

УДК 621.316.1

МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА КОНЦАХ ПРОТЯЖЕННЫХ ВЛ

А.С. Сичевский, студент гр. ЭЭб-142, II курс

В.А. Коваленко, студент гр. ЭЭб-142, II курс

Научный руководитель: Т.Л. Долгопол, доцент

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Низкое качество электроэнергии оказывает значительное влияние на производительность и срок службы электрооборудования, а также на энергоэффективность систем электроснабжения потребителей. Одним из показателей качества электроэнергии, который часто превышает допустимые значения, являются медленные отклонения напряжения. Это связано с большими потерями напряжения во всех элементах систем электроснабжения, вообще, и в линиях электропередач, в частности. Особенно остро стоит эта проблема для протяженных линий, так как потери напряжения пропорциональны длине линий.

Согласно ГОСТу 32144-2013 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» [1] медленные отклонения напряжения в точке передачи электрической энергии не должны превышать $\pm 10\%$ от номинального или согласованного значения напряжения в течение 100% времени интервала в одну неделю. Существующие системы электроснабжения потребителей требуют разработки новых подходов к проектированию и реконструкции систем электроснабжения потребителей с целью повышения качества поставляемой электрической энергии.

Одним из способов снижения потерь напряжения в точках передачи электроэнергии является увеличение сечения ЛЭП. В связи с этим произведен сравнительный анализ величины потерь напряжения в ВЛ, выполненных провода марки АС сечением 35 – 150 мм². Провода меньшего сечения не рассматривались из-за климатических условий Кемеровской области, в связи с образованием наледи, которая может повлечь за собой обрыв ВЛ.

Для каждого из сечений была определена максимальная длина линии при условии их 100% загрузки, при которой обеспечиваются допустимые отрицательные отклонения напряжения в точке передачи электроэнергии. Максимально допустимые потери напряжения в линиях зависят от величины потерь напряжения в источниках питания (вторичных обмотках трансформаторов), которые определяются, в основном, коэффициентом загрузки трансформатора. При условии потерь напряжения во вторичной обмотке трансформатора от 3 до 5% была рассчитана максимальная длина ВЛ на оставшиеся потери напряжения (5, 6, 7%) по формуле:

$$l_{\max} = \frac{\Delta U \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot I_p \cdot 100\% \cdot (R_o \cdot \cos \varphi + X_o \cdot \sin \varphi)} \quad (1)$$

где ΔU – отклонение напряжения в точке передачи электрической энергии, %; U_n – номинальное значение напряжения, В; I_p – ток нагрузки, соответствующий максимальной пропускной способности провода, А; R_o , X_o – соответственно активное и реактивное сопротивление проводника, Ом/км; $\cos \varphi$ – коэффициент мощности нагрузки.

Таблица 1. Результаты расчетов максимальной длины ВЛ при разной степени их загрузки, при которой отклонения напряжения не будут превышать нормативных значений, км

Номинальное сечение, мм ²	$U_n=10 \text{ кВ}$			$U_n=35 \text{ кВ}$			$U_n=110 \text{ кВ}$		
	ΔU			ΔU			ΔU		
	5%	6%	7%	5%	6%	7%	5%	6%	7%
35	3,76	4,51	5,26	13,14	15,63	18,40	41,31	49,57	57,83
50	3,86	4,64	5,41	13,52	16,09	18,93	42,51	51,01	59,51
70	3,94	4,73	5,52	13,79	16,42	19,31	43,34	52,01	60,68
95	4,01	4,81	5,61	14,04	16,73	19,65	44,11	52,94	61,76
120	4,10	4,93	5,75	14,37	17,14	20,11	45,15	54,18	63,21
150	4,22	5,06	5,91	14,76	17,60	20,67	46,40	55,68	64,97

На гистограмме (рис.1) для сравнения приведено сравнение максимальной длины линии сечением 150 мм² в зависимости от класса напряжения при максимально допустимых потерях напряжения в ЛЭП 6%.

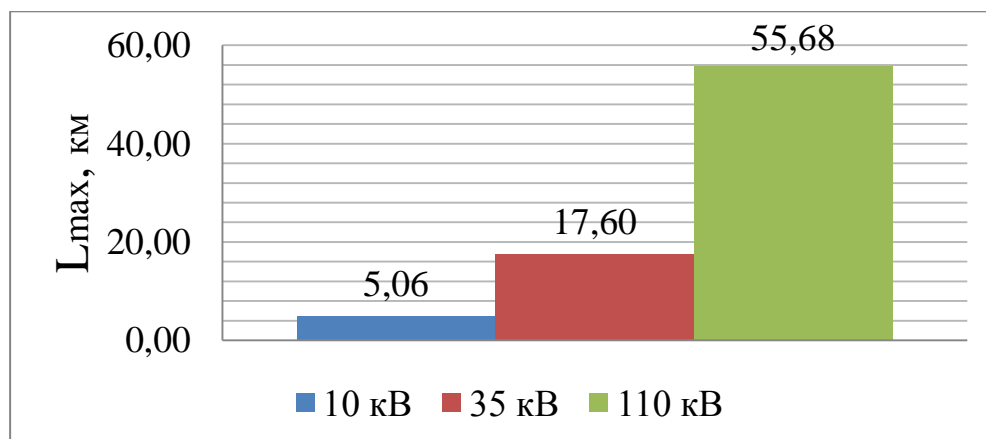


Рисунок 1. Зависимость максимальной длины ВЛ от класса напряжения

Для разных классов напряжения в зависимости от сечения проводника были определены удельные потери напряжения на один км линии при ее максимальной загрузке (табл.2).

Используя полученные данные можно оценить целесообразность замены проводов с целью уменьшения потерь напряжения.

Таблица 2. Удельные потери напряжения для разных сечений в зависимости от класса напряжения линии

Номинальное сечение, мм ²	ΔU , % при 10 кВ	ΔU , % при 35 кВ	ΔU , % при 110 кВ
35	1,33	0,3804	0,1210
50	1,29	0,3697	0,1176
70	1,27	0,3626	0,1154
95	1,25	0,3562	0,1133
120	1,22	0,3480	0,1107
150	1,19	0,3386	0,1077

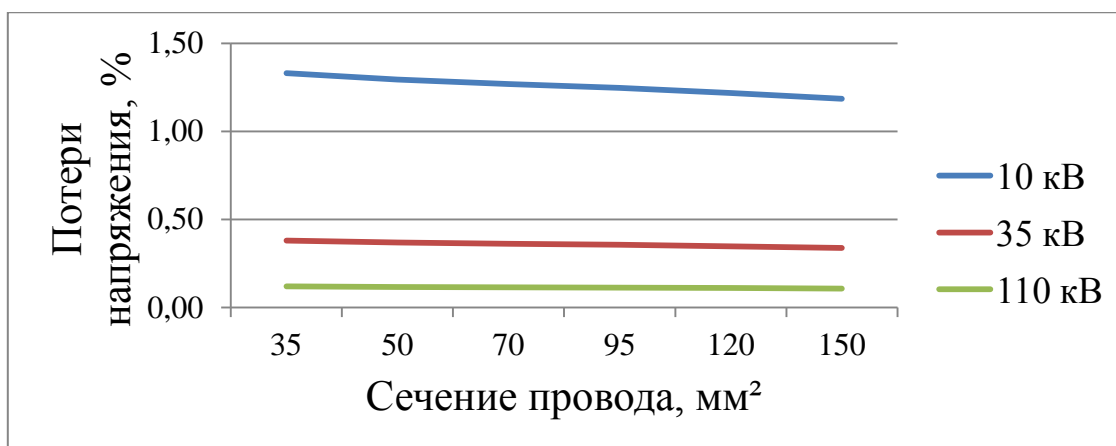


Рисунок 2. Зависимость удельных потерь напряжения от сечения провода

Таким образом, использование более высоких классов напряжения для линий большой протяженности существенно уменьшает потери напряжения в них, но при превышении длины линий определенных значений (табл.1) решить проблему с обеспечением нормативных отклонений напряжения в точках передачи электрической энергии возможно только за счет использования вольтодобавочных трансформаторов или путем компенсации перетоков реактивной мощности.

Список литературы:

1. ГОСТ 32144-2013. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. - Москва: Стандартинформ, 2014. – 16 с.
2. База данных параметров проводов ВЛ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.online-electric.ru>