

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ СО СНИЖЕННЫМ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ

ЯКШИНА Н.В., начальник департамента энергосбережения и повышения энергетической эффективности ОАО «МРСК Центра»

Структура технологических потерь электроэнергии в филиалах ОАО «МРСК Центра» такова, что на долю потерь в трансформаторах (нагрузочных и условно-постоянных) приходится от 20 % до 30 %. Это значительная величина, поэтому подлежит пристальному вниманию. Проведем детальный анализ потерь электроэнергии в распределительных силовых трансформаторах и определить потенциал и способы снижения потерь на примере одного из филиалов ОАО «МРСК Центра» – «Белгородэнерго».

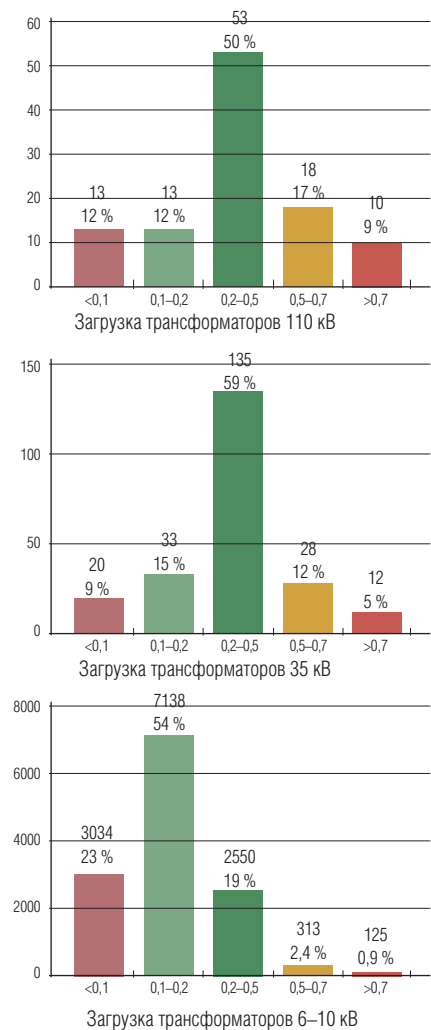


Рис. 1. Коэффициенты загрузки трансформаторов филиала ОАО «МРСК Центра» – «Белгородэнерго»

Понятия «Энергосбережение» и «Повышение энергетической эффективности» в последнее время стали настолько избитыми, что порой просто не воспринимаются всерьез. И прежде всего потому, что за понятием «Энергоэффективность» в большинстве случаев скрываются маркетинговые происки различных производителей, которые никакого отношения к реальной энергоэффективности не имеют. Между тем, в электросетевом комплексе существует огромный потенциал энергосбережения и повышения энергоэффективности, о котором пора задуматься сегодня, когда вся страна, и электроэнергетика в частности, переживает непростые времена.

Потенциал снижения технологических потерь в сетевых компаниях чаще всего связан со значительными затратами, однако существует ряд мероприятий, вполне реализуемых даже в нынешних условиях дефицита источников финансирования. Этот так называемый недорогой потенциал энергосбережения должен реализовываться в первую очередь.

В первую очередь хотелось бы коснуться вопроса оптимальности загрузки трансформаторов. Недогруженность трансформаторных мощностей – известная проблема электросетевого комплекса. Отсутствие ответственности потребителей за использование максимальной мощности, заявленной при технологи-

ческом присоединении, привело к тому, что огромная часть распределительных силовых трансформаторов работает при крайне низком коэффициенте загрузки.

На примере филиала «Белгородэнерго» по данным зимнего режимного дня мы видим, что более половины силовых трансформаторов 35 и 110 кВ загружены от 0,2 до 0,5, а 77 % силовых трансформаторов 6–10 кВ имеют коэффициент загрузки 0,2 и ниже (рис. 1).

Чтобы оценить степень влияния существующего положения дел на величину потерь в силовых трансформаторах, предлагаю рассмотреть простой пример. Фактическая нагрузка участка сети равна 63 кВА. Для обеспечения электроснабжения потребителей подбираем трансформаторы 10/0,4 кВ различных мощностей: 630 кВА, 400 кВА, 250 кВА, 160 кВА, 100 кВА и 63 кВА. Коэффициенты загрузки трансформаторов будут соответственно от 0,1 до 1. Методом средних нагрузок рассчитываем нагрузочные потери в трансформаторах и в соответствии с паспортными данными определяем потери холостого хода.

Потери холостого хода в трансформаторе меньшей мощности соответственно меньше. Для нагрузочных потерь, наоборот, чем меньше мощность трансформатора, тем выше потери. В итоге на графике (рис. 2) хорошо видно, что минимальный уровень суммарных потерь достигается при коэффициенте загрузки от 0,15 до 0,40.

Однако для вновь вводимого оборудования необходимо учитывать все составляющие стоимости жизненного цикла, в том числе и стоимость самого трансформатора.

Если для того же примера рассчитать стоимость жизненного цикла трансформатора со сроком эксплуатации 30 лет, получается, что при подборе мощности вновь вводимого трансформатора наиболее экономичным следует считать коэффициент загрузки от 0,25 до 0,65 (рис. 3).

Таким образом, получается, что на примере филиала «Белгородэнерго» 73 % существующих трансформаторов 6(10)/0,4 кВ работают в наиболее экономичном режиме загрузки – от 0,1 до 0,5. Такие мероприятия, как перемещение трансформаторов и, тем более, целевая замена на трансформаторы меньшей мощности имеют весьма сомнительную эффективность. Самый негативный фактор в трансформаторе с избыточной номинальной мощностью – это его стоимость, но если он уже приобретен и функционирует, его недогруженность не несет дополнительных финансовых издержек для компании. А вот для вновь вводимых трансформаторов наиболее экономичным будет коэффициент загрузки от 0,40 до 0,65. Несмотря на то, что коэффициент от 0,25 до 0,40 также приводит к минимизации стоимости жизненного цикла, как видно на рис. 2, срок окупаемости разницы стоимостей трансформаторов достаточно велик, поэтому наиболее эффективным все-таки является подбор мощности трансформатора, исходя из планового коэффициента загрузки от 0,40 до 0,65.

Помимо коэффициента загрузки на уровень собственного энергопотребления (потерь) трансформатора оказывает существенное влияние его конструктивные особенности. Некоторые трансформаторные заводы предлагают силовые трансформаторы с сердечниками из аморфной стали. Однако, если рассчитать стоимости потерь в обычном трансформаторе и в трансформаторе с аморфным сердечником, получается, что срок окупаемости разницы стоимости трансформаторов 5 лет достигается, если стоимость трансформатора с аморфным сердечником превышает стоимость обычного не более чем на 30 %. Пока производители данного оборудования такую цену пред-

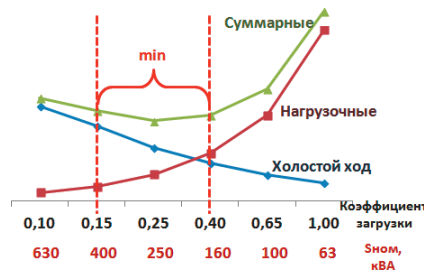


Рис. 2. Подбор мощности трансформатора, исходя из наименьшего уровня потерь

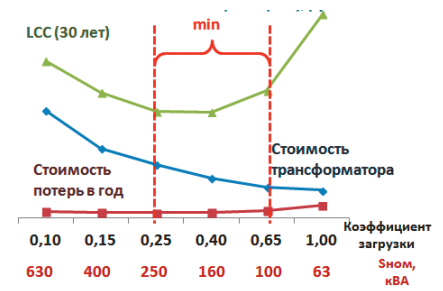


Рис. 3. Подбор мощности трансформатора, исходя из наименьшей стоимости жизненного цикла

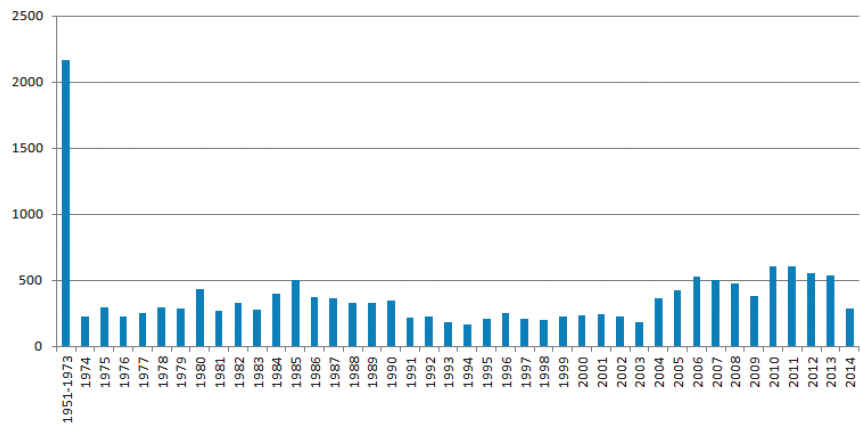


Рис. 4. Состав силовых трансформаторов 6–10 кВ филиала «Белгородэнерго» по годам выпуска, шт.

ложить не могут, а сетевые компании не могут себе позволить большой срок окупаемости. Поэтому трансформаторы с предельно низким собственным энергопотреблением с сердечниками из аморфной стали – это, скорее всего, задача завтрашнего дня, как для разработчиков, так и для сетевых компаний. Что касается дня сегодняшнего, интересные решения уже существуют и их необходимо применять.

Большинство российских производителей предлагают серию трансформаторов со сниженным энергопотреблением. Если в качестве нормативного документа принять европейский стандарт EN 50465, данные трансформаторы соответствуют классу С, тогда как большинство существующих трансформаторов соответствует классу D и ниже (для справки: трансформаторы с сердечниками из аморфной стали в основном соответствуют классу А).

Трансформаторы класса С имеют стоимость примерно на 10 % превышающую стоимость обычного трансформатора. Сниженный уровень потерь холостого хода (P_0) и потерь короткого замыкания ($P_{к.з.}$) приводит к суммарному снижению потерь элек-

троэнергии (при оптимальной загрузке трансформаторов) на 20–25 %.

Для примера предлагаю оценить потенциал применения трансформаторов 6(10)/0,4кВ класса С на примере того же филиала ОАО «МРСК Центра» – «Белгородэнерго».

Суммарные фактические потери электроэнергии в силовых трансформаторах 6(10)/0,4 кВ составляют порядка 110 млн. кВт·ч в год. В случае полной замены всех трансформаторов на трансформаторы класса С годовые потери будут снижены на 60 млн. кВт·ч (54 %). Это полный потенциал энергосбережения. Однако его достижение едва ли осуществимо, да и экономически нецелесообразно. А вот применение трансформаторов класса С при плановой замене и установке трансформаторов в рамках различных программ – вполне приемлемо.

Если оценить состав трансформаторов по годам выпуска (рис. 4), видно, что в среднем в филиале «Белгородэнерго» вводится от 250 до 500 трансформаторов в год.

Состав существующих силовых трансформаторов 6–10 кВ по номинальной мощности (рис. 5) показыва-

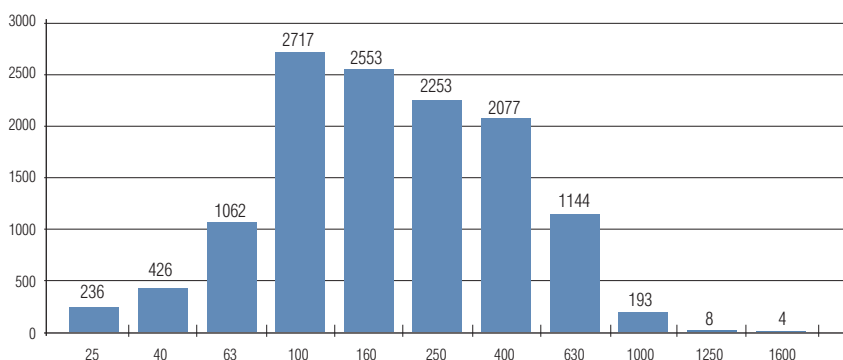


Рис. 5. Состав силовых трансформаторов 6–10 кВ филиала «Белгородэнерго» по номинальным мощностям, шт.



Рис. 6. Силовой трансформатор 10/0,4кВ с витым (тороидальным) сердечником. Опытная эксплуатация в ОАО «МРСК Центра»

ет, что основная их часть имеет номинальную мощность от 63 от 630 кВА. Так как российские производители предлагают трансформаторы класса С мощностью 160 кВА и выше, следует рассматривать плановую замену на трансформаторы со сниженным энергопотреблением именно этой группы.

Если спрогнозировать, что при плановой замене и установке силовых трансформаторов 6–10 кВ в течение 10 лет применяются трансформаторы класса С, получается, что за 10 лет суммарная величина «переплаты» за приобретение трансформаторов класса С составит 227 млн. руб., а суммарное снижение стоимости потерь – 60 млн. руб. Простой срок окупаемости разницы стоимости трансформаторов составляет от 3 до 4 лет. Для мероприятия по снижению технических потерь такие сроки окупаемости являются уникально низкими.

Нужно отметить, что российские производители силовых трансформаторов на сегодняшний день активно работают над развитием данного направления. Так еще год назад линейка энергосберегающих трансформаторов класса С начиналась с 250 кВА, а сегодня на рынке представлены и трансформаторы 160 кВА. Также совсем недавно поя-

вились трансформаторы со сниженным энергопотреблением со схемой соединения обмоток Y/Z, что дает дополнительные преимущества в выравнивании нагрузок фаз. Однако говорить о полноценном замещении всех потребностей сетевых компаний в распределительных силовых трансформаторах на энергосберегающие пока не приходится.

Сегодня существует необходимость расширения линейки энергосберегающих трансформаторов. Как видно из состава трансформаторов 6–10 кВ филиала «Белгородэнерго», большую их часть составляют трансформаторы 100 кВА. Возможно, стоит рассмотреть технико-экономическое обоснование выпуска трансформаторов еще меньшей мощности – 63 кВА и ниже.

Потенциал энергосбережения в различных условиях различен. Например, в строящемся микрорайоне индивидуального жилищного строительства, где энергопотребление выйдет на проектируемый уровень через 5–7 лет, особенно актуальны трансформаторы с минимальными потерями холостого хода, а в сетях энергоснабжения действующего промышленного предприятия нужно минимизировать именно нагрузочные потери. Поэтому в ближайшем будущем

сетевым компаниям потребуется широкая номенклатура энергосберегающих трансформаторов с различными вариациями по P_0 и $P_{к.з.}$ (некоторые европейские компании уже освоили выпуск таких трансформаторов).

ОАО «МРСК Центра» при проектировании строительства и реконструкции объектов электросетевого хозяйства уже предусматривает требования к уровню потерь холостого хода и потерь короткого замыкания силовых трансформаторов 6–10/0,4 кВ. Очень скоро трансформаторов со сниженным энергопотреблением будет требоваться все больше и больше. В настоящее время проводится тестирование и опытная эксплуатация различных образцов данного оборудования. Интересным, на наш взгляд, решением являются трансформаторы с так называемыми витыми сердечниками. Сниженный уровень потерь холостого хода (класс А по EN 50465) в них достигается не за счет материала сердечника (это обычная электротехническая сталь), а за счет его конструкции, что позволяет ожидать более низкой стоимости данного оборудования. В ОАО «МРСК Центра» сейчас как раз проводится опытная эксплуатация трансформатора с витым сердечником (рис. 6).

Также в настоящее время осуществляется оценка эффективности применения энергосберегающих трансформаторов напряжением 35–110 кВ.

Сегодняшняя политическая и экономическая ситуация в стране не позволяет энергетикам принимать нерациональные решения, диктуемые свои правила, основанные на мобилизации всего возможного потенциала и повышении эффективности функционирования сетевых компаний. Техническая политика ОАО «Россети» уже предусматривает применение оборудования, исходя из наименьшей стоимости владения или стоимости жизненного цикла, поэтому сетевые компании неизбежно будут искать новые пути и подходы в данном направлении. Состыковать пока еще только формирующийся спрос сетевых компаний на наиболее эффективное оборудование с существующими и перспективными возможностями российских производителей – на сегодня одна из важнейших задач для обеих сторон. Спрос и предложение должны развиваться в одной динамике, не опережая, но и не отставая друг от друга.