

## **СОСТОЯНИЕ ГЕНЕРАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ИЗГОТОВЛЕННОГО ЗАВОДОМ «ЭЛЕКТРОТЯЖМАШ», НА ТЭС И ВОПРОСЫ ЕГО МОДЕРНИЗАЦИИ**

ГП «Завод «Электротяжмаш» (далее «завод») – ведущее предприятие Украины по производству турбогенераторов, гидрогенераторов, крупных электрических машин постоянного тока для прокатных станков и шахтных подъемных машин, электрооборудования для тепловозов, трамваев и троллейбусов.

Продукция завода была поставлена более чем в 30 стран мира, в т. ч. в Норвегию, Чехию, Словакию, Польшу, Румынию, Иран, Монголию, Китай, Индию, Бангладеш, Сирию, Грецию, Югославию, Алжир, страны СНГ.

В настоящее время завод изготавливает турбогенераторы мощностью 120, 220, 320 и 500 МВт; вертикальные гидрогенераторы и гидрогенератор – двигатели мощностью до 430 МВт, горизонтальные капсульные гидрогенераторы мощностью до 40 МВт, вертикальные и горизонтальные синхронные двигатели и крупные машины постоянного тока мощностью от 315 до 12 500 кВт (в одном якоре).

За период с 1954 г. по настоящее время заводом выпущено около 700 шт. турбогенераторов мощностью от 6 до 500 МВт.

Ниже приводятся сведения по основным типам турбогенераторов, выпускаемых заводом.

### **ТУРБОГЕНЕРАТОР ТИПА Т2-12-2**

Мощность активная, кВт	– 12000
Мощность полная, кВА	– 15000
Коэффициент мощности	– 0,8
Напряжение, В	– <u>10500</u> 6300
Ток статора, А	– <u>825</u> 1375
Частота вращения, об/мин.	– 3000
КПД, %	– 97,2
Охлаждение	– воздушное
Изготовлено всего машин, шт.	– 121

Эксплуатируется на электростанциях:

в Украине – 9; в странах СНГ – 80; в странах дальнего зарубежья – 32 (Китай – 8, Индия – 6, Монголия – 4, Болгария – 2, Румыния – 5, Вьетнам – 4, Индонезия – 3).

**ТУРБОГЕНЕРАТОР ТИПА ТВС-30**

Мощность активная, кВт	– 30000
Мощность полная, кВА	– 37500
Коэффициент мощности	– 0,8
Напряжение, В	– <u>6300</u> 10500
Ток статора, А	– <u>3440</u> 2060
Частота вращения, об/мин.	– 3000
КПД, %	– 98,3
Охлаждение	– водородное (косвенное)
Изготовлено всего машин, шт.	– 184
Эксплуатируется на электростанциях:	
в Украине – 25; в странах СНГ – 123; в странах дальнего зарубежья – 36 (Китай – 20, Болгария – 9, Египет – 4, Польша – 3).	

**ТУРБОГЕНЕРАТОР ТИПА ТГВ-220-2М**

Мощность активная, кВт	– 220 000
Мощность полная, кВА	– 258 800
Коэффициент мощности	– 0,85
Напряжение, В	– 15 750
Ток статора, А	– 9488
Частота вращения, об/мин.	– 3000
КПД, %	– 98,6
Охлаждение:	
обмотки статора	– водой (непосредственно)
обмотки ротора	– водородом (непосредственно)
сердечник статора	– водородом
Изготовлено всего машин, шт.	– 256
Эксплуатируется на электростанциях:	
в Украине – 46; в странах СНГ – 173; в странах дальнего зарубежья – 37 (Польша – 8, Югославия – 9, Китай – 3, Иран – 8, Сирия – 2, Алжир – 3, Бангладеш – 4).	

**ТУРБОГЕНЕРАТОР ТИПА ТГВ-325-2**

Мощность активная, кВт	– 325000
Мощность полная, кВА	– 382400
Коэффициент мощности	– 0,85
Напряжение, В	– 20000
Ток статора, А	– 11040
Частота вращения, об/мин.	– 3000
КПД, %	– 98,7
Охлаждение:	
обмотки статора	– водородом (непосредственно)
обмотки ротора	– водородом (непосредственно)
сердечник статора	– водородом
Изготовлено всего машин, шт.	– 90
Эксплуатируется на электростанциях:	
в Украине – 42; в странах СНГ – 35.	

### **ТУРБОГЕНЕРАТОР ТИПА ТГВ-500**

Мощность активная, кВт	– 500000
Мощность полная, кВА	– 588000
Коэффициент мощности	– 0,85
Напряжение, В	– 20000
Ток статора, А	– 17000
Частота вращения, об/мин.	– 3000
КПД, %	– 98,7
Охлаждение:	
обмотки статора	– водой (непосредственно)
обмотки ротора	– водой (непосредственно)
сердечник статора	– водородом
Изготовлено всего машин, шт.	– 10
Эксплуатируется на электростанциях России и Казахстана.	

В 80-х годах прошлого столетия производство турбогенераторов мощностью до 30 МВт включительно на заводе было прекращено, вся документация, и большинство технологической оснастки было передано на Лысьвенский турбогенераторный завод и модернизацией этих турбогенераторов завод занимается в исключительных случаях. Крайне редко завод изготавливает турбогенераторы малой мощности по новой документации.

Первые турбогенераторы мощностью 200 МВт были изготовлены с полным водородным охлаждением активных частей с компаундированной изоляцией обмотки статора и к настоящему времени почти в два раза переработали нормативный срок службы. При удовлетворительном состоянии сердечника статора производится полная замена обмотки статора с использованием стержней с термореактивной изоляцией. При аварийном состоянии сердечника статора производится полная замена статора.

Большинство турбогенераторов мощностью 200-220 МВт имеют водяное охлаждение обмотки статора, стержни обмотки имеют термореактивную изоляцию. Для этих турбогенераторов используются различные варианты модернизации, включая полную или частичную замену обмотки, применяется модернизированная система охлаждения обмотки и более совершенный способ её крепления.

При модернизации роторов турбогенераторов мощностью 200-220 МВт производится полная или частичная перемотка с применением всех изоляционных материалов класса нагревостойкости «F». Выполняется модернизация систем охлаждения обмотки с применением раздельного охлаждения пазной и лобовой частей.

С целью повышения термической стойкости роторов к токам обратной последовательности и несинусоидальным токам концевые пазовые клинья выполняются из бронзы, при клиновке всех пазов производится смещение стыковых участков для исключения кольцевых стыковых зон. Устанавливаются новые бандажные кольца с повышенным натягом; по желанию заказчика могут быть установлены бандажные кольца из коррозионностойкой стали. В результате модернизации достигается мощность 220-235 МВт.

В настоящее время завод выпускает модернизированные турбогенераторы мощностью 325 МВт вместо турбогенераторов мощностью 300 МВт. При модернизации турбины с доведением ее мощности до 325 МВт, как правило, устанавливаются новые турбогенераторы типа ТГВ-325.

Во многих случаях производится модернизация установленных турбогенераторов типа ТГВ-300 с усовершенствованием системы вентиляции и крепления обмотки статора.

Модернизация роторов турбогенераторов типа ТГВ-300 производится аналогично с роторами ТГВ-200, кроме системы вентиляции обмотки.

По турбогенераторам мощностью 500 МВт в настоящее время произведено усовершенствование системы диагностики роторов с непосредственным водяным охлаждением обмоток, выполняется модернизация внешних систем водяного охлаждения обмотки. При

ремонтах роторов в обязательном порядке производится замена бандажных колец на кольца из коррозионностойкого материала с увеличенным натягом. Выполняется проект модернизации турбогенераторов мощностью типа ТГВ-500 с использованием роторов с непосредственным водородным охлаждением обмоток, что значительно упрощает их эксплуатацию и повышает надежность.

В настоящей работе описаны основные направления модернизации, ее конкретные исполнения более разнообразны и определяются результатами обследования турбогенераторов.

© Чередник В.И. Зозулин В.И.,

Лившиц А.Л., Ракогон В.Г., 2010 *Повідомлення надійшло до редколегії 24.05.2010 р.*