

УДК 621.311

## **Системы передачи электроэнергии с сокращённым количеством линейных проводов**

Денисов И.С.

Научный руководитель - ФЕДИН В.Т., к.т.н., профессор

В настоящее время актуален вопрос минимизации отрицательного воздействия электропередач на окружающую среду. Другой не менее важной проблемой является снижение материалоемкости линий электропередачи, а следовательно, и снижение стоимости их сооружения при сохранении основных технических характеристик. Системы передачи электроэнергии с сокращённым количеством линейных проводов имеют целью решение указанных вопросов.

Поясним сущность двух вариантов технических решений. Первый из них - двухцепная четырёхпроводная электропередача [1]. Передача электрической энергии от трёхфазных источников к трёхфазным нагрузкам осуществляется по двухцепной линии электропередачи. Источники напряжения обеих цепей линии равны и синхронны, но противофазны. Поэтому, если объединить в один провод линейные провода, например, фаз А, то ток в этом общем проводе будет равен нулю. Следовательно, общий провод может быть удалён. Таким образом, для передачи электрической энергии от двух трёхфазных синхронных противофазных источников с равными напряжениями двум идентичным симметричным трёхфазным нагрузкам требуется не шесть линейных проводов, а достаточно всего четырёх при сохранении уровня передаваемой мощности.

Нами экспериментально установлено, что двухцепная электропередача с четырьмя линейными проводами обеспечивает симметрию векторов напряжений и токов в нагрузке, а также позволяет передать потребителю ту же мощность, что и двухцепная шестипроводная электропередача, причём при сохранении тех же потоков мощности по проводам фаз. Одновременно доказано, что электропередача может работать только в режиме с изолированной нейтралью. Причиной тому является наличие в нормальном режиме работы потенциала в нейтральных точках трансформаторов, равного потенциалу фазных проводов относительно земли, причём потенциалы нейтралей трансформаторов разных цепей противоположны по знаку.

На основании результатов расчётов параметров двухцепных четырёхпроводных линий электропередачи выяснено, что реактивное сопротивление, реактивная проводимость и зарядная мощность таких линий меньше, чем традиционных двухцепных электропередач. Волновое сопротивление и натуральная мощность приблизительно равны соответствующим показателям традиционных двухцепных линий. Активная проводимость и потери активной мощности на корону существенно меньше, так как линия электропередачи содержит четыре провода вместо шести.

Второй вариант технических решений – электропередача с линиями задержки [2]. В начале линии в цепи фазы А формируется линия задержки сигнала во времени, состоящая из отрезка кабеля, помещённого в трубу из магнитно-мягкого материала. Время задержки сигнала составляет две третьих периода синусоидального тока частотой 50 Гц. В начале линии в цепи фазы В формируется линия задержки в два раза короче, время задержки – одна третья периода синусоидального тока. Если на входе линий задержек диаграмма напряжений для фаз А, В и С состояла из трёх равных векторов, сдвинутых по отношению друг к другу на  $120^\circ$ , то на выходе линий задержек сдвиг по фазе напряжений фазных проводников будет близок к нулю. При этом все три провода можно располагать близко друг к другу, разместив их, например, в одной оболочке. В конце линии электропередачи производится обратная операция по

восстановлению первоначального сдвига фаз: формируется линия задержки в цепи фазы С (время задержки сигнала равно двум третьим периода синусоидального тока частотой 50 Гц) и в цепи фазы В (время задержки сигнала составляет одну треть периода). Однако при изменении тока в цепи из-за нелинейности вебер-амперной характеристики материала трубы сдвиг по фазе между напряжениями проводников будет происходить. Для компенсации нелинейного сдвига напряжений, зависящего от тока нагрузки, длительность задержки сигнала регулируется путём изменения магнитной проницаемости трубы в начале и в конце электропередачи.

По результатам расчёта параметров электропередач с линиями задержки установлено, что реактивное сопротивление таких линий больше, чем традиционных одноцепных воздушных линий, а реактивная проводимость (и зарядная мощность) меньше. Вследствие этого больше волновое сопротивление и меньше натуральная мощность электропередач с линией задержки по сравнению с традиционными линиями. Выбор параметров линий задержек сопряжён с некоторыми сложностями, связанными с необходимостью обеспечения приемлемой длины линий задержек, а значит, и заданных величин их удельной индуктивности и ёмкости.

По уровню отрицательного влияния на окружающую среду электропередачи с линиями задержки и двухцепные четырёхпроводные электропередачи удовлетворяют допустимым значениям экологических характеристик и имеют преимущество перед традиционными соответственно одноцепными и двухцепными линиями.

Расчётами доказано, что приведенные затраты на сооружение рассмотренных линий электропередачи меньше, чем на сооружение традиционных линий.

Таким образом, достоинствами указанных электропередач являются снижение материалоемкости сооружаемых линий электропередачи за счёт меньшего расхода материала опор и, как следствие, снижение капиталовложений, а также значительное уменьшение отрицательного воздействия воздушных линий на окружающую среду: сокращение площади отчуждаемых земель, а значит, и ширины просеки в лесных массивах. Важным является возможность использования электропередач для питания как однофазных, так и трёхфазных потребителей.

#### **Литература**

1. Патент № 2256273 RU, МКИ Н 02J 3/00, 3/04, опубл. 10.07.2005.
2. Патент № 2307438 RU, МКИ Н 02J 3/00, опубл. 27.09.2007.