

ЭФФЕКТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОСЕТЕВЫЕ КОНСТРУКЦИИ НА ОСНОВЕ МНОГОГРАННЫХ ТРУБОБЕТОННЫХ СТОЕК

THE EFFECTIVE ELECTRONETWORK STRUCTURES ON BASIS OF POLYGONAL COMPOSITE POLES

*К.т.н., доцент кафедры металлических конструкций **И.М. Гаранжа** (Донбасская национальная академия строительства и архитектуры)*

*Ph.D., associat. professor of steel structures department **I.M. Garanzha** (Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture)*

Аннотация

Данная статья посвящена перспективам применения многогранных трубобетонных конструкций для опор воздушных линий электропередачи (ВЛ) с целью повышения эффективности их работы. На сегодняшний день остро стоят проблемы эстетики и землеотвода под ВЛ, особенно в городских условиях. В связи с чем, появляется необходимость создания новых конструктивных решений опор, позволяющих не только вышеупомянутые проблемы, но и обеспечить бесперебойную подачу электроэнергии потребителям.

Abstrakt

This article is devoted prospects of application polygonal composite structures of overhead power lines (OHPL) supports for the purpose of increase their efficiency work. For today sharply there are problems of aesthetics and землеотвода under OHPL, especially in cities. In this connection there is a necessity of creation new constructive decisions of the supports allowing not only aforementioned problems, but also to provide an uninterrupted electricity supply to consumers.

Актуальность проблемы

В настоящее время в Украине эксплуатируется более 1 млн. км. ВЛ и соответствующих электрических подстанций, эффективность работы которых зависит не только от мощности генерации, но также в значительной степени от стабильности и экономичности передачи электроэнергии потребителям. Кроме того ВЛ являются наиболее дешевым способом передачи электроэнергии для класса напряжений 6-330 кВ, а для 500кВ и выше – практически единственным.

За последние 13 лет на территориях Украины и России произошел ряд аварий на ВЛ, приведший к выходу из строя тысячи километ-

ров линий, что повлекло за собой колоссальные убытки. В качестве основных причин следует выделить следующие:

- несовершенства методик определения климатических (гололедно-ветровых нагрузок);
- существенные недостатки эксплуатируемых металлических опор (высокая уязвимость при каскадных разрушениях; ослабление элементов пояса и решетки опоры в местах болтовых соединений; нерациональное использование материала элементов выполненных из углового профиля, вследствие нарушения принципа равноустойчивости при осевых нагрузках).

В связи с чем, вопрос непрерывного электроснабжения селитебных территорий, промышленных районов и рекреационных зон всегда занимает особое место в экономиках стран мира, в том числе в Украине и России. Безусловно, решение вышеупомянутой задачи невозможно без широкого применения на ВЛ новых технологий и материалов, т.к. современные технические требования к конструкциям нового поколения, предусматривает повышение сроков службы и надежности, снижение сроков и трудоемкости строительства и затрат на их эксплуатацию.

Особенно остро стоят вопросы городского землеиспользования и эстетики ВЛ (особенно для мегаполисов), а также согласования на их строительство или реконструкцию удовлетворяющие требованиям городских землевладельцев, эксплуатирующих и управляющих организаций.

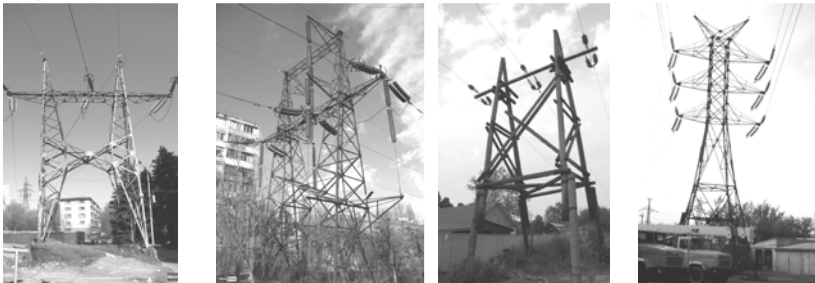


Рис. 1. Существующие ВЛ на городской территории

Цели и задачи исследований

В связи с вышеупомянутой ситуацией в энергосистеме Украины на базе Донбасской национальной академии строительства и архитектуры проводится обширная научная работа, **цель** которой повышение механической, эксплуатационной надежности, долговечности и экономичности электросетевых конструкций (в частности опор ВЛ на-

пряжением 6-330кВ) с применением новых конструктивных материалов и решений.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать новые конструктивные решения опор ВЛ;
- совершенствовать методики определения климатических нагрузок на ВЛ.

В данной статье внимание акцентируется на создание новых трубобетонных опор, в основе которых лежат уже апробированные на практике металлические многогранные гнутые стойки (МГС) [1].

Зарубежный опыт применения трубобетонных конструкций в электросетевом строительстве

О первом опыте применения трубобетонных конструкций в электросетевом строительстве было упомянуто еще в 1947 году, когда в горном районе Швейцарии была построена первая ВЛ на решетчатых опорах из трубобетонных элементов (рис. 2), которая с экономической и механической точки зрения оказалась целесообразнее аналогов, выполненных на основе классических бетонных и металлических решетчатых опор [2].

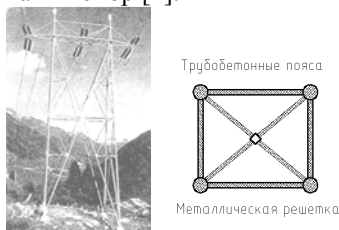


Рис. 2. Решетчатая опора ВЛ 150 кВ из трубобетонных элементов

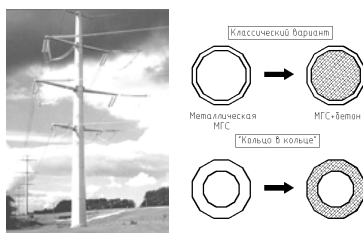


Рис. 3. Опора на основе МГС ВЛ 220 кВ, с перспективой модификации в трубобетонную

Поэтому для обеспечения эффективной работы ВЛ различных классов напряжений, с учетом повышенных к ним технических и эксплуатационных требований, несомненно, необходима новая модификация конструктивных решений опор. В первую очередь это позволит, повысить качество проектных решений при строительстве новых или при реконструкции существующих ВЛ, что, естественно, повлечет за собой снижение материальных затрат на их создание и эксплуатацию.

Особенности трубобетонных опор ВЛ [3]

Перспективность применения трубобетона в электросетевом строительстве в первую очередь связана с их конструктивными особенностями (достоинствами), которые выражающиеся в следующем:

- металлическая труба выполняет одновременно функции продольного и поперечного армирования;
- за счет обжатия бетона металлической оболочкой (трубой) резко приостанавливается развитие микротрещин в бетоне, что позволяет ему выдерживать напряжения, существенно превышающие его призмную прочность;
- металлическая труба, заполненная бетоном, в большей степени защищена от потери общей и местной устойчивости;
- в предельном состоянии они не теряют несущую способность мгновенно (как, например, железобетонные), а длительное время могут выдерживать нагрузки при значительном развитии деформаций;
- трубобетонные элементы сохраняют все преимущества рациональных трубчатых металлических конструкций, которые все чаще и шире применяются в практике строительства, а именно минимальное количества сварочных работ и дополнительных элементов при их соединении (безфасонные соединения);
- неограниченная область применения трубобетона – при повышенных температурно-влажностных режимах, в агрессивной среде, при больших пролетах линий и высотах опор и т.д.

В качестве наиболее возможного недостатка трубобетонных опор, наверное, следует выделить снижение их гибкости, особенно в сравнении с опорами на основе металлических МГС, что в свою очередь может отразиться на качестве их работы в аварийных режимах (при обрыве провода или грозозащитного троса). Следовательно, необходимо изучение изменений механических свойств трубобетонных опор ВЛ, с учетом различных пропорций заполнения ствола бетоном.

Очень важной особенностью трубобетонных конструкций в целом и для электросетевых конструкций в частности является их изготовление (технология бетонирования). Рассматривая в качестве базиса МГС, имеющих форму усеченного конуса, можно сделать вывод о практической невозможности их бетонирования в заводских условиях. Поэтому на сегодняшний день единственным возможным вариантом изготовления трубобетонных опор ВЛ является их непосредственное бетонирование в процессе монтажа.

На первый взгляд такая технология создания трубобетонных конструкций кажется очень трудоемкой и технически сложной, особенно для ВЛ магистрального типа, у которых опоры могут достигать высотой до 40 метров. Кроме того, остро стоит вопрос качества заполнения многогранных стволов опор бетоном. Поэтому для устранения возможных негативных моментов монтажа предлагается две технологические схемы с применением бетона подвижной самоуплот-

нящейся бетонной смеси с суперпластификаторами [4, 5] вместо классического тяжелого бетона. В качестве особенностей предлагаемого материала следует выделить качественное заполнение внутренней полости МГС, отсутствие необходимости в вибрировании при монтаже, а также соизмеримость по стоимости с классическим бетоном.

В зависимости от класса напряжения ВЛ (т.е. от высотных характеристик конструкций опор) технологические схемы их бетонирования подразделяются на бетонирование целиком смонтированного ствола из МГС для опор высотой до 10м (рис. 4а) и, соответственно, посекционное бетонирование для опор высотой свыше 10м (рис. 4б).

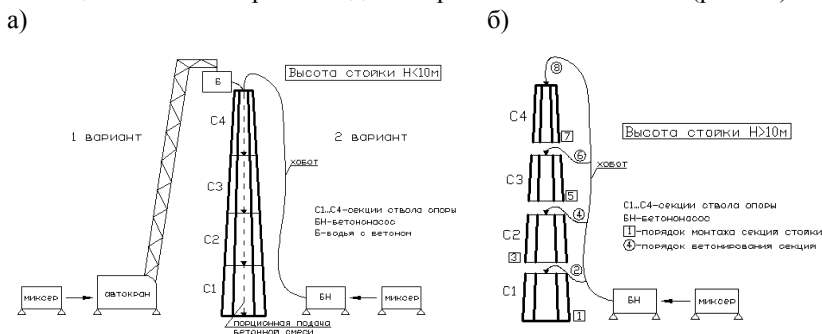


Рис. 4 Способы бетонирования ствола опоры:

а) при высоте стойки $H \leq 10\text{м}$; б) при высоте стойки $H > 10\text{м}$;

Предварительный технико-экономический анализ предлагаемых трубобетонных опор

В первом приближении технико-экономическое сравнение выполнено по критериям материалоемкости и стоимости изготовления конструкций для нескольких типов стоек под опоры ВЛ. Все рассматриваемые варианты принимались с одинаковыми геометрическими параметрами (высоты и поперечного сечения). Для сравнения приняты

- бетонная центрифугированная стойка СК22 (тип 1);
- металлическая многогранная стойка (тип 2);
- МГС с самоуплотняющейся смесью (тип 3);
- МГС «кольцо в кольце» с самоуплотняющейся смесью (тип 4).

При расчете вышеупомянутых технико-экономических критериев приняты расценки заводов-изготовителей в гривнах по состоянию на 01.03.2013 года (см. табл. 1).

Таблица 1 – Сравнительные технико-экономические характеристики стоек

Тип сто- ек	Необходи- мая толщина стенки, мм	Марка стали, класс бето- на	Материалоем- кость		Стоимость изготовле- ния, грн.	$\Delta_{\text{рег}},$ %
			сталь, кг	бетон, м ³		
1	-	B40 BCT3	571,1	2,517	20000	-
2	3...6	C245	1491,6	-	29920	33, 1
3	3...4	C245 B12,5	0,91	4,98	21470	6,8
4	2	C245 B12,5	1938,9	1,63	39862	100

Выводы

1. Необходимость создания новых модификаций опор обусловлена на сегодняшний день вопросами эстетики, землеиспользования и соблюдением технико-электрических требований к ВЛ.

2. Применение трубобетона для стоек опор ВЛ позволит существенно снизить металлоемкость и в некоторой степени их стоимость.

3. Предлагаемые трубобетонные решения опор ВЛ на основе МГС позволят, создать базу для модификации ВЛ в городских, промышленных и рекреационных территориях.

4. Использование самоуплотняющихся бетонных смесей в качестве заполнителя опор позволит сократить трудоемкость и стоимость их монтажа и соответственно повысить качество конструкций.

Список литературы:

1. Многогранные гнутые стойки: материалы II международной конференции, (Николаевка, 2007г.) – Днепропетровск:[б.и.], 2007. – 312с.
2. Eggemann H. Simplified Design of Composite Columns, Based on a Comparative Study of the Development of Building Regulations in Germany and the United States, Berlin, Industrial Journal, 2003.– p.11–23.
3. Стороженко Л.И. Трубобетонные конструкции. – К.: Будівельник, 1978. – 80с.
4. Зайченко Н.М., Губарь В.Н., Белый Е.А. Тонкозернистая сухая бетонная смесь наливного типа с комбинированным органо-минеральным модификатором на основе отходов промышленности. – Макеевка: Вісник ДонНАСА. – Вип. 2011-1 (85).– С. 63-72.