



ISSN 1993-3517 online

**МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ
МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ
METAL CONSTRUCTIONS**

2020, ТОМ 26, НОМЕР 4, 165–176
УДК 624.014:621.315.1

(20)-0416-1

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ АНКЕРНОЙ ОПОРЫ У220+9 С НЕСОВЕРШЕНСТВАМИ ПРИ ДЕЙСТВИИ СТАТИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Н. С. Смирнова¹, А. Н. Миронов²

*ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,
2, ул. Державина, г. Макеевка, ДНР, 86123.*

E-mail: ¹n.s.smirnova@donnasa.ru, ²andreyexp@mail.ru

Получена 19 октября 2020; принята 27 ноября 2020.

Аннотация. В статье представлена методика проведения испытаний анкерно-угловой опоры У220+9 с несовершенствами на полигоне ДОННАСА. Для сравнения показателей НДС элементов опоры проводилось два нагрузочных испытания опоры по аналогичным схемам. В процессе первого испытания производились загрузки опоры без несовершенств. В ходе второго нагрузочного испытания моделировалась ситуация образования общего искривления элементов решетки из плоскости грани опоры. Испытания с несовершенствами проводились в два этапа. На первом этапе рассматривалось поведение отдельных элементов и узлов опоры в процессе образования дефекта в виде общего искривления стержня из плоскости конструкции. На втором этапе анализировался отклик исследуемой конструкции на дефектный стержень. Приведенная методика испытаний позволила определить: места проведения тензометрических исследований для анализа отклика исследуемой конструкции на стержень с предельной деформацией; несущую способность по критериям прочности и устойчивости, соответствующей первой группе предельных состояний; эксплуатационную пригодность конструкции в целом при работе с несовершенствами.

Ключевые слова: анкерно-угловая опора, полигон, методика, статические испытания, искривление, работа конструкций с несовершенствами, тензометрические исследования.

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ АНКЕРНОЇ ОПОРИ У220+9 З НЕДОСКОНАЛОСТЯМИ ПРИ ДІЇ СТАТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Н. С. Смирнова¹, А. М. Миронов²

*ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»,
2, вул. Державіна, м. Макіївка, ДНР, 86123.*

E-mail: ¹n.s.smirnova@donnasa.ru, ²andreyexp@mail.ru

Отримана 19 жовтня 2020; прийнята 27 листопада 2020.

Анотація. У статті представлена методика проведення випробувань анкерно-кутової опори У220+9 з недосконаlostями на полігоні ДОННАБА. Для порівняння показників НДС елементів опори проводилося два навантажувальних випробувань опори за аналогічними схемами. В процесі першого випробування проводилися навантаження опори без недосконалостей. В ході другого навантажувального випробування моделювалася ситуація утворення загального викривлення елементів решітки з площини грані опори. Випробування з недосконаlostями проводилися в два етапи. На першому етапі розглядалася поведінка окремих елементів і вузлів опори в процесі утворення дефекту у вигляді загального викривлення стержня з площини конструкції. На другому етапі аналізувався відгук досліджуваної конструкції на дефектний стержень. Наведена методика випробувань дозволила визначити: місця про-

ведення тензометричних досліджень для аналізу відгуку досліджуваної конструкції на стрижень з граничною деформацією; несучу здатність за критеріями міцності і стійкості, що відповідає першій групі граничних станів; експлуатаційну придатність конструкції в цілому при роботі з недосконаlostями..

Ключові слова: анкерно-кутова опора, полігон, методика, статичні випробування, викривлення, робота конструкцій з недосконаlostями, тензометричні дослідження.

METHODS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF THE ANCHOR SUPPORT U220+9 WITH IMPERFECTIONS UNDER THE ACTION OF STATIC LOADS

Natalia Smirnova¹, Andrey Mironov²

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,

2, Derzhavina Str., Makeyevka, DPR, 86123.

E-mail: ¹ n.s.smirnova@donnasa.ru, ² andreyexp@mail.ru

Received 19 October 2020; accepted 27 November 2020.

Abstract. The article presents the method of testing the U220+9 anchor-angle support with imperfections at the DNACA test site. To compare the VAT indicators of the support elements, two load tests of the support were carried out according to similar schemes. During the first test, the support was loaded without imperfections. During the second load test, the situation of the formation of a general curvature of the grid elements from the plane of the support face was simulated. Tests with imperfections were carried out in two stages. At the first stage, the behavior of individual elements and support units in the process of defect formation in the form of a general curvature of the rod from the plane of the structure is considered. At the second stage, the response of the studied structure to the defective rod was analyzed. The above test procedure allowed us to determine: the locations of strain-measuring studies to analyze the response of the structure under study to a rod with extreme deformation; the load-bearing capacity, according to the criteria of strength and stability, corresponding to the first group of limit states; operational suitability of the structure as a whole when working with imperfections.

Keywords: anchor-angular support, polygon, technique, static tests, curvature, work of structures with imperfections, strain-measuring studies.

Введение

Поток отказов опор воздушных линий (ВЛ), не связанных с функцией времени (коррозионный износ), не зависит от длительности эксплуатации, т. е. определяется случайными величинами и может быть уменьшен только увеличением первоначальных прочностных параметров конструкции, а также качеством строительного производства и монтажа. В случае возникновения аварии экономически более целесообразным является восстановление электроснабжения путем навески (замены) проводов и тросов, а не полным восстановлением конструкции опоры. Учитывая вышесказанное, возникает необходимость в определении влияния несовершенства элемента на напряженно-деформиро-

ванное состояние (НДС) всей конструкции либо ее части и способность конструкции к локализации и перераспределению усилий между элементами. В настоящее время 1/3 эксплуатируемых опор ВЛ изготовлены по типовым альбомам СССР с максимальной унификацией элементов. Наиболее уязвимыми элементами, в которых возникают несовершенства, являются те, которые имеют наибольшие параметры дефекта и воспринимают наибольшие усилия от воздействий на них нагрузочных параметров. Исходя из вышесказанного, для выявления зависимости влияния несовершенств были проведены экспериментальные исследования на анкерно-угловой опоре У220-2р+9 на Полигоне ДОННАСА.

Описание объекта исследования

В качестве объекта исследования принята четырехгранная широкобазая анкерно-угловая опора

линии электропередач У220+9 с раскосной решеткой из одиночных уголков высотой 40,6 м (рис. 1). Опора представляет собой пространственную стержневую конструкцию. В пределах

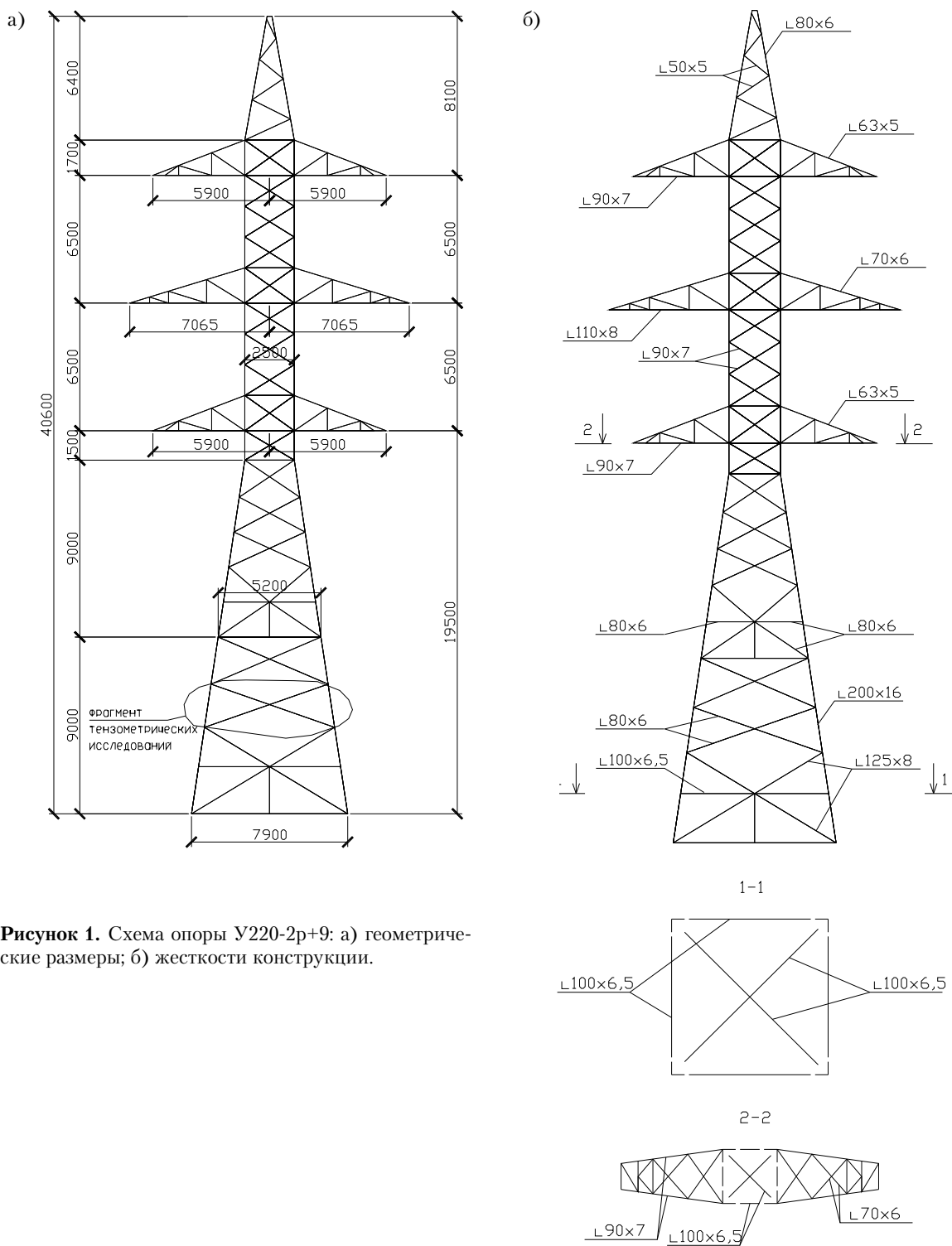


Рисунок 1. Схема опоры У220-2р+9: а) геометрические размеры; б) жесткости конструкции.

первых двух нижних секций опора имеет вид правильной четырехгранной пирамиды, высота каждой секции составляет 9 м. Выше ствол опоры представляет собой параллелепипед с шириной 2,5 м и высотой 16,2 м с примыкающими к ней в трех уровнях шестью параллельными траверсами, также имеющими пространственную стержневую конструкцию. Траверсы имеют вылет симметрично от ствола 4,65 м для нижних и верхних и 5,815 м для средних. Тросостойка, как и вся опора, имеет пространственную стержневую конструкцию в виде четырехгранной пирамиды высотой 6,4 м.

Элементы секций соединяются болтами нормальной точности классом 5.6. Пояса смежных секций соединены между собой фланцами на болтах класса 5.6. Пояса первых трех снизу секций опоры выполнены из уголка 200×16 мм, затем сечение пояса изменяется на уголки (верхняя секция) 160×10 мм. Пояса тросостойки – уголок 80×6 мм. Сечения раскосов в пределах одной секции одинаковые: раскосы подставки выполнены из уголка 125×8 мм, раскосы первых двух снизу секции выполнены из уголка 80×6 мм, раскосы верхних секций – уголок 90×7 мм, раскосы тросостойки – 50×5 мм. Пояса нижних и верхних траверс – уголок 90×7 мм, средней траверсы – уголок 110×8 мм. Тяги нижних и верхних траверс – уголок 63×5 мм, средней траверсы – 70×6 мм. Диафрагмы: нижних секций – уголок 100×6,5 мм, в местах примыкания траверс – уголок 110×8 мм. Материал конструкций – углеродистые стали для сварных конструкций ВСт3 по ГОСТ 380-71*, соответствуют С245 по [6]. Опора запроектирована на нагрузки для Донецкой области (для III-го ветрового и IV-го районов по весу гололедных отложений) [7].

Методика проведения испытаний

Эксплуатационные свойства металлических опор ВЛ характеризуются двумя основными факторами: восприимчивостью к образованию дефекта и верхним пределом внешней нагрузки, при которой обеспечивается нормальная эксплуатация конструкции, характеризуемая первой группой предельных состояний.

По результатам численного эксперимента в ПК Лира САПР 13 были определены элементы, воспринимающие наибольшие усилия от внешних нагрузок, поэтому анализ испытаний вы-

полняется в два этапа. На первом этапе рассматривается поведение отдельных элементов и узлов опоры в процессе образования дефекта в виде общего искривления стержня из плоскости конструкции (рис. 2, 6). На втором этапе анализируется отклик исследуемой конструкции на дефектный стержень, т. е. способность к локализации влияния дефекта в пределах отдельного стержня или к перераспределению усилия от выведенного из строя дефектного стержня на соседние.

Цель эксперимента

Исследование влияния общих искривлений в пределах одной панели нижней секции на сжатые и растянутые элементы решетки нижней части опоры.

В ходе данного эксперимента моделировалась ситуация образования общего искривления элементов решетки из плоскости грани опоры.

Испытания опоры проводились на Полигоне испытаний опор линий электропередачи и башенных сооружений Донбасской национальной академии строительства и архитектуры (далее «Полигон»), оборудованным соответствующим образом в соответствии со стандартом [4]. Схема Полигона приведена на рис. 3.

Для сравнения показателей НДС элементов опоры проводилось два нагрузочных испытания опоры по аналогичным схемам (рис. 4, 5). В процессе первого испытания производились загрузки опоры без несовершенств, ее стабилизация и снятие нагрузки ступенями в обратном порядке от загрузки, осмотр на возможные отклонения от геометрических параметров и подготовка ко второму загрузению конструкции с несовершенствами решетки.

Искривления в элементах решетки создавались с помощью натяжного устройства. В процессе выгиба трос крепился в плоскости выгиба к стержню, при этом фиксировалась нагрузка, создаваемая натяжным устройством и стрелка выгиба стержня. Величина стрелки искривления контролировалась с помощью теодолита 2Т30 по металлической линейке, прикрепленной в узле пересечения раскосов (рис. 2). Нагрузка, создаваемая натяжным устройством, прикладывалась ступенями, величина которых определяется появлением пластических деформаций в изгибаемом

стержне. При испытании узлы пересечения стержней выгибались на сжатый и на растянутый раскос, т. е. в первом случае создавалась стрелка прогиба со стороны растянутого раскоса и наоборот. Направление выгиба элементов относительно силовых башен представлено на рис. 6.

Испытания проводились для режима работы Шк (опора концевая. Оборван провод, дающий наибольший крутящий момент на опору. Трос не

оборван. Схема является расчетной для раскосов ствола опоры).

После образования общего искривления стержня с необходимой стрелкой прогиба производилось нагружение опоры.

Расположение тяговых тросов и точек приложения нагрузки показаны на рис. 4, 5.

Загружения опоры производятся пятью ступенями: 25, 50, 75, 100 и 102,5 % от предельных



Рисунок 2. Фиксирование выгиба решетки нижней части опоры.

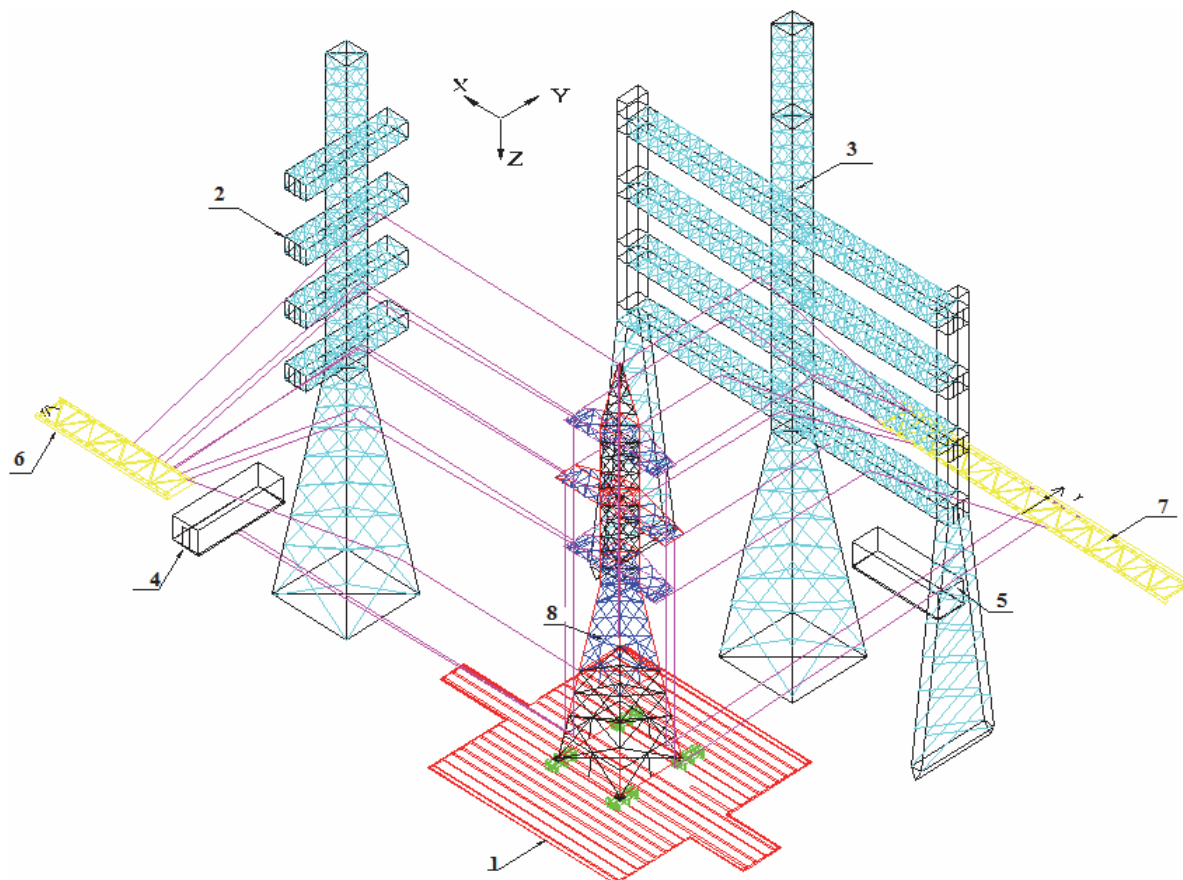


Рисунок 3. Полигон испытаний башенных конструкций Донбасской национальной академии строительства и архитектуры: 1 – универсальный силовой пол – 24×24 м; 2 – силовая башня нормального режима – $H = 55$ м; 3 – силовая башня аварийного режима – $H = 62$ м; 4 – площадка с лебедками башни нормального режима; 5 – площадка с лебедками башни аварийного режима; 6 – силовая площадка для полиспастов нормального режима; 7 – силовая площадка для полиспастов аварийного режима; 8 – испытываемая опора.

нагрузок. Усилия, прикладываемые к опоре, приведены в таблице 1.

Продолжительность выдержки опоры на каждой ступени загрузки ограничивалось временем, необходимым для измерения отклонений, нагрузок, визуального осмотра опоры и фиксации параметров НДС, причем, снятие показаний осуществляется после выхода на режим стабилизации деформации в опоре.

Статические нагрузки прикладывались так, чтобы не возникало никаких динамических воздействий.

В качестве регистрирующей аппаратуры использовалась тензометрическая система «СИИТ-3» на сто каналов измерения, объединенных через групповой коммутатор. Тензорезисторы применялись на бумажной подложке с базой 20 мм и ценой деления 0,37 МПа, которая определялась

по контрольной тарировке. Тензорезисторы наклеивались на подготовленную поверхность элементов при помощи клея «Цианопан».

Нумерация исследуемых стержней и сечений приведена на рис. 7.

Выводы

1. Несущая способность, по критериям прочности и устойчивости, соответствующей первой группе предельных состояний, для опоры У220-2р+9, работающей с несовершенствами (близкими к критическим) обеспечена.
2. Дефектов (деформаций), связанных с работой конструкции с несовершенствами, после снятия нагрузок с опоры не выявлено, что свидетельствует о эксплуатационной пригодности конструкции в целом.

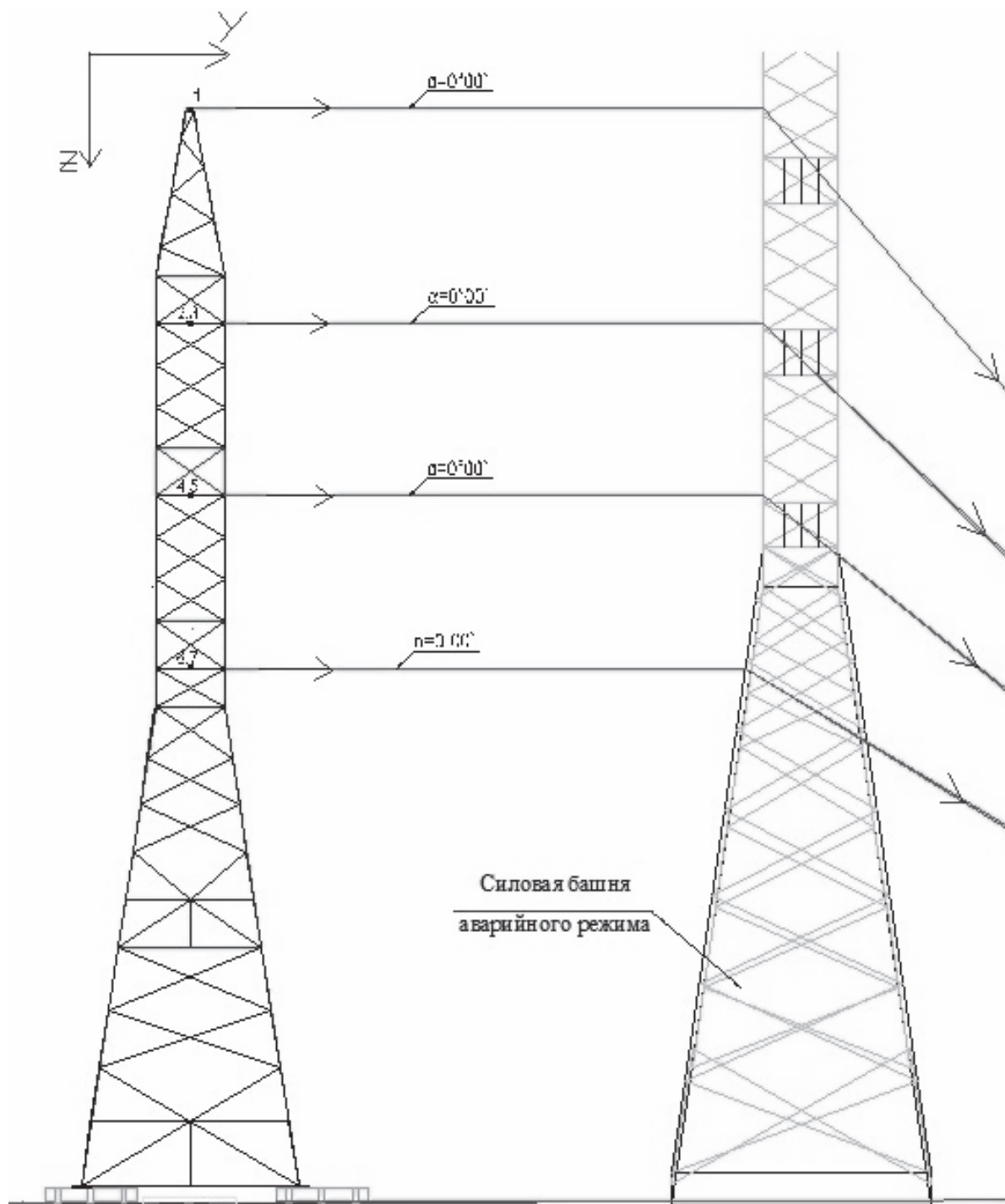


Рисунок 4. Расположение тяговых тросов и точек приложения нагрузок. Вид на силовую башню аварийного режима: 1–7 – номера точек приложения нагрузок.

3. Определены места проведения тензометрических исследований для анализа отклика исследуемой конструкции на стержень с предельной деформацией.

4. Дальнейшие результаты экспериментальных исследований должны показать существование зависимости от выгиба на элементы с различными знаками усилий (сжатые и растянутые).

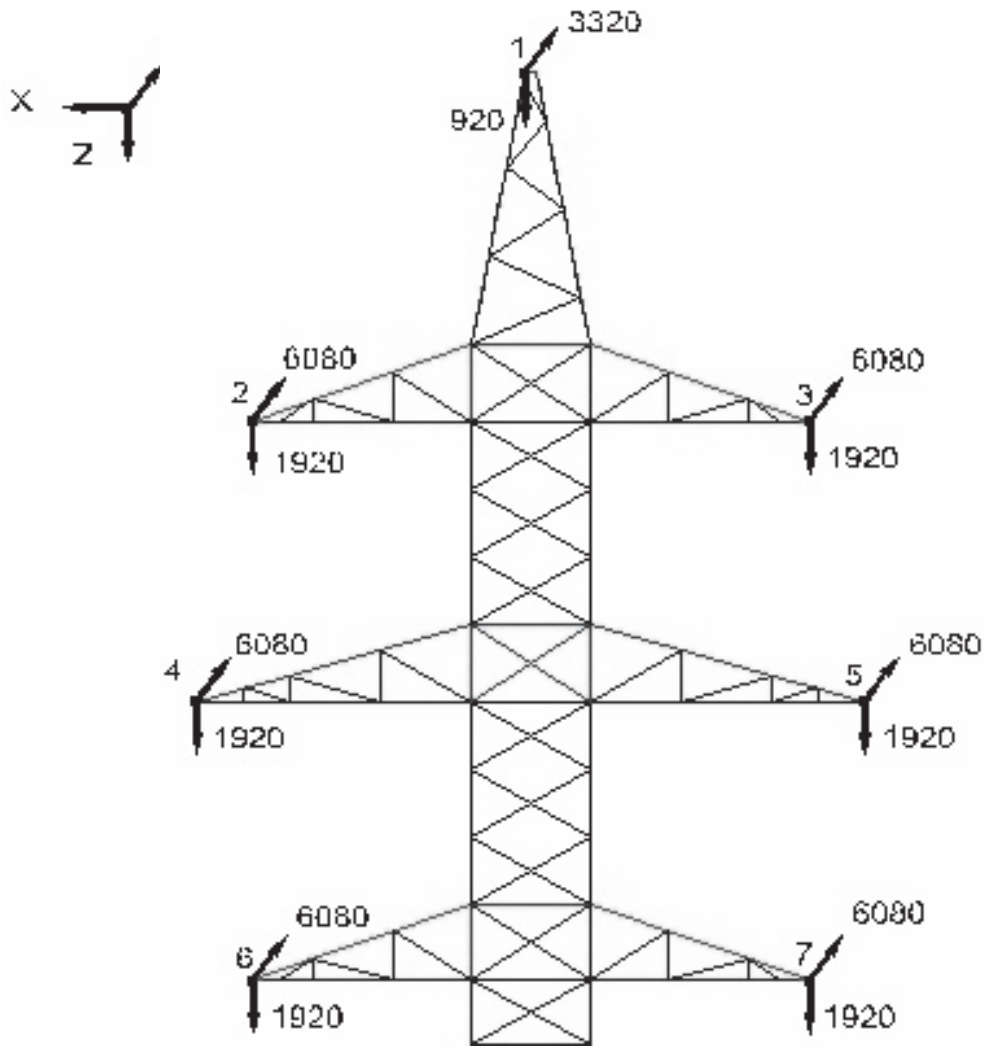


Рисунок 5. Приложение нагрузок на траверсы: 1–7 – номера точек приложения нагрузок (кг).

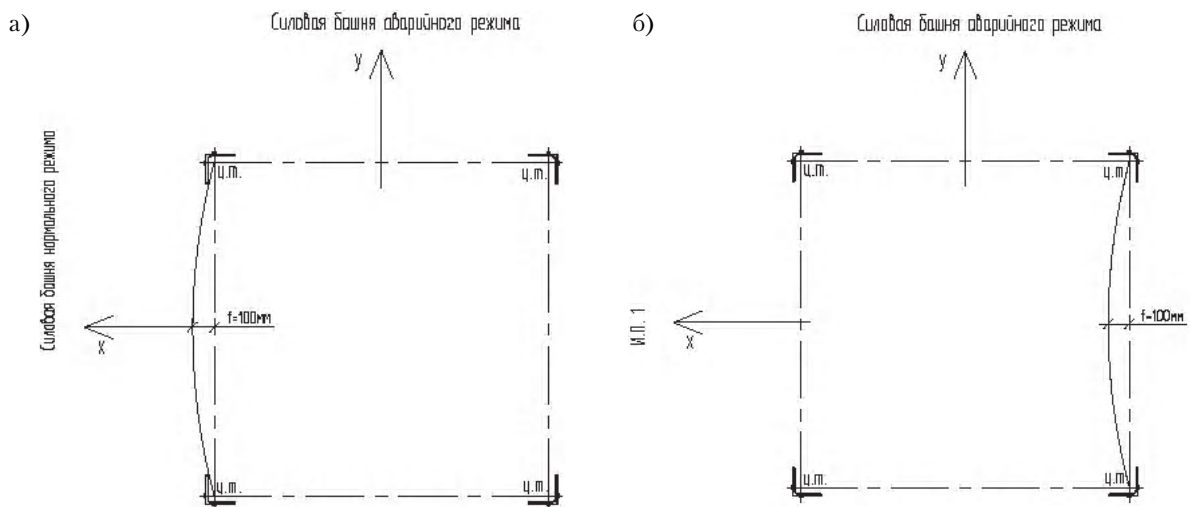


Рисунок 6. Направление выгиба относительно силовых башен: а) на растянутый раскос; б) на сжатый раскос.

Таблица 1. Усилия прикладываемые к опоре при ее ступенчатом нагружении

№ точки	Направление силы	Степень нагружения																									
		25 %						50 %						75 %						100 %						102,5 %	
		N, кг	-2 %*	2 %**	N, кг	-2 %*	2 %**	N, кг	-2 %*	2 %**	N, кг	-2 %*	2 %**	N, кг	-2 %*	2 %**	N, кг	-2 %*	2 %**	N, кг	-2 %*	2 %**					
1	Y	830,0	763,6	896,4	1 660,0	1 593,6	1 726,4	2 490,0	2 423,6	2 556,4	3 320,0	3 253,6	3 386,4	3 403,0	3 469,4												
1	Z	230,0	211,6	248,4	460,0	441,6	478,4	690,0	671,6	708,4	920,0	901,6	938,4	943,0	961,4												
2	Y	1 520,0	1 398,4	1 641,6	3 040,0	2 918,4	3 161,6	4 560,0	4 438,4	4 681,6	6 080,0	5 958,4	6 201,6	6 232,0	6 353,6												
2	Z	480,0	441,6	518,4	960,0	921,6	998,4	1 440,0	1 401,6	1 478,4	1 920,0	1 881,6	1 958,4	1 968,0	2 006,4												
3	Y	1 520,0	1 398,4	1 641,6	3 040,0	2 918,4	3 161,6	4 560,0	4 438,4	4 681,6	6 080,0	5 958,4	6 201,6	6 232,0	6 353,6												
3	Z	480,0	441,6	518,4	960,0	921,6	998,4	1 440,0	1 401,6	1 478,4	1 920,0	1 881,6	1 958,4	1 968,0	2 006,4												
4	Y	1 520,0	1 398,4	1 641,6	3 040,0	2 918,4	3 161,6	4 560,0	4 438,4	4 681,6	6 080,0	5 958,4	6 201,6	6 232,0	6 353,6												
4	Z	480,0	441,6	518,4	960,0	921,6	998,4	1 440,0	1 401,6	1 478,4	1 920,0	1 881,6	1 958,4	1 968,0	2 006,4												
5	Y	1 520,0	1 398,4	1 641,6	3 040,0	2 918,4	3 161,6	4 560,0	4 438,4	4 681,6	6 080,0	5 958,4	6 201,6	6 232,0	6 353,6												
5	Z	480,0	441,6	518,4	960,0	921,6	998,4	1 440,0	1 401,6	1 478,4	1 920,0	1 881,6	1 958,4	1 968,0	2 006,4												
6	Y	1 520,0	1 398,4	1 641,6	3 040,0	2 918,4	3 161,6	4 560,0	4 438,4	4 681,6	6 080,0	5 958,4	6 201,6	6 232,0	6 353,6												
6	Z	480,0	441,6	518,4	960,0	921,6	998,4	1 440,0	1 401,6	1 478,4	1 920,0	1 881,6	1 958,4	1 968,0	2 006,4												
7	Y	1 520,0	1 398,4	1 641,6	3 040,0	2 918,4	3 161,6	4 560,0	4 438,4	4 681,6	6 080,0	5 958,4	6 201,6	6 232,0	6 353,6												
7	Z	480,0	441,6	518,4	960,0	921,6	998,4	1 440,0	1 401,6	1 478,4	1 920,0	1 881,6	1 958,4	1 968,0	2 006,4												
																							2 006,4				

* – отнимается 2 % от нагрузки на данной ступени нагружения, кг [12]

** – прибавляется 2 % к нагрузке на данной ступени нагружения, кг [12]

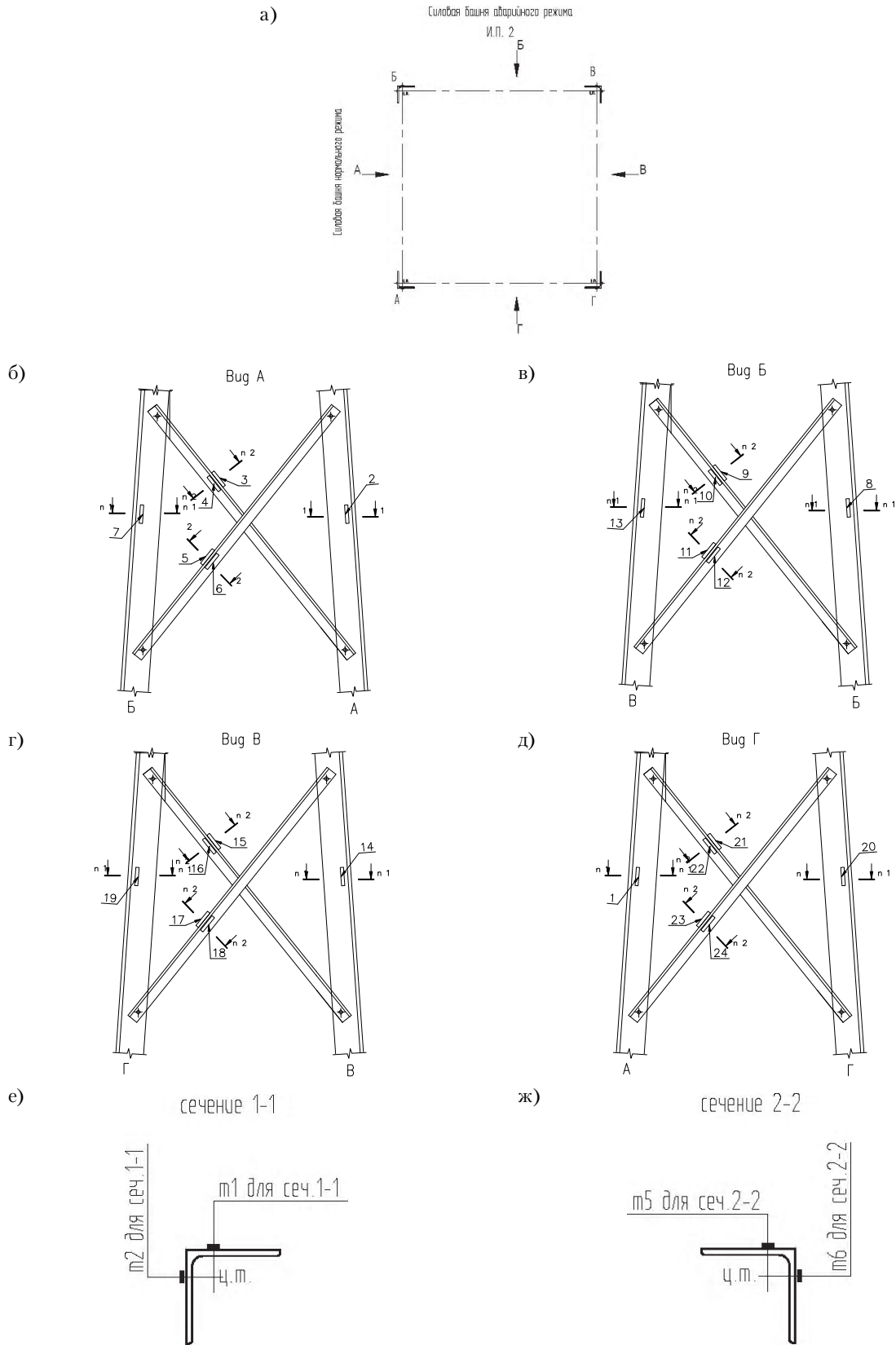


Рисунок 7. Расположение сечений с тензодатчиками по стержням опоры и их нумерация: а) схема расположения элементов относительно силовых башен; б–д) виды опоры; е) сечение 1–1; ж) сечение 2–2.

Литература

1. Аэродинамика электросетевых конструкций [Текст] : монография / Е. В. Горохов, М. И. Казакевич, С. Н. Шаповалов, Я. В. Назим ; под ред. Е. В. Горохова, М. И. Казакевича. – Донецк : Компьютер Норд, 2000. – 336 с.
2. Ветровые и гололедные воздействия на воздушные линии электропередачи [Текст] : монография / Е. В. Горохов, М. И. Казакевич, С. В. Турбин, Я. В. Назим ; под ред. Е. В. Горохова. – Донецк : [б. и.], 2005. – 345 с.
3. Правила улаштування електроустановок. Глава 2.5 «Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ» [Текст] / Міністерство палива та енергетики України. – К. : ОЕП «ГРІФРЕ», 2006. – 125 с.
4. МЭК 60652 (2002). Опоры воздушных линий электропередачи. Испытания механическими нагрузками [Текст]. – Введ. 2002-06-01 / ИЕС. – [Б. м. : б. и.], 2002. – 26 с.
5. Тетиор, А. Н. Обследование и испытание сооружений [Текст] : учебное пособие для вузов / А. Н. Тетиор, В. Н. Померанец. – К. : Вища школа, 1988. – 207 с.
6. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции [Текст] : актуализированная редакция СНиП II-23-81* (с Поправкой, с Изменениями N 1, 2). – Введ. 2017-08-28. – М. : Стандартинформ, 2017. – 146 с.
7. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування [Текст]. – Замість СНиП 2.01.07-85 ; надано чинності 2007-01-01. – К. : Мінбуд України, 2006. – 61 с.
8. Horokhov, Ye.V. Principles of Overhead Line Reliability and Longevity Increasing under Ice and Wind Loads [Текст] / Ye. V. Horokhov, S. V. Turbin, G. I. Grimud // 15 Internationale Baustoffagung (24–27 September 2003, Weimar) ; Band 1. – Weimar, 2003. P. 1427–1439.
9. Kazakevitch, M. Interaction of Wind with the Ice-Covered Members [Текст] / M. Kazakevitch, I. Grafsky // Processing 12th International Association for Bridge and Structural Engineering Congress (1984, Vancouver). Zürich, Switzerland : IABSE, 1984. P. 853–857.
10. Freathy, P. E. Mis use of standards: why wind damage occurs at low wind speeds? [Текст] / P. E. Freathy // Proceeding of the 4th UK Conf. on Wind Engineering. Victoria Rooms. Bristol, (UK). 1998. P. 201–202.
11. AIJ Recommendations for Loads on Buildings [Текст] / Architectural Institute of Japan. – Tokyo : Architectural Institute of Japan, 1996. – 133 p.
12. DIN V ENV 1991-1-1995. Eurocode 1 – Basis of design and actions on structures [Текст]. Part 1 : Basis of design; German version ENV 1991-1:1994. – Supersedes DIN EN 1990(2002-10) ; This European Standard was approved by CEN on 01 December 1995. – Brussels : CEN, 1995. – 55 p.

References

1. Gorokhov, Ye. V.; Kazakevich, M. I.; Shapovalov, S. N.; Nazim, Ya. V. Aerodynamics of power grid structures [Text] : monograph. Edited by Ye. V. Gorokhov; M. I. Kazakevich. Donetsk : Computer Nord, 2000. 336 p. (in Russian)
2. Gorokhov, Ye. V.; Kazakevich, M. I.; Turbin, S. V.; Nazim, Ya. V. Wind and ice impacts on overhead transmission lines [Text] : monograph. Edited by Ye. V. Gorokhov. Donetsk : [s. n.], 2005. 345 p. (in Russian)
3. Ministry of Fuel and Energy of Ukraine. Electrical installation rules. Chapter 2.5 «Overhead transmission lines with voltage above 1 kV up to 750 kV» [Text]. K. : OEP «GRIFRE», 2006. 125 p. (in Ukraine)
4. IEC 60652 (2002). Supports of overhead power lines. Mechanical stress tests [Text]. [S. l. : s. n.], 2002. 26 p. (in Russian)
5. Tetior, A. N.; Pomeranets, V. N. Inspection and testing of structures [Text] : textbook for universities. K. : Vishcha shkola, 1988. 207 p. (in Russian)
6. SP 16.13330.2017. Steel structures [Text]. M.: Standardinform, 2017. 146 p. (in Russian)
7. DBN V.1.2-2:2006. Loads and Impacts [Text]. K. : Ministry of Construction of Ukraine, 2006. 61 p. (in Ukraine)
8. Horokhov, Ye. V.; Turbin, S. V.; Grimud, G. I. Principles of Overhead Line Reliability and Longevity Increasing under Ice and Wind Loads [Text]. In: 15 Internationale Baustoffagung; Band 1. 2003. P. 1427–1439. (in English)
9. Kazakevitch, M.; Grafsky, I. Interaction of Wind with the Ice-Covered Members [Text]. In: Processing 12th International Association for Bridge and Structural Engineering Congress. 1984. P. 853–857. (in English)
10. Freathy, P. E. Mis use of standards: why wind damage occurs at low wind speeds? [Text]. In: Proceeding of the 4th UK Conf. on Wind Engineering. 1998. P. 201–202. (in English)
11. Architectural Institute of Japan. AIJ Recommendations for Loads on Buildings [Text]. Tokyo : Architectural Institute of Japan, 1996. 133 p. (in English)
12. DIN V ENV 1991-1-1995. Eurocode 1 – Basis of design and actions on structures [Text]. Part 1: Basis of design. Brussels : CEN, 1995. 55 p. (in English)
13. Lamsoul, J.; Rogier, J.; Couneson, P. [et al.]. Belgian experience on initiatives to improve the capability of existing overhead lines [Text]. In: CIGRE 2000 session documentation. Report CIGRE 22-206. 2000. 6 p. (in English)

13. Belgian experience on initiatives to improve the capability of existing overhead lines [Текст] / J. Lamsoul, J. Rogier, P. Couneson [et al.] // CIGRE 2000 session documentation. Report CIGRE 22-206. Paris : [s. n.], 2000. – 6 p.

Смирнова Наталья Сергеевна – ассистент кафедры металлических конструкций и сооружений ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: эксплуатационная надежность и долговечность электросетевых конструкций, обеспечение безотказности воздушных линий электропередачи на основе теории управления рисками.

Миронов Андрей Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры металлических конструкций и сооружений ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: усталостная прочность металлических конструкций, концентрация напряжений в узлах ферм с применением широкополочных двутавров и гнутосварных замкнутых профилей, напряженно-деформированное состояние сталежелезобетонных конструкций, в том числе трубобетонных конструкций.

Смирнова Наталія Сергіївна – асистент кафедри металевих конструкцій і споруд ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: експлуатаційна надійність та довговічність електромережних конструкцій, забезпечення безвідмовності повітряних ліній електропередавання на основі теорії управління ризиками.

Миронов Андрій Миколайович – кандидат технічних наук, доцент кафедри металевих конструкцій і споруд ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: втомна міцність металевих конструкцій, концентрація напружень у вузлах ферм із застосуванням широкополочних двотаврів і гнutoзварних замкнутих профілів, напружено-деформований стан сталезалізобетонних конструкцій, в тому числі трубобетонних конструкцій.

Smirnova Natalia – assistant, Metal Structure and Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: operational reliability and durability of power grid structures, ensuring the reliability of overhead power transmission lines based on the theory of risk management.

Mironov Andrey – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Metal Structure and Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: fatigue strength of metal structures, stress concentration in truss nodes using wide-field I-beams and bent-welded closed profiles, stress-strain state of steel-reinforced concrete structures, including pipe-concrete structures