

ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ РОССИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ

Лебедева Ю.В., Шевченко Н.Ю., Бахтиаров К.Н.

ФГБОУ ВПО «Камышинский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», Камышин, Россия (403874, г. Камышин, ул. Ленина, д. 6а), e-mail: kti@kti.ru

Проанализировано техническое состояние электрических сетей напряжением 35-750 кВ. Выявлены основные причины снижения надежности воздушных линий электропередачи. Старение основных фондов представляет серьезную проблему для электроэнергетики России. Рассмотрены основные технические требования к сетям нового поколения: увеличение сроков службы до 50 лет и надежность электроснабжения, сокращение сроков строительства и снижение затрат на эксплуатацию. Проанализирован опыт российских сетевых компаний по внедрению новых форм опор и модификации существующих конструкций опор и их элементов с применением новых материалов и технологий. Рассмотрены перспективы развития воздушных линий. Изложены категории технических средств повышения энергоэффективности в электрических сетях. Приводятся мероприятия повышения экономичности и эксплуатационной надежности при сооружении и реконструкции воздушных линий электропередачи.

Ключевые слова: воздушные линии электропередачи, реконструкция, гололедно-ветровые нагрузки, пропускная способность, энергоэффективность.

TECHNICAL CONDITION OF ELECTRIC NETWORKS OF RUSSIA AND PROSPECT OF THEIR DEVELOPMENT

Lebedeva J.V., Shevchenko N. J., Bahtiarov K.N.

Kamyshin Institute of Technology (branch) of state educational institution of higher professional Education Volgograd State Technical University, Kamyshin, Russia (403874, Kamyshin, Lenin Street, 6a) mail: kti@kti.ru

The technical condition of electric networks of 35-750 kV is analysed. The main reasons for decrease in reliability of electric networks are established. Aging of fixed assets represents a serious problem for power industry of Russia. The main technical requirements to networks of new generation are considered: increase in service life till 50 years and reliability of power supply, reduction of terms of construction and decrease in expenses for work. Experiment of the Russian network companies on introduction of new forms of support of the high voltage line and modification of existing designs of support and their elements with application of new materials and technologies is analysed. Prospects of development of electric networks are considered. Categories of technical means of increase of energy efficiency in electric networks are stated. Actions of increase of profitability and operational reliability are given at a construction and reconstruction of electric networks.

Keywords: over-head long-distance transmission lines, reconstruction, ice-wind loads, bandwidth, energy efficiency

Развитие электрических сетей является одним из важнейших показателей уровня электроэнергетики страны. Основным показателем технического состояния электрических сетей может служить их возрастная структура (рис. 1) [4].

Более 20% (по протяженности) воздушных линий электропередачи (ВЛ) напряжением 220-500 кВ эксплуатируется свыше 40 лет, 67% – старше 25 лет. Около 50% подстанционного оборудования эксплуатируется сверх норматива (более 25 лет), из них 17% достигли аварийного срока эксплуатации (более 35 лет).

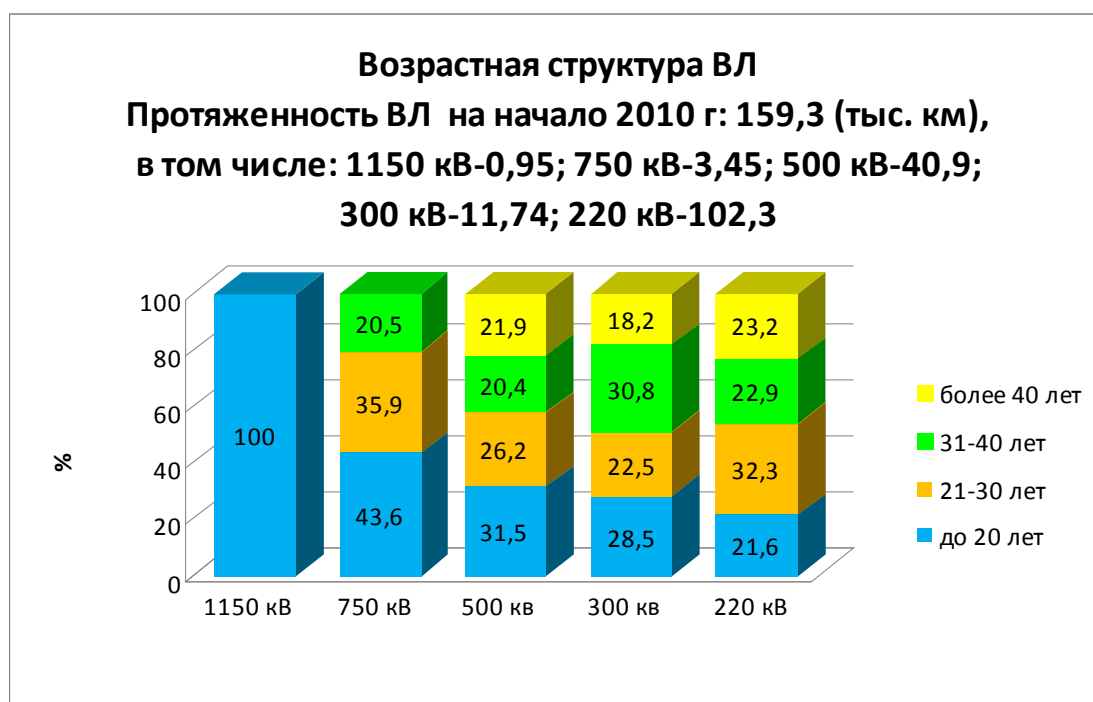


Рис. 1. Возрастная структура воздушных линий

Старение основных фондов представляет одну из серьезнейших проблем для энергетической системы России. Ухудшение технического состояния электрических сетей – один из основных факторов нарастания числа случаев нарушения их работы (количество отказов с 1996 по 2003 год увеличилось в 2 раза). Наиболее сложной в этом отношении является ситуация в ОЭС Северо-Запада, Центра, Северного Кавказа и Урала.

Доля отказов ВЛ в процентах от всех отказов [5], вызванных износом и старением элементов, приведена в табл. 1.

Таблица 1

Доля отказов ВЛ, вызванных износом и старением элементов

Напряжение ВЛ, кВ	Доля отказов ВЛ, % на опорах		
	металлических	железобетонных	деревянных
35–100	55	40	30
220–500	70	52	–
750	75	–	–

Реконструкция и техническое перевооружение физически изношенного и морально устаревшего оборудования рассматриваются как приоритетные направления инвестиционной политики в электросетевом строительстве. Предусматривается полное восстановление воздушных линий электропередачи на металлических и железобетонных опорах при сроках службы 50-60 лет и более, а при менее длительных сроках работы – частичная реконструкция активной части ВЛ. Исходя из возрастной структуры сетей, до 2020 г. подлежат реконструкции примерно 20 тыс. км воздушных линий электропередачи напряжением 330 кВ и выше, а до 2015 г. – порядка 7,6 тыс. км ВЛ 220 кВ.

С начала 1990 года происходило резкое снижение объемов строительства электрических сетей как для присоединения новых потребителей, так и взамен пришедших в негодность. Общий ввод электрических сетей напряжением 110 кВ и выше в последние годы находился на уровне 1-2 тысяч км в год. Концепцией развития электрических сетей в ближайшие 10 лет предусматривается строительство около 50 тыс. км воздушных линий электропередачи напряжением 220кВ и выше. В таблице 2 представлены данные по вводам электросетевых объектов 220 кВ и выше по России на период 2010-2020 гг. [4].

Таблица 2

Строительство ВЛ в России за период 2010-2020 гг.

Напряжение	220 кВ	330 кВ	500 кВ	750 кВ	Всего
Ввод ВЛ, тыс. км	22,77	3,89	20,84	1,01	50,23

Технические требования к сетям нового поколения, разработанные ФСК ЕЭС, предусматривают увеличение сроков службы до 50 лет и надежности электроснабжения, сокращение сроков строительства и снижение затрат на эксплуатацию. При реконструкции, модернизации и строительстве линий в стесненных условиях важными факторами становятся снижение транспортного веса опор, простота монтажа, высокая удельная прочность опор, долговечность, вандалоустойчивость, стойкость к воздействию климатических нагрузок, экологичность. Поэтому активно ведется работа по реализации новых форм опор и модификации существующих конструкций опор и их элементов с применением новых материалов и технологий.

Традиционно при изготовлении опор воздушных линий электропередачи используются дерево, железобетон и металл.

Раньше всех появились деревянные опоры. Их достоинства: простота изготовления, невысокая стоимость, устойчивость к ветровым и гололедным нагрузкам. Недостатки: недолговечность, возгораемость, гниение. С внедрением в 1999 году в Карелии технологии пропитки водорастворимым антисептиком Celcure ССА деревянных опор (Сеесъярвский мачтопропиточный завод) стало возможным их массовое применение в нише 35-110 кВ. Срок их службы увеличился до 50 лет.

Федеральная сетевая компания в России с 2005 года начала активно внедрять многогранные металлические опоры (ММО). Конструкция ММО создана в США и представляет собой полый стальной цилиндр переменного по высоте сечения, аналог ствола дерева. В России основной производитель многогранных стальных опор - ОАО «Опытный завод Гидромонтаж». Постепенно выпуск данной продукции освоили и другие предприятия: ОАО «Энергостальконструкция», ЗАО «МуромЭнергоМаш». Основное преимущество ММО – уз-

кая база, это облегчает решение вопросов землеотводов. Скорость монтажа выше, чем у металлических решетчатых, но возникают сложности с доставкой. Долговечность ММО – 50 лет, но может быть повышена до 75 лет за счёт нанесения полимерных покрытий в заводских условиях.

В ближайшей перспективе на линиях напряжением 110-500 кВ широкое применение получают модульные композитные опоры. При их использовании эксплуатационные расходы практически отсутствуют, а срок службы может достигать от 65 лет для районов с интенсивным ультрафиолетовым излучением до 120 лет. Они имеют превосходные механические характеристики, малый вес, высокие диэлектрические свойства. Применение композитных материалов в несущих конструкциях опор позволит заменить изоляторы изолирующими траверсами из композитного материала. Рядом стран накоплен опыт применения модульных композитных опор в различных климатических зонах. Сегодня для ВЛ России напряжением 110 кВ и выше композитные материалы целесообразно применять для быстромонтируемых ремонтных опор аварийного резерва и в труднодоступной местности. Это позволит выявить особенности проектирования и эксплуатации композитных опор и определить перспективы их применения для строительства новых линий. Композитные модули также можно комбинировать с многогранными металлическими модулями, устанавливаемыми в основание опоры, что повысит несущую способность конструкции, улучшит ее антивандальные свойства и огнестойкость [3]. В России с 2011 года разработкой, проектированием и освоением опор из композитных материалов для сетей 110-220 кВ занимается ЗАО «ФЕНИКС-88» [1].

Продлить срок службы железобетонных опор стало возможным при использовании полимерных композиций «Силор», «Спрут». Суть технологии по восстановлению железобетонной конструкции заключается в обеспечении адгезии старого и нового наформировываемого бетона, его упрочнения, гидроизоляции и химзащите. Активно используются для ремонта и восстановления эксплуатационных свойств железобетонных и металлических решетчатых опор [2].

Сетевые компании уделяют большое внимание повышению энергетической эффективности и энергосбережению. Уровень потерь электроэнергии является важным показателем, характеризующим эффективность сетей. В последние годы в России в среднем технические потери составляют около 10,8%. Для их снижения необходимо вводить в работу энергосберегающее оборудование, отключать трансформаторы с сезонной нагрузкой, увеличивать пропускную способность линий, оптимизировать режимы работы сети, компенсировать реактивную мощность. Кроме снижения потерь электроэнергии, повышение энергоэффективности предполагает повышение надежности энергоснабжения, обеспечение качества электроэнергии, развитие системы учета на основе интеллектуальных технологий.

Существует несколько категорий технических средств повышения энергоэффективности в электрических сетях ОАО «ФСК ЭЭС»:

- управляемые линии электропередачи переменного тока (FACTS – устройства регулирования реактивной мощности);
- компактные линии электропередачи;
- вставки несинхронной связи для объединения энергосистем;
- накопители энергии большой мощности и энергоемкости со сроком службы не менее 30 лет;
- повышение пропускной способности электрической сети за счет внедрения высокотехнологичных проводов для ВЛ 35-220 кВ из дисперсионно-твердеющих материалов, циркониевых сплавов, композитных материалов с внедрением волокон оксида алюминия (GTACSR, GZTACSR, TACSR /ACS, ACCC, ACCR и др.), а в районах с интенсивными ветровыми и гололедными нагрузками - провод Aero-Z;
- внедрение интеллектуальной энергетической системы Smart grid.

Выводы

С целью повышения экономичности и эксплуатационной надежности при сооружении и реконструкции воздушных линий электропередач высокого и сверхвысокого напряжения необходимо:

- совершенствование нормативно-правовой базы, организация систем мониторинга баланса и потерь;
- совершенствование проектных решений путем использования прогрессивных технических решений и современных технологий и материалов, повышающих безотказность, долговечность и ремонтпригодность линий электропередачи;
- экономическое обоснование надежности воздушной линии электропередачи с учетом ее назначения;
- использование конструктивных решений на основе арматуры с улучшенными электромеханическими характеристиками и повышенной надежностью;
- проведение инструментального исследования элементов ВЛЭП, эксплуатируемых более 30 лет, с целью определения объемов реконструкции или модернизации.

Список литературы

1. Власов В.В. Опыт разработки, изготовления и проведения испытаний легких одноцепных промежуточных опор из композиционных материалов для высоковольтных линий 110-220 кВ для проведения аварийно-восстановительных работ и применения в труднодоступной

- местности / В.В. Власов, В.М. Сухар // Воздушные линии. – 2012. – № 4. – С. 25-36.
2. Российские полимерные композиции «СИЛОП, СПРУТ» для ремонта и восстановления эксплуатационных свойств, усиления и упрочнения, для антикоррозионной защиты железобетонных и металлических конструкций воздушных линий // Воздушные линии. – 2010. – № 1. – С. 66-75.
3. Семенко О.В. Опоры с изолирующей головкой (ИГ-опоры) на базе стеклопластиковых модулей RSTANDARD. Перспективы применения в сетях ВЛ 6-500 кВ электропередач / О.В. Семенко, С.Н. Шевченко // Воздушные линии. – 2012. – № 3. – С. 42-52.
4. Чемоданов В.И. Развитие единой национальной электрической сети в складывающихся экономических условиях / В.И. Чемоданов, Н.В. Бобылева // Электро. – 2009. – С. 2–7.
5. Шевченко Н.Ю. Повышение надежности реконструируемых воздушных линий электропередач / Н.Ю. Шевченко, Ю.В. Лебедева, К.Н. Бахтиаров // Воздушные линии. – 2012. – № 3. – С. 11-19.

Рецензенты:

Артюхов И.И., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой ЭПП СГТУ, Саратовский государственный университет, г. Саратов.

Угаров Г.Г., д.т.н., профессор кафедры ЭПП СГТУ, Саратовский государственный университет, г. Саратов.