

## ВЫБОР РЕЖИМОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

*А.А. Волков*

*Белорусский национальный технический университет*

*e-mail: volkovalex@mail.ru*

Для обеспечения требуемого уровня напряжения в узлах распределительной электрической сети напряжением 6-10 кВ и в точках присоединения потребителей используются в основном трансформаторы напряжением 35 - 220/10(6) кВ в центрах питания (ЦП) и трансформаторы напряжением 10(6)/0,4 кВ на трансформаторных подстанциях (ТП).

Трансформаторы ЦП оснащены переключающими устройствами, которые позволяют регулировать коэффициент трансформации без отключения нагрузки (РПН). Трансформаторы в зависимости от напряжения и мощности выпускаются со ступенями регулирования от 1,25 до 1,78% и диапазонами регулирования от  $\pm 10$  до  $\pm 16\%$ . Регулирование напряжения с помощью трансформаторов с РПН может производиться как вручную, так и автоматически при наличии и настройки соответствующей автоматики регулирования напряжения (АРНТ). Возможность изменения коэффициента трансформации под нагрузкой позволяет использовать трансформаторы с РПН для осуществления встречного регулирования в течение суток.

Трансформаторы ТП оснащены устройствами переключения без возбуждения (ПБВ), которые позволяют изменить коэффициент трансформации только после его отключения от электрической сети. Трансформаторы выпускаются со ступенями регулирования 2,5% и диапазонами регулирования от  $\pm 5\%$ . Так как изменение коэффициента трансформации на таких трансформаторах связано с перерывом энергоснабжения потребителей, то такие трансформаторы не могут участвовать в суточном регулировании напряжения. Переключения могут проводиться несколько раз в год для коррекции напряжения при значительном сезонном изменении нагрузки и неудовлетворительном уровне напряжения у потребителей.

Наиболее эффективной методикой определения режима регулирования напряжения в распределительных электрических сетях представляется совместный выбор режима регулирования напряжения в ЦП и ответвлений трансформаторов с ПБВ.

На кафедре «Электрические системы» БНТУ составлен алгоритм и программа для совместного выбора ответвлений трансформаторов центра питания (ЦП) и трансформаторных пунктов (ТП) в распределительных электрических сетях.

В результате работы над алгоритмом и программой составлена диаграмма для выбора режима регулирования напряжения. Общий вид диаграммы пред-

ставлен на рисунке 1. Данная диаграмма позволяет наглядно провести совместный выбор ответвлений трансформаторов ЦП и ТП для различных режимов на основании значений потерь напряжения от шин низшего напряжения (НН) ЦП до шин НН ТП, а также потерь напряжения в сети 0,4 кВ до наиболее удаленного потребителя. С помощью диаграммы можно определить допустимые значения потерь напряжения до ТП и до потребителей, и наметить мероприятия в тех случаях, если не удастся выбрать сочетания ответвлений трансформаторов ЦП и ТП.

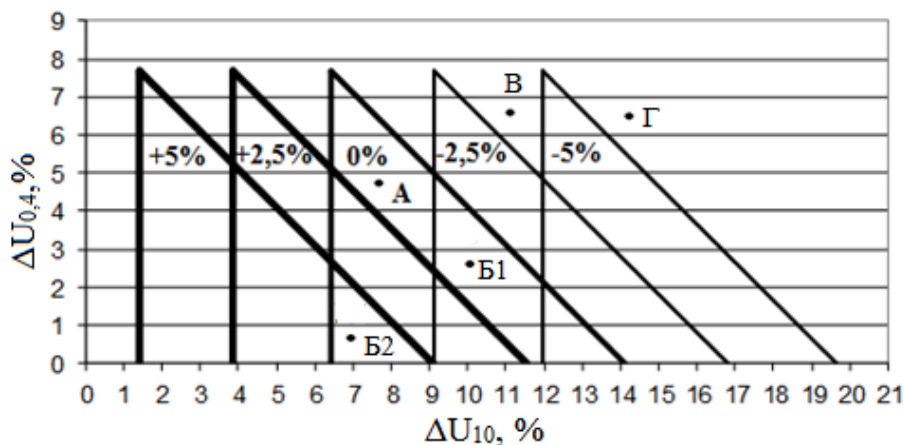


Рисунок 1 – Диаграмма для совместного выбора режима регулирования напряжения

Определены значения потерь напряжения в распределительных сетях 6-10 кВ и 0,4 кВ при которых возможен совместный выбор ответвлений трансформаторов ЦП и ТП. Для электрической сети 0,4 кВ потери напряжения от шин НН ТП до наиболее удаленного потребителя:

$$\Delta U_{\text{нн.у}} = \delta U_{+} + \Delta U_{\text{ннб}} - 2 \cdot \delta U_{\text{рег}} - \delta U_{-},$$

где  $\delta U_{+}$  и  $\delta U_{-}$  - верхний и нижний пределы отклонения напряжения в точке подключения потребителя;  $\Delta U_{\text{ннб}}$  – потери напряжения от шин НН ТП до ближайшего потребителя;  $\delta U_{\text{рег}}$  – точность регулирования напряжения на трансформаторе ЦП.

Наибольшее допустимое значение потерь напряжения в сети 0,4 кВ имеет место при точном поддержании напряжения в ЦП (без учета зоны нечувствительности АРНТ)  $\Delta U_{\text{нн.у}} = 10\%$ . С учетом зоны нечувствительности  $\Delta U_{\text{нн.у}} \leq 8\%$ .

Допустимые значение потерь напряжения в сети 6-10 кВ зависят от потерь напряжения от шин НН ТП до наиболее удаленного потребителя и регулировочного диапазона трансформаторов ТП.

Выполненные расчеты режимов распределительных электрических сетей при различных возможных сочетаниях напряжения в ЦП и ответвлениях трансформаторов ТП показали, что при увеличении напряжения в центре питания и учете статических характеристик нагрузки общие потери активной мощности (нагрузочные и холостого хода) могут увеличиваться.