

INVESTIGATIONS INTO THE DEFLECTION OF REINFORCED MULTI-LAYER PRESTRESSED TIMBER BEAMS UNDER SHORT- AND LONG-TIME SHEAR

R. Čechavičius

To cite this article: R. Čechavičius (1998) INVESTIGATIONS INTO THE DEFLECTION OF REINFORCED MULTI-LAYER PRESTRESSED TIMBER BEAMS UNDER SHORT- AND LONG-TIME SHEAR, *Statyba*, 4:4, 266-273, DOI: [10.1080/13921525.1998.10531416](https://doi.org/10.1080/13921525.1998.10531416)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.1998.10531416>



Published online: 26 Jul 2012.



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



Article views: 54

MEDINIŲ DAUGIASLUOKSNIŲ ARMUOTŲ SIJŲ STANDUMO TYRIMAI VEIKIANT TRUMPALAIKĖMS IR ILGALAIKĖMS SKERSINĖMS JĖGOMS

R. Čechavičius

1. Įvadas

Šis straipsnis – tai tęsinys anksčiau paskelbtų straipsnių apie daugiasluoksnių sijų stiprumo tyrimus veikiant skersinėms jėgoms [1, 2]. Jame autorius pateikia medinių armuotų sijų standumo tyrimų veikiant skersinėms jėgoms rezultatus bei aprašo išradimą SU 1091047 A, G 01 M 5/00 “Statybinių konstrukcijų bandymo įrenginys” [3].

Atliktų eksperimentinių tyrimų tikslas buvo patikrinti naują medinių daugiasluoksnių sijų laikomosios galios padidinimo būdą: išankstinį medienos sluoksnių apspaudimą skersai elemento ašies, aprašytą minėtuose straipsniuose [1, 2].

Šiame straipsnyje pateikti 28 medinių armuotų skirtingo skerspjūvio ir gamybos būdo sijų standumo tyrimų rezultatai veikiant skersinėms jėgoms, iš kurių 16 sijų išbandyta statine trumpalaikė, kitos 12 sijų – statine ilgalaikė apkrova.

2. Medinių armuotų sijų standumo tyrimai

2.1. Sijų bandymo metodika

Medinės sijos buvo pagamintos Jūrės SKMK bei VISI Statybinių konstrukcijų laboratorijoje. Sijų skerspjūviai bei gamybos būdai buvo skirtingi: penkios sijos buvo medinio tašo, penkios – klijuotos iš lentų paketo, kitos 18 sijų – daugiasluoksnės, iš kurių 14 buvo pagamintos nauju gamybos būdu, panaudojus dviašį apspaudimą [1, 2]. Tokių sijų skerspjūvio konstrukcija parodyta 1 pav.

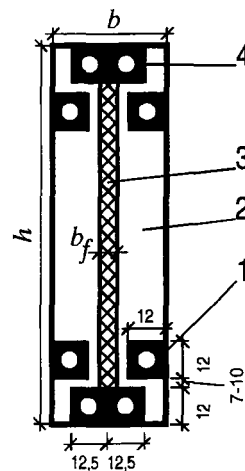
Kad bandomos sijos suirtų nuo skersinių jėgų, o ne nuo lenkimo momento veikimo, jų tempiamoji ir gniuždomoji zonos buvo sustiprintos 4 armatūros strypais Ø10AIII.

Sijų bandymo vaizdas ir prietaisų išdėstymo schemas pateiktos 2 ir 3 pav. Plačiau šių sijų trumpalaikių ir ilgalaikių bandymų metodika aprašyta straipsniuose [1, 2].

Čia pateikiame ir išradimo SU 1091047 [3] trumpą aprašymą.

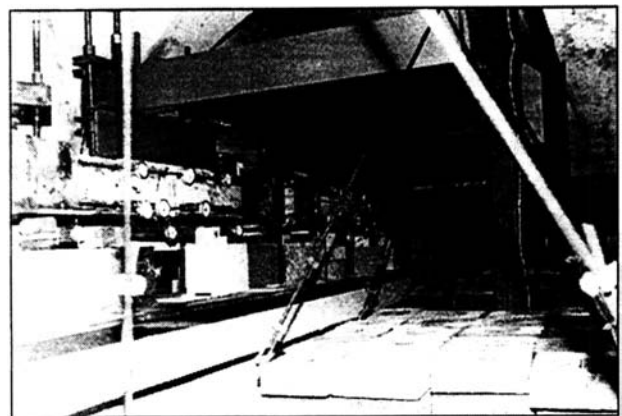
Šio išradimo tikslas – didinti statybinių konstrukcijų bandymų efektyvumą: viename įrenginyje vienu metu bandyti ne vieną, kaip dabar yra įprasta, o dvi statybines konstrukcijas, kurios yra apkraunamos nepriklausomai viena nuo kitos.

Šis įrenginys pavaizduotas 4 pav. Pagrindinė jo sudėtinė dalis – bandymų stendas (1, šiuo atveju metalinis rėmas, kurio rygelis pritvirtintas tam tikrame



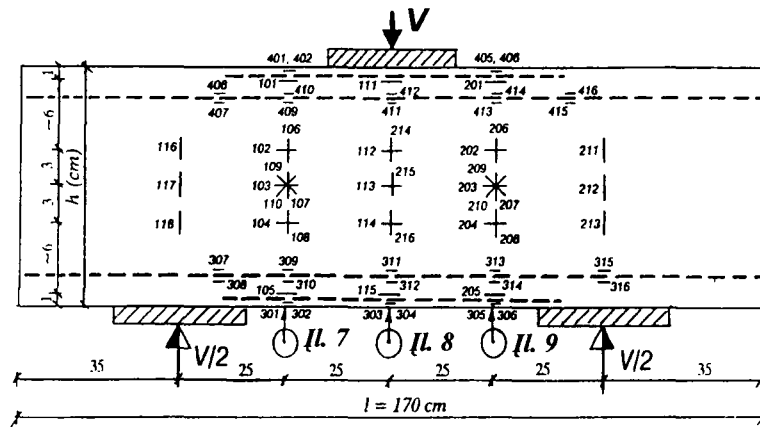
1 pav. Daugiasluoksnių sijų konstrukcija: 1, 4 – armatūros strypai 4Ø10 A III; 2 – pušinės lentos; 3 – fanerinis įdėklas

Fig 1. Construction of multi-layer beams: 1, 4 – four reinforcing bars Ø10 A III; 2 – pine boards; 3 – plywood brass

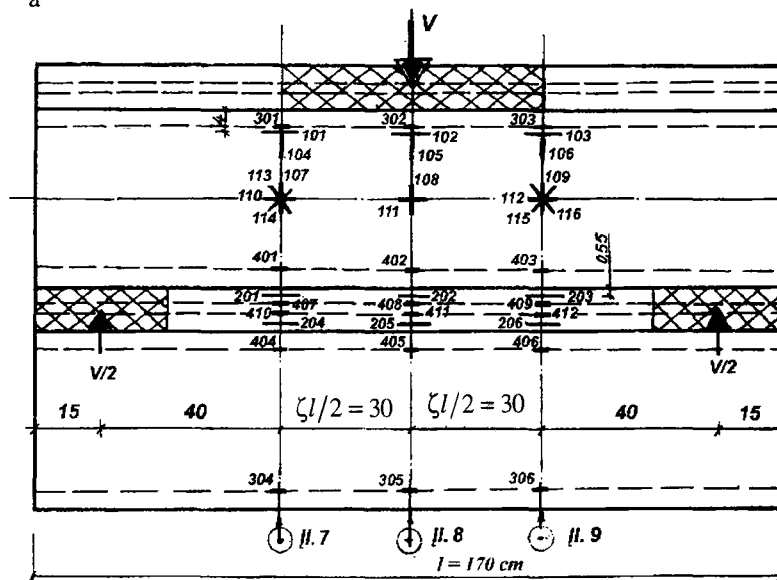


2 pav. Sijų, apkrautų ilgalaikė apkrova, bandymo vaizdas

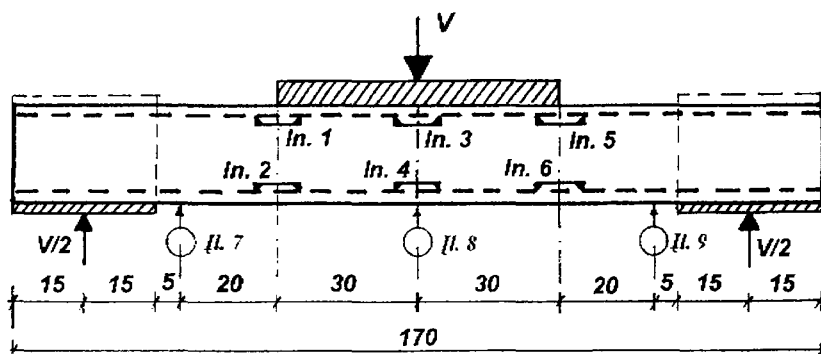
Fig 2. View of the experiment



a



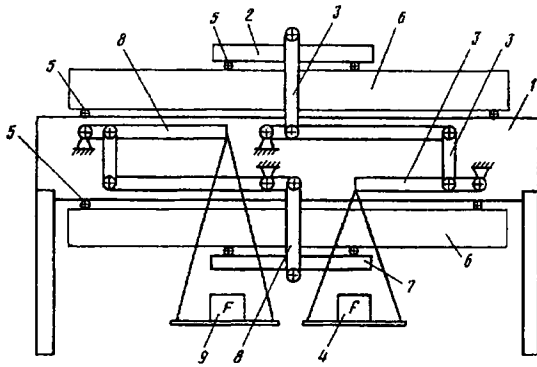
b



c

3 pav. Sijų bandymo ir prietaisų išdėstymo schemas, veikiant trumpalaikiai (a – sijų S-17+S-30; b – sijų S-32+S-40) bei ilgalaikiai (c) apkrovai: 1XX, 2XX – 50 mm tenzojutikliai ant medienos; 3XX, 4XX – 20 mm tenzojutikliai ant armatūros; $\overline{\quad}$ – 0,001÷0,002 mm tikslumo indikatoriai ant armatūros (In. 1÷In. 6), bazės ilgis – 10 cm, \odot – 0,01 mm tikslumo įlinkiamačiai (Il. 7÷Il. 9), - - - - įklijuoti armatūros strypai

Fig 3. Schemes of testing the beams, lay-out of the devices under the action of short-time (a – beams S- 17+S-30; b – S-32+S- 40) and long-time (c) loading, the view of the experiment (d): 1xx, 2xx – 50 mm gauges on wood; 3xx, 4xx – 20 mm gauges on reinforcement; $\overline{\quad}$ – within precision of 0.001÷ 0.002 mm indicators on reinforcement (In. 1÷In. 6), the length of the base is 10 cm; \odot – deflection indicators within precision of 0.01 mm (Il. 7÷Il. 9); - - - - steel reinforced bars, glued in



4 pav. Statybinių konstrukcijų bandymo įrenginys (išradimas SU 1091047 [3]): 1 – sija; 2, 7 – traversa; 3, 8 – svertų sistema; 4, 9 – apkrova; 5 – šarnyras; 6 – bandomoji konstrukcija

Fig 4. Equipment for testing building structures (invention SU 1091047 [3]): 1 – beam; 2, 7 – steel cross-arm; 3, 8 – system of levers; 4, 9 – loading; 5 – pin; 6 – test structure

aukštyje) su konstrukcijų apkrovimo įtaisais, pritvirtintais iš skirtingų rygelio šonų simetriškai rygelio atžvilgiu (2-3-4-5 ir 7-8-9). Apkrova perduodama dviem nepriklausomomis svertų sistemomis (3 ir 8). Statybinės konstrukcijos (6) suirimas neturi jokios įtakos kitos, kartu bandomos, konstrukcijos tyrimui.

Išradimo formulė

Statybinių konstrukcijų bandymo įrenginys, susidedantis iš sijos su atramomis, apkrovimo ir matavimo įtaisais, besiskiriantis tuo, kad, norint padidinti bandymų efektyvumą, konstrukcijų apkrovimo įtaisai pritvirtinti skirtingose sijos pusėse.

2.2. Medinių armuotų sijų standumo tyrimai

Šiame poskyryje pateikiame įvairaus skerspjūvio (medinio tašo, klijuotų lentų paketo ir daugiasluoksnių be skersinio apspaudimo) sijų standumo analizę veikiant trumpalaikėms ir ilgalaikėms skersinėms jėgoms. Tokių sijų skerspjūvio geometrinės ir standumo charakteristikos pateiktos 1 lentelėje. Bandymo metu nustatyti sijų įlinkiai veikiant projektinėms (ekspluatacinėms) apkrovoms (f^e) yra palyginti su apskaičiuotais teoriškai pagal šiuo metu galiojančias normas [4] (f^{teor}) bei pagal šio straipsnio autoriaus rekomendacijas (f^{rek}):

$$f^{rek} = f_o \left[1 + k_c \cdot c \left(\frac{h}{l} \right)^2 \right] \cdot k_E, \quad (1)$$

čia f_o – teorinis sijos įlinkis nuo lenkimo momento poveikio, apskaičiuotas pagal normas [4, 5]:

$$f_x = \frac{V \cdot x}{48EI} (3l^2 - 4x^2), \text{ kai } x \leq \frac{l}{2},$$

$$f_{max} = \frac{q \cdot l^4}{384EI} (8\zeta - 4\zeta^3 + \zeta^4), \text{ kai } x = \frac{l}{2},$$

čia x – atstumas nuo atramos iki sijos pjūvio, kuriame nustatomi įlinkiai; ζ – žr. 3 pav. b; $q = V/\zeta l$; c – normų [4] koeficientas, įvertinantis skersinių jėgų įtaką elemento standumui; k_E – koeficientas, patikslinantis medienos vidutinį tamprumo modulį; k_c – koeficientas, patikslinantis skersinių jėgų įtaką elemento standumui.

Iš 1 lentelės matome, kad trumpų, medinių armuotų įvairaus skerspjūvio ir gamybos būdo (išskyrus daugiasluoksnių iš anksto įtemptųjų) sijų įlinkiai, veikiant projektinėms (ekspluatacinėms) trumpalaikėms apkrovoms (V^e), yra vidutiniškai 1,88 karto didesni, nei apskaičiuoti pagal galiojančias normas [4].

Straipsnio autoriaus nuomone, šiuo metu galiojančios normos nepakankamai tiksliai įvertina skersinių jėgų įtaką medinių armuotų sijų standumui ir sijoms be išankstinio apspaudimo autorius rekomenduoja taikyti patikslinantį skersinių jėgų įtaką koeficientą: $k_c = 2,75$. Taikant šį koeficientą k_c ir įvertinus eksperimentais nustatytą vidutinį medienos tamprumo modulį (vid. $E_m^e = 8379 \text{ MPa}$) koeficientu $k_E = 1,1935$, teoriškai apskaičiuoti įvairių sijų įlinkiai yra artimi eksperimentais nustatytiems (vid. $f^e/f^{rek} = 1,03$).

Tokių sijų įlinkiai suirimo metu veikiant trumpalaikėms apkrovoms buvo vidutiniškai 4,75 karto, o veikiant ilgalaikėms apkrovoms – 6,75 karto didesni nei apskaičiuoti pagal normas [4] veikiant projektinėms apkrovoms. Sijų, kurios nesulūžo dėl ilgalaikės apkrovos veikimo ir buvo išbandytos statine trumpalaikėje apkrova (3 lent.), įlinkiai suirimo metu buvo mažesni, negu užfiksuoti ilgalaikio bandymo metu, veikiant gerokai mažesnėms ($0,50 \div 0,55 V_{u,t}$) apkrovoms, o veikiant projektinėms (ekspluatacinėms) apkrovoms – artimi ($f_t^e/f^e = 0,97$) apskaičiuotiems pagal normas [4]. Tai galima paaiškinti tuo, kad dalis medienos plastinių deformacijų po ilgalaikio apkrovimo neatsistatė ir sijos suiro, esant mažesniems įlinkiams, nei buvo pasiekti veikiant ilgalaikėms apkrovoms.

2 lentelė. Daugiasluoksnių iš anksto įtemptųjų armuotųjų sijų geometrinės ir standumo charakteristikos veikiant skersinėms jėgoms

Table 2. Geometric and stiffness characteristics of the cross-sections prestressed reinforced timber beams under the action of shear

Eil. Nr.	Sijų Nr.	Skerspjūvio matmenys, cm			Skersinio geometrinės charakteristikos				Skersinės jėgos, kN * 1				Sijų įlinkiai, mm*2				t, dn *4	Ilinkių palyginimas				Pastabos		
		b	b _y	h	S _{red.} , cm ³	I _{red.} , cm ⁴	σ _y , MPa	V _{pl}	V _n	V ^e	V _i	V _i / V _{tr}	f ^e	f ^{teor}	f ^{rek} *3	f _{tr} ^{snir}		f _{filg} ^{snir}	f ^e / f ^{teor}	f ^e / f ^{rek}	f _{tr} ^{snir} / f ^e		f _{filg} ^{snir} / f ^e	
																								Ilinkių palyginimas
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1.	S-25	5,0	0,67	19,4	706	10676	1,5	-	60	31,16			-	0,303	0,403	1,18		0,05	-	-	-	-		
2.	S26	5,0	0,67	18,3	649	9161	1,5	-	70	29,08			0,48	0,306	0,400	1,87		0,05	1,57	1,20	3,90			
3.	S-27	4,8	0,67	18,8	668	9770	1,5	52,5	56,5	28,92			-	0,252	0,332	-	-	0,05	-	-	-	-		
4.	S-28	5,0	0,67	18,6	658	9490	1,5	49	50	29,72			0,57	0,308	0,484	2,91	-	0,05	1,85	1,18	5,11			
5.	S-29	4,6	0,67	19,9	712	11100	2,25	58	60	29,54			0,58	0,276	0,441	2,98		0,05	2,10	1,32	5,14			
6.	S-30	5,0	0,67	18,2	640	9987	2,25	-	55,5	32,14			0,52	0,311	0,486	2,83	-	0,05	1,67	1,07	5,14			
7.	S-42	5,0	0,67	16,5	587	7587	1,5	75,94	96,29	26,12			1,81	1,26	1,75	>6,82		0,05	1,44	1,03	>3,77			
8.	S-43	5,2	0,67	17,7	630	8495	1,5	74,84	97,22	28,62			0,95	1,27	1,79	5,82		0,05	0,75	0,53	6,13			k _c =1,75
9.	S-36	5,2	0,67	14,8	503	5744	1,5			23,98	36,34	0,41	1,56	1,46	1,98		14,68	73	1,07	0,79		9,41		
10.	S-37	5,3	0,67	14,4	489	5417	1,5			23,98	51,04	0,58	2,25	1,54	2,08		7,15	1,1	1,46	1,08		3,18		
11.	S-38	5,2	0,67	17,3	637	8639	1,5			28,78	77,64	0,70	2,01	1,25	1,76		>4,65	0,25	1,61	1,14		>2,31		
12.	S-39	5,1	0,67	18,7	706	10477	1,5			30,86	64,79	0,57	1,87	1,14	1,63		>4,05	1	1,64	1,15		2,17		
13.	S-40	5,3	0,67	17,2	630	8461	1,5			28,82	64,16	0,60	1,80	1,27	1,78		7,51	7	1,42	1,01		4,17		
14.	S-44	5,2	0,67	18,1	679	9690	1,5			29,98	57,50	0,51	1,67	1,18	1,67		>6,23	>41	1,42	1,00		>3,73		
																			1,48	1,04	5,08	5,59		

*1, *2, *3, *4 pateikti 1 lentelėje.

3. Daugiasluoksnių iš anksto įtemptųjų armuotųjų sijų standumo tyrimai

Šių tyrimų rezultatai pateikti 2 lentelėje. Iš viso išbandyta 14 tokių sijų, veikiant trumpalaikėms (8 sijos) ir ilgalaikėms apkrovoms (6 sijos). Išankstinio skersinio apspaudimo dydis $\sigma_y = 1,5 - 2,25 \text{ MPa}$. Kadangi ilgalaikių bandymų bazė t buvo apibrėžta $\leq 100 \text{ dn}$, todėl apkrovimo intensyvumas buvo palyginti didelis ir siekė $(0,41 - 0,70)V^{\text{tr}}$, čia V^{tr} – sijos laikomoji galia, įvertinus eksperimentais nustatytą medienos atsparumą skėlimui [1, 2].

Sijų S-43 ir S-36 deformacijos bei plyšių būvio kinetika pateikta 5 ir 6 pav.

Iš 2 lentelės matome, kad daugiasluoksnių iš anksto įtemptųjų sijų įlinkiai veikiant projekcinėms trumpalaikėms ir ilgalaikėms apkrovoms yra vidutiniškai 1,48 karto didesni, nei apskaičiuoti pagal galiojančias normas [4].

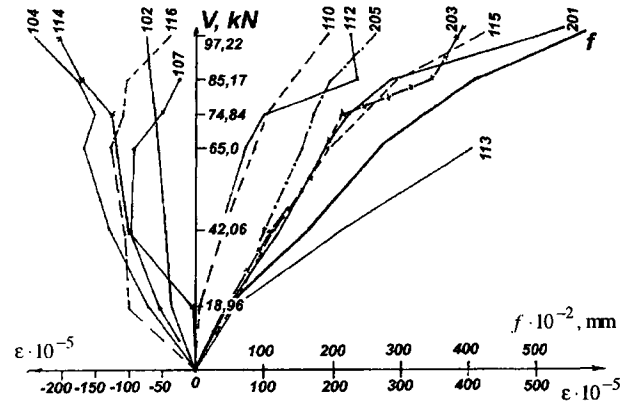
Apskaičiavus šių sijų įlinkius pagal formulę (1), patikslinus skersinių jėgų įtaką koeficientu $k_c = 1,75$ bei įvertinus eksperimentiškai nustatytą vidutinį medienos tamprumo modulį koeficientu k_E , gavome gerą teorinių ir eksperimentinių rezultatų sutapimą ($f_e/f_{\text{rek}} = 1,04$).

Iš anksto įtemptųjų sijų didesnę standumą galima paaiškinti suvaržytomis šlyjamosiomis deformacijomis. Tokių sijų įlinkiai surimo metu veikiant trumpalaikėms apkrovoms buvo vidutiniškai 5,08 karto, o veikiant ilgalaikėms apkrovoms – 5,59 karto didesni, nei apskaičiuoti pagal normas [4], veikiant projekcinėms apkrovoms. Sijos S-40, kuri nesulūžo dėl ilgalaikių apkrovų veikimo ir buvo išbandyta statine trumpalaikė apkrova (3 lent.), įlinkiai surimo metu buvo mažesni, negu užfiksuoti ilgalaikio bandymo metu veikiant gerokai mažesnėms ($\approx 0,78 V_{u,t}$) apkrovoms, o veikiant projekcinėms (eksploatacinėms) apkrovoms – artimi ($f_t^e/f^e = 0,99$) apskaičiuotiems pagal normas [4]. Tai galima būtų paaiškinti tuo, kad didelė dalis plastinių deformacijų po apkrovos veikimo neatsistatė ir sija suiro, esant mažesniems įlinkiams, nei buvo gauti veikiant ilgalaikėms apkrovoms.

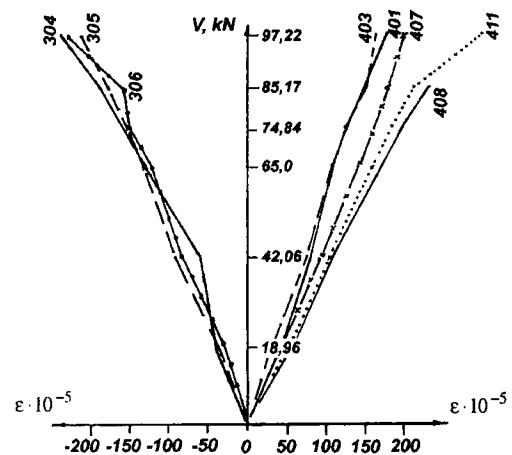
Medinių klijuotųjų sijų standumo kitimas veikiant trumpalaikėms eksploatacinėms apkrovoms priklauso- mai nuo sijų konstrukcijos pavaizduotas 7 pav.

4. Išvados

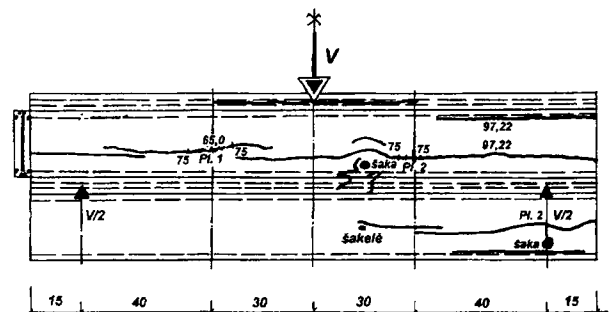
1. Metalinių armuotųjų sijų įlinkiai veikiant trumpalaikėms projekcinėms apkrovoms priklauso- mai nuo sijų konstrukcijos yra gerokai (vidutiniškai 1,48–1,88



a



b

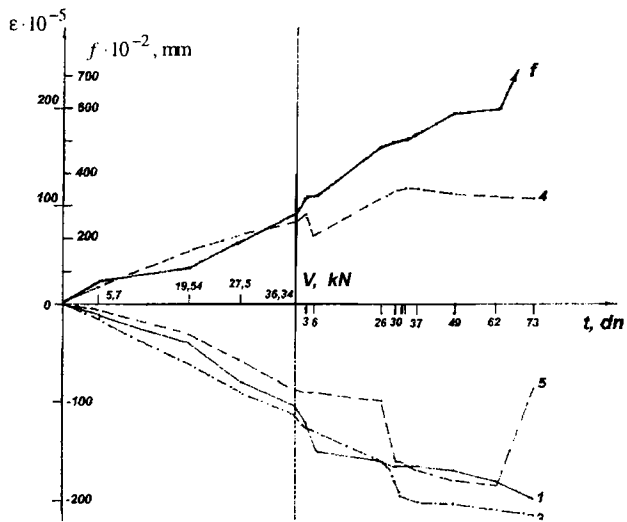


c

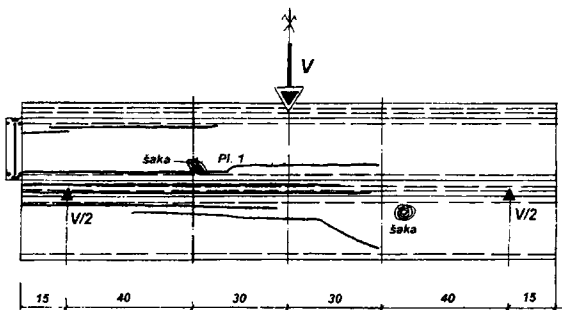
5 pav. Sijos S-43 deformacijos (a, b) ir plyšių būvio kinetika (c)

Fig 5. Strains of the beam S-43 (a, b) and the kinetics of their cracking (c)

karto) didesni, nei apskaičiuoti pagal galiojančias normas, dėl nepakankamo skersinių jėgų įtakos įvertinimo, kurį autorius siūlo patikslinti koeficientu k_c formulėje (1): medinėms armuotoms sijoms be išankstinio apspaudimo – $k_c = 2,75$, daugiasluoksnioms sijoms su išankstiniu apspaudimu – $k_c = 1,75$.



a



b

6 pan. Sijos S-36 deformacijos (a) ir plyšių būvio kinetika (b)

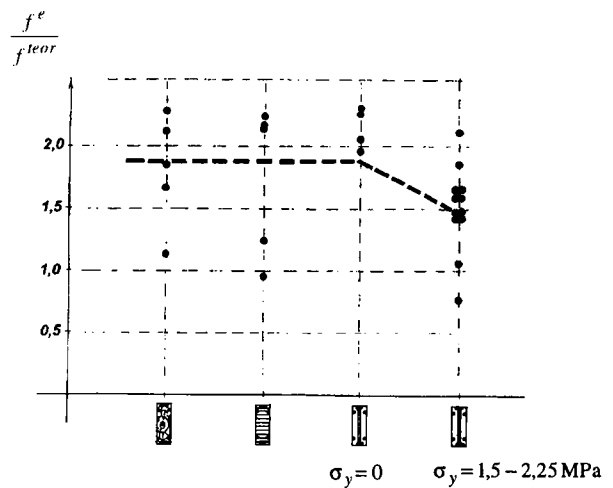
Fig 6. Strains of the beam S-36 (a) and the kinetics of cracking (b)

3 lentelė. Medinių armuotų sijų stipris ir standumas po ilgalaikių ir trumpalaikių skersinių jėgų poveikio

Table 3. Strength and stiffness characteristics of reinforced timber beams after the action of long and short-time shear

Eil. Nr.	Sijos Nr.	$V_{pl,t}$	$V_{u,t}$	f_t^e	$\frac{f_t^e}{f_t^{teor}}$	$\frac{f_t^e}{f_t^e}$	f_t^{suir}
		kN *1	kN *1	mm *2	*2	*2	mm *2
1	S-33	39,64	65,34	2,18	2,72	1,22	>4,33
2	S-35	59,64	59,64	1,22	1,54	0,72	>2,64
					vid.	0,97	
3	S-44	58,9	73,59	1,65	1,40	0,99	6,20

*1 ir *2 žr. 1 lentelėje.



7 pav. Medinių armuotų sijų standumo kitimas veikiant trumpalaikėms projektinėms apkrovoms priklausomai nuo sijų konstrukcijos

Fig 7. The change of stiffness of reinforced beams under the action of short-time design loads due to beam construction

2. Medinių armuotų sijų, tarp jų ir daugiasluoksnių su išankstiniu apspaudimu, įlinkiai suirimo metu veikiant trumpalaikėms apkrovoms yra vidutiniškai 4,75–5,08 karto, o veikiant ilgalaikėms apkrovoms – 5,59–6,75 karto didesni, nei apskaičiuoti pagal normas, o veikiant ilgalaikėms apkrovoms – 5,59–6,75 karto didesni, nei apskaičiuoti pagal normas veikiant projektinėms apkrovoms.

3. Medinių armuotų sijų, kurios nesulūžo dėl ilgalaikės apkrovos veikimo ir buvo išbandytos statine trumpalaikė apkrova, įlinkiai suirimo metu buvo mažesni, negu užfiksuoti ilgalaikio bandymo metu veikiant gerokai mažesnėms ($0,50 \div 0,78 V_{u,t}$) apkrovoms, o veikiant eksploatacinėms apkrovoms – artimi ($f_t^e / f_t^e = 0,97 - 0,99$) apskaičiuotiems pagal normas.

4. Statybinių konstrukcijų bandymų efektyvumą galima gerokai padidinti naudojant bandymo įrenginį, pateiktą išradime SU 1091047.

Literatūra

1. R. Čechavičius. Medinių klijuotų daugiasluoksnių sijų stiprumo tyrimai veikiant trumpalaikėms skersinėms jėgoms // Statyba, IV t., Nr. 1, Vilnius: Technika, 1998, p. 5-11.
2. R. Čechavičius. Medinių iš anksto įtemptųjų daugiasluoksnių sijų stiprumas veikiant ilgalaikėms skersinėms jėgoms // Statyba, IV t., Nr. 2, Vilnius: Technika, 1998, p. 109-116.

3. А. К. Игнавичюс, Р.-А. П. Чехавичюс. Описание изобретения к авторскому свидетельству SU 1091047 А. Устройство для испытания строительных конструкций. Официальный бюллетень государственного комитета СССР по делам изобретений и открытий. Открытия, изобретения. Москва: Всесоюзный научно-исследовательский институт патентной информации, № 17, 1984, с. 107.
4. СНиП II-25-80. Деревянные конструкции. Нормы проектирования. Москва: Стройиздат, 1982. 65 с.
5. Справочник проектировщика промышленных и общественных зданий и сооружений. Расчетно-теоретический / Под редакцией А. А. Уманского. Москва: Стройиздат, 1972, Кн. I-1. 599 с.

Įteikta 1997 12 01

INVESTIGATIONS INTO THE DEFLECTION OF REINFORCED MULTI-LAYER PRESTRESSED TIMBER BEAMS UNDER SHORT- AND LONG-TIME SHEAR

R. Čechavičius

Summary

The article continues a series of papers dealing with the investigations into the strength of multi-layer beams under the action of shear [1, 2]. The results of research on the stiffness of timber reinforced beams are presented. As a result of experiments the authorial certificates of five inventions were obtained. One of them is the certificate of the invention SU 1091047 A, G 01 M5/00 "The equipment of experiment of building constructions" [3]; it is also described in the paper.

The objective of the experiments was to check the new method of increasing load-bearing capacity of timber multi-layer beams: prestress of separate wooden layers across the axis of the element, described in the above-mentioned papers [1,2].

The results of investigations in stiffness of 28 timber reinforced beams of different cross-section and the way of manufacture under the action of shear are given in the paper. Sixteen beams were tested by static short-time loading and the rest twelve by static long-time loading.

All beams failed because of shear. It was determined that deflections of timber reinforced beams under short-time design loads independently on the constructions are much larger (in average 1.48-1.88 times) than those calculated according to the running standards. Because of insufficient evaluation of the shear influence on the deflections the author offers to make it more precise with the help of coefficient k_c in the formula (1): for timber reinforced beams without prestressing $k_c = 2.75$, for multi-layer beams with prestressing $k_c = 1.75$. Deflections of timber reinforced beams, of multi-layer beams with prestressing among them at the time of failure under short-time loading are in average 4.75-5.08 times and under long-time loading - 5.59- 6.75 times bigger than those calculated according to the codes of practice for the same beams under design loads. Deflections at the time of timber reinforced beams, that have not failed because of long-time loading and have been tested by static short-time loading were smaller than those fixed during a long-time testing under much smaller ($0.50 \div 0.78 V_{u,t}$) loads, but the deflections of the same beams under design loads are close

to those ($f_t^e / f^e = 0.97 \div 0.99$) calculated according to the codes of practice. The efficiency of the experiments of building structures may be significantly enlarged when using the test equipment, presented in the invention SU 1091047 [3], the formula of which is as follows: the equipment of building structure test consists of the beam with support, loading and measuring devices and differs in setting of the structure loading devices on different sides of the beam for increasing the effect of the experiment (Fig 7).

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

A graduate of Kaunas University of Technology (1963, civil engineer). Doctor (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.