

УДК 621.165

**ТУРБОУСТАНОВКА TWIN CA56 GT7  
TURBO INSTALLATION TWIN CA56 GT7**

В. В. Бакалова, В. Д. Лукьяненко

Научный руководитель – Н. В. Пантелей, старший преподаватель  
Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Беларусь

V. Bakalova, V. Lukyanenko

Supervisor – N. Panteley, Senior Lecturer

Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

**Аннотация:** в данной статье представлено техническое описание турбоустановки TWIN CA56 GT7 и ее принцип работы. Отдельно рассмотрен принцип управления и обслуживания данной турбиной во время работы. В заключении делается вывод о значимости внедрения турбоустановок немецкой компании «Сименс» для эффективной работы электростанции.

**Annotation:** this article provides a technical description of the TWIN CA56 GT7 turbine unit and its operating principle. The principle of control and maintenance of this turbine during operation is considered separately. In conclusion, the conclusion is made about the importance of the introduction of turbine installations of the German company Siemens for the efficient operation of the power plant.

**Ключевые слова:** паровая турбина, уплотнительные материалы, шкаф управления, маслосистема, дренажная система.

**Key words:** steam turbine, sealing materials, control cabinet, oil system, drainage system.

**Введение**

Турбины «Сименс» применяются как в качестве оборудования для выработки энергии, так и для механического привода насосов или компрессоров. В силу своей экономичности, надежности, огромного разнообразия турбин различных мощностей (от 12 до 250 МВт), а также широкого ряда моделей, турбины «Сименс» нашли широкое применение в промышленности, в том числе и на электростанциях. Далее в статье представлена подробная информация о турбине, эксплуатируемой на Могилевской ТЭЦ-1 (рис. 1).

**Основная часть**

Паровая турбина TWIN CA56 GT7 состоит из двух цилиндров: цилиндра высокого давления (ЦВД) и цилиндра низкого давления (ЦНД), каждый из которых посредством ротора и зубчатого колеса передает усилие на генератор. Основные параметры турбины TWIN CA56 приведены в табл. 1.



Рисунок 1 – Турбоустановка на Могилевской ТЭЦ-1

Таблица 1 – Основные параметры турбины TWIN CA56

Наименование параметра		Значение	Ед. Изм.
Электрическая мощность	номинальная	6,0	МВт
Частота вращения выходного вала редуктора	номинальная	1500	об/мин
Частота вращения, вызывающая срабатывание противоразгонной защиты	предельная	1650	об/мин
Расход пара на турбину	номинальный	40	т/ч
Давление свежего пара	номинальное	3,5	МПа
Температура свежего пара	номинальная	435,0	°С
Давление отработанного пара	номинальное	0,6	МПа
Температура отработанного пара	предельная	262,0	°С

ЦВД и ЦНД – одноступенчатые, активного типа. Свежий пар из главного паропровода поступает в сопловой аппарат через стопорный и регулирующие клапаны в ЦВД. Здесь пар расширяется, после чего направляется к рабочему колесу в радиальном направлении. Далее пар через пароперепускной паропровод отводится в ЦНД. На последнем предусмотрен импульсный предохранительный клапан. Отработанный пар из ЦВД поступает в сопловой аппарат через стопорный и регулирующие клапаны в корпус ЦНД. После расширения в соплах пар поступает к рабочему колесу в осевом направлении, после чего отводится через выхлопной патрубок и направляется в сетевые подогреватели. На паропроводе отработанного пара установлен импульсный предохранительный клапан. Таким образом, осуществляется преобразование тепловой энергии пара в кинетическую. За счет изменения направления потока на рабочих лопатках кинетическая энергия преобразуется в механическую. Роторы ЦВД и ЦНД вращаются по часовой стрелке относительно генератора, а ротор генератора вращается в противоположную сторону.

В качестве уплотнительных материалов вала ЦНД и ЦВД используют графитовые уплотнительные кольца. Их размещают в точке прохождения вала через корпус. Протечки пара отводятся в атмосферу, конденсат протечек – в безнапорный коллектор дренажей. Однако при использовании уплотнений из чистого графита возможно разуплотнение клапана и утечки воды. Данный эффект исчезает при температурном расширении после подогрева турбины.

Управление турбоустановкой осуществляется со «шкафа управления ТГ-3», представленного на рис. 3. Шкаф управления турбиной используют для основного управления на всех режимах работы. Блок приборов шкафа управления представлен на рис. 2, где 1 – активная мощность генератора; 2 – значение  $\cos \varphi$ ; 3 – реактивная нагрузка генератора; 4 – ток обмотки  $U$ ; 5 – ток обмотки  $V$ ; 6 – ток обмотки  $W$ ; 7 – напряжение выбранной обмотки генератора (слева) и напряжение сети (справа); 8 – частота генератора (слева) и частота сети (справа); 9 – синхроскоп; 10 – указатель частоты вращения ведомого вала (вала ротора генератора); 11 – напряжение аккумулятора резервного питания. Ниже блока приборов расположен блок органов управления, еще ниже которого находится кнопка аварийного останова турбоагрегата, функцией которой является аварийный останов турбины. После нажатия кнопки для повторного запуска турбины кнопку необходимо вернуть в начальное положение при помощи ключа. Автоматические приборы регулирования и защиты турбины и генератора установлены на шкафу защиты. Текущие контролируемые параметры турбины, критерии готовности к пуску, уведомления об ошибках, сработавших сигнализациях и защитах, информация о параметрах режима консервации. Дополнительно турбиной можно ограниченно управлять с местного пульта управления, установленного около турбины. Местный пульт управления используют при проведении пуско-наладочных работ и для проверки защиты от разгона.

Турбина оснащена системой блокировок и автоматического ввода резерва (АВР) турбины, предназначенных для обеспечения безопасного

процесса эксплуатации, а также для исключения ошибочных действий оперативного персонала.

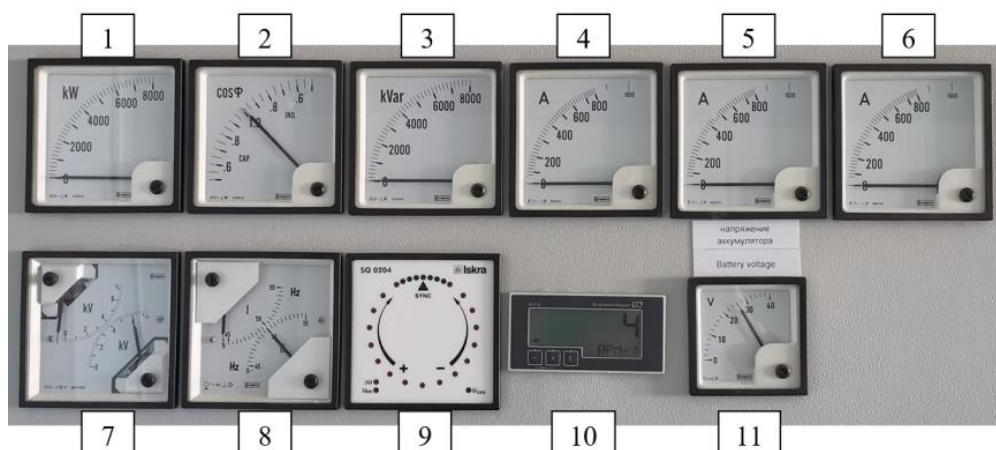


Рисунок 2 – Блок приборов шкафа управления ТГ-3



Рисунок 3 – Шкаф управления ТГ-3

Дренажные системы турбины предназначены для удаления из турбины и паропроводов конденсата в результате работы турбины. Дренажная система включает в себя дренажи ЦВД, ЦНД, дренажи паропровода острого пара (от главного паропровода до стопорного клапана), дренажи выхлопного паропровода.



Главный масляный насос (ГМН) установлен в корпусе редуктора. Он приводится в действие механически от вала ЦВД. ГМН предназначен для подачи масла в систему смазки и регулирования турбоагрегата. Пусковой масляный насос (ПМН) насос выполняет функцию ГМН во время пуска и останова, а также в случае неисправности ГМН, и работает от электродвигателя. Масляные фильтры предназначены для очистки масла во время эксплуатации, однако в одно время в работе находится только один из фильтров, переключение фильтров осуществляется вручную. Степень загрязненности фильтра можно определить визуально с помощью датчика перепада давления. Между маслофильтрами и редуктором турбоагрегата установлен электронный сигнализационный блок с двумя световыми индикаторами. При нормальном перепаде давления на фильтре (фильтр чистый) непрерывно горит зеленый индикатор. При увеличении перепада давления на фильтре выше допустимого (фильтр загрязнен) загорается красный индикатор. Для охлаждения масла до требуемой температуры предусмотрено 2 маслоохладителя. Единовременно в работу вводится только один из них, переключение осуществляется также вручную.

Параметры рабочей среды должны соответствовать строго установленным нормам, в противном случае превышение пределов установок может привести к выбросу рабочей среды в окружающее пространство, что в свою очередь может привести к тяжким увечьям персонала. Результатом повышения влажности пара и температуры являются значительные повреждения турбины и ее отдельных компонентов. Пар на входе в турбину при любых обстоятельствах должен быть абсолютно сухим ( $x = 1$  на  $h_s$ -диаграмме). Несоблюдение требований к качеству пара может привести к образованию отложений в оборудовании, что отрицательно сказывается на регулировочных характеристиках турбины и на работе системы аварийного отключения.

### **Заключение**

Обеспечение надежного и стабильного энергоснабжения с учетом необходимых требований по защите окружающей среды от негативных последствий производства – одна из основных задач в настоящее время. Немецкая компания «Сименс» как раз-таки и предлагает продукцию, характеризующуюся снижением выброса парниковых газов и отвечающую вышеуказанным требованиям.

### **Литература**

1. Инструкция по эксплуатации турбоустановки TWIN CA56 CT. № 3 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kurs-na-energoeffektivnost/viewer/>. – Дата доступа: 15.04.2024.
2. Энергобезопасность и энергосбережение. Курс на энергоэффективность [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kurs-na-energoeffektivnost/viewer/>. – Дата до-ступа: 16.04.2024.