ПИЛОТНЫЕ ПРОЕКТЫ КАК ЭТАП СОЗДАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ПОДСТАНЦИЙ ПАО «ФСК ЕЭС»

АВТОРЫ:

РЯБИН Т.В.,
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

ПАРИНОВ И.А.,
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

Использование частотного управления двигателями системы охлаждения трансформаторов и реакторов, применение жидкостных систем охлаждения трансформаторов и систем утилизации тепловых потерь трансформаторов и реакторов на нужды отопления зданий с применением тепловых насосов позволит добиться значительного сокращения расхода на собственные нужды подстанций.

Ключевые слова: энергосбережение; энергоэффективность; собственные нужды подстанций; частотное регулирование; система охлаждения трансформаторов; тепловой насос.

Трансформатор подстанции 500 кВ «Нижегородская» МЭС

ВВЕДЕНИЕ

Вопрос энергетической эффективности работы оборудования для обеспечения собственных нужд подстанций (СН ПС) исторически рассматривался в нашей стране как второстепенный. Такое отношение было обусловлено тем, что расход на собственные нужды включается в технологические потери электросетевых компаний по фактическим значениям; нормативные расходы на СН ПС, как правило, значительно выше фактических значений, а доля СН ПС в общей структуре потерь электросетевой компании обычно не превышает 5%.

Такая ситуация была характерна и для ПАО «ФСК ЕЭС» до 2011 г., когда в рамках энергетического обследования был проведен подробный анализ потенциала энергосбережения в области СН ПС. Полученные результаты показали следующее:

- Нормативный уровень расхода на СН ПС рассчитывается по устаревшей методике [1], которая не учитывает фактические режимы работы оборудования подстанций, а значительная часть современного оборудования просто отсутствует.
- Несмотря на относительно небольшую долю СН ПС в структуре потерь (4,56% от суммарных потерь электроэнергии в 2014 г.), в денежном выражении они составляют около 1 млрд руб. в год. Расход на СН ПС обладает значительным потенциалом его сокращения. По некоторым составляющим структуры расхода на СН ПС, как будет показано ниже, потенциал сокращения превышает 60%.
- В 2015 г. планируются изменения в порядке нормирования технологических потерь, в итоге включаться в норматив потерь электроэнергии будут нормативные значения расхода электроэнергии на СН ПС. А это означает, что предлагаемые к включению в состав технологических потерь расходы на СН ПС потребуют обоснования и защиты в Минэнерго России и Федеральной службе по тарифам (ФСТ России).
- С 2011 г. ФСТ России устанавливает ежегодные показатели сокращения удельного расхода на СН ПС. Их достижение требует однозначного определения, за счет каких мероприятий будет сокращаться расход на СН ПС. При этом необходимо понимать, до какого предельного уровня и с какими затратами собственные нужды можно сократить.
- Размещенные для общественного обсуждения изменения в Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» предполагают обязательное сохранение экономии, полученной в результате проведения мероприятий по сокращению объема используемых энергетических ресурсов (в том числе потерь энергетических ресурсов при их передаче), за организациями, осуществляющими регулируемые виды деятельности. Кроме того, законопроектом устанавливается ответственность за недостижение организациями с участием государства или муниципального образования, а равно организациями, осуществляющими регулируемые виды деятельности, запланированных программой целевых показателей энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Совокупность этих факторов привела к необходимости переосмысления значения мероприятий, направленных на снижение технологического расхода электроэнергии при ее передаче на СН ПС, в программе энергосбережения и общем уровне энергетической эффективности ПАО «ФСК ЕЭС». Полученные по результатам анализа информации энергетического обследования, пилотных проектов и реализации программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности ПАО «ФСК ЕЭС» оценки потенциала и показателей эффективности различных мероприятий по сокращению расхода на СН ПС позволяют говорить об имеющихся возможностях сокращения расхода на СН ПС:

- по существующим подстанциям в 15–30%,
- по новым и проектируемым подстанциям в 40–50% снижения удельного потребления электроэнергии.

Следует отметить, что проводимые в ПАО «ФСК ЕЭС» работы по повышению эффективности работы оборудования для обеспечения собственных нужд перекликаются

ДИНАМИКА РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА СН ПС И КОЛИЧЕСТВА ПОДСТАНЦИЙ

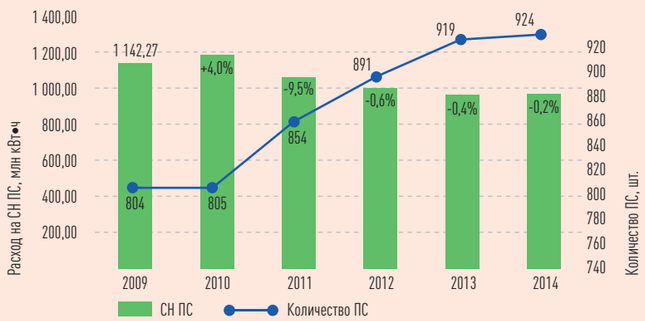


Рис. 1

с подобными разработками в зарубежных электроэнергетических компаниях. Публикации института EPRI по опыту повышения эффективности работы СН ПС в США подтверждают актуальность данной тематики за рубежом. Тот факт, что подстанции ПАО «ФСК ЕЭС» находятся в различных климатических зонах, включают в себя подстанции от 1150 до 220 кВ и ниже, находятся в управлении одной компании, а также спектр применяемых технических решений и возможность массового внедрения эффективных технологий, позволяют ПАО «ФСК ЕЭС» лидировать по ряду направлений повышения эффективности работы оборудования СН ПС.

ПОТЕНЦИАЛ СНИЖЕНИЯ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА СН ПС

Комплекс оборудования СН ПС обеспечивает бесперебойную работу основного и вспомогательного оборудования подстанции. Многообразие видов токоприемников собственных нужд дает обширное поле деятельности для задач энергосбережения и повышения энергетической эффективности. С одной стороны, объединение «взаимоисключающих» процессов способно дать значительный синергетический эффект — например, объединение технологических процессов охлаждения оборудования и обогрева зданий. С другой — использование современных технологий, таких как частотное регулирование двигателей системы охлаждения трансформаторов и реакторов, современных технологий в области отопления зданий, новых типов энергоэффективных светильников, позволяет вывести эффективность работы оборудования на совершенно новый уровень. Все это изменяет существующий консервативный подход к эксплуатации, проектированию собственных нужд подстанции, а самое важное — ожидаемый уровень расхода электроэнергии на собственные нужды.

Динамика расхода электроэнергии на СН ПС ПАО «ФСК ЕЭС» в период с 2011 по 2014 гг. имеет тенденцию к снижению. В указанный период в рамках программ энергосбережения ПАО «ФСК ЕЭС» на подстанциях преимущественно реализовывались организационные мероприятия и мероприятия, связанные со снижением расхода на обогрев зданий подстанций (утепление стен зданий и замена окон). График динамики расхода электроэнергии на СН ПС (рис. 1) показывает, что потенциал энергосбережения, связанный с такими мероприятиями, к настоящему моменту практически «выбран», и для дальнейшего повышения эффективности работы оборудования СН ПС требуется качественно новый подход.

Ответить на вопрос, какими мероприятиями возможно и дальше эффективно снижать расходы на СН ПС, помогает анализ структуры потребления собственных нужд.

На сегодняшний день точная информация о структуре фактического расхода на собственные нужды ПАО «ФСК ЕЭС» отсутствует, так как нормы проектирования подстанций предусматривают только учет электроэнергии на трансформаторах, используемых для обеспечения собственных нужд. При планировании мероприятий и анализе эффективности работы оборудования СН ПС приходится ориентироваться на структуру нормативного расхода, корректируя ее в соответствии с величиной фактического расхода по каждой подстанции. Такой подход вносит определенную погрешность, но в целом позволяет оценить структуру расхода электроэнергии на собственные нужды по каждой подстанции. Результаты оценки структуры расхода для всех подстанций ПАО «ФСК ЕЭС» приведены на рис. 2.

Важным при планировании и внедрении мероприятий по энергосбережению является определение уровня потребления, до достижения

которого оборудование не рассматривается при планировании мероприятий по энергосбережению, так как повышение эффективности работы такого оборудования влечет за собой несопоставимый эффекту уровень затрат. Как правило, таким уровнем являются технологические нормы расхода, получаемые путем обобщения статистических данных. Как уже отмечалось, существующие нормы расхода на собственные нужды подстанций значительно устарели и не позволяют использовать их для оценки эффективности работы оборудования для обеспечения собственных нужд. Например, с одной стороны, в перечне токоприемников Инструкции по нормированию [1] доля АСУ подстанции значительно меньше фактического потребления современными системами управления, учета электроэнергии, релейной защиты и автоматики подстанции совместно с необходимыми для их работы системами кондиционирования. С другой стороны, нормы на охлаждение трансформаторов и реакторов определены исходя из условий работы оборудования, которые не находят отражения в фактических режимах работы, что приводит к завышению этой составляющей расхода электроэнергии.

В качестве критерия эффективности в ПАО «ФСК ЕЭС» используется критерий экономической эффективности — реализуемое мероприятие должно окупаться за заданный при планировании мероприятий срок. Филиалом ПАО «ФСК ЕЭС» — Центром технического надзора (ЦТН) — разработаны методические указания по расчету экономического эффекта от реализации мероприятий, которые определяют минимально допустимые показатели эффективности для включения в программу энергосбережения.

В начале 2015 г. между ЦТН и ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» было заключено соглашение о сотрудничестве в области энергосбережения и повышения энергоэффективности объектов ПАО «ФСК ЕЭС» (рис. 3). Целью соглашения стала необходимость совместной реализации мероприятий, направленных на формирование единого информационного пространства, повышение качества выполнения энергосберегающих мероприятий, а также пропаганды энергосбережения. В частности, работа ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» в области разработки нормативно-технических документов, инструкций, стандартов для ПАО «ФСК ЕЭС» совместно со специалистами ЦТН позволит значительно повысить качество их разработки. Опыт ЦТН позволит выделить вопросы энергосбережения, действительно актуальные для материнской компании, и сконцентрироваться на них.

СТРУКТУРА РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА СН ПС ПАО «ФСК ЕЭС» ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

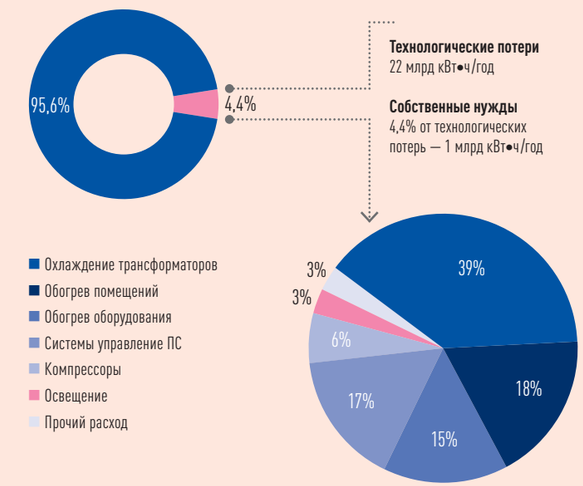


Рис. 2

Использование методических указаний позволяет избежать нерациональных затрат и провести ранжирование мероприятий. Однако перед разработкой мероприятий необходимо знать, в какой структурной составляющей расхода на СН ПС имеется резерв, и за счет каких мероприятий будет достигаться экономия. Огромную помощь при планировании мероприятий и анализе режимов работы по обеспечению собственных нужд оказала бы система мониторинга расхода электроэнергии по токоприемникам для собственных нужд. Внедрение такой системы технического учета на этапе проектирования подстанции незначительно повлияет на стоимость работ, однако на порядок повысит точность планирования мероприятий по сокращению расхода на СН ПС.

Анализ результатов энергетического обследования и проведенных ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» обследований подстанций показал, что потенциал сокращения расхода электроэнергии целесообразно разделять на две составляющие:

1. технологический потенциал — сокращение расхода за счет внедрения всех возможных технологий энергосбережения без учета экономических показателей проекта;
2. экономический потенциал — сокращение расхода за счет внедрения технологий с заданными показателями экономической эффективности.

Такое разделение позволяет, с одной стороны, оценить предельно возможное сокращение расхода на собственные нужды в целом, с другой — тот уровень расхода, ниже которого опускаться нет смысла с экономической точки зрения.

Знание структуры потенциала по составляющим позволяет системно подходить к вопросу планирования мероприятий на подстанциях. Важно отметить, что разрыв между технологическим и экономическим потенциалами сокращается по мере удешевления технологий и в зависимости от объемов внедрения. Разделение потенциала по указанным составляющим расхода энергии для собственных нужд подстанций приведено в табл. 1 и на рис. 4.

Важным результатом, который был получен при анализе потенциала снижения расхода электроэнергии на СН ПС ПАО «ФСК ЕЭС», является то, что более 60% расхода электроэнергии на СН ПС (рис.5) потребляется 20% подстанций. Подстанции с наибольшим фактическим расходом имеют значительно больший экономический потенциал. Кроме того, сокращение расхода на СН ПС на этих подстанциях даст в процентном отношении сопоставимое снижение расхода на СН ПС ПАО «ФСК ЕЭС» в целом.

Эти подстанции обеспечивают и лучшие показатели экономической эффективности инвестиций. Именно крупные подстанции должны рассматриваться как приоритетные объекты при реализации комплексных проектов повышения эффективности обеспечения СН ПС.

Реализация существующего потенциала по сокращению расхода электроэнергии на СН ПС требует разработки и внедрения технологий, специально разработанных и адаптированных для применения на подстанциях ПАО «ФСК ЕЭС». Как показано ниже, наибольшим потенциалом для экономии обладают расход на охлаждение трансформаторов и реакторов, на обогрев оборудования и обогрев помещений. Для определения конкретных технических решений по сокращению расхода указанными составляющими на подстанциях ПАО «ФСК ЕЭС» был реализован ряд пилотных проектов, позволивших оценить применимость и эффективность различных подходов.

Рис. 3
Заключение соглашения между ЦТН и ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» о сотрудничестве в области энергосбережения и повышения энергоэффективности объектов ПАО «ФСК ЕЭС»

ПОТЕНЦИАЛ СНИЖЕНИЯ РАСХОДА НА СН ПС

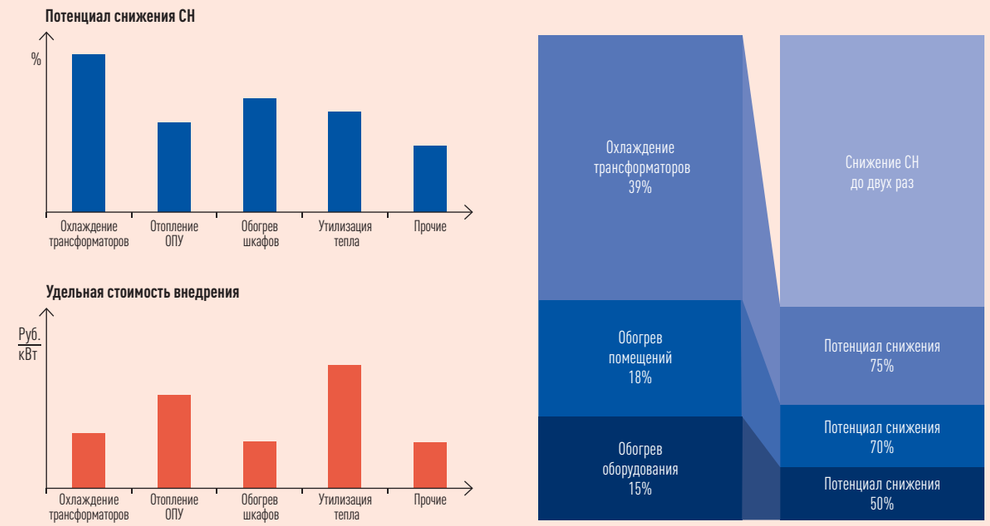


Рис. 4

ПИЛОТНЫЕ ПРОЕКТЫ

Результаты энергетического обследования 2012 г. показали необходимость отработки новых технологий энергосбережения для дальнейшего повышения эффективности работы по обеспечению собственных нужд подстанций ПАО «ФСК ЕЭС». Проведенная ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» работа по анализу перспективных технологий и ожидаемых эффектов от их внедрения позволила в 2012 г. сформировать и утвердить Программу реализации инновационных мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности ПАО «ФСК ЕЭС». Программа включала в себя работы как в области повышения энергоэффективности хозяйственных нужд, так и в области СН ПС ПАО «ФСК ЕЭС». Финансирование осуществлялось за счет операционной деятельности, что не является оптимальным способом финансирования, однако все проекты были успешно завершены.

В рамках реализации Программы на подстанции 500 кВ «Нижегородская» МЭС Волги были реализованы такие пилотные проекты повышения энергетической эффективности, как внедрение первой в России установки утилизации тепла трансформатора для отопления здания Общеподстанционного пункта управления (ОПУ) подстанции и замена шкафов управления охлаждением АТ-1. До реализации проектов структура расхода электроэнергии на собственные нужды подстанции имела следующий вид (рис. 6).

Отопление здания ОПУ подстанции «Нижегородская» осуществлялось двумя электродными котлами общей мощностью 540 кВт. Котлы не имели автоматизированной регулировки режимов работы и контролировались только по температуре подачи воды в контур отопления здания. Система отопления здания ОПУ однотрубная. Для системы отопления использовалась вода из артезианской скважины. Плохое состояние системы отопления приводило к значительным утечкам воды и необходимости постоянного добавления ее в систему.

При реализации проекта для отопления здания ОПУ была внедрена система утилизации тепла масла автотрансформатора посредством применения теплового насоса этиленгликоль/вода. Принципиальная схема установки представлена на рис. 7.

Расчетная температура окружающего воздуха, до которой тепловой насос обеспечивает обогрев

ГРАНИЧНЫЕ УРОВНИ СОКРАЩЕНИЯ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА СН ПС

Показатель	Технологический потенциал+, %	Эффект, окупаемый мероприятиями*			
		снижение+, %	снижение, млн кВт•ч	эффект, млн руб.	затраты, млн руб.
Расход на охлаждение трансформаторов и реакторов	75	18	68	58,62	590
Расход на обогрев оборудования	50	10	14	12,53	125
Расход на электродвигатели компрессоров воздушных выключателей	5	2	1	1,00	10
Обогрев помещений	70	15	26	22,55	220
Внутреннее и наружное освещение	50	7	2	1,75	18
Итого	**51,15**	**11,55**	**111**	**96,45**	**963**

* Окупаемый эффект — сокращение расхода, достигаемое только за счет окупаемых мероприятий.
+ Доля сокращения от составляющей расхода на СН ПС.
Таблица 1

здания, составляет –30 °С. В случае более низких температур в течение трех и более дней и при отключении автотрансформатора для отопления здания в системе предусмотрено включение резервного электрокотла.

Проблема безопасности установки по отношению к работе автотрансформатора являлась приоритетной, и для ее решения были применены:

- двухстеночный теплообменник масло/этиленгликоль, практически исключающий своей конструкцией смешение сред и вероятность попадания этиленгликоля в бак автотрансформатора;
- автоматический затвор, отсекающий возврат масла при остановке маслонасоса.

В настоящее время проводятся работы по повышению эффективности действующей системы утилизации тепла и разработке типовых решений для их последующего внедрения на подстанциях ПАО «ФСК ЕЭС». Основными дополнениями к существующей системе являются:

- зонирование помещений по температурному режиму, исходя из требований расположенного в этих помещениях оборудования и персонала (рис. 8);
- реконструкция системы отопления здания ОПУ с использованием современных низкотемпературных радиаторов отопления, термостатических датчиков температуры на радиаторах отопления и переход от однотрубной системы отопления к двухтрубной;
- интеграция системы управления установкой утилизации тепла трансформатора с АСУ ТП подстанции.

Использование установки утилизации тепла совместно с мероприятиями по повышению эффективности ограждающих конструкций здания ОПУ позволило сократить потребление электроэнергии на отопление здания ОПУ с 320 до 95 тыс. кВт•ч в год. Средняя мощность отопления здания ОПУ площадью 1500 м^2 с учетом вспомогательного оборудования (насосов и системы системы автоматики) не превышает 20 кВт. Таким образом, удельная мощность отопления после применения установки утилизации тепла составляет 14 Вт/м^2 при средней норме 100 Вт/м^2.

Параллельно с внедрением установки утилизации тепла на ПС 500 кВ «Нижегородская» были внедрены модернизированные шкафы управления охлаждением автотрансформаторов (ШАОТ) АТ-1 500 кВ, позволяющие осуществлять плавный пуск масляных насосов и вентиляторов

охладителей и передавать информацию о режимах работы системы охлаждения на диспетчерский пульт путем интеграции ее с АСУ ТП подстанции.

Реализация проекта по модернизации ШАОТ позволила увеличить совокупный эффект от внедрения установки утилизации тепла за счет согласования режимов работы системы охлаждения и установки утилизации тепла. В зимний период установка утилизации тепла выступает дополнительным охладительным блоком, что приводит к снижению потребления электроэнергии системой охлаждения. Несмотря на неоптимальность примененного технического решения, опыт повышения эффективности работы ШАОТ лег в основу комплексного проекта повышения работы системы охлаждения автотрансформатора на ПС 750 кВ «Владимирская» МЭС Центра, который рассмотрен ниже.

ПИЛОТНЫЕ ПРОЕКТЫ 2015 Г.

Реализованные в 2013–2014 гг. пилотные проекты по системе охлаждения трансформаторов и системе отопления зданий позволили перейти к комплексному модульному проекту повышения эффективности работы системы охлаждения трансформатора, имеющему следующие особенности:

- система регулирования производительности существующих охладителей автотрансформаторов за счет внедрения системы частотного регулирования;
- система жидкостного охлаждения автотрансформаторов;
- система утилизации тепла от систем жидкостного охлаждения для отопления зданий ПС;
- система мониторинга расхода отдельными токоприемниками (группами токоприемников) собственных нужд.

В 2015 г. ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» провело обследования подстанций МЭС Центра на предмет разработки предложения по повышению эффективности работы оборудования собственных нужд. По результатам обсуждения отчета с технико-экономическим обоснованием разработанных предложений со специалистами МЭС Центра и службы Главного инженера ПАО «ФСК ЕЭС» в программу пилотных проектов был включен проект по повышению эффективности работы собственных нужд ПС 750 кВ «Владимирская».

Реализация проекта на ПС «Владимирская» позволит:

- обеспечить значительную экономию электроэнергии на собственные и хозяйственные нужды;
- заменить неэффективное устаревшее оборудование систем охлаждения трансформаторов на современное, экономичное и надежное с сохранением существующей схемы охлаждения в качестве резервной;
- обеспечить комплексную автоматизацию технологического процесса;
- обеспечить высокий уровень эффективности инвестиций.

Следует отдельно отметить, что с помощью пилотного проекта планируется показать пример применения системы жидкостного охлаждения трансформаторов с эффективностью в 1,5–2 раза выше существующих систем охлаждения ДЦ, используемых на большинстве трансформаторов ПАО «ФСК ЕЭС».

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА СН ПС ПАО «ФСК ЕЭС»

Рис. 5

СТРУКТУРА РАСХОДА НА СН ПС 500 КВ «НИЖЕГОРОДСКАЯ»

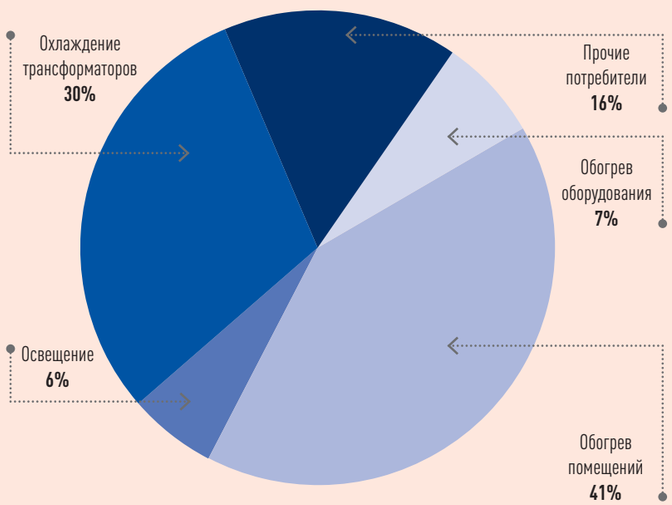


Рис. 6

При этом увеличение капиталовложений составит около 20%. При новом строительстве и реконструкции капиталовложения могут быть ниже, чем при установке систем ДЦ за счет экономии на мощности трансформатора собственных нужд, стоимости кабелей и коммутации.

Для отопления зданий ОПУ и управления ПМЭС в проекте предлагается использование теплового насоса с этиленгликолем системы жидкостного охлаждения трансформатора в качестве источника тепла. Современные тепловые насосы, спроектированные на температурную обеспеченность 95%, позволяют сократить расход электроэнергии на отопление приблизительно в 4,5 раза. Система отопления зданий ОПУ и управления ПМЭС спроектирована на температуру подачи 60°С, соответственно, для внедрения теплового насоса не придется модернизировать систему отопления, а существующие котлы будут использоваться в качестве резервных. Также при небольшой доработке тепловой насос может использоваться в качестве источника холода для системы кондиционирования.

Реализация пилотного проекта на ПС «Владимирская» позволит:

- провести апробацию и разработать технические требования к системам мониторинга расхода электроэнергии по отдельным группам токоприемников собственных нужд;
- оценить фактическую эффективность применения современных автоматизированных ШАОТ по сравнению с традиционными системами управления охлаждением трансформаторов;
- изучить возможность и перспективы внедрения систем жидкостного охлаждения на подстанциях ПАО «ФСК ЕЭС»;
- разработать проект построения высокоэффективной модульной системы сокращения расхода на собственные нужды подстанции (ШАОТ, жидкостное охлаждение и утилизация тепла трансформатора для отопления зданий).

Результаты пилотного проекта на ПС «Владимирская» будут использоваться как при модернизации существующих подстанций, так и при проектировании новых. Например, использование комбинированной системы охлаждения с установкой утилизации тепла позволило бы осуществлять теплоснабжение целого поселка около проектируемой подстанции 220 кВ «Хани». Немаловажным результатом пилотных проектов является и проводимое согласование технических решений с заводами-изготовителями оборудования. С одной стороны, это позволяет получить оценку влияния новых технологий на надежность работы оборудования, с другой — может в дальнейшем обеспечить использование необходимых высокоэффективных технических решений уже на заводе, при комплектации нового оборудования, что значительно снизит стоимость внедрения энергосберегающих технологий.

При проведении обследования подстанций МЭС Центра в рамках подготовки проекта комплексного повышения эффективности работы системы охлаждения трансформаторов ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» было предложено включить в план

НИОКР ПАО «ФСК ЕЭС» разработку математической модели нагрева обмоток трансформатора. Так, на ПС 500 кВ «Очаково» установлены современные автотрансформаторы, и модернизация системы охлаждения на ней не дала бы ожидаемых результатов. Однако эти трансформаторы оборудованы современной системой охлаждения и датчиками температуры обмоток, что позволяет использовать их как «полигон» для отработки технических решений по повышению эффективности работы системы охлаждения и математической модели теплового баланса трансформатора с последующим применением полученных результатов при модернизации трансформаторов с устаревшей системой охлаждения. В рамках работы предполагается оснащение трансформаторов системой частотного регулирования маслонасосов и вентиляторов обдува. При помощи установленного на трансформаторе оптического датчика температуры обмотки будут проведены исследования влияния производительности системы охлаждения на температурный режим масла вблизи обмоток. Полученная в результате работы модель трансформатора с системой охлаждения позволит повысить эффективность работы систем охлаждения трансформаторов, не оборудованных датчиками температуры обмотки.

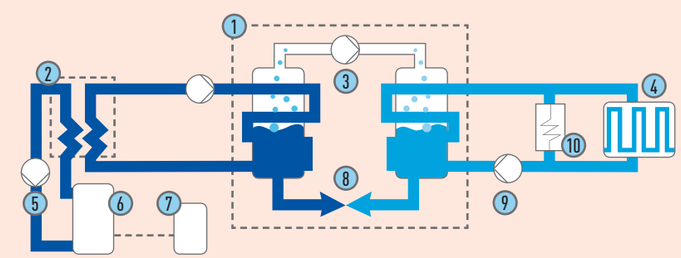
Подготовленные по результатам обследования материалы убедили руководство ПАО «ФСК ЕЭС» в перспективности данной тематики, было принято решение продолжать исследования по этому направлению.

ВЫВОДЫ

Обобщая опыт ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» в области проведения энергетических обследований, разработки и реализации проектов повышения энергетической эффективностиобъектов ПАО «ФСК ЕЭС», важно отметить, что:

1. Подстанция как объект внедрения энергосберегающих мероприятий обладает значительным потенциалом сокращения расхода электроэнергии. В отличие от мероприятий по сокращению потерь электроэнергии мероприятия по повышению эффективности работы собственных нужд подстанций имеют высокие экономические показатели эффективности.
2. Технически достижимым потенциалом снижения расхода электроэнергии на СН ПС является величина 40–50% . Однако при внедрении должны в обязательном порядке учитываться экономические показатели мероприятий и получаемый фактический эффект от мероприятий. Для решения этой задачи необходима разработка, апробация и массовое внедрение инновационных комплексных проектов в области повышения эффективности работы СН ПС, первыми этапами которой являются описанные в статье пилотные проекты и НИОКР.
3. Пилотное внедрение энергосберегающих технологий должно обеспечивать возможность массового внедрения положительного опыта на подстанциях ПАО «ФСК ЕЭС». Тиражирование положительного опыта пилотных проектов должно осуществляться посредством:
   - технической политики;
   - типовых проектов;
   - целевых программ.
4. Формат пилотных проектов является оптимальным инструментом отработки перспективных технологий перед принятием решения об их массовом тиражировании.

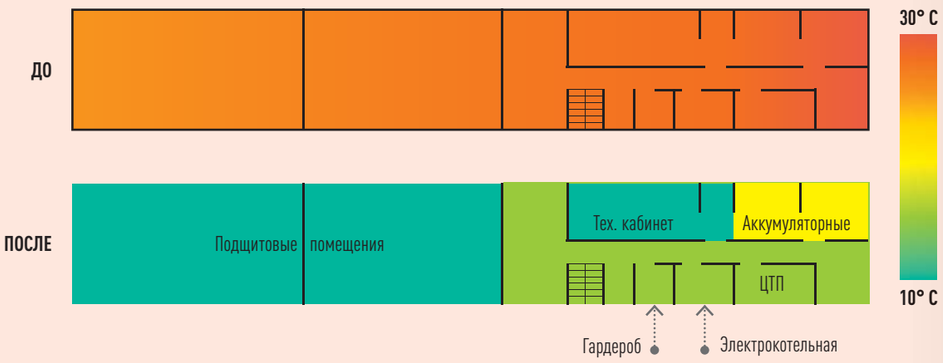
ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА УСТАНОВКИ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА ТРАНСФОРМАТОРА



1. Тепловой насос. 2. Теплообменник. 3. Компрессор. 4. Система отопления здания. 5. Циркуляционный насос масляного контура. 6. Автотрансформатор. 7. Шкаф управления охлаждением автотрансформатора. 8. Дроссель. 9. Циркуляционный насос. 10. Резервные электрокотлы.

Рис. 7

ПРИМЕР ЗОНИРОВАНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ ОПУ



Проект температурного зонирования помещений ПС 500 кВ «Нижегородская»

ЭФФЕКТ ОТ ЗОНИРОВАНИЯ:

- Снижение на ~30% энергопотребления на отопление
- Исключение перетопов в ответственных помещениях (аккумуляторная, северная)

Рис. 8

Основными преимуществами пилотных проектов является то, что:

– их внедрение в условиях действующей подстанции позволяет максимально точно оценить затраты на реализацию при массовом внедрении, возможность интеграции с технологическими системами подстанции, масштабирование применяемых технологий, выявить потенциальные проблемы с точки зрения эксплуатации и обслуживания нового оборудования;
– существует возможность создания «опытного стенда», моделирующего условия работы оборудования других подстанций;
– этап разработки типовых технических решений по результатам опытного внедрения позволяет актуализировать и обобщить информацию об инфраструктуре подстаций и использовать ее при разработке общих программ энергосбережения;
– пилотное внедрение позволяет сокращать расход электроэнергии на подстанции и является помимо испытательного стенда и энергосберегающим мероприятием, обеспечивающим экономию электроэнергии.

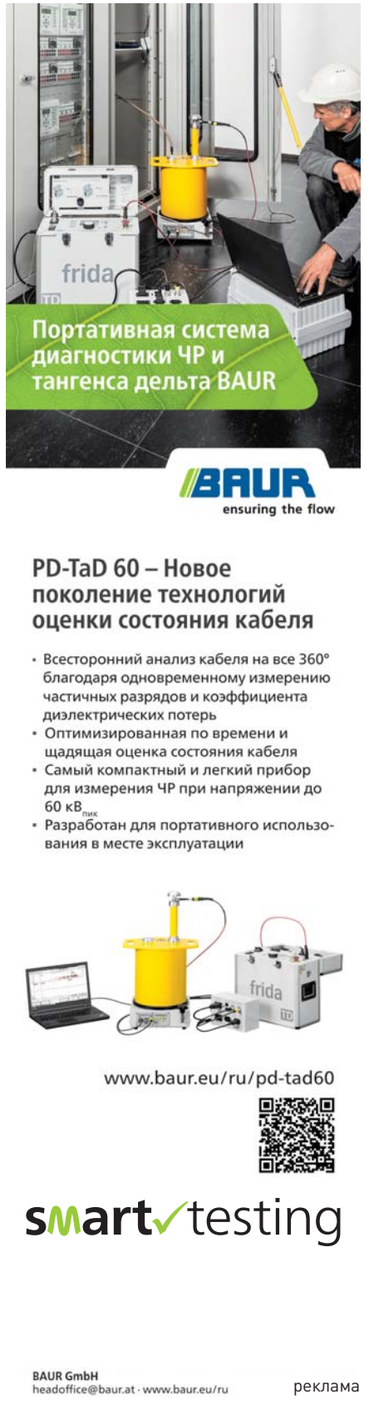
При этом пилотное внедрение не должно восприниматься как мероприятие по энергосбережению в чистом виде. Окупаемость пилотного проекта является желательным, но не обязательным условием его реализации. Пилотный проект в первую очередь должен показать перспективность применения тех или иных технологий энергосбережения и дать максимально возможную информацию для разработки типовых решений и массового внедрения. Удорожание пилотного проекта за счет избыточного функционала впоследствии окупается путем внедрения проработанных и гарантированно эффективных решений при тиражировании технологии.

5. Основными направлениями повышения эффективности работы СН ПС ПАО «ФСК ЕЭС» являются:
– оптимизация работы систем охлаждения трансформаторов и реакторов;
– повышение эффективности работы систем отопления зданий и использование в качестве источников тепла тепловых потерь трансформаторов и реакторов;
– внедрение автоматизированных систем мониторинга расхода на СН ПС;
– уточнение и постоянная актуализация норм расхода на СН ПС, позволяющих адекватно оценивать эффективность работы СН ПС.

6. Пилотные проекты апробации энергоэффективных технологий могут финансироваться следующими способами:
– целевые программы;
– индивидуальные проекты.

Вне зависимости от способа финансирования пилотное внедрение должно обеспечивать решение своей основной задачи — апробацию технологий и подготовку успешных решений к массовому внедрению. И, следовательно, финансирование пилотных проектов не может проводиться через ремонтные программы из-за ограничений на разрабатываемую проектную документацию и особенностей финансирования ремонтных программ. В то же время, пилотные проекты не являются инвестиционным проектом по строительству в чистом виде, так как значительная часть результата работы лежит в научно-исследовательской области. Возможно, для успешной реализации пилотных проектов по энергосбережению потребуется введение нового типа договора, объединяющего в себе особенности реализации проектов нового строительства и научно-исследовательской деятельности.

7. Немаловажную роль при планировании мероприятий и оценке их эффективности играет система мониторинга фактического расхода и система нормирования расхода на собственные нужды. Реализация мероприятий, внедрение новых технологий и оборудования на подстанции оказывают существенное влияние на потенциал снижения расхода. Своевременная актуализация изменений в составе оборудования и анализ причин изменения расхода на собственные нужды позволят исключить реализацию неэффективных мероприятий и повысят общую экономическую эффективность программы энергосбережения. Использование действующей методики нормирования собственных нужд не позволяет корректно оценивать эффективность работы по обеспечению СН ПС. Необходимо провести работу по актуализации существующих норм расхода на СН ПС ПАО «ФСК ЕЭС». В дальнейшем работа по пересмотру норм расхода на собственные нужды должна проводиться с периодичностью 5–7 лет. Это позволит учитывать изменения в составе оборудования и актуальный уровень эффективности работы оборудования СН ПС.

ЛИТЕРАТУРА

1. РД 34.09.208. Инструкция по нормированию расхода электроэнергии на собственные нужды подстанций 35–500 кВ. М., 1981.