

СОЕДИНИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ПОЛНОРЕЗЬБОВОЙ С ПОТАЙНОЙ ИЛИ ШЕСТИГРАННОЙ ГОЛОВКОЙ

НАКОНЕЧНИК 3 THORNS

Благодаря наконечнику 3 THORNS сократились минимальные расстояния установки. Можно использовать больше шурупов на меньшем пространстве и шурупы большего размера на элементах меньшего размера.

Затраты и сроки реализации проекта снижаются.

СЕРТИФИКАЦИЯ ДЛЯ ДЕРЕВА И БЕТОНА

Структурный соединитель, сертифицированный для использования на дереве в соответствии с ETA-11/0030 и для использования на дереве-бетоне в соответствии с ETA-22/0806.

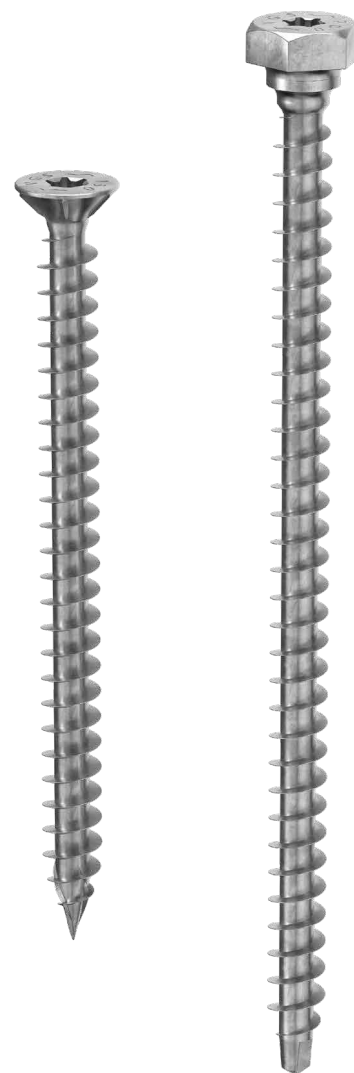
ПРОЧНОСТЬ НА ОТРЫВ

Глубокая резьба и высокопрочная сталь обеспечивают высокую прочность на растяжение и скольжение. Одобен для использования в конструкциях, подвергающимся нагрузкам в любом направлении относительно волокон (0° ÷ 90°).

Возможность использования со стальными пластинами в сочетании с шайбами VGU и HUS.

ПОТАЙНАЯ ИЛИ ШЕСТИГРАННАЯ ГОЛОВКА

Шуруп с шестигранной головкой до L = 600 мм идеально подходит для использования с пластинами или для скрытого усиления. Шуруп с шестигранной головкой от L > 600 мм для облегчения захвата шурупом.



BIT INCLUDED

ДИАМЕТР [мм]	9 (9)	15 (15)
ДЛИНА [мм]	80 (80)	2000 (2000)
КЛАСС ЭКСПЛУАТАЦИИ	SC1	SC2
КОРРОЗИОННАЯ АТМОСФЕРНАЯ АКТИВНОСТЬ	C1	C2
КОРРОЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ	T1	T2
МАТЕРИАЛ	углеродистая сталь с электрогальванической оцинковкой	

METAL-to-TIMBER recommended use:



СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ

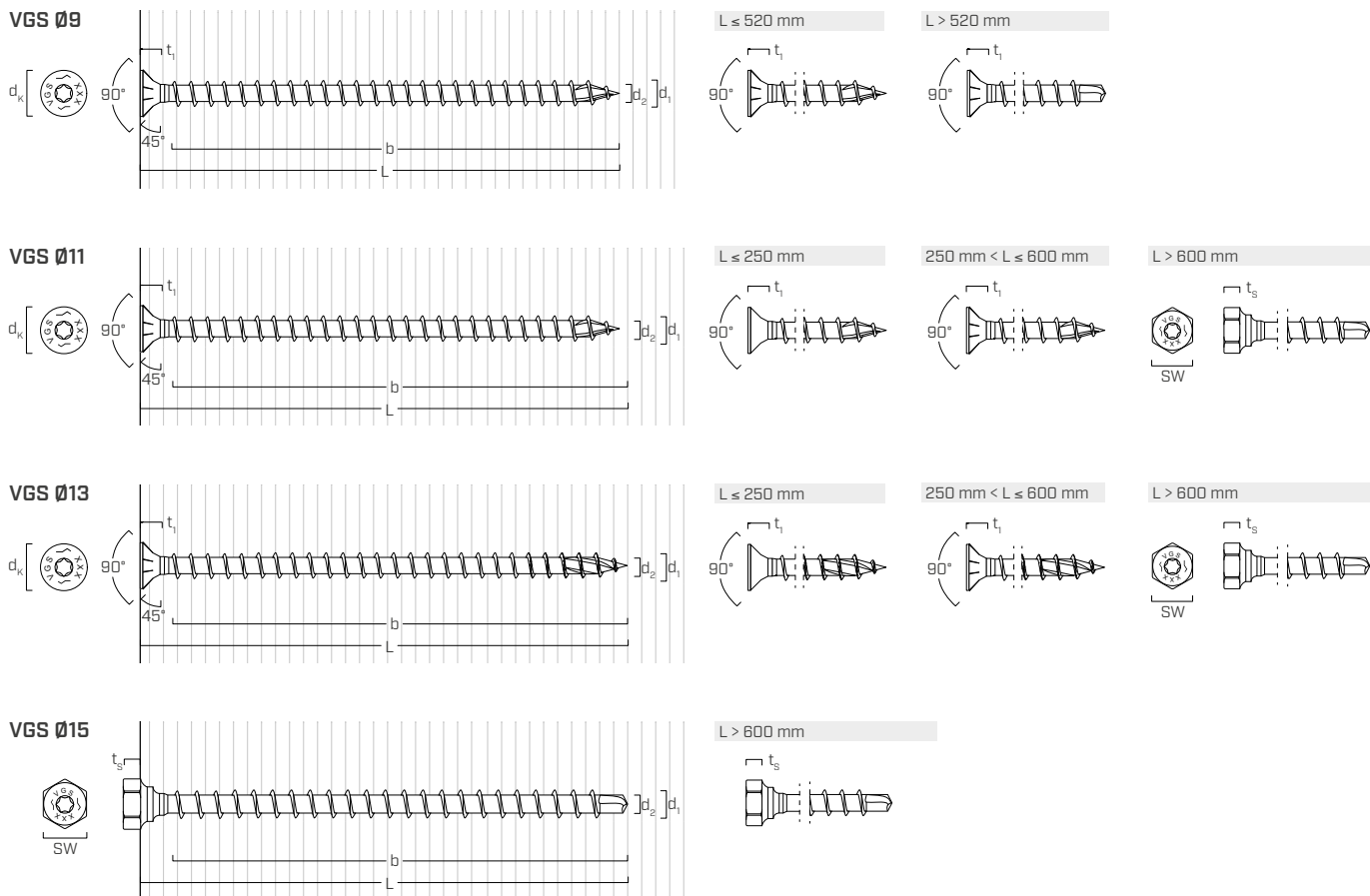
- панели на основе дерева
- массив дерева
- клееная древесина
- CLT и ЛВЛ
- древесина высокой плотности



TC FUSION

Сертификация ETA-22/0806 системы TC FUSION позволяет использовать винты VGS вместе с арматурой, присутствующей в бетоне, в целях укрепления панельных перекрытий и якоря оттяжки с небольшой дополнительной заливкой.

ГЕОМЕТРИЯ И МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ



Номинальный диаметр	d_1	[мм]	9	11	11	13	13	15
Длина	L	[мм]	-	≤ 600 мм	> 600 мм	≤ 600 мм	> 600 мм	-
Диаметр потайной головки	d_k	[мм]	16,00	19,30	-	22,00	-	-
Толщина потайной головки	t_1	[мм]	6,50	8,20	-	9,40	-	-
Размер ключа	SW	-	-	-	SW 17	-	SW 19	SW 22
Толщина шестигранной головки	t_s	[мм]	-	-	6,40	-	7,50	8,80
Диаметр наконечника	d_2	[мм]	5,90	6,60	6,60	8,00	8,00	9,10
Диаметр предварительного отверстия ⁽¹⁾	$d_{V,S}$	[мм]	5,0	6,0	6,0	8,0	8,0	9,00
Диаметр предварительного отверстия ⁽²⁾	$d_{V,H}$	[мм]	6,0	7,0	7,0	9,0	9,0	10,00
Характеристическая прочность на отрыв	$f_{tens,k}$	[кН]	25,4	38,0	38,0	53,0	53,0	65,0
Характеристический момент пластической деформации	$M_{y,k}$	[Нм]	27,2	45,9	45,9	70,9	70,9	95,0
Характеристическая прочность на разрыв	$f_{y,k}$	[Н/мм ²]	1000	1000	1000	1000	1000	1000

⁽¹⁾ Предварительное отверстие для хвойных пород дерева (softwood).

⁽²⁾ Предварительное засверливание только для твёрдых пород древесины и буковой фанеры (ЛВЛ).

Механические параметры VGS Ø15 выведены аналитически и подтверждены опытным путем.

			древесина хвойных пород (softwood)	ЛВЛ хвойных пород (LVL softwood)	ЛВЛ предварительно просверленного бука (beech LVL predrilled)
Характеристическая прочность при выдергивании	$f_{ax,k}$	[Н/мм ²]	11,7	15,0	29,0
Принятая плотность	ρ_a	[кг/м ³]	350	500	730
Расчетная плотность	ρ_k	[кг/м ³]	≤ 440	410 ÷ 550	590 ÷ 750

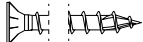
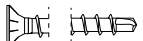
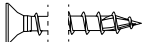
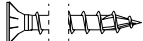
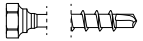
Для применения с другими материалами смотрите ETA-11/0030.

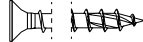
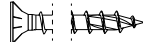
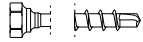
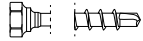
СИСТЕМА TC FUSION ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ДЕРЕВЕ-БЕТОНЕ

Номинальный диаметр	d_1	[мм]	9	11	13	15
Тангенциальное сопротивление сцеплению в бетоне C25/30	$f_{b,k}$	[Н/мм ²]	12,5	12,5	12,5	-

Для применения с другими материалами смотрите ETA-22/0806.

Артикулы и размеры

d ₁ [мм]	APT. N°	L [мм]	b [мм]	шт.	
9 TX40	VGS9100	100	90	25	
	VGS9120	120	110	25	
	VGS9140	140	130	25	
	VGS9160	160	150	25	
	VGS9180	180	170	25	
	VGS9200	200	190	25	
	VGS9220	220	210	25	
	VGS9240	240	230	25	
	VGS9260	260	250	25	
	VGS9280	280	270	25	
	VGS9300	300	290	25	
	VGS9320	320	310	25	
	VGS9340	340	330	25	
	VGS9360	360	350	25	
	VGS9380	380	370	25	
	VGS9400	400	390	25	
	VGS9440	440	430	25	
	VGS9480	480	470	25	
	VGS9520	520	510	25	
	VGS9560	560	550	25	
VGS9600	600	590	25		
11 TX 50	VGS1180	80	70	25	
	VGS11100	100	90	25	
	VGS11125	125	115	25	
	VGS11150	150	140	25	
	VGS11175	175	165	25	
	VGS11200	200	190	25	
	VGS11225	225	215	25	
	VGS11250	250	240	25	
	VGS11275	275	265	25	
	VGS11300	300	290	25	
	VGS11325	325	315	25	
	VGS11350	350	340	25	
	VGS11375	375	365	25	
	VGS11400	400	390	25	
	VGS11425	425	415	25	
	VGS11450	450	440	25	
	VGS11475	475	465	25	
	VGS11500	500	490	25	
	VGS11525	525	515	25	
	VGS11550	550	540	25	
VGS11575	575	565	25		
VGS11600	600	590	25		
11 SW 17 TX 50	VGS11650	650	630	25	
	VGS11700	700	680	25	
	VGS11750	750	680	25	
	VGS11800	800	780	25	
	VGS11850	850	830	25	
	VGS11900	900	880	25	
	VGS11950	950	930	25	
	VGS111000	1000	980	25	

d ₁ [мм]	APT. N°	L [мм]	b [мм]	шт.	
13 TX 50	VGS1380	80	70	25	
	VGS13100	100	90	25	
	VGS13150	150	140	25	
	VGS13200	200	190	25	
	VGS13250	250	240	25	
	VGS13300	300	280	25	
	VGS13350	350	330	25	
	VGS13400	400	380	25	
	VGS13450	450	430	25	
	VGS13500	500	480	25	
13 SW 19 TX 50	VGS13550	550	530	25	
	VGS13600	600	580	25	
	VGS13650	650	630	25	
	VGS13700	700	680	25	
	VGS13750	750	730	25	
	VGS13800	800	780	25	
	VGS13850	850	830	25	
	VGS13900	900	880	25	
	VGS13950	950	930	25	
	VGS131000	1000	980	25	
15 SW 21 TX 50	VGS131100	1100	1080	25	
	VGS131200	1200	1180	25	
	VGS131300	1300	1280	25	
	VGS131400	1400	1380	25	
	VGS131500	1500	1480	25	
	VGS15600	600	580	25	
	VGS15700	700	680	25	
	VGS15800	800	780	25	
	VGS15900	900	880	25	
	VGS151000	1000	980	25	
15 SW 21 TX 50	VGS151200	1200	1180	25	
	VGS151400	1400	1380	25	
	VGS151600	1600	1580	25	
	VGS151800	1800	1780	25	
	VGS152000	2000	1980	25	

СОПУТСТВУЮЩИЕ ИЗДЕЛИЯ



VGU

ШАЙБА ПОД 45° ДЛЯ VGS

стр. 190



TORQUE LIMITER

ОГРАНИЧИТЕЛЬ МОМЕНТА

стр. 408



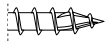
WASP

КРЮК ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ДЕРЕВЯННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

стр. 413

МИНИМАЛЬНЫЕ РЕКОМЕНДУЕМЫЕ РАССТОЯНИЯ ДЛЯ ШУРУПОВ, РАБОТАЮЩИХ НА РАСТЯЖЕНИЕ

шурпы, завинченные С и БЕЗ предварительного просверленного отверстия

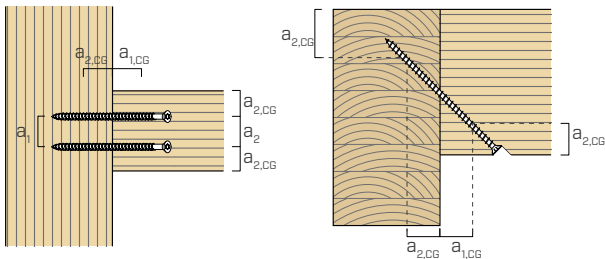


d_1	[ММ]	9	11
a_1	[ММ]	5·d	45 55
a_2	[ММ]	5·d	45 55
$a_{2,LIM}$	[ММ]	2,5·d	23 28
$a_{1,CG}$	[ММ]	8·d	72 88
$a_{2,CG}$	[ММ]	3·d	27 33
a_{CROSS}	[ММ]	1,5·d	14 17

d_1	[ММ]	13
a_1	[ММ]	5·d 65
a_2	[ММ]	5·d 65
$a_{2,LIM}$	[ММ]	2,5·d 33
$a_{1,CG}$	[ММ]	8·d 104
$a_{2,CG}$	[ММ]	3·d 39
a_{CROSS}	[ММ]	1,5·d 20

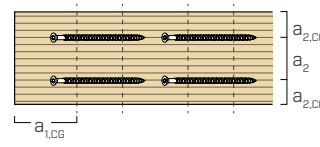
d_1	[ММ]	9	11	13	15	
a_1	[ММ]	5·d	45	55	65	75
a_2	[ММ]	5·d	45	55	65	75
$a_{2,LIM}$	[ММ]	2,5·d	23	28	33	38
$a_{1,CG}$	[ММ]	5·d	45	55	65	150
$a_{2,CG}$	[ММ]	3·d	27	33	39	60
a_{CROSS}	[ММ]	1,5·d	14	17	20	23

ШУРПЫ, ПОДВЕРГАЮЩИЕСЯ РАСТЯГИВАЮЩИМ НАГРУЗКАМ И ЗАКРУЧЕННЫЕ ПОД УГЛОМ α К ВОЛОКНАМ

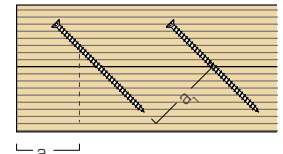


вид сверху

вид сбоку

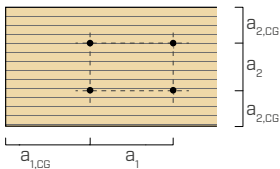


вид сверху

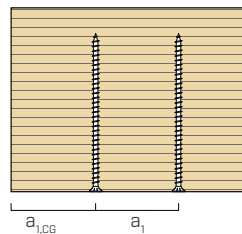


вид сбоку

ШУРПЫ, ПОДВЕРГАЮЩИЕСЯ РАСТЯГИВАЮЩИМ НАГРУЗКАМ И ЗАКРУЧЕННЫЕ ПОД УГЛОМ $\alpha = 90^\circ$ К ВОЛОКНАМ

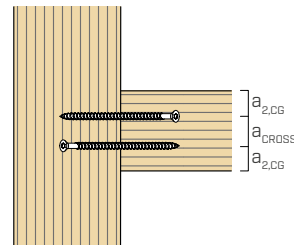


вид сверху

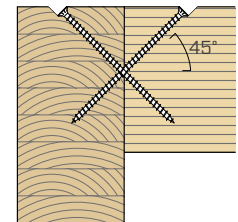


вид сбоку

ШУРПЫ, ЗАВИНЧЕННЫЕ ПЕРЕКРЕСТНО ПОД УГЛОМ α К ВОЛОКНАМ



вид сверху

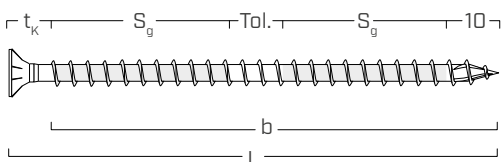


вид сбоку

ПРИМЕЧАНИЕ

- Минимальные расстояния соответствуют стандарту ETA-11/0030.
- Минимальные расстояния не зависят от угла завинчивания соединителя и угла между вектором силы и волокнами.
- Расстояние по оси a_2 можно уменьшить до $a_{2,LIM}$, если для каждого шурупа поддерживается «поверхность соединения» $a_1 \cdot a_2 = 25 \cdot d_1^2$.
- Для шурупов с наконечником 3 THORNS, RBSN и с самонарезающим наконечником перечисленные минимальные расстояния выведены опытным путем; в качестве альтернативы принимать $a_{1,CG} = 10 \cdot d$ и $a_{2,CG} = 4 \cdot d$ в соответствии с EN 1995:2014.

ЭФФЕКТИВНАЯ ДЛИНА РЕЗЬБЫ ДЛЯ РАСЧЁТА



$$b = S_{g,tot} = L - t_k$$

длина резьбовой части шурупа

$$S_g = (L - t_k - 10 \text{ mm} - Tol.) / 2$$

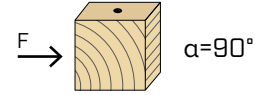
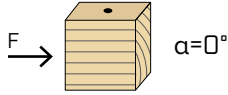
представляет собой половину длины резьбовой части за вычетом допуска (Tol.) на завинчивание 10 мм

$t_k = 10$ мм (потайная головка)

$t_k = 20$ мм (шестигранная головка)

МИНИМАЛЬНЫЕ РАССТОЯНИЯ ДЛЯ ШУРУПОВ, РАБОТАЮЩИХ НА СРЕЗ

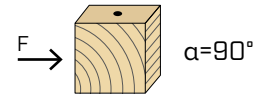
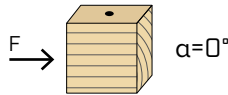
шрупы, ввинченные БЕЗ предварительного высверливания отверстий $\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$



d_1 [мм]		9	11	13	15
a_1 [мм]	10·d	90	110	130	150
a_2 [мм]	5·d	45	55	65	75
$a_{3,t}$ [мм]	15·d	135	165	195	225
$a_{3,c}$ [мм]	10·d	90	110	130	150
$a_{4,t}$ [мм]	5·d	45	55	65	75
$a_{4,c}$ [мм]	5·d	45	55	65	75

d_1 [мм]		9	11	13	15
a_1 [мм]	5·d	45	55	65	75
a_2 [мм]	5·d	45	55	65	75
$a_{3,t}$ [мм]	10·d	90	110	130	150
$a_{3,c}$ [мм]	10·d	90	110	130	150
$a_{4,t}$ [мм]	10·d	90	110	130	150
$a_{4,c}$ [мм]	5·d	45	55	65	75

шрупы, завинченные В предварительно просверленное отверстие



d_1 [мм]		9	11	13	15
a_1 [мм]	5·d	45	55	65	75
a_2 [мм]	3·d	27	33	39	45
$a_{3,t}$ [мм]	12·d	108	132	156	180
$a_{3,c}$ [мм]	7·d	63	77	91	105
$a_{4,t}$ [мм]	3·d	27	33	39	45
$a_{4,c}$ [мм]	3·d	27	33	39	45

d_1 [мм]		9	11	13	15
a_1 [мм]	4·d	36	44	52	60
a_2 [мм]	4·d	36	44	52	60
$a_{3,t}$ [мм]	7·d	63	77	91	105
$a_{3,c}$ [мм]	7·d	63	77	91	105
$a_{4,t}$ [мм]	7·d	63	77	91	105
$a_{4,c}$ [мм]	3·d	27	33	39	45

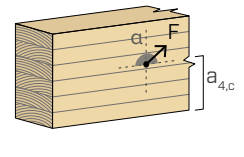
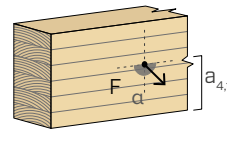
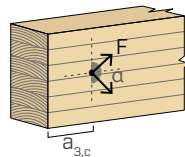
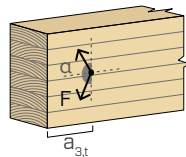
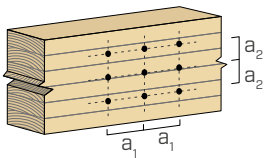
α = угол, образованный направлениями силы и волокон
 $d = d_1$ = номинальный диаметр шурупа

нагруженный край
 $-90^\circ < \alpha < 90^\circ$

ненагруженный край
 $90^\circ < \alpha < 270^\circ$

нагруженный край
 $0^\circ < \alpha < 180^\circ$

ненагруженный край
 $180^\circ < \alpha < 360^\circ$



ПРИМЕЧАНИЕ

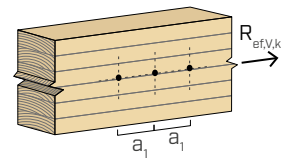
- Минимальные расстояния соответствуют стандарту EN 1995:2014 и требованиям ETA-11/0030 при плотности деревянных элементов $\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$.
- Для соединений металл - дерево минимальный шаг (a_1, a_2) может приниматься с коэффициентом 0,7.
- Для соединений панель - дерево минимальный шаг (a_1, a_2) может приниматься с коэффициентом 0,85.

- Расстояние a_1 указанное для шурупов с наконечником 3 THORNS, ввинченных без предварительного высверливания отверстий в деревянные элементы с плотностью $\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$ и углом, образованным направлениями силы и волокон $\alpha = 0^\circ$, было принято в результате испытаний равным 10·d; в качестве альтернативы принимать 12·d в соответствии с EN 1995:2014.

ЭФФЕКТИВНОЕ КОЛИЧЕСТВО ДЛЯ ШУРУПОВ, РАБОТАЮЩИХ НА СРЕЗ

Несущая способность соединения, выполненного с применением нескольких шурупов одного типа и размера, может быть ниже суммы несущих способностей отдельных соединений. Для ряда из n шурупов, расположенных параллельно направлению волокон на расстоянии a_1 , эффективная характеристическая несущая способность равна:

$$R_{ef,V,k} = n_{ef} \cdot R_{V,k}$$



Значение n_{ef} приведено в расположенной ниже таблице в зависимости от n и a_1 .

n		$a_1^{(*)}$										
		4·d	5·d	6·d	7·d	8·d	9·d	10·d	11·d	12·d	13·d	$\geq 14\cdot d$
2	2	1,41	1,48	1,55	1,62	1,68	1,74	1,80	1,85	1,90	1,95	2,00
	3	1,73	1,86	2,01	2,16	2,28	2,41	2,54	2,65	2,76	2,88	3,00
	4	2,00	2,19	2,41	2,64	2,83	3,03	3,25	3,42	3,61	3,80	4,00
	5	2,24	2,49	2,77	3,09	3,34	3,62	3,93	4,17	4,43	4,71	5,00

(*) Для промежуточных значений a_1 можно линейно интерполировать.

РАСТЯЖЕНИЕ / СЖАТИЕ

геометрия		выдергивание полнорезной резьбы								растяжение стали		нестабильность $\epsilon=90^\circ$
		$\epsilon=90^\circ$				$\epsilon=0^\circ$						
d_1	L	$S_{g,tot}$	A_{min}	$R_{ax,90,k}$	$R_{ax,0,k}$	S_g	A_{min}	$R_{ax,90,k}$	$R_{ax,0,k}$	$R_{tens,k}$	$R_{ki,90,k}$	
[мм]	[мм]	[мм]	[мм]	[кН]	[кН]	[мм]	[мм]	[кН]	[кН]	[кН]	[кН]	
9	100	90	110	10,23	3,07	35	55	3,98	1,19	25,40	17,25	
	120	110	130	12,50	3,75	45	65	5,11	1,53			
	140	130	150	14,77	4,43	55	75	6,25	1,88			
	160	150	170	17,05	5,11	65	85	7,39	2,22			
	180	170	190	19,32	5,80	75	95	8,52	2,56			
	200	190	210	21,59	6,48	85	105	9,66	2,90			
	220	210	230	23,87	7,16	95	115	10,80	3,24			
	240	230	250	26,14	7,84	105	125	11,93	3,58			
	260	250	270	28,41	8,52	115	135	13,07	3,92			
	280	270	290	30,68	9,21	125	145	14,21	4,26			
	300	290	310	32,96	9,89	135	155	15,34	4,60			
	320	310	330	35,23	10,57	145	165	16,48	4,94			
	340	330	350	37,50	11,25	155	175	17,61	5,28			
	360	350	370	39,78	11,93	165	185	18,75	5,63			
	380	370	390	42,05	12,61	175	195	19,89	5,97			
	400	390	410	44,32	13,30	185	205	21,02	6,31			
	440	430	450	48,87	14,66	205	225	23,30	6,99			
	480	470	490	53,41	16,02	225	245	25,57	7,67			
520	510	530	57,96	17,39	245	265	27,84	8,35				
560	550	570	62,50	18,75	265	285	30,12	9,03				
600	590	610	67,05	20,11	285	305	32,39	9,72				
11	80	70	90	9,72	2,92	25	45	3,47	1,04	38,00	21,93	
	100	90	110	12,50	3,75	35	55	4,86	1,46			
	125	115	135	15,97	4,79	48	68	6,60	1,98			
	150	140	160	19,45	5,83	60	80	8,33	2,50			
	175	165	185	22,92	6,88	73	93	10,07	3,02			
	200	190	210	26,39	7,92	85	105	11,81	3,54			
	225	215	235	29,86	8,96	98	118	13,54	4,06			
	250	240	260	33,34	10,00	110	130	15,28	4,58			
	275	265	285	36,81	11,04	123	143	17,01	5,10			
	300	290	310	40,28	12,08	135	155	18,75	5,63			
	325	315	335	43,75	13,13	148	168	20,49	6,15			
	350	340	360	47,22	14,17	160	180	22,22	6,67			
	375	365	385	50,70	15,21	173	193	23,96	7,19			
	400	390	410	54,17	16,25	185	205	25,70	7,71			
	425	415	435	57,64	17,29	198	218	27,43	8,23			
	450	440	460	61,11	18,33	210	230	29,17	8,75			
	475	465	485	64,59	19,38	223	243	30,90	9,27			
	500	490	510	68,06	20,42	235	255	32,64	9,79			
	525	515	535	71,53	21,46	248	268	34,38	10,31			
	550	540	560	75,00	22,50	260	280	36,11	10,83			
	575	565	585	78,48	23,54	273	293	37,85	11,35			
600	590	610	81,95	24,58	285	305	39,59	11,88				
650	630	660	87,51	26,25	305	325	42,36	12,71				
700	680	710	94,45	28,33	330	350	45,84	13,75				
750	680	760	94,45	28,33	330	350	45,84	13,75				
800	780	810	108,34	32,50	380	400	52,78	15,83				
850	830	860	115,28	34,59	405	425	56,25	16,88				
900	880	910	122,23	36,67	430	450	59,73	17,92				
950	930	960	129,17	38,75	455	475	63,20	18,96				
1000	980	1010	136,12	40,84	480	500	66,67	20,00				

РАСТЯЖЕНИЕ / СЖАТИЕ

геометрия		РАСТЯЖЕНИЕ / СЖАТИЕ								растяжение стали	нестабильность $\epsilon=90^\circ$
		выдергивание полнонарезной резьбы				выдергивание частично нарезанной резьбы					
		$\epsilon=90^\circ$	$\epsilon=0^\circ$	$\epsilon=90^\circ$	$\epsilon=0^\circ$	$\epsilon=90^\circ$	$\epsilon=0^\circ$	$\epsilon=90^\circ$	$\epsilon=0^\circ$		
d_1 [мм]	L [мм]	$S_{g,tot}$ [мм]	A_{min} [мм]	$R_{ax,90,k}$ [кН]	$R_{ax,0,k}$ [кН]	S_g [мм]	A_{min} [мм]	$R_{ax,90,k}$ [кН]	$R_{ax,0,k}$ [кН]	$R_{tens,k}$ [кН]	$R_{ki,90,k}$ [кН]
13	80	70	90	11,49	3,45	25	45	4,10	1,23	53,00	32,69
	100	90	110	14,77	4,43	35	55	5,75	1,72		
	150	140	160	22,98	6,89	60	80	9,85	2,95		
	200	190	210	31,19	9,36	85	105	13,95	4,19		
	250	240	260	39,40	11,82	110	130	18,06	5,42		
	300	280	310	45,96	13,79	130	150	21,34	6,40		
	350	330	360	54,17	16,25	155	175	25,44	7,63		
	400	380	410	62,38	18,71	180	200	29,55	8,86		
	450	430	460	70,58	21,18	205	225	33,65	10,10		
	500	480	510	78,79	23,64	230	250	37,75	11,33		
	550	530	560	87,00	26,10	255	275	41,86	12,56		
	600	580	610	95,21	28,56	280	300	45,96	13,79		
	650	630	660	103,42	31,02	305	325	50,07	15,02		
	700	680	710	111,62	33,49	330	350	54,17	16,25		
	750	730	760	119,83	35,95	355	375	58,27	17,48		
	800	780	810	128,04	38,41	380	400	62,38	18,71		
	850	830	860	136,25	40,87	405	425	66,48	19,94		
	900	880	910	144,45	43,34	430	450	70,58	21,18		
	950	930	960	152,66	45,80	455	475	74,69	22,41		
	1000	980	1010	160,87	48,26	480	500	78,79	23,64		
1100	1080	1110	177,28	53,18	530	550	87,00	26,10			
1200	1180	1210	193,70	58,11	580	600	95,21	28,56			
1300	1280	1310	210,11	63,03	630	650	103,42	31,02			
1400	1380	1410	226,53	67,96	680	700	111,62	33,49			
1500	1480	1510	242,94	72,88	730	750	119,83	35,95			
15	600	580	610	109,85	32,96	280	300	53,03	15,91	65,00	42,86
	700	680	710	128,80	38,64	330	350	62,50	18,75		
	800	780	810	147,74	44,32	380	400	71,97	21,59		
	900	880	910	166,68	50,00	430	450	81,44	24,43		
	1000	980	1010	185,62	55,69	480	500	90,91	27,27		
	1200	1180	1210	223,50	67,05	580	600	109,85	32,96		
	1400	1380	1410	261,38	78,41	680	700	128,80	38,64		
	1600	1580	1610	299,26	89,78	780	800	147,74	44,32		
	1800	1780	1810	337,14	101,14	880	900	166,68	50,00		
	2000	1980	2010	375,02	112,51	980	1000	185,62	55,69		

ϵ = угол между шурупом и волокнами

геометрия		СМЕЩЕНИЕ								СДВИГ				
		дерево-дерево				сталь-древесина				растяжение стали	дерево-дерево $\epsilon=90^\circ$		дерево-дерево $\epsilon=0^\circ$	
d_1 [мм]	L [мм]	S_g [мм]	A [мм]	B_{min} [мм]	$R_{V,k}$ [кН]	S_{PLATE} [мм]	S_g [мм]	A_{min} [мм]	$R_{V,k}$ [кН]	$R_{tens,45,k}$ [кН]	S_g [мм]	A [мм]	$R_{V,90,k}$ [кН]	$R_{V,0,k}$ [кН]
9	100	35	40	55	2,81	15	85	80	6,83	17,96	35	50	4,04	2,07
	120	45	45	60	3,62		105	95	8,44		45	60	4,53	2,30
	140	55	55	70	4,42		125	110	10,04		55	70	4,81	2,55
	160	65	60	75	5,22		145	125	11,65		65	80	5,10	2,81
	180	75	70	85	6,03		165	135	13,26		75	90	5,38	3,08
	200	85	75	90	6,83		185	150	14,87		85	100	5,67	3,18
	220	95	85	100	7,63		205	165	16,47		95	110	5,95	3,27
	240	105	90	105	8,44		225	180	18,08		105	120	6,23	3,35
	260	115	95	110	9,24		245	195	19,69		115	130	6,50	3,44
	280	125	105	120	10,04		265	205	21,29		125	140	6,50	3,52
	300	135	110	125	10,85		285	220	22,90		135	150	6,50	3,61
	320	145	120	135	11,65		305	235	24,51		145	160	6,50	3,69
	340	155	125	140	12,46		325	250	26,12		155	170	6,50	3,78
	360	165	130	145	13,26		345	265	27,72		165	180	6,50	3,86
	380	175	140	155	14,06		365	280	29,33		175	190	6,50	3,95
	400	185	145	160	14,87		385	290	30,94		185	200	6,50	4,03
	440	205	160	175	16,47		425	320	34,15		205	220	6,50	4,21
	480	225	175	190	18,08		465	350	37,37		225	240	6,50	4,38
520	245	190	205	19,69	505	375	40,58	245	260	6,50	4,55			
560	265	205	220	21,29	545	405	43,79	265	280	6,50	4,72			
600	285	215	230	22,90	585	435	47,01	285	300	6,50	4,89			
11	80	25	35	50	2,46	18	60	60	5,89	26,87	25	40	3,67	2,16
	100	35	40	55	3,44		80	75	7,86		35	50	4,72	2,69
	125	48	50	65	4,67		105	95	10,31		48	63	6,03	2,99
	150	60	60	75	5,89		130	110	12,77		60	75	6,61	3,33
	175	73	65	80	7,12		155	130	15,22		73	88	7,05	3,71
	200	85	75	90	8,35		180	145	17,68		85	100	7,48	4,10
	225	98	85	100	9,58		205	165	20,13		98	113	7,92	4,44
	250	110	95	110	10,80		230	185	22,59		110	125	8,35	4,57
	275	123	100	115	12,03		255	200	25,04		123	138	8,79	4,70
	300	135	110	125	13,26		280	220	27,50		135	150	9,06	4,83
	325	148	120	135	14,49		305	235	29,96		148	163	9,06	4,96
	350	160	130	145	15,71		330	255	32,41		160	175	9,06	5,09
	375	173	140	155	16,94		355	270	34,87		173	188	9,06	5,22
	400	185	145	160	18,17		380	290	37,32		185	200	9,06	5,35
	425	198	155	170	19,40		405	305	39,78		198	213	9,06	5,48
	450	210	165	180	20,63		430	325	42,23		210	225	9,06	5,61
	475	223	175	190	21,85		455	340	44,69		223	238	9,06	5,74
	500	235	180	195	23,08		480	360	47,14		235	250	9,06	5,87
	525	248	190	205	24,31		505	375	49,60		248	263	9,06	6,00
	550	260	200	215	25,54		530	395	52,05		260	275	9,06	6,13
	575	273	210	225	26,76		555	410	54,51		273	288	9,06	6,26
600	285	215	230	27,99	580	430	56,96	285	300	9,06	6,39			
650	305	230	245	29,96	-	-	-	305	320	9,06	6,60			
700	330	250	265	32,41	-	-	-	330	345	9,06	6,85			
750	330	250	265	32,41	-	-	-	330	345	9,06	6,85			
800	380	285	300	37,32	-	-	-	380	395	9,06	6,85			
850	405	300	315	39,78	-	-	-	405	420	9,06	6,85			
900	430	320	335	42,23	-	-	-	430	445	9,06	6,85			
950	455	335	350	44,69	-	-	-	455	470	9,06	6,85			
1000	480	355	370	47,14	-	-	-	480	495	9,06	6,85			

геометрия		СМЕЩЕНИЕ								СДВИГ								
		дерево-дерево				сталь-древесина				растяжение стали		дерево-дерево $\epsilon=90^\circ$		дерево-дерево $\epsilon=0^\circ$				
d_1 [мм]	L [мм]	S_g [мм]	A [мм]	B_{min} [мм]	$R_{V,k}$ [кН]	S_{PLATE} [мм]	S_g [мм]	A_{min} [мм]	$R_{V,k}$ [кН]	$R_{tens,45,k}$ [кН]	S_g [мм]	A [мм]	$R_{V,90,k}$ [кН]	$R_{V,0,k}$ [кН]				
13	80	25	35	50	2,90		60	60	6,96	37,48	25	40	4,18	2,44				
	100	35	40	55	4,06		80	75	9,29		35	50	5,37	3,10				
	150	60	60	75	6,96		130	110	15,09		60	75	8,37	4,06				
	200	85	75	90	9,87		180	145	20,89		85	100	9,46	4,88				
	250	110	95	110	12,77		230	185	26,70		110	125	10,49	5,77				
	300	130	110	125	15,09		280	220	32,50		130	145	11,31	6,11				
	350	155	125	140	17,99		330	255	38,30		155	170	11,94	6,42				
	400	180	145	160	20,89		380	290	44,11		180	195	11,94	6,73				
	450	205	160	175	23,79		430	325	49,91		205	220	11,94	7,04				
	500	230	180	195	26,70		480	360	55,71		230	245	11,94	7,35				
	550	255	195	210	29,60		530	395	61,52		255	270	11,94	7,65				
	600	280	215	230	32,50		580	430	67,32		280	295	11,94	7,96				
	650	305	230	245	35,40	20	-	-	-		-	305	320	11,94	8,27			
	700	330	250	265	38,30		-	-	-		-	330	345	11,94	8,58			
	750	355	265	280	41,21		-	-	-		-	355	370	11,94	8,88			
	800	380	285	300	44,11		-	-	-		-	380	395	11,94	9,03			
	850	405	300	315	47,01		-	-	-		-	405	420	11,94	9,03			
	900	430	320	335	49,91		-	-	-		-	430	445	11,94	9,03			
950	455	335	350	52,81		-	-	-	-	455	470	11,94	9,03					
1000	480	355	370	55,71		-	-	-	-	480	495	11,94	9,03					
1100	530	390	405	61,52		-	-	-	-	530	545	11,94	9,03					
1200	580	425	440	67,32		-	-	-	-	580	595	11,94	9,03					
1300	630	460	475	73,13		-	-	-	-	630	645	11,94	9,03					
1400	680	495	510	78,93		-	-	-	-	680	695	11,94	9,03					
1500	730	530	545	84,73		-	-	-	-	730	745	11,94	9,03					
15	600	280	215	230	37,50		-	-	-	45,96	280	295	14,53	9,47				
	700	330	250	265	44,20		-	-	-		330	345	14,53	10,18				
	800	380	285	300	50,89		-	-	-		380	395	14,53	10,89				
	900	430	320	335	57,59		-	-	-		430	445	14,53	10,99				
	1000	480	355	370	64,29		-	-	-		480	495	14,53	10,99				
	1200	580	425	440	77,68		-	-	-		580	595	14,53	10,99				
	1400	680	495	510	91,07		-	-	-		680	695	14,53	10,99				
	1600	780	565	580	104,47		-	-	-		780	795	14,53	10,99				
	1800	880	640	655	117,86		-	-	-		880	895	14,53	10,99				
	2000	980	710	725	131,25		-	-	-		980	995	14,53	10,99				

ϵ = угол между шурупом и волокнами

РАБОТАЮЩЕЕ НА СРЕЗ СОЕДИНЕНИЕ С ПЕРЕКРЕСТНЫМИ ШУРУПАМИ

VGS Ø9 - 11 mm

СТАТИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ СМ. на странице 130.

СКОЛЬЗЯЩЕЕ СОЕДИНЕНИЕ С ШАЙБОЙ VGU

VGS Ø9 - 11 - 13 mm

СТАТИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ СМ. на странице 192.

СОЕДИНЕНИЯ С ЭЛЕМЕНТАМИ ИЗ CLT

VGS Ø9 - 11 mm

СТАТИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ СМ. на странице 134.

СОЕДИНЕНИЯ С ЭЛЕМЕНТАМИ ИЗ ЛВЛ

VGS Ø9 - 11 mm

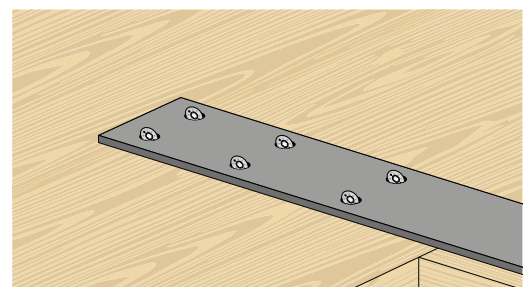
СТАТИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ СМ. на странице 138.

ЭФФЕКТИВНОЕ КОЛИЧЕСТВО ДЛЯ ШУРУПОВ С ОСЕВОЙ НАГРУЗКОЙ

Несущая способность соединения, выполненного с применением нескольких шурупов одного типа и размера, может быть ниже суммы несущих способностей отдельных соединений.

Для соединения наклонными шурупами характеристическая эффективная несущая способность скольжения для ряда из n винтов равна:

$$R_{ef,V,k} = n_{ef,ax} \cdot R_{V,k}$$



Значение n_{ef} приведено в расположенной ниже таблице в зависимости от n (количества шурупов в одном ряду).

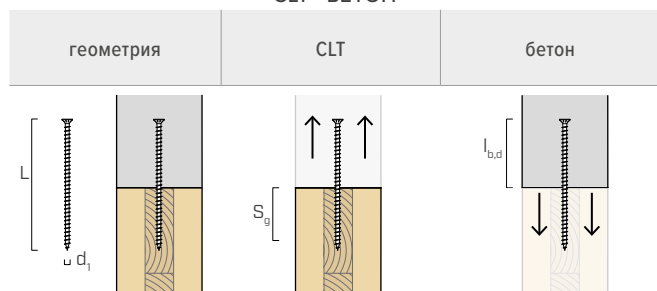
n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$n_{ef,ax}$	1,87	2,70	3,60	4,50	5,40	6,30	7,20	8,10	9,00



Комплексный расчет параметров для работ по проектированию деревянных конструкций? Скачай MyProject и облегчи свой труд!

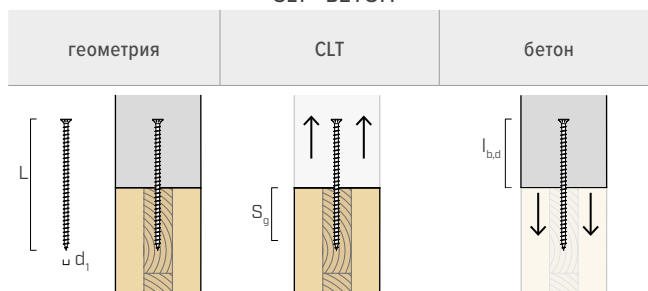


ТЯГОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ
CLT - БЕТОН



d_1 [мм]	L [мм]	S_g [мм]	$R_{ax,0,k}$ [кН]	$l_{b,d}$ [мм]	$R_{ax,C,k}$ [кН]		
9	200	85	6,32	100	35,34		
	220	105	7,65	100			
	240	125	8,95	100			
	260	145	10,22	100			
	280	165	11,49	100			
	300	185	12,73	100			
	320	205	13,96	100			
	340	225	15,18	100			
	360	245	16,39	100			
	380	265	17,59	100			
	400	285	18,78	100			
	440	325	21,14	100			
	480	365	23,47	100			
	520	405	25,40	100			
	560	445	25,40	100			
	600	485	25,40	100			
	11	225	110	9,36		100	43,20
		250	135	11,26		100	
275		160	13,12	100			
300		185	14,95	100			
325		210	16,75	100			
350		235	18,54	100			
375		260	20,31	100			
400		285	22,05	100			
425		310	23,79	100			
450		335	25,51	100			
475		360	27,22	100			
500		385	28,91	100			
525		410	30,59	100			
550		435	32,27	100			
575		460	33,93	100			
600		485	35,59	100			
650		535	38,00	100			
700		585	38,00	100			
750	635	38,00	100				
800	685	38,00	100				
850	735	38,00	100				
900	785	38,00	100				
950	835	38,00	100				
1000	885	38,00	100				

ТЯГОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ
CLT - БЕТОН



d_1 [мм]	L [мм]	S_g [мм]	$R_{ax,0,k}$ [кН]	$l_{b,d}$ [мм]	$R_{ax,C,k}$ [кН]
13	300	165	15,41	120	61,26
	350	215	19,56	120	
	400	265	23,61	120	
	450	315	27,58	120	
	500	365	31,50	120	
	550	415	35,35	120	
	600	465	39,16	120	
	650	515	42,93	120	
	700	565	46,67	120	
	750	615	50,37	120	
	800	665	53,00	120	
	850	715	53,00	120	
	900	765	53,00	120	
	950	815	53,00	120	
	1000	865	53,00	120	
	1100	965	53,00	120	
	1200	1065	53,00	120	
	1300	1165	53,00	120	
1400	1265	53,00	120		
1500	1365	53,00	120		

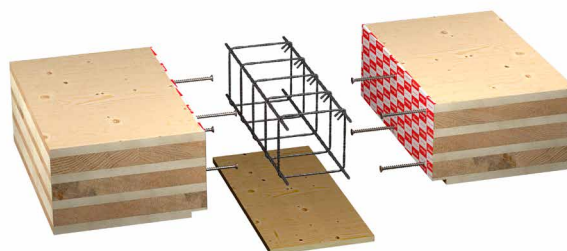
ПРИМЕЧАНИЯ и ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ на странице 176.

TC FUSION

СИСТЕМА СОЕДИНЕНИЯ "ДЕРЕВО-БЕТОН"

Новаторские полнорезьбовые соединители VGS, VGZ и RTR для применения дерево-бетон.

Узнай о них на стр. 270



СТАТИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

- Характеристические величины согласно стандарту EN 1995:2014 в соответствии с ETA-11/0030.
- Проектное сопротивление шурупов растяжению является наименьшим из следующих значений: проектного сопротивления со стороны древесины ($R_{ax,d}$) и проектного сопротивления со стороны стали ($R_{tens,d}$).

$$R_{ax,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{R_{ax,k} \cdot k_{mod}}{Y_M} \\ \frac{R_{tens,k}}{Y_{M2}} \end{array} \right.$$

- Расчетное сопротивление шурупов сжатию является наименьшим из следующих значений: расчетного сопротивления со стороны древесины ($R_{ax,d}$) и расчетного сопротивления при нестабильности ($R_{ki,d}$).

$$R_{ax,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{R_{ax,k} \cdot k_{mod}}{Y_M} \\ \frac{R_{ki,k}}{Y_{M1}} \end{array} \right.$$

- Расчетная прочность на сдвиг соединительного элемента является минимальной по сравнению с расчетной прочностью древесины ($R_{V,d}$) и спроектированной расчетной прочностью стали ($R_{tens,45,d}$):

$$R_{V,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{R_{V,k} \cdot k_{mod}}{Y_M} \\ \frac{R_{tens,45,k}}{Y_{M2}} \end{array} \right.$$

- Расчетные значения соединителя на сдвиг получены на основании нормативных значений следующим образом:

$$R_{V,d} = \frac{R_{V,k} \cdot k_{mod}}{Y_M}$$

- Коэффициенты Y_M и k_{mod} должны приниматься в соответствии с действующими правилами, примененными для выполнения расчета.
- Ознакомьтесь со значениями механической прочности и геометрии шурупов можно в документе ETA-11/0030.
- Определение размеров и контроль деревянных элементов должны производиться отдельно.
- Шурупы должны вкручиваться с учётом минимально допустимого расстояния.
- Характеристическое сопротивление резьбы выдергиванию рассчитывалось с учетом глубины ввинчивания, равной $S_{g,tot}$ или S_g , как приведено в таблице.
Для промежуточных значений S_g можно линейно интерполировать.
- Значения сопротивления сдвигу и скольжению рассчитывались с учетом положения центра тяжести шурупа относительно плоскости сдвига.
- Характеристическое сопротивление сдвигу рассчитывается для шурупов, ввинченных без предварительного высверливания отверстия; в случае шурупов с высверленными предварительными отверстиями можно получить большие значения сопротивления.
- Значения, приведенные в таблице, оценены с учетом параметров механической прочности шурупов VGS Ø15, выведенных аналитически и подтвержденных опытным путем.
- Для других расчетных конфигураций доступно программное обеспечение MyProject (www.rothoblaas.ru.com).

ПРИМЕЧАНИЯ | ДЕРЕВО

- Характеристическое сопротивление резьбы выдергиванию рассчитывалось с учетом как угла ϵ 90° ($R_{ax,90,k}$), так и угла 0° ($R_{ax,0,k}$) между волокнами элемента из древесины и соединителем.
- Характеристическое сопротивление скольжению рассчитывалось с учетом угла ϵ 45° между волокнами элемента из древесины и соединителем.
- Под толщиной пластин (S_{PLATE}) подразумеваются минимальные значения, позволяющие введение потайной головки шурупа.
- Характеристическое сопротивление сдвигу древесины - древесина рассчитывалась с учетом как угла ϵ 90° ($R_{V,90,k}$), так и угла 0° ($R_{V,0,k}$) между волокнами второго элемента и соединителем.
- При расчете учитывается объемная масса деревянных элементов, равный $\rho_k = 385 \text{ кг/м}^3$.
Для иных значений ρ_k перечисленные сопротивления (выдергиванию, сжатию, скольжению и сдвигу) могут быть преобразованы при помощи коэффициента K_{dens} :

$$\begin{aligned} R'_{ax,k} &= K_{dens,ax} \cdot R_{ax,k} \\ R'_{ki,k} &= K_{dens,ki} \cdot R_{ki,k} \\ R'_{V,k} &= K_{dens,ax} \cdot R_{V,k} \\ R'_{V,90,k} &= K_{dens,V} \cdot R_{V,90,k} \\ R'_{V,0,k} &= K_{dens,V} \cdot R_{V,0,k} \end{aligned}$$

ρ_k [кг/м³]	350	380	385	405	425	430	440
C-GL	C24	C30	GL24h	GL26h	GL28h	GL30h	GL32h
$k_{dens,ax}$	0,92	0,98	1,00	1,04	1,08	1,09	1,11
$k_{dens,ki}$	0,97	0,99	1,00	1,00	1,01	1,02	1,02
$k_{dens,v}$	0,90	0,98	1,00	1,02	1,05	1,05	1,07

Таким образом определенные значения сопротивления могут отличаться (с запасом) от значений, полученных в результате точного расчета.

ПРИМЕЧАНИЯ | TC FUSION

- Характерные величины соответствуют ETA-22/0806.
- Осевое сопротивление выдергиванию резьбы ρ_{row} face действительно для минимальной толщины CLT $t_{CLT,min} = 10 \cdot d_1$ и минимальной глубины закручивания шурупа $t_{pen} = 10 \cdot d_1$.
- Шурупы длиной ниже значений, приведенных в таблице, не соответствуют требованиям минимальной глубины ввинчивания, в связи с чем не приводятся.
- При расчете учитывался класс бетона C25/30. Для применения с другими материалами смотрите ETA-22/0806.
- Проектное сопротивление шурупов растяжению является наименьшим из следующих значений: проектного сопротивления со стороны древесины ($R_{ax,d}$) и проектного сопротивления со стороны бетона ($R_{ax,C,d}$).

$$R_{ax,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{R_{ax,0,k} \cdot k_{mod}}{Y_M} \\ \frac{R_{ax,C,k}}{Y_{M,concrete}} \end{array} \right.$$

- Элемент из бетона должен иметь соответствующие арматурные прутки.
- Соединители должны находиться на максимальном расстоянии 300 мм.

СОПУТСТВУЮЩИЕ ИЗДЕЛИЯ



JIG VGU
стр. 409



LEWIS
стр. 414



CATCH
стр. 408

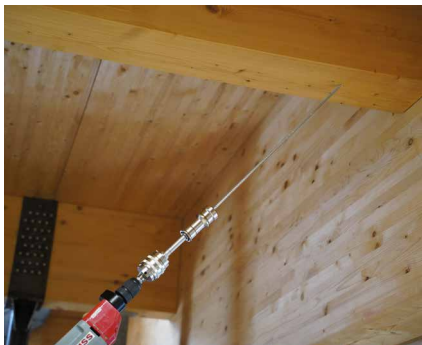


TORQUE LIMITER
стр. 408



B 13 B
стр. 405

ДЛИННЫЕ ШУРУПЫ



Благодаря CATCH даже самые длинные шурупы можно завинчивать быстро и надежно, без риска соскальзывания биты. Совместимы с TORQUE LIMITER.

VGS + VGU



Шаблон JIG VGU позволяет без затруднений выполнять предварительное просверливание отверстий под углом 45°, которые облегчают завинчивание шурупов VGS внутри шайбы. Рекомендуемая глубина предварительно просверленного отверстия составляет не менее 20 мм.



Для обеспечения контроля над крутящим моментом необходимо использовать правильную модель TORQUE LIMITER в соответствии с выбранным соединителем.

VGS +WASPL

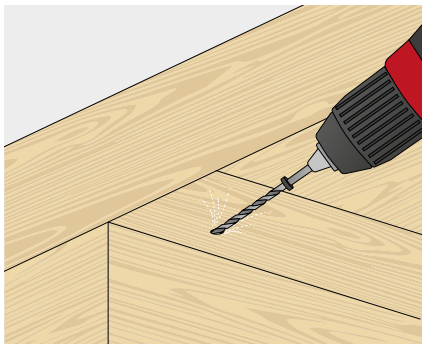


Вставьте шуруп так, чтобы его головка выступала на 15 мм, и зацепите крюк WASPL.

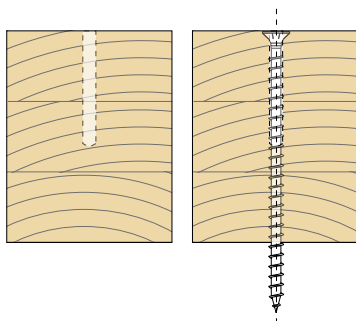


После подъема крюк WASPL быстро и легко отсоединяется и может использоваться вновь.

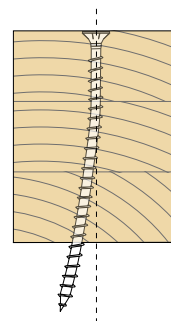
ВАЖНОСТЬ ПИЛОТНОГО ОТВЕРСТИЯ



пилотное отверстие



введение с пилотным отверстием

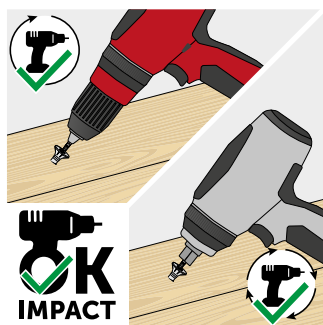


введение без пилотного отверстия

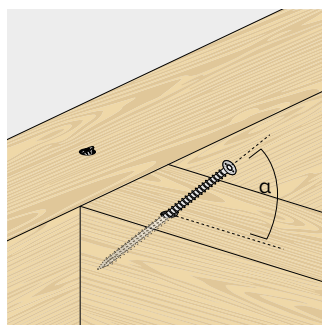
При установке часто происходит отклонение шурупа от направления завинчивания. Это явление связано непосредственно со структурой древесины, которая является неровной и неоднородной, например, из-за присутствия в отдельных местах сучков и из-за ее физических характеристик, зависящих от направления волокна. Большое значение имеет также мастерство оператора.

Использование пилотного отверстия облегчает введение шурупов, особенно длинных, и обеспечивает очень точное направление ввинчивания.

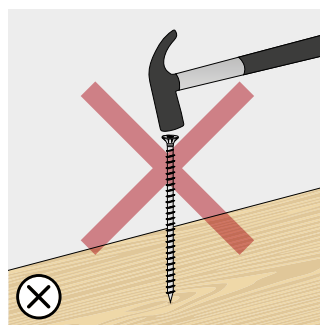
ИНСТРУКЦИИ ПО УСТАНОВКЕ



Для установки шурупов, используемых в конструктивных соединениях дерево-дерево (softwood), можно применять также импульсный или ударный шурупверт.

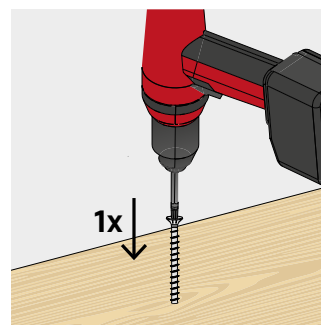


Соблюдайте угол установки, используя для этого пилотное отверстие и/или установочный шаблон.



Не бейте по шурупам, чтобы всадить наконечник в дерево.

Шурупы не должны использоваться повторно.

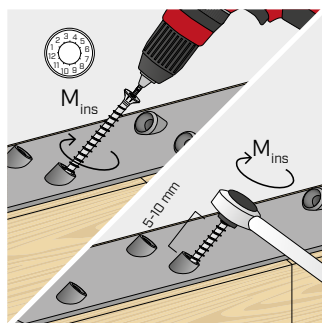


Как правило, рекомендуется вставлять соединитель за одну операцию, не делая остановок и перезапусков, которые могут создать состояния перенапряжения в шурупе.

ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ СОЕДИНЕНИЙ СТАЛЬ-ДЕРЕВО

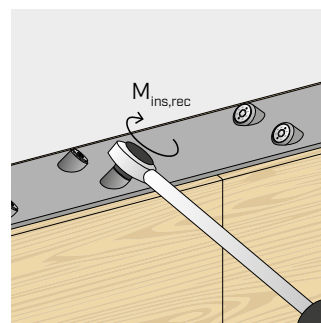


Использование импульсного/ударного шурупверта не допускается.

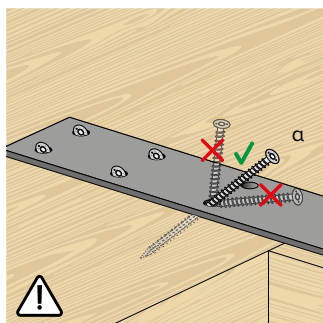


Обеспечивайте правильную затяжку. Рекомендуется использовать шурупверты с регулируемым крутящим моментом, например с TORQUE LIMITER. Можно также выполнять затяжку с помощью динамометрического ключа.

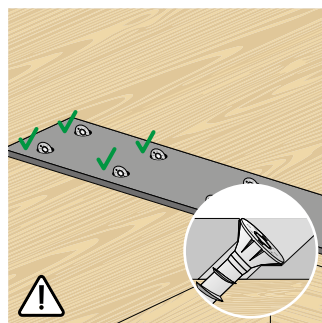
VGS	d ₁ [мм]	M _{ins,rec} [Nm]
Ø9	9	20
Ø11 L < 400 mm	11	30
Ø11 L ≥ 400 mm	11	40
Ø13	13	50



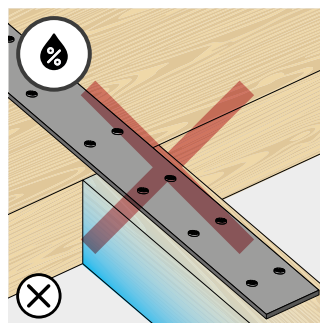
После установки крепежное изделие можно проверить с помощью динамометрического ключа.



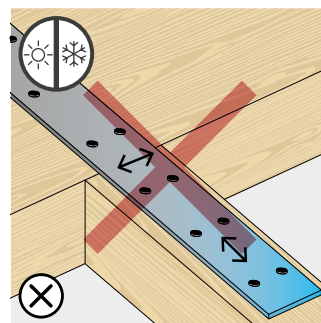
Избегайте изгиба.



Монтаж должен выполняться таким образом, чтобы нагрузки распределялись равномерно по всем установленным шурупам.

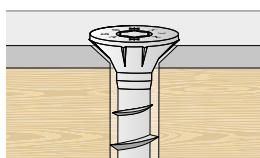


Избегайте усадки и набухания древесины, которые могут возникнуть из-за влажности.

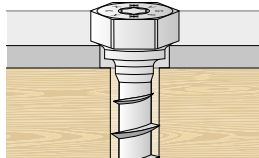


Избегайте размерных изменений металла, связанных, например, с сильными колебаниями температуры.

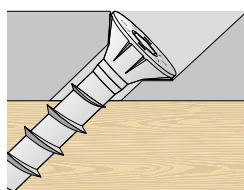
ФИГУРНАЯ ПЛАСТИНА



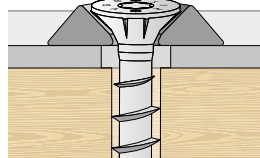
Отверстие с фаской.



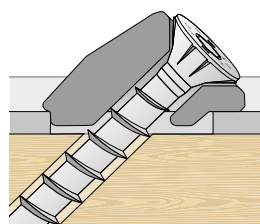
Цилиндрическое отверстие.



Наклонное расширенное отверстие.

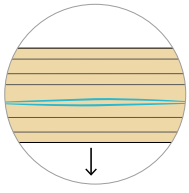


Цилиндрическое отверстие с расширенной шайбой HUS.



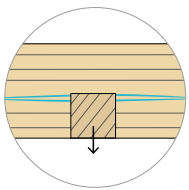
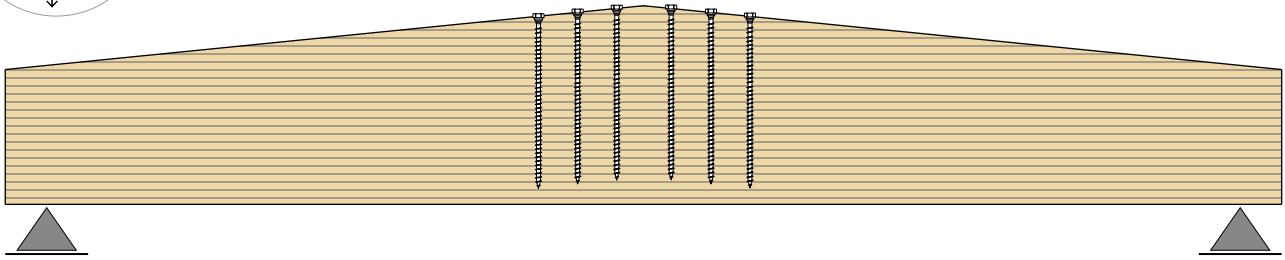
Прорез с шайбой VGU.

■ ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ: УСИЛЕНИЯ



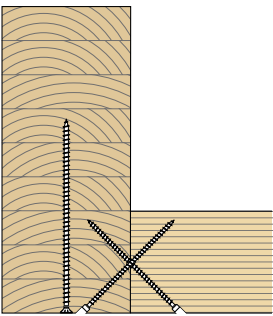
СУЖИВАЮЩИЕСЯ БАЛКИ

Усиление в верхней точке при растяжении перпендикулярно волокнам

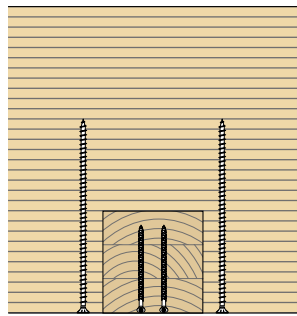


ПОДВЕШЕННЫЙ ГРУЗ

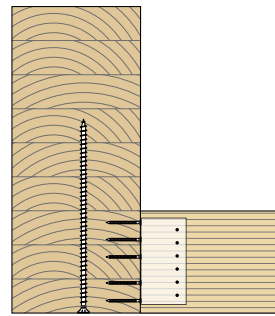
усиление при растяжении перпендикулярно волокнам



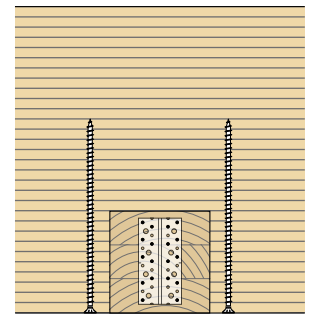
сечение



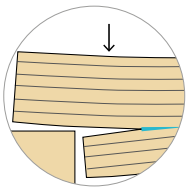
вид сбоку



сечение

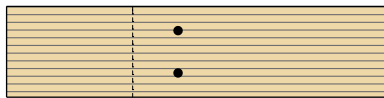


вид сбоку

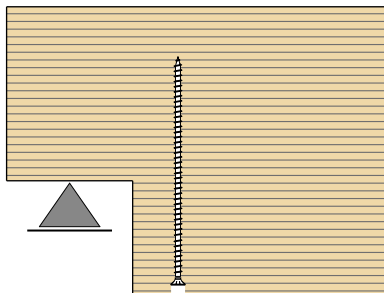


ПАЗ

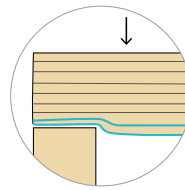
усиление при растяжении перпендикулярно волокнам



вид сверху



сечение

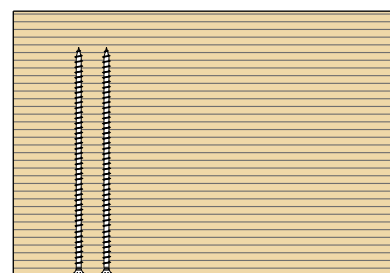


ОПОРА

усиление при сжатии перпендикулярно волокнам



вид сверху



сечение