

Д. Е. ДУЛЕПОВ, Ю. М. МАКАРОВА¹

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ МАЛЫХ ПОСЕЛЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ СЕЛА МАЛАЯ ПИЦА

Ключевые слова: линии электропередач, нагрузка, надежность, реконструкция, СИП, электроснабжение.

Аннотация. В работе представлена и обозначена проблема электроснабжения сельских электрических сетей. Приведен способ её решения и сравнение результатов до и после реконструирования.

Хочется отметить, что эта проблема актуальна своей масштабностью. Она затрагивает не только одно село или деревню, а все сельские населённые пункты России.

Что и говорить, проблема сельских электрических сетей давно назрела, но решить ее никак не удастся. Несмотря на то, что жителей в селах становится меньше, у оставшихся все равно появляется больше бытовых приборов, и нагрузка на сети возрастает. Кроме того, линии электропередач стареют физически, их необходимо поддерживать в порядке и регулярно проводить ремонт.

Новые линии прокладывают к новым микрорайонам населенных пунктов. Но при этом новые линии подключаются к старым сетям и это, без соответствующей реконструкции старых сетей, приводит к их обесточиванию. Потребление растет, нагрузка падает. Новый трансформатор нагрузку выравнивает, а старый, деревенский, уже не одолевает [1, с. 18].

Все это приводит к выводу из строя бытовые электроприборы и производственное электрооборудование, что в свою очередь, ведет к материальному ущербу.

Поэтому мы предлагаем рассмотреть назревшую проблему, на примере села нашей Нижегородской области.

Итак, реконструкция электрических сетей села Малая Пица.

Реконструкция действующих сетей подразумевает изменение параметров электросетей, при сохранении частично или полностью

строительной части объектов, для повышения пропускной способности сетей, надежности электроснабжения и качества передаваемой электроэнергии. К реконструкции относятся работы по замене проводов воздушных линий (АС на СИП-провод), перевод сетей на другое номинальное напряжение, замена трансформаторов, устаревших деревянных опор на ж/б, разъединителей и другой аппаратуры в связи с изменением мощности и напряжения, установка средств автоматизации в сетях [2, с. 35].

Основными задачами реконструкции электрических сетей являются обеспечение надежного, безопасного и эффективного электроснабжения сельских потребителей при снижении электроемкости производства продукции и создание комфортных социально-бытовых условий жизни.

Около 30 % ВЛ села отработали свой нормативный ресурс, находятся в эксплуатации более предусмотренных нормативами сроков. Примерно 12 % ВЛ требуют замены. Мы предлагаем существующие сталеалюминиевые провода заменить на СИП.

СИП – это самонесущий изолированный провод 2-х или 4-х жильной скрученной в жгут структуры, изготовленный из алюминиевого сплава и покрытый изоляцией из светостабилизированного сшитого или термопластичного полиэтилена [3].

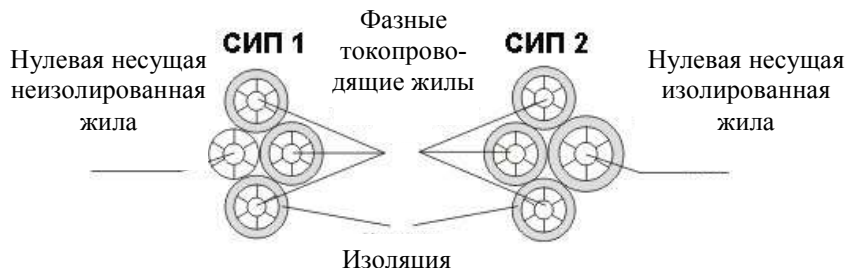


Рисунок 1 – Самонесущий изолированный провод

Среди основных преимуществ СИП можно выделить их высокую пожаробезопасность, что связано с полным исключением возможности короткого замыкания в случае схлестывания фазных проводников, простоту ведения монтажных работ, снижение электропотерь на линии, что обусловлено уменьшением более чем на треть реактивного сопротивления. Также значительно уменьшаются затраты при монтаже ВЛИ ввиду таких преимуществ, как:

- возможность монтажа провода по фасадам зданий;

- требуется более узкая просека в лесной и парковой зоне;
- использование более коротких опор (достаточно четырех метров);
- возможность подвески на уже действующие ВЛ высокого и низкого напряжения, а также на линии связи;
- возможность монтажа без использования дорогостоящих траверс и изоляторов.

Резко снижаются эксплуатационные затраты, так как обеспечивается высокая надежность и бесперебойность энергообеспечения потребителей, благодаря отсутствию коротких замыканий и значительному снижению вероятности обрыва проводов из-за падения деревьев, снегонапления или гололедообразования. Также важной особенностью СИП линий является возможность подключения новых точек под напряжением. Такая процедура не требует отключения остальных абонентов от энергоснабжения и, как следствие, сокращаются сроки монтажа и ремонта. Помимо этого значительно затрудняются попытки несанкционированных подключений и уменьшаются случаи воровства и вандализма.

Также изоляционное покрытие обеспечивает снижение случаев поражений током при монтажных или ремонтных работах и в процессе повседневной эксплуатации линий.

Приведем сравнительную характеристику проводов АС и СИП по потерям напряжения для сети 0,4 кВ.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика линии 0,4 кВ до реконструкции

№ ТП и присоединенная к ней линия	Марка провода до реконструкции	Длина линии, км	Потери ΔU , %
ВЛ № 1 ТП № 1	АС-25	1,64	8
ВЛ № 2 ТП № 1	АС-50	0,8345	6
ВЛ № 1 ТП № 2	АС-50	0,446	5,6
ВЛ № 2 ТП № 2	АС-70	0,836	7,5
ВЛ № 1 ТП № 3	АС-25	0,991	4,8
ВЛ № 2 ТП № 3	АС-25	0,98	6,56
ВЛ № 1 ТП № 4	АС-50	0,213	6,4
ВЛ № 2 ТП № 4	АС-70	0,137	6,53
ВЛ № 3 ТП № 4	АС-70	0,108	3
ВЛ № 1 ТП № 5	АС-70	0,372	3,8
ВЛ № 2 ТП № 5	АС-70	0,132	6,5
ВЛ № 3 ТП № 5	АС-70	0,131	6,85

Таблица 2 – Сравнительная характеристика линии 0,4 кВ
после реконструкции

№ ТП и присоединенная к ней линия	Марка провода после реконструкции	Длина линии, км	Потери ΔU , %
ВЛ № 1 ТП № 1	СИП-1 3х25+1х35	1,64	7,61
ВЛ № 2 ТП № 1	СИП-1 3х70+1х70	0,8345	4,58
ВЛ № 1 ТП № 2	СИП-1 3х70+1х70	0,446	3,25
ВЛ № 2 ТП № 2	СИП-1 3х95+1х70	0,836	6,94
ВЛ № 1 ТП № 3	СИП-1 3х35+1х50	0,991	3,79
ВЛ № 2 ТП № 3	СИП-1 3х25+1х35	0,98	4,56
ВЛ № 1 ТП № 4	СИП-1 3х95+1х70	0,213	4,22
ВЛ № 2 ТП № 4	СИП-1 3х120+1х95	0,137	5,87
ВЛ № 3 ТП № 4	СИП-1 3х120+1х95	0,108	0,69
ВЛ № 1 ТП № 5	СИП-1 3х70+1х70	0,372	3,56
ВЛ № 2 ТП № 5	СИП-1 3х120+1х95	0,132	5,78
ВЛ № 3 ТП № 5	СИП-1 3х120+1х95	0,131	5,56

Общие капитальные затраты для рассматриваемого села составят 1953,47 тыс.руб.

Рассмотрим вариант реализации проекта, когда экономия изменяется по годам.

Таблица 3 – Изменение выгод и издержек по годам

Время, t , год	Выгода, P_t , млн руб./год	Издержки, C , млн руб./год	Экономия, млн руб./год
1	2	3	4
2	57,485	55,195	2,29
3	58,568	55,195	3,373
4	59,693	55,195	4,498
5	71,896	55,195	16,701
6	71,896	55,195	16,701
7	71,896	55,195	16,701
8	71,896	55,195	16,701
9	71,896	55,195	16,701
10	71,896	55,195	16,701

Примечание. В таблице приведены издержки C без учёта отчислений на амортизацию C_a .

Определим чистый дисконтированный доход:

$$\text{ЧДД} = \frac{16701(1 - (1 + 0,079)^{-10})}{0,079} - 1953,47 = 110,618 \text{ млн руб.}$$

Определим индекс доходности:

$$\text{ИД} = \frac{\text{ЧДД}}{K_0} = \frac{110,618}{1,95347} = 56,63 \cdot$$

На основании данных из таблицы 2 построим дисконтированный и не дисконтированный графики окупаемости, то есть графики чистого дохода и чистого дисконтированного дохода.

Таблица 4 – Чистый дисконтированный
и не дисконтированный доходы

Вре- мя t , год	Инве- сти- ция, K_0 млн руб.	Годовая издерж- ка экс- плуата- ции C , млн руб/год	Вы- года P_t ,	Эко- но- мия $B_t = P_t$ млн руб/г од	Без учёта дис- континирования		С дисконтированием		
					Окон- чат. саль- до, млн руб/ год	Сальдо, нарас- тающим итогом, млн руб/год	Эконо- мия, млн руб/го д	Саль- до, млн руб/ год	Сальдо, нарас- тающим итогом, млн руб/год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,953	55,195	72	16,7	69,9	69,94	15,478	13,53	13,525
2	–	55,195	72	16,7	16,7	86,64	14,345	14,35	27,87
3	–	55,195	72	16,7	16,7	103,4	13,295	13,29	40,955
4	–	55,195	72	16,7	16,7	120,1	12,321	12,32	53,316
5	–	55,195	72	16,7	16,7	136,7	11,419	11,42	64,735
6	–	55,195	72	16,7	16,7	153,4	10,583	10,58	75,318
7	–	55,195	72	16,7	16,7	170,1	9,808	9,81	85,126
8	–	55,195	72	16,7	16,7	186,9	9,09	9,09	94,216
9	–	55,195	72	16,7	16,7	203,7	8,425	8,43	102,641
10	–	55,195	72	16,7	16,7	220,3	7,808	7,81	110,449

На рисунке 2 покажем графики срока окупаемости

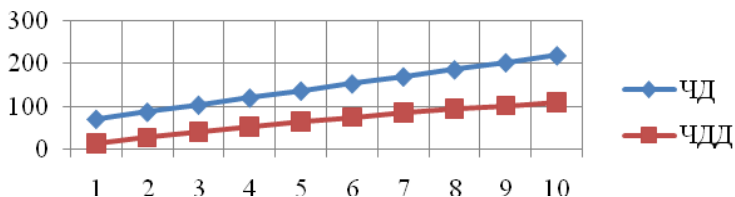


Рисунок 2 – Графики срока окупаемости

Из диаграммы видно, что срок окупаемости при дисконтировании и без дисконтирования $T_{ок} = 0,5$ года .

В селе также есть недействующие опоры, которые необходимо демонтировать, т. к. их дальнейшая эксплуатация не предусматривается. А существующие деревянные опоры необходимо заменить на ж/б, т. к. их настоящее состояние оставляет «желать лучшего».

Это же относится и КТП. В настоящее время работающие трансформаторы села находятся в эксплуатации больше, чем это предусмотрено нормами. Их основная конструкция устарела. Необходимо провести замеры главных обмоток трансформаторов и выявить оставшийся срок службы. По результатам замеров можно будет сказать, насколько необходимо заменить трансформатор на более эффективный. Так же требуется заменить опоры, на которых они расположены, так как ж/б арматура устарела и начинает разрушаться и осыпаться.

Предлагаем заменить опоры двух действующих трансформаторов на более новые. На одном трансформаторе необходимо укрепить конструкцию здания, в котором она расположена, т. к. в стенах есть трещины, а также заменить перекрытие крыши.

Реализация мероприятий показывает возможность применения самонесущих изолированных проводов в распределительных сетях сельской местности. Расчеты подтверждают, что при применении этих проводов значительно улучшается режим сети по напряжению, снижается число отключений. Конструктивные особенности ВЛИ уменьшают время монтажа линии, расширяют сектор работ, выполняемых без отключения напряжения, снижают опасность поражения электрическим током.

Технико-экономические расчеты показывают, что при увеличении капиталовложений значительное уменьшение затрат на обслуживание линии приводит к тому, что применение СИП значительно выгодней применения проводов устаревшей конструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамова Е. Я., Алёшина С. К. Расчёт нагрузок сельских электрических сетей. – Оренбургский государственный университет, 2002. С. 276.
2. Лещинская Т. Б., Наумов И. В. Электроснабжение сельского хозяйства. – КолосС, 2008. С.374.
3. Интернет-ресурс <http://scab.ru/sip/sip-1-sip-2-sip-4.html>, Технические данные для СИП провода.

OPERATION RELIABILITY OF ELECTRIC NETWORKS OF SMALL SETTLEMENTS ON THE EXAMPLE OF MALAYA PITSA

Keywords: load, power lines, power supply, reconstruction, reliability.

Annotation. Paper considers the problem of electricity supply in rural power grids. There is a way to solve it, and comparison of the results before and after the reconstruction.

ДУЛЕПОВ ДМИТРИЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ – аспирант кафедры «Электрификация и автоматизация», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (dulepov.86@mail.ru).

DULEPOV DMITRIY EVGENIEVICH – postgraduate of chair «Electrification and Automation», the Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute Russia, Knayginino, (dulepov.86@mail.ru).

МАКАРОВА ЮЛИЯ МИХАЙЛОВНА – преподаватель кафедры «Электрификация и автоматизация», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (makjul92@mail.ru).

MAKAROVA JULIA MIHAILOVNA – teacher of chair «Electrification and Automation», the Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (makjul92@mail.ru).
