

О продлении срока эксплуатации высоковольтного оборудования

А. В. Новиков¹, О. А. Новоселова², Е. Н. Хорошинина³

¹кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой электрических станций, Вятский государственный университет. Россия, г. Киров. E-mail: novikov@vyatsu.ru

²старший преподаватель кафедры электрических станций, Вятский государственный университет. Россия, г. Киров. E-mail: novoselova@vyatsu.ru

³старший преподаватель кафедры электрических станций, Вятский государственный университет. Россия, г. Киров. E-mail: en_horoshinina@vyatsu.ru

Аннотация. В статье речь идет о продлении срока эксплуатации основного высоковольтного оборудования электрических станций и подстанций на примере Кировской и соседних областей. Обращено внимание на проблему недоступности сведений о повреждаемости за последние 20 лет и отсутствие единых подходов в оценке степени износа отдельных узлов. Приводятся примеры того, на что предлагает сосредоточить внимание энергетиков высшее руководство. Даны рекомендации по поводу того, какие первоочередные задачи следует решать в условиях недостаточного финансирования и какая роль в этом должна быть отведена вузовской науке.

Ключевые слова: генератор, трансформатор, изоляция, срок службы, диагностика, измерение, контроль.

Материал, изложенный в статье, вполне соответствует цели научно-практической конференции: определение возможностей решения актуальных задач энергетики Кировской области с использованием научного потенциала ВятГУ для решения практических задач. Прежде чем концентрировать внимание на реальных проблемах отрасли, справедливости ради, следует отметить, что за последние годы в энергетике Кировской области произошли существенные положительные изменения:

- демонтированы устаревшие агрегаты и введена в эксплуатацию парогазовая установка мощностью 230 МВт на Кирово-Чепецкой ТЭЦ-3;
- демонтировано три устаревших и введено в эксплуатацию два новых генератора общей мощностью 185 МВт на ТЭЦ-4;
- введены в эксплуатацию две подстанции напряжением 110 кВ «Заводская» и «Чижи».

Кировским энергетикам есть чем гордиться, ведь многим их коллегам из соседних областей и похвастаться нечем. Эти изменения очень важны и для ВятГУ. Теперь появилась возможность учить студентов, вживую демонстрируя им самое современное оборудование. В рамках акции «Энергия совместных достижений», проводимой ВятГУ совместно с компанией «Т-Плюс» и другими структурными подразделениями «Кировэнерго», на эти объекты в 2019 году были организованы десятки экскурсий для студентов разных курсов электротехнического факультета. Крепнут связи между ВятГУ и потенциальными работодателями, что не может не радовать. Но научное сотрудничество переживает не лучшие времена как по субъективным, так и объективным причинам.

Состояние энергохозяйства Кировской области во многом предопределено сроками ввода в эксплуатацию ее электростанций: ТЭЦ-1 – 1934 г.; ТЭЦ-3 – 1942 г.; ТЭЦ 4 – 1963 г.; ТЭЦ 5 – 1981 г.

Самой современной Кировской ТЭЦ-5 скоро исполнится 30 лет. Не лучшие возрастные характеристики у сетевого хозяйства. Далеко не все производители оборудования устанавливают ресурс, по истечении которого оно должно быть выведено из работы. Для силовых трансформаторов устанавливается гарантированный срок эксплуатации 25 лет [2, с. 14]. На практике решение о выводе из эксплуатации принимается не на основании превышения указанного срока, а на основании реального состояния оборудования. Единых подходов по его оценке нет, и каждый руководитель трактует его по-своему. Поэтому значительная часть силовых трансформаторов эксплуатируется с превышением расчетного ресурса [4, с. 27].

Исходя из годовых отчетов сетевых предприятий Кировской области и республики Марий Эл, большинство (56%) силовых трансформаторов напряжением 110 и 220 кВ работают с превышени-

ем гарантированного срока эксплуатации и многие – без капитального ремонта. Но сам факт превышения срока службы не является основанием для немедленной замены трансформатора. На практике принятие такого решения основывается на критериях предельного состояния [1, с. 24]. Многие сетевые предприятия перешли от нормативного календарного планирования ремонтов к проведению их по необходимости, в зависимости от реального технического состояния [7, с. 91]. Правильность такого подхода подтверждает опыт длительной эксплуатации трансформаторов свыше гарантированного срока и за рубежом [4, с. 28]. Окончательная оценка технического состояния осуществляется по комплексу контролируемых показателей. Казалось бы, нет причин бить тревогу. Но в настоящее время на территории области нет ни одного трансформатора напряжением 110 и 220 кВ, работающего «под контролем».

Эксплуатационный персонал, объясняя сложившуюся ситуацию, ссылается на то, что трансформаторы работают с существенной недогрузкой, при которой процессы старения изоляции замедляются. Это справедливо для трансформаторов систем электроснабжения, на электростанциях трансформаторы всегда работают с предельной нагрузкой.

На одном из сетевых предприятий республики Марий Эл средняя загрузка трансформаторов в летний период составляет 27%. При этом снижается нагрев и создается запас прочности изоляции. Но на изоляцию воздействует не только нагрузка (ток), но и высокое напряжение, воздействие которого нельзя не учитывать. Состояние устройства регулирования напряжения под нагрузкой (РПН) зависит от частоты переключений, состояние вводов – от внешних воздействий. Анализируя аварии последних десяти лет, можно сделать вывод о том, что повреждения наиболее подвержены высоковольтные вводы, устройства РПН, а также электродвигатели обдува трансформаторов, то есть узлы, состояние которых в большей степени зависит от внешних воздействий, а не от нагрузки.

Для продления срока эксплуатации «возрастного» трансформатора необходимо определить узлы, имеющие наибольшую вероятность отказов в работе. В СССР вопросы, связанные с детальным анализом повреждаемости силовых трансформаторов, были в ведении ВНИИЭ, ОРГРЭС и других ведомственных организаций. В настоящее время такую информацию найти чрезвычайно трудно [3, с. 28]. Хотя такая информация была бы очень полезна для многих руководителей.

Сложившуюся ситуацию можно охарактеризовать следующим образом. Основой российской энергетики до сих пор является оборудование, произведенное в СССР более 30 лет назад, устаревшее физически и морально. Естественным решением проблемы могла бы стать его постепенная плановая замена. Но для этого нужны значительные финансовые вливания в отрасль. Такой возможности пока нет.

На каждом этапе развития энергетики определялись приоритетные задачи и под их реализацию выделялись немалые средства, которые не всегда давали желаемый результат. Ситуация усугубляется еще и тем, что в угоду модным тенденциям руководителей предприятий вынуждают отвлекать и так весьма скудные ресурсы от решения реальных проблем. В результате оказались замороженными важные инвестиционные проекты, прекращено финансирование ряда научных разработок.

Советское оборудование оказалось на удивление прочным и надежным, но и оно не вечно. Для продления безаварийного срока эксплуатации необходимо произвести замену узлов, наиболее подверженных износу. Все это понимают, но при отсутствии финансирования не сидеть же сложа руки? Поэтому оперативному персоналу предлагается сконцентрировать свое внимание на вопросах, связанных с «бережливым производством». Это дело нужное, но основной проблемы не решает.

В 2018 году руководством отрасли было прекращено финансирование ряда направлений НИР, заморожены многие инвестиционные проекты. Рекомендовано сосредоточить все финансовые ресурсы на «цифровой энергетике». Тоже важное направление, и надо подумать, каким образом мы в нем можем участвовать. Но проблема состоит в том, что ряд предложенных производственными организациями и прошедших многие этапы согласования НИР попал «под сукно».

Нарушен сложившийся в последние годы принцип отбора, смысл которого состоял в следующем. Сначала список неотложных для решения задач (потенциальных НИР) предлагается специалистами предприятий (главными инженерами, руководителями служб, начальниками цехов). Обычно их предложения носят сугубо практический характер. Но, кроме решения практических задач, вузы должны продвигать науку вперед. На старом багаже далеко не уедешь. Кроме того, при выборе тем НИР нельзя опускаться до уровня ремесленников. Критерии выбора давно известны: актуальность, новизна, применение современного математического аппарата и другие. Кроме того, заказчик обязательно потребует регистрации программных продуктов, создания опытных образцов, их сертификацию и т. д. При выборе темы НИР необходимо «примерить» ее к будущим ВКР магистров, оценить ее с точки зрения «диссертательности». С учетом этих соображений кафедра предлагает свой перечень вопросов производственным организациям. Дальнейшая процедура такова. Путем

тайного голосования комиссия, состоящая из представителей производства и науки, выбирает 10–15 тем будущих НИР. Официальные заявки оформляются с помощью специалистов из соответственных служб университета и «Кировэнерго» и направляются, пройдя промежуточные согласования, в Москву.

Отбор тем осуществляется на техсовете «Россетей» в присутствии представителей филиалов МРСК. Затем утверждаются суммы средств, выделяемых на каждую разработку, и объявляется конкурс. Ответ зачастую приходится ждать долго. Он не всегда бывает положительным. Причина отказа может быть такой: конкурс выиграл другой вуз. За последние 10 лет кафедре электрических станций удалось получить только два положительных решения, хотя заявок было подготовлено значительно больше. В 2015–2019 годах требования к конкурсантам ужесточились, стало понятно, что таким образом выиграть конкурс у ВятГУ шансы не велики, а нашими идеями с удовольствием воспользуются другие.

В настоящее время поданные заявки заморожены, а средства, выделенные под научные разработки в 2019 году, будут направлены только на развитие «цифровой энергетики». Четкого разъяснения, какие мероприятия можно отнести к этому направлению, пока не существует. Но, возвращаясь к теме продления срока эксплуатации, следует заметить, что в современных устройствах неразрушающей диагностики высоковольтного оборудования используются преобразователи аналогового сигнала в цифровой. Увязав тему диагностики с цифровой энергетикой, вполне можно рассчитывать на ее финансирование, как одной из приоритетных.

Обсуждая тему научного взаимодействия с вузом, многие руководители сожалеют о том, что у них нет возможности финансировать научные исследования. Приобрести готовый прибор или устройство для них намного проще. Поэтому одной из реально осуществимых может быть следующая цепочка:

1. За счет внутреннего гранта создается научный задел, который реализуется в виде математической модели или лабораторной установки.
2. С помощью специалистов Инжинирингового центра созданный опытно-промышленный образец сертифицируется и предлагается заинтересованным в массовом производстве предприятиям.

Список литературы

1. Баширов М. Г., Хисматуллин А. С., Галлямов Р. У. Интегральный критерий оценки технического состояния силовых масляных трансформаторов // Энергетик. 2016. № 7. С. 24–26.
2. ГОСТ-11677-85. Трансформаторы силовые. Общие технические условия. Введ. 1986-07-01. М. : ИПК Издательство стандартов, 2002. 38 с.
3. Львов М. Ю. Анализ повреждаемости силовых трансформаторов напряжением 110 кВ и выше // Электричество. 2010. № 2. С. 27–31.
4. Львов М. Ю., Львова М. М. К вопросу о длительной эксплуатации силовых трансформаторов и автотрансформаторов напряжением 110 кВ и выше // Энергетик. 2014. № 5. С. 27–30.
5. Объем и нормы испытаний электрооборудования / под общ. ред. Б. А. Алексеева, Ф. Л. Когана, Л. Г. Мамиконянца. 6-е изд., с изм. и доп. М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2004. 256 с.
6. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ. М. : СПО ОРГРЭС, 2003. 256 с.
7. Способы диагностики РПН трансформаторов // Электротехнический рынок. 2013. № 3(51). С. 91–93.

About prolongation of service life of the high-voltage equipment

A. V. Novikov¹, O. A. Novoselova², E. N. Horoshinina³

¹PhD of technical sciences, associate professor, head of the Department of power plants, Vyatka State University. Russia, Kirov. E-mail: novikov@vyatsu.ru

²senior lecturer of the Department of electric stations, Vyatka State University. Russia, Kirov. E-mail: novoselova@vyatsu.ru

³senior lecturer of the Department of electric stations, Vyatka State University. Russia, Kirov. E-mail: en_horoshinina@vyatsu.ru

Abstract. The article deals with the extension of the life of the main high-voltage equipment of power plants and substations on the example of Kirov and neighboring regions. Attention is drawn to the problem of inaccessibility of data on damage over the past 20 years and the lack of common approaches in assessing the degree of wear of individual components. Examples of what the top management proposes to focus the attention of power engineers are given. Recommendations about what priorities should be solved in the conditions of insufficient financing and what role in it should be assigned to high school science are given.

Keywords: generator, transformer, insulation, service life, diagnostics, measurement, control.

References

1. Bashirov M. G., Hismatullin A. S., Gallyamov R. U. *Integral'nyj kriterij otsenki tehničeskogo sostoyaniya silovyh maslyanyh transformatorov* [Integral criterion of estimation of technical condition of power oil transformers]. *Energetik – Energetik*. 2016, No. 7, pp. 24–26.
2. GOST-11677-85. Power transformers. General specifications. Intr. 1986-07-01. M. Publishing and printing complex Publishing house of standards. 2002. 38 p. (in Russ.)
3. L'vov M. YU. *Analiz povrezhdaemosti silovyh transformatorov napryazheniem 110 kV i vyshe* [Analysis of damage of power transformers with voltage of 110 kV and above] // *Elektrichestvo – Electricity*. 2010, No. 2, pp. 27–31.
4. L'vov M. YU., L'vova M. M. *K voprosu o dlitel'noj ekspluatatsii silovyh transformatorov i avtotransformatorov napryazheniem 110 kV i vyshe* [On the issue of long-term operation of power transformers and autotransformers with voltage of 110 kV and above] // *Energetik – Energetik*. 2014, No. 5, pp. 27–30.
5. *Ob'em i normy ispytaniy elektrooborudovaniya – The scope and norms of electrical equipment testing / under the general editorship of B. A. Alekseeva B. A., F. L. Kogan, L. G. Mamikonyants*. 6th publ., with rev. and add. M. Publishing house of the SC ENAS. 2004. 256 p.
6. *Pravila tehničeskoy ekspluatatsii elektricheskikh stantsij i setej RF – Rules of technical operation of power plants and networks of the Russian Federation*. M. SPO ORGRES. 2003. 256 p.
7. *Sposoby diagnostiki RPN transformatorov – Methods of diagnosis transformers regulation under voltage* // *Elektrotehnicheskij rynek – Electrical market*. 2013, № 3 (51), pp. 91–93.