

УДК 621.165

М.М. ЛЕВИН, акад. Инж. акад. Украины, Н.И. МАМОНТОВ,
И.В. ГАРЬКАВЕНКО, О.М. КОБЦЕВ, инженеры

*Филиал Харьковское Центральное Конструкторское Бюро “Энергопрогресс”
ООО “Котлотурбопром”*

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕООРУЖЕНИЕ ХАРЬКОВСКОЙ ТЭЦ-3 С ЦЕЛЬЮ
УВЕЛИЧЕНИЯ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ТЕПЛОМ
ПОТРЕБЛЕНИИ И ЭКОНОМИИ ТОПЛИВА ПУТЕМ РЕКОНСТРУКЦИИ
ТУРБИННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Проведено комплексне переозброєння Харківської ТЕЦ-3 з оптимізацією теплової схеми з метою збільшення електричної потужності та виробництва тепла при комбінованому відпуску електричної та теплової енергії. Для цього створено і введено в експлуатацію нову турбіну типу Р-24-6,9/0,25, а також реконструйовані для можливості роботи з непроекtnим пониженим протитиском турбіни типу Р-12-90/18М та Р-4-29/12. Після реконструкції збільшено електричну потужність ТЕЦ-3 на 30 МВт і забезпечено економію до 25-30 тис. тон умовного палива на рік.

The complex reequipment Kharkov TPP-3 with optimization of the thermal circuit is carried out with the purpose of increase of electrical capacity and manufacture of heat at the combined tempering electrical and thermal energy. Thus is created and the new turbine such as P-24-6,9/0,25 is entered into operation, and also are reconstructed for an opportunity of work with not design lowered backpressure of the turbine such as P-12-90/18M and P-4-29/12. After reconstruction the electrical capacity TPP-3 is increased on 30 megawatt and the economy up 25-30 thousand tons of conditional fuel per one year was provided.

Харьковская ТЭЦ-3 – одна из старейших ТЭЦ в Украине, построенная 70 лет назад по плану ГОЭЛРО.

Оборудована ТЭЦ-3 была в основном турбинами инофирм довоенных и военных годов выпуска. Длительная эксплуатация ТЭЦ без кардинального технического перевооружения привела к такому состоянию оборудования, когда безаварийная работа достигалась только за счет снижения параметров свежего пара – вместо проектных 90 ата, 535°С, ТЭЦ-3 была переведена на 70 ата, 470°С. И, не смотря на это, в 1990-97 г.г. значительная часть оборудования была выведена из работы как по своему физическому состоянию, так и в связи с реструктуризацией и снижением паровых нагрузок.

Так, турбоустановки ст. № 1А типа Р-12-90/18М и ст. № 1Б Р-4-29/12 были остановлены в связи с ликвидацией потребителей пара 12-15 ата, а турбоустановки ст. №№ 2 и 5 типа ВТ-24 ф. SSW демонтированы. Причем, в турбогенераторе ст. № 5 была демонтирована только турбина, а генератор ст. № 5 находился в исправном состоянии.

Согласно технологической схеме эксплуатации котельное отделение ТЭЦ-3 располагает значительным резервом по паропроизводительности, в связи с чем часть пара поступала на теплофикационные установки через неэкономичные редуционно-охладительные устройства (РОУ), приводя к пережогу дефицитного газообразного топлива. При такой работе ТЭЦ-3 грозила перспектива превратиться в убыточную котельную.

Следует отметить, что, находясь в пределах города, в насыщенном жилом и производственном районе, Харьковская ТЭЦ-3 покрывает порядка 25% тепла в общем

объеме г. Харькова. Значительные присоединенные тепловые нагрузки на протяжении всего года (отопительные – зимой и горячего водоснабжения – летом) диктовали необходимость восстановления генерирующих электрических мощностей, позволяющих вырабатывать комбинированную электрическую и тепловую энергию.

Харьковское конструкторское бюро по созданию, реконструкции и модернизации тепломеханического оборудования электростанций (сокращенно ХЦКБ) длительное время выполняло для Харьковской ТЭЦ-3 работы по разработке технической документации для восстановления, реконструкции и изготовления новых узлов и деталей турбоустановок.

На протяжении своего 50-летнего существования в составе Минэнерго СССР, а позже Минэнерго Украины, ХЦКБ разработало и внедрило значительное количество (более 900) энергосберегающих проектов на электростанциях всего СНГ на турбинах любой мощности – от 2-3 МВт до 800 МВт.

Первым этапом реконструкции тепловой схемы ТЭЦ-3 явилась установка новой противодавленческой турбины мощностью 24 МВт типа Р-24, проект которой разработан ХЦКБ. Выбор типа турбины и его электрической мощности был сделан на базе технико-экономического обоснования, учитывающего максимальное использование существующего основного оборудования (котлы, генератор) и минимизацию стоимости изготовления нового оборудования (турбина, трубопроводы, вспомогательное оборудование).

При реализации проекта был выполнен следующий объем работ:

- 1) изготовление турбины на ОАО «ПТМЗ» и НПО «Турбоатом» в соответствии с технической документацией ХЦКБ;
- 2) реконструкция существующего фундамента и строительных конструкций для монтажа новой турбины;
- 3) обвязка турбины трубопроводами свежего и отработанного пара, дренажными и масляными трубопроводами в соответствии с документацией ХЦКБ;
- 4) разработка и внедрение программно-технического комплекса (ПТК), позволившего автоматизировать пуск и эксплуатацию турбоустановки;
- 5) восстановление и реконструкция существующего электрогенератора мощностью 24 МВт.

На рис. 1 приведена принципиальная тепловая схема турбоустановки.

Собственно турбина Р-24-6,9/0,25 представляет собой одноцилиндровый агрегат, состоящий из двухвенечной регулирующей ступени скорости и 11 ступеней давления. Первые 9 ступеней расположены во внутреннем цилиндре, 10-12 ступени – в обойме, устанавливаемой во внешнем цилиндре.

Ротор турбины – цельнокованный.

Парораспределение турбины имеет 3 регулирующих клапана.

Фикспункт расположен на пересечении осей поперечной и продольной шпонки на задней раме со стороны генератора.

Из камер концевых лабиринтовых уплотнений предусмотрен отсос пара в коллектор 1,2 ата как непосредственно, так и с помощью эжектора уплотнений.

Автоматическая система регулирования и защиты (АСРЗ) — электрогидравлическая, разработана НПО «Турбоатом» совместно с СКБ «Полисвит», ПО «Коммунар» и ХЦКБ.

Максимальная пропускная способность парораспределения и проточной части турбины в условиях работы Харьковской ТЭЦ-3 может составлять 197 т/ч. Однако, в связи с тем, что мощность генератора ограничена 24 МВт, максимальный расход

свежего пара через турбину составляет 160 т/ч при противодавлении 2,5 ата и 176 т/ч при противодавлении 4,0 ата (см. таблицу 1).

Таблица 1. Сводные данные работы турбины в условиях Харьковской ТЭЦ-3

Давление свежего пара, P_0 , ата	70	
Температура свежего пара, t , °С	470	
Противодавление, P_p , ата	2,5	4,0
Расход пара, G_0 , т/ч	160	176
Электрическая мощность, $N_э$, МВт	24	24
Удельный расход пара, q , кг/кВт·ч	6,66	7,33

В результате ввода в эксплуатацию турбины Р-24 ст. № 5 установленная электрическая мощность ТЭЦ-3 увеличилась на 24 МВт или почти на 40 %.

Вторым этапом реконструкции явилась модернизация противодавленческих турбин ст. № 1А типа Р-12-90/18М КТЗ и ст. № 1Б типа Р-4-29/12 производства ф. «Метро-Виккерс», рассчитанных на работу с противодавлением 18 и 13 ата соответственно с переводом их на работу с пониженным противодавлением.

В связи с отсутствием паровых нагрузок указанных параметров, турбины, начиная с 90-х годов прошлого столетия, не работали. В то же время в работе постоянно находилась РОУ, сбрасывающая пар средних параметров в отопительный коллектор, не вырабатывая при этом электрической мощности.

Реконструкция турбин позволила исключить из работы РОУ, увеличить тепловую и электрическую мощность ТЭЦ и обеспечить комбинированную выработку дополнительной электрической энергии.

Паровая турбина ст. № 1А типа Р-12-90/18м производства КТЗ одноцилиндровая с противодавлением. Проточная часть турбины состоит из двухвенечной регулирующей ступени и четырех ступеней давления. Парораспределение турбины сопловое, имеет восемь регулирующих клапанов.

Номинальная электрическая мощность турбины – 12000 кВт. Расчетные номинальные параметры свежего пара:

- давление 8,82 МПа (90 ата);
- температура 535 °С;
- номинальное противодавление 1,76 МПа (18 ата).

Максимальный расход свежего пара на турбину при указанных параметрах составляет 40,28 кг/с (145 т/ч), максимальная электрическая мощность — 12700 кВт.

По условиям работы котлов ТЭЦ-3 на турбину подается свежий пар с параметрами:

- давление – 6,86 МПа (70 ата);
- температура – 470 - 480 °С.

Паровая турбина ст. № 1Б типа Р-4-29/12 производства ф. «Метро-Виккерс» одноцилиндровая с противодавлением. Ранее турбина была реконструирована по проекту, разработанному в 1969г. Харьковским ЦКБ, с целью повышения электрической мощности до 4000 кВт путем увеличения расхода свежего пара на турбину до 36,1 кг/с (130 т/ч). Фирменные параметры пара:

- давление свежего пара 2,84 МПа (29 ата),
- температура свежего пара 380 – 400 °С,
- противодавление 1,274-1,372 МПа (12-14 ата).

Проточная часть турбины состоит из двухвечной регулирующей ступени и шести ступеней давления. Парораспределение турбины - дроссельное, имеет дроссельный и перегрузочный (перепускной) клапаны.

Реконструкцию и ввод в действие турбин с уменьшением противодавления возможно было осуществить при уменьшении расхода пара на турбину. Это ограничение связано с перегрузкой последней ступени турбины и критерием является допустимое изгибное напряжение в рабочих лопатках, разрешенное заводом-изготовителем при проектных параметрах.

Для надежной эксплуатации турбин с пониженным противодавлением разработана и внедрена специальная система защиты, отслеживающая контрольное давление в проточной части и препятствующая чрезмерному открытию регулирующих клапанов турбины. Кроме того, у турбины с сопловым парораспределением (ст. № 1А) изменен порядок открытия клапанов во избежание перегрузки регулирующей ступени, которая имеет место при одном полностью открытом клапане.

На рис. 2, 3 приведены диаграммы мощности реконструированных турбин ст. №№ 1А и 1Б.

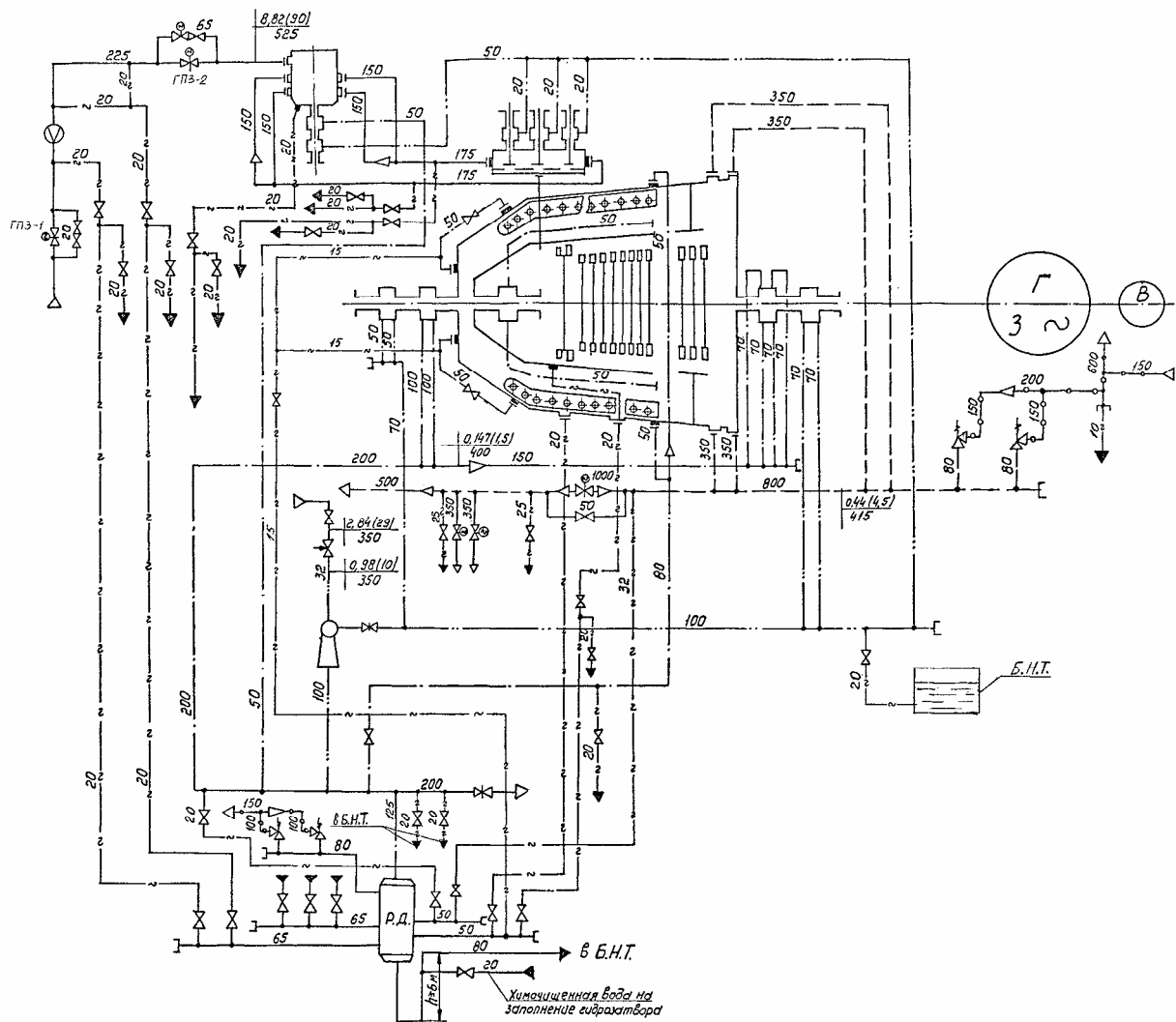


Рис. 1. Принципиальная тепловая схема турбоустановки Р-24-6,9/0,25

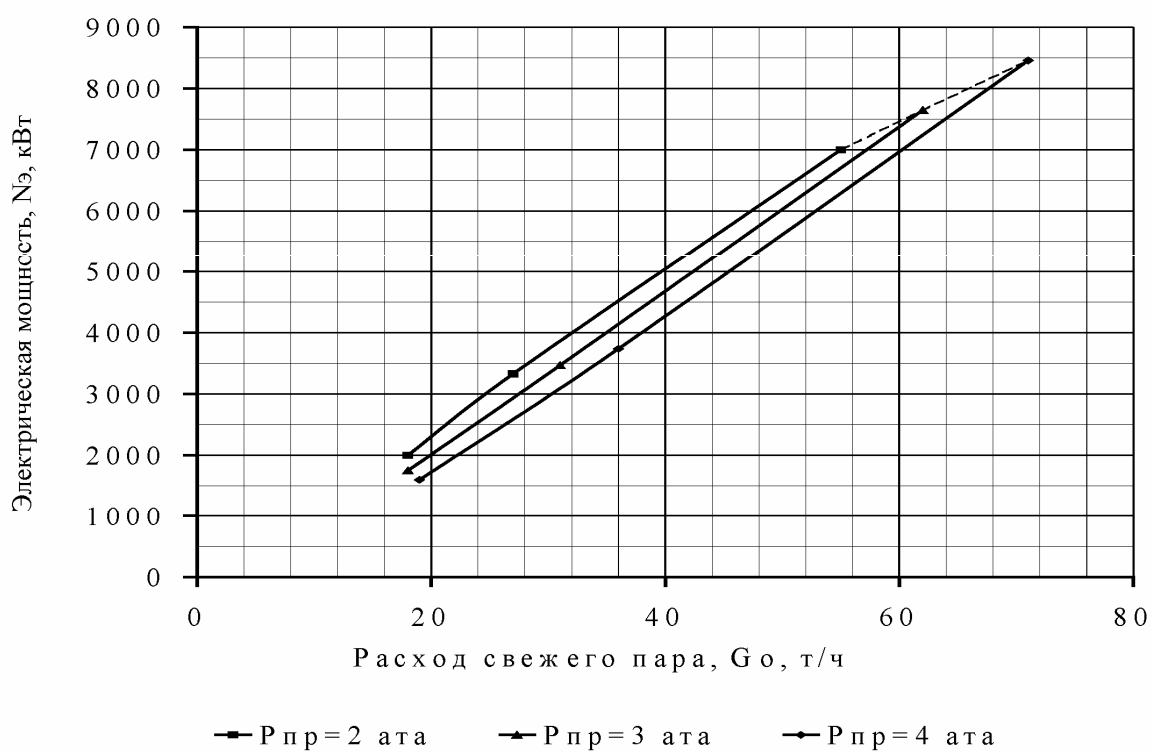


Рис. 2. Диаграмма мощности реконструированной турбины P-12-90/18M

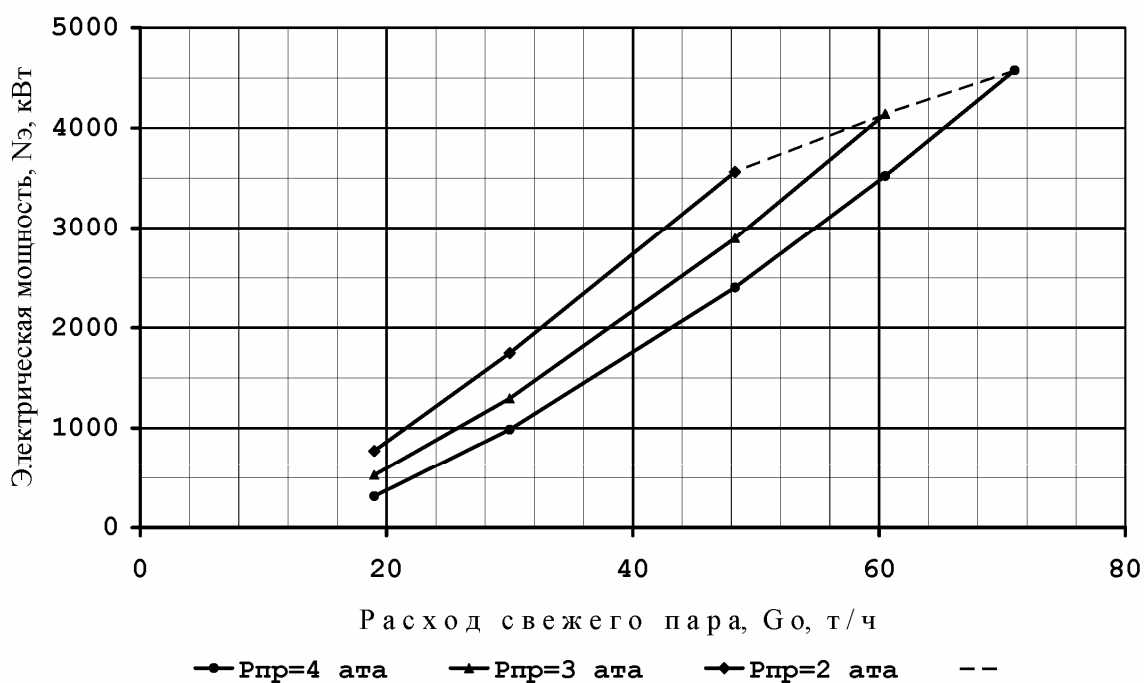


Рис. 3. Диаграмма мощности реконструированной турбины P-4-29/12

Выводы

1. В период с 2000 по 2005 годы на Харьковской ТЭЦ-3 было выполнено техническое перевооружение, позволившее увеличить установленную мощность ТЭЦ-3 на 35 МВт и выработку электроэнергии более, чем в 2 раза, обеспечить наиболее экономичный отпуск тепловой и электрической энергии, повысить надежность теплоснабжения и обеспечить реальную экономию топлива в течение всего года. При этом обеспечивается отпуск 140 Гкал/ч тепла с комбинированной выработкой электроэнергии.

2. В объеме технического перевооружения была разработана, изготовлена и введена в строй новая противодавленческая турбина Р-24-6,9/0,25, а также реконструированы и введены после долгого простоя в эксплуатацию на режимах работы с пониженным противодавлением турбины Р-4-29/12 и Р-12-90/18М.

3. Техперевооружение Харьковской ТЭЦ-3 позволило снизить удельные расходы топлива на выработку электроэнергии до 180 г/кВт·ч, что выражается в экономии порядка 25-30 тыс. тонн условного топлива в год.

4. Затраты в реконструкцию и ввод в действие турбоустановок окупились в течение одного года.

© Левин М.М., Мамонтов Н.И., Гарькавенко И.В., Кобцев О.М., 2006