

## **РОЛЬ НОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 110/20 кВ В РАЗУКРУПНЕНИИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ БОЛГАРИИ**

Разукрупняющие подстанции – это новые подстанции 35...110 кВ, к которым подключается часть существующих сетей 6...10 кВ. Сооружение таких подстанций, как правило, определяется необходимостью повышения пропускной способности сетей 6...10 кВ в связи с ростом нагрузок. Такие подстанции, кроме того, обеспечивают снижение потерь электроэнергии и повышение надежности работы реконструируемой сети.

Для электрических сетей ЕЭС Народной Республики Болгарии приняты следующие стандартные напряжения: высшее напряжение (ВН) – 110, 220, 400 кВ; среднее напряжение (СН) – 6, 10, 20 кВ; низкое напряжение (НН) – 380/220 и 660/380 В (табл. 1).

Исходя из значительной роли сельского хозяйства в общем валовом национальном продукте Болгарии, этой отрасли народного хозяйства уделяется особое внимание.

Сельские распределительные сети СН включают: распределительные подстанции с трансформацией ВН/СН, электрическую сеть СН и трансформаторные пункты (ТП) с трансформацией СН/НН.

Протяженность воздушных линий (ВЛ) и кабельных линий (КЛ) СН по энергосистеме, согласно данным Министерства энергетики НРБ на 01.01.85, составляет соответственно: 45464,5 км и 9550,4 км. Общая протяженность существующей электрической сети напряжением 20 кВ в районах сельскохозяйственного назначения превышает 50 тыс. км.

Районная электрическая сеть 20 кВ построена по радиально-магистральной схеме и позволяет осуществлять связь между подстанциями. Магистральные линии выполнены из проводников марок АС-70 и АС-95, а ответвления – из проводников марок АС-50. Большая часть сетей представлена воздушными линиями, 14 % составляют кабельные линии.

Основные источники питания сельских потребителей – это ТП напряжением 20/0,38/0,22 кВ и мощностью 63 кВА, 100, 250, 400 кВА. Средняя мощность ТП в настоящее время составляет 160 кВА, а в перспективе возрастет до 240 кВА. Динамика изменения удельных показателей на единицу территории и из расчета на одного человека приведена в табл. 2.

К основным параметрам районных распределительных сетей относятся: среднее напряжение в сети, радиус электроснабжения подстанции ВН/СН и ее мощность. На основании проведенных болгарскими электроэнергетиками исследований в Болгарии принято стандартное напряжение 20 кВ. Оно является целесообразным как на современном этапе, так и в перспективе до 2000 года, когда с увеличением средней плотности нагрузки в 2 раза оно станет еще более выгодным в технико-экономическом отношении [1].

Плотность распределительных подстанций 110/20 кВ, которые питают распределительную сеть 20 кВ и сельские районы, зависит от поверхностной плот-

Таблица 1

## Развитие электропотребления в селах Народной Республики Болгарии

Удельное электропотребление, кВт. ч/чел.год	1980	1985	1990	2000
Общее	1270	1846	2550	4200
В том числе:				
коммунально-бытовые нужды	365	470	603	1000
сельское хозяйство	390	593	857	1000
промышленность	515	783	1090	1600

Таблица 2

## Удельные показатели сельской электрификации Народной Республики Болгарии

Показатель	1980	1985	1990	2000
Удельная длина ВЛ 20 кВ, км/км <sup>2</sup>	0,371	0,385	0,398	0,473
в том числе на одного человека, м	11,9	13,3	15,2	18,9
Плотность ТП 20/0,4 кВ, шт/км <sup>2</sup>	0,191	0,22	0,252	0,305
Плотность нагрузки, кВА/км <sup>2</sup>	30,5	40,4	50,3	73,3

Таблица 3

## Оптимальные параметры распределительных подстанций 110/20 кВ для электроснабжения сельских сетей

Показатели	Единица измерения	1980	1985	1990	2000
Средняя плотность максимальной нагрузки ТП 20/0,4 кВ $\sigma_{ТП}$	кВт/км <sup>2</sup>	16,7	21,4	26,4	35,5
Оптимальный радиус электроснабжения одной подстанции $R_{оп}$	км	28	26,5	25	23
Оптимальная нагрузка одной подстанции $P_{оп}$	МВт	34,3	37,8	41,5	44
Оптимальная средняя установленная мощность подстанции $N_{оп}$	МВА	61	67	74	83

ности нагрузки. Как капитальные вложения, так и годовые эксплуатационные расходы в ЛЭП 110 кВ, подстанции 110/20 кВ и в сети 20 кВ можно выразить в функции средней плотности нагрузки, равномерно распределенной по территории сел. Получены в результате исследований оптимальные параметры распределительных подстанций 110/20 кВ для электроснабжения сельских сетей, приведенные в табл. 3.

С увеличением плотности электрической нагрузки уменьшается оптимальный радиус действия  $R_{оп}$ , а число подстанций и их мощность увеличиваются.

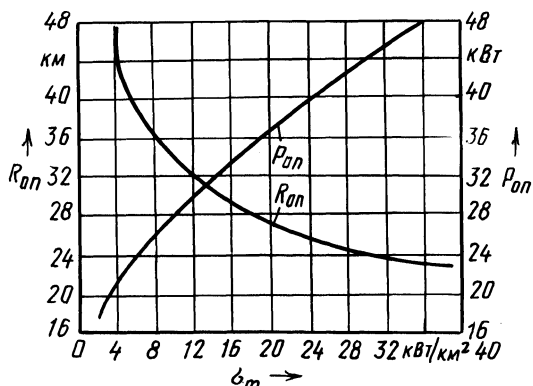


Рис. 1. Оптимальные радиус электроснабжения  $R_{оп}$  и мощность  $P_{оп}$  подстанций 110/20 кВ.

Указанные зависимости описываются выражениями [1]:

$$R_{оп} = \frac{72}{\sqrt[3]{\sigma}}; \quad P_{оп} = \pi R_{оп}^2 \sigma k_0, \quad (1)$$

где  $R_{оп}$  — оптимальный радиус электроснабжения одной подстанции, км;  $P_{оп}$  — оптимальная нагрузка одной подстанции, МВт;  $\sigma$  — средняя плотность максимальной нагрузки одной подстанции, равная  $\sigma_{ТП} k_0$ , кВт/км²;  $k_0$  — отношение нагрузки подстанции к суммарной нагрузке ТП:  $k_0 = 0,7...0,8$ .

На рис. 1 приведены кривые, по которым можно определить оптимальные мощность подстанций и радиус их действия в зависимости от плотности нагрузки ТП.

Реальный радиус действия новой подстанции часто оказывается меньше теоретического, так как сооружаются и дополнительные подстанции, предназначенные для концентрированных нагрузок. Дополнительные подстанции бывают мелиоративными, промышленных предприятий и шахт, которые также могут использоваться для электроснабжения сельских сетей. Следовательно, к сельской электрификации относятся почти все подстанции 110/20 кВ за исключением подстанций, питающих нагрузку крупных городов, больших заводов и комбинатов.

Следует отметить, что метод [1] некорректен в том смысле, что при определении целесообразности сооружения новых подстанций не учитывает повышение надежности работы сетей 20 кВ, достигаемое за счет их разукрупнения. С учетом этого эффекта значения  $R_{оп}$  и  $P_{оп}$ , определяемые по формуле (1), окажутся завышенными по сравнению с действительными оптимальными. К недостаткам метода, предложенного в [1], следует отнести отсутствие учета динамики роста нагрузок и развития сети.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. С п и р о в М., Б о ц о в Н. Электрически распределителин мрежи. — София: Държавно издателство "Техника", 1974. — 450 с. 2. S p i r o v M. Main trends in the development of the rural electrification in Bulgaria. — Sofia, 1985. — 67 с.