

Голованов Игорь Григорьевич,
к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: golovanov_ig@mail.ru

Гусев Илья Григорьевич, Шитенков Григорий Александрович,
Головатюков Леонид Константинович,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
обучающиеся группы ЭЭ-22-1

**МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ НАДЁЖНОСТИ СИСТЕМЫ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ И
СТРОИТЕЛЬСТВЕ НОВЫХ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ**
Golovanov I.G., Gusev I.G., Shitenkov G.A., Golovatyukov L.K.
**MEASURES TO IMPROVE THE RELIABILITY OF THE POWER SUPPLY SYSTEM
OF THE IRKUTSK REGION DURING THE MODERNIZATION AND
CONSTRUCTION OF NEW HIGH-VOLTAGE OVERHEAD LINES**

Аннотация. Рассмотрен вопрос о модернизации и строительстве новых высоковольтных линий в Иркутской области в свете требований приказа Министерства энергетики Российской Федерации № 108 от 28.02.2023 года.

Ключевые слова: электроснабжение, надёжность электроснабжения, высоковольтные линии электропередачи, электроэнергетические системы и сети.

Abstract. The issue of modernization and construction of new high-voltage lines in the Irkutsk region was considered in the light of the requirements of the order of the Ministry of Energy of the Russian Federation No. 108 dated 02/28/2023.

Keywords: power supply, reliability of power supply, high-voltage transmission lines, electric power systems and networks.

Дефицит мощности в потреблении электроэнергии в Иркутской области в целом может быть перекрыт в случае, если социально-экономическое развитие региона будет ежегодно расти в пределах от 1,5 до 2 % [1]. Существенный дефицит мощности и электроэнергии может возникнуть в Иркутской области в случае, если темпы роста социально экономического развития Иркутской области и юга Сибири составят от 5 до 10 %. В Иркутской области при равном потреблении в 2022 г. и в 1989 г. от 64 до 66 млрд. кВт·час, промышленное потребление сократилось с 74 до 56 %, а нагрузка населения увеличилась с 4 до 15 % и рост продолжает увеличиваться. В результате оказались перегруженными районные сети напряжения 35 кВ и ниже.

Другая структурная проблема связана с тем, что освободившиеся в результате сокращения потребления электроэнергии промышленностью в Иркутской области, непосредственные мощности оказались сосредоточенными на севере, а электрические нагрузки (прежде всего население и социальные сферы) возрастают на юге. Это приводит к необходимости строительства либо линий электропередачи, либо новых источников генерации. Учитывая все диспропорции, которые могут возникнуть в результате роста промышленного производства, приводящие к росту потребления, распределения мощности и электроэнергии, учитывая все регионы России, Министерство энергетики РФ выпустило приказ

№ 108 от 28 февраля 2023 г. «Об утверждении схемы и программы развития электроэнергетических систем России на 2023-2028 гг.».

Основное направление развития экономики РФ направлены на повышение производительности промышленных предприятий, строительство новых и модернизация старых производств, построенных в период Советского Союза, развитие социальной сферы и т.д. Всё это потребует увеличение потребления мощности и электроэнергии. В приказе №108 Минэнерго РФ для Иркутской области внесено 96 проектов, по модернизации существующих и строительству новых электроэнергетических систем и сетей (ЭЭС и С).

Основными требованиями модернизации и строительства новых ЭЭС и С, являются:

1. Обеспечение прогнозированного потребления электрической энергии и мощности.

2. Исполнение решений протокола совещания под руководством Министерства энергетики РФ от 31.08.2021 г. № НШ 249/1 пр. [2].

3. Исключение рисков выхода параметров электроэнергетического режима работы энергосистемы за пределы допустимых значений.

Актуальность и необходимость технического перевооружения воздушных линий (ВЛ) продиктованы физическим и моральным износом электрических сетей, но при этом требованиями повышения их пропускной способности. Моральный износ вызван техническим старением в результате научно-технического прогресса, а физический износ – отработкой ВЛ срока эксплуатации. Проблемы морального износа решаются техническим перевооружением, а физического – реконструкцией и капитальным ремонтом.

Данные по интенсивности и частоте отказов по элементам ВЛ приведены в таблице 1 [3].

Таблица 1

Распределение отказов по элементам воздушных линий

Элементы воздушных линий	Поток отказов в % от общего количества	
	База учёта грозовых перенапряжений	С учётом грозовых перенапряжений
Опоры	9	13
Провода и тросы	37	52
Изоляторы	23	31
Арматура	3	4

Анализ причин технологических нарушений в работе энергосистем позволил классифицировать отказы ВЛ, и, в частности аварии, вызванные нарушением работоспособности отдельных элементов ВЛ. Этот анализ показывает, что значительное число отказов ВЛ является следствием повреждения проводов, изоляторов, а также отключений из-за грозовых перенапряжений. Опоры явля-

ются достаточно надёжным элементом линий электропередачи, однако разрушения опор имеют наиболее тяжёлые последствия и приводят к большим затратам, связанным с восстановлением ВЛ и недоотпуском электроэнергии.

Структура отказов показывает на очередность проведения мероприятий по повышению надёжности:

- повышение нагрузок от ветра и гололеда на стадии проектирования нового строительства и реконструкции старых сетей;
- проведение перерасчёта опор старой унификации на действующие нагрузки и создание новой унификации опор;
- повышение качества эксплуатации на основе улучшения диагностики состояния элементов опор и проведения своевременного ремонта.

Параметр потока отказов в последнее время для металлических опор составляет 0,0129, для железобетонных опор – 0,0105, для деревянных опор – 0,11.

Опора линии электропередачи является основным элементом, который определяет надёжность ВЛ. Распределение отказов в зависимости от вида опор в процентах приведено в таблице 2 [3].

Таблица 2

Распределение отказов в зависимости от вида опор (в %)

Причина отказов	Металлические	Железобетонные	Деревянные
Нагрузки и воздействия:			
- ветер выше расчетного;	33,7	21,7	52,2
- ветер и гололед выше расчётного.	13,2	24,8	5
Итого:	46,9	46,5	57,2
Качество проектирования и строительства	9,2	35,5	1,5
Качество эксплуатации	26,9	18	41
Разбор конструкции посторонними лицами	16,9	-	0,3

Среди новых конструкций для ВЛ рассматривается применение стальных многогранных оцинкованных опор закрытого профиля, устанавливаемых на буронабивных, а в пучинистых грунтах – на шпунтозабивных фундаментах.

Многогранные опоры имеют ряд существенных преимуществ по сравнению с решетчатыми металлическими и железобетонными конструкциями. Они технологичны при изготовлении и монтаже, позволяют в короткие сроки строить и восстанавливать ВЛ; а также долговечны за счёт обтекаемой формы, отсутствия мест скопления влаги и невозможности проявления фактора вандализма.

Применение унифицированных многогранных стальных опор на базе модуля для ВЛ напряжением от 35 до 750 кВ позволяет:

- снизить расход металла до 20% по сравнению с решетчатыми конструкциями опор ВЛ;

- удешевить стоимость сооружений новых ВЛ от 5 до 10% по сравнению с ВЛ с решетчатыми конструкциями опор;
- минимизировать объём запаса строительных конструкций для ликвидации аварий на существующих ВЛ, который по количеству типоразмеров сведётся к одному модулю с комплектующими деталями, обеспечить создание компактных складов аварийного резерва энергосистемы, не требующих полного набора всей номенклатуры установленных опор ВЛ от 35 до 750 кВ;
- сократить время и трудозатраты на ремонтно-восстановительные работы, так как опоры собираются из готовых секций;
- обеспечить доставку опор в труднодоступные места, так как секции опор имеют небольшие вес и габариты;
- исключить затраты, связанные с временной установкой и последующей заменой опор, так как опоры рассчитаны на рабочие ветровые и гололёдные нагрузки и устанавливаются для постоянной эксплуатации;
- исключить ущерб от вандализма, который составляет 15% и более от общего количества отказов ВЛ с решетчатыми опорами;
- наиболее повреждаемыми элементами линий электропередачи являются провода (таблица 1). Это требует принятие технических мер по повышению надёжности проводов в эксплуатационный период.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы:

- повреждаемость опор носит износный характер, её величина определяется нормами проектирования, материалом, из которого изготовлены опоры, уровнем обслуживания при эксплуатации, качеством оценки технического состояния и проведения необходимых ремонтов;
- период до капитального ремонта металлических опор, запроектированных по ПУЭ составляет от 30 до 35 лет;
- уровень отказов опор еще не стабилизировался и превышает установившийся уровень 1970-х годов до 2 раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Министерства энергетики Российской Федерации №108 от 28.02.2023 г. [Электронный ресурс] // «Об утверждении схемы и программы развития электроэнергетических систем России на 2023–2028 гг». <https://minenergo.gov.ru/system/download/21366/172564>. (обращение 11.03.2024).
2. Протокола совещания под руководством Министерства энергетики РФ от 31.08.2021 г. № НШ 249/1 пр. [Электронный ресурс]//<https://minenergo.gov.ru/system/download/21366/172564>. (обращение 11.03.2024).
3. Мероприятия по повышению надёжности воздушных линий. [Электронный ресурс]// <https://studfile.net/preview/2215989/page/6/>. (обращение 11.03.2024).