

Значение силовых трансформаторов при подаче электрической энергии в железнодорожную электрическую сеть и автоматические электрические устройства

Юсупов Д. Т.¹, Авазов Б. К.²

¹ООО «Научно-технический центр» АО «Узбекэнерго»,

²Ташкентский государственный транспортный университет
Ташкент, Республика Узбекистан

В статье изучена основная функция силового трансформатора в железнодорожной электросети, а за счет обеспечения постоянной работы трансформатора проанализировано, как повысить эффективность работы электротехнических устройств автоматики и телемеханики.

Трансформаторы являются одним из наиболее широко используемых устройств в энергетике и обрабатывающей промышленности. Они используются для передачи и распределения электроэнергии на большие расстояния. Основная задача трансформатора – снизить высокое напряжение до необходимой величины или наоборот повысить низкое напряжение до необходимой величины. Замена масла трансформаторов является важным элементом системы его профилактического обслуживания. Срок службы трансформатора определяется сроком службы его изоляционной части [1–3].

Наиболее часто используемой системой изоляции является жидкая изоляция (трансформаторные масла), а также твердая изоляция (бумага, дерево, целлюлозные изделия). Изоляционное масло составляет почти 80 % диэлектрика в трансформаторе. Большинство отказов трансформаторов в 85 % случаев происходят из-за повреждения системы изоляции. Трансформаторные масла являются хорошей изоляционной жидкостью, когда пропитаны изоляционной бумагой, картоном и их обмотками, увеличивающими сопротивление изоляционных материалов напряжению. Низкая вязкость масла позволяет ему проникать в жесткую изоляцию и отводить тепло, передавая его в систему охлаждения. В этом случае жидкий утеплитель служит еще и теплоносителем.

Силовые трансформаторы применяются в качестве основного устройства электроснабжения для подачи электроэнергии в тяговые сети железных дорог, автоматические и телемеханические сети связи. Эти силовые трансформаторы применяются в основном в области железнодорожной автоматики и телемеханики в качестве основного устройства, обеспечивающего

электроэнергии работу реле, устройств сигнализации, светофоров переэздов, рельсовых цепных и шлагбаумных устройств [2–3].

Наша основная цель – обеспечить постоянную работу силовых трансформаторов и повысить эффективность работы электротехнических устройств железнодорожной автоматики и телемеханики. Если мы не сможем обеспечить эту преемственность, мы будем причиной остановки движения поездов на железнодорожных путях. Поэтому данные силовые трансформаторы считаются сложным электротехническим оборудованием, которое требует постоянного внимания со стороны специалиста, а наряду с регулярным осмотром требуется ремонт трансформатора через 10–12 лет эксплуатации. Таким образом, выход из строя силовых трансформаторов (рис. 1), работающих в условиях длительной эксплуатации в сетях железнодорожной автоматики и телемеханики, обусловлен следующими факторами. Основным из этих факторов является появление механической (твердой) смеси и воды в масле работающего трансформатора под воздействием внешней среды.



Рис. 1. Принципиальная схема силового трансформатора в процессе работы

В результате присутствия воды, пыли или отходов из внешней среды в результате длительной эксплуатации изоляционная и энергетическая стабильность отработанного трансформаторного масла снизится. Отработанное масло содержит мелкие механические частицы, неразрывимые соединения и различные отложения. Эти примеситакже вызваны ржавчиной, смазыванием или вскрытием бака трансформатора. Это приводит к выходу из строя трансформатора, приостановке работы электромобилиа и железнодорожных тяговых сетей.

Поэтому данные силовые трансформаторы считаются сложным электротехническим оборудованием, которое требует постоянного внимания и регулярного осмотра, а через 10–12 лет эксплуатации трансформатор нуждается в ремонте.

На длительную эксплуатацию в сетях железнодорожной автоматики и телемеханики влияет выход из строя силовых трансформаторов. В основе этого лежит образование механической (твердой) смеси воды и дождевой среды из масла в рабочем трансформаторе. Помимо обеспечения 80 % прочности силовых трансформаторов по электрической изоляции, а также для

установки в системе накопления тепла от активных частей силовых трансформаторов (обмотки и др.). Основные эксплуатационные характеристики трансформаторного масла являются дополнением к нормативному документу. С этой целью для повышения срока службы силовых трансформаторов, начиная с диагностической ситуации, необходимо проводить своевременную коррекцию состояния катушки, изоляционных материалов и масла. Если масло трансформатора повреждено, его можно будет вовремя регенерировать [3–5].

Экономии можно добиться за счет повторной очистки собственного масла трансформатора, а не его повторной смазки. Если регенерация расщепленного масла возобновится, регенерированное масло будет перекачено обратно в бак трансформатора. Если он не извлекается в виде нефти, его отправляют на утилизацию, и процесс повторяется (рис. 2) [6].



Рис. 2. Процессы очистки (или утилизации) трансформаторного масла

Теплоизоляция и энергетическая стабильность отработанного трансформаторного масла снижается из-за воздействия воды, частиц в виде пыли или

дождя. Есть мелкие механические, нерастворимые соединения и другие различные соединения, полезные для не возвращающихся ячеек. Эти примеси также могут быть вызваны царапинами, смазкой или недостаточным лакированием трансформатора, вызывая его ржавчину. Это приводит к выходу из строя трансформатора, приостановке работы электроподвижного состава и систем железнодорожной тяги [7].

Так, средний срок службы трансформаторного масла, гарантированный производителем, составляет от 6 до 8 лет. На практике он может прослужить 10 и более лет до очистки или замены. Правильно используемое трансформаторное масло позволяет продлить срок службы на 20–25, а в некоторых случаях и до 30 лет. При неправильном использовании электроизоляционные жидкости могут не работать даже в течение гарантийного срока. Первые 6–8 лет активности нефти характеризуются кислотностью 0,1 мг кон/г. Через 8–10 лет кислотное число может достигать 0,5 мг кон/г, поэтому необходимо удалять шлам с активной части трансформатора [8; 9]. Если обработку не проводить, повышение кислотного числа может продолжаться до значения 1 мг кон/г в ближайшие 2–3 года. После этого трансформаторное масло следует заменить на новое или восстановить.

По результатам проведенных исследований по очистке и улучшению эксплуатационного состояния трансформаторного масла можно сказать, что за счет очистки трансформаторного масла достигается низкое энергопотребление и высокая экономичность, улучшаются эксплуатационные характеристики трансформаторного масла [10].

В настоящее время на железных дорогах Узбекистана насчитывается более 520 железнодорожных переездов, из них около 300 неохраняемых и более 220 охраняемых. Устройством блокирования железнодорожного переезда (УБЖП) оборудовано около 150 охраняемых железных дорог. Имеется около 80 охраняемых железнодорожных переездов, в том числе скоростных участков [11; 12]. Трансформаторы КТП (комплектная трансформаторная подстанция) размещены в защищенных помещениях.

Поэтому с учетом вышеперечисленных процессов требуется своевременный технический осмотр и ремонт силовых трансформаторов, чтобы они работали в исправном состоянии. Поэтому требования по повышению КПД электрических устройств железнодорожной автоматики и телемеханики и увеличения их производительности достигаются за счет совершенствования КПД силовых трансформаторов.

Литература

1. Авазов, Б. К. Ишлатилиб бўлинган куч трансформатор мойларини эксплуатация жойида тозалаш имкониятлари / Б. К. Авазов, М. Базаров,

С. Б. Нуриддинов // Journal of new century innovations. – 2022. – Vol. 11, № 4. – P. 42–45.

2. Avazov, B. K. Transformer oil cleaning technology / B. K. Avazov, K. T. Qarshiyev // Academic research in educational sciences: proceedings of 3.TSTU conf. 1, Tashkent, 21–22 April 2022. – Tashkent, 2022. – P. 199–202.

3. Avazov, B. K. Mechanical impurities – as the main factor affecting the performance characteristics of oils of power traction transformers / B. K. Avazov, O. M. Kutbidinov, D. T. Yusupov // Young thought – the development of energy: proceedings of All-Russian scientific and technical conf. of students and undergraduates on the topic, Bratsk, 20–24 April 2020. – Bratsk, 2020. – P.143–146.

4. Авазов, Б. К. Очистка трансформаторного масла после эксплуатации / Б. К. Авазов // Архитектура и строительство: материалы 66 Междунар. науч. конф. Астраханского гос-го техн. ун-та, Астрахань, 2022. – Астрахань, 2022. – С. 658–661.

5. Avazov, B. K. Cleaning of used transformer oil / B. K. Avazov, D. T. Yusupov // Journal NX – A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal. – 2021. – № 1. – P. 719–724.

6. Шуварин, Д. В. Новые технологии очистки и регенерации энергетических масел / Д. В. Шуварин // Экологическая безопасность энергетики: опыт, проблемы, инновационные решения: материалы науч.-практ. конф., Москва, 2015. – Москва, 2015. – С. 49–57.

7. Богачков, И. М. Способ очистки трансформаторного масла / И. М. Богачков, Ю. А. Савиных // Нефть и газ. – 2011. – № 1. – С. 87–91.

8. Салихов, Т. П. Метод циркуляционной промывки трансформаторов с использованием адсорбентов и керамических мембран / Т. П. Салихов, В. В. Кан, Д. Т. Юсупов // Научно-технический журнал ФерПИ. – 2014. – № 4. – С. 62–66.

9. Кан, В. В. Очистка масляных трансформаторов с использованием мобильных установок на базе керамических мембран / В. В. Кан, Д. Т. Юсупов // Проблемы информатики и энергетики. – 2014. – № 6. – С. 85–89.

10. Сапожников, В. В. Электропитание устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи / В. В. Сапожников, Н. П. Ковалев, В. А. Кононов, А. М. Костроминов, Б. С. Сергеев. – М.: Маршрут, 2005. – 453 с.

11. Berdiyev, U. T. Soft magnetic materials for electric machine construction / U. T. Berdiyev, A. K. Vetcher, F. F. Hasanov, B. B. Avazov // AIP Conference Proceedings 2612, 050014, 2023. – doi.org/10.1063/5.0117785.

12. Каршиев, К. Т. Использование накопителей энергии в электроснабжении железнодорожного транспорта / К. Т. Каршиев, И. Б. Курбонов, С. Б. Нуриддинов, Б. К. Авазов // Journal of new century innovations. – 2022. – Vol. 19, № 1. – P. 75–78.