

4. ВЫВОДЫ

Реальные примеры проектирования деревянных конструкций показывают, что основной причиной возникновения трещин в деревянных элементах являются растягивающие напряжения поперек волокон и сдвигающие напряжения вдоль волокон древесины, в обоих случаях трещина будет развиваться вдоль волокон. В результате действия этих напряжений происходит хрупкое или квазихрупкое разрушение. Это является предпосылкой возможности применения математического аппарата так называемой линейной механики разрушения для описания механических свойств древесины.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зайцев Ю.В. Механика разрушения для строителей. Москва, Высшая школа, 1991, 288 с.
2. Зайцев Ю.В. Новый подход к расчету бетонных и железобетонных конструкций (о механике разрушения бетона и железобетона). М., Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, № 5, 2000 г., с. 15-17.
3. Зайцев Ю.В. Современное состояние механики бетона в России и за рубежом. Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, № 2, 2003 г., с. 40-41.
4. Окольникова Г.Э. Конструкции из дерева и пластмасс. ч. I.: Справочное пособие. Москва, Строитель, № 4, 2002 г., с. 45-90.
5. Окольникова Г.Э. Конструкции из дерева и пластмасс. ч. II.: Справочное пособие. Москва, Строитель, № 5, 2002 г., с. 47-114.
6. Зайцев Ю.В., Окольникова Г.Э. Оценка трещиностойкости древесины методами механики разрушения. Материалы международной научной конференции «Технология строительства и реконструкции: проблемы и решения» TCR-2004. Минск, БНТУ, 2004 г. (в печати).

УДК 624. 12. 12

Окольникова Г. Э.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ НАГЕЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ НАКЛАДКАМИ И С ВПРЕССОВАННЫМИ В ДРЕВЕСИНУ СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫМИ ВТУЛКАМИ

Нагельные соединения с впредсванными стеклопластиковыми втулками [1, 2, 3] представляют собой новый вид соединений и в действующих нормах расчета и проектирования деревянных конструкций [4] отсутствуют. Принимая во внимание, что они являются разновидностью нагельных соединений, считалось целесообразным при расчете соединений с втулками использовать существующую методику расчета нагельных соединений путем введения в нее коэффициента условия работы соединения, учитывающего наличие впредсванной стеклопластиковой втулки. Поэтому, при определении величины расчетной несущей способности N_n нагельных соединений с металлическими накладками и с впредсванными в древесину стеклопластиковыми втулками, проводилось сопоставление экспериментальных данных несущей способности и деформативности соединений с впредсванными стеклопластиковыми втулками и нагельных соединений без втулок (табл. 1).

Благодаря использованию методов математического планирования эксперимента была получена зависимость для коэффициента условия работы соединения $m_{ам}$, учитывающего повышение несущей способности из-за наличия впредсванной стеклопластиковой втулки от трех параметров соединения: угла между направлением усилия и направлением волокон древесины $\alpha(^{\circ})$, диаметра нагеля $d(см)$, толщины стенки стеклопластиковой втулки $t(см)$:

$$m_{ам} = 2,7 + 0,156\alpha - 0,27d + 0,096t \quad (1)$$

Сравнение значений коэффициента условия работы соединения $m_{ам}$, полученных по формуле (1) с действительными значениями коэффициента представлено в табл. 2, которое свидетельствует о хорошей сходимости результатов и подтверждает приемлемость данного способа определения коэффициента $m_{ам}$.

Таким образом, расчетную несущую способность N_n нагельных соединений с впредсванными стеклопластиковыми втулками можно определить путем умножения расчетной несущей способности обычных нагельных соединений без втулок, вычисленной по [4], на коэффициент условия работы соединения $m_{ам}$, учитывающего наличие впредсванной стеклопластиковой втулки.

Таблица 1

Тип соединения $(\alpha - d - t)$, ($^{\circ}$ мм мм)	Усилие N_1 , кН		Усилие N_{I-II} , кН		Увеличение несущей способности (в количестве раз)		Полные деформации D_n при усилии N_{I-II} , мм		Уменьшение деформативности		Уменьшение деформативности	
	без втулок	с втулками	без втулок	с втулками	по N_{I-II} ($m_{от}$)	по N_1	без втулок	с втулками	количество раз	количество раз		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
90°-24-6	17,0	34,0	10,0	24,5	2,45	2,0	1,9025	0,7875	2,42	5,8925	2,165	2,72
90°-14-6	13,0	30,5	7,0	18,0	2,57	2,35	2,7012	1,12	2,41	10,54	5,8825	1,79
0°-24-6	37,0	76,0	22,0	49,0	2,23	2,05	1,75	0,8125	2,15	3,05	1,605	1,9
0°-14-6	24,0	50,0	16,0	38,0	2,375	20,8	2,905	1,5725	1,85	6,675	2,77	2,41
90°-18-8	14,0	32,0	8,0	22,0	2,75	2,28	1,676	0,76	2,2	8,065	5,57	1,45
90°-18-4	14,0	31,0	8,0	20,0	2,5	2,21	1,675	0,6037	2,77	8,065	5,275	4,52
0°-18-8	28,0	56,0	19,0	44,0	2,32	2,0	1,82	0,74	2,46	4,85	2,675	1,81
0°-18-4	28,0	54,0	19,0	40,0	2,10	1,93	1,82	0,89	2,04	4,85	2,7287	1,78
45°-24-8	26,0	45,0	19,0	36,0	1,89	1,73	1,5725	0,63	2,496	4,7125	1,16	4,0625
45°-24-4	26,0	41,05	19,0	34,0	1,79	1,60	1,5725	0,634	2,48	4,7125	1,10	4,28
45°-14-8	18,0	34,0	10,0	29,0	2,9	2,43	2,21	0,73	3,03	7,85	5,69	1,38
45°-14-4	18,0	32,0	10,0	27,0	2,7	1,78	2,21	0,6875	3,21	7,85	4,56	1,72
45°-18-6	20,0	40,0	15,0	31,0	2,17	2,0	1,6775	0,7525	2,23	6,465	2,665	2,43
45°-18-6	20,0	43,0	15,0	31,0	2,17	2,15	1,6775	0,5725	2,93	6,465	2,57	2,52
45°-18-6	20,0	41,0	15,0	31,0	2,17	2,05	1,6775	0,605	2,77	6,465	2,275	2,84
					2,319	2,04			2,4964			2,3075

Согласно [5] несущая способность нагельных соединений N_n оценивается двумя способами: по величине разрушающего усилия N_t , деленного на коэффициент надежности k , определенный по результатам испытаний - $\frac{N_t}{k} \geq N_n$;

Таблица 2

Тип соединения ($\alpha - d - t$) (° - мм - мм)	Значение $m_{эм}$ действительное	Значение $m_{эм}$ по формуле (1)	% отличия
90°-24-6	2,45	2,36	3,67
90°-14-6	2,57	2,62	1,9
0°-24-6	2,23	2,12	4,93
0°-14-6	2,375	2,379	0,168
90°-18-8	2,75	2,54	7,63
90°-18-4	2,5	2,497	0,12
0°-18-8	2,32	2,29	1,29
0°-18-4	2,1	2,25	6,67
45°-24-8	1,89	2,05	7,8
45°-24-4	1,79	2,01	10,94
45°-14-8	2,9	2,52	13,1
45°-14-4	2,7	2,48	8,1
45°-18-6	2,17	2,39	9,2
45°-18-6	2,17	2,39	9,2
45°-18-6	2,17	2,39	9,2
			%ср = 6,26

по величине усилия N_{I-II} , соответствующего верхней границе области упругой работы соединения, деленного на коэффициент 1,3 (коэффициент надежности для усилия N_{I-II}) - $\frac{N_{I-II}}{1,3} \geq N_n$.

Сопоставление экспериментальной несущей способности соединений с впрессованными стеклопластиковыми втулками ($\frac{N_{I-II}}{1,3}$ и $\frac{N_t}{k}$) с расчетной несущей способностью N_n , вычисленной с учетом коэффициента условия работы соединения $m_{эм}$, представлено в табл. 3.

Таблица 3

Тип соединения	N_t , кН	Коэффициент k	$\frac{N_t}{k}$	N_n	N_{I-II} , кН	$\frac{N_{I-II}}{1,3}$	N_n
90°-24-6	17,0	2,417	7,02	7,02	12,25	9,42	7,02
90°-14-6	15,25	2,45	6,22	5,62	9,0	6,92	5,62
0°-24-6	38,8	2,33	16,309	13,44	24,5	18,84	13,44
0°-14-6	25,0	2,38	10,504	8,33	19,0	14,61	8,33
90°-18-8	16,0	2,44	6,557	6,34	11,0	8,46	6,34
90°-18-4	15,5	2,45	6,327	6,16	10,0	7,69	6,16
0°-18-8	28,0	2,36	11,86	10,575	22,0	16,92	10,575
0°-18-4	27,0	2,37	11,39	10,26	20,0	15,38	10,26
45°-24-8	22,5	2,39	9,41	9,405	18,0	13,84	9,405
45°-24-4	21,75	2,41	9,025	9,0	17,0	13,07	9,0
45°-14-8	17,0	2,407	7,062	7,0455	14,5	11,15	7,0455
45°-14-4	16,0	2,33	6,867	6,84	13,5	10,38	6,84
45°-18-6	20,0	2,41	8,298	8,044	15,5	11,92	8,044
45°-18-6	21,5	2,40	8,958	8,044	15,5	11,92	8,044
45°-18-6	20,5	2,41	8,506	8,044	15,5	11,92	8,044

Таблица 4

Тип соединения	N_{I-II} , кН по расчету	$\frac{N_{I-II}}{1,3}$, кН	N_n , кН
60 -24-6	15,0	11,53	8,21
60 -14-6	12,75	9,8	6,14
60 -18-8	14,0	10,76	7,27
60 18-4	13,75	10,57	7,047
30 -24-8	17,5	13,46	12,44
30 -24-4	17,3	13,30	12,07
30 -14-8	16,0	12,3	7,91
30 -14-4	15,75	12,11	7,7
30 -18-6	16,5	12,69	9,24

Сопоставление теоретической несущей способности ($\frac{N_{I-II}}{1,3}$), определенной из расчета по методике [2], с расчетной несущей способностью N_n (с учетом коэффициента условия работы $m_{от}$) приведено в табл. 4.

Сравнение теоретических и экспериментальных значений усилий N_{I-II} и N_t соответственно приведено в табл. 5, отклонение не превышает 2,57%, что свидетельствует о хорошем совпадении результатов.

Таблица 5

Тип соединения	Нагрузка N_{I-II} , кН			Нагрузка N_t , кН		
	теоретическая	эксперимент.	%	теоретическая	эксперимент.	%
45 -14-4	27,0	27,0	0	33,67	32,0	4,96
90 -14-6	20,0	20,28	1,38	29,41	30,5	3,57
0 -24-6	4,0	41,21	2,9	68,5	68,0	0,7299
0 -18-4	37,0	38,59	4,12	53,0	54,0	1,85
45 -18-6	29,0	30,35	4,44	41,77	41,33	1,05
			2,57			2,43

Анализ данных табл. 3 и 4 показывает, что значения трех величин N_n , $\frac{N_t}{k}$, $\frac{N_{I-II}}{1,3}$ близки и выполняются вышеуказанные неравенства.

Сравнение деформативности соединений с металлическими накладками с впрессованными в древесину стеклопластиковыми втулками и соединений без втулок (табл. 1) показывает, что деформативность соединений с втулками гораздо меньше деформативности соединений без втулок [6, 7] (величина, на которую снижается деформативность, зависит от параметров соединения, поэтому для каждого типа соединения имеет свое значение и может быть принята по табл. 1).

Деформативность соединений с металлическими накладками с впрессованными в древесину стеклопластиковыми втулками, приходящаяся на 1 кН нагрузки (в пределах упругой работы соединения) меньше деформативности соединений без втулок в 4,43 - 8,84 раза (табл. 6).

ВЫВОДЫ

На основании проведенного анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований несущей способности и деформативности традиционных нагельных соединений и нагельных соединений с впрессованными стеклопластиковыми втулками были разработаны рекомендации по расчету последних.

Для практических расчетов соединений с металлическими накладками и с впрессованными в древесину стеклопластиковыми втулками предлагается использовать методику, рекомендуемую действующими нормами расчета и проектирования деревянных конструкций [4] для традиционных соединений без втулок путем введения в нее коэффициента условия работы соединения $m_{от}$, учитывающего повышение несущей способности соединения при наличии впрессованной стеклопластико-

вой втулки. Величина коэффициента $m_{\text{вт}}$ зависит от параметров соединения: угла между направлением усилия и направлением волокон древесины $\alpha(^{\circ})$, диаметра нагеля $d(\text{см})$, толщины стенки стеклопластиковой втулки $t(\text{см})$ и вычисляется по формуле (1).

Таблица 6

Тип соединения	Деформативность на 1 кН, мм (в пределах упругой работы соединения)		
	с втулками	без втулок	Снижение деформативности (количество раз)
90°-24-6	0,032	0,19	5,94
90°-14-6	0,062	0,386	6,23
0°-24-6	0,01658	0,0795	4,79
0°-14-6	0,041	0,1815	4,43
90°-18-8	0,0345	0,209	6,06
90°-18-4	0,03018	0,209	6,92
0°-18-8	0,01682	0,095	5,648
0°-18-4	0,02225	0,095	4,27
45°-24-8	0,0175	0,08276	4,73
45°-24-4	0,018647	0,08276	4,44
45°-14-8	0,025	0,221	8,84
45°-14-4	0,02546	0,221	8,68
45°-18-6	0,02427	0,1118	4,6
45°-18-6	0,01847	0,1118	6,05
45°-18-6	0,0195	0,1118	5,73

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берестнева Г. Э. Нагельные соединения с впрессованными стеклопластиковыми втулками. - Жилищное строительство. - Москва: Стройиздат, 1993, № 1. - с. 19-20.
2. Берестнева Г. Э. Исследование нагельных соединений. - Жилищное строительство. - Москва: Стройиздат, 1993, № 3. - с. 23-25.
3. Берестнева Г. Э. Экспериментальное исследование работы нагельных соединений. - Жилищное строительство. - Москва: Стройиздат, 1993, № 4. - с. 11-13.
4. СНиП II - 25 - 80. Деревянные конструкции. Нормы проектирования. - Москва: Стройиздат, 1982. - 31 с.
5. Рекомендации по испытанию соединений деревянных конструкций / ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. - Москва: Стройиздат, 1980. - 40 с.
6. Окольников Г.Э. Конструкции из дерева и пластмасс. ч. I.: Справочное пособие.-Москва: Строитель, № 4, 2002 г., с. 45-90.
7. Окольников Г.Э. Конструкции из дерева и пластмасс. ч. II.: Справочное пособие.-Москва: Строитель, № 5, 2002 г., с. 47-114.

УДК 621.86./061: 624.073.1

Рак Н.А., Щербак С.Б.

ИССЛЕДОВАНИЕ УЗЛОВ БЕСПЕТЛЕВОЙ СТРОПОВКИ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МНОГОПУСТОТНЫХ ПЛИТ

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших направлений снижения материалоемкости сборных железобетонных конструкций является уменьшение расхода стали на строповочные приспособления, необходимые только на стадии изготовления и монтажа. На строповочные петли многопустотных плит расходуется в зависимости от массы плиты, определяющей диаметр сечения петель, от 2,8 до 6,4 кг арматурной стали класса А-I, что составляет от 6 до 18 % от общего расхода стали на плиту. Таким образом, замена строповочных петель специальными инвентарными захватами позволяет существенно уменьшить расход стали. Это особенно актуально в настоящее время в условиях отсутствия собственного производства стали этого класса на металлургических предприятиях Республики Беларусь.