



ISSN 1814-5566 print

ISSN 1993-3517 online

МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ
METAL CONSTRUCTIONS

2012, ТОМ 18, НОМЕР 4, 237–244

УДК 624.078

(12)-0274-1

ДІЙСНА НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ОДНОБОЛТОВИХ З'ЄДНАНЬ З ВРАХУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ УТВОРЕННЯ ОТВОРУ

В. М. Василев, Є. В. Шевченко, О. С. Карабанов, А. В. Танасогло

*Донбаська національна академія будівництва і архітектури,
вул. Державіна, 2, м. Макіївка, Донецька область, Україна, 86123.
E-mail: sodnjestvo3@mail.ru, A.Karabanov84@yandex.ru, a.v.tan@mail.ru*

Отримана 20 листопада 2012; прийнята 21 грудня 2012.

Анотація. Опори ліній електропередачі (ЛЕП) являють собою просторово-стрижневу конструкцію, які складаються з прокатних кутників, сполучених у вузлах болтами, що працюють на зминання і зріз. В опорах ЛЕП переважно використовуються елементи з незначного товщиною від 4 до 12 мм. У таких конструкціях теоретично відмова болтового з'єднання відбувається внаслідок зминання елементів, що з'єднуються. На практиці відмова одноболтових з'єднань відбувається через зріз болта або руйнування елемента по ослабленому перетину. Аналіз розрахунку болтових з'єднань за нормативними документами, що діють в Україні та за кордоном, показує, що вони відрізняються один від одного. У всіх розглянутих нормах чітко не оговорюється методика утворення отворів. Проведені експериментальні дослідження показали, що болтові з'єднання, утворені методом пробивання, сприймають навантаження, які перевищують розрахункові. Така невідповідність роботи болтового з'єднання обумовлена двома чинниками – у визначенні зусиль зминання, існує запас міцності; пробивання отворів призводить до збільшення механічних властивостей матеріалу.

Ключові слова: розрахунковий опір, опори ліній електропередачі, стійкість, напруга того, що зім'яло, експериментальна модель, болтове з'єднання, відмова роботи болтового з'єднання.

ДЕЙСТВИТЕЛЬНАЯ НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ОДНОБОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ С УЧЕТОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБРАЗОВАНИЯ ОТВЕРСТИЯ

В. Н. Васильев, Е. В. Шевченко, А. С. Карабанов, А. В. Танасогло

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,
ул. Державина, 2, г. Макеевка, Донецкая область, Украина, 86123.
E-mail: sodnjestvo3@mail.ru, A.Karabanov84@yandex.ru, a.v.tan@mail.ru*

Получена 20 ноября 2012; принята 21 декабря 2012.

Аннотация. Опоры линий электропередачи (ЛЭП) представляют собой пространственно-стержневую конструкцию, которые состоят из прокатных уголков, соединенных в узлах болтами, работающими на смятие и срез. В опорах ЛЭП преимущественно используются элементы с незначительными толщинами – от 4 до 12 мм. В таких конструкциях теоретически отказ болтового соединения происходит вследствие смятия соединяемых элементов. На практике отказ одноболтовых соединений происходит из-за среза болта или разрушения элемента по ослабленному сечению. Анализ расчета болтовых соединений по нормативным документам, действующим в Украине и за рубежом, показывает, что они отличаются друг от друга. Во всех рассмотренных нормах четко не оговаривается методика образования отверстий.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что болтовые соединения, образованные методом пробивки, воспринимают нагрузки, превышающие расчетные. Такое несоответствие работы болтового соединения обусловлено двумя факторами – в определении усилий смятия, существует запас по прочности; пробивка отверстий приводит к увеличению механических свойств материала.

Ключевые слова: расчетное сопротивление, опоры линий электропередачи, устойчивость, напряжение смятия, экспериментальная модель, болтовое соединение, отказ работы болтового соединения.

THE VALID LOAD-CARRYING CAPACITY OF ONE-BOLTED JOINTS TAKING INTO ACCOUNT TECHNOLOGICAL FEATURES OF FORMATION OF AN APERTURE

Volodymyr Vasylev, Yevgeny Shevchenko, Aleksey Karabanov, Anton Tanasoglo

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,

2, Derzhavina Str., Makiivka, Donetsk Region, Ukraine, 86123.

E-mail: sodrujestvo3@mail.ru, A.Karabanov84@yandex.ru, a.v.tan@mail.ru

Received 20 November 2012; accepted 21 December 2012.

Abstract. Power Transmission Lines (PTL) represent a spatially-rod design which consist of rolling L-steels connected in knots bolts working on bearing and cut. In supports PTL elements with insignificant thickness – from 4 to 12 mm are mainly used. In such designs theoretically bolted joint refusal occurs in a consequence bearing connected elements. On practice refusal of one-bolted joints occurs because of a cut of a bolt or element destruction on the weakened sectional view. The analysis of calculation of bolted joints under the standard documents operating in Ukraine and abroad that they different from each other. In all considered size standards the technique of formation of apertures accurately does not make a reservation. The spent experimental researches have shown that the bolted joints formed by a method of a punching, perceive loadings exceeding settlement. Such misfitting of work of a bolted joint is caused by two factors – in definition of efforts смятия, there is a stock on durability; the punching of apertures leads to increase in a mechanical material properties.

Keywords: settlement resistance, supports of Power Transmission Lines, stability, a bearing stress, an experimental model, a bolted joint, refusal of work of a bolted joint.

Введение

При проектировании болтовых соединений в опорах линий электропередачи (ЛЭП) предпочтение отдается одноболтовым соединениям. Такое решение определено использованием уголков с толщиной полки от 4 до 12 мм. Расчет болтового соединения, согласно [1], ведется на два вида отказа – смятие и срез.

В результате того, что сечения элементов ЛЭП имеют небольшую толщину, расчетный отказ работоспособности одноболтового соединения происходит от смятия. Анализ отказов болтовых соединений опор ЛЭП показывает, что большинство разрушений происходит вследствие среза болта, а не из-за смятия или выкола элемента (рис. 1).

Расчет болтовых соединений на смятие и его деформативность

Расчеты болтового соединения на смятие в нормативных документах ДБН, EN и ANSI имеют различный подход к определению несущей способности болтового соединения на смятие.

Несущая способность одноболтового соединения на смятие согласно ДБН [1]:

$$N_b = R_{bp} \sum t \cdot d \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c, \quad (1)$$

где N_b – усилие, которое может быть воспринято одним болтом;

R_{bp} – расчетное сопротивление болта на смятие;

$\sum t$ – наименьшая суммарная толщина элементов;



Рисунок 1. Срез болта в одноболтовом соединении раскоса с поясом опоры ЛЭП.

d – диаметр отверстия;
 γ_b – коэффициент, зависящий от отношения расстояния от обреза элемента до центра отверстия a и диаметра отверстия d .

Расчетное сопротивление R_{bp} по [1] для болтов класса точности В и С зависит от временного сопротивления стали R_u :

$$R_{bp} = 1,35 R_u. \quad (2)$$

В нормах ANSI [2] расстояние от центра отверстия до обреза элемента является функцией от действующего усилия, т. е. рассчитывается не усилие, которое может быть воспринято одним болтом, а расстояние a (рис. 2). Но при расчете напряжение смятия не должно превышать $1,5 F_u$, где F_u – временное сопротивление растяжению стали.

В Eurocodes [3] расчет болтового соединения на смятие ведется по временному сопротивлению стали на растяжение с учетом коэффициентов конструктивной формы болтового соединения и направления усилия.

Несущая способность одноболтового соединения на смятие по нормам [3]:

$$F_{b,Rb} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{m2}}, \quad (3)$$

где f_u – временное сопротивление стали;
 k_1 – коэффициент, принимаемый вдоль усилия 2,5;
 γ_{m2} – коэффициент безопасности, рекомендуется 1,25;
 α_b – коэффициент, принимаемый меньший из значений α_d и f_{ub}/f_u или 1,0;

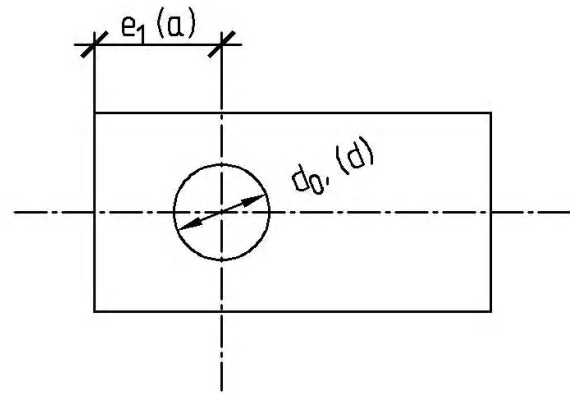


Рисунок 2. Конструктивные размеры болтового соединения; e_1, a – расстояние от обреза элемента до центра отверстия; d_0, d – диаметр отверстия.

α_d – зависит от следующих параметров:

$$\alpha_d = \frac{e_1}{3d_0}, \quad (4)$$

где e_1 – расстояния от обреза элемента до центра отверстия (рис. 2);

d_0 – диаметр болта.

Результаты численного сравнения несущей способности одноболтовых соединений по различным нормативным документам приведены в табл. 1.

Как видно из таблицы 1, несущая способность на смятие одноболтового соединения, полученная по [3], превышает значения, полученные по [1] в среднем на 15 %, а по нормам [2] почти 30 %.

Рассмотренные нормы не содержат рекомендаций по расчету деформативности одноболтовых соединений, которые в конечном итоге сказываются на общей деформации опоры ЛЭП.

Для опор ЛЭП основным методом образования отверстия является – метод пробивки. Такая технология создает наклеп в металле вокруг отверстия и конусность (рис. 3).

Если наклеп вокруг отверстия увеличивает прочностные характеристики, то конусность увеличивает его деформативность.

Деформацию одноболтового отверстия в направлении действия усилия можно определить как:

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2,$$

где Δ_2 – зазор между телом болта и отверстием;
 Δ_1 – величина конусности.

Таблица 1. Сравнительная таблица усилия, которое может быть воспринято одним болтом на смятие соединяемых элементов *

ANSI		ДБН В.2.06-163:2010			EN3	
F_u	N (кН)	R_{un}	R_{bp} (МПа)	$N^{1)}$ (кН)	$f_u^{2)}$ (МПа)	F_{BRd} (кН)
360	64,8	360	475	41,472	360	51,84
365	65,7	365	485	42,048	365	52,56
370	66,6	370	500	42,624	370	53,28
380	68,4	380	515	43,776	380	54,72

* – толщина элемента – 6 мм; диаметр отверстия – 20 мм; соотношения: $a / d = 1,5$ и $\gamma_b = 0,8$; $\gamma_c = 1$; $e_1 = 1,5$; $d_0 = 20$; $k = 2,5$ – для расчета по формуле 2.

Если величина Δ_2 постоянная и зависит только от класса точности болта, то величина Δ_1 – зависит от материала, толщины элемента и способа образования отверстия.

Экспериментальные исследования были проведены в четыре этапа:

- 1) численный расчет экспериментальной конструкции;
- 2) разработка экспериментальной конструкции и силовой установки;
- 3) проведение экспериментальных исследований действительной работы конструкции;
- 4) обработка результатов эксперимента.

Экспериментальная конструкция представляет собой фрагмент панели опоры ЛЭП состоящей из одиночных уголков, наиболее часто используемых в решетке.

Были испытаны две экспериментальных конструкции (рис. 4):

- первый вариант: раскосы сечением L63×5, пояс – L125×8;
- второй вариант: раскосы сечением L45×4, пояс – L125×8.

Сечения стержней поясов подобраны так, чтобы осуществить возможность бесфасоночного прикрепления раскосов к поясам болтами M20 и M16. Геометрические размеры экспериментальной конструкции подобраны так, чтобы напряжения в них были предельно допустимыми.

Для измерения относительных деформаций при испытаниях использовались проволоочные петлевые тензодатчики с базой 20 мм. Тензодатчики устанавливаются вблизи узлов по шести сечениям в каждом раскосе. В качестве регистрирующей аппаратуры используется система «СИИТ-3».

Нагрузка на конструкцию создавалась при помощи гидравлических домкратов и прикладывалась ступенями через 10 кН.

В ходе экспериментальных исследований фиксировались:

- 1) действительные продольные напряжения в элементах раскосов и усилия N;
- 2) горизонтальные и вертикальные перемещения узлов крепления раскосов к поясу и между собой (рис. 5);
- 3) фактическое состояние всей конструкции и ее узлов.

При загрузке экспериментальной модели максимальной расчетной нагрузкой в ферме из уголков L45×4 ни один элемент фермы не потерял устойчивости и не разрушился. Не произошло ни одного отказа болтового соединения. В табл. 2 указаны усилия, которые возникли в элементах фермы при максимальном загрузке.

Для фермы из L45×4 с болтом M16 и наиболее загруженных элементов (1, 4 и 5) уси-

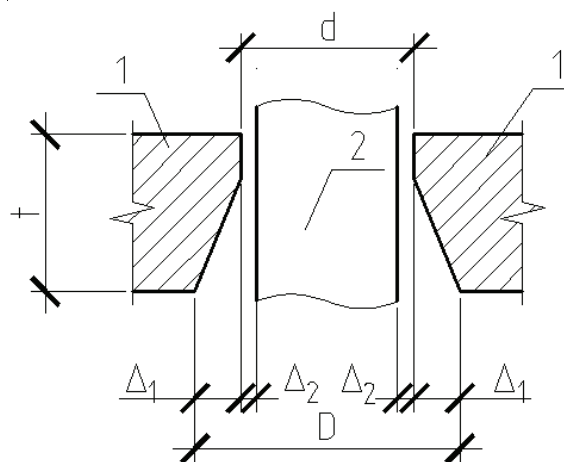


Рисунок 3. Вид отверстия образованного методом пробивки: 1 – соединяемый элемент; 2 – тело болта; d – диаметр входного отверстия; D – диаметр выходного отверстия; Δ_1 – величина конусности; Δ_2 – зазор между телом болта и стенками отверстия.

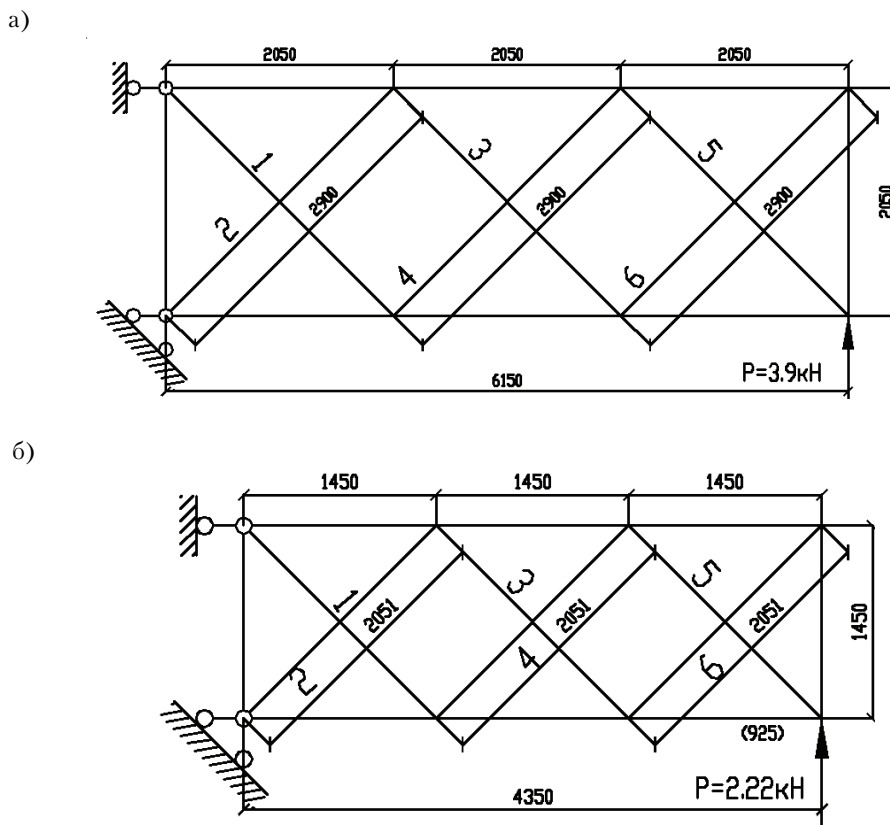


Рисунок 4. Расчетная схема экспериментальной плоской фермы: а) решетка L 63×5; б) решетка L45×4; 1–6 номера раскосов.

лия N , передающиеся на болтовое соединение, превысили расчетное значение. Максимальное превышение усилия составило 12 %. Максимальное увеличение отверстия в направлении действия усилия составило 2,3 %.

Основные выводы по работе

Усилия, передаваемые на болты, превысили расчетные усилия смятия на 12 %, что должно было привести к отказу болтового соединения либо к его недопустимой деформации. При максимальной расчетной нагрузке на болтовое соединение отверстие приняло овальную форму, с увеличением диаметра вдоль действия усилия составило 2,3 %.

Дальнейшая работа предусматривает разработку экспериментальной установки одноболтового соединения, позволяющей учитывать многофакторность его работы.

При образовании отверстия методом пробивки расчетные характеристики материала на смятие имеют запас.



Рисунок 5. Общий вид узла с одноболтовым креплением раскосов.

Таблица 2. Результаты экспериментальных данных

№ элемента	решетка					
	L63x8 (M20)			L45x4 (M16)		
	N кН (СИИТ)	Усилие смятия кН	Усилие среза кН	N (кН) (СИИТ)	Усилие смятия Н	Усилие среза кН
1	-17,33	38,5	66,78	-27,8	24,83	42,21
2	11,99			19,5		
3	-16,27			-20,31		
4	26,27			26,3		
5	-27,98			-25,32		
6	13,85			19,35		

Литература

- ДБН В.2.6-163:2010. Конструкції будівель і споруд. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу [Текст]. – На заміну СНиП II-23-81* окрім розділів 15*–19, СНиП III-18-75 окрім розділів 3–8, СНиП 3.03.01-87 у частині, що стосується сталевих конструкцій окрім п.п. 4.78–4.134 ; чинні від 2011-12-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 127 с.
- ANSI/ASCE 10. Design of Latticed Steel Transmission Structures [Текст]. – Reston : American Society of Civil Engineers, 2000. – 76 p. – (ASCE Standard). – ISBN 0-7844-0324-4.
- Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 1–8. Расчет соединений [Текст]. – Введен впервые ; взамен ENV 1993-1-1. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010. – 133 с.
- Крюков, К. П. Конструкции и механический расчёт линий электропередачи [Текст] / К. П. Крюков, Б. П. Новгородцев. – 2-е изд. – Л. : Энергия, 1979. – 312 с.
- Соколов, А. Г. Опоры линий электропередачи [Текст] / А. Г. Соколов. – М. : Госстройиздат, 1961. – 171 с.
- Правила улаштування електроустановок. Глава 2.5 «Повітряні лінії електропередачі напругою вище 1 кВ до 750 кВ» [Текст]. – Офіц. вид. – К. : ГРІФРЕ : М-во палива та енергетики України, 2006. – III, 125 с. – (Нормативний документ Мінпаливенерго України).
- Зеличенко, А. С. Проектирование механической части воздушных линий сверхвысокого напряжения [Текст] / А. С. Зеличенко, Б. И. Смирнов. – М. : Энергоиздат, 1981. – 336 с.
- Крюков, К. П. Переходы воздушных линий через большие водные пространства [Текст] / К. П. Крюков. – Л. : Энергоатомиздат, 1982. – 224 с.
- Перельмутер, А. В. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа [Текст] / А. В. Перельмутер, В. И. Сливкер. – К. : ВПП «SCAD», 2001. – 448 с.
- Шевченко, Е. В. Совершенствование металлических конструкций опор воздушных линий

References

- DBN V.2.6-163:2010. The constructions of buildings and structures. The steel constructions. Norms for design, fabrication and erection. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine, 2011. 127 p. (in Ukrainian)
- ANSI/ASCE 10. Design of Latticed Steel Transmission Structures. Reston: American Society of Civil Engineers, 2000. 76 p. (ASCE Standard). ISBN 0-7844-0324-4.
- Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1–8: Design of joints. Minsk: Ministry of architecture and engineering of the Republic of Belarus, 2010. 33 p. (in Russian)
- Kriukov, K. P.; Novgorodtsev, B. P. Constructions and mechanical analysis of power transmission line. 2nd ed. Leningrad: Energy, 1979. 312 p. (in Russian)
- Sokolov, A. G. Power transmission line support. Moscow: Gosstroizdat, 1961. 171 p. (in Russian)
- Rules for electrical installation. Head 2.5 «The overhead power transmission lines voltages above 1 kV to 750 kV». Kyiv: OEP «GRIFRE», 2006. 125 p. (in Ukrainian)
- Zelichenko, A. S.; Smirnov, B. I. Design of mechanical portion of airline of extra high tension. Moscow: Energoizdat, 1981. 336 p. (in Russian)
- Kriukov, K. P. Barrier of airline through large water space. Leningrad: Energoatomizdat, 1982. 224 p. (in Russian)
- Перельмутер, А. В.; Сливкер, В. И. Design models of structures and possibilities of their analysis. Kyiv: SCAD, 2001. 448 p. (in Russian)
- Shevchenko, E. V. refinement of steel constructions of power transmission line support. 2nd edition. Makiivka: DonNASEA, 1999. 169 p. (in Russian)
- Gorokhov, Ye. V.; Mushchanov, V. F. Yugov, A. M. et al; Edited by Gorokhov, Ye. V. Computation algorithm of steel constructions. Moscow: Stroiizdat, 1989. 368 p. (in Russian)
- Gorodetskii, A. S.; Evzerov, I. D. Computer model of structure. Kyiv: Fakt, 2005. 344 p. (in Russian)
- Dobbs, M. W.; Felton, L. P. Optimization of truss geometry. In: *J. of Str. Div., ASCE*, 1969, V. 95, p. 2105–2118.

- электрпередачи [Текст] / Е. В. Шевченко. – Изд. 2-е. – Макеевка : ДонГАСА, 1999. – 169 с.
11. Алгоритмы расчёта стальных конструкций [Текст] / Е. В. Горохов, В. Ф. Муцанов, А. М. Югов и др. ; Под ред. Е. В. Горохова. – М. : Стройиздат, 1989. – 368 с.
 12. Городецкий, А. С. Компьютерные модели конструкций [Текст] / А. С. Городецкий, И. Д. Евзоров. – К. : Факт, 2005. – 344 с.
 13. Dobbs, M. W. Optimization of truss geometry [Текст] / M. W. Dobbs, L. P. Felton // J. of Str. Div., ASCE. – 1969. – V. 95. – P. 2105–2118.
 14. Friedland, L. R. Geometric structural behavior [Текст] / L. R. Friedland. – New York : Columbia University, 1971. – 98 p.
 15. Spillers, W. R. Geometric optimization using simple code representation [Текст] / W. R. Spillers and G. Kountouris // J. of Str. Div, ASCE. – 1980. – Vol. 106. – P. 959–970.
 16. Lysmer, J. Dynamic Model for Infinite Medis [Текст] / J. Lysmer, R. Kuhlemeyer // Proc. ASCE. Journal Eng. Mechanics Division. – 1969. – Vol. 95, No. EM4. – P. 859–877.
 17. Guide to Stability Design Criteria for Metal Structures [Текст] / Edited by Ronald D. Ziemian. – Sixth Edition. – Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, Inc., 2010. – 1117 p.
 18. Mishell, A. G. The limits of economy of materials in frame structures [Текст] / A. G. Mishell // Phil. Magazine. – 1904. – Vol. 8, No. 47. – P. 589–595.
 19. Makoto, Ohsaki. Optimization of Finite Dimensional Structures [Текст] / Makoto Ohsaki. – Japan : CRC Press Taylor & Francis Group, 2011. – 405 p.
 14. Friedland, L. R. Geometric structural behavior. New York: Columbia University, 1971. 98 p.
 15. Spillers, W. R.; Kountouris, G. Geometric optimization using simple code representation. In: *J. of Str. Div, ASCE*, 1980, Vol. 106, p. 959–970.
 16. Lysmer, J.; Kuhlemeyer, R. Dynamic Model for Infinite Medis. In: *Proc. ASCE, Journal Eng. Mechanics Division*, 1969, Vol. 95, No. EM4, p. 859–877.
 17. Guide to Stability Design Criteria for Metal Structures / Edited by Ronald D. Ziemian. Sixth Edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2010. 1117 p.
 18. Mishell, A. G. The limits of economy of materials in frame structures. In: *Phil. Magazine*, 1904, Vol. 8, No. 47, p. 589–595.
 19. Makoto, Ohsaki. Optimization of Finite Dimensional Structures. Japan: CRC Press Taylor & Francis Group, 2011. 405 p.

Василев Володимир Миколайович – к.т.н., доцент, професор кафедри металевих конструкцій, начальник Лабораторії випробувань будівельних конструкцій і споруд Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Лауреат Державної премії. Наукові інтереси: експериментально-теоретичне дослідження робіт опор ліній електропередачі; регулювання і облік внутрішнього напруженого стану гарячекатаного прокату в будівельних конструкціях.

Шевченко Євген Володимирович – доктор технічних наук, професор кафедри металевих конструкцій Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Член Української асоціації з металевих конструкцій, академік Академії будівництва України. Наукові інтереси: оптимальне проектування конструкцій повітряних ліній електропередачі і антенних опор. Участь в розробці будівельних норм проектування.

Карabanov Олексій Сергійович – асистент кафедри металевих конструкцій Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: оптимальне проектування конструкцій повітряних ліній електропередачі і антенних опор.

Танасогло Антон Володимирович – аспірант кафедри металевих конструкцій Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: оптимальне проектування конструкцій повітряних ліній електропередачі і антенних опор.

Василев Владимир Николаевич – к.т.н., доцент, профессор кафедры металлических конструкций, начальник Лаборатории испытаний строительных конструкций и сооружений Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Лауреат Государственной премии. Научные интересы: экспериментально-теоретическое исследование работ опор линий электропередачи; регулирование и учет внутреннего напряженного состояния горячекатаного проката в строительных конструкциях.

Шевченко Евгений Владимирович – доктор технических наук, профессор кафедры металлических конструкций Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Член Украинской ассоциации по металлическим конструкциям, академик Академии строительства Украины. Научные интересы: оптимальное проектирование конструкций воздушных линий электропередачи и антенных опор. Участие в разработке строительных норм проектирования.

Карabanov Алексей Сергеевич – ассистент кафедры металлических конструкций Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: оптимальное проектирование конструкций воздушных линий электропередачи и антенных опор.

Танасогло Антон Владимирович – аспирант кафедры металлических конструкций Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: оптимальное проектирование конструкций воздушных линий электропередачи и антенных опор.

Volodymyr Vasylev – Ph. D. (Eng.), associate professor; a lecturer of the Department «Metal Structures», head of the Laboratory of testing building structures and building of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. A state prize-winner. Scientific interests: experimental and theoretical investigation of power transmission tower operation, control and record of the inner stressed state of the hot-rolled metal in building structures.

Yevgeny Shevchenko – DSc (Eng.), professor; Department «Metal Structures» of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. A member of the Ukrainian Association on Metal Structures, an Academician of the Academy of Civil Engineering of Ukraine. Scientific interests: optimal design of overhead power transmission line and antenna support structures. Participation in the development of the design building norms.

Aleksey Karabanov – an assistant professor of the Department «Metal Structures» of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interest: optimal design of overhead power transmission line and antenna supports.

Anton Tanasoglo – a postgraduate of the Department «Metal Structures» of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interest: optimal design of overhead power transmission line and antenna supports.