

## УДК 621.18-182.2

Р.И. ОСТАШКОВ, студент гр. 10604118 (БНТУ)  
Научный руководитель Н.В. ПАНТЕЛЕЙ, старший преподаватель (БНТУ)  
г. Минск

### **РЕКОНСТРУКЦИЯ ТУРБИН СВЕТЛОГОРСКОЙ ТЭЦ Р-50-130-1ПР1 И Т-45/50-90 С ОБЪЕДИНЕНИЕМ ИХ В ОДНУ ТЕПЛОВУЮ СХЕМУ**

Пуск первой очереди Василевичской ГРЭС был произведен 30 сентября 1958 года. К 1960 году она была полностью введена в строй, а к 1965 была пущена и вторая очередь, что позволило существенно нарастить отпускные мощности. В 1979 году станция была переименована в Светлогорскую ТЭЦ; производилась реконструкция конденсационных турбин первой очереди ВК-50-3 в теплофикационные Т-45/50-90. В 80-х станция была переведена на сжигание природного газа и топочного мазута как резервного вида топлива. Также была произведена реконструкция паровой турбины №1 на работу с противодавлением и перемаркировка её в Р-15-90/10. В конце 90х и начале 2000-х годов тепловые нагрузки покрывались турбиной ПТ-60/75-130. При выведении данного турбоагрегата в ремонт в работу включалась турбина Р-50-130-1ПР1, которая вырабатывала 320 т/ч пара, что было больше необходимого для покрытия тепловых нагрузок. Работа в таком режиме не позволяла использовать всю установленную мощность ТЭЦ, снижала экономичность выработки как электрической, так и тепловой энергии. Учитывая данные факторы, была предложена реконструкция тепловой схемы станции, которая включала перевод двух турбин Т-45/50-90 на работу паром 10 ата и объединения их тепловых схем с турбиной Р-50.

Паросиловая установка Р-50-130-1П (заводское обозначение Р-50/60-130/13-2) представляет собой одноцилиндровый агрегат, предназначенный для привода генератора ТВФ-63-2ЕУЗ переменного тока и отпуска пара на нужды производства. Турбина предназначена для работы на свежем паре при номинальном давлении 12,74 МПа (130 ата) и номинальной температуре 545 °С (данные показатели измерены перед стопорным клапаном). Номинальная мощность турбины – 52,7 МВт; ориентировочный максимальный расход свежего пара на турбину при противодавлении 1,17 Мпа (12 ата) – 455-460 т/ч; максимальное давление в камере регулирующей ступени – 9,8 МПа (100 ата); абсолютное давление пара в выхлопном патрубке турбины — 0,98-1,76 МПа (10-18 ата).

Подача пара в турбину осуществляется по двум паропроводам. Сначала пар подаётся к стопорному клапану; оттуда по четырем перепускным трубам диаметром 150 мм он направляется к четырем регулирующим клапанам, расположенным непосредственно на цилиндре турбины. Из них два клапана являются верхними: №2 (выполнен с разгрузкой) и №4; два боковых - №1 и №3. Тур-

бина снабжена пятым перегрузочным клапаном, вступающим в работу при режимах с максимальным пропуском пара через регулируемую ступень при противодавлении свыше 1 Мпа; он также перепускает пар из камеры регулирующего колеса за четвертую ступень.



Рисунок 1. Турбина Р-50-130-1ПР1

В 1993 году на турбине прошла первая реконструкция. Была произведена замена цилиндра и подшипников турбины, коллектора подачи пара на обогрев фланцев и шпилек, главной паровой задвижки, части паропроводов высокого давления, стопорного клапана (автомата защиты), перепускных труб высокого давления. Паропроводы к ПВД были заменены на новые в связи с истечением ресурса и необходимостью изменения компоновки внутритурбинных трубопроводов. Изменена конструкция отдельных узлов систем регулирования, маслоснабжения и защиты. Установлен новый расширитель дренажей высокого давления объемом 0,177 м<sup>3</sup>, изменены схемы дренажей турбоустановки, КИП и автоматики. В системе смазки турбины установлены три реле падения давления в смазке (это необходимо для защиты турбины от падения давления масла в системе), установлена виброаппаратура ВВК-331 с измерением среднеквадратичного значения виброскорости. Установлен новый электрогенератор ТВФ-63-2ЕУЗ и все связанные с ним системы. К моменту проведения работ по объединению тепловых схем на регулирующих и стопорном клапанах турбоагрегата были установлены высокогерметичные жидкометаллические уплотнения, позволяющие устранить протечки пара, а также новое разборное переднее концевое уплотнение, дающее возможность производить его осмотр и ремонт без вскрытия цилиндра (рисунок 2) [3].



Рисунок 2. Разборное концевое уплотнение

Установленные на станции теплофикационные одноцилиндровые турбины Т-45/50-90 были модернизированы из ВК-50-3 в 1974 по проекту Харьковского филиала Центрального конструкторского бюро с целью организации регулируемого теплофикационного отбора пара давлением 1,2–2,5 ата. Эти турбины представляют собой одноцилиндровый агрегат, проточная часть высокого давления которого до регулируемого отбора состоит из одновенечной регулирующей ступени и 17 ступеней давления. Часть низкого давления состоит из одновенечной регулирующей ступени и двух ступеней давления. Турбина предназначена для работы на свежем паре (90 ата) и номинальной температуре 535 °С; максимальный расход пара — 220 т/ч, максимальный расход пара в отопительный отбор — 150 т/ч. Схема регенерации турбоустановки состоит из трех ПВД, деаэратора 6 ата, а также четырех ПНД.

Для обеспечения возможности работы турбин Т-45/50-90 на излишках пара с параметрами 10 ата и 210 °С, сбрасываемых из турбины Р-50-130-1ПР1, были удалены: регулирующие клапаны с кулачковым приводом, подвижная часть сервомотора части высокого давления, перепускные трубы части высокого давления, сегменты сопел и частично сопловые коробки, а также ступени части высокого и среднего давления со 2-ой по 11-ую. Были заглушены нерегулируемые отборы турбины на ПВД, модернизированы переднее концевое уплотнение и система автоматического регулирования (рисунок 3) [1].

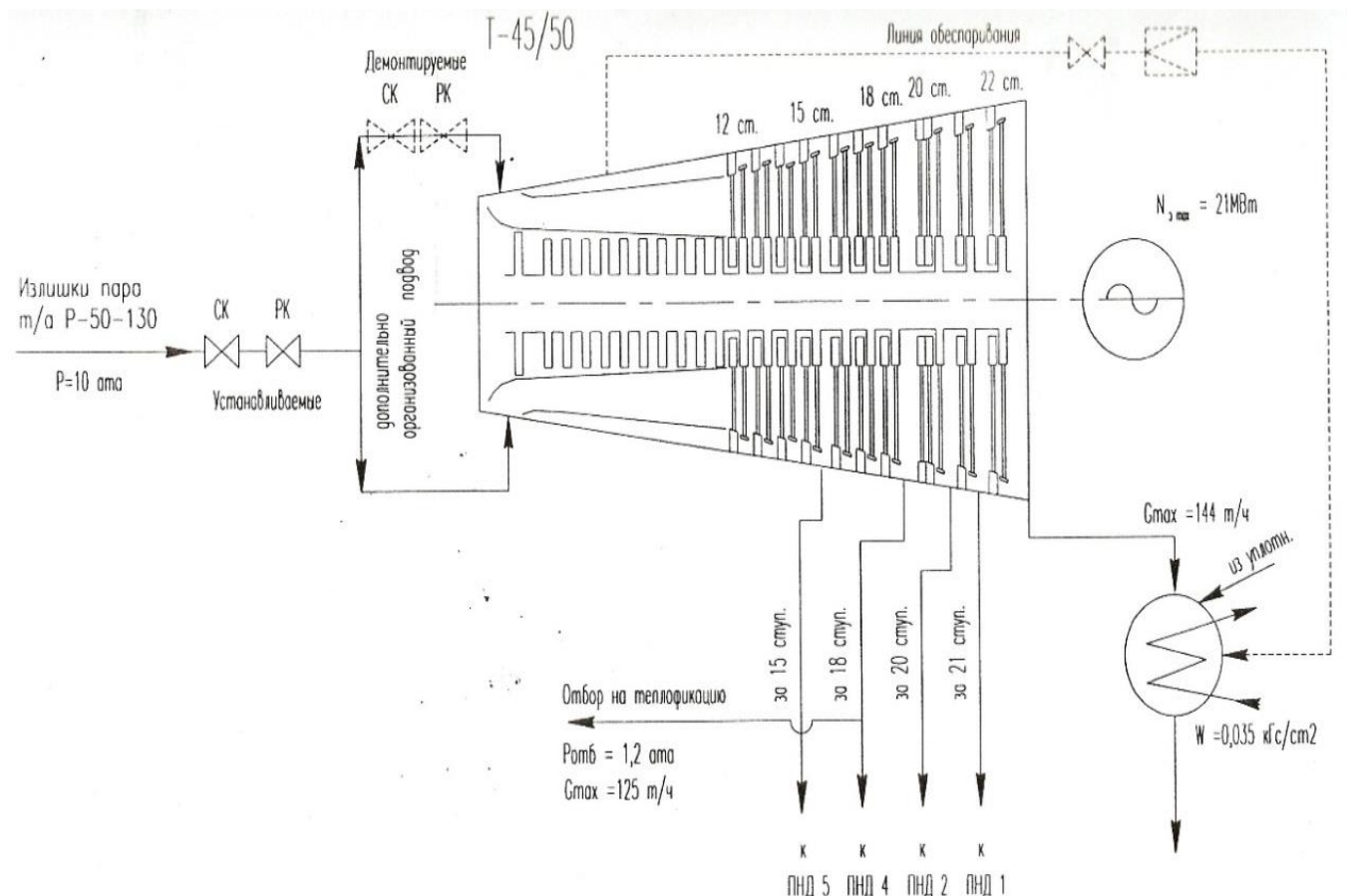


Рисунок 3. Схема реконструкции турбин Т-45/50-90 для работы с паром 10 ата

В тепловой схеме станции был выполнен монтаж подающего паропровода 10 ата с врезкой в трубопроводы низкой стороны РОУ-100/10 после расходомерных устройств. Производилась также установка стопорного и регулирующего клапанов, перепускных, байпасного и дренажных трубопроводов с необходимой запорной арматурой. Все эти мероприятия позволили выполнить объединение в единую схему турбины Р-50-130-1ПР1 и реконструированных Т-45/50-90 [2] (см. рисунок 4).

Объединенные в единую схему турбины Р-50-130-1ПР1 и Т-45/50-90 (перемаркированы соответственно в ТР-16-10 и Т-14/25-10) могут эффективно использоваться в работе ТЭЦ наравне с турбиной ПТ-60-130/13 и обеспечить все режимы работы, включая внезапное разгружение или отключение потребителей пара 10 ата. В осенне-зимний период в данной схеме приоритетной является работа турбины Р-50-130-1ПР1 и ТР-16-10, которая выполняет роль минимальной нагрузки и первой ступени подогрева сетевой воды. Турбина Т-14/25-10 используется либо в летний период, либо как дополнительный источник пара 1,2 ата для подогрева сетевой воды в зимнее время.

В рамках реконструкции в 2019 году на турбоагрегаты была установлена информационная система регистрации параметров (см. рисунок 5), что позволило повысить надежность и стабильность работы оборудования.

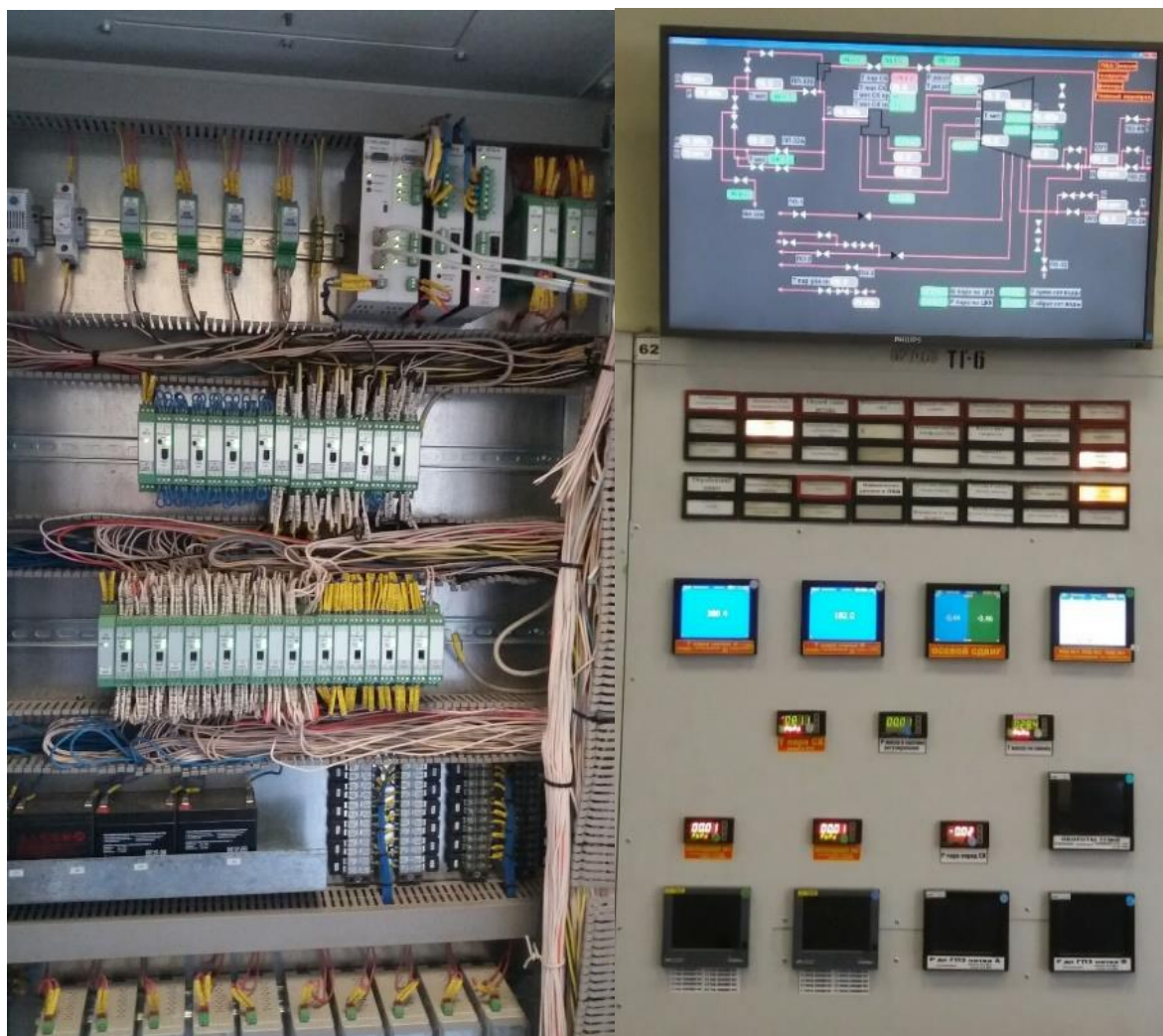


Рисунок 5. Информационная система регистрации параметров



Реконструкция турбин и тепловой схемы увеличила выработку электроэнергии на ТЭЦ за счет как эксплуатации самих турбин, так и увеличения расхода пара на турбину Р-50-130-1ПР1 (электрическая мощность на номинальном режиме увеличена на 0,9 МВт). Это повысило число часов использования установленной электрической мощности в году в 1,28 раза. Перевод на пониженные параметры позволил эксплуатировать турбины ТР-16-10 и Т-14/25-10 без ограничений по ресурсу, а вся ТЭЦ (за исключением турбины Р-15-90/10) перешла на повышенные параметры пара котлов второй очереди с вытеснением из работы менее экономичных котлов первой очереди. Удельный расход условного топлива на отпуск электроэнергии после реконструкции в целом уменьшился на 3,3 г/кВт·ч, а на отпуск тепла — на 4,46 кг/Гкал.

#### Список литературы:

1. Перевод турбины Т-45/50 (ВК-50-3) ст. №4 Светлогорской ТЭЦ на работу паром 0,98 МПа из стационарного коллектора: утв. Филиал Харьковское Центральное конструкторское бюро «Энергопрогресс» ООО «Котлотурбопром» 27.03.2003 – Санк-петербург: ООО «Котлотурбопром» – 196 листов.
2. Перевод турбины Т-45/50 (ВК-50-3) ст. №3 Светлогорской ТЭЦ на работу паром 0,98 МПа из стационарного коллектора: утв. Филиал Харьковское Центральное конструкторское бюро «Энергопрогресс» ООО «Котлотурбопром» 27.03.2003 – Санк-петербург: ООО «Котлотурбопром» – 196 листов.
3. Турбоустановка Р-50-130-1ПР1 СТ.№6. Инструкция по эксплуатации. Светлогорская ТЭЦ. БЭРН. 2020. — 165 листов.
4. Турбина паровая Р-50-130 ЛМЗ. Технические условия на капитальный ремонт. Нормы и требования. 2010. — 197 листов.