

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА НАПРЯЖЕНИЯ В ЛИНИЯХ 330 КВ ПО КРИТЕРИЮ МИНИМУМА ПОТЕРЬ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Ф. В. Стелькин

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель П. В. Лычев

Проблема оптимизации параметров и режимов систем передачи и распределения электроэнергии весьма сложна и многогранна. Задачи оптимизации параметров объектов приходится решать на стадии проектирования развития или реконструкции электрической сети. Текущая оптимизация осуществляется при эксплуатации сети. В любом случае для оптимизации параметров должен быть выбран критерий оптимизации. В нашем случае критерием оптимизации режима напряжения в линиях 330 кВ является критерий минимума потерь активной мощности.

Задача оптимизации режима по уровням напряжения заключается в нахождении таких значений напряжения, при которых суммарные потери активной мощности будут минимальны:

$$\Delta P_{\Sigma} = \Delta P_{\text{H}} + \Delta P_{\text{K}} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где ΔP_{H} – нагрузочные потери активной мощности, МВт; ΔP_{K} – потери активной мощности на корону, МВт.

Нагрузочные потери от передачи только активной мощности ΔP_{H} по линии с активным сопротивлением $R_{\text{л}}$ определяются по формуле

$$\Delta P_{\text{H}} = \left(\frac{P}{U} \right)^2 R_{\text{л}}, \quad (2)$$

$$R_{\text{л}} = r_0 L, \quad (3)$$

где r_0 – удельное активное сопротивление, Ом/км; L – длина линии, км.

Потери активной мощности на корону определяются по формуле

$$\Delta P_K = \Delta P_{y,k} L K_U, \quad (4)$$

где $\Delta P_{y,k}$ – удельные потери активной мощности на корону при номинальном напряжении $U_{ном}$, МВт/км; K_U – коэффициент, позволяющий уточнить потери мощности на корону, если рабочее напряжение U отличается от $U_{ном}$.

$$K_U = 6,88 \left(\frac{U}{U_{ном}} \right)^2 - 5,88 \left(\frac{U}{U_{ном}} \right). \quad (5)$$

В сетях напряжением 330 кВ максимально допустимое рабочее напряжение обусловлено нормальной работой изоляции электрооборудования и составляет 363 кВ. Минимально допустимое рабочее напряжение ограничено условиями устойчивости и регулированием напряжения в сетях пониженного напряжения. Значения удельных потерь мощности на корону $\Delta P_{y,k}$ зависят от погодных условий: хорошая погода, сухой снег, дождь, изморозь.

При больших значениях напряженности электрического поля воздух вокруг проводника ионизируется, что приводит к самостоятельному разряду, коронному. Увеличение напряжения на проводе приводит к увеличению напряженности электрического поля и, соответственно, к усилению ионизационных процессов и росту объемного заряда. От характера погодных условий и зависит напряженность электрического поля и, следовательно, удельные потери активной мощности на корону. При хороших погодных условиях удельные потери активной мощности на корону имеют минимальные значения, а при ухудшении погоды увеличиваются в десятки раз.

Определим оптимальные значения напряжений при разной передаваемой мощности и разных погодных условиях, при которых будет выполняться критерий минимума потерь активной мощности. Результаты расчета сведем в таблицу.

Результаты расчетов

Параметр	$0,9 \times U_{ном}$	$U_{ном}$	$1,1 \times U_{ном}$
ΔP_H , МВт	0,434	0,351	0,290
ΔP_K , МВт	0,040	0,145	0,270
ΔP_{Σ} , МВт	0,474	0,496	0,56

Аналогичным образом вычисляем нагрузочные потери активной мощности и потери активной мощности на корону при передаваемой мощности в диапазоне $(0,2 \div 1,2) P_{нат}$ и погодных условиях при напряжениях 297, 330, 363 кВ. По вычисленным данным строим графики зависимостей, представленные на рис. 1 и 2.

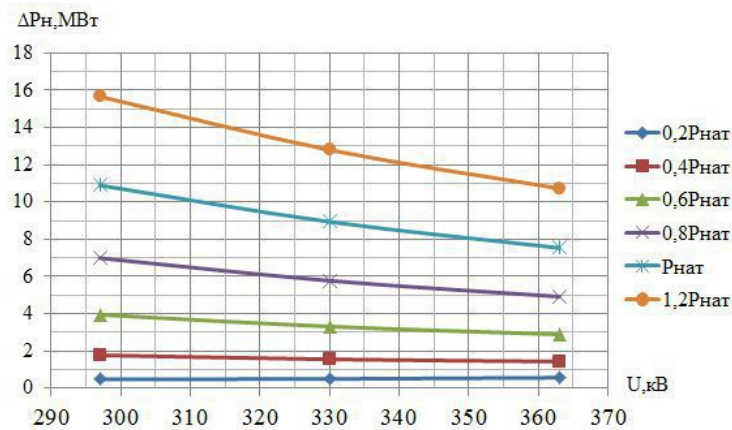


Рис. 1. Нагрузочные потери активной мощности $\Delta P_n = f(U)$ при разной передаваемой мощности

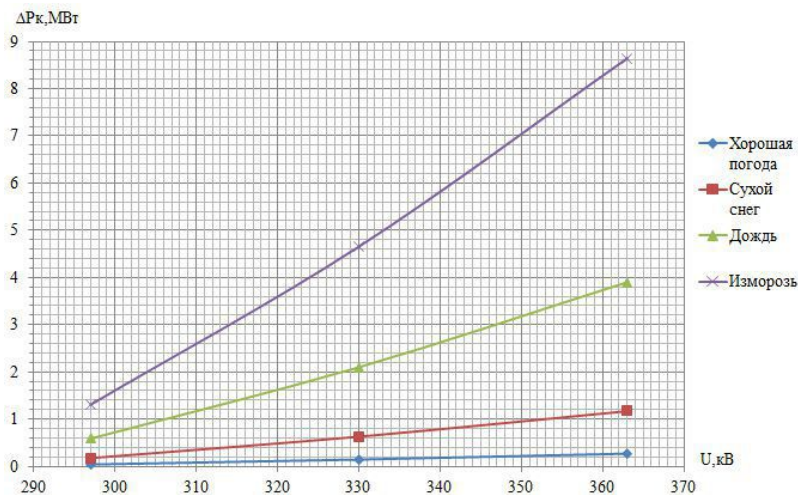


Рис. 2. Потери активной мощности на корону $\Delta P_k = f(U)$ при разных погодных условиях

Анализируя графики, представленные на рис. 1 и 2, можно сделать вывод: нагрузочные потери активной мощности уменьшаются при увеличении напряжения, а потери активной мощности на корону возрастают. Оптимизацию напряжения нужно проводить исходя из двух условий: мощность, передаваемая по линии, и состояние погодных условий.

Литература

- Идельчик, В. И. Электрические системы и сети : учеб. для вузов / В. И. Идельчик. – М. : Энергоатомиздат, 1989.
- Поспелов, Г. Е. Электрические системы и цепи : учебник / Г. Е. Поспелов, В. Т. Федин, П. В. Лычев – Минск : Технопринт, 2004. – 720 с.
- Герасименко, А. А. Передача и распределение электрической энергии : учеб. пособие / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. – 3-е изд., перераб. – КНОРУС, 2012. – 648 с.
- Лычев, П. В. Электрические сети энергетических систем : учеб. пособие / П. В. Лычев, В. Т. Федин. – Минск : Университетское, 1999. – 256 с.