



(19) RU (11) 2016973 (13) C1  
 (51) 5 E 04 B 1/38, 1/58

Комитет Российской Федерации  
 по патентам и товарным знакам

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ**  
 к патенту Российской Федерации

1

(21) 5012663/33  
 (22) 08.07.91  
 (46) 30.07.94 Бюл. № 14  
 (71) Брестский политехнический институт  
 (72) Жук В.В.; Шведовский П.В.; Черноиван В.Н.  
 (73) Брестский политехнический институт  
 (56) 1. Конструкции из дерева и пластмасс. Примеры расчета и конструирования: Учеб. пособие для вузов. Под ред. проф. Иванова В.А. 3-е изд., перераб. и доп., Киев, Вища школа, Головное изд-во, 1981, рис.58 б, стр.139.  
 2. Авторское свидетельство СССР N 1404604, кл. E 04B 1/38, 1988.  
 (54) **ОПОРНЫЙ УЗЕЛ ДЕРЕВЯННОЙ ФЕРМЫ**  
 (57) Использование: в области строительства и предназначено для изготовления несущих конструкций, состоящих из деревянных элементов. Сущность изобретения: опорный узел деревянной фермы включает нижний пояс, снабженный

2

сверху выступом, прокладку, прикрепленную к основанию выступа и к верхней грани опорной части нижнего пояса, верхний пояс и подбалку, при этом верхняя или обе грани прокладки и нижняя грань выступа и верхняя грань нижнего пояса имеют по длине криволинейное очертание, описываемое уравнением:  $y = a^3/x^2 + a^2$ ,

$a = \sqrt{R_{ск}^д \cdot R_{ск}^п}$ ;  $x = N \cdot l^2 \cdot \sin \alpha / b^3 (1 + 1)$ , где  $R_{ск}^д$  и  $R_{ск}^п$  - соответственно расчетное сопротивление скальванию вдоль волокон древесины и материала прокладки, МПа;  $l$  - расчетная длина плоскости скальвания, м;  $b$  - ширина нижнего пояса, м;  $\alpha$  - угол наклона верхнего пояса, град; и снабжены продольными криволинейными гребнями и продольными криволинейными пазами. 2 зп. ф-лы, 6 ил. 2 табл.

Изобретение относится к строительству и предназначено для изготовления несущих конструкций, состоящих из деревянных элементов.

Известна конструкция опорного узла деревянной фермы, включающая нижний деревянный пояс, снабженный выступом, верхний деревянный пояс, примыкающий частью торца к выступу, и соединенный с нижним поясом с помощью деревянных накладок и аварийных болтов [1].

Основными недостатками данной конструкции являются малая несущая способность, большой коэффициент концентрации напряжений сдвига в начале плоскости скалывания и значительная металлоемкость.

Наиболее близким к предлагаемому техническому решению является конструкция опорного узла деревянной фермы, включающая нижний пояс, снабженный сверху выступом, прокладку, приклеенную к основанию выступа и к верхней грани опорной части нижнего пояса, верхний пояс, примыкающий частью торца к выступу, и подбалку, приклеенную к нижней грани опорной части нижнего пояса, при этом верхняя грань прокладки и основание выступа снабжены продольными гребнями и пазами [2].

Недостатком известного решения является то, что прочность швового шва, находящегося в плоскости скалывания, воспринимающего горизонтальную составляющую сжимающего усилия от верхнего пояса, будет определяться механическими характеристиками менее прочного материала, в данном случае материала выступа, а следовательно, выполнение прокладки из древесины твердых пород или высокопрочных пластмасс мало повышает прочность узла на скалывание. При значительной величине сжимающего усилия длина прокладки также увеличивается, что приводит к большей материалоемкости опорного узла.

Цель изобретения – повышение несущей способности и снижение материалоемкости опорного узла.

Цель достигается тем, что в опорном узле деревянной фермы, включающем нижний пояс, снабженный сверху выступом и дополнительной наклейкой, выполненной в виде прокладки, размещенной между основанием выступа и верхней гранью опорной части нижнего пояса и снабженной продольными гребнями, размещенными в соответствующих им пазах основания выступа, а снизу – подбалкой, и присоединенный к нижнему поясу под углом верхний пояс – выступ со стороны своего основания и контактирующий с ним участок верхней грани прокладки по длине имеют криволинейное очертание, описываемое уравнением

$$y = \frac{a^3}{x^2 + a^2}; \quad a = \sqrt{R_{ск}^D \cdot R_{ск}^N};$$

$$x = \frac{l^2 N \cdot \sin \alpha}{b^3 (1 + 1)}$$

где  $R_{ск}^D$  – расчетное сопротивление древесины скалыванию вдоль волокон, МПа;

$R_{ск}^N$  – расчетное сопротивление скалыванию вдоль волокон материала прокладки, МПа;

$l$  – расчетная длина плоскости скалывания, м;

$b$  – ширина нижнего пояса, м;

$\alpha$  – угол наклона верхнего пояса, град., и снабжены продольными криволинейными гребнями, размещенными в соответствующих им пазах.

Участок нижней грани прокладки и контактирующий с ней участок верхней грани нижнего пояса по длине дуги могут иметь также криволинейное очертание, описываемое уравнением, аналогичным очертанию верхней грани.

Гребни выполнены треугольного профиля с углом заострения в пределах 15–30° и высотой, равной 1/12 – 1/15 максимальной толщины прокладки.

Сравнительный анализ с прототипом показывает, что выполнение прокладки по длине криволинейной позволяет повысить несущую способность опорного узла за счет вовлечения в работу только материала прокладки, с большими прочностными и деформационными характеристиками.

Выполнение прокладки криволинейной по обим граням позволяет значительно уменьшить ее длину до длины плоскости скалывания, что позволяет значительно уменьшить материалоемкость опорного узла.

Выполнение гребней треугольного профиля с углом заострения в пределах 15–30° и высотой, равной 1/12–1/15 максимальной толщины прокладки, обеспечивает минимальное усилие вдавливания в соответствующие пазы, при котором не происходит раскалывания древесины, что позволяет уменьшить расход материалов на пояс, прокладку и выступ.

Таким образом заявляемый опорный узел деревянной фермы соответствует критерию изобретения "Новизна".

Сравнение заявляемого решения с другими в данной области не позволило выявить в них признаки, отличающие заявляемое решение от прототипа, что позволяет сделать вывод о соответствии критерию "Существенные отличия".

На фиг.1 изображен опорный узел деревянной фермы; на фиг.2 – разрез А-А на фиг.1; на фиг.3 – эпюра распределения касательных напряжений по плоскости скальвания; на фиг.4 – опорный узел деревянной фермы с криволинейной поверхностью по двум сторонам; на фиг.5 – схема последовательности сборки узла; на фиг.6 – прокладка.

Опорный узел деревянной фермы включает нижний пояс 1, снабженный сверху выступом 2, прокладку 3, прикрепленную к основанию выступа 2 и к верхней грани опорной части нижнего пояса 1, верхний пояс 4, примыкающий частью торца к выступу 2, и подбалку 5, приклеенную к нижней грани опорной части нижнего пояса 1. При этом верхняя или обе грани прокладки 3 и нижняя грань выступа 2 и верхняя грань нижнего пояса 1 по длине имеют криволинейные очертания, снабженные продольными криволинейными гребнями 6 и продольными криволинейными пазы 7.

Сборку опорного узла осуществляют следующим образом.

В выступе 2 со стороны его основания и на верхней грани прокладки 3 по шаблону, имеющему криволинейное очертание, описываемое уравнением –

$$y = \frac{a^3}{x^2 + a^2}; \quad a = \sqrt{R_{ск}^д \cdot R_{ск}^п};$$

$$x = \frac{N \cdot l^2 \cdot \sin \alpha}{b^3 (1 + 1)}$$

где  $R_{ск}^д$  – расчетное сопротивление древесины скальванию вдоль волокон, МПа;

$R_{ск}^п$  – расчетное сопротивление скальванию вдоль волокон материала прокладки, МПа;

$l$  – расчетная длина плоскости скальвания, м;

$b$  – ширина нижнего пояса, м;

$\alpha$  – угол наклона верхнего пояса, град., фрезеруют продольные гребни 6 и пазы 7. Затем на них наносят слой клеевой композиции, гребни вводят в соответствующие им пазы и, осуществив прижим, выдерживают в запрессованном состоянии до отверждения клея. После этого прокладку 3 с приклеенным к ней выступом 2 приклеивают на гладкую фугу к верхней грани опорной части нижнего пояса.

Возможно совмещение этих операций во времени.

В случае применения в конструкции опорного узла прокладки 3 криволинейного очертания по двум сторонам с приклейкой на гладкую фугу или с вводом гребней в

соответствующие им пазы сборку опорного узла осуществляют таким же образом.

Узел работает следующим образом.

Сжимающее усилие от верхнего пояса 4 передается посредством упора его торца в торец выступа 2, горизонтальная составляющая этого усилия воспринимается в основном материалом прокладки 3 и частично клеевыми швами, расположенными по плоскости скальвания.

Соединение прокладки 3 с выступом 2 по криволинейной поверхности с помощью продольных гребней 6 и пазов 7 позволяет значительно увеличить прочность узла на скальвание, что обеспечивается за счет размещения по плоскости скальвания более прочного материала прокладки (древесины твердых пород или высокопрочной пластмассы, в то время как зона чередования менее прочных гребней выступа с более прочными гребнями прокладки будет располагаться выше плоскости скальвания.

Использование прокладки, имеющей криволинейное очертание обеих сторон, выполняющей роль армирующего элемента, позволяет значительно уменьшить степень концентрации напряжений в начале площадки скальвания, так как форма криволинейного очертания прокладки близка к форме эпюры распределения касательных напряжений по плоскости скальвания, что позволяет уменьшить степень удлинения растянутых волокон, прилегающих к площадке скальвания, и значительно увеличить несущую способность опорного узла.

Кроме того использование прокладки, имеющей криволинейное очертание обеих сторон, позволяет уменьшить длину прокладки, что снижает расход материалов (древесины твердых пород или высокопрочной пластмассы и клея).

**Пример.** Рассмотрим конструктивные решения известного и предлагаемого опорных узлов деревянных ферм.

Известный опорный узел: нижний пояс – брус из древесины первого сорта сечением 150x200 мм; выступ – брус из древесины первого сорта сечением 150x150 мм; прокладка – стеклопластик типа СВМ 1:1 ( $R_{ск} = 55$  МПа,  $E = 24000$  МПа,  $\mu = 0,13$ ); верхний пояс – брус из древесины первого сорта сечением 150x250 мм; клей – фенолформальдегидный ( $R_{ск} = 5,5$  МПа,  $E = 4200$  МПа,  $\mu = 0,20$ ).

Предлагаемый опорный узел: материал и размеры сечений элементов из древесины, материал прокладки и марка клея – те же, что и для известного опорного узла.

По результатам технико-экономического сравнения заявляемого технического решения по отношению к прототипу получены следующие удельные показатели (на один узел) (табл.1).

Сравнение вариантов опорных узлов показывает, что несмотря на увеличение расхода стеклопластика и трудоемкости изготовления (около 3%), получаемый сверхсуммарный эффект по максимуму увеличения несущей способности и снижения материалоемкости позволяет сделать вывод о преимуществах предлагаемого тех-

нического решения по сравнению с прототипом.

Результаты экспериментальных испытаний влияния параметров продольных криволинейных гребней на величину усилий вдавливания и материалоемкость узла, представленные в табл.2, подтверждают оптимальность заявленных пределов как по углу заострения, так и по высоте.

Предлагаемый опорный узел деревянной фермы позволяет повысить несущую способность соединения на 60% и снизить расход материалов на 10-15%.

Таблица 1

Тип опорного узла	Расход материалов			Относительная величина несущей способности, %	Трудоемкость изготовления, чел. ч
	клей, кг	стеклопластик, кг	древесина, м <sup>3</sup>		
Прототип	0,292	40,3	0,094	100	1,161
По предлагаемому техническому решению	0,284	41,2	0,083	162	1,174

Таблица 2

Зависимость параметров продольных криволинейных гребней на величину усилий вдавливания и материалоемкость элементов опорного узла

Расчетные параметры гребней	Угол заострения, град											
	12			17			26		34		40	
	1/8	1/20	1/25	1/7	1/12	1/20	1/10	1/15	1/10	1/20	1/10	1/20
Экспериментальные характеристики												
Относительная величина усилий вдавливания, %	102	123	160	104	84	144	108	96	120	172	130	181
Относительная материалоемкость, %:												
по древесине	30	60	64	29	50	66	28	56	30	68	31	68
по стеклопластику	70	40	36	71	50	34	72	44	70	32	69	32
Коэффициент концентрации напряжений сдвига в начале плоскости скальвания	2,6	2,9	3,0	2,5	2,1	2,8	2,7	2,3	2,7	3,1	2,6	3,3

### Формула изобретения

1. ОПОРНЫЙ УЗЕЛ ДЕРЕВЯННОЙ ФЕРМЫ, включающий нижний пояс с выступом сверху и дополнительной накладкой в виде прокладки, размещенной между основанием выступа и верхней гранью опорной части нижнего пояса и имеющей продольные гребни, размещенные в соответствующих пазах основания выступа, а снизу - подбалку и присоединенный к нижнему поясу под углом верхний пояс, отличающийся тем, что, с целью повышения несущей способности и снижения материалоемкости опорного узла, выступ со стороны основания и контактирующий с ним участок верхней грани прокладки по длине выполнен криволинейным, определяемым из уравнения

$$y = \frac{a^3}{x^2 + a^2}$$

где  $a = \sqrt{R_{ск}^I \cdot R_{ск}^{II}}$ ,

$$x = \frac{N \cdot l^2 \cdot \sin \alpha}{b^2(1 + 1)}$$

где  $R_{ск}^I$  - расчетное сопротивление древесины скалыванию вдоль волокон, МПа;

$R_{ск}^{II}$  - расчетное сопротивление скалыванию вдоль волокон материала прокладки, МПа;

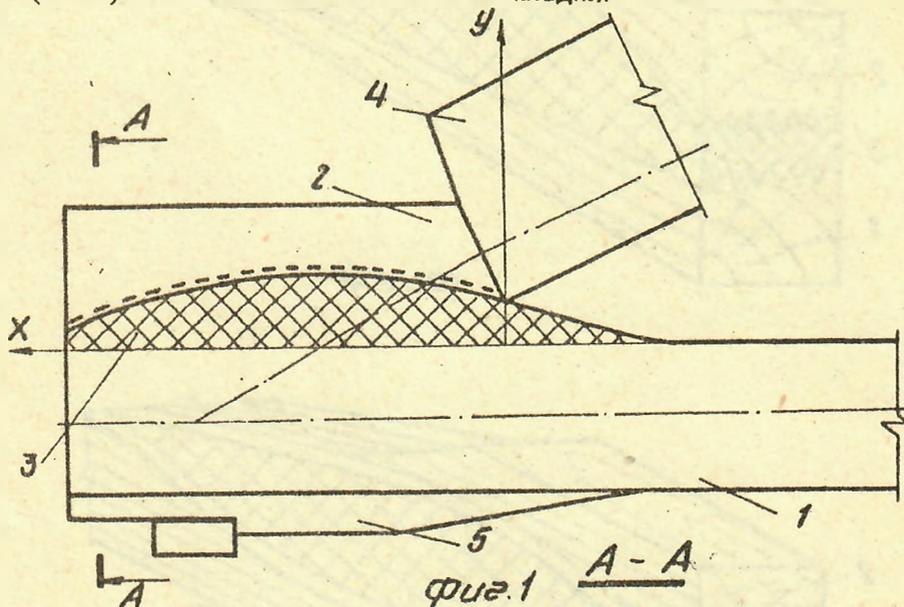
$l$  - расчетная длина плоскости скалывания, м;

$b$  - ширина нижнего пояса, м;

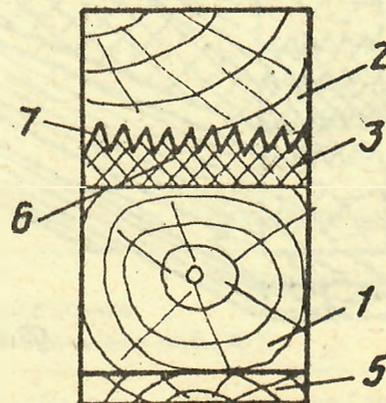
$\alpha$  - угол наклона верхнего пояса, град, причем пазы выполнены криволинейными.

2. Узел по п.1, отличающийся тем, что участок нижней грани прокладки и контактирующий с ней участок верхней грани нижнего пояса по длине выполнен криволинейным.

3. Узел по п.1, отличающийся тем, что продольные криволинейные гребни выполнены треугольного профиля с углом заострения, равным 15 - 30°, и высотой, равной 1/12 - 1/15 максимальной толщины прокладки.

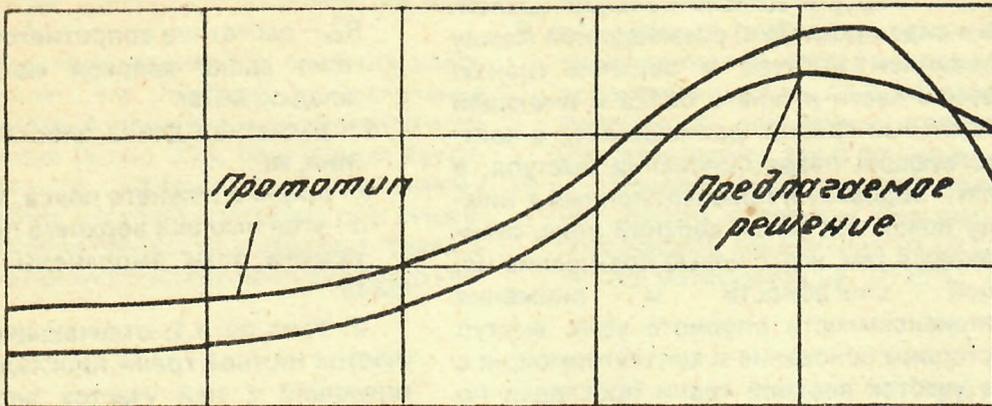


Фиг. 1

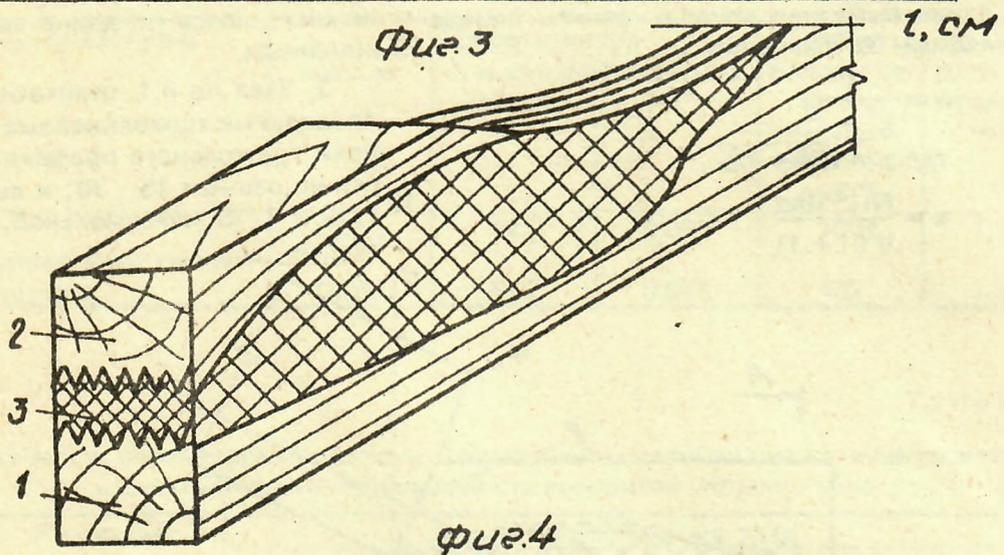


Фиг. 2

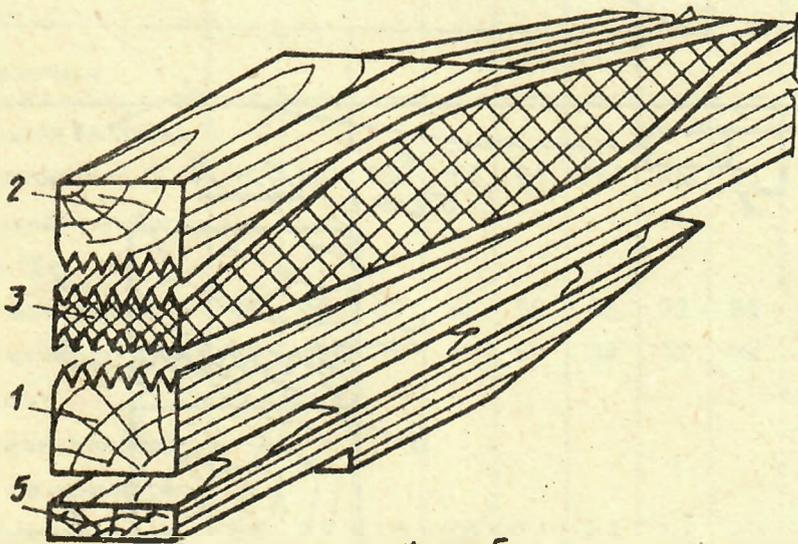
$\tau$ , МПа



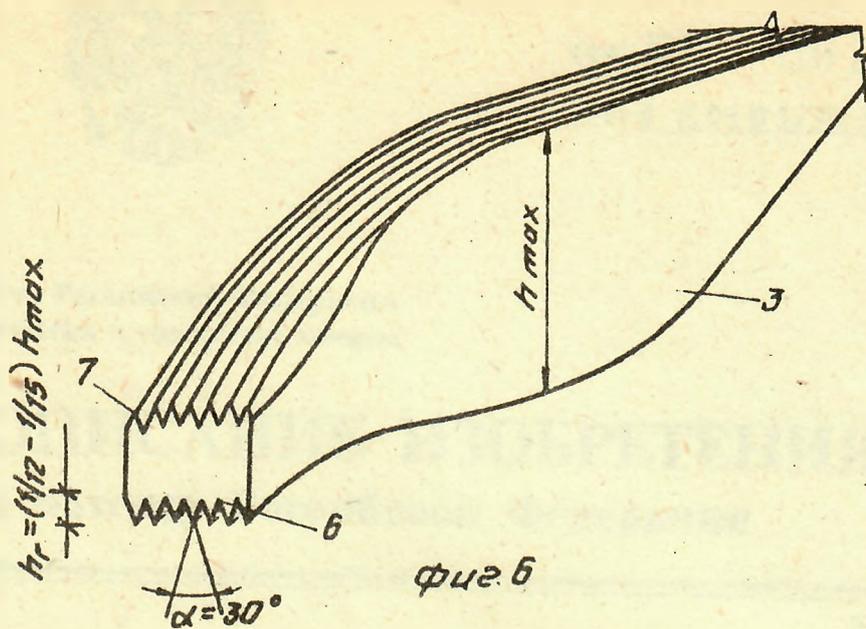
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Редактор С. Кулакова

Составитель  
Техред М. Моргентал

Корректор М. Петрова

Заказ 522

Тираж  
НПО "Поиск" Роспатента  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Подписное