

УДК 621.315.1:624.014

Е. В. ШЕВЧЕНКО, А. В. ТАНАСОГЛО

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ БАШЕННЫХ АНКЕРНО-УГЛОВЫХ ОПОР ВЛ 110 КВ

В данной статье целью ставится выполнение оптимизационного расчета анкерно-угловых опор ВЛ 110 кВ в программном комплексе «MISI1», разработанном в ДонНАСА. Рассматриваются вопросы, связанные с уточненным определением продольных усилий в элементах конструкции опоры при расчете в программном блоке «USL». На основании расчета и обобщения результатов выполнено сравнение масс типовых и оптимальных опор серии У110-2.

воздушная линия электропередачи (ВЛ), металлическая опора, оптимизационный расчет, напряженно-деформированное состояние

Обзор исследований по оптимальному проектированию строительных конструкций, в частности опор линий электропередачи, дает возможность сформулировать задачу исследования, продиктованную современным состоянием в области оптимизации конструкций [1].

В основу задачи отыскания оптимальных параметров геометрической схемы конструкций металлических башенных опор ВЛ положен метод численного исследования с использованием нелинейного математического программирования, что позволяет учесть большое количество факторов и дать ощутимый экономический эффект [1].

Целевая функция, описывающая массу исследуемой конструкции, определяется по формуле:

$$W = 1,16 \cdot \rho \cdot \sum_{i=1}^n A_i \cdot l_i \cdot \psi_i, \quad (1)$$

где 1,16 – учитывает массу болтов и цинкового покрытия;

$\rho = 7,85 \text{ т/м}^3$ – удельный вес стали;

A_i – площадь поперечного сечения i -го элемента;

l_i – длина i -го элемента конструкции;

ψ_i – строительный коэффициент массы i -го элемента.

Статический расчет анкерно-угловых опор серии У110-2 для заданной геометрической схемы с вычислением расчетных усилий выполнялся в разработанном программном блоке «USL» [2, 3], который вошел в программный комплекс по оптимальному проектированию опор линий электропередачи «MISI1», созданный на кафедре «Металлические конструкции» ДонНАСА.

При расчете в «USL» наблюдается снижение напряжений в элементах конструкций в результате более точного определения усилий в пространственной модели. Это позволило пересчитать коэффициенты расчетных длин раскосов μ и коэффициенты продольного изгиба ϕ раскосов решетки в зависимости от продольных усилий в панелях пояса N_n и отношения погонных жесткостей пояса i_n и раскоса i_p .

По полученным усилиям осуществляется подбор сечений, komponуемых из заданных профилей, минимальных по площади и удовлетворяющих требованиям норм проектирования по прочности, устойчивости и гибкости. При оптимизационном расчете в «MISI1» производится оптимальный выбор по критерию общей массы или стоимости «в деле» параметров компоновки ВЛ, геометрических размеров опоры и типа решетки. Система ограничений формируется автоматически в виде проверок целевой функции (1). Результаты расчета исходной и оптимальной конструкций выдаются в форме стандартных расчетных листов, принятых в практике проектирования.

© Е. В. Шевченко, А. В. Танасогло, 2013

В данном расчетном комплексе была выполнена оптимизация опор серии У110-2. На рисунке 1 дан график значений целевой функции (массы) в процессе итераций при оптимизации опоры У110-2+14.

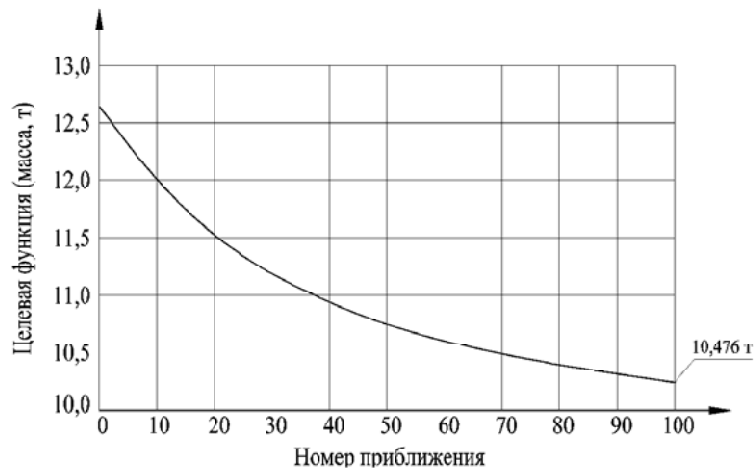


Рисунок 1 – Зависимость значений целевой функции от числа итераций для опоры У110-2+14.

Результаты научных исследований внедрены при изготовлении, монтаже и эксплуатации оптимальной опоры У110-2+14 ВЛ 110 кВ «Кременчуг – ГПП4» в Кременчугском ГОКе Полтавской области (рис. 2, 3).



Рисунок 2 – Общий вид оптимизированной опоры У110-2+14.

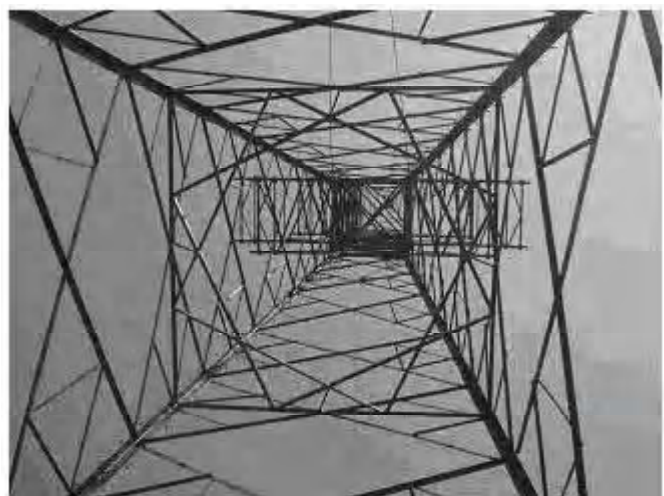


Рисунок 3 – Сложная шпренгельная решетка ствола опоры У110-2+14.

ВЫВОДЫ

При расчете в «USL» наблюдается снижение продольных усилий в раскосах опор в среднем на 5 % по сравнению с расчетом в ПК «SCAD».

Учет пространственной работы и введение шпренгельной решетки позволили снизить показатели массы опор от 35 до 39 % по сравнению с типовыми опорами серии У110-2.

Программный блок «USL» вошел в состав программного комплекса оптимального проектирования опор ВЛ.

Таблиця – Сравнение масс типовых и оптимальных опор серии У110-2

№ п/п	Тип опоры	Масса опоры		Экономия на 1 опору по сравнению с типовой, кг, %
		Типовая опора, КМ	Оптимальная опора, КМД	
1	У110-2	$\frac{7\ 704}{8\ 002}$	$\frac{5\ 676}{5\ 910}$	$\frac{2\ 028}{2\ 092}$, $\frac{35,7}{35,4}$
2	У110-2+5	$\frac{9\ 717}{10\ 095}$	$\frac{7\ 185}{7\ 481}$	$\frac{2\ 532}{2\ 614}$, $\frac{35,2}{34,9}$
3	У110-2+9	$\frac{11\ 391}{11\ 834}$	$\frac{8\ 383}{8\ 728}$	$\frac{3\ 008}{3\ 106}$, $\frac{35,9}{35,6}$
4	У110-2+14	$\frac{14\ 643}{15\ 212}$	$\frac{10\ 476}{10\ 908}$	$\frac{4\ 167}{4\ 304}$, $\frac{39,8}{39,5}$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шевченко, Е. В. Совершенствование металлических конструкций опор воздушных линий электропередачи [Текст] / Е. В. Шевченко. – [2 е изд.]. – Макеевка : ДонГАСА, 1999. – 169 с.
2. Шевченко, Е. В. Исследование напряженно-деформированного состояния двухцепной анкерно-угловой опоры ВЛ 330 кВ с использованием различных программных комплексов [Текст] / Е. В. Шевченко, В. А. Глухов, А. В. Танасогло // Металеві конструкції. – 2010. – Т. 16, № 1. – С. 31–39.
3. Танасогло, А. В. Исследование устойчивости решетчатых стальных опор линий электропередачи [Текст] / А. В. Танасогло // Современные строительные конструкции из металла и древесины : Сборник научных трудов. – Одесса, 2011. – Вып. 15, Ч. 3. – С. 233–238.
4. ANSI /ASCE 10-90. Design of Latticed Steel Transmission Structures [Текст]. – New York : ASCE, 1992. – 64 p.

Получено 13.03.2013

Є. В. ШЕВЧЕНКО, А. В. ТАНАСОГЛО
ОПТИМАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ БАШТОВИХ АНКЕРНО-КУТОВИХ ОПОР ПЛ 110 КВ
 Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У даній статті метою ставиться виконання оптимізаційного розрахунку анкерно-кутових опор ПЛ 110 кВ у програмному комплексі «MISI1», розробленому в ДонНАБА. Розглядаються питання, пов'язані з уточненим визначенням поздовжніх зусиль в елементах конструкції опори при розрахунку в програмному блоці «USL». На підставі розрахунку та узагальнення результатів виконане порівняння мас типових і оптимальних опор серії У110-2.

повітряна лінія електропередачі (ПЛ), металева опора, оптимізаційний розрахунок, напружено-деформований стан

EVGENY SHEVCHENKO, ANTON TANASOGLO
OPTIMAL DESIGNING OF TOWER CORNER DEAD-END SUPPORT STRUCTURES OF OPTL 110 KV
 Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The purpose of the paper is the performance of optimization calculation of corner dead-end supports of OPTL 110 kV in the software package «MISI1» developed in the DonNACEA. A number of problems connected with a refined specification of internal longitudinal stresses in the components of support structure at calculation in programming block «USL» are considered. On the basis of the design and integration of the results there was compared the masses of typical and optimal supports of line U110-2.

overhead power transmission line (OPTL), metal support, optimization calculation, mode of deformation