$  к направлению волокон древесины, расчетную несущую способность  $T_{\text{в.с.х}}$  винта вычисляют по формуле (2) как для винта, работающего на осевое растяжение.



а) - крайний опорный узел балки; б) - промежуточный опорный узел балки

Рисунок 3 - Схемы опорных узлов балки, усиленных винтами

7.2.6 Расчетную несущую способность  $T_{B\lambda}$  винта вычисляют исходя из условия устойчивости на сжатие, ввинченного в массив древесины, по формуле

$$T_{B\lambda} = \Phi \cdot T_{B1}, \quad (16)$$

где  $\Phi$  - коэффициент устойчивости при центральном сжатии винта, ввинченного в массив древесины;  $T_{B1}$  - расчетная несущая способность винта по прочности на сжатие, Н.

Коэффициент устойчивости  $\Phi$  следует вычислять по формуле

$$\Phi = \begin{cases} 1 & \text{для } \bar{\lambda} \leq 0,2 \\ \frac{1}{\delta + 0,49 \cdot \sqrt{\delta^2 - \bar{\lambda}^2}} & \text{для } \bar{\lambda} < 0,2 \end{cases}, \quad (17)$$

где  $\delta$  - коэффициент, вычисляемый по формуле

$$\delta = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]; \quad (18)$$

$\bar{\lambda}$  - условная гибкость, вычисляемая по формуле

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{T_{B1}}{T_{B1,y}}}, \quad (19)$$

где  $T_{B1} = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = R_y$ ,

$d_1$  и  $R_y$  - внутренний диаметр резьбы и расчетное сопротивление материала винта по пределу текучести;

$T_{B1,y}$  - расчетная несущая способность винта при сжатии с учетом его защемления в массиве древесины, вычисляемая по формуле

$$T_{B1,y} = \sqrt{\beta \cdot E \cdot I_H}, \quad (20)$$

где  $\beta$  - коэффициент, вычисляемый по формуле

$$\beta = (0,19 + 0,012 \cdot d) \cdot \rho^H \cdot \left( \frac{\alpha}{180^\circ} + 0,5 \right); \quad (21)$$

$E$  - модуль упругости материала винта, который для стали принимают равным  $210000 \text{ Н/мм}^2$ ;

$I_H$  - момент инерции сечения винта,  $\text{мм}^4$ , вычисляемый по формуле

$$I_H = \frac{\pi \cdot d_1^4}{64}, \quad (22)$$

$d$  - наружный диаметр резьбы винта, мм;

$\rho^{\text{н}}$  - нормативное значение плотности древесины, кг/м<sup>3</sup>;

$d_1$  - внутренний диаметр резьбы винта, мм.

7.2.7 Расчетную несущую способность  $T_{\text{см}2\alpha}$  узлового соединения из условия смятия древесины на уровне обрыва винтов следует вычислять по формуле

$$T_{\text{см}2\alpha} = R_{\text{см}\alpha} \cdot F_{\text{рас}2}, \quad (23)$$

где  $R_{\text{см}\alpha}$  - расчетное сопротивление смятию древесины под углом  $\alpha$ , Н/мм<sup>2</sup>, определяемое по формуле (2) СП 64.13330.2011;

$F_{\text{рас}2}$  - расчетная площадь смятия древесины (рисунок 3), мм<sup>2</sup>, принимаемая равной:

- для крайней опоры -  $F_{\text{рас}2} = b \cdot l_{\text{см}1}$ , где  $l_{\text{см}1} = l_{\text{рас}} + (n_1 - 1) \cdot S_1 + \min(l_1; S_3)$ ;

- промежуточной опоры  $F_{\text{рас}2} = b \cdot l_{\text{см}2}$ , где  $l_{\text{см}2} = 2l_{\text{рас}} + (n_1 - 1) \cdot S_1$  (рисунок 3).

Здесь  $l_{\text{рас}}$  - расчетная длина винта в соответствии с требованиями 6.1.3;

$b$  - ширина поперечного сечения усиливаемого элемента, мм;

$S_1$  и  $S_3$  - шаг винтов вдоль волокон древесины и расстояние от кромки (торца) элемента до оси винта, мм;

$n_1$  - число винтов в одном ряду.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

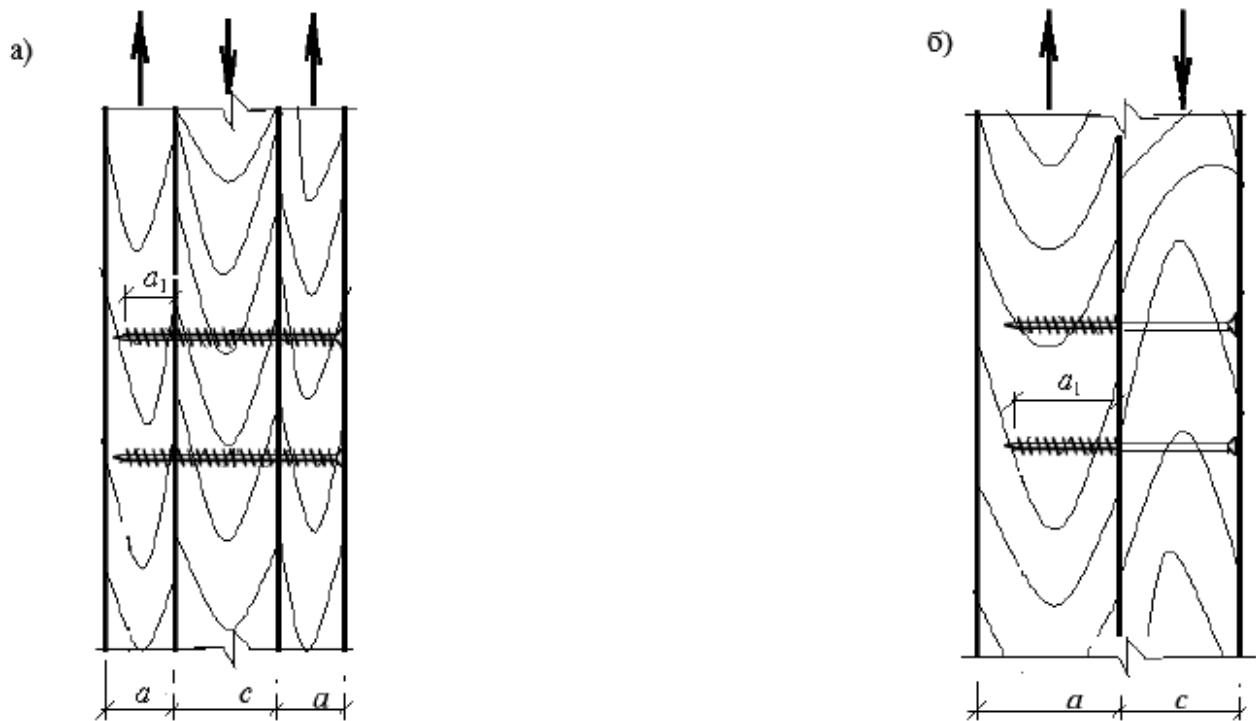
### 7.3 Соединения с винтами, работающими на сдвиг

7.3.1 Винты, работающие в соединениях на восприятие сдвиговых усилий между соединяемыми элементами, следует рассматривать как нагели. Влияние резьбовой части винта учитывают при определении несущей способности путем выбора расчетного диаметра  $d_{\text{рас}}$ .

7.3.2 Для винтов с неполной резьбой, при определении несущей способности, расчетное значение диаметра винта  $d_{\text{рас}}$  принимают как диаметр гладкой части стержня. Для винтов с полной резьбой следует принимать  $d_{\text{рас}} = 1,1d$ , где  $d$  - наружный диаметр резьбы винта. Если длина ввинченной в элемент части менее  $5,8d$ , работу винта в шве учитывать не следует.

7.3.3 Расчетную несущую способность винта с неполной резьбой и диаметром  $d \leq 6$  мм на один шов сплачивания в соединениях элементов из сосны и ели, в том числе клееных, ДКШ и ДПК (рисунок 4), при направлении усилий, передаваемых винтами под любым углом к волокнам, следует определять по таблице 18 СП 64.13330.2017, как для гвоздей с учетом требований 8.14 СП 64.13330.2017.

(Измененная редакция, Изм. № 2).



*a и c - толщины соединяемых элементов;  $a_1$  - длина ввинченной части в элемент *a*) - симметричное; б) - несимметричное*

Рисунок 4 - Схема соединения на винтах

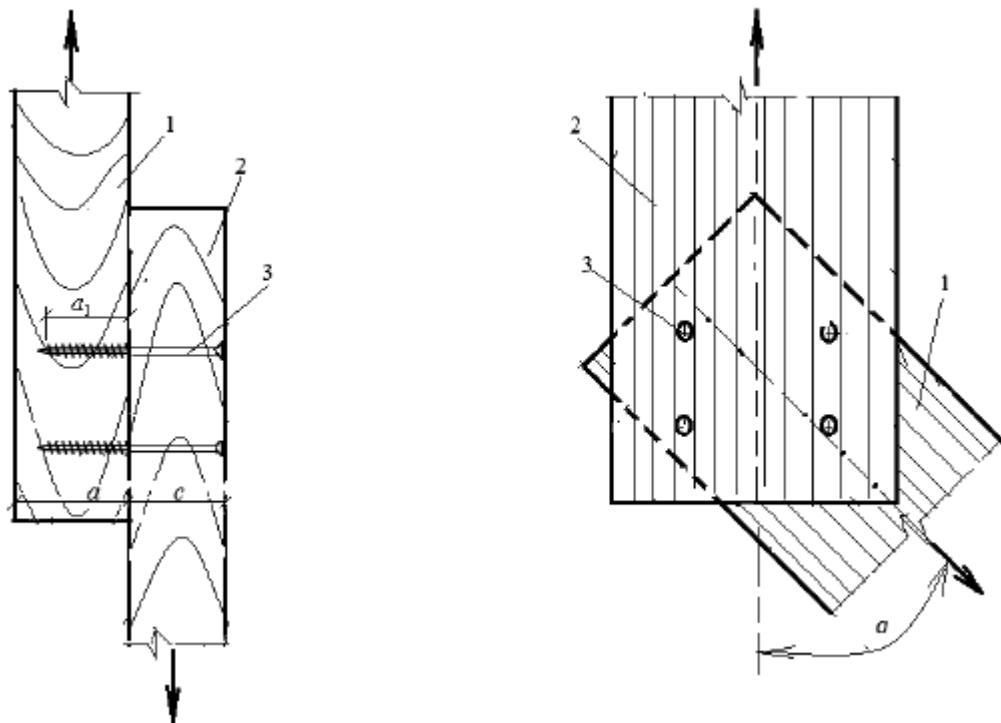
7.3.4 Расчетную несущую способность винта диаметром  $d > 6$  мм на один шов сплачивания в соединениях элементов из сосны и ели, в том числе kleеных, ДКШ и ДПК (рисунок 4) при направлении усилий, передаваемых винтами вдоль волокон, следует определять по таблице 18 СП 64.13330.2017, как стальных цилиндрических нагелей, а также в соответствии с требованиями пункта 8.14 СП 64.13330.2017.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.3.5 Расчетную несущую способность винтов диаметром  $d > 6$  мм при направлении передаваемого винтом усилия под углом  $\alpha$  к волокнам (рисунок 5) следует вычислять согласно 7.3.4 с умножением:

- а) на коэффициент  $k_\alpha$  (таблица 19 СП 64.13330.2017) при расчете из условия смятия древесины в нагельном гнезде;
- б) величину  $\sqrt{k_\alpha}$  при расчете винта на изгиб; угол  $\alpha$  следует принимать равным большему из углов смятия нагелем элементов, прилегающих к рассматриваемому шву.

(Измененная редакция, Изм. № 2).



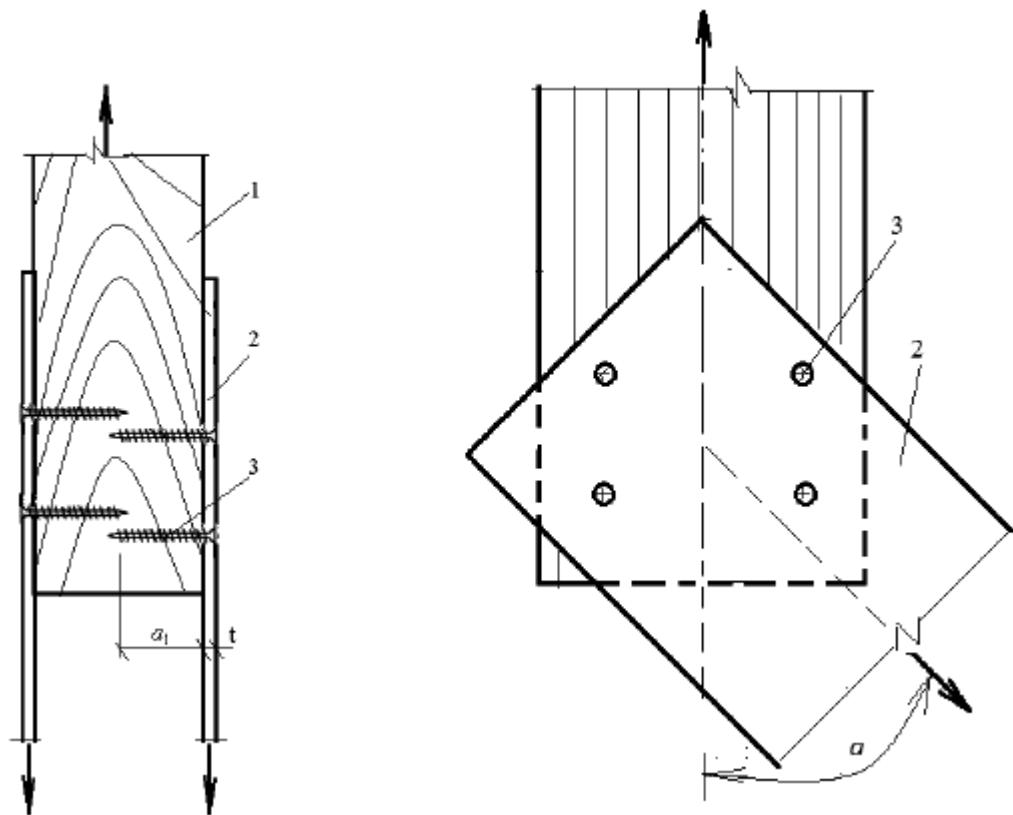
1 и 2 - деревянные элементы; 3 - винт;  $\alpha$  и  $c$  - толщины соединяемых элементов;  $a_1$  - длина ввинченной части в элемент

Рисунок 5 - Схема соединения элементов под углом  $\alpha$  к волокнам древесины с использованием винтов

7.3.6 В соединениях со стальными пластинами или другими крепежными металлическими элементами винты используют в виде глухих цилиндрических нагелей (рисунки 5, 6). Для уменьшения податливости таких соединений следует использовать винты с плоской головкой и усеченным коническим подголовником. Длина анкеровки винтов в древесине должна быть не менее пяти диаметров винта.

Соединения со стальными пластинами, в которых в качестве связей использованы винты, следует рассчитывать в соответствии с требованиями 7.3.3-7.3.5. Стальные накладки следует проверять на растяжение по ослабленному сечению и на смятие под подголовником или стержнем винта в соответствии с указаниями СП 16.13330.

(Измененная редакция, Изм. № 2).



1 - деревянный элемент; 2 - стальная накладка; 3 - винт;  $\alpha_1$  - длина ввинченной части в элемент;  $t$  - толщина стальной пластины

Рисунок 6 - Схема винтового соединения со стальными накладками

7.3.7 Несущую способность соединения на винтах из одного материала, но разных диаметров следует вычислять как сумму несущих способностей всех винтов, за исключением растянутых стыков, для которых вводят понижающий коэффициент 0,9.

#### 7.4 Соединения с винтами, работающими на совместное восприятие осевого и сдвигающего усилий

Соединения с винтами, работающими на совместное восприятие осевого и сдвигающего усилий, должны удовлетворять следующему условию:

$$\left(\frac{T}{N_p}\right)^2 + \left(\frac{T_\nu}{N_\nu}\right)^2 \leq 1, \quad (24)$$

где  $T$  - расчетная несущая способность соединения по восприятию осевого усилия (растяжения, сжатия),  $N$ , вычисляемая согласно требованиям 7.1 или 7.2;

$N_p$  - расчетное значение осевого усилия,  $N$ , действующего в узле, вычисляемое на основании сочетания воздействий в соответствии с требованиями СП 20.13330;

$T_\nu$  - расчетная несущая способность соединения по восприятию сдвигающего усилия,  $N$ , вычисляемая в соответствии с требованиями 7.3;

$N_\nu$  - расчетное значение сдвигающего усилия,  $N$ , действующего в узле, вычисляемое на основании сочетания воздействий в соответствии с требованиями СП 20.13330.

## **7.5 Локальное армирование деревянных конструкций с использованием винтов**

Локальное поперечное и наклонное армирование ДК следует выполнять винтами с полной резьбой, соответствующими требованиям таблиц 1-4 и работающими на осевое растяжение или сжатие под углом  $\alpha$  к направлению волокон древесины, при этом их расчетную несущую способность необходимо вычислять в соответствии с требованиями 7.1 или 7.2.

Подраздел 7.5 (Введен дополнительно, Изм. № 1).

## **7.6 Стыковые соединения ДПК со скрещенными винтами, работающими на совместное восприятие осевого и сдвигающего усилий**

7.6.1 Расчетную несущую способность пары скрещенных винтов  $T_{\text{св}}$ , представляющую собой сумму компонентов расчетных несущих способностей растянутого и сжатого винтов (рисунок 6а), в стыковых соединениях ДПК/CLT, работающих на сдвиг, следует определять по формуле

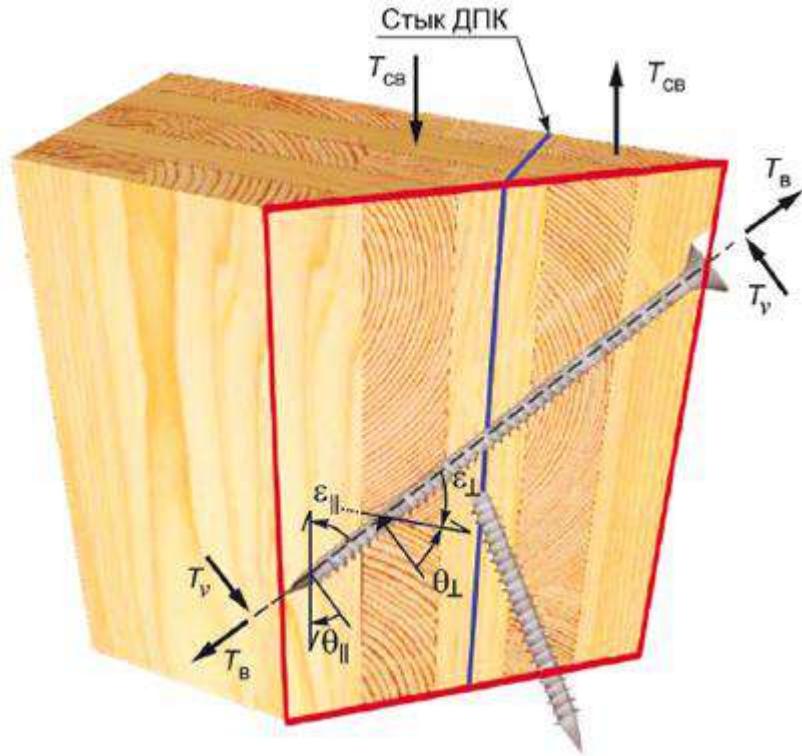
$$T_{\text{св}} = 2T_v \cdot \sin \gamma + \cos \gamma (T_B + \min(T_{B,\alpha}; T_{B,\lambda})), \quad (24a)$$

где  $T_B$  - расчетная несущая способность винта на осевое растяжение, определяемая в соответствии с требованиями 7.1.1, при этом за расчетный угол  $\alpha$  следует принимать меньший из углов  $\varepsilon_{||}$  или  $\varepsilon_{\perp}$  (рисунок 6а);

$T_{B,\alpha}$  - расчетная несущая способность винта при вдавливании его в древесину под углом  $\alpha$  к направлению волокон, определяемая в соответствии с требованиями 7.2.3, при этом за расчетный угол  $\alpha$  следует принимать меньший из углов  $\varepsilon_{||}$  или  $\varepsilon_{\perp}$  (рисунок 6а);

$T_{B,\lambda}$  - расчетная несущая способность винта, вычисленная из условия его устойчивости, заанкеренного в массиве древесины, определяемая в соответствии с требованиями 7.2.3, при этом за расчетный угол  $\alpha$  следует принимать меньший из углов  $\varepsilon_{||}$  или  $\varepsilon_{\perp}$  (рисунок 6а);

$T_v$  - расчетная несущая способность винта на сдвиг, определяемая в соответствии с требованиями 7.3, при этом следует учитывать, что при определении значений  $k_\alpha$  за расчетный угол  $\alpha$  принимается больший из соответствующих углов  $\theta_{||}$  или  $\theta_{\perp}$  (рисунок 6а).



$\varepsilon_{\parallel}$  или  $\varepsilon_{\perp}$  - углы между направлением волокон в слоях и направлением осевого сопротивления винта;  
 $\theta_{\parallel}$  или  $\theta_{\perp}$  - углы между направлением волокон слоев и направлением сдвига винтов

Рисунок 6а - Схема определения расчетной несущей способности винта, работающего на осевое растяжение и сдвиг в стыковом соединении ДПК со скрещенными винтами

7.6.2 Пространственный угол наклона винтов к направлению воспринимаемого усилия сдвига в плоскости соединения со скрещенными винтами  $\gamma$  следует вычислять по формуле

$$\gamma = \arccos(\cos \beta \cdot \sin \alpha), \quad (24б)$$

где  $\alpha$  - угол между осью винта и нормалью к плоскости сдвига, спроектированный на плоскость плиты ДПК;

$\beta$  - угол между осью винта и плоскостью плиты.

Угол установки  $\gamma$  следует принимать от  $30^\circ$  до  $60^\circ$ . При  $\gamma > 60^\circ$  расчетную несущую способность пары скрещенных винтов следует определять как для нагельного соединения.

7.6.3 Число пар скрещенных винтов  $n_{cb}$  в одном стыке ДПК следует определять по формуле

$$n_{cb} = \frac{N}{T_{cb}} \geq 2, \quad (24в)$$

где  $N$  - расчетное усилие сдвига в стыке;

$T_{cb}$  - расчетная несущая способность, определяемая в соответствии с требованиями 7.6.1.

Подраздел 7.6 (Введен дополнительно, Изм. № 2).

## 8 Требования по конструированию соединений и локальному армированию конструкций\*

\* Измененная редакция, Изм. № 1.

8.1 В узловых соединениях элементов ДК винты, работающие на осевое растяжение, следует

устанавливать под углом к волокнам  $30^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ , а работающие на осевое сжатие - под углом  $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ .

8.2 Установку винтов в узловых соединениях элементов из древесины диаметром  $d \leq 6$  мм и плотностью древесины не более  $500 \text{ кг}/\text{м}^3$  осуществляют без предварительного сверления монтажных отверстий. В тех случаях, когда  $d > 6$  мм, винты устанавливают в предварительно просверленные монтажные отверстия. Диаметр монтажных отверстий для установки винтов с неполной резьбой должен быть равным диаметру гладкой части стержня, а глубина - длине гладкой части стержня. Для нарезанной части винта диаметр монтажного отверстия принимают  $0,7d$ . Для винтовых стержней диаметрами 16 мм и 20 мм, приведенных на рисунке 1, ж, диаметр монтажного отверстия принимают равным 13 мм и 15 мм, соответственно.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

8.3 В элементах из цельной и kleеной древесины с плотностью более  $500 \text{ кг}/\text{м}^3$  диаметр монтажного отверстия следует вычислять экспериментально.

8.4 Винты для кровельных теплоизоляционных систем устанавливают без предварительного сверления монтажных отверстий под углом  $30^\circ$  к волокнам древесины стропил.

8.5 Для элементов из LVL установку винтов диаметром более 4 мм следует осуществлять в предварительно просверленные монтажные отверстия диаметром  $0,7d$ .

8.6 Рекомендуемые диаметры монтажных отверстий для установки винтов приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Рекомендуемые диаметры монтажных отверстий

В миллиметрах

Наружный диаметр резьбы винта $d$	Диаметр монтажного отверстия $d_m$
3-3,5	2
4-5	2,5
6-7	4
8-9	5
10 и 11	6
12	7
16	13
20	15

Таблица 5 (Измененная редакция, Изм. № 1).

8.7 В соединениях элементов с небольшой шириной поперечного сечения (ребра плит, элементы каркаса дома и т.п.) и расположением винтов в один ряд следует использовать саморезы. Длина анкеровки винтов  $l_{\text{рас}} \geq 4d$ . Кроме того, толщина kleеной древесины и древесноволокнистых плит должна быть не менее 6 мм, а древесно-стружечных, ориентировочно-стружечных и цементно-стружечных - не менее 8 мм.

8.8 Винты с потайной головкой диаметром от 6 до 10 мм следует использовать в комплекте с шайбами-розетками. Винты с шестигранной и тарельчатой головкой следует использовать в комплекте с подкладками шайбами. Шайбы-розетки и подкладные шайбы должны соответствовать винтам по своей форме и материалу и прилегать к поверхности древесины элемента по всей своей

плоскости после ввинчивания.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

8.9 Шайбы из углеродистой стали требуется использовать только с винтами из углеродистой стали, шайбы из нержавеющей стали - только с винтами из нержавеющей стали.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

8.10 Длину анкеровки винтов диаметром более 6 мм, работающих на восприятие осевых растягивающих усилий, следует принимать с учетом обеспечения прочности древесины на растяжение под углом к волокнам.

8.11 Для элементов из ДКШ длина анкеровки винтов должна быть не менее 50 мм.

8.12 При усилении опорных площадок ДК посредством установки винтов под углом  $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$  к направлению волокон необходимо обеспечивать их равномерную загрузку.

8.13 Для винтов, воспринимающих только осевую нагрузку при минимальной толщине деревянного элемента  $12d$  и диаметре винтов  $d > 6$  мм (рисунок 3), расстояние между осями винтов вдоль волокон древесины  $S_1$ , поперек волокон  $S_2$ , от торца элемента  $S_3$  и от боковой грани  $S_4$  должно быть:

$S_1 \geq 6d$  - для элементов из цельной и клееной древесины;

$S_1 \geq 8d$  - для элементов из ДКШ;

$S_2 \geq 5d$  - для элементов из цельной и клееной древесины;

$S_2 \geq 6d$  - для элементов из ДКШ;

$S_3 \geq 10d$  - для элементов из цельной и клееной древесины;

$S_3 \geq 10d$  - для элементов из ДКШ.

Для винтов  $d \leq 6$  мм расстояние  $S_1 \geq 15d$ ,  $S_2 \geq 5d$  и  $S_3 \geq 10d$ .

Расстановку винтов  $d > 6$  мм в опорных площадках следует осуществлять в два ряда (рисунок 3).

Винты, воспринимающие сжимающие усилия, должны быть утоплены в деревянный элемент таким образом, чтобы их головки были заподлицо с внешней поверхностью.

8.14 В узловых соединениях плитных материалов с древесиной посредством винтов наружным диаметром  $d = 8$  мм, толщина  $t$  плиты должна быть не менее 30 мм, для винтов  $d = 10$  мм -  $t \geq 40$  мм и для винтов  $d = 12$  мм -  $t \geq 80$  мм.

Толщина  $t$  прикрепляемых древесных материалов должна составлять  $t \geq 1,2d$ .

8.15 В прикрепляемых стальных деталях (кронштейны, пластины и т.п.) под винты должны быть предварительно просверлены отверстия соответствующего диаметра. Для винтов с потайной головкой отверстия необходимо зенковать в том случае, если под головкой отсутствует фреза.

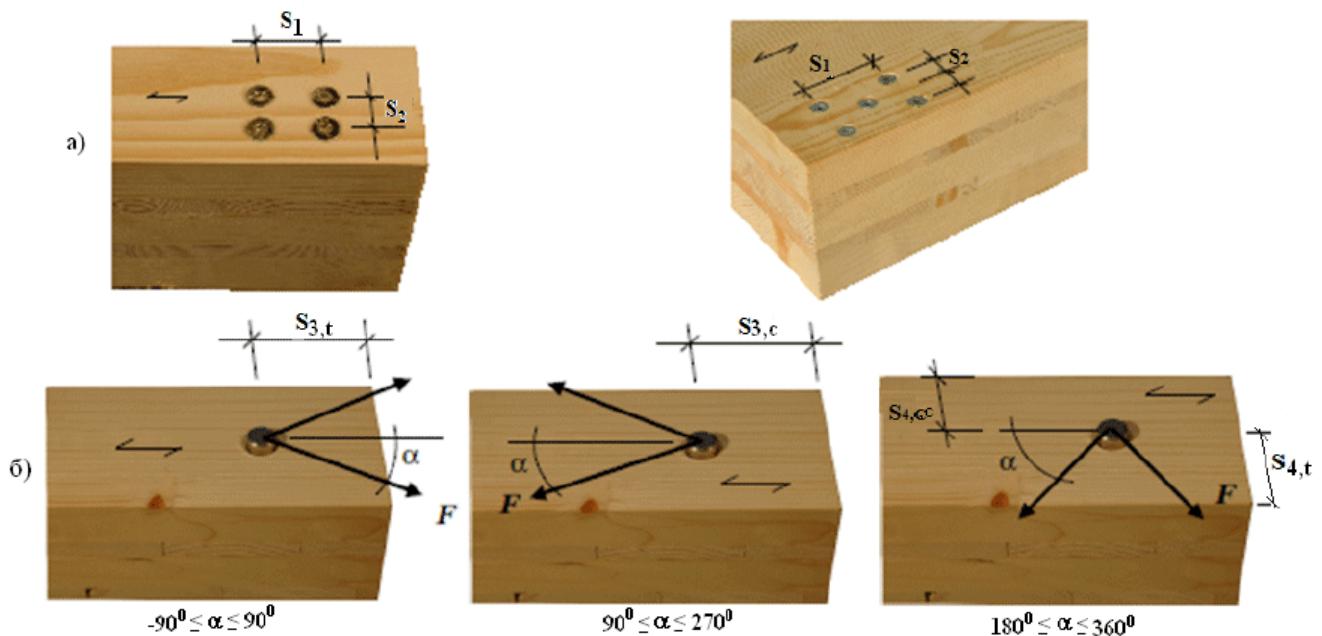
8.16 Толщина  $t$  элементов из цельной и клееной древесины, к которым осуществлено крепление, должна быть не менее  $4d$ .

8.17 В узловых соединениях деревянных элементов с использованием винтов, работающих на

сдвиг, расстояние между осями винтов вдоль волокон древесины  $S_1$ , поперек волокон  $S_2$ , от торца элемента  $S_3$  и от боковой грани  $S_4$ (рисунок 7) следует принимать в соответствии с данными таблиц 6 и 7.

8.18 Минимальные расстояния для соединений стальной пластины с древесиной должны соответствовать данным в таблице 7, умножая приведенные значения на 0,7, а для плитных материалов - на 0,85.

8.19 В узловых соединениях с винтами, работающими на восприятие совместного действия сдвигающих и осевых усилий, минимальные расстояния между осями винтов не должны быть менее величин, установленных для случаев их раздельного действия.



а) - шаг винтов; б) - расстояния от оси винта до грани и торца элемента

Рисунок 7 - Размеры для соединений на винтах диаметром  $d > 6$  мм

Таблица 6 - Минимальные величины шага, расстояния до торца или кромки при использовании винтов диаметром  $d \leq 6$  мм в соединениях элементов, работающих на сдвиг

Величина шага, расстояние и угол $\alpha$ (см. рисунок 7)	Предварительно просверленное отверстие		Предварительно просверленное отверстие для $\rho_k > 500 \text{ кг}/\text{м}^3$
	$\rho_k \leq 420 \text{ кг}/\text{м}^3$	$420 \text{ кг}/\text{м}^3 < \rho_k \leq 500 \text{ кг}/\text{м}^3$	
Шаг вдоль волокон - $S_1$ ; $0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$d < 5 \text{ мм};$ $(5 + 5  \cos \alpha )d$ $d \geq 5 \text{ мм};$ $(5 + 7  \cos \alpha )d$	$(7 + 8  \cos \alpha )d$	$(4 +  \cos \alpha )d$
Шаг поперек волокон - $S_2$ ;	$5d$	$7d$	$(4 +  \sin \alpha )d$

$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$			
Расстояние до нагруженного торца $S_{3x}$ ; $-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$(10 + 5 \cos \alpha )d$	$(15 + 5 \cos \alpha )d$	$(7 + 5 \cos \alpha )d$
Расстояние до ненагруженного торца $S_{3c}$ ; $-90^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$10d$	$15d$	$7d$
Расстояние до нагруженной кромки $S_{4f}$ ; $0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$d < 5 \text{ мм}; (5 + 2 \sin \alpha)d$ $d \geq 5 \text{ мм}; (5 + 5 \sin \alpha)d$	$d < 5 \text{ мм}; (7 + 2 \sin \alpha)d$ $d \geq 5 \text{ мм}; (7 + 5 \sin \alpha)d$	$d < 5 \text{ мм}; (3 + 2 \sin \alpha)d$ $d \geq 5 \text{ мм}; (3 + 4 \sin \alpha)d$
Расстояние до ненагруженной кромки $S_{4c}$ ; $180^\circ \leq \alpha \leq 380^\circ$	$5d$	$7d$	$3d$

Таблица 7 - Минимальные величины шага, расстояния до торца или кромки при использовании винтов диаметром  $d > 6 \text{ мм}$  в соединениях элементов, работающих на сдвиг

Величина шага или расстояния (рисунок 7)	Минимальная величина шага или расстояния	
	Угол	Минимальный размер
Шаг вдоль волокон - $S_1$	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(4 +  \cos \alpha )d$
Шаг поперек волокон - $S_2$	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$4d$
Расстояние до нагруженного торца $S_{3x}$	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$\max(7d; 80 \text{ мм})$
Расстояние до ненагруженного торца $S_{3c}$	$90^\circ \leq \alpha < 150^\circ$ $150^\circ \leq \alpha < 210^\circ$ $210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$(1 + 6 \sin \alpha)d$ $4d$ $(1 + 6 \sin \alpha)d$
Расстояние до нагруженной кромки $S_{4f}$	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$\max[(2 + 2 \sin \alpha)d; 3d]$
Расстояние до незагруженной кромки $S_{4c}$	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3d$

Таблица 7 (Измененная редакция, Изм. № 2).

8.20 Армирование деревянных конструкций должно выполняться при соблюдении требований рабочих чертежей.

(Введен дополнительно, Изм. № 1).

8.21 Основные конструктивные параметры армирования должны учитывать: размеры и характеристики винтов, размеры посадочных отверстий под винты и схемы их расстановки, регламентированные рабочими чертежами.

(Введен дополнительно, Изм. № 1).

8.22 Угол между осью устанавливаемого винта и направлением волокон должен быть в пределах  $30^{\circ}$ - $90^{\circ}$ .

(Введен дополнительно, Изм. № 1).

8.23 При армировании древесины плотностью не более  $500 \text{ кг}/\text{м}^3$ , за исключением древесины лиственницы, установку винтов диаметром  $d \leq 6 \text{ мм}$  и саморезов осуществляют без предварительного рассверливания отверстий.

(Введен дополнительно, Изм. № 1), (Измененная редакция, Изм. № 2).

8.24 При армировании древесины плотностью более  $500 \text{ кг}/\text{м}^3$  винтами диаметром  $d > 6 \text{ мм}$  и винтовыми стержнями их установку осуществляют с предварительным рассверливанием монтажных отверстий. Диаметр рассверленных отверстий для установки винтов принимают  $0,7d$ , для винтовых стержней - равным внутреннему диаметру резьбы  $d_1$ .

(Введен дополнительно, Изм. № 1), (Измененная редакция, Изм. № 2).

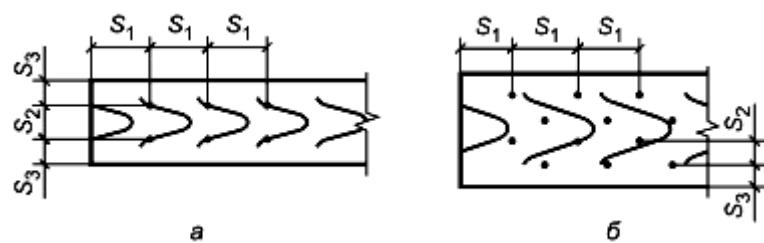
8.25 Расстояние вдоль волокон древесины между осями винтов и до торца элемента  $S_1$  следует принимать не менее (рисунок 8):

- при угле наклона винтов к направлению волокон  $60^{\circ} \geq \beta \leq 90^{\circ}$  -  $S_1 = 5d$ ;

- при угле наклона винтов к направлению волокон  $30^{\circ} \geq \beta < 60^{\circ}$  -  $S_1 = 7d$ .

Расстояние поперек волокон древесины между осями винтов и до кромки элемента следует принимать не менее  $S_2 = S_3 = 4d$

(Введен дополнительно, Изм. № 1), (Измененная редакция, Изм. № 2).



а - прямая; б - в шахматном порядке  
Рисунок 8 - Расстановка винтов\*

\* Введен дополнительно, Изм. № 1.

## 9 Требования по проектированию локального армирования конструкций с использованием винтов

## 9.1 Общие требования

9.1.1 Армирование конструкций винтами используют:

- для увеличения несущей способности конструкций, в которых действуют нормальные растягивающие напряжения поперек волокон и (или) касательные напряжения (в припорных зонах высоких балок, в зонах глубоких подрезок или ослаблений врезками, в изгибающихся элементах с криволинейной осью и др.);
- для сплачивания ДК, поперечное сечение которых состоит из двух и более элементов;
- в виде наклонно ввинченных и kleevintовых стержней в качестве связей сдвига составных ДК, в том числе для комбинированных конструкций с деревянными балками в виде ребер и монолитной железобетонной плитой;
- для поперечного и наклонного армирования конструкций из клееной древесины для повышения их сдвиговой прочности и надежности, в том числе при переменном температурно-влажностном режиме эксплуатации;
- для наклонного армирования в целях повышения сдвиговой выносливости при циклических воздействиях.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

## 9.2 Локальное армирование балок из клееной древесины и ДКШ в зоне подрезок\*

\* Измененная редакция, Изм. № 2.

9.2.1 Балки следует рассчитывать на прочность, устойчивость плоской формы деформирования и прогиб.

9.2.2 Подрезка на опоре в растянутой зоне деревянных изгибающихся элементов глубиной  $a \leq 0,25h$  допускается при условии

$$\frac{A}{bh} < 0,4 \text{ Н/мм}^2, \quad (25)$$

где  $A$  - опорная реакция от расчетной нагрузки, Н;

$b$  и  $h$  - ширина и высота соответственно поперечного сечения элемента без подрезки, мм.

Длина опорной площадки подрезки  $c$  должна быть не больше высоты сечения  $h$ , а длина скошенной части подрезки  $c_1$  - не менее двух глубин  $a$  (рисунок 9).

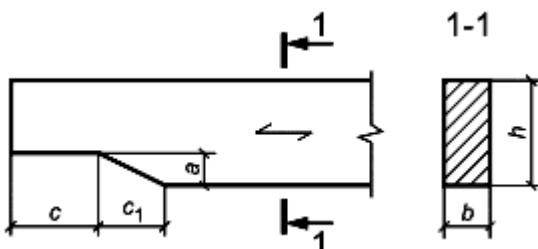


Рисунок 9 - Скошенная подрезка конца балки

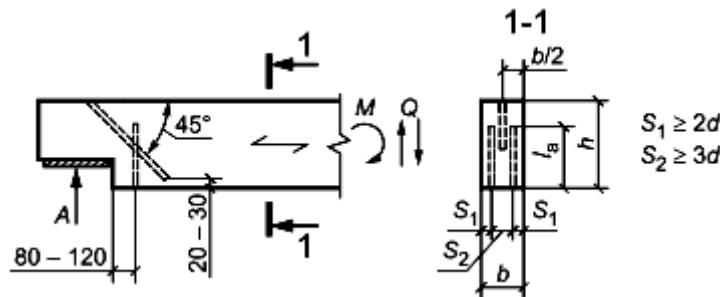
В случае, если невозможно выполнять скошенную подрезку или ее глубина превышает  $0,25h$ , необходимо усиление зоны подрезки. Усиление проводят установкой поперечных (перпендикулярно к волокнам) и наклонных (под углом  $45^\circ$  к волокнам) винтов (рисунок 10).

Длина поперечных винтов должна соответствовать условию

$$2a_p \leq l_a \geq 0,7h, \quad (26)$$

где  $l_a$  - расчетная длина винта, мм;

$a_p = a - 30$  мм (глубина подрезки минус 30 мм на "непроклей")



$M$  - изгибающий момент;  $Q$  - поперечная сила;  $S_1$  и  $S_2$  - см. раздел 4

**Рисунок 10 - Усиление подрезки на конце балки**

Расчет винтов проводят с учетом того, что растягивающее усилие полностью воспринимается поперечными винтами. Наклонные винты воспринимают сдвигающие усилия в зоне трещины и снижают касательные напряжения на приопорном участке.

Расстояние от торца подрезки до винтов должно быть 80-120 мм (120 мм для конструкций, эксплуатируемых в переменных температурно-влажностных условиях, в том числе на открытом воздухе).

Для двух поперечных винтов должно выполняться условие

$$T \geq 0,7Aa/h, \quad (27)$$

где  $T$  - несущая способность винта, вкрученного поперек волокон, определяемая по 7.1.3 при  $l_p = a_p$ ,  $H$ ;

$A$  - опорная реакция, Н;

$a$  - глубина подрезки, мм;

$h$  - высота сечения без учета подрезки, мм.

Для наклонных винтов должно быть выполнено условие

$$T \geq 25Aa^2(h-a)/h^4, \quad (28)$$

где  $T$  - несущая способность винта, определяемая по 7.1.3, при этом уровень площадки опирания условно принимают за местоположение шва сплачивания,  $H$ .

### 9.3 Локальное армирование гнутоклееных балок

9.3.1 Гнутоклеенные балки с постоянной или переменной высотой поперечного сечения могут быть как двускатными, так и с верхней гранью положительной и отрицательной кривизны от 10% до 20%.

Одна из опор в таких балках, независимо от пролета, должна быть подвижной во избежание возникновения распора.

При расчете гнутоклеенных балок на прочность (рисунок 11) кроме проверки краевых тангенциальных нормальных напряжений следует проверять соответствие максимальных радиальных растягивающих напряжений  $\sigma_{r\max}$ , действующих поперек волокон древесины, условию

$$\sigma_{r\max} = \left( \frac{M}{Fy_0} \right) \cdot \left[ \frac{r_0}{r_1} - \ln \left( \frac{r_0}{r_1} \right) - 1 \right] \leq R_{p90}, \quad (29)$$

где  $R_{p90}$  - расчетное сопротивление ДК растяжению поперек волокон (пункты 6.1 и 7 таблицы 3 СП 64.13330.2017);

$M$  - расчетный изгибающий момент, Н·мм;

$F$  - площадь поперечного сечения кривого бруса,  $\text{мм}^2$ ;

$y_0$  - расстояние от нейтрального слоя до центра тяжести, мм;

$r$ ,  $r_0$ ,  $r_1$  - радиусы кривизны геометрической оси, нейтрального слоя, нижней (ближней к центру кривизны) и верхней кромок бруса соответственно, мм.

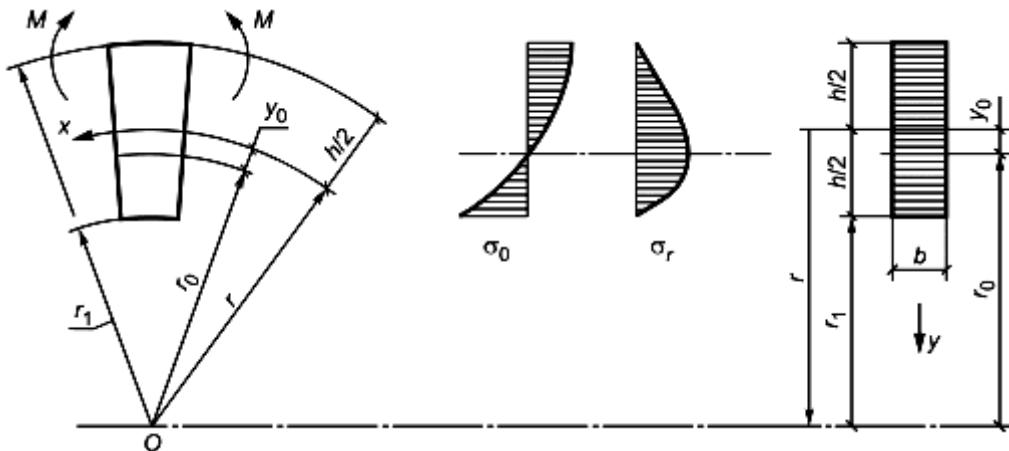


Рисунок 11 - Расчетная схема кривого бруса при чистом изгибе

При невыполнении условия (29) допускается выполнять усиление постановкой винтов, рассчитанных на восприятие растягивающего усилия, определяемого по формуле

$$N_s = 5(\sigma_{r,\max} - 0,8R_{p90}) \frac{bh^2}{l_2}, \quad (30)$$

где  $l_2$  - длина хорды криволинейного участка, мм, на котором не выполняется условие (29).

(Измененная редакция, Изм. № 2).

9.3.2 Двускатные гнутоклееные балки следует применять при уклонах не более 20%. Зону перегиба верхних граней двускатных балок переменного сечения следует проверять на максимальные радиальные растягивающие напряжения  $\sigma_{r,\max}$ , действующие поперек волокон древесины, по 9.3.1.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

#### 9.4 Армирование приопорных участков балок

9.4.1 Приопорные участки kleевых деревянных балок с соотношением  $h/b \geq 4$ , а также участки в местах действия сосредоточенных сил должны быть рассчитаны на прочность по главным площадкам с учетом всех компонент плоского напряженного состояния по формуле

$$\sigma_1 = 0,5[\sigma_x + \sigma_y + \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2}] \leq R_{p\alpha}, \quad (31)$$

где  $\sigma_1$  - значение главного растягивающего напряжения, МПа;

$\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  и  $\tau_{xy}$  - компоненты плоского напряженного состояния, МПа;

$R_{p\alpha}$  - расчетное значение сопротивления древесины при растяжении под углом  $\alpha$  к направлению волокон, определяемое по разделу 6 СП 64.13330.2017.

Угол наклона  $\alpha$  направления главного растягивающего напряжения  $\sigma_1$  к волокнам древесины следует вычислять по формулам:

$$\alpha = \begin{cases} \arctg[2\tau_{xy}/(\sigma_x - \sigma_y)] & \text{при } \sigma_x - \sigma_y > 0; \\ 45^\circ & \text{при } \sigma_x - \sigma_y = 0; \\ 0,5\{180^\circ + \arctg[2\tau_{xy}/(\sigma_x - \sigma_y)]\} & \text{при } \sigma_x - \sigma_y < 0. \end{cases} \quad (32)$$

Величину наибольших нормальных растягивающих поперек волокон древесины напряжений  $\sigma_y$  в приопорных зонах и окрестностях действия сосредоточенных поперечных сил  $P$  следует определять методом конечных элементов или рассчитывать по формуле

$$\sigma_y = \sigma_{p90} = 2P\eta_1 / bh, \quad (33)$$

где  $P$  - сосредоточенная сила (опорная реакция балки, давление от подвесного оборудования, усилие сжатия в стойке фермы и т.д.), Н;

$\eta_1$  - ордината положительной части кривой распределения нормальных напряжений  $\sigma_y$  от единичной сосредоточенной силы (рисунок 12), мм;

$b$  - ширина поперечного сечения элемента, мм;

$h$  - высота поперечного сечения элемента, мм.

Ординату  $\eta_1$  в интервале  $-0,25h_{\text{оп}} \leq y \leq +0,25h_{\text{оп}}$  рассчитывают по формуле

$$\eta_1 = \left( \frac{y}{h_{\text{оп}}} \right)^3 + 0,1 \left( \frac{y}{h_{\text{оп}}} \right)^2 + 0,016. \quad (34)$$

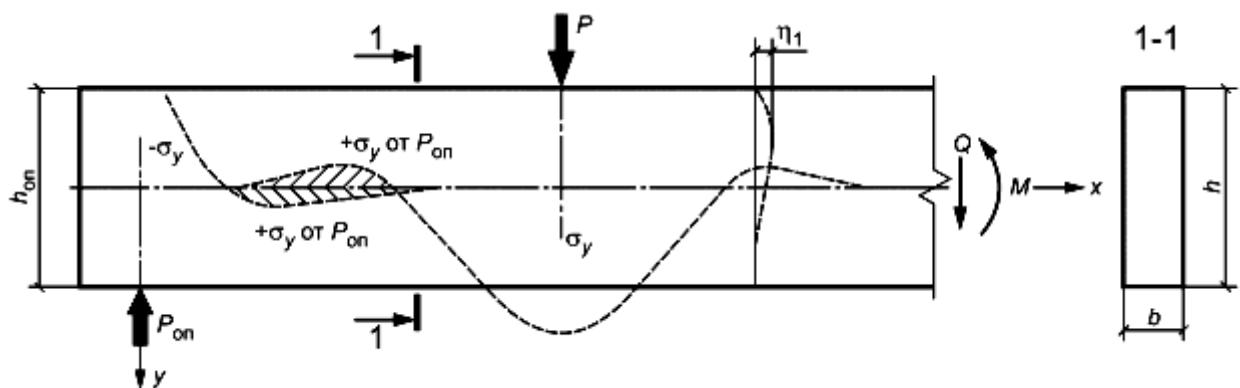


Рисунок 12 - Схема распределения напряжений  $\sigma_y$  в приопорной зоне балки

9.4.2 При передаче поперечной силы не по кромке элемента, а по части высоты торца нормальное напряжение  $\sigma_y$ , растягивающее древесину, умножают на коэффициент 1,4.

При невыполнении условия формулы (31) винты следует устанавливать под углом  $\beta = 40^\circ - 45^\circ$  к волокнам древесины. Главное растягивающее усилие, воспринимаемое наклонными винтами, рассчитывают по формуле

$$N_p = 2(\sigma_1 - 0,8 R_{px})bh. \quad (35)$$

Винты следует устанавливать с одинаковым шагом на длине опасной зоны, равной  $0,7h_{\text{оп}}$ , отстоящей от оси опоры на расстоянии, равном  $h_{\text{оп}}$ . Первый наклонный винт должен быть установлен на расстоянии  $x = h_{\text{оп}} + 0,1h_{\text{оп}}$  от оси опоры. Длина анкеровки винтов должна быть не менее  $0,7h_{\text{оп}} / \cos \beta$ .

Раздел 9 (Введен дополнительно, Изм. № 1).

## 10 Составные балки\*

\* Измененная редакция, Изм. № 2.

10.1 Клееные деревянные составные балки следует сплачивать с помощью наклонных винтов.

10.2 Составным балкам на податливых связях следует придавать строительный подъем путем выгиба элементов до постановки связей. Значение строительного подъема (без учета последующего распрямления балки) следует принимать увеличенным в полтора раза по сравнению с прогибом составной балки под расчетной нагрузкой.

10.3 Расчет на прочность составных балок следует выполнять по пунктам 9.25 и 9.27 СП 64.13330.2017.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

10.4 Прогиб составных балок как со строительным подъемом, так и без него следует определять как для цельных балок такого же сечения, но с введением коэффициента  $k_{ж}$  к моменту инерции поперечного сечения балки, учитывая податливость винтового соединения (таблица 8).

(Измененная редакция, Изм. № 2).

Таблица 8

Коэффициент	Число слоев в элементе	Значение коэффициента для расчета изгибаемых составных элементов при пролетах, м			
		2	4	6	9 и более
$k_w$	$\leq 4$	0,95	0,95	0,95	0,95
	8	0,8	0,85	0,9	0,95
$k_{ж}$	$\leq 4$	0,85	0,85	0,9	0,9
	8	0,5	0,7	0,8	0,85

Примечание - Для промежуточных значений длины пролета и числа слоев значения коэффициентов определяются интерполяцией.

10.5 В составных балках на наклонных винтах последние следует устанавливать таким образом, чтобы в них возникали растягивающие усилия. Винты следует устанавливать под углом от  $25^\circ$  до  $55^\circ$  к плоскости сплачивания.

Несущую способность наклонного винта как связи сдвига  $T_{c.c}$  определяют по формуле

$$T_{c.c} = T_{bc\alpha} \cos \alpha_c, \quad (9.12)$$

где  $T_{bc\alpha}$  - несущая способность винта, определяемая в соответствии с 7.1.3.

Расстояние (шаг) между винтами  $s_{c.c}$  должно удовлетворять условию

$$\Delta M_s \leq T_{c.c} I_{bp} / S'_{bp}, \quad (9.13)$$

где  $\Delta M_s$  - расчетная разница изгибающих моментов в начале и конце участка  $s_{c.c}$  между винтовыми связями, Н·мм;

$I_{bp}$  - момент инерции брута поперечного сечения элемента относительно нейтральной оси,

мм<sup>4</sup>;

$S'_{бр}$  - статический момент брута ветви составного элемента относительно нейтральной оси, мм<sup>3</sup>.

Раздел 10 (Введен дополнительно, Изм. № 1).

---

УДК 624.011.1.04(083.74)

Ключевые слова: деревянные конструкции, клееные деревянные конструкции (КДК), древесина сплоистая из клееного шпона (ДШК), винт, шуруп, винтовой стержень, клеевинтовой стержень, класс прочности, расчетные сопротивления, составные элементы, осевая сила, осевая сила с изгибом, выдергивание, продавливание

---