

УДК 621.316

Оптимизация состава включенных трансформаторов на двухтрансформаторных подстанциях 110-35/10 кВ

Боровский Е. В.

Научно-исследовательское и проектное республиканское
унитарное предприятие «БелТЭИ»

Одним из эффективных мероприятий по снижению технических потерь электроэнергии, является автоматическое режимное отключение трансформаторов 110-35/10 кВ во время провалов нагрузки. Данное мероприятие можно осуществлять на двухтрансформаторных подстанциях, оснащенных выключателями на высокой стороне трансформатора при наличии в качестве источника постоянного оперативного тока аккумуляторной батареи. Потери электроэнергии в трансформаторах, как известно, делятся на две составляющие: потери холостого хода и нагрузочные потери. В дневное время, когда загрузка трансформаторов велика, нагрузочные потери превышают потери холостого хода трансформаторов, в ночное же время, когда загрузка трансформаторов снижается, потери холостого хода напротив намного превосходят нагрузочные потери. В годовом разрезе, потери холостого хода составляют 35-40 % общих потерь в трансформаторах. Таким образом, отключив один из трансформаторов во время провалов нагрузки, можно существенно снизить потери электроэнергии на подстанции за счет снижения потерь холостого хода трансформаторов.

В общем случае на подстанции может быть установлено два трансформатора разной номинальной мощности с разными паспортными данными. На рис. 1 представлены зависимости потерь мощности от нагрузки подстанции при разном составе включенных трансформаторов.

Из рисунка 1 видно, что имеются три точки пересечения указанных кривых соответствующие трем граничным значениям мощности. Мощность, при которой целесообразно отключать один трансформатор меньшей мощности, обозначается $S_{гр1}$. Мощность, при которой целесообразно отключать один трансформатор большей мощности и работать трансформатором меньшей мощности, обозначается $S_{гр2}$. Мощность, при которой

целесообразно переходить на работу одним трансформатором меньшей мощности вместо работы одним трансформаторов большей мощности и наоборот, обозначается $S_{гр3}$.

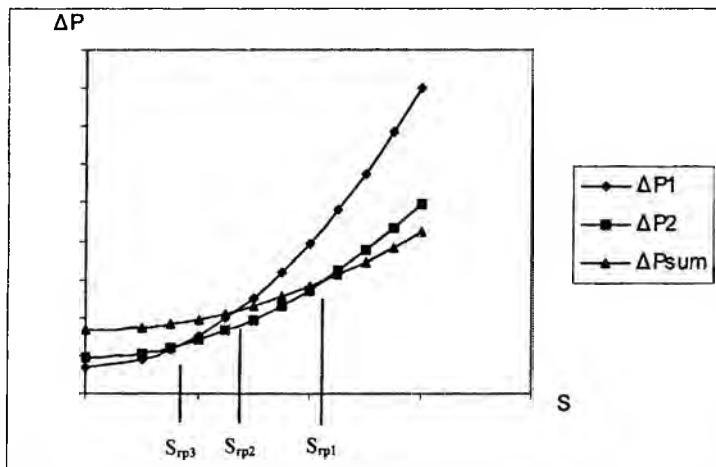


Рисунок 1 – Зависимость потерь мощности в трансформаторах от загрузки подстанции при различном составе работающих трансформаторов. ΔP_1 – зависимость потерь мощности от загрузки подстанции при работе трансформатора Т1, ΔP_2 – зависимость потерь мощности от загрузки подстанции при работе трансформатора Т2, ΔP_{sum} – зависимость потерь мощности от загрузки подстанции при работе двумя трансформаторами

Граничные значения нагрузок подстанции можно определить по следующим формулам:

$$S_{гр1} = \left(1 + \frac{S_{НОМ1}}{S_{НОМ2}}\right) \sqrt{\frac{\Delta P_{XX1} \cdot S_{НОМ2}^4}{\Delta P_{КЗ2} \cdot (S_{НОМ1} + S_{НОМ2})^2 - (\Delta P_{КЗ1} + \Delta P_{КЗ2}) \cdot S_{НОМ2}^2}};$$

$$S_{гр2} = \left(1 + \frac{S_{НОМ2}}{S_{НОМ1}}\right) \sqrt{\frac{\Delta P_{XX2} \cdot S_{НОМ1}^4}{\Delta P_{КЗ1} \cdot (S_{НОМ1} + S_{НОМ2})^2 - (\Delta P_{КЗ1} + \Delta P_{КЗ2}) \cdot S_{НОМ1}^2}};$$

$$S_{гр3} = \sqrt{\frac{S_{НОМ1}^2 \cdot S_{НОМ2}^2 \cdot (\Delta P_{XX2} - \Delta P_{XX1})}{S_{НОМ2}^2 \cdot \Delta P_{КЗ1} - S_{НОМ1}^2 \cdot \Delta P_{КЗ2}}},$$

где ΔP_{XX1} и ΔP_{XX2} – соответственно потери холостого хода первого и второго трансформаторов;

$\Delta P_{КЗ1}$ и $\Delta P_{КЗ2}$ – соответственно потери короткого замыкания первого и второго трансформаторов;

$S_{ном1}$ и $S_{ном2}$ - соответственно номинальные мощности первого и второго трансформаторов.

Следует обратить внимание, что не всякий провал нагрузки должен сопровождаться отключением трансформатора. Для определения технически допустимой частоты коммутаций трансформатора 110 кВ следует проанализировать ресурсы выключателей, установленных на высокой и низкой сторонах трансформатора. Выключатели 110 кВ имеют механический ресурс порядка 3000-5000 коммутаций. Выключатели 10 кВ выдерживают от 5000 до 30000 коммутаций в зависимости от типа выключателя. Все выключатели 110 и 10 кВ рассчитаны на срок службы от 20 до 25 лет. Таким образом, чтобы не исчерпать ресурс выключателей трансформаторов, нельзя отключать трансформаторы во время ночных провалов нагрузки, но вполне оправданно отключать их на время провалов нагрузки, имеющих место в выходные дни. При этом число коммутаций выключателей составит 52 раза в год или 1300 коммутаций за весь срок службы, что вполне допустимо.

Таким образом, на практике, чтобы не исчерпывать ресурсы выключателей целесообразно ограничиться одним отключением трансформатора в неделю, при этом переход от режима работы трансформатора большей мощности к режиму работы трансформатором меньшей мощности и обратно производить не рекомендуется. В этом случае наиболее обоснованным представляется вывод трансформатора в резерв на основе расчета накопленной информации о режимах работы подстанции в предшествующее время.

На сегодняшний день разработано устройство, позволяющее на время длительного провала нагрузки (наступление выходных дней) вывести один из трансформаторов в резерв. Указанное устройство на основе накопленной статистической информации о загрузке подстанции в предыдущий период времени и паспортных данных трансформаторов определяет номер трансформатора, который целесообразно вывести в резерв. Контролирует процесс работы подстанции в период выведенного в резерв трансформатора и включает в работу резервный трансформатор при наступлении аварийной ситуации на подстанции или же при росте нагрузки подстанции выше граничного значения мощности.