

TRANSEC: будущее трансформаторных технологий уже сегодня

Статья посвящена эволюции конструкции маслонаполненного трансформаторного оборудования, направленной на повышение надежности изоляции и эффективности сервисного обслуживания. Новые решения TRANSEC, интегрированные в конструкцию данного оборудования, позволяют автоматически управлять состоянием изоляции под нагрузкой и эффективно защищать ее от комплекса негативных факторов. Технологии TRANSEC снижают совокупную стоимость владения трансформаторами.

Высогорец С.П., д.т.н., член-корреспондент АЭН РФ, директор по НИОКР АСВИ АО «НПО «Стример»

На протяжении более столетия конструкция маслонаполненных силовых трансформаторов, состоящих из магнитопровода, обмоток и бака, остается практически неизменной. Однако благодаря промышленному освоению новых магнитных и конструкционных материалов, применению интенсивных систем охлаждения, совершенствованию технологии электромашиностроения, заметно улучшаются массогабаритные и энергетические показатели трансформаторов [1]. Так, на смену маркам горячекатаной электротехнической стали пришли холоднокатаные, изменился способ шихтовки магнитопровода — вместо прямого стыка стали применять косой стык и т.д. [2]. Протекающая эволюция обусловлена как требованием рынка к удешевлению трансформатора в целом, так и необходимостью применения более дорогих технологий для изготовления трансформатора с более привлекательными потребительскими свойствами.

Вместе с этим в последние годы все чаще обсуждение из плоскости «что дешевле купить» переходит в плоскость «чем выгоднее владеть». Поэтому решения, позволяющие снизить совокупную стоимость владения силовыми трансформаторами, становятся особенно привлекательными.

TRANSEC КАК ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ УЗЕЛ СОВРЕМЕННОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Технические решения, направленные на увеличение межремонтного периода, автоматизирующие комплекс технологических операций, выполняемых человеком, а также снижающие риск отказа электрооборудования, в конечном итоге влияют на оптимизацию стоимости владения электрооборудованием.

В отношении силовых трансформаторов к таким решениям относятся автоматизированные системы восстановления изоляции (АСВИ) типа TRANSEC, обеспечивающие управление состоянием изоляции на оборудовании под нагрузкой в автоматическом режиме щадящими способами [3]. Благодаря своей multifunctionality TRANSEC не только повышает надежность центров питания, но и замедляет физический износ изоляции, снижает операционные затраты на обслуживание трансформаторов, а также уменьшает зависимость от кадрового дефицита благодаря встроенной автоматизации [4].

В ходе семи лет применения системы TRANSEC в действующих электроустановках Российской Федерации было установлено, что эргономичность применения данной технологии

может быть существенно улучшена. Так, штатные вентили трансформаторов, используемые для стыковки модулей TRANSEC в действующих электроустановках, активно применяются для присоединения иного оборудования с целью решения комплекса задач. Необходимость периодического перебазирования переходных фланцев TRANSEC для подключения иных сервисных систем вызывает рост трудоемкости использования технологии, а также риск срабатывания человеческого фактора, который приводит к ошибкам в работе с запорной арматурой, что напрямую влияет на надежность системы TRANSEC.

Вместе с этим в ряде случаев расположение и конструкция присоединительных вентилях не допускает монтаж/демонтаж модуля TRANSEC на трансформаторе без формирования ремонтной схемы, что крайне неудобно для потребителя при использовании TRANSEC по мобильному или смешанному типу. Так, значительное количество силовых трансформаторов изготавливается со штатными вентилями для слива масла и/или заливки масла в виде поворотного дискового затвора — это не позволяет (в силу специфичности конструкции переходного фланца, имеющего воздушный объем) выполнять подключение TRANSEC на

оборудовании под нагрузкой без риска попадания пузыря воздуха в основной бак. Дополнительно точка возврата масла из системы TRANSEC (штатный вентиль заливки масла) может быть размещена на крыше маслобака трансформатора, для безопасного подключения/отключения под нагрузкой к которой требуется организация специального спуска, обеспечивающего допустимое расстояние до токоведущих частей, в противном случае необходимо формирование ремонтной схемы.

Эволюция системы сервиса маслонаполненного трансформаторного оборудования благодаря появлению автоматизированных систем восстановления изоляции типа TRANSEC привела к появлению на рынке Российской Федерации новых силовых и печных трансформаторов, в базовую конструкцию которых интегрирована инновационная модульная технология TRANSEC (рисунок 1). Решения по размещению и точкам подключения TRANSEC к маслосистеме электрооборудования были разработаны на этапе проектирования трансформаторов и закреплены в конструкторской документации трансформаторных заводов.

Ключевыми требованиями при стыковке гидросистемы TRANSEC с маслосистемой нового трансформаторного оборудования является наличие специализированных кранов установленной конструкции (краны шаровые фланцевые) и их расположение на маслобаке, обеспечивающие безопасное подключение/отключение TRANSEC на оборудовании под нагрузкой.



Рис. 1. Первый в России высокоавтоматизированный силовой трансформатор ТДЦ-160000/220-УХЛ1 с предустановленной АСВИ типа TRANSEC

Первые высокоавтоматизированные малообслуживаемые трансформаторы с предустановленной системой TRANSEC изготовлены в 2025 году и уже успешно введены в эксплуатацию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Инновационная технология TRANSEC, умело интегрированная в конструкцию нового трансформаторного оборудования, улучшает эргономику сервиса, снижая совокупную стоимость владения данным электрооборудованием.

Это технологическое нововведение вносит значительный вклад в развитие российского трансформаторостроения, создавая предпосылки для серийного выпуска высокоавтоматизированного малообслуживаемого трансформаторного оборудования с увеличенным сроком полезного использования. **Р**

 **Стример**

АО «НПО «Стример»
info@streamer.ru
www.streamer.ru

ЛИТЕРАТУРА

1. Кислицын А.Л. Трансформаторы. Уч. пособие по курсу «Электромеханика». Ульяновск: УлГТУ, 2001. 76 с.
2. Шуляк И.В. Тенденции развития конструкции силовых трансформаторов / Материалы научно-технической конференции студентов и аспирантов «Актуальные проблемы энергетики-2016». Минск: БНТУ, 2017. С. 82–85.
3. Высогорец С.П. Результаты исследования технологии TRANSEC в условиях действующих электроустановок как элемента модернизации силовых (авто) трансформаторов. / Сб. докладов III Международной научной конференции «Устойчивое развитие энергетики Республики Беларусь: состояние и перспективы» Минск: Белорусская Наука, 2025. С. 344–357.
4. Высогорец С.П. Результаты исследования экономической эффективности применения технологий АСВИ типа TRANSEC для модернизации силовых (авто) трансформаторов разной мощности // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт, 2025, № 10(253). С. 45–55.