

Каражанова Раиса Тыныбековна, к.т.н., доцент
Ошский технологический университет
Рахматулов Ашурали Зокирович,
Энергетический институт Таджикистана
Медетбеков Осмон Медетбекович, магистр,
Ошский технологический университет

О МЕТОДИЧЕСКОМ ПОДХОДЕ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ НАПРЯЖЕНИЯ ПО ДЛИНЕ ВЛ 6-10 кВ (киловольт)

Обосновываются основные положения методического подхода к расчетному определению распределения потерь напряжения по участкам распределительной сельской ВЛ 6-10 кВ, целью которого является выявление ее участков, где в различных нагрузочных режимах имеет место недопустимое снижение уровня напряжения, результаты расчета могут быть использованы при разработке рекомендаций по реконструкции (модернизации) электросетей.

Ключевые слова: модернизация, отклонения напряжения, потерь напряжения, отпайки, снижение напряжение.

ABOUT METHODOICAL APPROACH TO DETERMINATION OF DISTRIBUTION OF VOLTAGE LOSSES BY LENGTH OF HVL 6-10 kV

R.T. Karazhanova - Ph.D., docent Osh Technological University
A.Z. Rahmatuloev - Energy Institute of Tajikistan
Medetbekov O. – master, Osh technological university

The main provisions of the methodical approach to the design determination of the distribution of voltage losses across the sections of the rural high-voltage line (HVL) 6-10 kV are substantiated, the purpose of which is to identify its sections, where in unreasonable stress conditions there is an unacceptable decrease in the voltage level, the calculation results can be used in developing recommendations for reconstruction (modernization) of electric networks.

Key words: modernization, voltage deviations, voltage losses, tap, voltage drop.

Для определения необходимости реконструкции (модернизации) конкретных фидеров 6-10 кВ существующих сельских электросетей и принятия обоснованного решения по их реконструкции требуется расчетным путем в первую очередь оценить распределение потери напряжения по длине линии и выявить ее участки, за которыми имеет место отклонения напряжения, недопустимые по нормативам действующего ГОСТ и технологических норм проектирования сельских электросетей.

Существующая методика [1] рекомендует определять потери напряжения ΔU в распределительной трёхфазной линии по следующему выражению

$$\Delta U = \sqrt{3}(r_0 \cos\varphi + x_0 \sin\varphi)Il, \quad (1)$$

Где r_0, x_0 - соответственно удельное активное и индуктивное сопротивление провода, Ом км; I - ток нагрузки, А; l - длина ВЛ, км.

Использование выражения (1) для расчета распределения потерь напряжения по длине сельских ВЛ 6-10 кВ, т.е. определение потерь напряжения на каждом участке ее магистральной части и на многочисленных отпайках от нее представляет трудоемкую задачу. Так как требует, как видно из формулы, знания множества данных по фидеру,
Известия ОшТУ, 2018 №1, Часть 1

тем более, что часто встречаются случаи, когда отдельные участки одного и того же фидера часто выполнены проводами разного сечения.

Поэтому для расчетной оценки распределения потерь напряжения по длине линии и определения его значений в узловых точках сети 6-10 кВнами предложена методика расчета с использованием удельных значений потерь (на один км) в фидерах (линиях) с разными марками проводов и сечений. По методике величину потерь напряжения на его участках предлагается рассчитать путем определения его доли ΔU_i в процентах от фактического напряжения на линии. Для её определениями предложено следующее выражение

$$\Delta U_i \% = \Delta U_{уд\%} \cdot S_{ур} \cdot l_{ум} \quad (2)$$

где $\Delta U_{уд\%}$ удельные потери напряжения на участке линии (фидера)с расчетной нагрузкой $S_{ур}$ и длиной $l_{ум}$, выполненной проводом конкретной марки и сечения.

На основе выражения (2) руководствуясь рекомендациями /3/, нами расчетным путем была разработана таблица численных значений удельных потерь напряжения в линиях (на один км длины) с разными широко применяемыми в сетевом строительстве марками алюминиевых проводов марок А, АС и АН с разными сечениями с учетом изменения коэффициента мощности нагрузки линии (табл.1).

Таблица 1
Зависимость удельных потерь напряжения ΔU в %на ВЛ 6-10 кВ
с проводами различных марок и сечений при разных величинах $\cos\phi$

Cosφ	Значения $\Delta U, \% 10^{-3} /(\text{кВА}\cdot\text{км})$ для проводов марок								
	АС-16	А-25 АС-25	АН-35	А-35	АС-35	А-50 АС-50	АС-70	АС-95	АС-120
0,73	1,54	1,09	0,89	0,85	0,81	0,66	0,53	0,45	0,39
0,74	1,56	1,10	0,90	0,85	0,81	0,66	0,54	0,45	0,39
0,75	1,58	1,10	0,90	0,85	0,82	0,66	0,54	0,45	0,40
0,76	1,59	1,11	0,90	0,86	0,82	0,66	0,55	0,45	0,40
0,77	1,60	1,12	0,90	0,87	0,83	0,66	0,55	0,45	0,40
0,78	1,62	1,13	0,91	0,87	0,83	0,67	0,55	0,45	0,40
0,79	1,64	1,14	0,91	0,88	0,83	0,67	0,55	0,45	0,40
0,80	1,65	1,15	0,91	0,88	0,83	0,68	0,55	0,45	0,40
0,81	1,66	1,15	0,92	0,89	0,84	0,68	0,55	0,45	0,40
0,82	1,68	1,15	0,92	0,89	0,84	0,68	0,55	0,45	0,40
0,83	1,69	1,15	0,93	0,89	0,85	0,68	0,55	0,45	0,40
0,84	1,70	1,16	0,93	0,90	0,85	0,68	0,54	0,44	0,39
0,85	1,71	1,16	0,93	0,90	0,85	0,68	0,54	0,44	0,39
0,86	1,72	1,17	0,93	0,90	0,85	0,68	0,54	0,44	0,39
0,87	1,73	1,17	0,93	0,90	0,85	0,68	0,53	0,43	0,38
0,88	1,74	1,18	0,93	0,90	0,85	0,68	0,52	0,43	0,37
0,89	1,75	1,18	0,93	0,90	0,85	0,68	0,51	0,42	0,36
0,90	1,75	1,19	0,93	0,90	0,85	0,68	0,51	0,41	0,35
0,91	1,76	1,19	0,93	0,90	0,85	0,67	0,50	0,40	0,35
0,92	1,76	1,19	0,93	0,90	0,85	0,67	0,50	0,40	0,34
0,93	1,77	1,20	0,93	0,90	0,85	0,67	0,50	0,40	0,34
0,94	1,78	1,20	0,93	0,90	0,85	0,68	0,50	0,40	0,33
0,95	1,79	1,20	0,93	0,90	0,85	0,69	0,50	0,40	0,32

Методика предполагает определение по каждому участку магистральной части фидера и по подключенным к ней отпайкам процентную долю потерь от напряжения

питающей линии, просуммировав которых можно определить общие потери напряжения по фидеру в целом.

Магистральной частью фидера принято считать длину от его головного выключателя (ГВ) до наиболее удаленной ТП. От магистральной части, как правило отходят несколько отпаек со своими нагрузками. Прежде, чем по предлагаемой методике приступить к расчету потерь по участкам конкретного фидера, следует разделить его магистральную часть на участки. Для этого необходимо сначала определить для фидера величину B , названной нами весовым параметром фидера, который вычисляется по следующему выражению:

$$B = \sum S_{ТП} L_m, \quad (3)$$

где $\sum S_{ТП}$ - суммарная установленная мощность трансформаторов всех ТП фидера; L_m - длина магистральной части фидера, км.

Определяем первую точку на головном участке магистральной части линии (фидера) 6-10 кВ, названной нами критической точкой, за которой процентная величина потерь напряжения начинает превышать нормативный уровень 7,5 %.

Из выражения (2) следует

$$I_{ум} = \Delta U_i \% / \Delta U_{уд\%} \cdot S_{расч} \quad (4)$$

где $S_{расч} = K_o K_z \sum S_{ТП}$ расчетная суммарная нагрузка фидера, максимальный рабочий ток которой протекает по проводам головного участка магистральной части фидера и вызывает в нем потери напряжения в размере $\Delta U_i \%$.

Приняв $\Delta U_i \%$ равным нормативной потере напряжения на ВЛ 6-10 кВ в размере 7,5 % /2/, выражение (4) запишем в виде

$$I_{1м} = 7,5 / \Delta U_{уд\%} S_{расч} = 7,5 / \Delta U_{уд\%} K_o K_z \sum S_{ТП} \quad (5)$$

где K_o - коэффициент одновременности для суммирования максимумов нагрузок ТП 6-10/0,4 кВ, берется из табл. 2 в зависимости от количества ТП;

Таблица 2

Рекомендуемые значения K_o при суммировании максимумов нагрузок ТП 6-10/0,4 кВ

	Число ТП					
	2	3	5	10	20	25 и более
K_o	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65

$K_z = 0,65$ - усредненный коэффициент продолжительной максимальной загрузки трансформаторов ТП /4/; $I_{1м}$ - длина первого (головного) участка магистральной части рассматриваемого конкретного фидера 6-10 кВ за которой имеет место потери напряжения выше, чем нормативный уровень; $\Delta U_{уд\%}$ - удельные потери напряжения для конкретной марки провода с соответствующим сечением, которым выполнен головной участок рассматриваемого фидера.

По схеме рассматриваемого фидера определяется суммарная установленная мощность трансформаторов ТП $\sum S_{ТПtm}$, подключенных к его головному участку до точки отметки $I_{1м}$

Обозначим произведение $I_{1м} \sum S_{ТПtm} = B1$, который представляет собой весовой параметр участка $I_{1м}$. Если отношение общеглобального параметра фидера B к $B1$, т.е. $B/B1 > 3$, то магистральная часть рассматриваемого фидера делится на 3 примерно равные части по величине весового параметра B_i . Если $B/B1 < 3$, то магистральная часть делится на 2 части, если $B/B1 < 2$, то магистральная часть фидера на части не делится.

Полученное выражение (4) позволяет по значению произведения $\sum STП$ определить критическую точку на первом (головном) участке магистральной части конкретного фидера 6-10 кВ, за которой потери напряжения на рассматриваемом фидере превышает допустимые пределы -7,5%. Левая часть (2.3).

Использование предлагаемого методического подхода покажем на примере конкретного существующего фидера (ВЛ) 10 кВ (рис. 1).

Фидер имеет общую длину $L=24,46$ км, длину магистральной части $L_m=17,58$ км, суммарную установленную мощность трансформаторов всех ТП фидера $\sum STП=8120$ кВА, число подключенных к фидеру ТП 10/0,4 кВ – 23, головной участок фидера выполнен проводом АС-50.

По выражению (3) весовой параметр данного фидера

$$B=8120 \cdot 17,58=142749 \text{ кВА км}$$

По табл.1 для провода АС-50 при $\cos\varphi=0,85$ находим удельные потери в размере $\Delta U_{уд1} = 0,68\% \cdot 10^{-3} / (\text{кВА} \cdot \text{км})$.

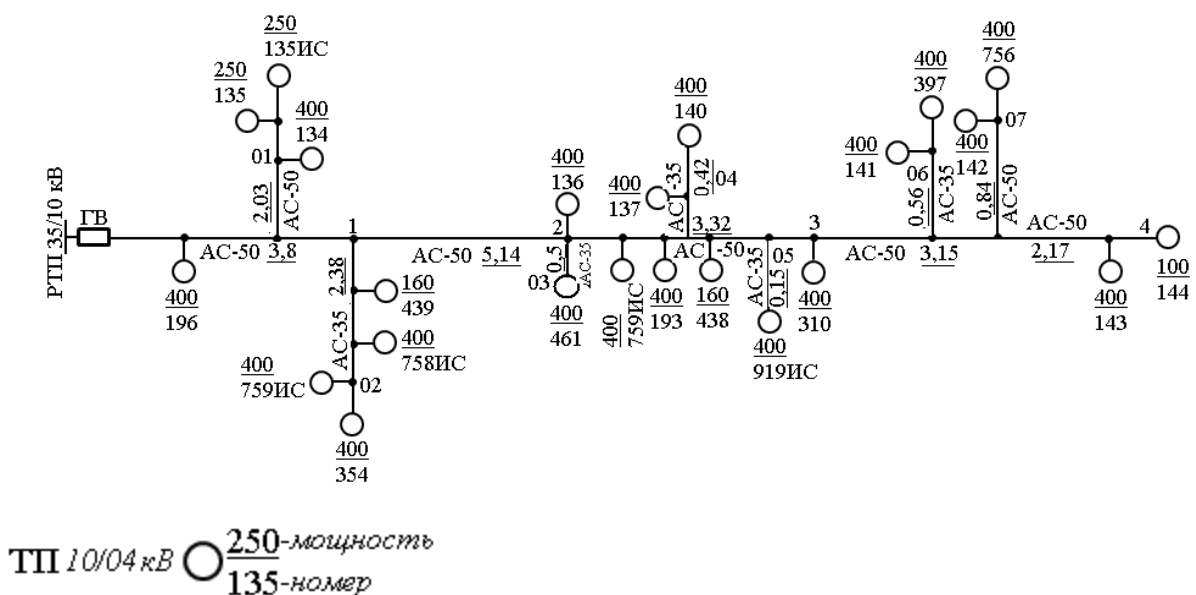


Рис. 1. Схема фидера 10 кВ. Обозначения: ГВ-головной выключатель фидера АС-50-провод сталеалюминевый и 3,8 - длина участка фидера, км; 01... 07 – отпайки

Первый участок магистральной части фидера по формуле (5)

$$l_{1m} = 7,5 / \Delta U_{уд\%} \cdot K_o \cdot K_z \cdot \sum STП = 7,5 / 0,680,67 \cdot 0,65 \cdot 8120 = 3,2 \text{ км}$$

Весовой параметр первого участка магистральной части

$$B_1 = 3,2 \cdot 8120 = 25984 \text{ кВА км.}$$

Отношение $B/B_1 = 142749 / 25984 = 5,49 > 3$, следовательно магистральную часть данного фидера следует разделить на 3 участка и для каждого из них определить свою процентную долю потери напряжения по выражению (2) согласно методике /5/.

Литература:

1. Будзко, И.А. и др. Электроснабжение сельского хозяйства хозяйства [Текст]. / И.А. Будзко, Т.Б. Лещинская, В.И. Сукманов// – М.: Колос, 2000. – С. 536.

2. Руководящие материалы по проектированию электроснабжения сельского хозяйства [Текст]// – ВГПИ и НИИ «Сельэнергопроект». - М.: 1986, С. 41.
 3. **Каганов, И.Л.** Курсовое и дипломное проектирование [Текст] / Каганов И.Л.// - 3-е изд. перераб. и доп.-М.: Агропромиздат, 1990 – С. 351
 4. **Каражанова, Р.Т.** Исследование режимных показателей распределительных электрических сетей [Текст] / Р.Т Каражанова, С.С. Кадыркулов // Известия НАН КР №4, 2012, Б.: «Илим». – С. 50-54.
 5. **Рахматулов, А.З.** Алгоритм расчета распределения потерь напряжения по длине фидеров 6-10 кВ [Текст] / А.З Рахматулов // Известия КГТУ им. И.Раззакова. Б.: 2017, №4(44), С. 220.
-