

ВЫБОР ПОВЕРХНОСТИ СЕЧЕНИЯ СЕТЕВОГО ПРОВОДНИКА ПО ДОПУСТИМОМУ РАССЕЙАНИЮ НАПРЯЖЕНИЯ

*Мухаммад-Бобур Ходжиматов ассистент кафедры
«Электротехники, электромеханики и электротехнологий»
Андижанского машиностроительного института
E-mail: xodjimatomvmuhammad@gmail.com*

Аннотация

Одним из важных условий развития народного хозяйства является рациональная экономия и экономия запасов топлива и энергии во всех отраслях промышленности, а также в электроэнергетике. В Республике Узбекистан основное внимание уделяется совершенствованию топливно-энергетической системы, политике энергосбережения, использованию гидроэнергии, возобновляемых и вторичных запасов энергии, а также нефти, газа, угля. Поэтому от инженеров-электриков требуется рационально и экономно использовать энергию на всех этапах работы энергосистемы. Поскольку основы экономической эффективности закладываются в процессе проектирования, на этом этапе необходимо провести углубленный экономический анализ и обосновать технические решения.

Ключевые слова: электроэнергия, электроотходы, напряжение, кабель, электрическая сеть, потери напряжения, активное сопротивление, экономическая плотность, реактивное сопротивление, допустимые потери напряжения, номинальное напряжение, отклонение напряжения, плотность тока.

Допустимые потери напряжения в конечных точках сети определяются нормируемым значением отклонения напряжения на потребителях электроэнергии или в процентах от номинального напряжения. Для выполнения требований, связанных с качеством электрической энергии, в нормальных и аварийных ситуациях должно выполняться условие $\Delta U < \Delta U_{доп}$ [1].

При выборе поверхности сечения жил и кабелей электрических сетей постоянного тока 10-20 кВ потери напряжения не должны превышать 5 %, а сетей 0,38 кВ (внутри здания) не должны превышать 4-6 % [1].

Выбор наименьшей поверхности сечения проводника будем рассматривать исходя из значения допустимых потерь напряжения $\Delta U_{доп}$ в линии, обеспечивающей некоторую нагрузку. Потери напряжения в таких линиях определяются следующим образом:

$$\Delta U = \sum_{i=1}^n P_i \cdot R_i / U_n + \sum_{i=1}^n Q_i X_i / U_n \quad (1)$$

Из этого выражения видно, что потери напряжения состоят из ΔU_a и ΔU_p , которые определяются активной и реактивной мощностями и сопротивлениями линии. При этом активное сопротивление зависит от поверхности сечения линейных проводников (обратно пропорционально поверхности), а зависимость индуктивного сопротивления носит сложный характер (диаметр находится под знаком логарифма D_{cp}), что затрудняет аналитическое решение задачи выбора поверхности. Но в связи с очень небольшим изменением x_0 в зависимости от сечения (для ВЛ $x_0=0,36-0,46$ Ом/км; для КЛ 6-10 кВ $X_0=0,06-0,09$ Ом/км; для кабелей 35 кВ), взяв его среднее значение, можно приближенно определить составляющую потерь напряжения U_p [2]:

$$\Delta U_p = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i \cdot l_i \cdot x_0}{U_n} \quad (2)$$

Вычитая ΔU_p из $\Delta U_{доп}$, можно определить составляющую допустимых потерь напряжения в зависимости от активного сопротивления r_0 :

$$\Delta U_{a.rux} = \Delta U_{rux} - \sum_{i=1}^n \frac{Q_i \cdot l_i \cdot x_0}{U_n} \quad (3)$$

Согласно (1),

$$\Delta U_{a.rux} = \sum_{i=1}^n \frac{P_i l_i \cdot r_0}{U_n}$$

Отсюда формируется формула определения площади поперечного сечения проводника:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n P_i l_i}{\gamma \cdot \Delta U_{a.rux} \cdot U_n} \quad (4)$$

Если потери напряжения для удаленных потребителей меньше максимально допустимого значения, можно сказать, что качество энергии, получаемой этим потребителем, является удовлетворительным. В предварительных расчетах при наличии выпрямительного оборудования допустимые потери напряжения в распределительных сетях можно принять равными 15 % в нормальных случаях и 20 % в послеаварийных случаях [2].

Определение площади поперечного сечения проводника, когда эта площадь постоянна по всей длине линии. Зачастую с практической точки зрения, чтобы

сделать структуру планируемой линии однородной, по всей ее длине используют проводник одной марки и поверхности сечения. Это облегчает подготовку частей опор и проводников и позволяет использовать длину проводника, предназначенную для строительства (уменьшает остаток проводника в барабане) [3].

В этом случае, когда $F=const$ по всей длине строящейся линии, определение площади поперечного сечения проводника по допустимым потерям напряжения становится очень простым.

$$\Delta U_{a.rux} = \sum_{i=1}^n \frac{P_i l_i \cdot r_o}{U_n} = \frac{\rho}{FU_n} \sum_{i=1}^n P_i l_i \quad (5)$$

Исходя из этого, желаемая поверхность определяется как:

$$F = \frac{\rho}{\Delta U_{a.rux} \cdot U_n} \sum_{i=1}^n P_i l_i \quad (6)$$

или вот почему

$$F = \frac{\rho \sum_{i=1}^n P_i l_i}{\Delta U_{a.rux} \cdot U_n} \quad (7)$$

Полученную поверхность округляют до нормативной, для этого определяют $r0$ и $x0$ по таблице в справочнике, а затем контрольным расчетом определяют фактическую потерю напряжения ΔU , если она больше допустимого значения, на один шаг допускается более высокая поверхность поперечного сечения [4].

Если площадь сечения округлена до ближайшего большего значения и фактическое значение $x0$ проводника меньше заранее принятого среднего значения, проводить проверочные расчеты не нужно. Фиксированную поверхность сечения полученного проводника следует проверять по степени нагрева тока нагрузки. Определение поверхности поперечного сечения проводника исходя из условия минимальных потерь мощности.

Из литературы известно, что условием минимума потерь мощности в линиях является равномерность плотности тока на всех участках [5].

Значение плотности тока, соответствующее минимуму потерь, определяется также допустимыми потерями напряжения в зависимости от активного сопротивления $r0$.

$$\begin{aligned} \Delta U_{a.rux} &= \frac{\rho}{U_n} \sum_{i=1}^n \frac{P_i l_i}{F_i} = \frac{\rho}{U_n} \sum_{i=1}^n \frac{\sqrt{3} U_n I_i (\cos \varphi_i) l_i}{F_i} = \\ &= \sqrt{3} \rho \sum_{i=1}^n \frac{I_i (\cos \varphi_i) l_i}{F_i} \end{aligned}$$

По соглашению, поскольку $I_i/F_i = j_{\Delta p} = const$, если вычесть его из знака сложения, получим:

$$\Delta U_{arux} = \sqrt{3} \rho j_{\Delta p} \sum_{i=1}^n (\cos \varphi_i) l_i$$

Из этого

$$j_{\Delta p} = \frac{\Delta U_{a.rux}}{\sqrt{3} \rho \sum_{i=1}^n l_i \cos \varphi_i}$$

Зная плотность тока, соответствующую минимальным потерям, находим площадь поперечного сечения проводника на каждом участке.

$$F_i = \frac{I_i}{j_{\Delta p}}$$

Здесь I_i — ток, текущий через рассматриваемый участок. Метод определения площади сечения проводников по экономической плотности тока считается основополагающим при расчете сетей в связи с тем, что он позволяет суммировать все технико-экономические показатели при производстве и распределении электроэнергии. Однако в длинных линиях существует вероятность того, что площадь сечения проводников, выбранная исходя из экономической плотности тока, не обеспечит допустимых потерь напряжения, что может привести к необходимости перерасчета [5].

Чтобы не делать перерасчет, заранее определяется плотность тока $j_{\Delta p}$, обеспечивающая допустимые потери напряжения. Если $j_{\Delta p} > j_k$, то поверхность сечения выбирается по экономической плотности j_u , а в противоположных случаях — по $j_{\Delta p}$. Выбранная площадь сечения значительно превышает экономическую площадь сечения, необходимость применения более высокого номинального напряжения для сети (например, использование 10 кВ вместо 6 кВ) или применения специальных мер по снижению потерь напряжения, например, обратная реактивная мощность или указывает на необходимость выполнения продольной компенсации.

Использованная литературы

1. Mircea eremia (editor). Electric power systems volume i electric networks. Editura academeiei române. București, 2005.
2. Сафаров А.М., Гойибов Т., Суллийев А.Х. Электр тармоқлари ва тизимлари Тошкент 2013 й.
3. Zaynabidin o'g'li M. B. THE RELEVANCE OF THE APPLICATION OF MICROPROCESSOR RELAY PROTECTION //Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – Т. 2. – №. 13. – С. 155-157.
4. Siddiqov I. H., Zaynabidin o'g'li M. B. KUCH TRANSFORMATORLARINING ZAMONAVIY MIKROPROTSESSORLI HIMOYASI //Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – Т. 2. – №. 3. – С. 277-280.
5. Zaynabidin o'g'li M. B. RAQAMLI RELE HIMOYASINING ASOSIY ELEMENTLARI TAHLILI //Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – Т. 2. – №. 13. – С. 151-154.