

А.С. СИЧЕВСКИЙ, студент гр. ЭПб-141 (КузГТУ)
В.А. КОВАЛЕНКО, студент гр. ЭПб-141 (КузГТУ)
Научный руководитель Т.Л. ДОЛГОПОЛ, доцент (КузГТУ)
г. Кемерово

АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИП В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ДАЧНЫХ КООПЕРАТИВОВ

Самонесущие изолированные провода (СИП) – это сравнительно новый вид продукции, который используется для воздушных линий электропередач как низкого, так и высокого напряжения. Несмотря на небольшое повышение затрат на сооружение ЛЭП по сравнению с ВЛ, выполненных неизолированными проводами, эффективность использования СИП в сельских системах электроснабжения (СЭС) и в частном секторе городов давно доказана.

Собственники дачных участков заинтересованы в качественном и сравнительно недорогом электроснабжении в связи с тем, что приобретение электрооборудования, его монтаж и обслуживание осуществляется за счет взносов членов кооператива. В статье проведен сравнительный анализ использования голых проводов и СИП с целью выбора наиболее экономически выгодных подходов к проектированию систем электроснабжения дачных участков.

В Кемеровской области зарегистрировано 1300 дачных сообществ, более половины из которых расположены в Кемеровском и Новокузнецком районах. В системах электроснабжения дачных участков используются масляные трансформаторы и воздушные линии на деревянных опорах, выполненные голыми проводами. Для оценки эффективности использования изолированных проводов в СЭС дачных участков был выбран садоводческий кооператив «Октябрьский», расположенный в районе г. Берёзовский. «Октябрьский» начал свое существование в 2015 году и на данный момент включает в себя 2 улицы (Семейная и Славянская) и 34 земельных участка. В первый же год строительства дачных построек была осуществлена система электроснабжения участков: установлены 35 железобетонных опор СВ 95-2 и трансформатор ТМ-160/10, смонтирована ЛЭП - 0,4 кВ.

При выборе марки провода для систем электроснабжения нужно учитывать не только экономические аспекты, но и условия обеспечения надежного и качественного электроснабжения потребителей.

Произведем сравнительный технико-экономический анализ использования голых проводов марки А и СИП, используя существующую на сегодняшний день схему электроснабжения дачного кооператива «Октябрьский» (рис.1).

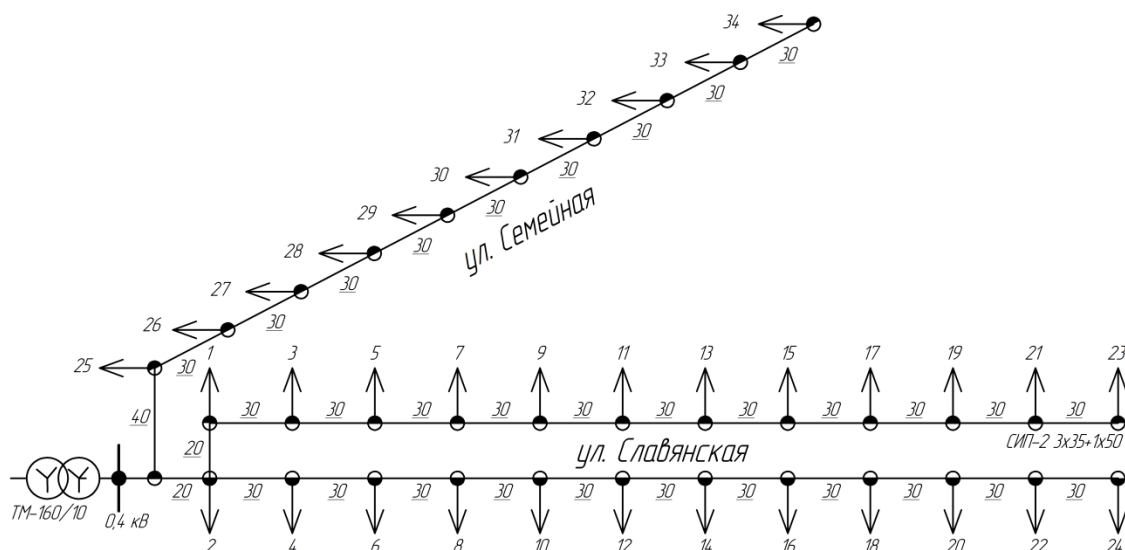


Рис.1. Схема электроснабжения дачного кооператива «Октябрьский»

Согласно СП 31-110-2003 [1], удельная расчетная электрическая нагрузка дачного дома составляет 2,6 кВт (в расчетах примем – 5 кВт, чтобы учесть дальнейший рост нагрузки потребителей). Тогда максимальный ток нагрузки ЛЭП составит:

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{12 \cdot 5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,9} = 101,29 \text{ A}, \quad (1)$$

где P_p – расчетная нагрузка ВЛ, кВт; U_n – номинальное напряжение сети, кВ; $\cos \varphi$ – коэффициент мощности нагрузки.

С учетом максимальной токовой нагрузки по допустимому нагреву выбраны провода марок А-35 и СИП-2 3х35+1х50.

Определим затраты на приобретение требуемого количества проводов с учетом общей длины ЛЭП дачного кооператива - 1040 метров (табл.1).

Таблица 1. Затраты на приобретение проводов

	СИП-2 3х35+1х50	А-35
Длина, м	1040	4160
Цена, м/руб.	122,46	18,80
Итого	127358,40	78208,00

Для корректного сравнения вариантов необходимо учесть стоимость и других конструктивных элементов ЛЭП – изоляторов и арматуры, необходимых для изоляции и крепления проводов на опорах (табл.2 и табл.3).

Таблица 2. Затраты на приобретение изоляторов

СИП-2 3х35+1х50	А-35		
Конструктивное исполнение провода не требует дополнительной изоляции токопроводящей части от опоры	Наименование	Требуемое количество, шт.	Цена, руб.
	Изолятор ТФ-20	140	7000,00
	Итого		7000,00

Таблица 3. Затраты на приобретение арматуры

№ п/п	Наименование	Требуемое количество, шт.	Цена, руб.
СИП-2 3х35+1х50			
1	Лента монтажная перфорированная оцинкованная 19х7 (бухта 25м)	70	744,80
2	Скрепка-бугель усиленная СУ-20 (СОТ 36) ИЭК, 100 шт/упак.	70	1852,64
3	Кронштейн анкерный КАМ-4000 (СА 15000/2000, SO 253) ИЭК	35	4857,30
4	Зажим анкерный ЗАБ 16-25 (РА 25х100)	70	10336,90
5	Хомут для СИП ХС-180 (ИЭК)	35	12376,35
Итого			30167,99
А-35			
1	Крепление провода ВШ-1	140	16800,00
2	Траверса ТН-4	35	15321,25
3	Хомут Х-10	35	7053,55
4	Гайка М16	70	278,88
Итого			39453,68

В итоге, общая стоимость монтажа СИП-2 3х35+1х50 составила 157526,39 рублей, что на 20,86% больше затрат на установку провода А-35 – 124661,68 рублей.

Однако, ввиду своих конструкционных особенностей, в проводах марки СИП потери электрической энергии меньше, чем в голых алюминиевых проводах. Экономия электроэнергии за дачный сезон составит:

$$\Delta W = 3 \cdot I_p^2 \cdot l \cdot (r_1 - r_2) \cdot t_p \cdot 10^{-3} = 6612,97 \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \quad (2)$$

где I_p – расчетный ток линии, А; r_1 и r_2 – удельные (погонные) активные сопротивления соответствующих проводов, Ом/км; l – длина ЛЭП, км; t_p – время максимума нагрузки, ч.

Члены кооператива оплачивают электроэнергию по регулируемым тарифам, установленными РЭК для населения, проживающих в квартирах, оборудованных электрическими плитами. Тариф на электрическую энергию для населения Кемеровской области в настоящее время составляет 3,04 руб./кВт·ч. Сезонная (в среднем 5 месяцев) экономия в денежном выражении составит:

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta W \cdot T_{\mathcal{E}} = 6612,97 \cdot 3,04 = 20103,45 \text{ руб.}, \quad (3)$$

где $T_{\mathcal{E}}$ – тариф на электрическую энергию, руб./кВт·ч.

Срок окупаемости удорожания установки проводов СИП-2 3х35+1х50 по отношению к проводу А-35 составит:

$$DP = \frac{Inv}{\Delta \mathcal{E}} = \frac{32864,71}{20103,45} = 1,63 \text{ сезона}, \quad (4)$$

где Inv – разница объемов инвестиций на приобретение и монтаж изолированных и голых проводов, руб.

В итоге, разница затрат на монтаж СИП по отношению к А-35 окупится в течение двух лет с учетом продолжительности дачного сезона.

По результатам расчетов построена гистограмма (рис.2).

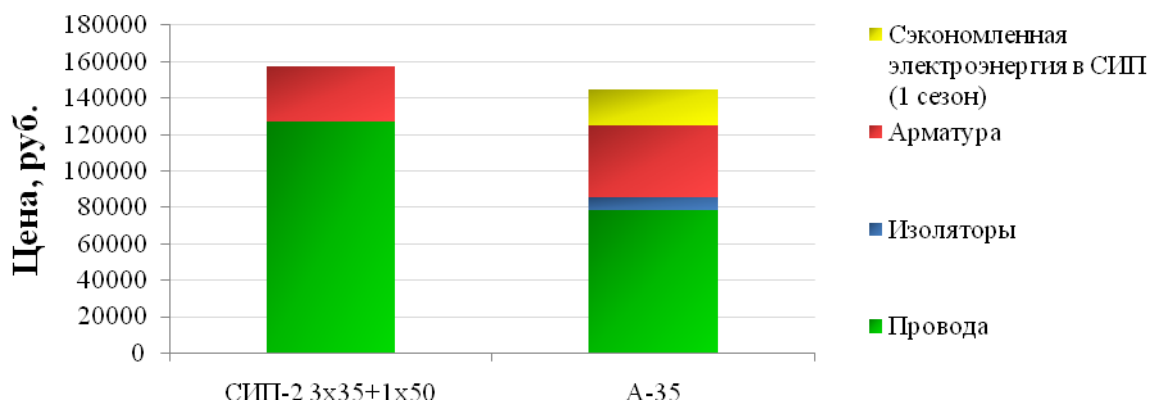


Рис. 2. Сравнение суммарных затрат для проводов ЛЭП 0,4 кВ дачного кооператива «Октябрьский»

Проанализировав полные затраты на установку проводов, а так же сэкономленную электроэнергию при последующей эксплуатации ЛЭП, можно сделать вывод о том, что использование СИП экономически целесообразнее, несмотря на более высокие инвестиционные вложения.

Немаловажным является обеспечение потребителей электроэнергией с требуемыми показателями ее качества. Согласно ПУЭ допускаются отклонения напряжения на зажимах силовых электроприемников $\pm 5\%$ от номинального значения.

Рассчитаем потери напряжения в линии в зависимости от длины при использовании проводов А-35 и СИП-2 3х35+1х50 по формуле:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot (R_o \cdot \cos \varphi + X_o \cdot \sin \varphi) \cdot 100\%}{U_H} \cdot \sum I_{pi} \cdot l_i, \quad (5)$$

где l_i – длина i –того участка линии, м; U_H – номинальное напряжение сети, кВ; I_p – расчетный ток в сети, А; и r_o , x_o – погонные активное и индуктивное сопротивления проводов, Ом/км.

На основе полученных результатов построена гистограмма (рис.3).

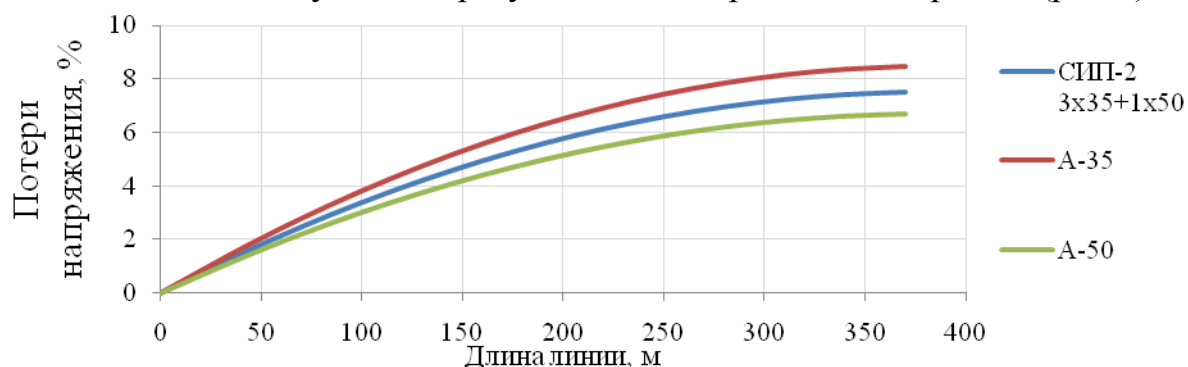


Рис. 3. Сравнение потерь напряжения в ЛЭП 0,4 кВ дачного кооператива «Октябрьский»

С учетом потерь напряжения в трансформаторе, можно сделать вывод, что провод А-35 не обеспечит у самых удаленных потребителей требуемое качество электроэнергии по медленным отклонениям напряжения, а следовательно, потребуется увеличить сечение голого провода до 50 мм² или разделить нагрузку, добавив дополнительную линию от источника питания участков, что приведет к увеличению затрат при использовании неизолированных проводов по сравнению с ранее рассчитанными расходами.

Таким образом, произведенный анализ показал, что использование самонесущих изолированных проводов в СЭС дачных кооперативов полностью оправдывает себя. К тому же, надежность ВЛ с изолированными проводами повышается до уровня надежности подземных кабельных линий при сравнительно небольшом (примерно на 20...25%) повышении затрат по сравнению с традиционными ВЛ с голыми проводами.

Список литературы:

1. Постановление Госстроя РФ от 26 октября 2003 г. № 194. Свод правил по проектированию и строительству СП 31-110-2003.
2. ГОСТ 32144-2013. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 16 с.