

УДК 62-621.2

**Анализ структуры Минской ТЭЦ-4», РУП «МИНСКЭНЕРГО»**

Драенков И.С.

Научный руководитель – к.т.н., доцент БОБИЧ А.А.

Минская ТЭЦ-4 является филиалом Минского республиканского унитарного предприятия электроэнергетики РУП «Минскэнерго».

Филиал «Минская ТЭЦ-4» расположенный в Западном промышленном узле города является основным источником для покрытия тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение западной, юго-западной, частично северной и центральной частей г. Минска.

Установленная мощность:

- электрическая 1035 МВт
- тепловая 1519 Гкал/ч

Выработка электроэнергии: 3900,9 млн кВт·ч/год

Отпуск электроэнергии: 3579,7 млн кВт·ч

Отпуск тепла: 5136,5 тыс. Гкал/год

- в горячей воде 3007,6 тыс. Гкал/год
- в паре 2128,9 тыс. Гкал/год

Удельный расход условного топлива

- на отпуск электроэнергии 201 г/кВт·ч
- на отпуск тепла 166,6 кг/Гкал

Основное оборудование ТЭЦ состоит из двух частей (очереди):

- неблочной части с параметрами 12,7 МПа (130 кгс/см<sup>2</sup>) и 555 °С;
- блочной части с параметрами 23,5 МПа (240 кгс/см<sup>2</sup>) и 540/540 °С.

Кроме того, в отдельно стоящем здании установлены две турбодетандерные установки с номинальной электрической мощностью 2,5 МВт каждая.

В настоящее время на Минской ТЭЦ-4 установлено следующее основное оборудование:

*а) в котельном отделении:*

- четыре паровых котлов БКЗ-420-140НГМ;
- три паровых котла ТГМП-344А;

*б) в турбинном отделении:*

- один турбоагрегат ПТ-60-130/13.
- два турбоагрегата Т-110/120-130-4;
- три турбоагрегата Т-255/305-240-5;

В качестве основного топлива для паровых и водогрейных котлов используется природный газ, в качестве резервного – мазут.

Основные производственные фонды ТЭЦ сосредоточены и распределены по структурным подразделениям, которые осуществляют их эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт:

- ✓ Котлотурбинный цех;
- ✓ Электрический цех;
- ✓ Химический цех;
- ✓ Цех тепловой автоматики;
- ✓ Цех топливоподачи;
- ✓ Цех централизованного ремонта;
- ✓ Ремонтно-строительный цех.

**Топливное хозяйство**

Мазутное хозяйство состоит из следующих сооружений:

- мазутонасосной;
- склада мазута;

- приемно-сливного устройства.

Склад мазута состоит из пяти металлических заизолированных резервуаров вместимостью по 20000 м<sup>3</sup>/ч.

Приемно-сливное устройство состоит из двухпутной сливной эстакады, предназначенной для приема 52 цистерн грузоподъемностью до 60 т, двух приемных емкостей вместимостью 600 м<sup>3</sup>/ч каждая, на которых установлено по два перекачивающих погружных насоса типа 20НА-22х3 с подачей 550 м<sup>3</sup>/ч, напором 60 м с электродвигателем мощностью 160 кВт.

Максимальная производительность мазутонасосной (с учетом рециркуляции) составляет 400 т/ч.



Рисунок 1- Склад мазута

**Газовое хозяйство** состоит из:

- внеплощадных газопроводов высокого давления I-ой категории;
- газорегуляторного пункта № 1 (ГРП-1) пропускной способностью 262000 м<sup>3</sup>/ч;
- газорегуляторного пункта № 2 (ГРП-2) пропускной способностью 450000 м<sup>3</sup>/ч;
- газопроводов высокого и среднего давления на площадке ТЭЦ и газового

оборудования котельного отделения главного корпуса.

ГРП-1 и ГРП-2 работают параллельно на общие газопроводы.

**Котельные агрегаты.**

На Минской ТЭЦ-4 установлено четыре котельных агрегатов типа БКЗ-420-140НГМ.

Котел типа Е420-13,8-560ГМН (модель БКЗ-420-140НГМ-4) - однобарабанный, вертикально-водотрубный, с естественной циркуляцией, газоплотный, рассчитан на сжигание топлива двух видов: природного газа и мазута.

Котел работает со следующими номинальными параметрами:

- производительность по перегретому пару - 420 т/ч;
- давление пара в барабане - 15,6 МПа (159 кгс/см<sup>2</sup>);
- давление перегретого пара - 13,7 МПа (140 кгс/см<sup>2</sup>);
- температура перегретого пара - 560 °С;
- температура питательной воды - 230 °С.

Котел оборудован восемью комбинированными газомазутными горелками с паромеханическими форсунками производительностью по 3,5 т/ч. Производительность горелки по газу – 3,82 тыс. м<sup>3</sup>/ч.

#### **Турбоагрегаты.**

Основные технические характеристики турбины Т-110/120-130-4 УТМЗ:

Паровая турбина типа Т-110/120-130-4 УТМЗ - с двумя отопительными отборами и встроенным в конденсатор теплофикационным пучком.

- электрическая мощность 110 МВт;
- расход свежего пара 480 т/ч;
- температура свежего пара 555 °С;
- давление свежего пара 12,7 МПа (130 кгс/см<sup>2</sup>);
- тепловая нагрузка отопительных отборов 733 ГДж/ч (175 Гкал/ч);
- давление пара в конденсаторе 4,9 кПа (0,05 кгс/см<sup>2</sup>).

Турбина имеет пять регенеративных нерегулируемых отборов и два отопительных регулируемых отбора пара: верхний и нижний, предназначенных для ступенчатого подогрева сетевой воды в бойлерах турбины. Отопительные отборы пара имеют следующие пределы регулирования давления:

- верхний - от 0,06 до 0,25 МПа (0,6-2,5 кгс/см<sup>2</sup>);
- нижний - от 0,05 до 0,20 МПа (0,5-2,0 кгс/см<sup>2</sup>).

В состав турбинной установки, наряду с турбиной, входят:

- турбогенератор типа ТВФ-120-2 с водородным охлаждением;
- деаэратор 0,7 МПа (7 кгс/см<sup>2</sup>) типа ДСП-500М;
- три ПВД типа ПВ-425-230-13-3, ПВ-425-230-23-3, ПВ-425-230-35-3;
- четыре подогревателя низкого давления типа ПН-250-16-7;
- сливной насос ПНД-3 марки Кс80-155;
- эжектор уплотнений типа ХЭ-90-55, расход пара на эжектор 550 кг/ч (из уравнильной линии деаэраторов или коллекторов 0,7 МПа);
- сальниковый подогреватель типа ПН-100-16-4;
- два подогревателя сетевой воды типа ПСГ-2300-2(3)-8-1;
- конденсатный насос ПСГ-2 марки КсВ320-160;
- конденсатные насосы ПСГ-1: два марки КсВ320-160 и один марки Кс32-150;
- конденсаторная группа КГ2-6200-III с поверхностью охлаждения 6180 м<sup>2</sup> (из них 940

м<sup>2</sup>

- встроенные пучки). Номинальный расход охлаждающей воды через основные пучки конденсатора – 13500 м<sup>3</sup>/ч, через встроенный пучок - 2500 м<sup>3</sup>/ч, сетевой воды через встроенный пучок - 6000 м<sup>3</sup>/ч.



Рисунок 2 – Ротор турбины

#### **Деаэратор.**

Деаэратор является подогревателем смешивающего типа и предназначен для удаления из химически очищенной воды кислорода, углекислоты и др. растворенных газов, разъедающих внутренние поверхности трубопроводов и арматуры. Растворимость газов в воде уменьшается при повышении ее температуры, и при достижении температуры кипения происходит удаление из воды свободного кислорода и углекислоты и др. растворенных газов.

#### *Химический цех.*

Установка химводоочистки Минской ТЭЦ-4 обеспечивает приготовление обессоленной воды для восполнения потерь пара и конденсата, подпиточной воды теплосетей, очистку конденсата турбоагрегатов ст. № 4-6 (АОУ, БОУ), очистку возвращаемого с мазутного хозяйства замазученного конденсата, нейтрализацию обмывочных вод и вод после кислотных промывок котлов, подкисление воды в оборотной системе технического водоснабжения.

Установка обессоливания для котлов очереди 12,7 МПа работает по схеме: предочистка, механическая фильтрация, двухступенчатое обессоливание по принципу

«цепочек». Для прямоточных котлов предусмотрена третья ступень обессоливания на фильтрах смешанного действия. Общая производительность обессоливающей установки – 300 т/ч.

Установка подпитки теплосети работает по схеме: предочистка (общая с обессоливающей установкой), механическая фильтрация, Na-катионирование. Производительность установки – 800 т/ч.

В качестве исходной воды для установки химводоочистки Минской ТЭЦ-4, а также для подпитки системы техводоснабжения, служит речная вода, подаваемая по стальным водоводам с водохранилища «Дрозды».

#### Литература

1. Белэнерго [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.belenergo.by/content/deyatelnost-obedineniya/sbytovaya-deyatelnost/sovershenstvovanie-ucheta-otpuskaemoy-potrebitelyam-elektricheskoy-energii/> – Дата доступа: 27.09.2018
2. РУП «Минскэнерго» [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.energosbyt.by/counters\\_ul.php](http://www.energosbyt.by/counters_ul.php) – Дата доступа: 27.09.2018
3. Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод). – М.: Энергия, 1973г.
4. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебник для вузов / О. Л. Данилов, А. Б. Горяев, И. В. Яковлев и др.; под ред. А. В. Клименко. – Л.: Издательский дом МЭИ, 2011. – 424 с.: ил.
5. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий: Учеб. пособие для вузов / Б. В. Сазанов, В. И. Ситас; под ред. Н. М. Пеунова. - М.: Энергоатомиздат, 1990. – 304 с.: ил.