

УДК 621.311.1

Применение напряжения 20 кВ для распределительных электрических сетей Республики Беларусь

Сазонов П.А.

Научный руководитель- ст. препод. МАКАРЕВИЧ В.В.

Важным направлением энергетической отрасли является совершенствование питающих и распределительных электрических сетей.

В настоящее время распределительные электрические сети находятся в тяжелом состоянии, что обусловлено:

- высокой степенью физической и моральной изношенности электрооборудования (возраст оборудования достигает 50 лет и выше);
- высокими потерями электрической энергии (потери электроэнергии в линии достигают 16 %);
- низким уровнем автоматизации (около 38 % центров питания оснащены телесигнализацией и менее 16 % имеют телеуправление).

Рост электрических нагрузок приводит нередко к техническому пределу использования существующих сетей. Для обеспечения питания новых потребителей сооружаются параллельно прокладываемые линии, вводятся новые генерирующие мощности. Однако указанные подходы не решают проблемы обеспечения промышленных предприятий и городов электроэнергией требуемого количества и качества. Одним из способов уменьшения потерь электроэнергии в электрической сети является применение напряжения 20 кВ вместо используемых повсеместно 6–10 кВ. Ряд нормативных документов закрепляет приоритет перехода с напряжения 6(10) кВ на напряжение 20 кВ, как перспективное и необходимое направление развития распределительного электросетевого комплекса.

Применение сетей 20 кВ имеет положительный опыт во многих развитых странах мира – Австрии, Германии, Италии, США, Финляндии, Франции. В РБ полигоном для внедрения напряжения 20 кВ является г. Минск.

К основным преимуществам перехода на напряжение 20 кВ относятся снижение потерь мощности и электроэнергии, увеличение пропускной способности линий, увеличение дальности обслуживания.

Проведен сравнительный анализ потерь электроэнергии в РЭС при различных напряжениях (6, 10, 20 кВ).

Схема участка сети, для которого был проведен расчет потерь электроэнергии, показана на рисунке 1. Трансформаторная подстанция (ТП) получает питание от главной понижающей подстанции (ГПП) 110/6(10, 20) кВ. Расстояние от ГПП до контрольной точки 1 составляет 4 км. В качестве линии электропередачи рассматривались воздушные линии (марки АС) и кабельные линии (марки АПвБП с изоляцией из сшитого полиэтилена и СБл с бумажной изоляцией). Мощность нагрузки составляет 100 кВ·А.

В таблице 2 приведены значения потерь электрической энергии по отношению к ее количеству, поступившей в сеть. Согласно полученным результатам при переходе с напряжения 6 кВ на 20 кВ экономия электроэнергии составляет до 15–20 %.

Нагрузочные потери электроэнергии в линии определены по формуле:

$$\Delta W = 3 \cdot I_{max}^2 \cdot \tau \cdot R$$

I_{max}^2 – максимальная токовая нагрузка; τ – интервал времени, в течение которого токовую нагрузку I_{max} принимают неизменной; R – эквивалентное сопротивление линии.

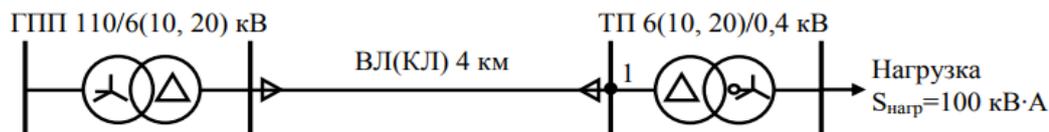


Рисунок 1 – Схема участка сети

Результаты расчетов сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Нагрузочные потери сталеалюминевых проводов, кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена и кабеля с бумажной изоляцией при напряжении 6, 10 и 20 кВ

Сечение провода, мм ²	Нагрузочные потери в линии кВт·ч/год		
	6 кВ	10кВ	20кВ
1	2	3	4
Сталеалюминевый провод марки АС			
25	1912,977	689,148	172,287
35	1297,685	467,490	116,70
50	993,376	357,860	89,467
70	704,160	253,673	63,419
95	501,946	180,825	45,105
120	407,299	146,729	36,682
150	341,530	123,036	30,750
185	257,066	92,608	23,152
240		71,079	17,770
Кабель с ихоляцией из сшитого полиэтилена марки АПвБП			
25	2086,579	751,696	187,899
35	1492,320	537,612	134,385
50	1043,286	375,847	93,949
70	746,160	268,806	67,193
95	549,186	197,846	49,455
120	435,676	156,953	39,233
150	347,205	125,082	31,266
185	282,105	101,629	25,404
240	197,306	71,080	17,767
Кабель с бумажной изоляцией марки СБл			
25	1235,255	445,004	111,251
35	884,709	318,719	79,679
50	617,626	222,501	55,625
70	427,330	153,947	38,487
95	325,505	117,264	29,316
120	257,065	92,608	23,152
150	233,690	84,187	21,046
185	166,925	60,153	15,034
240	128,540	46,307	11,576

Таблица 2 – Приведенные потери электрической энергии

Сечение питающей линии, мм ²	Потери электрической энергии к количеству электроэнергии, поступившей в сеть, %								
	6 кВ			10 кВ			20 кВ		
	ВЛ АС	КЛ АПвПБ	КЛ СБл	ВЛ АС	КЛ АПвПБ	КЛ СБл	ВЛ АС	КЛ АПвПБ	КЛ СБл
25	5,88	6,41	3,79	2,12	2,31	1,37	0,59	0,58	0,347
35	3,98	4,58	2,72	1,47	1,65	0,98	0,36	0,41	0,24
50	3,05	3,21	1,89	1,09	1,15	0,68	0,27	0,286	0,17
70	3,05	2,29	1,31	0,78	0,87	0,47	0,19	0,21	0,12
95	2,16	1,69	1,00	0,56	0,61	0,36	0,14	0,15	0,09
120	1,54	1,34	0,79	0,45	0,48	0,28	0,11	0,12	0,07
150	1,05	1,07	0,72	0,38	0,38	0,26	0,09	0,09	0,06
185	0,79	0,87	0,51	0,28	0,31	0,184	0,07	0,08	0,05
240	0,61	0,61	0,39	0,22	0,22	0,14	0,05	0,05	0,03

Следует отметить, что с точки зрения схем и компоновки распределительных устройств РЭС 20 кВ и 6–10 кВ относятся к сетям одного класса. Оборудование на 20 кВ (трансформаторы, выключатели, шкафы комплектных распределительных устройств) является комплектным, компактным и по размерам сопоставимо с оборудованием 6 (10) кВ. За счет снижения уровня токов короткого замыкания возможно ослабление требований к аппаратам защиты.

Внедрение 20 кВ целесообразно в городах с высокой плотностью электрических нагрузок, при проектировании новых сетей и реконструкции существующих подстанций.

Литература

1. Справочник по строительству и реконструкции линий электропередачи напряжением 0,4–750 кВ Анатолий Кравцов, Борис Узелков, Ефим Гологорский
2. Черепанов В. В., Суворова И. А. Исследование технико-экономической целесообразности применения напряжения 20 кВ в городских электрических сетях // Энергобезопасность и энергосбережение. 2012. № 5. С. 12–14.
3. Borscevskis O. 20kV Voltage Adaptation Problems in Urban Electrical Networks [Электронный ресурс]. URL: <http://egdk.ttu.ee> (дата обращения 20.12.2014).
4. Лоскутов А. А. Применение напряжения 20 кВ для распределительных электрических сетей // Труды XVII Нижегородской сессии молодых ученых (Технические науки). Н. Новгород : НИУ РАНХиГС, 2012. С. 164–166.