

УДК 621.31

ВЛИЯНИЕ СЕЧЕНИЯ ПРОВОДНИКОВ СИЛОВОЙ СЕТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ НА ПОТЕРИ МОЩНОСТИ И ЭНЕРГИИ

М.Э. ВЫСОЦКИЙ

(Представлено: канд. техн. наук, доц. А.Л. АДАМОВИЧ)

В данной работе рассмотрен экономический смысл увеличения сечений кабельных линий с целью уменьшения потерь электроэнергии промышленного здания. Произведено сравнение трёх вариантов кабельных линий для цеха промышленного здания с разным временем максимальной нагрузки.

Введение. Кабельные линии, по которым проходит электроэнергия, используются всеми существующими предприятиями и заводами. Такие линии эксплуатируются длительное время без замены и ремонта. Они позволяют передавать необходимое количество электроэнергии и ее импульсов по территории предприятия.

Все существующие кабельные линии, независимо от типа, имеют определенные электрические потери. Поэтому при проектировании линий электропередач основной задачей является обеспечение продолжительной безопасной работы с минимальными потерями электрического тока.

Для реализации этого важно знать, что каждый кабель и линия в целом имеет сопротивление, сечение провода, определенную номинальную силу тока. Также важным параметром является время протекания тока. Для того чтобы уменьшить и оптимизировать количество потерь, необходимо правильно подобрать сечение используемого кабеля.

Активные потери в кабельных линиях являются значимой статьёй денежных расходов промышленных потребителей. Снижение затрат на них является актуальной задачей. Уменьшение потерь позволяет уменьшить расходы на электроэнергию.

Нагрев электрическим током кабелей при передаче электрической энергии представляет собой отрицательное явление, так как создает бесполезные затраты – потери электрической энергии (затраты на транспортировку), а при чрезмерной нагрузке проводов током грозит преждевременным выходом из строя электроизоляции проводов и пожаром.

Проводники кабельных линий промышленных предприятий должны удовлетворять требованиям в отношении предельно допустимого нагрева. $I_{доп} \geq I_{нр}$, где, $I_{доп}$ – допустимый ток кабеля и $I_{нр}$ – расчётный (номинальный) ток.

Определение потерь мощности и электроэнергии. Потери активной мощности в линии электропередачи, идущие на нагревание проводников, рассчитываются по выражению

$$\Delta P = 3 \cdot I^2 \cdot R \quad (1)$$

где I – расчётный ток линии (А);

R – активное сопротивление жилы кабеля (Ом), определяемое как

$$R = r_0 \cdot l \quad (2)$$

где r_0 – удельное активное электрическое сопротивление жилы кабеля (Ом/км);

l – длина кабеля (км).

Тогда активные потери мощности в кабеле (кВт) определим по формуле

$$\Delta P = 3 \cdot I^2 \cdot r_0 \cdot l \cdot 10^{-6}. \quad (3)$$

Потери энергии (кВт·ч) определим по выражению

$$\Delta W = \Delta P \cdot T, \quad (4)$$

где T – время максимума нагрузки, часов в год.

Оценка стоимости потерь электроэнергии. При сравнении вариантов стоимость потерь электроэнергии определяется по выражению

$$C = b \cdot \Delta W \quad (5)$$

где ΔW – суммарные потери электроэнергии в рассматриваемом варианте;

b – стоимость 1 кВт·ч потерь электроэнергии;
 b – тариф на электроэнергию (Промышленные и приравненные к ним потребители с присоединенной мощностью до 750 кВА. Одноставочный тариф $b = 0,28666$ руб/кВт·ч).

Для проведения анализа потерь возьмём цех промышленного здания с рассчитанными нагрузками.

Анализ вариантов используемых кабелей. Для сравнения затрат на потери электроэнергии имеем два параметра: сечения жил кабелей и время максимальной нагрузки.

Для каждой кабельной линии возьмём три значения сечения. Первое - требуемое сечение кабеля по тепловому расчёту (вариант 0). Второе и третье – последующие значения сечений из стандартного ряда (вариант 1 и 2).

Номинальное сечение токопроводящих жил устанавливают из ряда: 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500; 625; 630; 800; 1000 мм² [1].

Например, если требуемое сечение по тепловому действию тока 4 мм², то вторым сечением кабеля примем 6 мм² и третьим примем 10 мм².

Для определения зависимости потерь от времени максимальной нагрузки примем для расчёта значения для односменного графика работы 2250 часов в год, двух- и трёхсменного 4500 и 6400 часов соответственно [5].

Определим суммарные затраты на капиталовложения и затраты на потери для вариантов кабельных линий при разном времени максимума нагрузки. Рассмотрим замену кабельных линий с варианта 0 на варианты 1 или 2 как рационализацию плана капитальных вложений и повышение экономической эффективности строящегося производства.

Определяющим критерием вложений является срок окупаемости. Для разных отраслей промышленности базисный срок окупаемости может отличаться. Выводы сделаем для пятилетнего срока.

Для сравнения исходных вариантов и оценки целесообразности вложений в экономической перспективе рассчитаем чистый дисконтированный доход (коэффициент дисконтирования принят 0,15) для двух вариантов прокладки кабелей с разным годовым временем нагрузки и построим график в одних осях (рисунок).

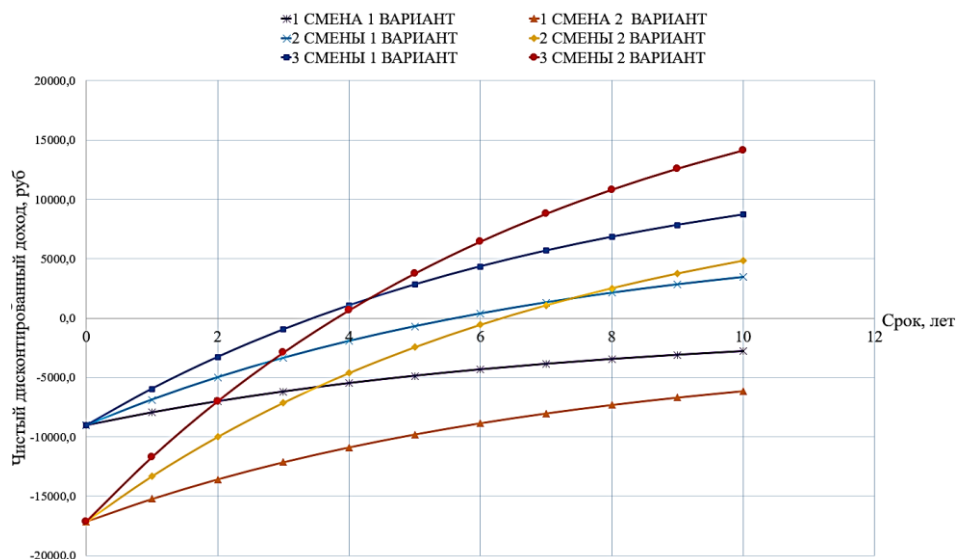


Рисунок. – График окупаемости капиталовложений

Закключение. При выборе кабелей в сетях промышленных зданий пользоваться лишь критерием по допустимому току может быть недостаточным. При больших значениях времени нагрузки могут стать экономически заметны потери на нагрев. Стоит оценивать потери активной мощности в каждом отдельном кабеле. Особенно заметен экономический эффект при большом годовом времени максимальной нагрузки.

Так при трёхсменном графике работы в срок менее пяти лет можно начать получать выгоду от увеличенных капиталовложений при строительстве.

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 31996 – 2012. Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение 0,66 1 и 3 кВ. – Введ. 01.01.2016. – “Госстандарт”, 2016. – 40 с.

2. Режим доступа: https://wsd.by/catalog/kabel-provod-shnur/vvg-kabel-vvg-p/vvg-vvg-p/?PAGEN_1=3 – Дата доступа 17.09.2021.
3. ГОСТ 22484-2021. Жилы токопроводящие для кабелей, проводов и шнуров - Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 19 марта 2021 г. № 138-П) – Госстандарт Республики Беларусь, 2021. – 23 с.
4. Режим доступа: <https://minenergo.gov.by/upload/activities/tseny-tarify-na-energoresursy/электро%20юр%20лица.pdf>. – Дата доступа 17.09.2021.
5. Радкевич В.Н. Проектирование систем электроснабжения / В.Н. Радкевич. – Минск: НПООО «ПИОН», 2001. – 292 с.