
**ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЛИЯНИЕТО НА ДИАМЕТЪРА НА
КЛЕЧКОВИДНИЯ СЪЕДИНИТЕЛ ВЪРХУ ПЛАСТИЧНИЯ
МОМЕНТ НА СЪЩИЯ И ЯКОСТТА НА СМАЧКВАНЕ НА
ДЪРВЕСИНАТА СЪГЛАСНО БДС EN 1995-1-1**

Л. Георгиев¹, Д. Бояджиева²

Ключови думи: съединения, дървени конструкции, стоманени клечковидни съединители

Научна област: строителни конструкции

РЕЗЮМЕ

В настоящата публикация е направено изследване на влиянието на диаметъра на клечковиден стоманен съединител и класа на дървесината върху характеристичната якост на смачкване в съответствие с предписанията на БДС EN 1995-1-1. Изследвано е влиянието на различни параметри (диаметър, клас на болт) върху характеристичната стойност на пластичния момент. Изследваните зависимости са обобщени в графичен и табличен вид.

1. Общи положения

Оразмеряването на съединителните средства и съединенията като цяло е основен момент при проектирането на дървените конструкции. Коректното конструиране на детайлите е съществено за тяхната носимоспособност, добро конструктивно поведение и дълготрайност.

В БДС EN 1995 част 1-1 се дефинират 4 основни типа съединения, изброени по-долу:

- едносрезни от тип „дървесина към дървесина“;

¹ Лазар Георгиев, доц. д-р инж., кат. „Транспортни съоръжения“, УАСГ, бул. „Христо Смирненски“ № 1, София 1046, e-mail: lazargeorgiev@yahoo.com

² Деляна Бояджиева, гл. ас. д-р инж., кат. „Метални, дървени и пластмасови конструкции“, УАСГ, бул. „Христо Смирненски“ № 1, София 1046, e-mail: delianab@yahoo.com

- двусрезни от тип „дървесина към дървесина“;
- едносрезни от тип „стоманена плоча към дървесина“;
- двусрезни от тип „стоманена плоча към дървесина“.

Всеки тип съединение е изследван подробно, и са представени изрази за определяне на характеристикната носимоспособност на 1 клечковиден съединител при съответната възможна форма на разрушение:

- смачкване на дървесината;
- смачкване на дървесината и пластифициране на съединителя.

Носимоспособността на съединителите, независимо от типа съединение, като цяло е функция на следните параметри:

- характеристикната якост на смачкване на дървесината;
- характеристикна стойност на пластичния момент на съединителя;
- диаметъра на съединителното средство;
- дебелината на съединяваните елементи.

При определени форми на разрушение реалната носимоспособност е по-голяма от тази, изчислена по пластичната теория на Йохансен. Това е вследствие на т.нар. „ефект на въжето“ или „ефект на нишката“. Отчитането на този ефект е чрез определяне на характеристикната носимоспособност на изтръгване на свързващия елемент. Съгласно БДС EN 1995 част 1-1 този ефект е ограничен като цялостен принос в носимоспособността на съединителното средство.

2. Якост на смачкване на дървесината

Характеристичната якост на смачкване на дървесината се определя емпирично. Тази характеристика зависи от диаметъра на съединителното средство и от характеристикната плътност на дървесината. Съгласно БДС EN 1995-1-1 за различните случаи характеристикната якост на смачкване на дървесината се определя както следва:

- при гвоздеи с диаметър $d < 8 \text{ mm}$ без предварително пробиване на отворите

$$f_{h,k} = 0,082 \rho_k d^{-0,3}, \text{ N/mm}^2; \quad (1)$$

- при гвоздеи с диаметър $d < 8 \text{ mm}$ с предварително пробиване на отворите

$$f_{h,k} = 0,082 \rho_k (1 - 0,01d), \text{ N/mm}^2; \quad (2)$$

- при болтове ($c < 30 \text{ mm}$)

$$f_{h,0,k} = 0,082 \rho_k (1 - 0,01d), \text{ N/mm}^2. \quad (3)$$

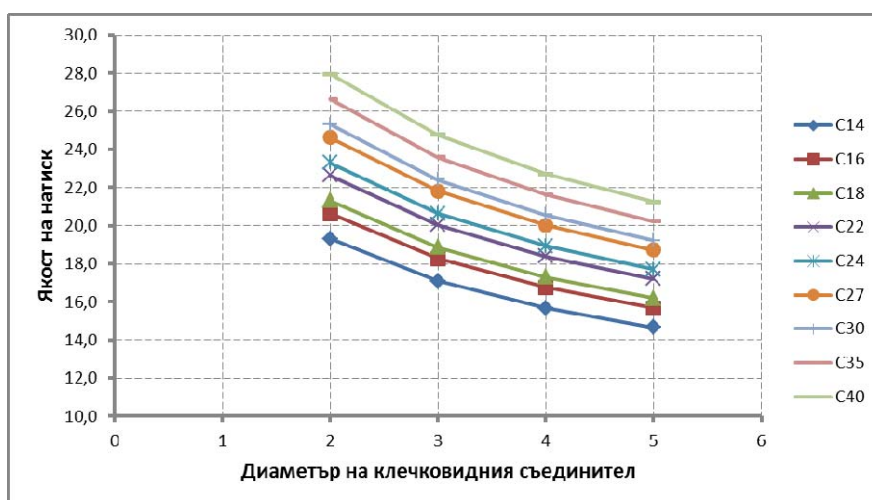
- за гвоздеи с диаметър $d > 8 \text{ mm}$ и клечки се определя както за болтове.

Въз основа на гореописаните формули и характеристиките на различните класове дървесина съгласно БДС EN 338 са разработени табл. 1 и 2, както и монограмите, представени на фиг. 1 и 2. Тези таблици представят характеристикните стойности на

якостта на смачкване на дървесината при различните диаметри и различните класове на дървесината.

Таблица 1. Характеристична якост на смачкване на дървесината, без предварително разпробиване на дървесината в N/mm^2

Диаметър на съединителното средство d , mm	Якост на смачкване на дървесината, N/mm^2								
	Клас дървесина								
	C14	C16	C18	C22	C24	C27	C30	C35	C40
2	19,32	20,65	21,31	22,65	23,31	24,64	25,31	26,64	27,97
2,2	18,77	20,07	20,71	22,01	22,65	23,95	24,60	25,89	27,19
2,5	18,06	19,31	19,93	21,18	21,80	23,05	23,67	24,92	26,16
2,8	17,46	18,67	19,27	20,47	21,07	22,28	22,88	24,08	25,29
3,2	16,78	17,93	18,51	19,67	20,25	21,40	21,98	23,14	24,30
3,6	16,19	17,31	17,87	18,98	19,54	20,66	21,22	22,33	23,45
4	15,69	16,77	17,31	18,39	18,93	20,02	20,56	21,64	22,72
4,5	15,14	16,19	16,71	17,76	18,28	19,32	19,84	20,89	21,93
5	14,67	15,69	16,19	17,20	17,71	18,72	19,23	20,24	21,25

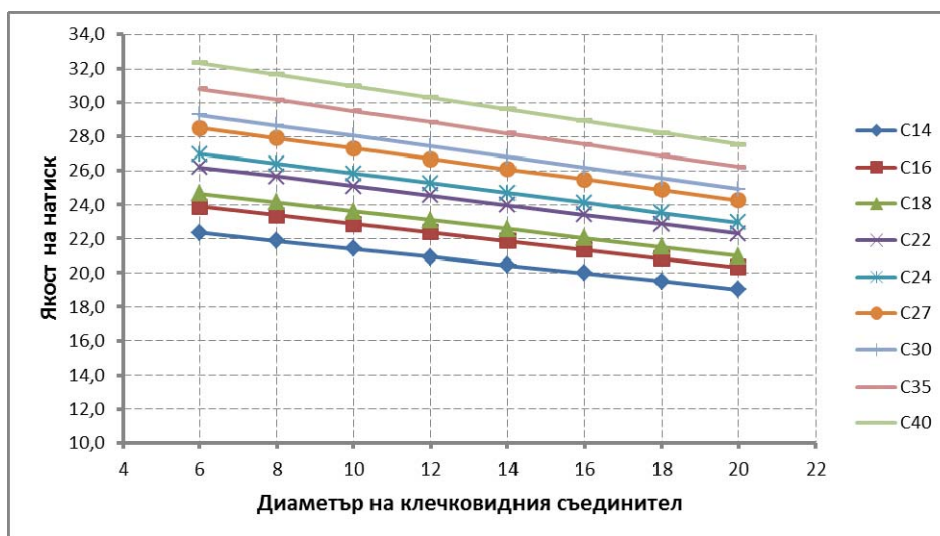


Фиг. 1. Характеристична якост на смачкване на дървесината без предварително разпробиване на дървесината

Характеристичната якост на смачкване на дървесината при един и същ диаметър на съединителното средство се изменя до 9 N/mm^2 . Спрямо средната стойност на якостта на смачкване за даден диаметър на съединителното средство изменението на стойностите е до 18% при съединителни средства с диаметър, по-малък от 5 mm, т.е. без предварително разпробиване на елементите.

Таблица 2. Характеристична якост на смачкване на дървесината, при предварително разпробиване на дървесината в N/mm^2

Диаметър на съединителното средство d , mm	Якост на смачкване на дървесината, N/mm^2								
	Клас дървесина								
	C14	C16	C18	C22	C24	C27	C30	C35	C40
6	22,35	23,89	24,67	26,21	26,98	28,52	29,29	30,83	32,37
7	22,12	23,64	24,40	25,93	26,69	28,22	28,98	30,50	32,03
8	21,88	23,39	24,14	25,65	26,40	27,91	28,67	30,18	31,68
10	21,40	22,88	23,62	25,09	25,83	27,31	28,04	29,52	31,00
12	20,93	22,37	23,09	24,53	25,26	26,70	27,42	28,86	30,31
14	20,45	21,86	22,57	23,98	24,68	26,09	26,80	28,21	29,62
16	19,98	21,35	22,04	23,42	24,11	25,49	26,17	27,55	28,93
18	19,50	20,84	21,52	22,86	23,53	24,88	25,55	26,90	28,24
20	19,02	20,34	20,99	22,30	22,96	24,27	24,93	26,24	27,55



Фиг. 2. Характеристична якост на смачкване на дървесината при предварително разпробиване на дървесината

Характеристичната якост на смачкване на дървесината при един и същ диаметър на съединителното средство се изменя до $7 N/mm^2$. Спрямо средната стойност на якостта на смачкване за даден диаметър на съединителното средство, изменението на стойностите е до 15% при съединителни средства с диаметър, по-голям или равен на 6 mm, т.е. при предварително разпробиване на елементите.

3. Характеристична стойност на пластичния момент за съединителните средства

Характеристичната стойност на пластичния момент за съединителните средства зависи от диаметра и от якостта на опън на стоманата, от която са изготвени. Гвоздите са от стомана с минимална якост на опън от 600 N/mm².

Характеристичната стойност на пластичния момент за обикновени гвоздеи от стоманена тел с минимална якост на опън $f_u = 600$ N/mm² в зависимост от напречното сечение се определя както следва:

$$M_{y,Rk} = \begin{cases} 0,3 f_u d^{2,6} & \text{за кръгли гвоздеи} \\ 0,45 f_u d^{2,6} & \text{за квадратни гвоздеи.} \end{cases} \quad (4)$$

Характеристичната стойност на пластичния момент за болтове се приема както следва:

$$M_{y,Rk} = 0,3 f_{u,k} d^{2,6}. \quad (5)$$

Характеристичната стойност на пластичния момент за стоманени клечки се определя както за болтове.

Въз основа на гореописаните формули и характеристиките на стоманата са разработени табл. 3 и номограмата, представена на фиг. 3. Тази таблица представя характеристичните стойности на пластичния момент за съединителните средства с различен диаметър и с различна якост на опън.

Таблица 3. Характеристичната стойност на пластичния момент за съединителни средства с различен диаметър и с различна якост на опън в N.mm

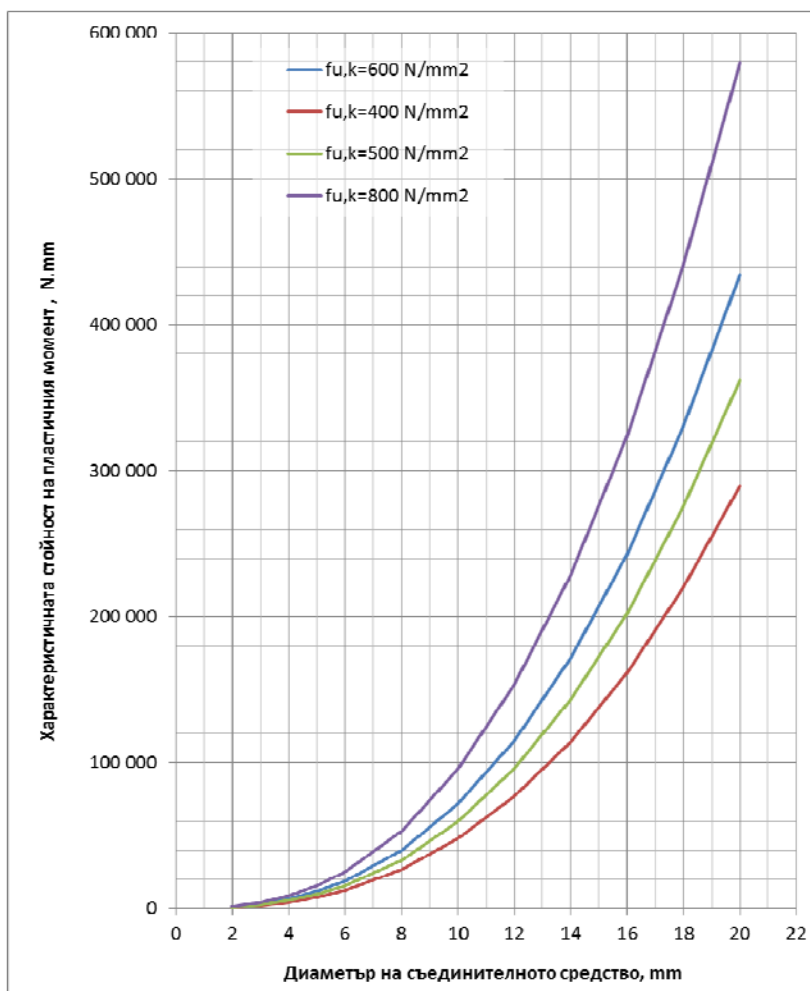
Диаметър на клечковидния съединител d , mm	Характеристичната стойност на пластичния момент, N.mm				
	Гвоздеи с кръгло напречно сечение	Болтове класове			
		4.6, 4.8	5.6, 5.8	6.6	8.8
		600	400	500	600
2	1 091	728	909	1 091	1 455
2,2	1 398	932	1 165	1 398	1 864
2,5	1 949	1 300	1 625	1 949	2 599
2,8	2 617	1 745	2 181	2 617	3 490
3,2	3 704	2 469	3 087	3 704	4 939
3,6	5 031	3 354	4 193	5 031	6 708
4	6 617	4 411	5 514	6 617	8 822
4,5	8 987	5 991	7 489	8 987	11 983
5	11 819	7 880	9 849	11 819	15 759
6	18 987	12 658	15 823	18 987	25 317
7	28 348	18 899	23 624	28 348	37 798
8	40 115	26 743	33 429	40 115	53 487
10	71 659	47 773	59 716	71 659	95 546
12	115 118	76 745	95 932	115 118	153 491
14	171 872	114 581	143 227	171 872	229 163
16	243 212	162 141	202 676	243 212	324 282
18	330 355	220 237	275 296	330 355	440 473
20	434 461	289 640	362 051	434 461	579 281

4. Заключение

Изследвано е влиянието на диаметъра на клечковиден стоманен съединител и класа на дървесината върху характеристичната якост на смачкване на дървесината в съответствие с БДС EN 1995-1-1 и резултатите са обобщени в графичен и табличен вид.

За различни диаметри гвоздеи и различни диаметри и класове стоманени болтове са изчислени в съответствие с БДС EN 1995-1-1 и обобщени в графичен и табличен вид характеристичните стойности на пластичния момент за съответните съединителни средства.

За получените резултати е възможно след обществено обсъждане в проектантската колегия да бъдат предложени за въвеждане в БДС EN 1995-1-1 NA като опционален вариант за улеснение на практикуващите инженери при изчислението на дървесинни съединения със стоманени клечковидни съединителни средства от изследваните видове.



Фиг. 3. Характеристичната стойност на пластичния момент за съединителни средства с различен диаметър и с различна якост на опън

ЛИТЕРАТУРА

1. БДС EN 1995-1-1 – ЕВРОКОД 5: ПРОЕКТИРАНЕ НА ДЪРВЕНИ КОНСТРУКЦИИ; ОБЩИ ПРАВИЛА И ПРАВИЛА ЗА СГРАДИ.
2. БДС EN 1995-1-1 / NA – ЕВРОКОД 5: ПРОЕКТИРАНЕ НА ДЪРВЕНИ КОНСТРУКЦИИ; ОБЩИ ПРАВИЛА И ПРАВИЛА ЗА СГРАДИ.
3. *Larsen H., V. Enjily.* PRACTICAL DESIGN OF TIMBER STRUCTURES TO EUROCODE 5, Thomas Telford Limited, 2009.
4. *Даков, Димитър, Иван Томев.* ДЪРВЕНИ И ПЛАСТМАСОВИ КОНСТРУКЦИИ. ВИАС, София, 1989.
5. *Thelandersson, Sven, Hans J. Larsen.* TIMBER ENGINEERING. John Wiley & Sons Ltd, England, 2003.
6. Martin Uhre Pedersen, Dowel Type Timber Connections, Strength modelling, Rapport, BYG-DTU R-039, DANMARKS, TEKNISKE, UNIVERSITET, 2002.
7. *Бояджиева, Д.* Дървени конструкции. Ръководство за курсово и дипломно проектиране в съответствие с БДС EN 1995-1-1. УАСГ, София, 2012.
8. *Георгиев, Л., Бояджиева, Д., Танев, В., Иванова, Ев., Бояджиев, С., Апостолова, А., Митева, Д.* Сравнителен анализ и оценка на потенциала за модификация с оглед оптимизиране на оразмерителните процедури за някои детайли на връзка между дървесинни елементи със стоманени клечковидни съединителни средства съгласно БДС EN 1995-1-1. Научноизследователска тема по договор БН-171/14, ЦНИП при УАСГ, 2014.

Постъпила: април 2015 г.

**COMPARATIVE ANALYSIS AND EVALUATION OF
THE POTENTIAL FOR MODIFICATION IN THE SENSE OF
OPTIMISATION OF THE DESIGN PROCEDURES FOR SOME
CONNECTION DETAILS BETWEEN TIMBER MEMBERS WITH
STEEL DOWEL TYPE CONNECTION DEVICES IN ACCORDANCE
WITH BDS EN 1995-1-1**

L. Georgiev¹, D. Boyadzhieva²

Keywords: connections, timber structures, steel dowel type connection devices

Research area: building structures

ABSTRACT

Analysis of the influence of the diameter of the dowel type connection and the timber class on the characteristic embedment strength in accordance with BDS EN 1995-1-1 is presented in this paper. The influence of different parameters (diameter, bolt class) on the characteristic fastener yield moment is studied. The investigated relations are generalized in graphical and tabular form.

¹ Lazar Georgiev, Assoc. Prof. Dr. Eng., Dept. "Transport Structural Facilities", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: lazargeorgiev@yahoo.com

² Delyana Boyadzhieva, Chief Assist. Dr. Eng., Dept. "Steel, Timber and Plastic Structures", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: delianab@yahoo.com