

УДК 681.51:621.313.322

## МАЛОЗАТРАТНЫЕ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕАБИЛИТАЦИИ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ – ОСНОВА ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ ЭНЕРГЕТИКИ УКРАИНЫ

*В. В. Кузьмин, д.т.н., проф., А. Л. Лившиц, к.т.н., В. С. Шпащенко, инж.*

*АО «Межрегиональная Электроэнергетическая Ассоциация «ЭЛТА»*

*Стадионный проезд, 14/3, 61091, г. Харьков, Украина*

*тел. +38(057)3920045; тел./факс: +38(057)7134102*

Выполнен анализ современного состояния электроэнергетики Украины. На базе прогнозов развития экономики и возможностей бюджетного финансирования предложено использование малозатратных энергосберегающих технологий реабилитации турбогенераторов как основы технического перевооружения энергетики Украины на период до 2030 года.

**Ключевые слова:** энергоресурсосбережение, энергетика Украины, состояние и перспективы развития.

**Введение.** Несмотря на предсказания известных футурологов (А. Кларк) о появлении в 2010 году нового поколения «генераторов космической энергии» и наличие работающих моделей таких устройств [1], мировая энергетика продолжает основываться на экологически вредных технологиях, подавляющее число которых базируется на уничтожении ограниченных запасов ископаемых ресурсов. Как верно указывается в [2], «настала необходимость оценки негативных процессов деградации не только фундаментальной, но и прикладной науки, которая, должна стать двигателем технического и технологического прогресса, источником инновационного подъема. Основания для такого разговора появились по целому ряду признаков, характерных, в частности, для научной среды электромехаников». Потому «и неудивительно, что на этом фоне до сих пор не найдено физически содержательных объяснений, на каком принципе работают двигатели Губера и Серла, генератор Баумана и многие другие самодельки изобретателей из народа [3]».

**1. Состояние энергетики Украины.** По установленной мощности электроэнергетика Украины включает в себя 70 % тепловых электростанций (ТЭС), 20 % атомных электростанций (АЭС), 9 % гидроэлектростанций (ГЭС), около 1 % «зеленой энергетики». Наивысший коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) – у энергоблоков АЭС (около 85 %), наиболее низкий – у ТЭС (не выше 28 %). В среднем по энергосистеме этот показатель составляет 0,43. Это означает, что при общей установленной мощности энергоблоков около 52 ГВт нагрузка линий электропередач составляет около 23 ГВт.

На ТЭС 90 % турбогенераторов (ТГ) работает за гранью расчетного ресурса. К настоящему времени на ТЭС Украины выработали расчетный ресурс (30 лет) около 80 ТГ 200 и 300 МВт производства завода «Электротяжмаш», из них половина эксплуатируется более 40 лет. Вследствие низкого КИУМ, во многих узлах объединенной энергосистемы (ОЭС) Украины нарастает потребность в переводе ТГ в режимы недо возбуждения в целях ограничения недопустимого повышения напряжения и удержания его в границах значений, которые допускаются ПТЕ [4].

Недопустимо высокие напряжения имели место

не только в сетях 750 кВ, но и в сетях 330 кВ центральных и западных регионов ОЭС Украины, а также на шинах 110 и 35 кВ ряда подстанций в этих регионах. Основной причиной повышения уровней напряжения является значительный избыток реактивной мощности сетей 330-750 кВ. Этот избыток является следствием неполной загрузки линий электропередач в разных режимах работы ОЭС [4].

Решение проблемы компенсации «конденсаторного» реактанса в сетях Украины следует осуществлять как вводом в эксплуатацию новых ТГ типа АСТГ, так и расширением диапазона допустимых нагрузок реабилитируемых ТГ в режимах недо возбуждения [5].

**2. Мировые тенденции и практика реабилитации.** В мировой практике используют два варианта решения проблемы продления срока службы энергетического оборудования: 1) замена на новые, более современные и мощные машины; 2) «реабилитация», т.е. продление срока службы и повышение мощности за счет комплексной модернизации ТГ.

Замена практикуется в «богатых» странах через 25-30 лет работы энергетического оборудования (например, в Польше на ТЭС «Турув»: через 30 лет турбогенераторы завода «Электротяжмаш» типа ТГВ-200 заменены новыми с повышением мощности до 250 МВт (на 25 %). Идеологическая основа – убытки от снижения уровня надежности при продлении эксплуатации машин без их радикальной модернизации могут превысить затраты на замену.

В конце минувшего столетия в практике мировой энергетики сложилась и укоренилась тенденция «реабилитации» отработавшего расчетный ресурс генераторного оборудования. Целью этой процедуры является решение взаимосвязанного комплекса задач, направленных на достижение: продления срока службы на 25 – 30 лет; роста единичной мощности на 10 – 15 %; повышения показателей эксплуатационной надежности.

Сейчас принято считать, что высокая эффективность выполнения «реабилитации» не вызывает никаких сомнений в необходимости её планомерной реализации на машинах, отработавших расчетный ресурс.

Процедура «реабилитации» согласно мировой практике [1-3], включает в себя комплекс работ по

обследованию фактического состояния и оценке остаточного ресурса; выполнению работ по восстановлению работоспособности и повышению надежности в требуемом диапазоне нагрузочных режимов; оснащению генератора современными средствами контроля, диагностики и мониторинга.

Определяющими компонентами и узлами турбогенератора, ограничивающими срок службы и режимные возможности, принято считать: сердечник статора; обмотку статора; бандажи и обмотку ротора; систему вентиляции (охлаждения); системы возбуждения, защиты и др. Они и служат объектами внедрения инноваций в процессе реабилитации.

**3. Объективные условия выбора вариантов для электроэнергетики Украины.** К важнейшим из факторов, определяющих такой выбор, относятся:

- отсутствие финансирования на ежедневную замену до 10 % парка старых турбогенераторов;
- ни промышленность Украины, ни России еще не освоили серийный выпуск турбогенераторов нового поколения на уровне мировых достижений;
- ТГ старых типов (ТГВ – завода «Электротяжмаш») обладают повышенной «живучестью» в сравнении с более поздними разработками «Электросилы», что гарантирует успех «реабилитации», выполняемой с использованием достижений мировой практики на всех ее этапах.

Накопленный нами опыт выполнения и результаты этих работ (Кураховская, Зуевская и Луганская ТЭС) показывают [9], что реабилитация ТГ серии ТГВ действительно является эффективной и «малозатратной»: она обходится в несколько раз дешевле, чем замена на новую машину. Дальнейшее повышение эффективности реабилитации возможно за счет технически обоснованного выбора новых параметров номинального режима [10].

При этом достигаются следующие преимущества:

- при сохранении значения номинального тока статора остаются в работе все средства электрических измерений и защиты;
- ток возбуждения и его мощность существенно снижаются, т.е. нет необходимости в полной замене системы возбуждения;
- не требуют изменений системы охлаждения;
- переход в режимы «относительного» недо возбуждения способствует повышению надежности ТГ за счет снижения интенсивности электромагнитных и механических процессов в активной зоне [11].

**4. Источники энергосбережения.** В предлагаемом варианте значительное энергосбережение достигается за счет: всех видов экономии энергии на реализацию процедуры реабилитации в производстве, на транспорте, на ТЭС; повышения надежности модернизированного ТГ; снижения потерь в генераторе и сети при наладке процесса компенсации реактивной мощности; продления срока службы оборудования линий электропередач и коммутационной аппаратуры подстанции за счет стабилизации напряжения в сетях вблизи номинального значения, т.е. исключения работы на необоснованно высоких пределах напряжения. Кроме того, следует расширить объем применения регулируемых электропри-

водов основных механизмов энергоблоков ТЭС, особенно тех, которые переведены в маневренные режимы работы.

**Выводы.** С учетом реального технического состояния турбогенераторов ТЭС и АЭС продление их срока службы, повышение нагрузочной способности и показателей надежности в энергосистеме Украины целесообразно производить по пути их «реабилитации» с учетом достижений отечественных и зарубежных фирм. Такой подход обеспечит малозатратные и энергосберегающие процедуры техпереворужения украинской энергетики на период до 2030 года с использованием опыта отечественных организаций.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмин В.В. Проблемы современной электротехники на пути создания новых источников энергии // «Электротехника и электромеханика». – 2005, № 2.
2. Родькин Д.И. Энергосбережение – как закономерный этап электрификации народного хозяйства // Проблемы создания новых машин и технологий. Научные труды КДПУ. Вып. 1/2000 (8) – Кременчуг: КГПИ, 2000. – С. 177-183.
3. Николаев Г.В. Тайны электромагнетизма и свободная энергия. – Томск, 2002.
4. Чевичелов В.О. До проблеми регулювання реактивної потужності в електричних мережах ОЕС України // «Гидроенергетика України». – 2005. – № 1. – С. 29.
5. Коротченко В.В. Разработка мероприятий по повышению эффективности работы синхронных турбогенераторов в электроэнергетической системе при потреблении реактивной мощности. Диссертация на соискание уч. степ. канд. техн. наук, – М.: 2007. – 159 с.
6. Guillard J.M. et al. Life extension of large electric rotating plants // CIGRE – 1992, paper 11-308.
7. Liese M., Böer J. et al (Siemens AG) Life extension methods and experience with turbine generator rehabilitation and uprating // CIGRE-1990, paper 11-104.
8. Huber A., Weigelt K. et al (ABB) Modern condition evaluation and new technologies to improve generator availability and life extension // CIGRE-1990, paper 11-203.
9. Вавилов Д.Ю., Щедролобов В.Л., Лимонов В.М. и др. Малозатратная модернизация турбогенераторов ТГВ-300 // Гидроенергетика Украины. – 2010. – № 4.
10. Милых В.И., Шпатенко В.С. О влиянии режимов недо возбуждения на эффективность эксплуатации турбогенераторов.
11. Кузьмин В.В., Лившиц А.Л., Шпатенко Т.В., Шпатенко В.С. Электромеханические процессы в шихтованных магнитопроводах крупных электрических машин — новый подход к описанию явлений и разработке мероприятий по предотвращению появления дефектов // Гидроенергетика Украины. – 2010. – № 4.