

По результатам проведенных школой «Повышение качества электрической энергии РБ» при кафедре электроснабжение исследования (вначале БИМСХ а затем БГАТУ) в 1982 году авторами тезисов было получено а.с. СССР №1099328 на новую конструкцию размещения КВ или иначе встроенного симметрирующего устройства (СУ) в трансформаторах  $Y/Y_n$ , а в 1997г патента РБ №1685. Кроме того, приоритет в разработках обеспечивающих высокое качество электроэнергии зафиксирован в 23 авторских свидетельствах и патентов СССР и РБ, опубликовано более сотни печатных научных работ, защищено 5 диссертаций на степень кандидатов технических наук, проведено внедрение в производство новой схемы соединения обмоток. С 2000 года производство трансформаторов  $Y/Y_n$ СУ на электротехническом заводе им. В.И. Козлова поставлено на конвейер.

В настоящее время сотрудниками кафедры рассматриваются вопросы использования компенсационных витков в схемах соединения обмоток измерительных трансформаторов напряжения и кроме того использование трансформатора  $Y/Y_n$ СУ для новой комбинированной системы электроснабжения. Уже разработана новая схема соединения обмоток трансформаторов – «звезда-треугольник с зигзагом», на нее получен патент РБ №2244, ведутся дальнейшее исследования.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ НА МАЛЫХ ТЭС, ПОДКЛЮЧЕННЫХ К ЭНЕРГОСИСТЕМЕ**

Счастный В.П., Зеленкевич А.И.,

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск

В Республике Беларусь использование местных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) — одно из приоритетных направлений энергосбережения. Согласно Директиве Президента Республики Беларусь № 3 «в целях укрепления экономической безопасности государства...» Совету Министров Республики

Беларусь и Национальной академии наук Беларуси поручено «активизировать работы по строительству ГЭС малой и средней мощности...».

Среди экономических, экологических и социальных преимуществ объектов малой гидроэнергетики можно выделить: повышение энергетической безопасности региона, обеспечение независимости от поставщиков топлива, находящихся в других регионах, экономия дефицитного органического топлива. Сооружение МГЭС не требует крупных капиталовложений, большого количества энергоемких строительных материалов и значительных трудозатрат, относительно быстро окупается. Для снижения себестоимости возведения целесообразна унификация и сертифицикация оборудования.

При работе МГЭС в системе происходит разгрузка питающих и распределительных электрических сетей, что ведет к снижению энергетических потерь, повышается устойчивость и надежность системы, высвобождаются пропускные способности линий электропередачи. МГЭС получили название *источников распределенной генерации*, поскольку они относятся к установкам малой мощности и подключаются к распределительной сети или непосредственно к потребителю. Вследствие чего, чрезвычайно важным является возможность по регулированию мощности для МГЭС. Вследствие нестационарного режима их работы, могут возникать проблемы регулирования, устойчивости и живучести электроэнергетических систем.

Во многом возникающие проблемы обусловлены тем, что диспетчер энергосистемы не может управлять режимом работы данных установок. В этом заключается специфичность ситуации. Режим работы крупных электростанций контролирует диспетчер энергосистемы, а здесь это ему неподконтрольно, поскольку каждый потребитель самостоятельно может включать-выключать установку, изменять нагрузку в любой момент. В настоящее время прорабатывается *концепция виртуальной электростанции*, представляющей набор малых ГЭС в некотором районе. Концепция строится на принципе диспетчерского управления отдельными МГЭС через Интернет.

Неоднозначно влияние малых станций на качество электроэнергии. Такие малые установки, с одной стороны, обеспечивают стабильный уровень напряжения, с другой стороны, может возникать так называемый фликкер-эффект, т.е. незатухающие быстрые колебания напряжения. При наличии преобразователей в системе могут возникать проблемы высших гармоник в электрической сети. Может также происходить увеличение токов короткого замыкания, усложняется диспетчерское управление, растет сложность систем защиты и противоаварийного управления. Все эти проблемы в настоящее время находятся в стадии решения.

Расчеты проведенные в 2004 году в Беларуси показали экономическую целесообразность строительства (или восстановления) малых ГЭС с суммарной мощностью до 270 МВт [1].

В настоящее время, при значительном увеличении стоимости электроэнергии, рассматривается вопрос о строительстве сотен МГЭС.

В начале этого крупномасштабного строительства следует всесторонне исследовать все возможные аспекты конструктивного исполнения, эксплуатации и управления этими объектами.

При реконструкции Саковщинской ГЭС на реке Березина Воложинского района предусмотрено применение 3-х синхронных генераторов СГИ 75-22, мощностью 75 кВт.

В качестве щита управления применен ЩУИ-75 УЗ. Щит обеспечивает управление, контроль и защиту цепей генератора и вспомогательных цепей управления МГЭС в том числе: включение генератора; защиту генератора от токов к.з. на шинах после генераторного выключателя, от обратного потока мощности (реализовано на реле РМ12), от перегрузок по току; защиту от к.з. в цепи собственных нужд; защиту установки при превышении напряжения и частоты свыше установленных значений; измерение сопротивления изоляции цепи возбуждения и защиту установки при снижении сопротивления ниже ус-

тановленного значения; измерение температуры составных частей генератора; коммутацию цепи по аварийному включению заслонки и др.

Все функции управления, контроля и защиты выполнены с использованием релейных схем. В данном проекте реконструкции не предусмотрены средства дистанционного управления оборудованием МГЭС.

Хотелось бы также отметить, что на данной МГЭС не предусмотрены мероприятия по компенсации реактивной мощности, хотя синхронные генераторы могут служить как в качестве источников, так и в качестве потребителей реактивной мощности [2].

При применении на МГЭС микропроцессорных систем управления и защиты, например предлагаемых авторами [3,4], значительно повысится качество и надежность управления оборудованием, уменьшатся эксплуатационные затраты, появится возможность дистанционного управления режимом работы оборудования, регулирования потоков реактивной мощности в сети по величине и направлению и др.

#### Литература

1. Поваляев, М. Своя ГЭС? А почему бы и нет? / М. Поваляев // Экономическая газета. – 2004. – 13 апр. – С. 4.
2. Брускин, Д.Э. Электрические машины [Текст] / Д.Э. Брускин, А.Е. Зорохович, В.С. Хвостов. — М. : Высшая школа, 1987.
3. Пат. 882 Республика Беларусь, МПК H02J3/18, H01F21/00, G05B13/02. Устройство для управления оборудованием трансформаторной подстанции [Текст] / В.П. Счастный, А.И. Зеленкевич, А.И. Жуковский, Е.И. Зеленкевич; заявитель и патентообладатель БГАТУ. – № u20020245; заявл.27.08.2003; опубл. 30.06.2003, Бюл.№2(37). – с. 277: ил.
4. Счастный, В.П. Повышение экономичности системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей [Текст] / В.П. Счастный, А.И. Жу-

ковский, А.И. Зеленкевич // Энергосбережение. Электроснабжение. Автоматизация: материалы международной научно-технической конференции. – Гомель: УО «ГГТУ им. Сухого», 2001. – С.31-33.

## **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСФОРМАТОРАМИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Трушников А.Л., Радкевич В.Н.

УО «Белорусский национальный технический университет», г. Минск

В системах электроснабжения производственных предприятий эксплуатируется большое число силовых трансформаторов, большинство из которых - это трансформаторы с первичным напряжением 6-10 кВ. Режимы работы этих трансформаторов в значительной мере обусловлены технологическим процессом конкретного производства. В зависимости от объема производимой продукции и сезонности работы предприятия нагрузки трансформаторов колеблются в широких пределах - от холостого хода до перегрузок отдельных трансформаторов. Поэтому трансформаторы 6-10/0,4 кВ в первую очередь нуждаются в повышении эффективности их использования путем своевременного изменения числа работающих трансформаторов, так как трансформаторы с первичным напряжением 35 кВ и выше с целью снижения потерь электроэнергии во многих случаях отключать недопустимо по требованиям надежности электроснабжения потребителей.

Эффективная и надежная работа силовых трансформаторов возможна лишь при четком соблюдении всех требований нормативно-технической документации и руководств по эксплуатации конкретных трансформаторов. Для этого необходимо соблюдать установленные температурные режимы и уровни напряжения, контролировать максимальные нагрузки в нормальных и послеаварийных режимах, отслеживать график нагрузки, в зависимости от которого определять и соблюдать оптимальное число работающих трансформаторов в целях снижения потерь мощности и электроэнергии и т.д. Необходимо отме-