

УДК 621.311

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОДНОЦЕПНЫХ КОМПАКТНЫХ ВЛ И ДВУХЦЕПНЫХ УПРАВЛЯЕМЫХ САМОКОМПЕНСИРУЮЩИХСЯ ВЛ

Галтеева Д. В.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Фурсанов М.И.

В настоящее время все более широкое применение находят новые конструкции высоковольтных ВЛЭП, отличные от традиционных. Одним из наиболее эффективных средств развития электрических сетей является применение компактных ВЛ в сочетании с устройствами FACTS, в том числе с устройствами фазового регулирования (компактные управляемые ВЛ). Компактные управляемые ВЛЭП переменного тока являются электропередачами нового поколения, воплотившие в себя современные технические решения по конструкции, включая опоры и изоляцию, схемам соединений, системам управления. [2]

Основное назначение линии электропередачи – передача активной и реактивной мощности от источника к потребителю. Максимальная пропускная способность линии - это наибольшая активная мощность, которая может быть передана по линии, определяемая выражением:

$$P_{\max} = \frac{U_1 \cdot U_2}{Z_B \cdot \sin(\alpha_0 \cdot l)} \cdot \sin \delta, \quad (1)$$

где U_1, U_2 - напряжение, приложенное в начале и в конце линии, соответственно, (кВ);

Z_B - волновое сопротивление линии, (Ом);

$\alpha_0 \cdot l$ - волновая длина линии, (электрических градусов);

α_0 - коэффициент изменения фазы (угол поворота вектора напряжения при распространении волны напряжения вдоль линии, эл. град/км);

l - длина линии, (км);

δ - угол сдвига напряжений начала и конца линии электропередачи (градусов).

В докладе приводится расчет параметров одно- и двухцепных компактных линий электропередач и двухцепных управляемых самокомпенсирующихся воздушных линий, после чего осуществляется их сравнение. В качестве рассматриваемых приняты следующие классы номинальных напряжений воздушных линий электропередачи (ВЛ): 220, 330, 500, 750 и 1150 кВ. Выбор проводов воздушных линий осуществлен по условию возникновения короны. Для ВЛ различных классов напряжений принимались конструкции расщепленных фаз, состоящих из проводов АС-240/39, АС-300/39, АС-330/43, АС- 400/51. Количество составляющих в расщепленных фазах выбиралось с учетом напряжения линии и основных геометрических размеров. Изменяемые и выбираемые были: радиус расщепления (гр) фаз с дискретным изменением 0,1 м; 0,2 м; 0,4 м; 0,8 м, обозначаемыми соответственно цифрами 1, 2, 3, 4, а также расстояние между фазами. [3]

Полученные результаты наглядно показывают, что волновое сопротивление линии, находится в сложной зависимости от радиуса расщепления фаз, числа составляющих, среднегеометрического расстояния между фазами и сечения проводов. При увеличении радиуса расщепления происходит снижение волнового сопротивления, что является весьма благоприятным фактором. При прочих равных условиях, чем меньше значение волнового сопротивления, тем больше величина натуральной мощности линии и, соответственно, ее пропускная способность. Вместе с тем обращает на себя внимание тот факт, что увеличение радиуса расщепления сопровождается увеличением среднегеометрического расстояния между фазами у одноцепных компактных ВЛ и расстояния между сближенными фазами двухцепных УСВЛ. Это указывает на то, что, при данных условиях, конструкция линии может рассматриваться, как оптимальная по критерию минимума затрат на конструкции опор, на строительство и достижения минимальной ширины коридора и земельной полосы, отводимой под строительство линии. Если же главным выступает увеличенная пропускная

способность, то надо идти на отступление от данного условия. Характерным является и то, что при увеличении числа, составляющих в расщепленных фазах указанный минимум смещается в сторону больших значений радиуса расщепления, что является благоприятным фактором по снижению волнового сопротивления линии, увеличению ее пропускной способности и созданию возможностей дальнейшего улучшения характеристик линий электропередач переменного тока в соответствии с заданными требованиями.

На основании проведенного анализа осуществлена выборка наиболее представительных вариантов одноцепных компактных ВЛ и двухцепных УСВЛ для различных классов напряжения (220, 330, 500, 750 и 1150 кВ). Их характеристики приведены на рисунке 1. Для УСВЛ параметры приведены на одну цепь.

Напряжение, кВ		252	363	525	788	1208
Расстояние от фазы до стойки опоры, м		3,2	3,8	5,25	8,8	11
Ширина трассы, м	УСВЛ	19,4	26,6	34,5	53,2	71
	Одноцепная ВЛ	12,8	15,2	21	35,2	44
Провода	УСВЛ	2АС240	3АС400	6АС240	7АС400	11АС400
	Одноцепная ВЛ		2АС300	3АС400	5АС300	8АС400
Расстояние между фазами (сближенными или средне-геометрическое), м	УСВЛ	2,2	3	4,5	6	9
	Одноцепная ВЛ	8,1	9,6	13,2	22,2	27,7
Волновое сопротивление, Ом	УСВЛ	223	190	180	210	220
	Одноцепная ВЛ		288	275	290	300
Удельное активное сопротивление, Ом/км	УСВЛ	0,062	0,025	0,021	0,011	0,007
	Одноцепная ВЛ		0,051	0,025	0,02	0,009
Удельное индуктивное сопротивление, Ом/км	УСВЛ	0,234	0,199	0,188	0,22	0,23
	Одноцепная ВЛ		0,302	0,288	0,304	0,314
Удельная емкость проводимости мкСм/км	УСВЛ	4,7	5,51	5,82	4,99	4,76
	Одноцепная ВЛ		3,64	3,81	3,61	3,49
Натуральная мощность на одну цепь, МВт	УСВЛ	284	693	1531	2956	6633
	Одноцепная ВЛ		457	1002	2141	4864

Рисунок 1. Представительные варианты одноцепных компактных ВЛ и двухцепных УСВЛ

Одноцепные воздушные линии могут быть существенно улучшены за счет применения новых конструкций, предусматривающих сближение фаз, изменения радиуса расщепления и применения специальных изолирующих подвесок на опорах. Применение данных технических решений в комплексе позволяет создавать одноцепные компактные ВЛ переменного тока, существенно (в 1,2 - 1,3 раза) превосходящие по пропускной способности ВЛ традиционного исполнения.

Наиболее эффективным способом улучшения характеристик двухцепных и многоцепных ВЛ является создание двухцепных и многоцепных управляемых самокомпенсирующихся ВЛ переменного тока (УСВЛ), которые воплощают в себя технические решения по компактным конструкциям, а также усиленное электромагнитное влияние цепей друг на друга, обеспечивающее повышенную (в 1,3 – 1,5 раза) пропускную способность и используемое в процессе работы для регулирования в широком диапазоне эквивалентных параметров и характеристик линий электропередачи[4].

Литература

1. Электрические системы и цепи: Учебник / Поспелов Г. Е., Федин В. Т., Лычев П.В.—Мн.:УП «Технопринт», 2004.—720 с.
2. Электрические системы и сети: Учебник для вузов/ Идельчик В.И.—М.:Энергоатомиздат, 1989.—592с.