

С учетом (11), (12), (13), (14), (15) формула (10) принимает вид

$$Y = y_0 \frac{1}{2} \left(\Phi_0 [S_{\text{ср п}}^{\text{max}} [t]] - \Phi_0 [S_{\text{H}}^{\text{CT}}] \right) (S_{\text{p}} + \Delta S_{\text{p}}) (1 + \alpha_1^{\text{max}} t^{\text{max}}) \cos \varphi.$$

Таким образом, можно заключить, что граница перехода от одного типоразмера трансформатора к другому зависит от следующих параметров: y_0 , S_{p} , ΔS_{p} , α_1^{max} , t^{max} , $\cos \varphi$, а также S_{H}^{CT} , который в свою очередь зависит от α_1^{min} , t^{min} , k_3^{min} , k_3^{max} .

Литература

1. Ермилов, А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 208 с.
2. Анищенко, В.А., Кирспу, А.Ю. Учет неопределенности исходной информации при проектировании систем электроснабжения // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. – 2005. – № 3. – С. 25–29.
3. Справочник по проектированию электроснабжения / Под ред. Ю.Б. Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.
4. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию. – Т. 1: Электроснабжение / Под общ. ред. А.А. Федорова. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 568 с.

УДК 621.114

ТУРБОГЕНЕРАТОРЫ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ С ПОЛНЫМ ВОЗДУШНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ ТФП-40-2УЗ И ТЗФП-110-2УЗ

Халматов А.В., Садовский В.А.

Научный руководитель – канд. техн. наук МАКОСКО Ю.В.

В течении длительного времени в отечественной энергетике доминировали турбогенераторы с водородным охлаждением. Такое положение дел явилось следствием выбранного направления при конструировании крупных турбогенераторов, при котором с увеличением мощности генераторов другие охладители (воздух или вода) не обеспечивали необходимый отвод тепла. Преимущества водорода перед воздухом заключаются в том, что водород имеет более высокую теплопроводность и значительно меньшую плотность, чем воздух. Поэтому в атмосфере водорода теплоотдача с охлаждаемой поверхности примерно в 1,5 раза выше, чем в атмосфере воздуха. Кроме того, применение водорода, позволяет существенно уменьшить вентиляционные потери и потери на трение ротора об охлаждающую среду и повысить долговечность изоляции.

Но водородное охлаждение так же имеет и ряд недостатков:

- оболочка турбогенераторов должна обладать хорошей газонепроницаемостью;
- в помещениях с турбогенераторами должны соблюдаться повышенные меры пожарной безопасности;

- на территории станции должна находиться дорогая и громоздкая электролизерная установка для получения водорода, а так же удалённое от основных сооружений взрыво- и пожарозащищённое хранилище водорода.

Всё это ведёт к дополнительным затратам при установке и эксплуатации турбогенераторов с водородным охлаждением. А так же к повышению уровня требований к безопасности объекта.

В связи с этим в недавнее время были разработаны, испытаны и пущены в производство турбогенераторы с полным воздушным охлаждением средней и большой мощности ТФП-40-2УЗ и ТЗФП-110-2УЗ (один из них ТФП-40-2УЗ уже больше года экс-

платируется на Витебской ТЭЦ). На основе их характеристик мы постараемся определить достоинства и недостатки турбогенераторов данного типа.

Генератор ТФП-40-2УЗ представляет собой трехфазную синхронную электрическую машину с неявнополюсным ротором. Он состоит из неподвижной части – статора, включающего в себя сердечник и обмотку, присоединяемую к внешней сети через выводы, установленные внизу, и вращающейся части – ротора, на котором размещена обмотка возбуждения, питаемая постоянным током от бесщёточного возбудителя, расположенного на валу ротора со стороны, противоположной турбине.

Для отвода потерь, выделяющихся в обмотках статора и ротора, в магнитопроводах (в сердечнике статора и в валу ротора) предусмотрено непосредственное воздушное охлаждение обмотки ротора и сердечника статора и косвенное – обмотки статора. Охлаждающий воздух циркулирует в генераторе под действием двух вентиляторов, установленных на валу ротора и, в свою очередь, охлаждается воздухоохладителями на боковых сторонах корпуса статора.

Отвод тепловых потерь из воздухоохладителей осуществляется с помощью охлаждающей воды, циркулируемой через воздухоохладители под действием насосов, установленных вне генератора.

Для предотвращения утечки воздуха из статора или, наоборот, подсоса воздуха и пыли из окружающей среды через зазор между кожухом и валом предусмотрены уплотнения вала.

Внутри корпуса статора встроены трубы с выведенными патрубками для подачи внутрь генератора воды или инертного газа в случае возгорания внутри генератора.

Для предотвращения увлажнения электрической изоляции активных частей генератора и возбудителя во время монтажа, ремонта или стоянки в генераторе предусмотрен подогрев воздуха с помощью электрических нагревателей, которые встроены внутри концевых опорных кронштейнов и внутри корпуса возбудителя.

Для предотвращения возможного загрязнения обмоток генератора из-за подсосов окружающего воздуха предусмотрено создание избыточного давления воздуха (надув) внутри генератора, создаваемого с помощью специальной системы.

Эксплуатация турбогенератора ТФП-40-2УЗ на Витебской ТЭЦ показала преимущества данного типа турбогенераторов: современная система управления и бесщёточная система возбуждения позволили уменьшить количество обслуживающего персонала, повышена безопасность работы, были снижены затраты на эксплуатацию и ремонт.

Конструкция турбогенератора ТЗФП-110-2УЗ является развитием технических идей заложенных в ТФП-40-2УЗ. К сожалению не все они были достаточны в условиях более высокой мощности, что и выявилось в ходе испытаний. Так, например, тепловые характеристики турбогенератора приближались к критическим. Так же недопустимо высокий уровень шума и недостаточная безопасность привели к необходимости модернизации. При модернизации для доведения температур до нормальных значений и обеспечения разумного термического резерва требовалось в 2 раза увеличить перепад давления при полуторократном увеличении расхода воздуха через петлеобразные каналы статора, для чего была изменена конструкция вентиляторов на роторе. Испытания и эксплуатация турбогенератора ТЗФП-110-2УЗ доказала возможность практической реализации турбогенераторов с полным воздушным охлаждением мощностью больше 100 МВт.

Эксплуатация турбогенераторов ТФП-40-2УЗ и ТЗФП-110-2УЗ показала преимущества данных типов генератора перед машинами с водородным охлаждением – отсутствие сложных узлов уплотнений, электролизерной, уменьшение численности обслуживающего персонала и сокращение объёма работ.

Преимущества ТФП-40-2УЗ и ТЗФП-110-2УЗ: малые эксплуатационные и ремонтные затраты, небольшое количество вспомогательного оборудования, сокращённое время подготовки к пуску, увеличенный межремонтный период, упрощённое ведение режима эксплуатации.

Литература

1. Энергетика Беларуси.
2. Техническая документация турбогенератора ТФП-40-2УЗ.

УДК 621.313

ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ: УСТРОЙСТВО, НАЗНАЧЕНИЕ И КОНСТРУКЦИИ

Кабанов А.А.

Научный руководитель – ОЛЕШКЕВИЧ В.М.

Топливные элементы относятся к химическим источникам тока. Топливный элемент, или электрохимический генератор – это устройство, обеспечивающее прямое преобразование химической энергии топлива в электричество, минуя малоэффективные, идущие с большими потерями, процессы горения. Хотя то же происходит в электрических аккумуляторах, топливные элементы имеют два важных отличия:

1) они функционируют до тех пор, пока топливо и окислитель поступают из внешнего источника;

2) химический состав электролита в процессе работы не изменяется, т. е. топливный элемент не нуждается в перезарядке.

Это электрохимическое устройство в результате высокоэффективного «холодного» горения топлива непосредственно вырабатывает электроэнергию.

Человек повторил созданное природой устройство получения энергии. Этот факт говорит о перспективности направления. Все процессы в природе очень рациональны, поэтому шаги по реальному использованию ТЭ вселяют надежду на энергетическое будущее.

Первый топливный элемент (вернее, его действующая модель) был собран в 1839 году англичанином Уильямом Гроувом. Исследуя разложение воды на водород и кислород, он обнаружил побочный эффект – электролизер вырабатывал электрический ток.

Топливный элемент состоит из двух электродов, разделенных электролитом, и систем подвода топлива на один электрод и окислителя на другой, а также системы для удаления продуктов реакции. В большинстве случаев для ускорения химической реакции используются катализаторы. Внешней электрической цепью топливный элемент соединен с нагрузкой, которая потребляет электроэнергию.

Топливный элемент работает при поступлении на анод любого водородосодержащего топлива (природного газа, сжиженного газа, синтетического газа,

