

Интернет-журнал «Наукоедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 8, №2 (2016) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol8-2>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/29TVN216.pdf>

DOI: 10.15862/29TVN216 (<http://dx.doi.org/10.15862/29TVN216>)

Статья опубликована 15.04.2016.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Щуцкий В.Л., Шилов А.В., Талипова Т.Д. Прочность конических опор линий электропередач с учетом ограничений по второй группе предельных состояний // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №2 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/29TVN216.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/29TVN216

УДК 624.012.45

Щуцкий Виктор Лукьянович

ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный строительный университет», Россия, Ростов-на-Дону¹

Профессор

Кандидат технических наук

E-mail: surok_help@rambler.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=808135

Шилов Александр Владимирович

ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный строительный университет», Россия, Ростов-на-Дону

И.о. проректора организации образовательной деятельности

Кандидат технических наук

E-mail: surok_help@rambler.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=780611

Талипова Татьяна Дагировна

ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный строительный университет», Россия, Ростов-на-Дону

Магистрант

E-mail: surok_help@rambler.ru

**Прочность конических опор линий электропередач
с учетом ограничений по второй группе
предельных состояний**

Аннотация. Проведен численный эксперимент по изучению влияния на прочность конических опор ЛЭП соотношения между напрягаемой и ненапрягаемой арматурой при различных коэффициентах армирования кольцевого сечения опоры и различных отношениях моментов от вертикальных нагрузок и полных. В эксперименте использовалась программа расчета стоек по деформированной схеме с учетом физической нелинейности материалов. Выполнен анализ влияния исследуемых факторов на расчетную прочность конических стоек при нормативных ограничениях на ширину раскрытия трещин и величину деформаций. Анализ экспериментальных данных показал, что несущая способность конических опор ЛЭП при постоянном сечении бетона увеличивается с увеличением суммарного процента армирования. Однако при постоянном проценте армирования сечения и увеличении содержания напрягаемой арматуры расчетная прочность стоек по условиям требований трещиностойкости и деформативности значительно изменяется. Систематический характер

¹ 344022, Россия, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162

снижения несущей способности для каждого типа стоек с увеличением $A_{sp}/A_{s,tot}$ позволяет сделать вывод, что область рационального отношения $A_{sp}/A_{s,tot}$ будет уменьшаться с увеличением $\mu_{s,tot}$ и увеличением гибкости стоек. Эту область следует определять с учетом ограничений по деформациям и ширине раскрытия трещин. Анализ полученных зависимостей показал, что прочность по условию ширины раскрытия трещин для всех типов стоек, как правило, превышает прочность по условию деформативности. При этом, в конических стойках эта закономерность выражена больше, чем в цилиндрических

Ключевые слова: железобетонные элементы; кольцевые сечения; предварительное напряжение; расчетная прочность; трещиностойкость; деформативность; численный эксперимент

В проведенных ранее исследованиях несущей способности цилиндрических опор ЛЭП [2, 4, 10] выявлено существенное влияние на расчетную прочность стоек нормативных ограничений по ширине раскрытия трещин и прогибам. Конические опоры ЛЭП отличаются от цилиндрических переменным по высоте диаметром сечения и, соответственно, жесткостными характеристиками ($E_b A_{red}$, $E_b J_{red}$). В следствие этого в конических стоках наблюдается более раннее появление трещин, которые приводят к изменению деформативных характеристик опор.

Проведен численный эксперимент по изучению влияния на прочность конических опор ЛЭП соотношения методу напрягаемой (A_{sp}) и ненапрягаемой арматурой (A_s), при различных коэффициентах армирования кольцевого сечения опоры ($\mu_{s,tot}$). Исследования физико-механических свойств центрифугированного бетона [7, 8, 9] позволили выявить закономерности изменения плотности, пористости, прочностных свойств бетона по толщине стенки изделия, которые учитывались при оценке несущей способности опор в численном эксперименте.

В качестве исследуемых образцов приняты стойки центрифугированных опор высоковольтных линий электропередач по ГОСТу 22687.0-85 22687.3-85. Основные характеристики конических стоек приведены в табл. 1:

Таблица 1

№ п/п	Условное обозн-ия образца	$\mu_{s,tot}$	$A_{s,tot}$	A_{sp}	A_s	$A_{sp}/A_{s,tot}$
1	2	3	4	5	6	7
1	СК22.1	1,0	1028	0	1028	0,00
2	СК22.2			257	771	0,25
3	СК22.3			514	514	0,50
4	СК22.4			771	257	0,75
5	СК22.5			1028	0	1,00
6	СК22.6	2,0	2056	0	2056	0,00
7	СК22.7			514	1542	0,25
8	СК22.8			1028	1028	0,50
9	СК22.9			1542	514	0,75
10	СК22.10			2056	0	1,00

№ п/п	Условное обозн-ия образца	$\mu_{s,tot}$	$A_{s,tot}$	A_{sp}	A_s	$A_{sp}/A_{s,tot}$
1	2	3	4	5	6	7
11	СК22.11	3,0	3084	0	3084	0,00
12	СК22.12			771	2313	0,25
13	СК22.13			1542	1542	0,50
14	СК22.14			2313	771	0,75
15	СК22.15			3084	0	1,00
1	СК26.1	1,7	2304	0	2303	0,00
2	СК26.2			576	1728	0,25
3	СК26.3			1152	1152	0,50
4	СК26.4			1728	576	0,75
5	СК26.5			2303	0	1,00
6	СК26.6	2,7	3656	0	3657	0,00
7	СК26.7			914	2742	0,25
8	СК26.8			1828	1828	0,50
9	СК26.9			2742	914	0,75
10	СК26.10			3657	0	1,00
11	СК26.11	3,7	5012	0	5012	0,00
12	СК26.12			1253	3759	0,25
13	СК26.13			2506	2506	0,50
14	СК26.14			3759	1253	0,75
15	СК26.15			5012	0	1,00

Составлена авторами

В численном эксперименте изменялся для всех типов стоек суммарный коэффициент армирования $\mu_{s,tot}$ % в пределах 1,0÷3,0% (для СК22), 1,7÷3,7% (для СК26). Кроме того в каждой серии образцов из 5 элементов изменялось отношение площади напрягаемой арматуры к полной ($A_{sp}/A_{s,tot}$) и отношение момента от вертикальной нагрузки к полному (M_v/M).

В эксперименте использовалась разработанная в Ростовском государственном строительном университете программа расчета железобетонных стоек кольцевого сечения по деформированной схеме [3]. Расчеты по первой и второй группе предельных состояний выполнялись в соответствии с требованиями норм [1]. При этом учитывалось нелинейное распределение напряжений в арматуре и бетоне по высоте сечения по методике, разработанной В.М. Баташевым [4, 5].

В таблице 2 приведены результаты расчета трех серий конических стоек СК26.1-СК26.15 при отношении момента от вертикальных нагрузок к полному $M_v/M=0,2$.

Таблица 2

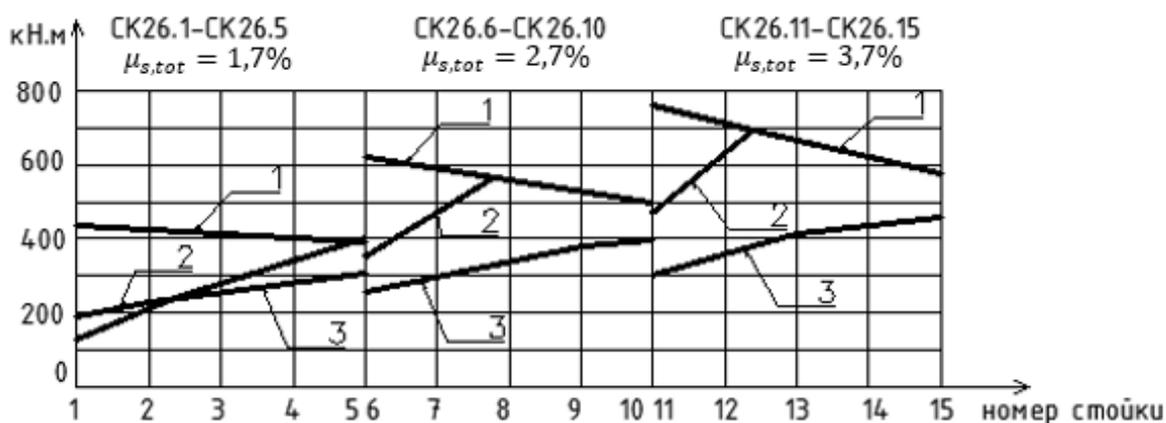
№	Условные обозн-ия образца	M_{crc} кН.м	Характеристики при разрушении			При $f=l_0/20=1050$ мм		При $acrc=0,2$ мм		Относительные значения		
			V кН.м	$acrc$ мм	f мм	M_f кН.м	$acrc$ мм	M_{crc} кН.м	f мм	$\frac{M_{crc}}{V}$	$\frac{M_f}{V}$	$\frac{M_{acrc}}{V}$
1	СК26.1	68.6	448.4	0.677	5144.6	143.0	0.212	135.4	953.4	0.152	0.319	0.302
2	СК26.2	104.3	430.5	0.562	3854.1	176.9	0.187	185.5	1135.3	0.242	0.411	0.431
3	СК26.3	136.0	413.4	0.452	3116.8	226.9	0.163	253.8	1320.2	0.328	0.549	0.614

№	Условные обоз-ия образца	M _{срс} кН.м	Характеристики при разрушении			При f=l ₀ /20=1050 мм		При a _{срс} =0,2 мм		Относительные значения		
			V кН.м	a _{срс} мм	f мм	M _f кН.м	a _{срс} мм	M _{а_{срс}} кН.м	f мм	$\frac{M_{срс}}{V}$	$\frac{M_f}{V}$	$\frac{M_{асрс}}{V}$
4	СК26.4	162.0	397.2	0.351	2585.8	264.9	0.133	318.5	1589.4	0.407	0.697	0.802
5	СК26.5	185.0	381.7	0.252	2181.6	289.3	0.086	378.2	1871.1	0.486	0.758	0.991
6	СК26.6	73.1	621.4	0.407	5294.0	181.4	0.127	233.3	2140.4	0.117	0.292	0.375
7	СК26.7	127.8	588.2	0.326	3867.1	235.8	0.107	360.0	2230.7	0.217	0.401	0.612
8	СК26.8	170.2	556.7	0.251	3106.3	293.9	0.086	465.8	2497.4	0.305	0.528	0.836
9	СК26.9	205.8	526.8	0.177	2540.3	347.6	0.054	-	-	0.419	0.660	1.000
10	СК26.10	237.6	498.9	0.117	2149.5	374.6	0.031	-	-	0.476	0.751	1.000
11	СК26.11	77.4	766.6	0.369	5366.0	220.0	0.099	342.1	2390.1	0.100	0.287	0.446
12	СК26.12	148.9	714.6	0.284	3820.9	275.8	0.79	506.2	2389.3	0.208	0.386	0.708
13	СК26.13	201.2	665.6	0.209	3038.7	342.0	0.52	643.8	2723.7	0.302	0.514	0.967
14	СК26.14	244.5	619.6	0.140	2456.7	399.0	0.27	-	-	0.394	0.644	1.000
15	СК26.15	280.3	577.5	0.081	2062.7	437.7	0.001	-	-	0.485	0.758	1.000

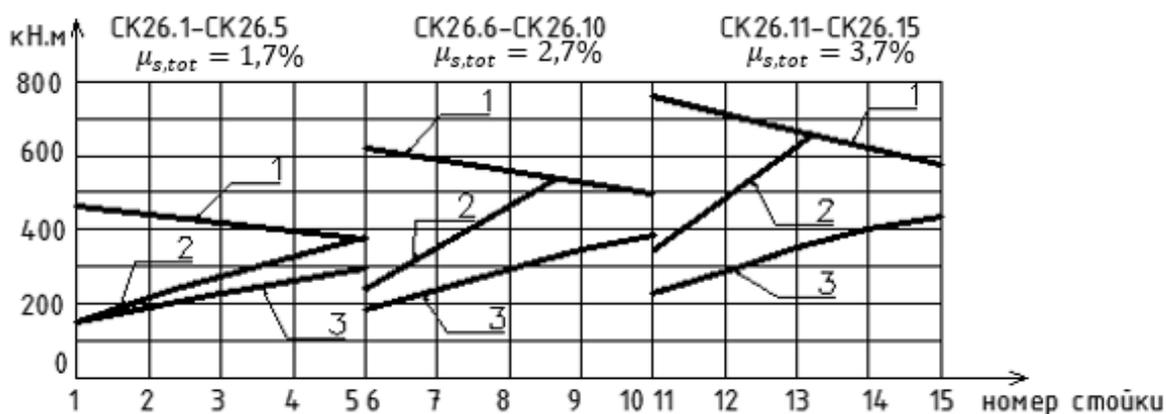
Составлена авторами

Более наглядное представление об изменении несущей способности конических стоек дают графики рис. 1

а)



б)



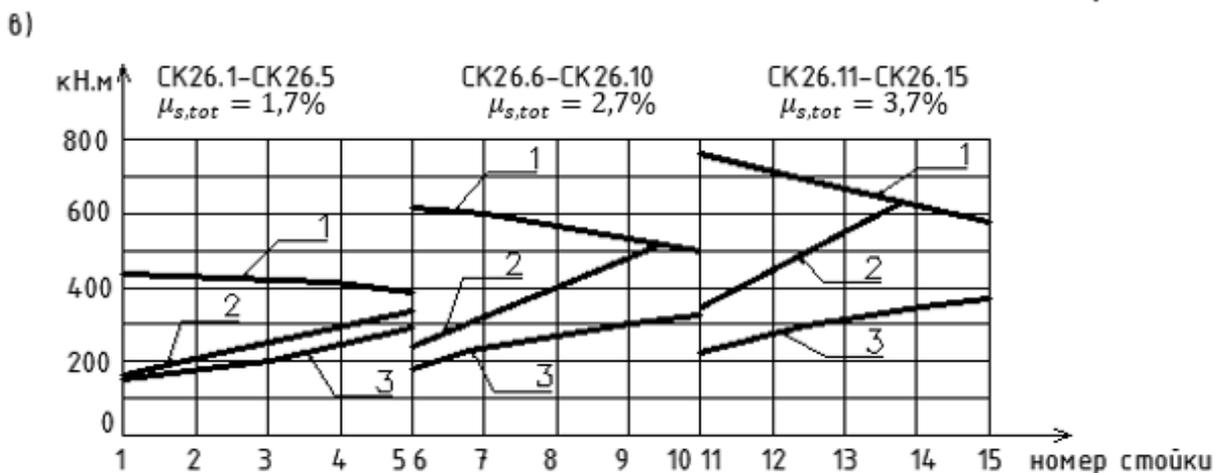


Рисунок 1. Изменение несущей способности стоек СК26 при: а) $M_v/M=0$; б) $M_v/M=0,2$; в) $M_v/M=0,4$ (составлены авторами)

- 1 - по условиям прочности (V);
- 2 - по предельной ширине раскрытия трещин (Mасгс);
- 3 - по предельному прогибу (M_f).

Анализ полученных результатов показывает, что несущая способность стоек СК26 при постоянном сечении бетона увеличивается с увеличением суммарного коэффициента армирования $\mu_{s,tot}$.

Однако при постоянном $\mu_{s,tot}$ с увеличением отношения площади напрягаемой арматуры A_{sp} к полной площади $A_{s,tot}$ наблюдается плавное (близкое к линейному) снижение несущей способности (рис. 1), которое возрастает с увеличением процента армирования.

Аналогичное изменение несущей способности наблюдается в другой серии стоек СК22.1-СК22.15. Причина этого явления связана с симметричным распределением напрягаемой арматуры по параметру кольцевого сечения и объясняется более ранним разрушением сжатой зоны при увеличении содержания напрягаемой арматуры. В таблице 3 приведены сравнительные данные относительного снижения несущей способности исследуемых конических стоек для граничных значений отношения $A_{sp}/A_{s,tot}=0 \div 1,0$. Там также приведены результаты для одной серии цилиндрических стоек СЦ26.

Следует отметить, что в конических стойках по сравнению с цилиндрическими [2] наблюдается более высокое снижение несущей способности стоек с увеличением содержания напрягаемой арматуры A_{sp} . Так, например, в цилиндрических стойках высотой 26 м (СЦ26) при проценте армирования $\mu_{s,tot}=3,7\%$ изменение $A_{sp}/A_{s,tot}$ от 0 до 1 привело к снижению прочности на 13,2%. Аналогичное изменение $A_{sp}/A_{s,tot}$ в конических стойках такой же высоты СК26 с одинаковым процентом армирования $\mu_{s,tot}=3,7\%$ привело к снижению несущей способности на 24,7% (см. табл. 3).

Представляет интерес сравнение несущей способности стоек по принятой в работе методике и методике норм [6]. Количественное сопоставление несущей способности по различным методикам приведено в таблице 4. Так, например, для конических стоек СК22 с суммарным процентом армирования $\mu_{s,tot}=2\%$ при $A_{sp}/A_{s,tot}=0$ несущая способность по нормам составила $V=452,1$ кНм, а по рассматриваемой методике $V_1=423,8$ кНм (что ниже на 6,7%). А для этих же стоек при $A_{sp}/A_{s,tot}=0,75$ несущая способность получилось практически одинаковой ($V=405,6$ кНм, $V_1=406,6$ кНм).

Анализ этих результатов показывает, что для большинства серий конических стоек нормы превышают несущую способность, причем с увеличением $A_{sp}/A_{s,tot}$ до 1 результаты практически совпадают.

Таблица 3

Сравнительные данные изменения несущей способности конических и цилиндрических стоек

Тип стоек	Суммарный процент армирования $\mu_{s,tot}$	Несущая способность, кН.м при		$\frac{V1 - V2}{V1} 100, \%$
		$A_{sp}/A_{s,tot}=0$ V1	$A_{sp}/A_{s,tot}=1$ V2	
СК22	1,0	258,6	225,3	12,9
	2,0	452,1	391,5	13,4
	3,0	610,9	511,5	16,3
СК26	1,7	448,4	381,7	14,9
	2,7	621,4	498,9	19,7
	3,7	766,6	577,5	24,7
СЦ26	2,7	390,7	357,7	8,4
	3,7	478,3	415,2	13,2
	4,7	556,2	463,1	16,7

Составлена авторами

Таблица 4

Результаты расчета по различным методикам

№ п/п	Условное обозн-ия образца	M_{crs} кН.м	Характеристики при разрушении				
			V кН.м	V1 кН.м	α_{crs} мм	f мм	f1 мм
1	2	3	4	5	6	7	8
1	СК22.1	65.5	258.6	228.5	0.431	3067.8	2502.5
2	СК22.2	90.0	249.5	227.9	0.387	2314.5	1950.4
3	СК22.3	107.1	241.2	227.3	0.311	1830.4	1555.4
4	СК22.4	123.4	233.1	226.6	0.243	1493.8	1360.8
5	СК22.5	139.1	225.3	225.9	0.172	1254.0	1201.6
6	СК22.6	73.8	452.1	423.8	0.334	3013.3	2586.9
7	СК22.7	108.8	435.9	418.8	0.277	2289.7	1941.0
8	СК22.8	140.8	420.4	413.2	0.223	1816.6	1543.5
9	СК22.9	168.6	405.6	406.6	0.169	1469.8	1338.1
10	СК22.10	192.9	391.5	399.1	0.115	1226.6	1180.2
11	СК22.11	75.7	610.9	592.0	0.240	2902.8	2595.6
12	СК22.12	126.9	584.1	577.8	0.201	2250.1	1932.3
13	СК22.13	170.6	558.6	561.1	0.159	1802.4	1531.5
14	СК22.14	206.4	534.4	541.2	0.116	1430.8	1302.6
15	СК22.15	238.8	511.5	517.3	0.075	203.0	1150.9

Составлена авторами

V и V1 – несущая способность соответственно по нормам и принятой методике;

f и f1 – прогиб соответственно по нормам и принятой методике.

Систематический характер снижения несущей способности для каждого типа стоек с увеличением $A_{sp}/A_{s,tot}$ позволяет сделать вывод, что область рационального отношения

$A_{sp}/A_{s,tot}$ будет уменьшаться с увеличением $\mu_{s,tot}$ и увеличением гибкости стоек. Эту область следует определять с учетом ограничений по деформациям и ширине раскрытия трещин.

На рис. 2 приведены характерные графики изменения расчетной прочности цилиндрических (СЦ26) и конических (СК26) стоек одинаковой высоты с равным коэффициентом армирования $\mu_{s,tot}=2,7\%$.

Анализ графиков (рис. 2) изменения расчетной прочности стоек показывает, что прочность по условию ширины раскрытия трещин для всех типов стоек, как правило, превышает прочность по условию деформативности. При этом, в конических стойках эта закономерность выражена больше, чем в цилиндрических.

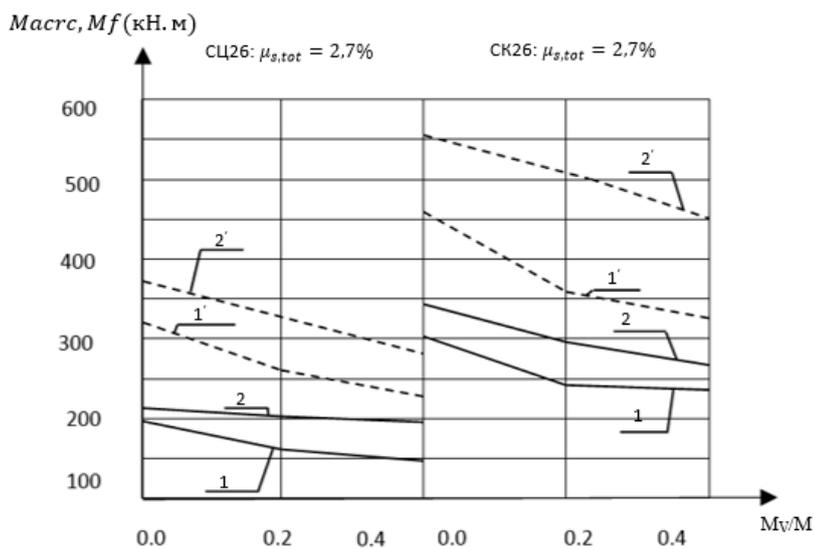


Рисунок 2. Изменение расчетной прочности цилиндрических и конических стоек (составлена авторами)

----- по предельной ширине раскрытия трещин, M_{crs} (1', 2');

———— по предельному прогибу, M_f (1,2);

$$1(1') - A_{sp}/A_{s,tot} = 0,25; 2(2') - A_{sp}/A_{s,tot} = 0,50.$$

Эти же графики позволяют проанализировать влияния отношения момента от вертикальных нагрузок (M_v) к полному (M) на изменения прочности по условиям второй группы предельных состояний. Вполне очевидно, что с увеличением M_v/M снижается расчетная прочность стоек – и по условиям деформативности, и по условиям ширины раскрытия трещин. При этом влияние M_v/M на снижение трещиностойкости больше, чем на снижение деформативности. Так, например, для стойки СЦ25 при $A_{sp}/A_{s,tot} = 0,5$ увеличение M_v/M от 0 до 0,4 привело к снижению M_{crs} на 27%, а M_f – на 14%. Аналогичное изменение M_v/M для стойки СК26 при $A_{sp}/A_{s,tot} = 0,5$ уменьшило M_{crs} на 29%, а M_f – на 20%. Таким образом, при прочих равных условиях с увеличением M_v/M как в цилиндрических так и в конических стойках наблюдается снижение расчетной прочности по условиям предельной деформативности и предельной ширины раскрытия трещин. Для наиболее типичного отношения $A_{sp}/A_{s,tot}=0,25-0,75$ изменение M_v/M от 0 до 0,4 приводит к снижению прочности M_{crs} на (5-42)% в цилиндрических стойках. при этом прочность M_f уменьшается на (8-30)% в цилиндрических стойках и на (8-25)% в конических стойках. Полученные результаты позволили разработать рекомендации по рациональному проектированию конических опор ЛЭП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции: Общий курс; Учебник для вузов. – 6-е изд., репринтное. – М.: ООО «БАСТЕТ». 2009 г. – 768 с.
2. Щуцкий В.Л., Талипова Т.Д. Исследование несущей способности цилиндрических опор ЛЭП / ИД «Научное обозрение», 2014. №10. С. 654-658.
3. Программа расчета железобетонных стоек кольцевого сечения по деформированной схеме / Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ. №2012 660898 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rgsu.ru/structure/ipdepartment/list-of-certificates.php>.
4. Баташев В.М. Прочность, трещиностойкость и деформации железобетонных элементов с многорядным армированием / Киев, «Будивельник» 1978. – 120 с.: ил.; 21 см. - Список лит.: с. 117-119 (63 назв.). - 2000 экз.
5. Щуцкий В.Л., Насевич А.С. Методика расчета железобетонных опор ЛЭП по прочности // ИД «Научное обозрение», 2014. №10 - 3. С. 659-661.
6. Руководство по проектированию опор линий электропередачи и распределительных устройств подстанций. Железобетонные опоры и фундаменты № 3041ТМ-11 / ВГПИ НИИ электросеть, Северо-Западное отделение, 1973. – 137 с.
7. Сувал Р., Щуцкий В.Л. Влияние структурной неоднородности центрифугированного бетона на его прочность в изделии // Сборник, СЕВКАВНИПИАГРОПРОМ. Ростов-на-Дону. 1995. с. 60-65
8. Сувал Р., Щуцкий В.Л., Ткаченко Г.А. Экспериментальные исследования неоднородности центрифугированного бетона по толщине стенки кольцевого сечения: сборник. Ростов-на-Дону: СЕВКАВНИПИАГРОПРОМ, 1995. С. 65-70.
9. Щуцкий В.Л., Дедух Д.А., Гриценко М.Ю. Исследование физико-механических свойств центрифугированного бетона // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», №2 ч.2, 2015. - http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_81_Shucki.pdf_4abcf9232c.pdf свободный. – Загл. с экрана. - Яз. рус., англ.
10. Щуцкий В.Л., Поцебин В.В. К расчету прочности изгибаемых элементов кольцевого сечения // Интернет-журнал «Наукоедение», 2012, №4. [Электронный ресурс] - М.: Наукоедение, 2012. - <http://naukovedenie.ru/PDF/102trgsu412.pdf> свободный. – Загл. с экрана. - Яз. рус., англ.

Schutsky Viktor Lukianovich

Rostov state university of civil engineering, Russia, Rostov-on-Don
E-mail: surok_help@rambler.ru

Schilov Aleksandr Vladimirovich

Rostov state university of civil engineering, Russia, Rostov-on-Don
E-mail: surok_help@rambler.ru

Talipova Tatiana Dagirovna

Rostov state university of civil engineering, Russia, Rostov-on-Don
E-mail: surok_help@rambler.ru

The strength of the tapered poles of power lines subject to the limitations of the second group of limiting States

Abstract. A numerical experiment was conducted to study the influence of the strength of tapered transmission poles of the ratio between stressed and non-stressed reinforcement at different ratios of the reinforcement ring section of a support and various aspects from vertical and complete loads. In the experiment we used the calculating program stands on the deformed scheme with consideration of physical nonlinearity of materials. The analysis of the influence of the studied factors on the estimated strength of tapered struts, with the standard restriction on the width of the crack and amount of deformation has been fulfilled. Analysis of experimental data has showed that the bearing capacity of conical transmission tower footings with constant cross section of the concrete increases with the increase of total reinforcement ratio. However, with constant reinforcement ratio of the cross section and the increase in the content of prestressed reinforcement, the calculated strength of the struts on the requirements of crack resistance and deformability is significantly altered. Systematic reduction of load capacity for each type of racks with the increase in $A_{sp}/A_{s,tot}$ allows to conclude that the field of rational relations $A_{sp}/A_{s,tot}$ will decrease with increasing $\mu_{s,tot}$ and increasing the flexibility of the struts. This area should be determined taking into account the restrictions on the deformation and width of the crack. The analysis of the received dependences has showed that the stability condition of crack widths for all types of racks, as a rule, exceeds the tensile strength according to the condition of deformability. Thus, in the conical struts this pattern is more evaluated than in a cylindrical.

Keywords: the reinforced concrete elements of annular cross section; prestressed; design strength; crack resistance; deformability; numerical experiment

REFERENCES

1. Baykov V.N., Sigalov E.E. Zhelezobetonnye konstruksii: Obshchiy kurs; Uchebnik dlya vuzov. – 6-e izd., reprintnoe. – M.: ООО «BASTET». 2009 g. – 768 s.
2. Shchutskiy V.L., Talipova T.D. Issledovanie nesushchey sposobnosti tsilindricheskikh opor LEP / ID «Nauchnoe obozrenie», 2014. №10. S. 654-658.
3. Programma rascheta zhelezobetonnykh stoek kol'tsevogo secheniya po deformirovannoy skheme / Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programm dlya EVM. №2012 660898 [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.rgsu.ru/structure/ipdepartment/list-of-certificates.php>.
4. Batashev V.M. Prochnost', treshchinostoykost' i deformatsii zhelezobetonnykh elementov s mnogoryadnym armirovaniem / Kiev, «Budivel'nik» 1978. – 120 s.: il.; 21 sm. - Spisok lit.: s. 117-119 (63 nazv.). - 2000 ekz.
5. Shchutskiy V.L., Nasevich A.S. Metodika rascheta zhelezobetonnykh opor LEP po prochnosti // ID «Nauchnoe obozrenie», 2014. №10 - 3. S. 659-661.
6. Rukovodstvo po proektirovaniyu opor liniy elektroperedachi i raspredelitel'nykh ustroystv podstantsiy. Zhelezobetonnye opory i fundamenty № 3041TM-11 / VGPI NII elektroset', Severo-Zapadnoe otdelenie, 1973. – 137 s.
7. Suval R., Shchutskiy V.L. Vliyanie strukturnoy neodnorodnosti tsentrifugirovannogo betona na ego prochnost' v izdelii // Sbornik, SEVKAVNIPIAGROPROM. Rostov-na-Donu. 1995. s. 60-65
8. Suval R., Shchutskiy V.L., Tkachenko G.A. Eksperimental'nye issledovaniya neodnorodnosti tsentrifugirovannogo betona po tolshchine stenki kol'tsevogo secheniya: sbornik. Rostov-na-Donu: SEVKAVNIPIAGROPROM, 1995. S. 65-70.
9. Shchutskiy V.L., Dedukh D.A., Gritsenko M.Yu. Issledovanie fiziko-mekhanicheskikh svoystv tsentrifugirovannogo betona // Elektronnyy nauchnyy zhurnal «Inzhenernyy vestnik Dona», №2 ch.2, 2015. - http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_81_Shucki.pdf_4abcf9232c.pdf svobodnyy. – Zagl. s ekrana. - Yaz. rus., angl.
10. Shchutskiy V.L., Potsebin V.V. K raschetu prochnosti izgibaemykh elementov kol'tsevogo secheniya // Internet-zhurnal «Naukovedenie», 2012, №4. [Elektronnyy resurs] - M.: Naukovedenie, 2012. - <http://naukovedenie.ru/PDF/102trgsu412.pdf> svobodnyy. – Zagl. s ekrana. - Yaz. rus., angl.