

А.Т. Тешебаев - к.т.н., профессор,
 Н.А. Мурзакулов - к.т.н., доцент,
 Шарипбек уулу Нурсултан – магистрант,
 Ошский технологический университет

ОБ ЭКОНОМИЧЕСКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОЙ МОЩНОСТИ ПЕРЕДАВАЕМОЙ ПО ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

В статье рассмотрена экономически целесообразная мощность передаваемая по линии электропередачи. Выявлено нами, что каждый класс напряжения экономически выгоден при меньших мощностях.

Ключевые слова: линии электропередачи, класс напряжений, приведенные затраты, мощность подстанции, сечение проводов, потери электроэнергии.

A.T. Teshebaev – Ph.D, associate professor,
 N.A. Murzakulov - Ph.D, associate professor,
 Sharipbek uulu Nursultan – graduate student
 Osh technological university

ON ECONOMICALLY FEASIBLE POWER TRANSMITTED OVER THE POWER LINE

The economically feasible power transmitted through the transmission line is considered in the article. It has been revealed by us that each voltage class is economically advantageous at lower capacities.

Key words: power transmission lines, voltage class, reduced costs, substation capacity, wire cross-section, power losses.

Экономические показатели и технические характеристики высоковольтных линий электропередач (ЛЭП) сильно зависят от величины напряжения. Каждому уровню напряжения должны соответствовать определенные пределы мощности по экономическим соображениям.

Для каждого класса напряжения известны пределы передаваемой мощности по допустимому нагреву или соответствующие экономическим плотностям тока (табл.1) [1].

Таблица 1

Экономическая плотность тока

U,кВ	Сечение проводов , мм.кв						
		Натур.	Доп.по нагреву	При J=Jэк	Наиб.	Пред. При п=0.9	Сред. м-у ПС
10	35-90	0.25	3.1-5.7	0.7-1.8			
35	35-120	3	9.5-20.6	2-11	30-60		
110	70-240	30	44.8-102	13-45	50-150	80	25
220	240-400	120	205-280	90-150	150-250	400	100

Однако, пользование данными таблицы не полностью отвечает требованиям конкретного решения задачи. Так, выбор напряжения по условиям нагрева может не соответствовать экономическим соображениям, а выбор напряжения по мощности,

соответствующей экономической плотности тока, не учитывает дальности электропередачи.

Предлагается пользоваться методом минимума приведенных затрат, как критерием для установления рационального напряжения в городских сетях [2].

Нужно отметить, что этот метод является общепринятым в технико-экономических расчетах во всех отраслях. Разновидностью его является метод экономических интервалов, использующиеся для выбора сечения проводов ЛЭП [3]. К сожалению, до настоящего времени выбор напряжения, высоковольтных ЛЭП по методу приведенных затрат глубоко не рассмотрен.

Приведенные затраты на 1 км линии при передаче одной и той же мощности по линиям различного напряжения одинакового сечения проводов определяются из следующих равенств:

$$Z_1 = K_1 P + S^2 R \tau C_3 10^{-3} / U_1^2 \quad (1.1)$$

$$Z_2 = K_2 P + S^2 \tau C_3 10^{-3} / U_2^2 \quad (1.2)$$

где K_1 и K_2 - удельные капитальные вложения на 1 км линии; p - нормативный коэффициент эффективности; S - полная мощность, кВа; U - напряжение линии, кВ; R - активное сопротивление проводов. Ом/км; τ - время максимальных потерь; C_3 - стоимость 1 кВт.ч.

При различных сечениях проводов в формулы (1.1) и (1.2) подставляются соответствующие значения сопротивления R .

Значение равноэкономической мощности при одном и том же сечении проводов определяется как

$$S_{ЭК} = \sqrt{\frac{p(K_2 - K_1) \cdot 10^3}{\frac{1}{U_1^2} - \frac{1}{U_2^2} + R \tau C_3}} \quad (1.3)$$

а при различных сечениях проводов

$$S_{ЭК} = \sqrt{\frac{p(K_2 - K_1) \cdot 10^3}{R_1 / U_1^2 - R_2 / U_2^2 + \tau C_3}} \quad (1.4)$$

Для более точного определения зоны применимости того или иного класса напряжения необходимо учитывать стоимость подстанций. Причем, число подстанций может отличаться при различных напряжениях. Приведенные затраты на 1 км линии при учете стоимости подстанций равны:

$$Z = K p_l + (\sum K_{nc} p_{nc}) / 1 + S^2 R \tau C_3 \cdot 10^{-3} / U^2. \quad (1.5)$$

При учете стоимости подстанций, при их различном числе и различных сечениях проводов равноэкономическая мощность может быть определена из выражения:

$$S_{ЭК} = \sqrt{\frac{\left(\frac{K_2 P_l + \sum K_{nc} P_{nc}}{1} \right) - \left(\frac{K_1 P_l + \sum K_{nc} P_{nc}}{1} \right)}{\left(\frac{R_1}{U_1^2} - \frac{R_2}{U_2^2} \right) \cdot \tau C_3 \cdot 10^3}} \quad (1.6)$$

где p_l - коэффициент постоянной части приведенных затрат на линии, $p_l = -p_{nc} + p_a p_o$ - норма амортизационных отчислений; p_{nc} - то же для подстанций ($p_{nc} = p + p_{anc}$)

Более точная равноэкономическая мощность между двумя классами напряжений может быть определена при учете потерь энергии в трансформаторах.

Наглядную картину экономичности того или иного напряжения при различных сечениях проводов показывают кривые зависимости удельных приведенных затрат от величины передаваемой мощности (рис.1, 2, 3). Чем больше число подстанций и короче длина линии, тем выше экономическая мощность, т.е. область применения меньшего напряжения расширяется. Все классы напряжений экономически целесообразны при более низких значениях мощности. Разница между стоимостью ЛЭП-35 кВ и ЛЭП-110 кВ составляет 12,7%, а потери энергии в ЛЭП-110 примерно в 10 раз меньше, чем в

ЛЭП-35. В ЛЭП-35 потеря энергии меньше примерно в 12 раз, чем в ЛЭП-10 кВ, Разница в стоимости линий 110 и 220 кВ составляет всего 12,4%, а потери энергии отличаются в 4 раза.

Сравнение минимума приведенных затрат линий разных классов напряжений четко показывает картину применимости каждого класса напряжения в зависимости от величины передаваемой мощности, длины линии, сечения проводов, числа подстанций стоимости электроэнергии и удельных капиталовложений.

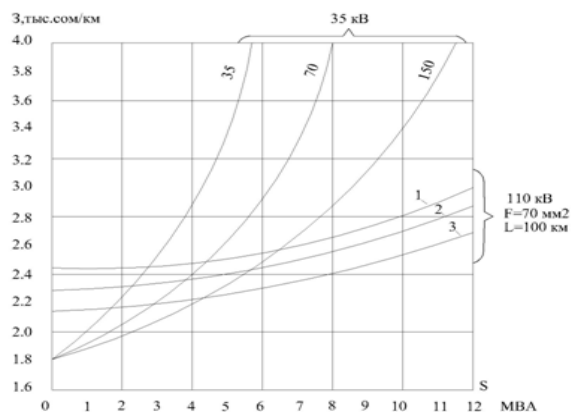


Рис.1.1-без учета стоимости п/ст, 2-с учетом стоимости одной п/ст,3-с учетом двух п/ст

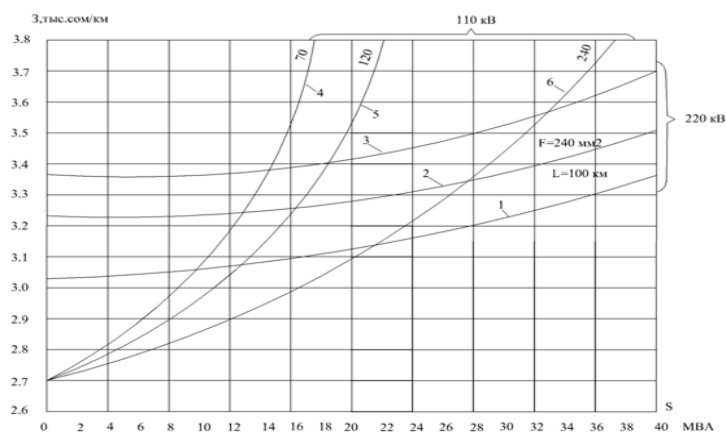


Рис.2. 1-без учета п/ст, 2-с учетом одной п/ст,3-с учетом двух п/ст, 4,5,6-без учета п/ст.

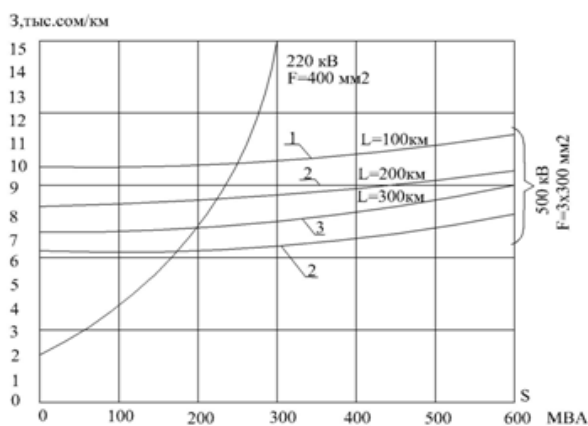


Рис.3. 1,2,3-с учетом одной п/ст, 4-без учета п/ст

Приведенный нами анализ показал, что каждый класс напряжения экономически выгоден при меньших мощностях. Например, напряжение 110 кВ выгодно уже при
Известия ОшГУ, 2018 №1, Часть 2 113

передаче мощности более 5-7 МВА, 220 кВ - при передаче мощности более 23-32 МВА, 500 кВ - при передаче более 200 МВА в зависимости от сечения проводов и числа подстанций. Нужно отметить меньшую зависимость напряжения от дальности передачи. А также очень узкую область применимости класса напряжения 35 кВ. С учетом перспективы роста нагрузок необходимо отдавать предпочтение напряжению 110 кВ.

Также напрашивается предложение о переводе существующих сетей 35 кВ на напряжение 110кВ. Высота опор позволяет осуществить такой перевод при замене траверс на большие размеры.

Литература:

1. **Рокотьяна, С.С.** Справочник по проектированию электроэнергетических систем [Текст] / И.М.Шапиро //- М: Энергия, 1977.
2. **Козлов, В.А.** Электроснабжение городов [Текст] – М: Энергия, 1966.
3. **Блок, В.М.** Выбор оптимальных сечений кабеля с учетом экономических показателей [Текст] - Мл Энергоиздат - 2008. - 231 с.