



## СРАВНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ОПОР ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Д.К. Байкашенов, студент

baykasenov@bk.ru

М.А. Сулеев, студент

suleev.musa@yandex.ru

С.В. Митрофанов, канд. техн. наук, зав. кафедрой

mitser2002@mail.ru

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный  
университет»

В работе приводится детальный сравнительный анализ технических характеристик композитных и традиционных опор линий электропередач, проведенный с использованием современной научно-технической литературы и результатов выполненного механического расчёта. Руководствуясь статьей, проектировщик примет правильное решение, которое обеспечит высокую надежность и экономическую эффективность инвестиционного проекта схемы электроснабжения.

*применение композитных опор, сравнение различных типов опор, преимущества опор из композитных материалов*

В настоящее время большое внимание уделяется применению новейшего оборудования, обладающего значительными преимуществами по сравнению с устаревшим. Требования человечества к современным технологиям становятся жестче с каждым годом. В электроэнергетике особенно остро стоят вопросы, касающиеся надежности электроснабжения, обеспечения безопасности, экономичности и экологичности электроустановок.

На рынке электрооборудования в качестве альтернативы традиционным опорам линий электропередач (деревянными, железобетонными, металлическими) производители (АО «Холдинговая компания «Композит»», ЗАО «Феникс-88» и др.) предлагают композитные опоры, которые изготавливают из стеклопластика. В идеале металлические части на таких опорах должны использоваться только для обеспечения требуемого уровня грозоупорности и корректной работы изоляции, если это необходимо [1].

Актуальность темы обусловлена тем, что композитные опоры по сравнению с традиционными обладают наилучшими физико-механическими и эксплуатационными свойствами. Применение опор из композитных материалов позволит получить новые возможности для электроэнергетики.

Композитные опоры используются при сооружении линий электропередач (ЛЭП) переменного тока напряжением 10–220 кВ для создания быстромонтируемого аварийного резерва в условиях труднодоступной местности (горные массивы, лес, болото и т. д.) [2].

В Норвегии, США опоры из композитных материалов широко используются для сетей наружного освещения, а также для распределительных сетей разных уровней напряжения. Кроме того, из-за высокой стоимости композитных опор за рубежом практикуют чередование композитных и деревянных опор, что повышает эксплуатационные характеристики линий электропередач.

В таблице 1 на основании источников [2, 3] приведены основные достоинства и недостатки композитных опор по сравнению с традиционными.

С точки зрения экономии затрат применение опор из композитных материалов обеспечит:

- снижение расходов на транспортировку, монтаж, эксплуатацию и хранение;
- отсутствие расходов на подвесную изоляцию и землеотводы;
- увеличение длины пролетов (за счет крепления провода к траверсе) [2].

Используя [2, 4–6], проведен сравнительный анализ композитных опор высотой 11 м с деревянными и железобетонными (ж/б) для ЛЭП напряжением 10 кВ по основным техническим характеристикам. Результаты анализа сведены в таблице 2.

Таблица 1 – Основные достоинства и недостатки композитных опор

Достоинства	Недостатки
1) Простота монтажа и эксплуатации. 2) Малый вес относительно классических опор. 3) Высокая эластичность (конструкция опоры ликвидирует остаточную деформацию). 4) Безопасность (не требуют заземления конструкции, менее опасны для автотранспорта), вандалоустойчивы. 5) Не подвергаются коррозии. 6) Защищенность от низового пожара (покрыты огнезащитным составом) и ультрафиолета (в стеклопластик конструкции внедряют светостабилизатор). 7) Экологичность (состоят из компонентов, не оказывающих негативного воздействия на окружающую среду). 8) Длительный срок службы (50 ÷ 70 лет).	1) Стоимость композитных опор в несколько раз превышает стоимость классических опор (например, железобетонная опора высотой 11,4 м дешевле композитной примерно в четыре раза). 2) При отсутствии многослойной термообработки опоры могут распространять горение. 3) Малый опыт эксплуатации.

Таблица 2 – Характеристики опор разных марок на напряжение 10 кВ

Признак сравнения	Тип опоры		
	Деревянные пропитанные	Ж/б (СВ 110-5)	Композитные (ПК-10)
Минимальная/Максимальная Т, °С	-40 / +40	-55	-60/ +40
Длина опоры L, м	11	11	11,4
Масса опоры, кг	350	1130	205
Максимально-допустимый момент изгиба стойки М (кН·м)	70	50	100
Стоимость опоры, руб./шт.	4453	10230	45247

Проведен механический расчёт железобетонных «СВ 110-5» и композитных опор «ПК-10» (рассчитаны ветровые нагрузки на опору и провода согласно [7]) при следующих расчётных условиях:

- длина пролета воздушной линии:  $l = 100$  м;
- регион: Оренбургская область (допущение: отсутствие гололёдных нагрузок);
- марка провода: АС-95.

Полученные значения изгибающих моментов свидетельствуют о том, что при одинаковой нагрузке композитные опоры обладают большим запасом прочности по сравнению с ж/б опорами, что подтверждают теоретические сведения.

По результатам выполненных расчётов построены эпюры изгибающих моментов  $M_y$  в плоскости ХZ, параллельной оси линий электропередач (рисунки 1 и 2).

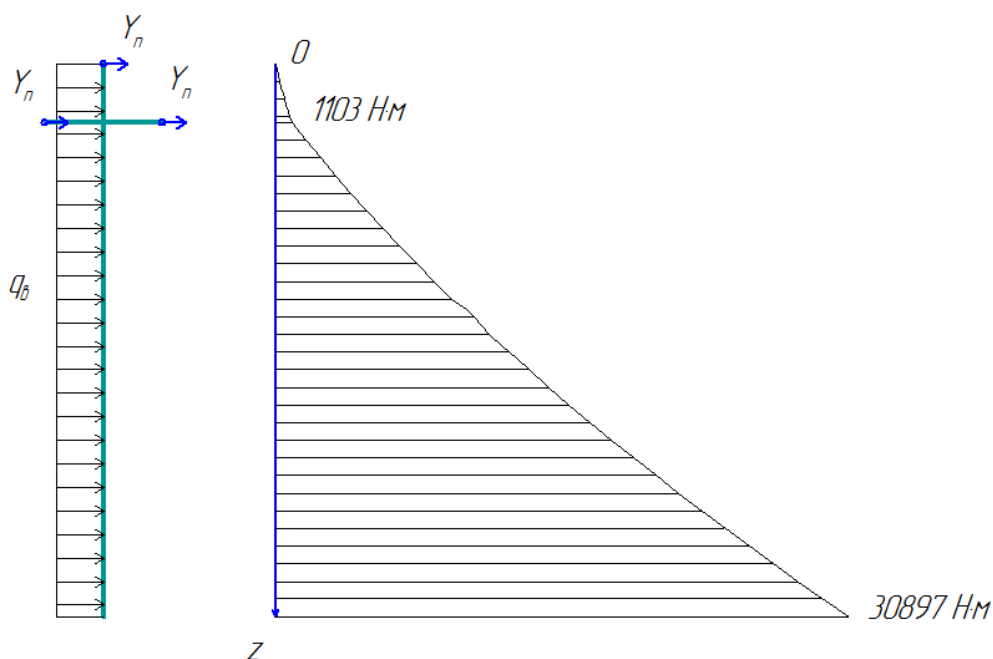


Рисунок 1 – Эпюра изгибающих моментов железобетонной опоры

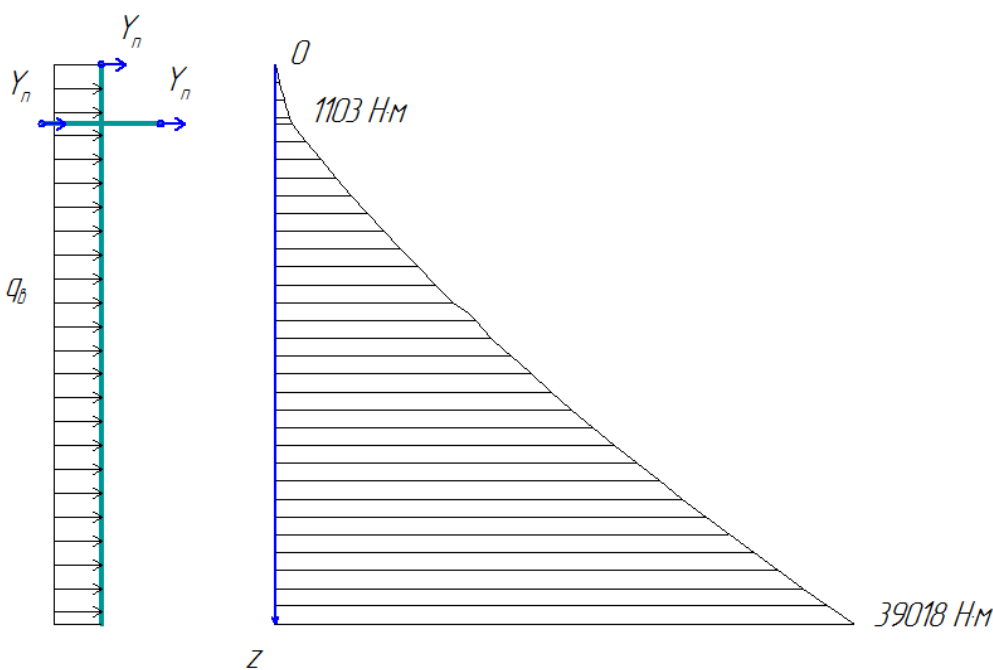


Рисунок 2 – Эпюра изгибающих моментов композитной опоры

На основании проделанной работы можно сделать выводы:

1. Композитные опоры по сравнению с традиционными имеют ряд главных преимуществ: просты в монтаже и эксплуатации, механически прочны и эластичны, не требуют заземления, служат более длительный срок. Одним из главных недостатков данных опор является их высокая стоимость.

2. Несмотря на основной недостаток опор воздушных линий, изготовленных из композитных материалов, экономический эффект от их внедрения позволит сократить издержки на обслуживание, транспортировку, монтаж опор, кроме того, позволит увеличить длины пролетов ЛЭП.

3. С помощью проведения механического расчёта было доказано, что композитные опоры по сравнению с ж/б опорами идентичного класса напряжения обладают большим запасом прочности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бочаров, Ю.Н. К вопросу о композитных опорах воздушных линий / Ю.Н. Бочаров, В.В. Жук // Труды Кольского научного центра РАН. – 2012. – Т. 4, вып. 2.
2. Композитные опоры для линий электропередач 220-110 кВ и 35-10 кВ [Электронный ресурс] / ЗАО «Феникс-88». URL: [http://www.fenix88.ru/products/doc/opori\\_lep2014.pdf](http://www.fenix88.ru/products/doc/opori_lep2014.pdf) (дата обращения: 2.10.2017).
3. Особенности монтажа композитных опор ВЛ [Электронный ресурс] / Электромонтажник. URL: <http://www.elektro-montagnik.ru/?address=labs/lab7/&page=page2> (дата обращения: 7.10.2017).
4. Опоры деревянные пропитанные для ЛЭП [Электронный ресурс] / ООО «Группа компаний Торговый дом “Зенит”». URL: <http://www.tdzgroup.ru/catalog/lep/9> (дата обращения: 11.10.2017).
5. Стойка вибрированная железобетонная СВ 110 – 5 [Электронный ресурс] / ООО «Энергомонтаж». URL: <http://www.линииисип.пф/katalog-tovarov-i-uslug> (дата обращения: 13.10.2017).
6. Перспективы композитной отрасли в России [Электронный ресурс] / Ассоциация «Некоммерческое партнерство «Алтайский полимерный композитный кластер». URL: <http://www.kompozit22.ru/wp-content/uploads/2017/07/Maket-kataloga.pdf> (дата обращения: 14.10.2017).
7. Воронцов, О.А. Основы механического расчёта опор воздушных линий электропередачи: учеб.-метод. пособие / О.А. Воронцова, Т.В. Дружинина, А.А. Мироненко. – 2-е изд., перераб. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 60 с.

### COMPARISON OF TECHNICAL CHARACTERISTICS OF DIFFERENT TYPES OF POWER TRANSMISSION TOWER

D.K. Baykasenov, student

baykasenov@bk.ru

M.A. Suleev, student

suleev.musa@yandex.ru

S.V. Mitrofanov, Candidate of Technical Sciences, Head of the Department

mitser2002@mail.ru

Orenburg State University

The work is devoted to the technical comparative detail analysis of composite towers for overhead transmission lines and traditional transmission towers. The analysis is based on modern scientific literature and results of the mechanical calculation. Using this article the designer will make the right decision, which will ensure high reliability and cost-effectiveness of the investment project of the electricity supply scheme.

*application of composite towers for overhead transmission lines, comparison of different types of transmission towers, advantages of transmission towers made of polymer composite material*