

15. Нестеров С.В., Нестеров А.В. Оценка колебательных свойств электропривода постоянного тока по кривой его пускового тока // Машиностроение и инжиниринг в России и странах СНГ 2014: Сб. науч. статей междунар. науч.-практ. конф. – филиал ФГБОУ ВПО «МГИУ» в г. Вязьме. – Вязьма, 2014. – С. 110-116.

16. Нестеров С.В., Нестеров А.В. Оценка колебательных свойств электропривода постоянного тока по кривой его угловой скорости при реверсировании // Мировые проблемы развития машиностроительных предприятий: Сб. науч. ст. междунар. науч.-практ. конф. – филиал ФГБОУ ВПО «МГИУ» в г. Вязьме. – Вязьма, 2014. – С. 109-115.

17. Нестеров С.В. Определение динамических характеристик паровых котлов тепловых электрических станций: монография. – Краснодар: Изд. КубГТУ, 2007. – 58 с.

УДК 621.317.733; 621.314.44

ПЛЕСКОНОС ЛИДИЯ ВЛАДИМИРОВНА, к.т.н. доцент

КОСТЮКОВ ПАВЕЛ ВИКТОРОВИЧ, студент

ГУРИН ИВАН ВЛАДИМИРОВИЧ, студент

Россия, г.Курск, Юго-западный государственный университет

ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ ПОСТОЯННОГО ТОКА

В этой статье рассматриваются вопросы преимуществ линий электропередач (ЛЭП) постоянного тока над ЛЭП переменного тока и перспективы их использования.

Ключевые слова: ЛЭП, постоянный ток, линии электропередач, преимущество ЛЭП постоянного тока.

ЛЭП постоянного тока использует для передачи электроэнергии постоянный ток, в отличие от наиболее распространенных линий электропередач переменного тока. Высоковольтные ЛЭП постоянного тока более экономичны при передаче электроэнергии на большие расстояния. Использование постоянного тока линий которые прокладываются по морскому дну позволяет избежать потерь реактивной мощности, возникающих из-за большой емкости кабеля. В определённых ситуациях ЛЭП постоянного тока могут оказаться полезными даже на коротких расстояниях, несмотря на высокую стоимость оборудования.

Так же ЛЭП постоянного тока позволяет транспортировать электроэнергию между несинхронизированными энергосистемами переменного тока, предотвращая каскадные сбои из-за рассинхронизации фазы между отдельными частями крупной энергосистемы. ЛЭП постоянного тока также позволяет передавать электроэнергию между энергосистемами переменного тока, работающими на разных частотах, например, 50 и 60 Гц. Такой способ передачи повышает стабильность работы энергосистем, так как в случае необходимости они могут использовать резервы энергии из несоместимых с ними энергосистем.

Одни из первых системы передачи постоянного тока стали использоваться в Советском Союзе, в 50-х годах XX века (СССР использовала технологию шведской компанией ASEA.) , между Москвой и Каширой

Принцип работы:

мощность равна произведению напряжения на ток ($P = U * I$). Таким образом, увеличив напряжение, уменьшив передаваемый по проводу ток [1], можно уменьшить сечение провода, необходимого для передачи этой мощности, что удешевит ЛЭП. Как известно самым эффективным устройством для изменения напряжения является трансформатор, работающий на переменном токе. Поэтому на входе всех высоковольтных ЛЭП постоянного тока устанавливается трансформатор для повышения напряжения переменного тока и оборудование для преобразования переменного тока в постоянный, а на выходе — оборудование преобразования постоянного тока в переменный и трансформатор для понижения напряжения этого переменного тока.

Простыми словами, на входе ЛЭП двигатель переменного тока вращает генератор постоянного тока, а на выходе — двигатель постоянного тока вращает генератор переменного тока. Такая система имела довольно низкий КПД и низкую надёжность.

Применение ЛЭП постоянного тока стало возможным только с появлением мощного дугового электроприбора под названием ртутный вентиль.

В дальнейшем появились мощные полупроводниковые приборы — тиристоры, биполярные транзисторы с изолированным затвором, мощные полевые транзисторы с изолированным затвором и запираемые тиристоры.

Преимущества ЛЭП постоянного тока:

1. Сокращение затрат при передаче постоянного тока с применением воздушных ЛЭП длиной более 600-800 км по сравнению с передачей переменного тока при аналогичных условиях;

2. Сокращение затрат при применении кабельных линий постоянного тока при длине более 30-50 км по сравнению с применением кабельных линий переменного тока;

3. Возможность применения новых технологических решений;

4. Решение проблемы предельных показателей мощности и длины линии при применении ЛЭП постоянного тока за счет исключения проблематики ограничения по статической и динамической устойчивости для ЛЭП переменного тока.

5. Упрощенное управление мощностью, которая передается по ЛЭПТТ;

6. Более высокая надежность передач постоянного тока в части передачи мощности при повреждениях линий;

7. Эффективность при объединении энергосистем:

- объединение энергосистем не приводит к повышению уровней токов короткого замыкания в них;

- повышение статической и динамической устойчивости объединяемых энергосистем; отсутствие системных аварий;

8.Высокое качество и экономия электроэнергии на всех уровнях напряжения; Улучшение коэффициента мощности;

9.Повышение производительности оборудования с асинхронным электроприводом.

Недостатки ЛЭП постоянного тока:

1. Основным недостатком высоковольтной ЛЭП постоянного тока является необходимость преобразования типа тока из переменного в постоянный и обратно. Используемые для этого устройства требуют дорогостоящих запасных частей, так как, фактически, являются уникальными для каждой линии..

2. Преобразователи тока дороги и имеют ограниченную перегрузочную способность. На малых расстояниях потери в преобразователях могут быть больше чем в аналогичной по мощности ЛЭП переменного тока.

3.Наличие многих конструктивных особенностей.

Мировой опыт использования ЛЭП постоянного тока.

Как уже говорилось одними из первых ЛЭП постоянного тока стали использовать СССР, однако и другие страны тоже вводили в эксплуатацию такие линии передач.

Таблица 1 - Первые ЛЭП постоянного тока в Европе.

Линия HVDC	Длина, км	Мощность, МВт	Напряжение, кВ	Год ввода	Тип	Примечание
Дессау – Берлин (Elbe-Projekt)	115	60	±200	начата в 1943	кабельная подземная	Не завершена. AEG и Siemens
Кашира – Москва	100	30	200 монофазная	1950	кабельная	На базе проекта Эльба
о. Готланд – Швеция	98	20	100 однополюсная	1954	кабельная подводная	ASEA
Донбасс – Волгоград	475	750 (проект)	±400 (проект)	1962	воздушная	эксплуатируется при ±100 кВ

Суммарная мощность существующих линий электропередач (более 120) в настоящее время превосходит 120 ГВт, а к 2020 году планируется ввод в эксплуатацию новых ЛЭП и вставки постоянного тока суммарной мощностью не менее 300 ГВт.

Например в Китае к концу 2020 года планируется построить примерно 44 ЛЭП общей мощностью более 200 ГВт.

Китайский опыт линий электропередач постоянного тока.

1 ЛЭП постоянного тока:

напряжение ±600 кВ; мощность 4000 МВт; длина 1335 км.

5 ЛЭП постоянного тока:

напряжение ±800 кВ; мощность от 5000 до 8000 МВт; длина до 2192 км.

Также запланированы к 2020г. строительство еще 3-х ЛЭП постоянного тока.

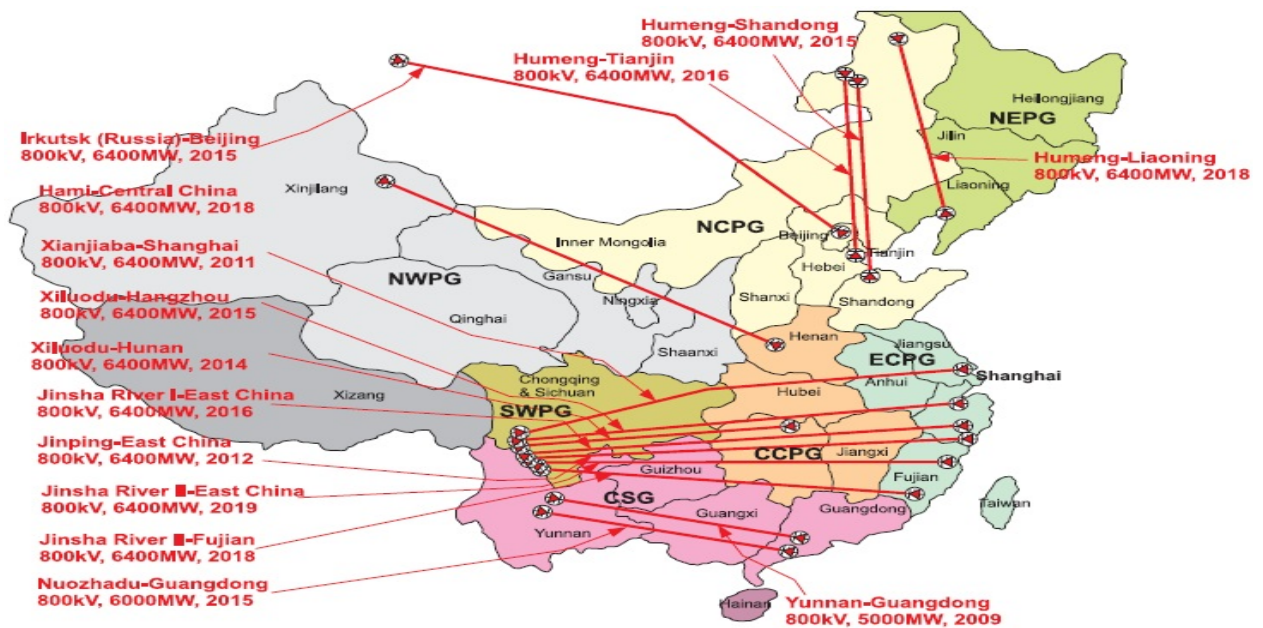


Рисунок 1 - Схема ЛЭП постоянного тока в Китае.

Индийский опыт ЛЭП постоянного тока.

В Индии в период 1989-2014 гг построены (Siemens) и введены в эксплуатацию:

5 ЛЭП напряжение ± 500 кВ, мощность от 1500 до 2500 МВт

4 вставки постоянного тока мощностью от 100 до 1000 МВт

Ведется строительство

Двух ЛЭП: напряжение ± 800 кВ, мощность 6000 МВт и ЛЭП на напряжение ± 800 кВ, мощностью 3000 МВт.

И планируется строительство еще одной линии электропередач постоянного тока:

ЛЭП на напряжение ± 800 кВ, мощностью 3000 МВт.



Рисунок 2 - Схема ЛЭП постоянного тока в Индии.

Бразильский опыт дальних магистральных линий электропередач постоянного тока.

В Бразилии ведется строительство 2х линий передач постоянного тока.

- напряжение ± 600 кВ
- мощность по 3150 МВт
- длина 2375 км

На севере страны (Бело Монте) строится ГЭС мощностью 11000 МВт, планируется построить две биполярные ЛЭП для передачи электроэнергии в центры нагрузки на юге-востоке страны:

- напряжение ± 800 кВ
- мощностью по 4000 МВт
- длиной 2092-2439 км

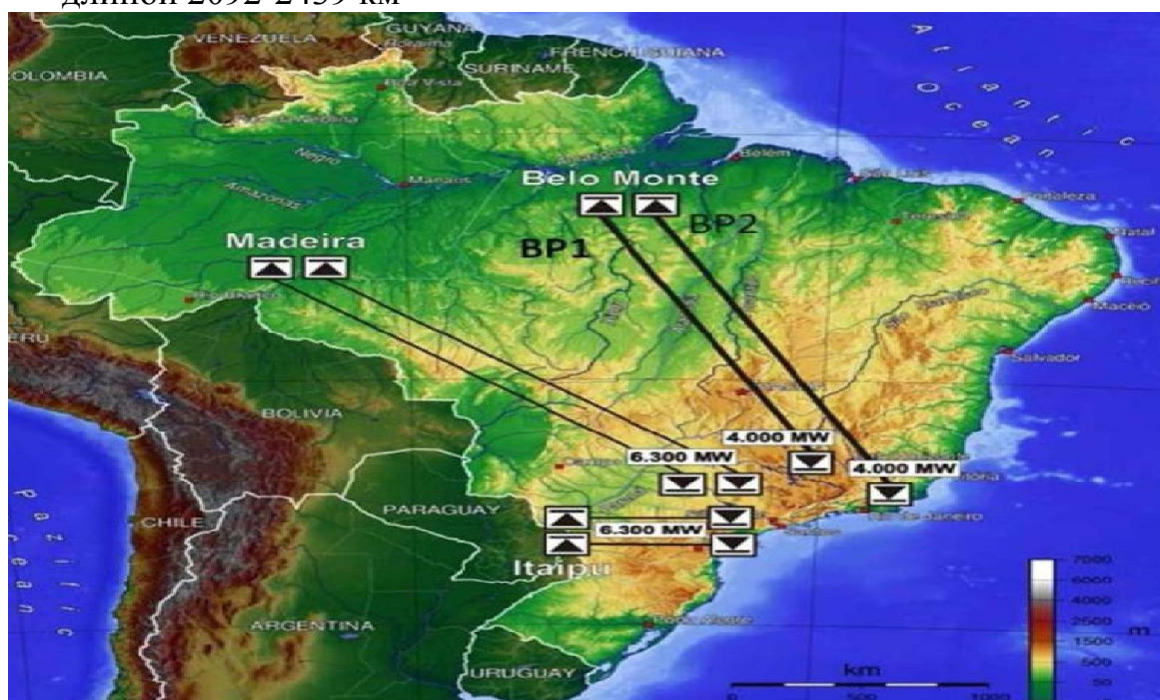


Рисунок 3 - Схема ЛЭП постоянного тока в Бразилии

Таким образом не смотря на то, что стоимость линий электропередач постоянного тока высока, и они по своему конструктивному исполнению намного сложнее, ЛЭП постоянного тока будут вводиться в эксплуатацию (это можно видеть на примере разобранных нами стран) из-за своих преимуществ над линиями переменного тока.

Список литературы

1. Плесконос Л.В. Агибалов С.В. Кудинов А.С. Электромагнитные области и поля, окружающие воздушные линии электропередачи.- Электрика. 2014 №5 с. 9-14. [1]

2. Каллер М. Я., Соболев Ю. В., Богданов А. Г. Теория линейных электрических цепей железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. Учебник для вузов ж.-д. трансп. – М.: Транспорт, 1987. – 335 с.