

PECULARITIES OF CALCULATION AND STRENGTHENING OF GLULAM TIMBER BEAMS

R. Čechavičius

To cite this article: R. Čechavičius (1997) PECULARITIES OF CALCULATION AND STRENGTHENING OF GLULAM TIMBER BEAMS, *Statyba*, 3:11, 15-23, DOI: [10.1080/13921525.1997.10531348](https://doi.org/10.1080/13921525.1997.10531348)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.1997.10531348>



Published online: 26 Jul 2012.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 64

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА И УСИЛЕНИЯ ДОЩАТОКЛЕЕННЫХ БАЛОК

Р. Чехавичюс

1. Введение

Дощатоклеенные балки ввиду упрощенной технологии изготовления широко применяются как несущие элементы различных покрытий.

В нашей стране и за рубежом в основном применяются прямолинейные, односкатные или двускатные балки прямоугольного сечения. В настоящее время за рубежом большой популярностью пользуются также рациональные криволинейные балки, которые рекомендуется применять и у нас.

Если расчет прямолинейных балок не вызывает особых сомнений, то при проектировании балок с наклонными гранями и особенно криволинейных имеется еще много белых пятен.

Целью данной работы является дополнить и уточнить существующий у нас расчет таких балок и дать рекомендации по их усилению.

2. Особенности расчета дощатоклеенных балок с наклонными гранями на прочность

Во-первых, необходимо в двускатных балках с горизонтальной нижней гранью учитывать возникающие в коньковой части небольшие напряжения растяжения древесины поперек волокон ввиду исключительно малого ее сопротивления данному виду напряжения.

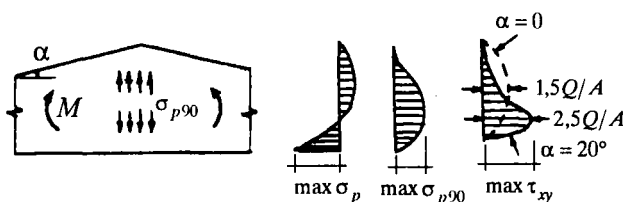


Рис. 1. Распределение напряжений в коньке двускатных балок по [1]

Fig 1. Distribution of stresses in apex zone of double tapered beams due to [1]

Во-вторых, по скату балок, кроме напряжения изгиба, образуются поперечные напряжения сжатия или растяжения, а также напряжения скалывания, взаимодействие которых уменьшает прочность элемента.

Распределение напряжений в коньке изгибаемых двускатных балок с горизонтальной нижней гранью по [1] представлено на рис. 1.

Максимальные напряжения растяжения поперек и вдоль волокон в данных балках можно определить по формулам [1, 2, 3]:

$$\max \sigma_{p90} = 0,2tg\alpha \frac{M}{W}, \quad (1)$$

$$\max \sigma_p = (1 + 1,4tg\alpha + 5,4tg^2\alpha) \frac{M}{W}. \quad (2)$$

Следует отметить, что в балках с двускатной нижней гранью в средней части конька возникнут напряжения не поперечного растяжения, а поперечного сжатия, которые значительно менее опасны, а в наклонной нижней грани появляются напряжения растяжения поперек сечения, которые можно определить по [4]:

$$\sigma_{p90} = \frac{M}{W} tg^2\alpha \leq R_{p90}. \quad (3)$$

В нормах США [5] расчетные сопротивления на растяжение поперек волокон (R_{p90}) не должны превышать 0,1-0,47 МПа, в нормах Германии [6] - 0,25 МПа, в нормах Швеции [4] - 0,2 МПа, в проекте новых Европейских норм [2] - 0,35-0,45 МПа в зависимости от породы древесины и типа нагрузок. Действующими в нашей стране в настоящее время СНиП [7] рекомендуется расчетное сопротивление древесины растяжению поперек волокон (R_{p90}) для клееных элементов принимать равным 0,25-0,35 МПа. Возникает вопрос, достаточно ли обоснована и верна эта важная величина, так как на растрескивание древесины влияют также различные технологические и конструктивные

факторы, такие, как неизбежные деформации набухания и усушки, неравномерная влажность склеенных досок, несогласованное или "горизонтальное" расположение годовых слоев древесины и т.д. При этом следует отметить, что среднюю часть сечения балок, где поперечные напряжения растяжения достигают максимума, в целях экономии рекомендуется изготавливать из досок худшего качества.

В изгибаемых балках с наклонными гранями, кроме напряжений изгиба, возникают также напряжения сжатия или растяжения поперек волокон и напряжения скалывания (рис. 2).

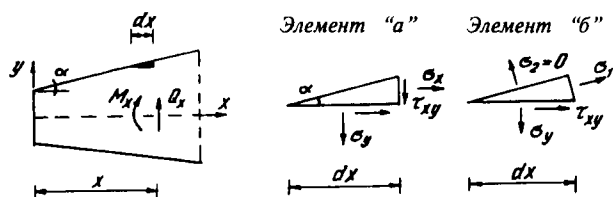


Рис. 2. Распределение напряжений в наклонном ребре балок по [1]

Fig 2. Distribution of stresses in tapered edge of beam due to [1]

Из условия равновесия отсеченного треугольного элемента верхнего ската "а" можно записать [1]:

$$\begin{aligned} \sigma_x \cdot b \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot dx + \tau_{xy} \cdot b \cdot dx &= 0, \\ \sigma_y \cdot b \cdot dx + \tau_{xy} \cdot b \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot dx &= 0, \\ \sigma_y &= -\tau_{xy} \cdot \operatorname{tg} \alpha = \sigma_x \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha, \\ \tau_{xy} &= -\sigma_x \cdot \operatorname{tg} \alpha. \end{aligned}$$

Главные напряжения (по элементу "б"):

$$\sigma_1 = \sigma_x \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha}, \quad (4)$$

$$\sigma_2 = 0. \quad (5)$$

Распределение скалывающих напряжений по длине балки с наклонной гранью, определенное методом конечных разностей [5], представлено на рис. 3.

Для определения прочности балок при данном виде напряженного состояния в США применяется так называемая формула взаимодействия ("Interaction formula") [8]:

$$\left(\frac{\sigma_u}{R_u} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_y}{R_{y90}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{xy}}{R_{ck}} \right)^2 \leq 1, \quad (6)$$

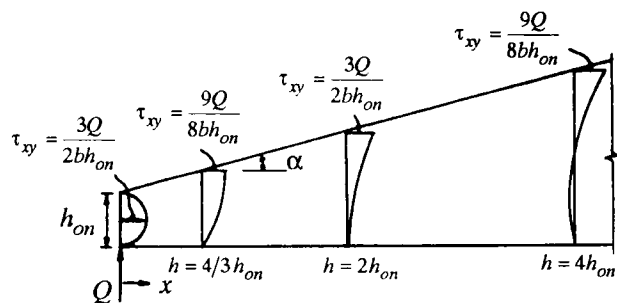


Рис. 3. Распределение тангентальных напряжений в дощатоклееных балках прямоугольного сечения с наклонными гранями по [5]

Fig 3. Distribution of tangential stresses in tapered glulam beams due to [5]

где σ_u , σ_y , τ_{xy} и R_u , R_{y90} , R_{ck} - напряжения и расчетные сопротивления древесины соответственно при изгибе, растяжении (сжатии) поперек волокон и скалывании.

При проверке данной формулы в университете Карлсруэ [1] установлено, что если при действии поперечных напряжений сжатия по данной формуле получаются немного завышенные в сторону запаса результаты, то при действии поперечных напряжений растяжения полученные результаты близки к опытным.

В проекте новых Европейских норм [2] при действии напряжений скалывания и растяжения поперек волокон условие прочности имеет вид:

$$\left(\frac{\tau_{xy}}{R_{ck}} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_{p90}}{R_{p90}} K_{об} \right)^2 \leq 1, \quad (7)$$

где $K_{об} = 1$ для массивной древесины, $K_{об} = (V/V_0)^{0,2}$ для дощатоклееной, где $V = bh^2$ и $V_0 = 0,01 \text{ м}^3$.

Предложенные формулы дают возможность дополнить и уточнить применяемый у нас расчет на прочность дощатоклееных балок с наклонными гранями.

3. Особенности расчета гнутоклееных деревянных балок от усилий поперечного растяжения

При проектировании гнутоклееных балок (рис. 4) необходимо учитывать особенности распределения напряжений в криволинейной части элемента и в первую очередь возникновение больших напряжений растяжения древесины поперек волокон. Как показано выше, допустимые напряжения на растяжение древесины по-

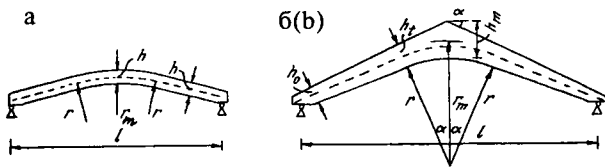


Рис. 4. Схемы гнутоклееных деревянных балок: а - постоянного сечения, б - двускатная с криволинейной нижней гранью (балка типа “бумеранг”)

Fig 4. Schemes of curved glulam beams: a - of constant depth; b - of pitched cambered

перек волокон в ведущих странах мира по клееным деревянным конструкциям очень малы: 0,2-0,25 МПа. Такое сопротивление считается непреувеличенным и вполне обоснованным. Даже при столь небольших расчетных сопротивлениях древесины на растяжения поперек волокон неоднократно происходили аварии. Так, после одной из аварий в Финляндии [2] было доказано, что величина поперечного растяжения в так называемой балке типа “бумеранг” (двускатная балка с криволинейной нижней гранью) перед растрескиванием составляла не более 0,2-0,3 МПа, однако из-за длительного действия нагрузки древесина и этого не выдержала. Изготовление таких балок было временно приостановлено. До выяснения причин таких аварий на других объектах, на которых растрескивания еще не наблюдалось, балки типа “бумеранг” были снабжены стяжкой, подперты в середине или в обоих концах оборудованы неподвижные шарниры.

Расчет гнутоклееных балок можно подразделить на расчет при постоянной и переменной высоте сечения.

3.1. Расчет гнутоклееных балок постоянного сечения

При расчете гнутоклееных балок постоянного сечения (рис. 5) максимальные напряжения растяжения поперек волокон можно определить по формуле [1, 3]:

$$\max \sigma_{p90} = \alpha_q \cdot \frac{M}{W} = \frac{1}{4\beta} \cdot \frac{M}{W}, \quad (8)$$

где $\beta = r_m/h$, r_m - радиус кривизны центральной оси гнутой части элемента, h - высота сечения.

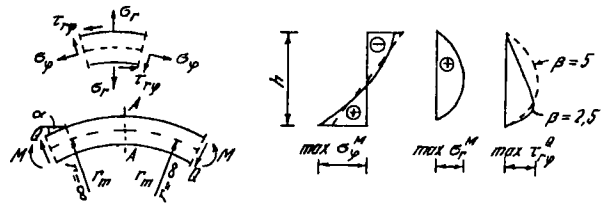


Рис. 5. Распределение напряжений в изгибаемой гнутоклееной балке постоянного сечения по [1]

Fig 5. Distribution of stresses in curved beam of constant depth under bending due to [1]

Аналогичные формулы представлены и в “Пособии по проектированию деревянных конструкций” [10]:

$$\max \sigma_{p90} = \frac{M}{W} K_r \leq R_{p90}, \quad (9)$$

где $K_r = 0,25h/r_m - 0,083(h/l - 0,034)$.

В случае чистого изгиба коэффициент $K_r = 0,25h/r_m$.

Максимальные напряжения изгиба можно определить по формуле [1, 3]:

$$\max \sigma_u = \alpha_l \cdot \frac{M}{W} = \left(1 + \frac{1}{2\beta}\right) \cdot \frac{M}{W}. \quad (10)$$

Предложенные формулы действительны только для балок прямоугольного сечения при $\beta \geq 2$. Для балок двутавровой или коробчатого сечения Геймесхофф [11] предлагает следующую зависимость:

$$\sigma_{p90} = \frac{M S}{J b_0 r_m}, \quad (11)$$

где b_0 - ширина ребер двутавровой или коробчатой балок.

3.2. Расчет балок типа “бумеранг”

Расчет изгибаемых двускатных балок с криволинейной нижней гранью (балка типа “бумеранг”) базируется на зависимости анизотропных материалов, так как распределение напряжений в таких балках очень сложно (рис. 6).

В работах [3, 12] даны зависимости для определения величин напряжений от действующего момента и поперечной силы, рассчитанных с учетом анизотропии древесины:

1. Максимальные напряжения растяжения вдоль волокон по внутренней кромке балки

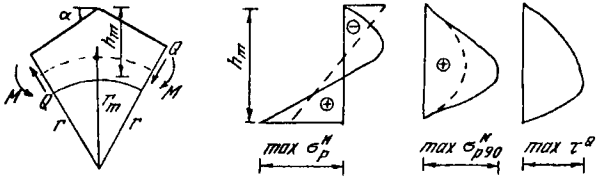


Рис. 6. Распределение напряжений в изгибаемых балках типа “бумеранг” по [1]

Fig 6. Distribution of stresses in pitched cambered beams due to [1]

можно определить по формулам:

$$\max \sigma_p^M = \alpha_l^M \frac{M}{W_m}; \quad W_m = \frac{bh_m^2}{6}, \quad (12)$$

где $\alpha_l^M = A_l + B_l/\beta + C_l/\beta^2 + D_l/\beta^3$,

$$A_l = 1 + 1,4tg\alpha + 5,4tg^2\alpha,$$

$$B_l = 0,35 - 8tg\alpha,$$

$$C_l = 0,555 + 8,25tg\alpha - 7,825tg^2\alpha, \quad D_l = 6tg\alpha.$$

2. Максимальные напряжения растяжения поперек волокон:

$$\max \sigma_{p90}^M = \alpha_l^M \frac{M}{W_m}, \quad (13)$$

где $\alpha_q^M = A_q + B_q/\beta + C_q/\beta^2$, $A_q = 0,2tg\alpha$,

$$B_q = 0,25 - 1,5tg\alpha + 2,585tg^2\alpha,$$

$$C_q = 2,1tg\alpha - 4tg^2\alpha.$$

3. Максимальные напряжения скалывания:

$$\max \tau^Q = \alpha^Q \frac{Q}{A_m}, \quad (14)$$

где $\alpha^Q = A_\tau + B_\tau/\beta + C_\tau/\beta^2$,

$$A_\tau = 1,5 + 2tg\alpha + 2,28tg^2\alpha,$$

$$B_\tau = -0,057 - 12,5tg\alpha + 13,83tg^2\alpha,$$

$$C_\tau = 14,25tg\alpha - 23tg^2\alpha.$$

Представленные формулы охватывают также случаи двускатных балок с горизонтальной нижней гранью ($\beta = \infty$; $\alpha > 0$), а также гнутоклееные балки постоянного сечения ($\beta > 0$; $\alpha = 0$), где α - угол наклона верхней грани балки по отношению к нижней). Для балок типа “бумеранг” эти формулы действительны при

$$\beta = \frac{h_m}{r_m} \geq 2,5,$$

где h_m - высота балки в коньке, r_m - расстояние от центра кривизны до центра конька балки.

Величины коэффициентов α_l^M и α_q^M в зависимости от кривизны β и угла наклона ската α можно подобрать и по представленным в [1, 12, 3] графикам или таблицам (рис. 7).

Исследования, проведенные в Канаде [13], показали, что прочность древесины на растяжение поперек волокон в балках типа “бумеранг” зависит также и от объема коньковой части. При увеличении объема коньковой части балки $V > 0,1 \text{ m}^3$ сопротивление растяжению поперек волокон следует уменьшать до 0,15 МПа.

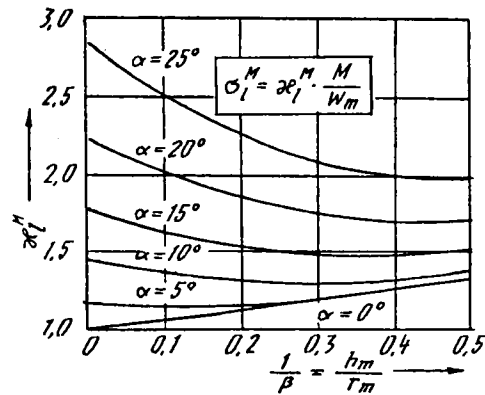
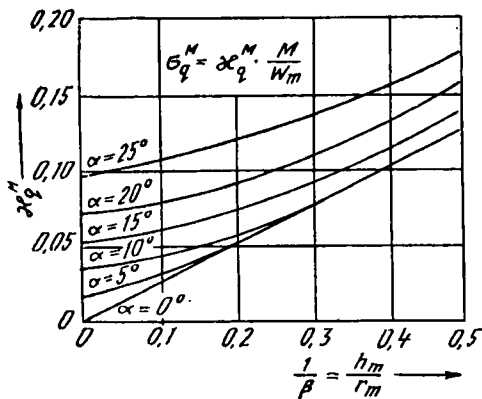


Рис. 7. Зависимость величины коэффициентов α_q^M и α_l^M от кривизны β и угла наклона α по [3, 12]

Fig 7. Relationship of the value of coefficients α_q^M and α_l^M due to radius of curvature β and angle of taper α according to [3, 12]

Данные расчеты служили основой для проекта новых Европейских норм [2], которые отличаются лишь округленными коэффициентами и более точным учетом уменьшения расчетного сопротивления растяжению поперек волокон в зависимости от объема коньковых частей балок:

$$\sigma_{p90} \leq K_{рас} \left(\frac{V_0}{V} \right)^{0,2} R_{p90}, \quad (15)$$

где $K_{рас}$ - коэффициент, учитывающий неравномерность распределения напряжений в коньковых частях балок: $K_{рас} = 1,4$ для двускатных балок с горизонтальной нижней гранью, а также гнукотклееных балок постоянного сечения; $K_{рас} = 1,7$ для балок типа "бумеранг"; $V_0 = 0,01 \text{ м}^3$; $V = bh_m^2$, но не более 2/3 объема всей балки.

4. Усиление коньковых частей гнукотклееных балок

Если рассчитанные напряжения растяжения поперек волокон больше относительного сопротивления древесины и конструктивными мероприятиями (увеличением h_m и r_m) не удастся их снизить до расчетных величин, коньковую часть балок следует усилить. Наиболее часто это касается балок типа "бумеранг".

Длину коньковой части балок, требующей усиления $L_{кр}$ ("критическая длина"), можно определить расчетом. Однако опытом проектирования выявлено, что для балок типа "бумеранг" критическая длина может быть принята равной $2h_m$.

Расчет усиления можно привести представленными ниже способами, базирующимися на различных предпосылках.

4.1. I способ (Германия, [14]). Принимается, что усилие поперечного растяжения ("W") распределяется равномерно на критической длине коньковой части балки. В этом случае суммарное усилие поперечного растяжения определяется как вертикальная составляющая ("W") усилия, действующего в наклонном сжатом ребре ("D"):

$$W = 2D \sin \alpha \quad \text{или} \quad W \cong 2M_m \sin \alpha / z_0, \quad (16)$$

где α - угол наклона верхнего ребра, M_m - изгибающий момент, действующий в коньке балки, z_0 - расстояние между равнодействующими усилиями в сжатой и растянутой зонах коньковой части балки ($z_0 \cong 2/3 h_m$). При этом, если в коньке действует поперечная сжимающая концентрированная сила, следует на данную величину уменьшить усилие "W".

4.2. II способ (США, [5]). Принимается, что на всей критической длине коньковой части балки действуют максимальные напряжения растяжения поперек волокон древесины σ_{p90} .

В этом случае усилие поперечного растяжения:

$$W = \max \sigma_{p90} \cdot b \cdot L_{кр} \cong 2 \max \sigma_{p90} \cdot b \cdot h_m. \quad (17)$$

Определив "W", можно произвести расчет элементов усиления в зависимости от принятой конструкции (рис. 8).

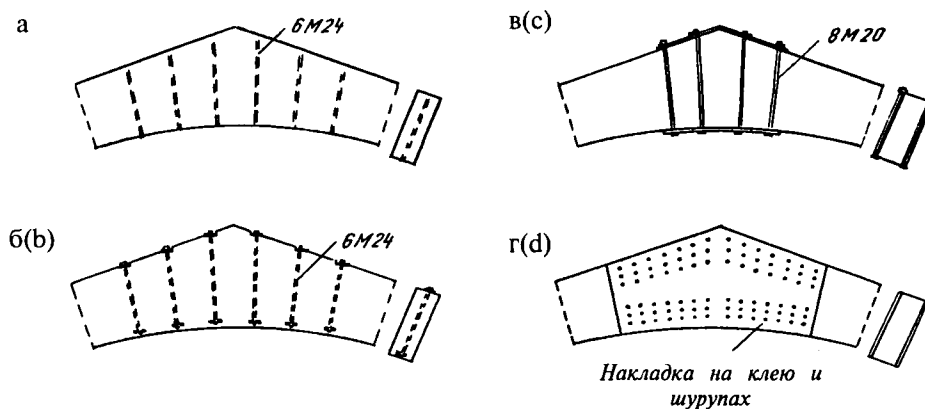


Рис. 8. Примеры конструкций усиления коньковой части балок типа "бумеранг" от усилий поперечного растяжения: а - клеенные стержни, б - внутренние болты, в - внешние болты, г - боковые накладки

Fig 8. Examples of strengthening of apex zone of pitched cambered beams under lateral tension: a - glued in rods; b - internal bolts; c - external bolts; d - side plates

Чаще всего для усиления применяют стержни, которые клеивают в коньковую часть балки во время изготовления (конструкция “а”). Снаружи они не видны и практически не уменьшают огнестойкости балок. Однако эти стержни препятствуют свободным деформациям усушки древесины, что вызывает возникновение дополнительных растягивающих напряжений поперек волокон. Такого недостатка не имеет конструкция “б”, которая рекомендуется также и как средство дополнительного увеличения несущей способности эксплуатируемых балок. Конструкции “в” и “г” не могут рассматриваться как заранее запланированные. Их рекомендуются применять лишь при усилении эксплуатируемых балок.

4.3. III способ (Литва [15, 16, 17]). Данный способ особенно пригоден для усиления отдельных узлов балок, рам, арок и ферм, а также для усиления наиболее напряженных участков отдельных элементов. Данный способ основан на применении предварительного напряжения отдельных слоев древесины (см. [15] и описание изобретения к патенту SU 1716035 A1 [16]). Суть способа состоит в следующем. Для усиления коньков гнукотклееных балок можно применять плоские вкладыши из фанеры, металла или стеклопластика, которые ставятся в заранее подготовленный сквозной паз перед процессом обжатия усиливаемого участка. Устройство обжатия можно снять после отверждения (полимеризации) клея или после устройства нагелей из древесины, пластмассы, металла. Нагели и вкладыши должны воспринимать освобождающуюся

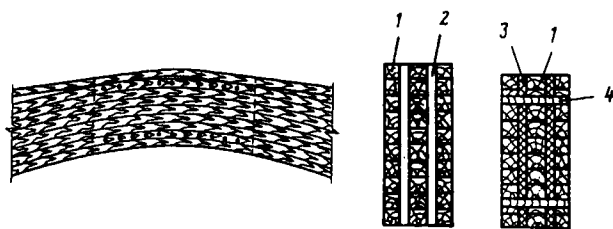


Рис. 9. Усиление коньковой части балки способом предварительного обжатия (по патентам Литовской Республики № 2045 и № 2046): 1 - доски пакета; 2 - сквозной паз; 3 - вкладыши; 4 - нагели

Fig 9. Strengthening of apex zone of glulam beam by the way of precompression (according to the patents of Lithuanian Republic No 2045 and 2046): 1 - flitches; 2 - longitudinal key slot; 3 - insertion; 4 - dowel pins

силу поперечного обжатия, которая по величине не может превосходить усилие поперечного растяжения W , полученное из расчета по I-му или II-му способу. Таким образом можно уменьшить или совсем исключить напряжение растяжения поперек волокон на данном участке балки, что увеличивает надежность и долговечность таких конструкций. Для осуществления данного способа нужно разработать способ устройства паза и прокладок в теле клееной древесины на усиливаемом участке коньковой части балки.

4.3.1. Способ устройства паза и прокладок

Таким способом может служить подтвержденный патентом Литовской Республики № 2046 “Способ изготовления деревянного клееного несущего элемента” (SU 1719586 A1, E 04 с 3/12) [17], рис. 9).

Целью изобретения является расширение технологических возможностей за счет выработки пазов различных размеров и формы.

Способ изготовления деревянного клееного несущего элемента включает установку досок пакета 1 с нанесением клея, фиксацию досок между собой и запрессовку пакета до полимеризации клея, выработку пазов и установку в них вкладышей 2 с нанесенным клеем. Выработку пазов осуществляют в отдельных досках до их установки в пакет, а установку вкладышей различных размеров и формы, служащих дополнительными фиксаторами досок в пакете, производят во время сборки досок пакета. В случае применения плоских вкладышей дополнительную фиксацию досок пакета осуществляют установкой плоских диафрагм, которые удаляют после запрессовки досок пакета, а в образованные пазы устанавливают плоские вкладыши с нанесенным на них клеем.

4.3.2. Порядок осуществления способа

Способ осуществляют следующим образом.

Устанавливают наиболее напряженные участки деревянного несущего элемента, где требуется установить вкладыши, и в отдельных досках перед склеиванием вырабатывают соответствующие пазы, чаще всего продольные, которые после склеивания досок в одно целое образуют паз желаемых размеров и формы. Вкладыши различной формы устанавливают в пакет во время его сборки, где они служат допол-

нительными фиксаторами досок в пакете. Далее следует запрессовка в пневматических или гидравлических прессах и окончательная обработка элемента. В случае применения плоских вкладышей можно применять и другой способ их установки: доски после выработки в них соответствующих пазов укладывают в пакет и фиксируют в соответствующем положении при помощи диафрагм из стали или тому подобных материалов. Далее следует запрессовка в пневматических или гидравлических прессах, извлечение поставленных диафрагм из паза, установка плоского вкладыша с нанесенным на него слоем в соответствующий паз.

Данный способ может быть реализован на любом заводе деревянных клееных несущих элементов.

Использование данного способа для усиления деревянного клееного несущего элемента обеспечивает следующие преимущества: возможность выработки паза любых размеров и формы, возможность установки в них соответствующих вкладышей, служащих для усиления или соединения элементов. При этом повышается не только несущая способность, но и огнестойкость данного элемента.

Применение неметаллических вкладышей и прокладок увеличивает диэлектричность или “радиопрозрачность” зданий и сооружений.

4.3.3. Формула изобретения

1. Способ изготовления деревянного клееного несущего элемента, включающий установку досок пакета с нанесением клея, фиксацию досок между собой и запрессовку пакета до полимеризации клея, выработку пазов и установку в них вкладышей с нанесенным клеем, отличающийся тем, что с целью расширения технологических возможностей за счет выработки пазов разных размеров и формы выработку пазов осуществляют в отдельных досках до их установки в пакет, а установку вкладышей производят во время сборки досок пакета.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что осуществляют дополнительную фиксацию досок пакета установкой диафрагм, после запрессовки досок пакета их удаляют, а в образованные пазы устанавливают вкладыши с нанесенным на них клеем.

4.3.4. Особенности изготовления

Для повышения надежности спроектированной конструкции следует при изготовлении конька балки применять доски с вертикально расположенными годовыми слоями (рис. 10, а), так как даже небольшие усушечные трещины, идущие по “преимущественно горизонтальным” годовым слоям (рис. 10, б), могут значительно уменьшить несущую способность балок на восприятие поперечных растягивающих нагрузок.

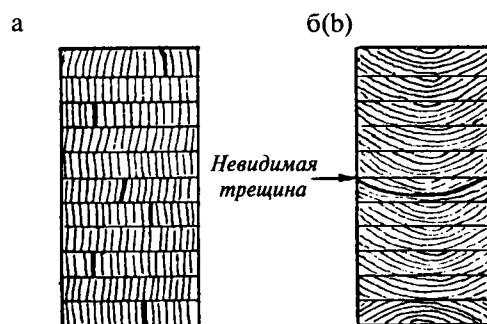


Рис. 10. Расположение годовых слоев древесины в досках клееного пакета: а - вертикальное, б - горизонтальное

Fig 10. Distribution of year layers of timber in the fitches: a - vertical; b - horizontal

5. Выводы

1. Предложенные формулы и графики дают возможность дополнить и уточнить применяемый в Литве расчет дощатоклееных балок от усилий поперечного растяжения.

2. Для усиления коньковой части балок типа “бумеранг” предлагается способ предварительного обжатия элемента, запатентованный в Литовской Республике (№ 2045 и № 2046). При этом повышается не только несущая способность и долговечность, но и огнестойкость таких элементов.

Литература

1. K. Möhler. Zur Berechnung von Brettschichtholzkonstruktionen // Bauen mit Holz, 3/76, S. 104-108.
2. Eurocode 5. Norme expérimentale européenne (projet). Calcul des ouvrages en bois. DAN-ENV 1995. Partie 1.1, 1995. 133 p.
3. K. Möhler. Spannungsberechnung von gekrümmten Brettschichtholsträger mit konstanter und veränderlicher Querschnittshöhe // Bauen mit Holz, 7, 1979. S. 364-367.
4. Typgodkännbevis Nr. 382/78. Träkkonstruktioner lim-

tra. SBN 27, 1978. 127 S.

5. Timber construction manual. American institute of timber construction. John Wiley and sons, inc. New York, London, Sydney, Toronto, 1974. 770 p.
6. DIN 1052. Blatt 1-Holzbaugeräte. Berechnung und Ausführung. Verlag: DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Ausgabe Oktober, 1969. 645 S.
7. СНиП 11-25-80. Деревянные конструкции. Нормы проектирования. М.: Стройиздат, 1982. 65 с.
8. Norris, Charles B. Strength of orthotropic materials subjected to combined stress // Forest Products Laboratory Madison, Nr. 1816, 1962.
9. Эрки Нисканен. Расчет клееных деревянных конструкций // Симпозиум на тему "Клееные деревянные конструкции". Советско-финская торговая палата, Москва, 1975. 48 с.
10. Пособие по проектированию деревянных конструкций / ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя ССР. М.: Стройиздат, 1986. 215 с.
11. В. Heimeshoff. Spannungsberechnung für den gekrümmten Träger mit einfach-symmetrischem Querschnitt // Holz als Roh und Werkstoff 31. 1973, S. 475-480.
12. K. Möhler, H. Blumer. Brettschichtträger veränderlicher Höhe // Bauen mit Holz, 8/78, S. 406-410.
13. Aufgabe-Lösung 616. Querzug bei geknickten Träger // Bauen mit Holz, 7, 1977.
14. J. D. Barrett, R. O. Foschi, S. P. Fox. Perpendicular-to-Grain strength of Douglas Fir // Canadian Journal of Civil Engineering. Volume 2, Nr. 1, 1975, p. 50-57.
15. Р. Чехавичюс. Способ усиления клееных деревянных несущих элементов // Научные труды Вильнюсского технического университета. Восстановление и усиление строительных конструкций. Вильнюс: Техника, № 1. 1992, с. 93-98.
16. Р. Чехавичюс. Описание изобретения к патенту SU 1716035A1, E004 C3/12. Способ изготовления деревянного клееного несущего элемента // Бюл. 8. Москва, 1992, с. 119-120. (Патент Литовской Республики № 2045).
17. Р. Чехавичюс. Описание изобретения к патенту SU 1719586A1, E04 C3/12. Способ изготовления деревянного клееного несущего элемента // Бюл. 10. Москва, 1992, с. 121. (Патент Литовской Республики № 2046).

Įteikta 1997 06 17

MEDINIŲ KLIJUOTŲ SIJŲ SKAIČIAVIMO IR STIPRINIMO YPATUMAI

R. Čechavičius

Santrauka

Straipsnyje analizuojami medinių trapecinių bei kreivinių pastovaus ir kintamo skerspjūvio sijų skaičiavimo ypatumai veikiant skersiniams tempimo įtempimams. Pateiktos formulės ir grafikai leidžia papildyti ir patikslinti

šiuo metu galiojantį tokių sijų skaičiavimą. "Bumerango" tipo sijų kraiginės dalies stiprinimui autorius siūlo išankstinio apspaudimo būdą pagal Lietuvos Respublikos patentą Nr. 2045. Taikant šį būdą, galima gerokai padidinti tokių elementų laikomąją galią bei ilgaamžiškumą.

Straipsnyje taip pat siūlomas metodas įrengti bet kurio dydžio bei formos įdėklus. Šie įdėklai gali būti pagaminti iš skirtingų medžiagų ir naudojami tokių elementų mazgų konstrukcijoms, taip pat atskiroms pavojingoms vietoms sustiprinti (Lietuvos Respublikos patentas Nr. 2046).

Šis būdas gali būti naudojamas tokia tvarka: yra nustatomos medinio laikančiojo elemento labiausiai įtemptos vietos, kur būtina įrengti įdėklus ir prieš suklijuojant lentes jose išpaunamos atitinkamos išdrožos, dažniausiai išilginės, kurios po suklijavimo į vientisą paketą sudaro reikiamos formos ir dydžio kiaurymę. Įvairios formos įdėklai į paketą įdedami jo surinkimo metu ir yra papildomi lentų paketo fiksatoriai. Po to elementai suspaudžiami pneumatiniiais ar hidrauliniiais presais bei galutinai paruošiami. Naudojant plokščius įdėklus, galima vartoti ir kitą įdėklų montavimo būdą: lentose išpjovus reikiamas išdrožas, jos surenkamos į paketą ir fiksuojamos metaline ar panašios medžiagos diafragma. Po to eina elementų apspaudimas pneumatiniiais ar hidrauliniiais presais, diafragmos pašalinimas iš paketo bei plokščio įdėklo su užteptais klijais įstatymas į atitinkamą kiaurymę.

Šis būdas gali būti naudojamas bet kurioje klijuočių medinių konstrukcijų gamykloje.

Šio būdo taikymas klijuočių medinių elementų stiprinimui užtikrina tokius privalumus: galimybę įrengti bet kurios formos ir dydžio kiaurymes ir į šias kiaurymes įstatyti reikiamos formos įdėklus, kurie skirti sustiprinti arba sujungti elementą. Taip padidėja ne tik elemento laikomoji galia ir ilgaamžiškumas, bet ir atsparumas ugniai, o naudojant nemetalinius įdėklus ir virbalus galima padidinti ir pastatų radijo bangų "laidumo švarumą".

PECULARITIES OF CALCULATION AND STRENGTHENING OF GLULAM TIMBER BEAMS

R. Čechavičius

Summary

This paper deals with analysis of peculiarities of design and strengthening of tapered, curved and pitched cambered glulam beams under action of lateral tension. The formulas and drawings presented give the possibility for addition and clarification of existed design methods of such beams in our country. For strengthening the apex zone of pitched cambered beams the author offers the way of precompression of the member according to the patent of Lithuanian Republic No 2045.

By the use of this method it is possible to increase bearing capacity, fire resistance and durability of glulam bearing elements.

The given method allows to simplify manufacturing of alike elements and to improve their technology. Another method (according to the patent of

Lithuanian Republic No 2046) also gives the solution of the problem of setting inserts of any size and shape made of different materials. The inserts are used for joint constructions as well as for strengthening dangerous places.

The method is carried out in the following way.

The most strained parts of wooden bearing element are set and inserts are installed where needed. Corresponding grooves, usually longitudinal, are made before glueing separate planks. The planks having been glued into one piece, grooves of wanted size and shape are made. Inserts of different shape are set into package during its assemblage. In such cases inserts serve as additional plank package fixers. After that by means of pneumatic or hydraulic presses pressurization and final element treatment follows. Alongside of flat inserts another method of insert setting may be used: planks after corresponding grooves have been made are stowed into package and by means of diaphragm made of steel or any other like material are fixed into a position. Then pressurization by pneumatic or hydraulic presses, extraction of diaphragms out of grooves, setting of flat glued inserts into grooves follows.

The given method may be applied at any glulam bearing elements plant.

The usage of this glulam bearing element strengthening method assures the following advantages: the possibility of making grooves of any size and shape, as well as setting corresponding inserts into grooves which help to strengthen and connect the elements. It allows not only to increase the bearing capacity and durability, but also the fire resistance of the given element.

The usage of nonmetallic inserts increase dielectricity or "ratio transparency" of structures.

Rimantas ČECHAVIČIUS. Doctor, Associate Professor. Department of Steel and Timber Structures. Vilnius Gediminas Technical University (VGTU), 11 Saulėtekio Ave, LT-2040 Vilnius, Lithuania.

Graduate of Kaunas University of Technology in 1963 (civil engineer). Doctor degree in 1972. In 1979 research visit to Helsinki Technological University (Finland). In 1982-86 Associate Professor at Annaba University (Algeria). Author and co-author of 5 patents and more than 50 papers. Research interests: increase of load bearing capacity of timber glulam structures and their connections.