
**МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

С В О Д П Р А В И Л

СП XX.13330.2016

**ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ
С УЗЛАМИ НА ВИНТАХ.
ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

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

(1-я редакция)

Москва 2016

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила разработки – постановлением Правительства Российской Федерации от 19 ноября 2008 г. № 858 «О порядке разработки и утверждения сводов правил».

Сведения о своде правил

- 1 ИСПОЛНИТЕЛИ – ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко –АО «НИЦ «Строительство»
- 2 ВНЕСЁН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»
- 3 ПОДГОТОВЛЕН к утверждению Департаментом архитектуры, строительства и градостроительной политики
- 4 УТВЕРЖДЁН приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от _____ 2016 г. № _____ и введён в действие с _____ 2016 г.
- 5 ЗАРЕГИСТРИРОВАН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). Пересмотр СП 64.13330.2011.

Информация об изменениях к настоящему своду правил публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок – в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего свода правил, соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте разработчика (Минрегион России) в сети Интернет.

© Минрегион России, 2016

Настоящий нормативный документ не может быть полностью или частично воспроизведён,

тиражирован и распространён в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Минрегиона России

Содержание

Введение	
1 Область применения	
2 Нормативные ссылки	
3 Термины и определения	
4 Символы и сокращения	
5 Требования к элементам соединений	
5.1 Требования к винтам и шурупам	
5.2. Требования к материалам узловых соединений	
6 Расчет соединений.	
6.1 Соединения с винтами, работающими на осевое растяжение	
6.2 Соединения с винтами, работающими на осевое сжатие	
6.3 Соединения с винтами, работающими на сдвиг	
7. Требования по конструированию соединений.	
Приложение А (справочное) Перечень нормативных документов	

Введение

Настоящий свод правил составлен 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 2009г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», повышения уровня гармонизации нормативных требований с европейскими и международными нормативными документами.

Работа выполнена лабораторией деревянных конструкций ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко – института АО «НИЦ «Строительство»: канд. техн. наук А. А. Погорельцев, д-р техн. наук С. Б. Турковский, кандидаты техн. наук А., П. Н. Смирнов, при участии, д-ра техн. наук, проф. А.Я. Найчука (руководитель разработки) («Институт БелНИИС» — НТЦ).

СВОД ПРАВИЛ**ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ С УЗЛАМИ НА ВИНТАХ
ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ****Timber structures with nodes on the screws. The rules of design**

Дата введения

1 Область применения

1.1 Настоящий свод правил устанавливает требования по расчету и конструированию соединений элементов деревянных конструкций, выполненных с использованием винтов и шурупов, изготовленных из углеродистой или нержавеющей стали. Проектируемые в соответствии с требованиями настоящих норм узловые соединения применяются в общественной, жилищной, промышленной и других отраслях строительства в новых, эксплуатируемых и реконструируемых зданиях и сооружениях.

1.2 Приведенные в своде правил требования по расчету и конструированию узловых соединений элементов деревянных конструкций, выполненных с использованием винтов и шурупов, являются развитием основных положений СП 64.13330 «Свод правил. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция. СНиП II-25-80», базируются на результатах экспериментальных исследований их несущей способности и деформативности в соответствии с методами, приведенными в межгосударственном стандарте ГОСТ «Конструкции деревянные. Методы определения несущей способности узловых соединений», а также положениями СП 64.13330, гармонизированных с требованиями EN 1995-1-1.

1.3 Настоящие нормы являются основополагающим нормативным документом, используемым при изготовлении, проектировании и применении деревянных конструкций с узловыми соединениями на винтах и шурупах.

1.4 Требования настоящих норм распространяются на узловые соединения элементов деревянных конструкций, изготовленных из цельной и клееной древесины хвойных пород, LVL, перекрестно клееной древесины типа CLT, клееной доски, а также на узловые соединения стальных деталей с деревянными элементами из цельной и клееной древесины.

1.5 Соединения с использованием винтов и шурупов могут применяться в узлах деревянных конструкций, 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 деревянных конструкций, а также надлежащему использованию винтов или шурупов, долговечность соединений составляет не менее 50 лет.

1.6 Настоящие нормы не распространяются на проектирование соединений ДК гидротехнических сооружений, фундаментов и свай, а также на узловые соединения элементов деревянных конструкций, в которых винты и шурупы не удовлетворяют требованиям таблиц 1 и 2 настоящих норм.

Первая редакция

2 Нормативные ссылки

В настоящем СП использованы ссылки на нормативные документы, перечень которых приведен в приложении А.

Примечание — При пользовании настоящим сводом правил целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим сводом правил следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем СП применены термины и определения по ГОСТ 8486, СП 64.13330 и другим нормативным документам, на которые даны ссылки в тексте.

Винт: Стальной стержень с головкой и спиральной нарезкой, служащий для соединения деталей путем ввинчивания.

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

Глухарь: Шуруп большого диаметра с квадратной или шестигранной головкой.

Саморез: Винт, ввинчиваемый непосредственно в деревянное изделие без предварительного сверления.

4

Символы и сокращения

В настоящем СП используются символы и сокращения, принятые в СП 64.13330, СП 16.13330, а также обозначения, приведенные ниже:

d – наружный диаметр резьбы винта, шурупа;

d_1 – внутренний диаметр резьбы винта, шурупа;

d_h – диаметр головки винта, шурупа, или наружный диаметр шайбы;

d_s – диаметр гладкой части стержня или внутренний диаметр шайбы

d_0 – диаметр просверленного отверстия под винт, шуруп;

l – длина резьбы винта, шурупа;

l_6 – длина винта, шурупа;

n – число винтов, шурупов в соединении;

$n_{рас}$ – расчетное число винтов, шурупов в соединении.

S_1 – шаг винтов, шурупов вдоль волокон;

S_2 – шаг винтов, шурупов поперек волокон;

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

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

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

$S_{4,t}$ – расстояние от оси винта до нагруженной грани элемента/

5 Требования к элементам соединений

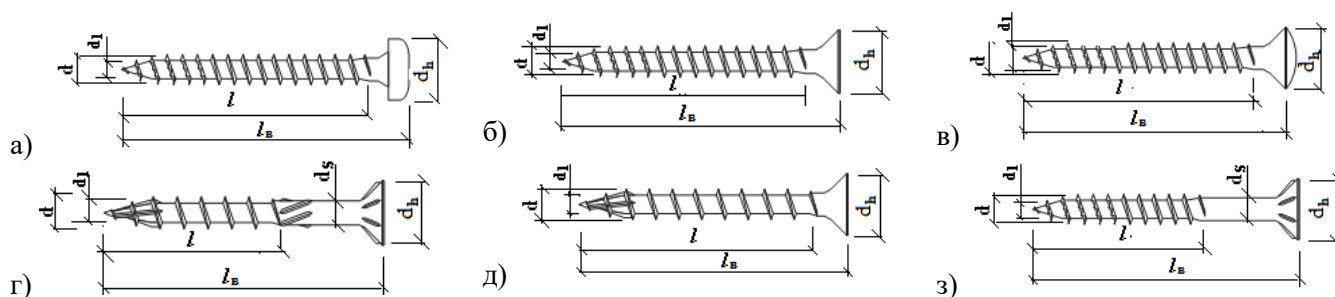
5.1 шурупам

Требования к винтам и

5.1.1 Винты и шурупы (в дальнейшем винты), используемые в соединениях элементов деревянных конструкций, должны изготавливаться из оцинкованной углеродистой или нержавеющей сталей как с полной, так и неполной резьбой по длине винта (Рис. 1). В зависимости от шага резьбы в соединениях могут использоваться винты с постоянным или переменным шагом на двух участках длины винта. Последние следует применять для сплачивания балок и усиления элементов деревянных конструкций, имеющих тещины.

В соединениях деревянных конструкций зависимости от формы острия могут использоваться саморезы (с фрезой на острие) и обычные винты с потайной, тарельчатой, шестигранной или головкой внутри стержня винта.

Некоторые типы винтов приведены на рис. 1.



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; з – винт с неполной резьбой (гладкой частью) и потайной головкой

Рисунок 1 – Схемы некоторых типов винтов

Нормативное сопротивление винтов при их растяжении R_{yn} , а также нормативные значения крутящего момента M_m при завинчивании и изгибающего момента пластической деформации при изгибе не должны быть меньше значений, приведенных соответственно в таблицах 1, 2 и 3

При изгибе винтов под углом 45^0 , в них не должно возникать трещин.

Т а б л и ц а 1 – Нормативные сопротивления материала винтов при их растяжении

Диаметр резьбы d, мм	Нормативное сопротивление R_{yn} , Н/мм ²		
	для винтов из углеродистой стали		для винтов из нержавеющей стали
	с неполной резьбой	с полной резьбой	с неполной резьбой
от 3,5 мм до 6 мм	более 850	более 900	более 500
более 6 мм до 16 мм	более 920	более 920	более 550

П р и м е ч а н и е – При определении нормативных сопротивлений площадь винта $A = \pi d_1^2 / 4$, где d_1 – внутренний диаметр резьбы.

Т а б л и ц а 2 – Нормативные значения крутящего момента $M_{тп}$ материала винтов при его ввинчивании

Диаметр резьбы d, мм	Нормативное значение $M_{тп}$, Нм		
	Винты из углеродистой стали		Винты из нержавеющей стали
	Винты с неполной резьбой	Винты с полной резьбой	Винты 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

Т а б л и ц а 3 – Нормативные значения изгибающего момента $M_{уп}$ пластической деформации

Диаметр резьбы d, мм	Нормативное значение $M_{тп}$, Нм		
	Винты из углеродистой стали		Винты из нержавеющей стали
	Винты с неполной резьбой	Винты с полной резьбой	Винты 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	-	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

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

Используемые в узловых соединениях элементов деревянных конструкций 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.

Т а б л и ц а 4 – Основные параметры винтов

Внешний диаметр резьбы винта d, мм	Внутренний диаметр резьбы винта d_1 , мм	Шаг резьбы P, мм
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

5.1.3 Винты следует использовать в узловых соединениях элементов из цельной древесины хвойных пород, клееной древесины, клееной доски или бруса, OSB, ДСП, ЦСП, LVL, панелей типа SLT, фанеры, а также для крепления стальных деталей к деревянным элементам, изготовленным из цельной древесины хвойных пород, клееной древесины, LVL перекрестно клееной древесины типа CLT, крепления элементов теплоизоляционных систем.

Для крепления элементов теплоизоляционных систем к стропилам или стенам используются специальные винты внешним диаметром $d=8,0$ мм или $d=10$ мм, длиной от 80 до 500 мм.

5.1.4 Винты из оцинкованной и нержавеющей сталей, в зависимости от условий эксплуатации, должны применяться в соответствии с требованиями СП 64.13330.

5.1.5 При использовании в узловых соединениях шурупов по ГОСТ 1144 и ГОСТ 1146, где они воспринимают растягивающие поперек волокон усилия, следует рассчитывать в соответствии с требованиями п. 7.27 в СП 64.13330.

5.1.6 В узловых соединениях элементов деревянных конструкций должно устанавливаться не менее двух винтов. Рекомендуемый угол установки винтов $30^{\circ} \leq \alpha \leq 90^{\circ}$ по отношению к волокнам древесины. Для увеличения несущей способности винтов с неполной резьбой от смятия древесины под головками, рекомендуется использовать шайбы.

5.1.7 Используемые в узловых соединениях элементов деревянных конструкций винты, должны иметь сертификаты соответствия требованиям технических условий.

5.2 Требования к материалам элементов узловых соединений

5.2.1 Качество цельной древесины, используемой для элементов узловых соединений, должно удовлетворять требованиям: ГОСТ 8486, ГОСТ 2695, ГОСТ 9462, ГОСТ 9463, ГОСТ 33080, а также требованиям, указанным в приложении Б СП 64.13330.

5.2.2 Качество клееной древесины, используемой для элементов соединений, должно удовлетворять требованиям ГОСТ 20850, ГОСТ 33080, а также требованиям, указанным в приложении Б СП 64.13330.

5.2.3 Прочность древесины элементов узловых соединений для соответствующих сортов (классов) должна быть не ниже нормативных сопротивлений, приведенных в приложении В СП 64.13330.

5.2.4 Качество слоистой древесины из клееного шпона (LVL) для элементов соединений должно удовлетворять требованиям п.4.8 и приложения Д СП 64.13330.

5.2.5 Качество древесных плитных материалов (ЦСП, фанеры, ДСП, OSB и гипсостружечных плит) для элементов соединений, должно удовлетворять требованиям ГОСТ 26816, ГОСТ 3916-1, ГОСТ 3916-2, ГОСТ 11539, ГОСТ 13913, а также СП 64.13330.

5.2.6 В зависимости от условий эксплуатации конструкций влажность древесины и материалов на ее основе должна соответствовать требованиям п. 4.2 СП 64.13330.

Элементы, с нормативным значением плотности древесины $\rho^{\text{н}} < 350 \text{ кг/м}^3$, не допускается использовать в узловых соединениях с винтами. Плотность древесины ρ элементов соединений должна определяться в соответствии с требованиями ГОСТ 16483.1 и СП 64.13330.

5.2.7 Для стальных элементов, присоединяемых с помощью винтов к элементам деревянных конструкций, следует применять стали в соответствии со сводом правил по проектированию стальных конструкций.

6

Расчет соединений

6.1 Соединения с винтами, работающими на осевое растяжение

6.1.1 Расчетную несущую способность винта, работающего на осевое растяжение $T_{\text{в}}$ следует определять из условия

$$T_{\text{в}} \leq \min \left\{ \begin{array}{l} M_{\text{в},\alpha} \\ N_{\text{см},\alpha} \\ N_{\text{р},\text{в}} \end{array} \right. \quad (1)$$

где $T_{\text{в},\alpha}$ – расчетная несущая способность винта при выдергивании из древесины (LVL) под углом α к направлению волокон, Н;

$T_{\text{см},\alpha}$ – расчетная несущая способность винта при смятии древесины (LVL) под углом α к направлению волокон под головками винтов, Н. $T_{\text{см},\alpha}$ определяется в том случае, если в соединении используются винты с неполной резьбой, т.е. усилие растяжения винта передается на соединяемый элемент через площадки смятия под головками винтов;

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

6.1.2 При использовании в соединении шурупов по ГОСТ 1144 или ГОСТ 1146, работающих на выдергивание поперек волокон древесины, расчетная несущая способность $T_{\text{в},\alpha}$, определяется в соответствии с требованиями п. 7.2 в СП 64.13330.

6.1.3 Для винтов, удовлетворяющими требованиям таблиц 1 - 4 настоящего свода правил 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 определять по формуле

$$T_{\text{в},\alpha} = R_{\text{ср},\alpha} \cdot \psi_{\text{т}} \cdot \psi_{\text{д}} \cdot \psi_{\text{рас}} \cdot \psi_{\text{мд}} \cdot \psi_{\text{мт}}, \quad (2)$$

где $R_{\text{ср},\alpha}$ – расчетное сопротивление выдергиванию винта под углом α к направлению волокон на единицу поверхности контакта нарезанной части винта с древесиной (LVL, SLT), образованной по наружному диаметру, Н/мм²;

d – наружный диаметр резьбы, мм;

$l_{\text{рас}}$ – расчетная длина винта, равная длине нарезанной его части, закрученной в соединяемый элемент, уменьшенная на $1,8d$, мм;

α – угол наклона продольной оси винта по отношению к направлению волокон древесины, град;

m_d – коэффициент, учитывающий изменение расчетного сопротивления $R_{cp,\alpha}$ выдергиванию винта из древесины (LVL, CLT) под углом a к направлению волокон в зависимости от диаметра d винта, определяемый как:

$$m_d = 1,4145 - 0,0838d + 0,002d^2, \quad (3)$$

m_l – коэффициент, учитывающий изменение расчетного сопротивления $R_{cp,\alpha}$ выдергиванию винта из древесины (для LVL вдоль и поперек волокон, SLT поперек волокон) под углом a к направлению волокон в зависимости от расчетной длины $l_{рас}$ винта в узловом соединении, следует определять как:

$$m_{рас} = k \sqrt[4]{0,9854 - 0,0012l_{рас} + 1,5801 \cdot 10^{-6} \cdot l_{рас}^2}, \quad (4)$$

где

$$k = \min \frac{M_d}{H \cdot 8}. \quad (5)$$

Примечание – В случае использования в узловых соединениях винтов, параметры которых не удовлетворяют требованиям таблиц 1 – 4, несущая способность $T_{e,\alpha}$ должна определяться экспериментальным путем в соответствии с требованиями ГОСТ 33082

Расчетное сопротивление $R_{cp,\alpha}$ выдергиванию винта под углом a к направлению волокон на единицу поверхности контакта нарезной части винта с древесиной (LVL, SLT), образованной по наружному диаметру, в узловом соединении определяется как:

$$R_{cp,\alpha} = \frac{R_{cp,90}}{1,2 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}, \quad (6)$$

где $R_{cp,90}$ – расчетное сопротивление выдергиванию винта под углом $a = 90^\circ$ к направлению волокон на единицу поверхности контакта нарезной части винта с древесиной (LVL, SLT) в узловом соединении с винтами $3 \text{ мм} \leq d \leq 20 \text{ мм}$, Н/мм².

Расчетное сопротивление $R_{cp,90}$ выдергиванию винта из древесины (LVL, SLT) под углом $a = 90^\circ$ к направлению волокон на единицу поверхности контакта нарезной части винта с древесиной (LVL, SLT), образованной по наружному диаметру, в узловом соединении с винтами определяется как:

$$R_{cp,90} = R_{cp,90}^* \cdot \chi_{m_p} \cdot \chi_{m_e} \cdot \chi_{m_T} \cdot \chi_{m_d} \cdot \chi_{m_H} \cdot \chi_{m_a}, \quad (7)$$

где $R_{cp,90}^* = 3,0 \text{ Н/мм}^2$ – расчетное сопротивление выдергиванию винта из древесины плотностью $\rho^H = 500 \text{ кг/м}^3$ под углом $a = 90^\circ$ к направлению волокон на единицу поверхности контакта нарезной части винта с древесиной (LVL, SLT), образованной по наружному диаметру в соединении с винтами, для LVL – $R_{cp,90}^* = 3,2 \text{ Н/мм}^2$; а для SLT с плотностью ламелей $\rho^H = 500 \text{ кг/м}^3$ – $R_{cp,90}^* = 3,0 \text{ Н/мм}^2$;

m_p – коэффициент, учитывающий изменение расчетного сопротивления $R_{cp,90}^*$ выдергиванию из древесины поперек волокон (для LVL вдоль и поперек волокон, для SLT поперек волокон) от нормативного значения

плотности ρ^H древесины в узловом соединении, который следует определять как:

$$m_p = 0,1996 + 0,0016\rho^H, \quad (8)$$

ρ^H – нормативное значение плотности древесины, кг/м³, определяется 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, принимаются по п.5.2 СП 64.13330.

6.1.4 Расчетная несущая способность винта на смятие древесины под углом α к направлению волокон под его головкой или шайбой определяется по формуле

$$T_{см,\alpha} = R_{см,\alpha} \Psi_{см}, \quad (9)$$

где $R_{см,\alpha}$ – расчетное сопротивление смятию древесины (LVL, SLT) под углом α к направлению волокон, Н/мм², принимаемое из таблиц 3 п.4б или 4 п.4 в СП 64.13330;

$F_{см}$ – расчетная площадь смятия древесины под головкой винта определяемая по формуле

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

где d_h – диаметр головки винта или наружный диаметр шайбы, мм;

d_s – диаметр гладкой части стержня или внутренний диаметр шайбы мм.

6.1.5 Расчетная несущая способность $T_{p,v}$ винта при растяжении определяется в соответствии с п. 7.1 СП 16.13330.

6.1.6 В зависимости от условий эксплуатации расчетное сопротивление $R_{ср,90}^*$ следует умножать на коэффициенты, приведенные в таблицах 7, 8 и п.п. 5.2б и 5.2в СП 64.13330.

6.1.7 Расчетное число винтов в узловом соединении $n_{рас}$ определяется по формуле:

$$n_{рас} = \frac{ж N_p \Psi^{0,9}}{3 T_v \Psi}, \quad (11)$$

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

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

$$N_p \leq R_{p,\alpha} F_{рас}, \quad (12)$$

где $R_{p,\alpha}$ – расчетное сопротивление растяжению древесины под углом α , Н/мм², определяемое в соответствии с требованиями СП 64.13330;

$F_{рас}$ – расчетная площадь растяжения древесины под углом α к волокнам, (рис.2), мм², на уровне обрыва винтов, принимаемая равной:

$$F_{рас} = b \cdot l_p,$$

где $l_p = 2k \cdot l_{рас} + (n_1 - 1) \cdot S_1$ (рис.2);

$l_{рас}$ – расчетная длина винта, принимаемая в соответствии с требованиями п.6.1.3 настоящего СП;

b – ширина поперечного сечения элемента, мм;

S_1 шаг винтов вдоль волокон древесины, мм;

n_1 – число винтов в одном ряду;

k – коэффициент, значение которого равняется 0,75.

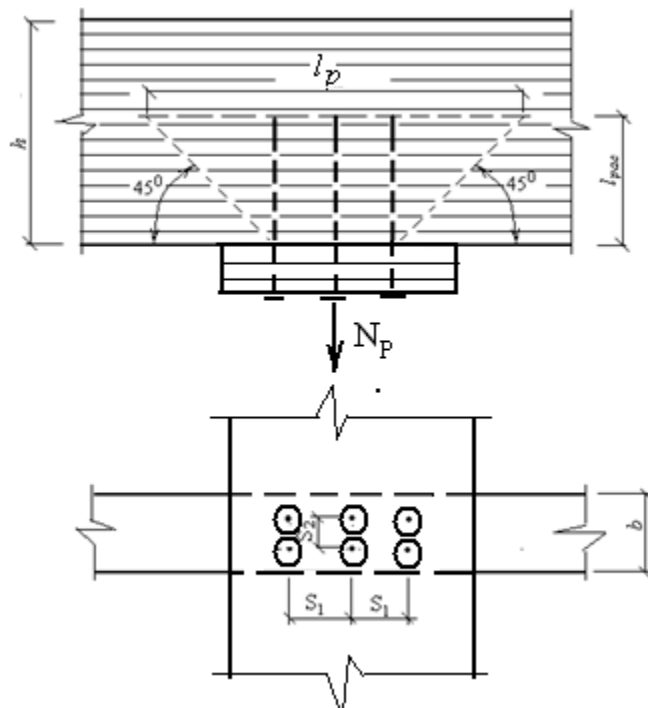


Рисунок 2 – Схема узлового соединения с винтами, работающими на осевое растяжение

6.2 Соединения с винтами, работающими на осевое сжатие

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

6.2.2 При расчете узловых соединений с винтами, ввинченными под углом $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ к волокнам древесины и воспринимающих сжимающие усилия, необходимо учитывать несущую способность на смятие древесины над опорными пластинами.

6.2.3 Для узловых соединений элементов деревянных конструкций 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

$$N_{c,\alpha} \leq \min \left(\frac{M}{H}, \frac{T}{T_{см2,\alpha}} \right) + (n)^{0,9} \cdot \min(T_{в,c,\alpha}; \sigma_{в,\lambda}), \quad (13)$$

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;

$T_{см1,\alpha}$ – расчетная несущая способность узлового соединения от смятия древесины над опорной пластиной, Н;

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

$T_{в,\lambda}$ – расчетная несущая способность винта, вычисленная из условия его устойчивости, заанкеренного в массиве древесины, Н;

$T_{см2,\alpha}$ – расчетная несущая способность узлового соединения от смятия массива древесины на уровне обрыва винтов, Н;

n – число винтов в соединении.

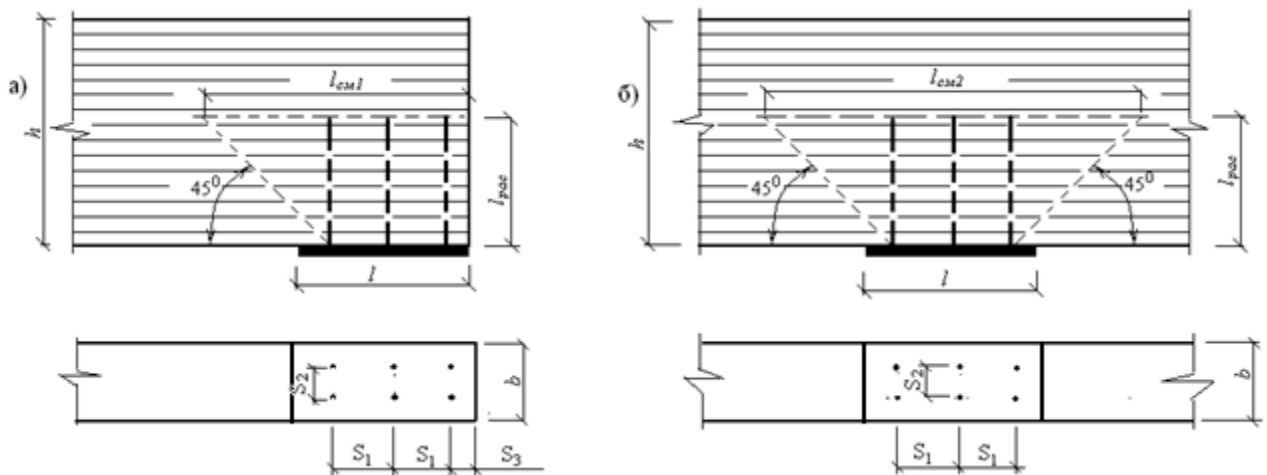
6.2.4 Расчетную несущую способность $T_{см1,\alpha}$ узлового соединения от смятия древесины над опорной пластиной следует определять по формуле

$$T_{см1,\alpha} = R_{см,\alpha} \Psi F_{рас1}, \quad (14)$$

где $R_{см,\alpha}$ – расчетное сопротивление смятию древесины под углом α , Н/мм², определяемое по формуле (2) СП 64.13330;

$F_{рас1}$ – расчетная площадь смятия древесины, мм², над опорной пластиной, принимаемая как $F_{рас1} = b \cdot l$ (рис.2). Здесь l – длина опорной пластины, а b – ширина поперечного сечения усиливаемого элемента.

6.2.5 Для узловых соединений элементов с использованием винтов, удовлетворяющих требованиям таблиц 1 - 4 настоящего свода правил и работающих на осевое сжатие под углом α к направлению волокон древесины, расчетная несущая способность $T_{в,с,\alpha}$ винта определяется по формуле (2) п.6.1.3 настоящего свода правил, 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

6.2.6 Расчетная несущая способность $T_{в,\lambda}$ винта определяется, исходя из условия устойчивости на сжатие, ввинченного в массив древесины, по формуле:

$$T_{в,\lambda} = \varphi \Psi F_{с1}, \quad (15)$$

где φ – коэффициент устойчивости при центральном сжатии винта, ввинченного в массив древесины;

T_{e1} – расчетная несущая способность винта по прочности на сжатие, Н.
Коэффициент устойчивости φ следует определять по формуле

$$\varphi = \begin{cases} \frac{M}{H} & \text{для } \bar{\lambda} \leq 0,2 \\ \frac{1}{\delta + 0,49\sqrt{\delta^2 - \bar{\lambda}^2}} & \text{для } \bar{\lambda} > 0,2 \end{cases}, \quad (16)$$

где δ – коэффициент, определяемый как:

$$\delta = 0,5\sqrt{\frac{M}{H}} + 0,49\sqrt{(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2} \sqrt{\frac{M}{H}} \quad (17)$$

$\bar{\lambda}$ – условная гибкость, определяемая по формуле:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{T_{e1}}{T_{e1,y}}}, \quad (18)$$

где $T_{e1} = \frac{\pi \chi_1^2}{4} \chi R_y$,

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

$T_{e1,y}$ – расчетная несущая способность винта при сжатии с учетом его заземления в массиве древесины, определяемая по формуле:

$$T_{e1,y} = \sqrt{\beta \chi E \chi_n}, \quad (19)$$

где β – коэффициент, определяемый как:

$$\beta = (0,19 + 0,012 \chi) \chi^n \chi_s \frac{\alpha}{180^\circ} + 0,5 \frac{\chi}{\chi_s} \quad (20)$$

E – модуль упругости материала винта, который для стали принимается равным 210000 Н/мм²;

I_n – момент инерции сечения винта, мм⁴, определяемый по формуле:

$$I_n = \frac{\pi \chi_1^4}{64}, \quad (21);$$

ρ^n – нормативное значение плотности древесины, кг/м³;

d – наружный диаметр резьбы винта, мм;

d_1 – внутренний диаметр резьбы винта, мм.

6.2.7 Расчетную несущую способность $T_{см2,\alpha}$ узлового соединения от смятия древесины на уровне обрыва винтов следует определять по формуле:

$$T_{см2,\alpha} = R_{см,\alpha} \chi F_{рас2}, \quad (22)$$

где $R_{см,\alpha}$ – расчетное сопротивление смятию древесины под углом α , Н/мм², определяемое по формуле (2) СП 64.13330;

$F_{рас2}$ – расчетная площадь смятия древесины (рис.3), мм², принимаемая равной:

– для крайней опоры – $F_{рас2} = b \cdot l_{см1}$, где $l_{см1} = l_{рас} + (n_1 - 1) \cdot S_1 + \min(l_1; S_3)$;

– для промежуточной опоры $F_{рас2} = b \cdot l_{см2}$, где $l_{см2} = 2l_{рас} + (n_1 - 1) \cdot S_1$ (рис.3).

Здесь $l_{рас}$ – расчетная длина винта, принимаемая в соответствии с требованиями п. 6.1.3 настоящего свода правил;

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.

6.3 Соединения с винтами, работающими на сдвиг

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

6.3.2 Для винтов с неполной резьбой, при определении несущей способности, расчетное значение диаметра винта $d_{рас}$ принимается, как диаметр гладкой части стержня, при условии, что длина ввинченной части в элемент не менее $4d$. Для всех других случаев, допускается принимать $d_{рас} = 1,1 d$, где d – наружный диаметр резьбы винта.

6.3.3 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, древесины из однонаправленного шпона и SLT (рисунок 4), при направлении усилий, передаваемых винтами под любым углом к волокнам, следует определять по таблице 20 СП 64.13330, как для гвоздей с учетом требований п. 7.15 СП 64.13330.

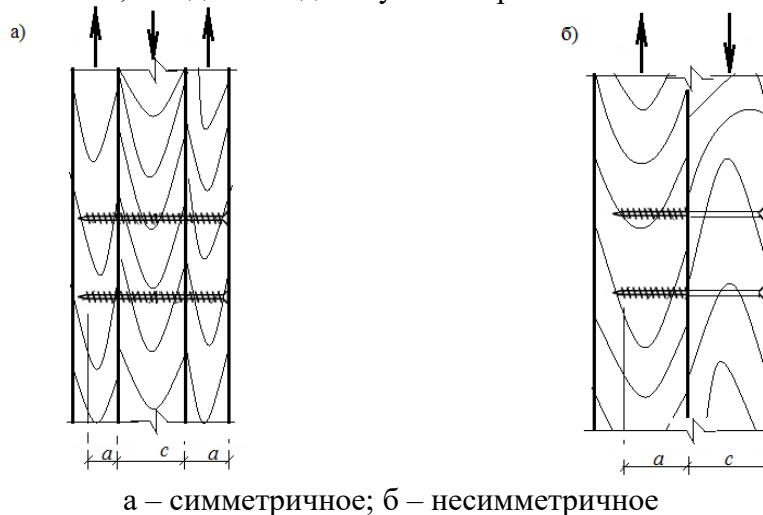


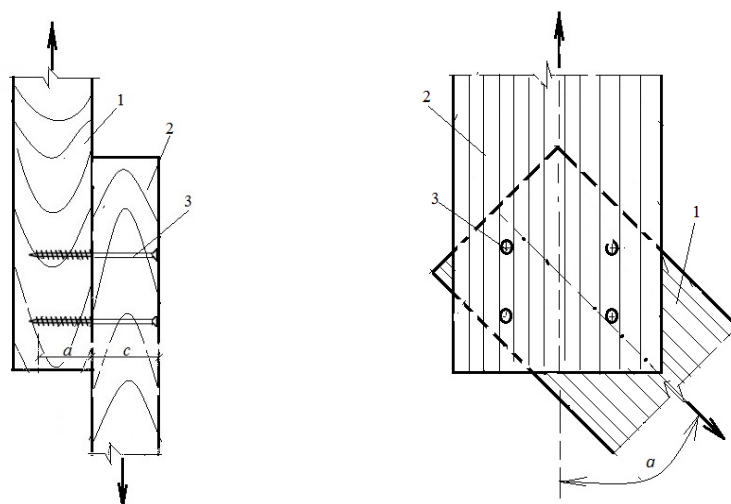
Рисунок 4 – Схема соединения на винтах

6.3.4 Расчетную несущую способность винта диаметром $d > 6$ мм на один шов сплачивания в соединениях элементов из сосны и ели, в том числе клееных, древесины из однонаправленного шпона и SLT (рисунок 4) при направлении усилий, передаваемых винтами вдоль волокон, следует определять по таблице 20 СП 64.13330, как стальных цилиндрических нагелей, а также требований п. 7.15 СП 64.13330.

6.3.5 Расчетную несущую способность винтов диаметром $d > 6$ мм при направлении передаваемого винтом усилия под углом α к волокнам (рис. 5) следует определять согласно 6.3.4 с умножением:

а) на коэффициент k_α (таблица 21 СП 64.13330) при расчете на смятие древесины в нагельном гнезде;

б) на величину $\sqrt{k_\alpha}$ при расчете винта на изгиб; угол α следует принимать равным большему из углов смятия нагелем элементов, прилегающих к рассматриваемому шву.



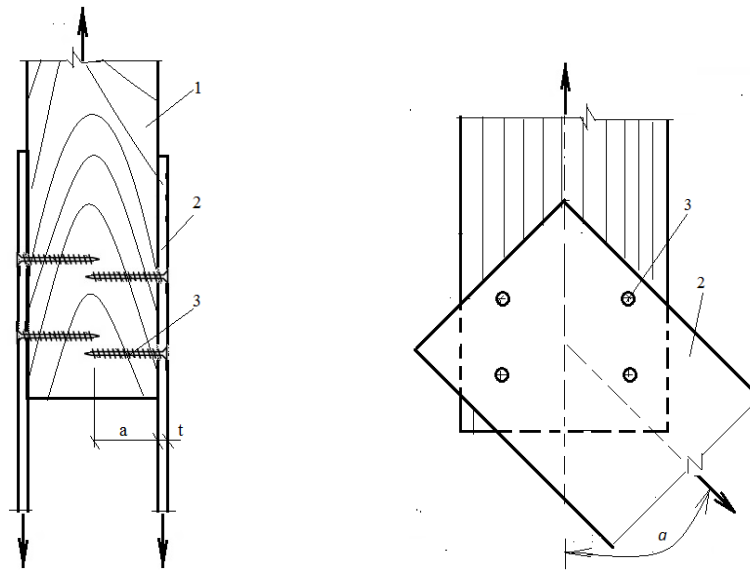
1 и 2 – деревянные элементы; 3 – винт

Рисунок 5 – Схема соединения элементов под углом α к волокнам древесины с использованием винтов

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

Соединения со стальными пластинами, где в качестве связей используются винты, следует рассчитывать в соответствии с требованиями п.п. 6.3.3 – 6.3.5 настоящего свода правил. Стальные накладки следует проверять на растяжение по ослабленному сечению и на смятие под подголовником или стержнем винта в соответствии с указаниями СП 16.13330.

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



1 – деревянный элемент; 2 – стальная накладка; 3 - винт

Рисунок 6 – Схема винтового соединения со стальными накладками

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

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

$$\frac{3}{\text{И}} \frac{T}{N_p} \frac{\text{Ц}}{\text{Ш}} + \frac{3}{\text{И}} \frac{T_v}{N_v} \frac{\text{Ц}}{\text{Ш}} \leq 1, \quad (23)$$

где T – расчетная несущая способность соединения по восприятию осевого усилия (растяжения, сжатия), определяемая согласно требований п. 6.1 или 6.2 настоящего свода правил, Н;

T_v – расчетная несущая способность соединения по восприятию сдвигающего усилия, определяемая в соответствии с требованиями п. 6.3 настоящего свода правил, Н;

N_p – расчетное значение осевого усилия, действующего в узле, определяемое на основании сочетания воздействий в соответствии с требованиями СП 20.13330, Н;

N_v – расчетное значение сдвигающего усилия, действующего в узле, определяемое на основании сочетания воздействий в соответствии с требованиями СП 20.13330, Н;

7 Требования по конструированию соединений

7.1 В узловых соединениях элементов деревянных конструкций винты, работающие на осевое растяжение, могут устанавливаться под углом к волокнам $30^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$, а работающие на осевое сжатие – под углом $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$.

7.2 В узловых соединениях элементов из древесины с использованием винтов диаметром $d \leq 6$ мм и плотностью древесины не более 500 кг/м^3 , их установка

осуществляется без предварительного сверления монтажных отверстий. В случаях, когда $d > 6$ мм, винты устанавливаются в предварительно просверленные монтажные отверстия. Диаметр монтажных отверстий, для установки винтов с неполной резьбой, должен приниматься равным диаметру гладкой части стержня, а глубина – длине гладкой части стержня. Для нарезанной части винта диаметр монтажного отверстия принимается $0,7d$.

В элементах из цельной и клееной древесины с плотностью более 500 кг/м^3 , диаметр монтажного отверстия должен определяться экспериментально.

Винты для кровельных теплоизоляционных систем устанавливаются без предварительного сверления монтажных отверстий под углом 30° к волокнам древесины стропил.

Для элементов из LVL установка винтов диаметром более 4 мм должна осуществляться в предварительно просверленные монтажные отверстия диаметром $0,7d$.

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

Т а б л и ц а 5 – Рекомендуемые диаметры монтажных отверстий для древесины, LVL и SLT

Наружный диаметр резьбы винта d , мм	Диаметр монтажного отверстия d_m , мм
3 – 3,5	2
4 – 5	2,5
6 – 7	4
8 – 9	5
10 и 11	6
12	7
16	12
20	14

П р и м е ч а н и е – Для саморезов диаметр монтажных отверстий не должен быть больше внутреннего диаметра резьбы d_1 .

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

7.4 Винты с потайной головкой диаметром от 6 мм до 10 мм следует использовать в комплекте с шайбами-розетками. Винты с шестигранной и тарельчатой головкой рекомендуется 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. Шайбы из углеродистой стали могут использоваться только с винтами из углеродистой стали, шайбы из нержавеющей стали могут использоваться только с винтами из нержавеющей стали.

7.5 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.

7.6 Для элементов из LVL длина анкеровки винтов должна быть не менее 50 мм.

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

7.8 Для винтов, воспринимающих только осевую нагрузку при минимальной толщине деревянного элемента $12d$ и диаметре винтов $d > 6$ мм, 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:

Расстановка винтов $d > 6$ мм в опорных площадках должна осуществляться в два ряда (рис.3). Расстояние между осями винтов вдоль волокон древесины S_1 , поперек волокон S_2 и от торца элемента S_3 должно быть:

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

$S_1 \geq 8d$ – для элементов из LVL;

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

$S_2 \geq 6d$ – для элементов из LVL;

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

$S_3 \geq 10d$ – для элементов из LVL;

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

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

7.9 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 $t \geq 1,2d$

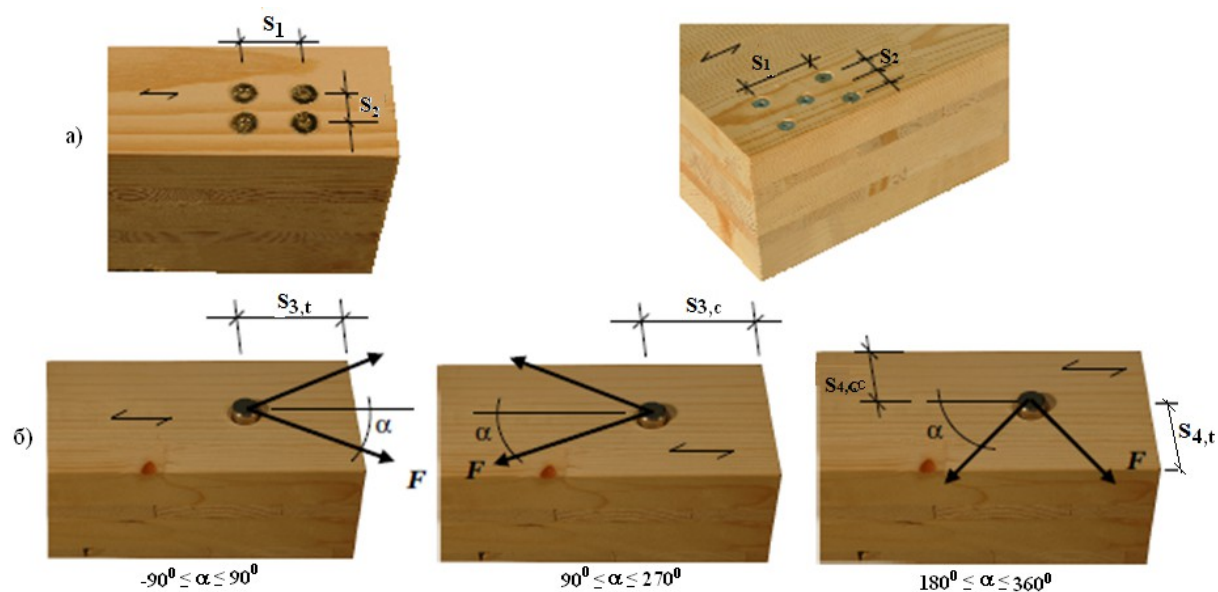
7.10 В прикрепляемых стальных деталях (кронштейны, пластины и т.п.), под винты должны быть предварительно просверлены отверстия соответствующего диаметра. Для винтов с потайной головкой отверстия необходимо зенковать в том случае, если под головкой нет фрезы.

7.11 Толщина элементов из цельной и клееной древесины, к которым осуществляется крепление, должна быть не менее $4d$.

7.12 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 (рис. 7) приниматься в соответствии с данными таблиц 6 и 7.

7.13 Минимальные расстояния для соединений стальной пластины с древесиной следует принимать по табл. 7 настоящего свода правил, умножая приведенные значения на 0,7, а для плитных материалов – на 0,85.

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



а – шаг винтов; б – расстояния от оси винта до грани и торца элемента
Рисунок 8.5 – Размеры для соединений на винтах диаметром $d > 6$ мм

Т а б л и ц а 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, расстояния и угол α (см. рисунок 7)	С предварительно просверленными отверстиями		С предварительно просверленными отверстиями для $\rho_k > 500$ кг/м ³
	$\rho_k \leq 420$ кг/м ³	420 кг/м ³ $< \rho_k \leq 500$ кг/м ³	
Шаг вдоль волокон – S_1 ; $0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$d < 5$ мм; $(5+5 \cos\alpha)d$ $d \geq 5$ мм; $(5+7 \cos\alpha)d$	$(7+8 \cos\alpha)d$	$(4+ \cos\alpha)d$
Шаг поперек волокон – S_2 ; $0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$5d$	$7d$	$(4+ \sin\alpha)d$
Расстояние до нагруженного торца $a_{3,t}$; $-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$(10+5 \cos\alpha)d$	$(15+5 \cos\alpha)d$	$(7+5 \cos\alpha)d$
Расстояние до ненагруженного торца $S_{3,c}$; $-90^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$10d$	$15d$	$7d$
Расстояние до нагруженной кромки $S_{4,t}$; $0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$d < 5$ мм; $(5+2\sin\alpha)d$ $d \geq 5$ мм; $(5+5\sin\alpha)d$	$d < 5$ мм; $(7+2\sin\alpha)d$ $d \geq 5$ мм; $(7+5\sin\alpha)d$	$d < 5$ мм; $(3+2\sin\alpha)d$ $d \geq 5$ мм; $(3+4\sin\alpha)d$
Расстояние до незагруженной кромки $S_{4,c}$; $180^\circ \leq \alpha \leq 380^\circ$	$5d$	$7d$	$3d$

Т а б л и ц а 7 – Минимальные величины шага, расстояния до торца или кромки при использовании винтов диаметром $d > 6$ мм в соединениях элементов, работающих на сдвиг

Величина шага или расстояния (см. 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 $S_{3,t}$	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$\max(7d; 80 \text{ мм})$
Расстояние до ненагруженного торца $S_{3,c}$	$90^\circ \leq \alpha < 150^\circ$ $150^\circ \leq \alpha < 210^\circ$ $210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$1+6\sin\alpha)d$ $4d$ $(1+6\sin\alpha)d$
Расстояние до нагруженной кромки $S_{4,t}$	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$\max[(2+2\sin\alpha)d; 3d]$
Расстояние до незагруженного конца $S_{4,c}$	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3d$

**Приложение А
(справочное)**

Перечень нормативных документов

СП 16.13330.2011 Свод правил. Стальные конструкции. Актуализированная редакция. СНиП II-23-81*

СП 20.13330.2011 Свод правил. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция. СНиП 2.01.07-85*

СП 64.13330.2011 Свод правил. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция. СНиП II-25-80

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 8486-86* Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия

ГОСТ 9462-88 Лесоматериалы круглые. Технические условия

ГОСТ 9463-88 Лесоматериалы круглые хвойных пород. Технические условия

ГОСТ 10632-89 Плиты древесностружечные. Общие технические условия

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 26816-86 Плиты цементно-стружечные. Технические условия

[ГОСТ 33080-2014 Конструкции деревянные. Классы прочности конструкционных пиломатериалов и методы их определения](#)

[ГОСТ 33081-2014 Конструкции деревянные клееные несущие. Классы прочности элементов конструкций и методы их определения](#)

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

ГОСТ 3916.1-96* Фанера общего назначения с наружными слоями из шпона лиственных пород. Технические условия

ГОСТ 3916.2-96* Фанера общего назначения с наружными слоями из шпона хвойных пород. Технические условия

ГОСТ 11539-83* Фанера бакелизированная. Технические условия

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

Заместитель генерального директора
по научной работе
АО «НИЦ «Строительство»

А.И. Звездов

Зав. ЛНДК ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко

А.А. Погорельцев

УДК 624.011.1.04(083.74)

Ключевые слова: древесина, древесина слоистая из клееного шпона (LVL), фанера, винт, шуруп, глухарь, саморез, влажность, расчёт, узловое соединение, сорт, класс прочности, расчетная несущая способность, выдергивание, продавливание, смятие под головкой, шов сплачивания, осевое усилие со сдвигом, устойчивость, потайная головка, длина анкеровки.
