

**Коновалов Юрий Васильевич,**

к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,  
e-mail: yrvaskon@mail.ru

**Наумова Лилия Алексеевна,**

обучающаяся, Ангарский государственный технический университет,

**Просьянников Игорь Константинович,**

обучающийся, Ангарский государственный технический университет,

**Баранов Владислав Борисович,**

обучающийся, Ангарский государственный технический университет.

## **РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ УСТРОЙСТВ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА**

**Konovlov Y.V., Naumova L.A., Prosyannikov I.K., Baranov V.B.**

### **DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES OF DEVICES FOR REGULATING THE VOLTAGE OF THE POWER TRANSFORMER**

**Аннотация.** Приведены результаты анализа данных по распределению повреждений силовых трансформаторов. Обосновано применение новых технологий для повышения надежности работы устройств регулирования напряжения силовых трансформаторов. Рассмотрены тенденции применения технологии гашения электрической дуги в вакууме и использование альтернативных изоляционных жидкостей.

**Ключевые слова:** повреждения силовых трансформаторов, надежность, гашение электрической дуги, вакуум, альтернативные изоляционные жидкости.

**Abstract.** The results of data analysis on the damage distribution of power transformers are presented. The use of new technologies to improve the reliability of voltage transformer power transformers has been substantiated. The tendencies of applying the technology of arcing in vacuum and the use of alternative insulating liquids are considered.

**Keywords:** damage to power transformers, reliability, arc quenching, vacuum, alternative insulating liquids.

Анализ данных по распределению повреждений силовых трансформаторов показывает, что наибольшую повреждаемость имеют вводные устройства – 22%, силовые обмотки – 16%, устройства регулирования напряжения под нагрузкой (РПН) – 13,5% [1]. Регулирование напряжения силовых трансформаторов должно осуществляться в автоматическом режиме для реализации концепции интеллектуальных электрических сетей. «Интеллектуальным» следует называть трансформатор, обеспечивающий максимально возможный контроль состояния всех систем трансформаторного оборудования (активной части, масла, вводов, системы охлаждения, РПН, технологических защит и др.), самодиагностику и выдачу рекомендаций по дальнейшим действиям в случае появления развивающегося повреждения или ненормированного воздействия на трансформатор. Принципиально важно, что при этом трансформатор должен обеспечивать все режимы управления своими регулирующими устройствами (РПН, система охлаждения) – автоматический, ручной местный и ручной дистанционный, в том числе из удаленных центров управления, с полным контро-

лем правильности исполнения команд. В этом случае большой процент повреждаемости элементов РПН указывает на необходимость разработки мероприятий по повышению их надежности. Внедрение организационных мероприятий по повышению надежности в работе снижает число повреждений, однако устаревший тип устройств РПН с традиционной технологией переключения с гашением дуги в изоляционном масле не удовлетворяет эксплуатационный персонал [2]. С 2006 года в устройствах РПН на многих производствах находит применение технология гашения электрической дуги в вакууме, которая позволяет производить до первой ревизии 300 тысяч переключений без необходимости технического обслуживания [3]. К преимуществам этой технологии относится то, что не возникает электрической дуги в масле устройства РПН, нет потребности в маслофильтровальной установке, значительно увеличиваются интервалы технического обслуживания. Кроме этого, в процессе переключений качество вакуума в камерах становится еще выше, т.к. возникающая при электрической дуге плазма паров металла связывает свободные молекулы газа из материала контактов (эффект геттера), поверхность контактов не окисляется, и таким образом гарантируется стабильное переходное сопротивление. Вакуумные РПН могут использоваться в сталелитейном и алюминиевом производстве, на буровых установках при повышенной взрывоопасности, а также на химических заводах в условиях агрессивной или загрязненной окружающей среды.

Еще одной тенденцией будущего в оборудовании для трансформаторов являются возрастающие требования к пожарной безопасности, экологичности и отсутствию необходимости технического обслуживания. Этого можно достичь использованием альтернативных изоляционных жидкостей. Альтернативные изоляционные жидкости с натуральными эфирами добываются, например, из рапса, сои, подсолнечника или кокоса. Эфирные жидкости имеют преимущество, так как по классификации водоопасности они определены как «не загрязняющие воду». Благодаря фильтрации и добавкам образуется высококачественное изоляционное масло с именно теми преимуществами, которые потребуются в будущем.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Коновалов Ю.В., Тинина Л.П., Наумова Л.А. Автоматизация системы защиты силового трансформатора // Вестник АНГТУ. № 12. 2018. С. 58 – 62.
2. Могузов В.Ф. Обслуживание силовых трансформаторов. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mrsk-sib.ru/index.php?lang=ru40> (02.03.2019).
3. Переключающие устройства РПН. [Электронный ресурс]. URL: <https://lider-energo.ru/perecl/pereklyuchayushhie-ustrojstva-rpn-mr-germaniya> (02.03.2019).