

сти. При установке на данные выключатели МПР надежность защиты значительно повышается.

В условиях ограниченных финансовых возможностей такая модернизация сетей более приемлемая, чем полная реконструкция защиты сетей за счет замены установленных в сетях выключателей, на дорогостоящие новые аппараты защиты. Кроме того, модернизация не требует дополнительного секционирования, замены шкафов, что существенно снижает временные и финансовые издержки модернизации сетей 0,4 кВ.

Список используемых источников

1. Протосовицкий, И.В. Повышение надежности сельских электрических сетей 0,38 кВ / И.В. Протосовицкий, Д.А. Кулаковский // Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК: сборник науч. статей Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 26–27 ноября 2015 г. – Минск: БГАТУ, 2015. – С. 98–100.

2. Автоматический выключатель АЗ794С [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://proenergo.by/elektrotehnicheskaya-produktsiya/silovoe-oborudovanie-zaschity-i-kommutatsii/avtomaticheskie-vyiklyuchateli-serii-a3700>. Дата доступа: 22.11.2021 г.

3. Протосовицкий, И.В. Анализ отказов в сельских распределительных сетях (на примере Витебских электрических сетей) / И.В. Протосовицкий, А.И. Зеленкевич, Д.А. Кулаковский // Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 21–22 ноября 2013 г. – Минск: БГАТУ, 2013. – С. 78–80.

**Протосовицкий И.В., к.т.н., доцент, Кулаковский Д.А.,  
Епифанов В.И.**

**УО «Белорусский государственный аграрный технический  
университет», Минск, Республика Беларусь  
ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ  
ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ 10/0,4 кВ**

Главной проблемой при передаче электрической энергии от электростанции к потребителю является потеря ее части в различных элементах электрических сетей, которая негативно влияет на

экономическую составляющую в целом. Поэтому первоочередной задачей любого энергетика является сохранение баланса электроэнергии от ее выработки до конечного потребления с минимальными потерями, а также максимально эффективное использование энергии при производстве продукции (услуг).

Для снижения потерь электроэнергии на трансформаторных подстанциях 10/0,4 кВ используются организационные и технические мероприятия.

К наиболее эффективным организационным мероприятиям можно отнести: отключение трансформаторов в режимах малых нагрузок на двухтрансформаторных подстанциях; отключение трансформаторов с сезонной нагрузкой; рациональная организация текущих и капитальных ремонтов, а также технического обслуживания электрооборудования ТП; рациональное проведение диагностики и профилактических испытаний электрооборудования ТП; сокращение расхода электрической энергии на собственные нужды.

Увеличение эффективности использования трансформаторов в условиях эксплуатации возможно за счет отключения одного из двух трансформаторов двухтрансформаторной подстанции. При этом необходимо отключать трансформатор, работающий с наименьшей нагрузкой, и его нагрузку переводить на второй трансформатор.

Практически отключение трансформаторов должно быть согласовано с графиком изменения их нагрузок, стремясь к минимально возможному числу переключений в распределительной сети. Поэтому отключения трансформаторов обычно производят на сравнительно длительный период: на ночь, на выходные дни, на летний период. При этом надо иметь в виду, что для выполнения отключений трансформаторов должна иметься соответствующая коммутационная аппаратура (выключатель нагрузки с моторприводом, элегазовый моноблок, вакуумный выключатель и т.д.). При условии электроснабжения ответственных потребителей в случае отключения одного из трансформаторов должно быть предусмотрено устройство автоматического ввода резерва (АВР) [1].

Предельную мощность нагрузки, при которой целесообразно отключить один из трансформаторов на двухтрансформаторной ТП (в условиях одинаковой мощности трансформаторов) определим по выражению:

$$S_{\text{пр}} = S_{\text{н}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P_{\text{xx}}}{\Delta P_{\text{к}}}}. \quad (1)$$

Также могут быть случаи, когда на потребительских ТП 10/0,4 кВ могут быть установлены трансформаторы с неодинаковой мощностью (при  $S_{н2} > S_{н1}$ ). В данном случае предельную мощность нагрузки, при которой:

- целесообразно включить трансформатор большей мощности определим по выражению:

$$S_{пр} = S_{н1} \cdot \sqrt{\frac{\Delta P_{xx2} - \Delta P_{xx1}}{\Delta P_{к1} - \alpha^2 \cdot \Delta P_{к2}}}; \quad (2)$$

- целесообразно перейти на работу с двумя трансформаторами:

$$S_{пр} = (S_{н1} + S_{н2}) \cdot \sqrt{\frac{\Delta P_{xx1}}{\Delta P_{к2} \cdot (1 + \alpha^2) - (\Delta P_{к2} - \Delta P_{к1})}}; \quad (3)$$

где  $\alpha$  – коэффициент соотношения мощностей трансформаторов [2].

$$\alpha = \frac{S_{н1}}{S_{н2}}. \quad (4)$$

При расчете соотношения мощностей трансформаторов следует учитывать условия включения трансформаторов на параллельную работу. В частности, нежелательно, чтобы мощности двух параллельно включенных трансформаторов отличались более чем в 3 раза.

В последнее время во множестве агропромышленных организаций присуща низкая загрузка трансформаторов на подстанциях 10/0,4 кВ, часто не превышающая 30–40 %. В связи с чем, большая часть потерь электрической энергии в трансформаторах обусловлена потерями холостого хода. В таких случаях целесообразно для однотрансформаторных подстанций заменять недогруженные трансформаторы на трансформаторы меньшей мощности, а на двухтрансформаторных подстанциях – переводить всю нагрузку на один трансформатор с отключением второго со стороны 10 кВ.

Исходя из анализа структуры двухтрансформаторных подстанций, установленных в сельских электрических сетях Республики Беларусь, а также информации по загрузкам силовых трансформаторов можно реализовать вышеперечисленные мероприятия путем внедрения единой системы автоматизации трансформаторных подстанций, при использовании активно-адаптивной системы управления трансформаторными подстанциями с использованием программных оболочек и микропроцессорных релейных устройств [3].

### Список используемых источников

1. Денисевич, В.Ю. Способы автоматизации потребительских трансформаторных подстанций сельскохозяйственного назначения напряжением 10/0,4кВ / В.Ю. Денисевич ; науч. рук. Д.А. Кулаковский // Энергетика в АПК : сборник тезисов докладов студенческой научной конференции, Минск, 18–29 мая 2020 г. – Минск : БГАТУ, 2020. – С. 43.
2. Жуковский, А.И. Экономия электроэнергии в системах сельскохозяйственного электроснабжения. Методические указания к практическим занятиям по курсу «Экономия электроэнергии в системах сельскохозяйственного электроснабжения» для студентов специальности 74 06 05 специализации 74 06 05 04 «Электроснабжение сельского хозяйства». – Мн.: БГАТУ, 2002. – 96 с.
3. Кулаковский, Д.А., Автоматизация потребительских трансформаторных подстанций напряжением 10/0,4 кВ. / Д.А. Кулаковский, О.Е. Татарчук, В.Ю. Денисевич // Сучасний науковий потенціал : матеріали I Міжнародно—науковопрактично—інтернет-конференції—(25 червня 2020 року) : збірник тез. – Бердянськ : БДПУ, 2020. – 45 с.

**Селицкая О.Ю., ст. преподаватель**  
**УО «Белорусский государственный аграрный технический**  
**университет» г. Минск, Республика Беларусь**  
**К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ**  
**ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 0,4 кВ**

Изменение уровня электропотребления в производственной сфере и сельскохозяйственном секторе экономики определяют несколько факторов. С одной стороны, на это влияет изменение объема производства, а также корректировка или совершенствование технологических процессов, с другой – реальное техническое состояние и режимы работы электрических сетей и оборудования станций и подстанций, задействованных в системе передачи электроэнергии потребителям.

Вышеуказанные факторы также напрямую определяют уровень потерь электроэнергии, снижение которых с целью уменьшения расхода используемых топливно-энергетических ресурсов является важной задачей.