

УДК 621.316

ПРИМЕНЕНИЕ КЛАССА НАПРЯЖЕНИЯ 20 КВ

В.А. Андреев студент гр. ЭПб-132, III курс,
И.Н. Горбунов, студент гр. ЭПб-132, III курс,
С.Г. Захаренко, к.т.н. доцент, Т.Ф. Малахова, к.т.н. доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Распределительная сеть предназначена для передачи электрической энергии на небольшие расстояния от шин низкого напряжения районных подстанций (110 – 220 кВ) к промышленным, городским и сельским потребителям. Преимущественное распространение в распределительных сетях имеет напряжение 10 кВ, сети 6 кВ применяется при наличии на предприятиях значительной нагрузки электродвигателей с номинальным напряжением 6 кВ [1].

Класс напряжения 20 кВ не является характерным для России в отличие от европейских стран [2]. Однако опыт эксплуатации промышленных распределительных сетей на 20 кВ в нашей стране есть. В 70-80-х годах 20 в. проводилась попытка внедрения таких сетей в КОМИ АССР и в Латвийских железнодорожных сетях, кроме того, были сделаны теоретические исследования предпосылок повышения напряжения в распределительных сетях [3]. Так же нетрадиционное для СССР напряжение 20 кВ существовало в распределительных сетях Латвийской ССР. Однако в 70-80-х годах прошлого столетия в этой республике активно начали развивать напряжение 10 кВ. Это было связано с тем, что кабели более высокого напряжения были очень тяжелыми, дорогими, имели много технических ограничений при прокладке [2,4].

Сегодня в России строится много новых городских районов, коттеджных поселков, линий электропередачи в сельской местности, производится реконструкция сетей, т.к. существующие в большинстве городов кабельные и воздушные линии электропередач напряжением 6 (10) кВ не справляются с возросшей нагрузкой и во многих случаях физически изношены. Современные мировые тенденции в развитии электрических сетей свидетельствуют о стремлении многих развитых стран к внедрению более высоких классов напряжения, например 20 кВ, что позволит уменьшить объем использования цветного металла, уменьшить потери электрической энергии и увеличить дальность ее передачи. Возникает вопрос, на каком напряжении рационально передавать электрическую энергию для характерных групп потребителей? Рассмотрение вопросов, связанных с данной тематикой имеет как теоретическое, так и практическое значение.

В настоящий момент примером применения сетей напряжением 20 кВ при проектировании жилищно-коммунального хозяйства является г. Москва. Речь, прежде всего, идет о двух объектах: Москва-Сити и застройка Ходынь-

ского поля. Электроснабжение Ходынского поля выполнено по традиционной для Москвы двухлучевой схеме питания трансформаторных подстанций (ТП), но без распределительных пунктов (РП). Вместо РП применены соединительные пункты (СП) на выключателях нагрузки. В СП схемы электроснабжения Ходынского поля, помимо того, что все присоединения выполнены на выключателях нагрузки, функции распределения фактически отсутствуют. На четыре присоединения питающих линий (магистралей) приходится всего четыре, максимум шесть присоединений отходящих линий, то есть, по сути осуществляется соединение магистралей с отходящими линиями.

Класс напряжения 20 кВ по сравнению с 10 кВ обладает рядом преимуществ. Первое преимущество - это большая пропускная мощность. Это очень важный аргумент, особенно в условиях современного увеличения потребления электроэнергии, причем, как в промышленности, так и в быту. Например, кабельная линия на напряжение 20 кВ сечением 240 мм² способна передать мощность равную 13667 кВА, в то время как на напряжении 10 кВ только 6055 кВА. Второе преимущество сетей 20 кВ - это снижение потерь электроэнергии и напряжения на передачу. Например, при выборе сечения проводов воздушных ЛЭП следует руководствоваться техническими требованиями и, в первую очередь, - допустимой токовой нагрузкой. В этом случае для одной и той же мощности нагрузки сечение проводов на 10 и 20 кВ будут отличаться в 2-3 раза ($F_{10} > F_{20}$), тогда отношение потерь мощности ΔP_{10} при напряжении 10 кВ и ΔP_{20} при напряжении 20 кВ $\Delta P_{10}/\Delta P_{20} = (R_{10}/R_{20})/(U_{10}/U_{20})^2$ будет находиться в пределах (1,3-1,6), то есть потери мощности на напряжении 20 кВ будут в 1,5 раза меньше, чем при 10 кВ. Такое же соотношение сохраняется и для отношений потерь напряжений.

Были проведены расчеты экономической эффективности по сроку окупаемости кабельных ЛЭП на 20 и 10 кВ для односменного и двухсменного предприятий при разных тарифах на электрическую энергию, разных коэффициентах загрузки кабельных линий $K_3 = I_{нагр}/I_{ном}$. Применение напряжения 20 кВ в распределительной сети предприятия, работающего в две смены, окупится за 4-4,5 года. Что касается предприятий, работающих в одну смену, то при цене на электроэнергию $C_0 = 1$ руб/(кВт•ч) даже при снижении нагрузки на кабель до 75 % срок окупаемости составляет 10 лет. Однако повышение тарифов резко снижает срок окупаемости кабельных линий 20 кВ и при $C_0 = 2$ руб/(кВт•ч) даже при $K_3 = 1$ срок окупаемости составляет 6,4 года, что ниже нормативного срока окупаемости, равного восьми годам [3].

Введение напряжения 20 кВ затрудняется, во-первых, из-за дорогостоящего строительства линий электропередач – провести реконструкцию уже существующих сетей, как правило, намного дешевле, и, во-вторых, дефицита отечественного электрооборудования на 20 кВ.

Опыт эксплуатации сетей 6-20 кВ в нашей стране показал.

1. В сельских сетях при плотности нагрузки менее 60 кВт/км² экономически целесообразным является напряжение 10 кВ. При более высокой плотности нагрузки экономически эффективно применение напряжения 20 кВ.

Применение напряжения 20 кВ целесообразно при строительстве новых поселков и замене линий 6 кВ.

2. Применение напряжения 20 кВ в городских электрических сетях при электрификации новых районов экономически выгодно. Вместе с тем увеличение стоимости электроэнергии и увеличение плотности нагрузки в городах является постоянным процессом, который увеличит преимущество напряжения 20 кВ.

3. Подтверждено, что напряжение 6 кВ целесообразно применять для распределительных сетей промышленных предприятий при наличии потребителей 6 кВ. При внешнем электроснабжении на напряжениях 110 и 35 кВ и наличии ГПП экономически целесообразно применять напряжение 10 кВ. Использование напряжения 20 кВ для электроснабжения промышленных предприятий имеет ограниченное применение. Данный класс напряжения целесообразно применять для предприятий мощностью не более 12 МВ·А, имеющих потребителей напряжением 6 и 10 кВ.

4. Произведенные расчеты показали, что реконструкция существующих электрических сетей с целью снижения потерь электрической энергии экономически не выгодна. Реконструкцию необходимо проводить только в том случае, если существующие сети физически изношены, не удовлетворяют возросшим электрическим нагрузкам, и не способны обеспечить требуемые уровни напряжения в узлах электрической сети. Предложен алгоритм выбора рационального напряжения электрической сети при реконструкции с учетом затрат на демонтаж и ликвидационной стоимости оборудования [5].

Применение напряжения 20 кВ в распределительных сетях позволит перейти на более высокий уровень электроснабжения городских потребителей в России, увеличить пропускную способность как минимум в 2–2,5 раза по сравнению с сетями 6–10 кВ в пределах той же территории, сократить количество трансформаторных мощностей, повысить качество электроэнергии и надёжность функционирования систем электроснабжения. Применению сетей 20 кВ с использованием инновационных технологий (композитные материалы) позволят заметно уменьшить объёмы прокладки кабельных линий. Использование малогабаритных типовых РП и ТП высокой заводской готовности приведёт к уменьшению их стоимости [6].

Список литературы:

1. Идельчик, В.И. Электрические системы и сети / В.И. Идельчик // Энергоатомиздат. – 1989. – С. 16.
2. Фёдоров, А.А. Необходимость применения напряжения 20 кВ в распределительных сетях предприятий и городов / А.А. Фёдоров, В.В. Каменева, А.И. Чернусский, Е.Д. Стебунова, С.Т. Сидоров // Электричество. – 1980. – №8. – С. 58-59.
3. Буре, И.Г. Повышение напряжения до 20-25 кВ и качество электро-энергии в распределительных сетях / И.Г. Буре, А.В. Гусев // МЭИ

(ТУ). Журнал электро, рубрика: исследования и разработки. – 2005. – № 5, с. 30-32.

4. Федоров, А.А. К вопросу оптимизации построения сети промышленного электроснабжения / А.А. Федоров, А.Г. Никульченко, С.В. Садчиков // Тр. Моск. энерг.ин-т. – 1980. – вып. 446. – С. 10-14.

5. Суворова, И.А. Выбор сечений проводников и рациональных напряжений распределительных электрических сетей в современных условиях. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / И.А. Суворова // Вятский государственный университет. – Киров, 2015. – С. 148-149.

6. Маслов, А.Н. Проблемы и особенности построения распределительных сетей крупных городов и мегаполисов / А.Н. Маслов, А.С. Свистунов // ВЭЛК – 2011. – Москва . – 2011.