

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.И.ЛЕНИНА»

Кафедра тепловых электрических станций
Направление подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
Направленность (профиль) образовательной программы «Тепловые электрические станции»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему «**Исследование работы котла ПТВМ-100 при переменных режимах Ивановской ТЭЦ-2**»

Обучающийся: гр. IV-1

Евсеев М.Г.

Руководитель: канд. т. наук, доцент

Шелыгин Б.Л.

Иваново 2020

Реферат

Ключевые слова:

Водогрейный котёл ПТВМ-100, переменные режимы работы, водогрейный котёл, расход топлива, КПД, температура уходящих газов, , эффективность работы.

Объектами работы является водогрейный котёл «ПТВМ-100»

Цель работы – исследование работы котла ПТВМ-100 при переменных режимах.

Методы, используемые в работе: расчетные методы исследования.

Результаты работы: получены зависимости расхода топлива, температуры уходящих газов и КПД котла брутто от изменения тепловой нагрузки при переменном значении температуры наружного воздуха.

Abstract

Keywords:

PTVM-100 hot water boiler, variable operating modes, hot water boiler, fuel consumption, efficiency, flue gas temperature,, work efficiency.

The objects of the work is the PTVM-100 hot water boiler»

The aims of the work study of the operation of the PTVM-100 boiler under variable conditions.

Methods: calculation methods of research.

Results: dependences of fuel consumption, temperature of exhaust gases and boiler efficiency gross on changes in heat load with a variable value of the outdoor temperature.

Введение

Основное оборудование Ивановской ТЭЦ-2:

Турбины:

ПТ-25-90/10 – 3 шт.

Р-46(50)-90(130)/11 – 1 шт.

ПТ-60-90/13 – 1 шт.

Котлы:

ТП-170 – 6 шт.

БКЗ-220 – 2 шт.

ПТВМ-100 – 2 шт.

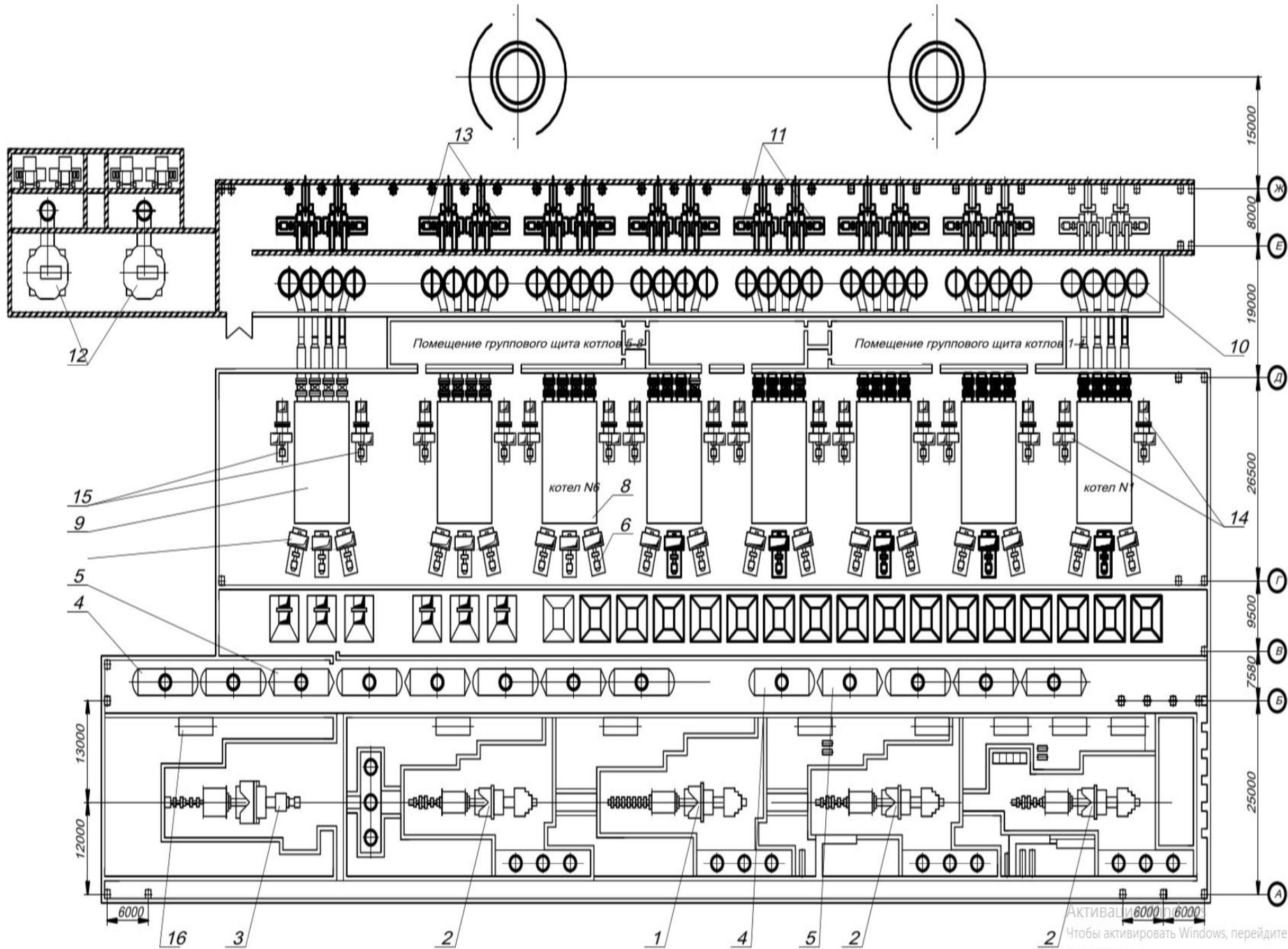


Рис.1. План главного корпуса Ивановской ТЭЦ-2

Активация 6000 | 6000
 Чтобы активировать Windows, перейдите к компьютеру.

Расчёт тепловой схемы

Основные показатели турбины ПТ-60-130

Наименование показателя, единица измерения	Значение показателя
Номинальная мощность	60 МВт
Максимальная мощность	60 МВт
Начальное давление	12,75 МПа
Начальная температура	565 °С
Давление на выходе из ЦВД	1,16 МПа
Температура на выходе из ЦВД	281 °С
Температура перегретого пара	565 °С
Расход охлаждающей воды	8000 м ³ /ч
Температура охлаждающей воды	12 °С
Давление в конденсаторе	0,0023 МПа

Расчёт тепловой схемы

Параметры отборов турбины ПТ-60-130

Отбор	Значение
Седьмой отбор, МПа	0,0402
Шестой отбор, МПа	0,196
Пятый отбор, МПа	0,304
Четвертый отбор, МПа	0,463
Третий отбор, МПа	1,27
Второй отбор, МПа	1,96
Первый отбор, МПа	3,12
Перед 1 ступ. ЦВД, МПа	12,192
Перед Турбиной, МПа	12,7
После регулятора давления, МПа	1,1684
После ругул. или диафр., МПа	0,137004
Линия насыщения, МПа	0,102008
Конец процесса, МПа	0,00234
В выхлопе, МПа	0,00234

Расчёт тепловой схемы

Результаты расчета тепловой схемы ПТ-60-130

- Расход теплоты на выработку электроэнергии на турбоустановках:

203688,2 кВт/ч;

- КПД турбоустановок по выработке электроэнергии: 75 %;

- Тепловая нагрузка парового котла: 205321,3 МДж/ч;

- КПД ТЭЦ по производству ЭЭ (брутто): 68,4 %;

- КПД ТЭЦ по производству и отпуску ТЭ (брутто): 90 %;

- Удельный расход условного топлива по отпуску ЭЭ: 0,18 кг.у.т./кВт*ч);

- Удельный расход условного топлива по отпуску ТЭ: 37, кг.у.т./ГДж;

Описание специального задания

Анализ выполняется с использованием специально разработанной расчетной модели котла ПТВМ-100 для пикового режима его работы путем изменения тепловой нагрузки в пределах $Q=49,4 \div 75 \div 100$ Гкал/ч и диапазон температур наружного воздуха $t_n = -20 \div -15 \div -12$ °С .

Исследования выполнялись применимо к двум видам топлива: мазут и природный газ. Ниже представлены характеристики топлив.

Характеристики мазута: $Q_{нр}=9450$ ккал/кг; $c_p=84\%$; $H_p=10,8\%$; $S_p=3,15\%$; $W_p=3\%$; $A_p=0,15\%$; $N_2_p=0,38\%$.

Характеристики газа: $Q_{нр}=8630$ ккал/м³; $CH_4=91,9\%$; $C_2H_6=2,1\%$; $C_3H_8=1,3\%$; $C_4H_{10}=0,4\%$; $C_5H_{12}=0,1\%$; $N_2=3$; $CO_2=1,2\%$.

Описание водогрейного котла ПТВМ-100

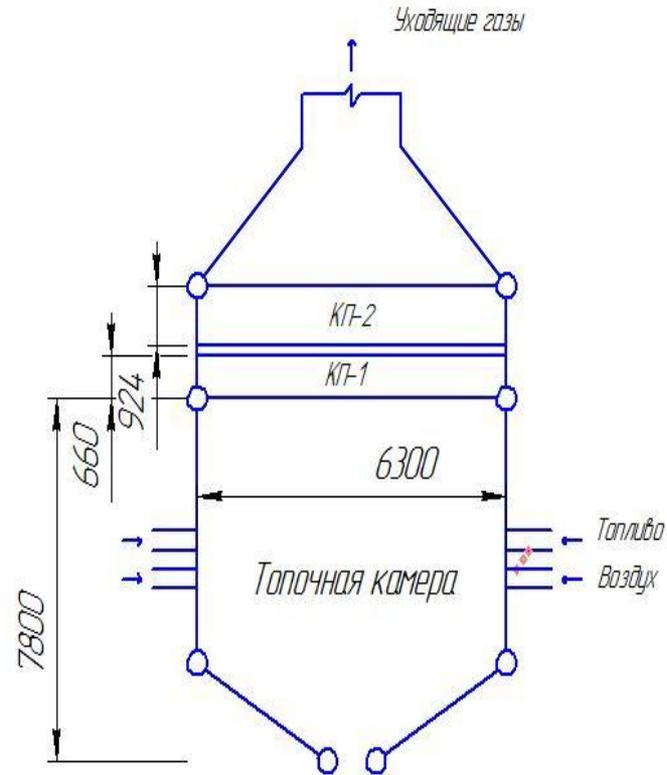


Рис. 3. Упрощённая конструкция котла ПТВМ-100

Введение

Описание котла ПТВМ-100

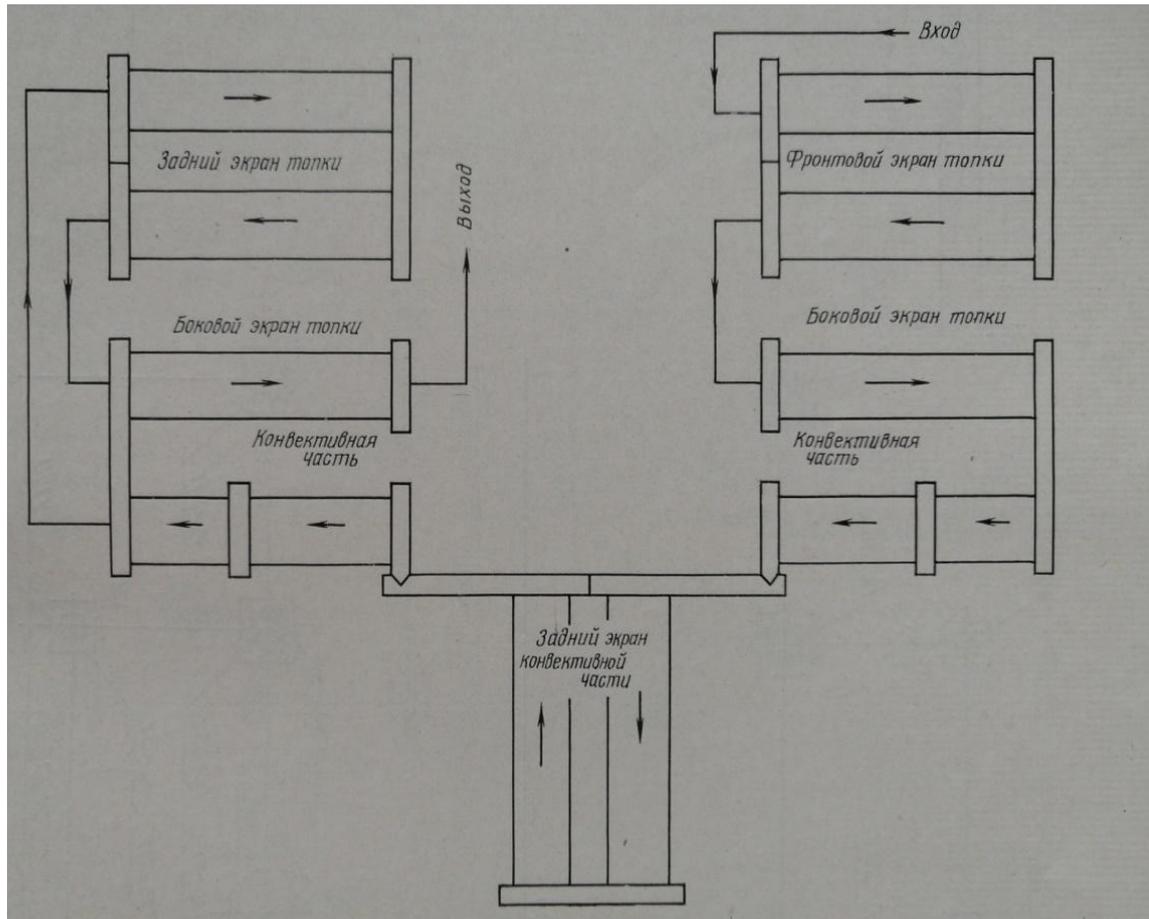


Рис.4.Схема движения воды в трубной системе котла ПТВМ-100

Котёл ПТВМ-100 имеет башенную компоновку поверхностей нагрева. Топочная камера высотой 7,8 м в нижней части ограничена холодной воронкой. Стены топки экранированы трубами диаметром $d=60*3$ мм. На фронтальной и задней стенах топки в два яруса размещены 16 горелочных устройств. Над топочной камерой в газоходе высотой 2,19 м размещены два конвективных пакета труб КП-1 и КП-2, выполненные из труб диаметром $d=28*3$ мм. Все трубы выполнены из углеродистой стали марки Ст20. В пиковом режиме котел ПТВМ-100 работает по прямоточному принципу с разделением расхода воды на две части. Схема движения воды в трубной системе представлена на рис.4.

Разработка расчетной схемы котла ПТВМ-100

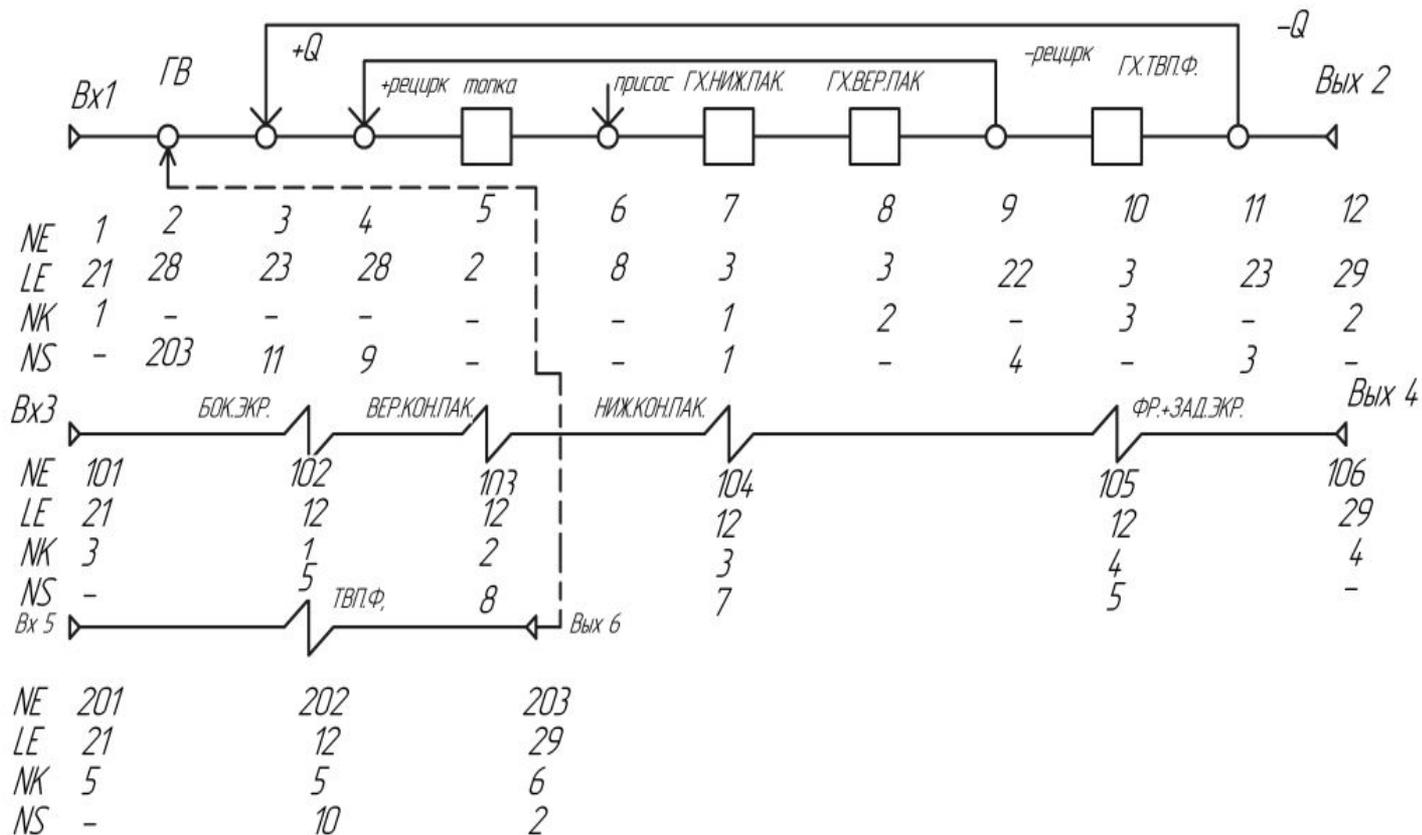


Рис. 5. Расчётная схема водогрейного котла ПТВМ-100

Разработка расчетной схемы

С помощью разработанной модели котла проводим варианты расчёты режимах ее работы. В ходе исследования определялись выходные характеристики в зависимости от определяющих факторов. В качестве выходных параметров принимались тепловая нагрузка и температура наружного воздуха. Расчётное исследование проводилось при трех значениях температуры наружного воздуха $t_{н} = -15 \div -20 \div -25$. Расход сетевой воды через котел не меняется и составляет $D_{с.в.} = 2460$ т/ч. Исследование выполнено применительно к мазуту и газу. Значения температуры сетевой воды и тепловых нагрузках котла представлены в табл. 1.

Наименование характеристик	Значения		
Температура наружного воздуха $t_{н.в.}$, °С	-15	-20	-25
Тепловая нагрузка котла Q_k , Гкал/ч	53,94	77,91	100
Температура сетевой воды на входе в котёл t_1 , °С	99	101	104
Температура сетевой воды на выходе из котла t_2 , °С	124	137	150
Температура уходящих газов $\vartheta_{ух}$, °С	175	212	248
Температура газов на выходе из топки $\vartheta''_т$, °С	965	1091	1199
Коэффициент избытка воздуха в уходящих газах $\alpha_{ух}$	1,28	1,2	1,15
КПД котла (брутто) η_k , %	89,19	88,1	86,93
Расход топлива B , т/ч	6,3	9,21	11,97

Таблица 1. Исходные данные для выполнения вариантов расчётов водогрейного котла ПТВМ-100 при сжигании мазута, и результаты расчётов.

Разработка расчетной схемы

Наименование характеристик	Значения		
Температура наружного воздуха t_n , °С	-15	-20	-25
Тепловая нагрузка котла Q_k , Гкал/ч	53,94	77,91	100
Температура сетевой воды на входе в котёл t_1 , °С	99	101	104
Температура сетевой воды на выходе из котла t_2 , °С	124	137	150
Температура уходящих газов $\vartheta_{ух}$, °С	175	212	248
Температура газов на выходе из топки $\vartheta''_т$, °С	998	1134	1225
Коэффициент избытка воздуха в уходящих газах $\alpha_{ух}$	1,28	1,2	1,15
КПД котла (брутто) η_k , %	89,19	88,1	86,93
Расход топлива $V \cdot 10^{-3}$, $\text{нм}^3/\text{ч}$	6,81	9,89	12,75

Таблица 2.
Исходные данные для выполнения вариантных расчётов котла ПТВМ-100 при сжигании природного газа, и результаты расчётов.

Получение зависимостей

По полученным результатам построены отдельные графические зависимости, в случае сжигания двух видов топлива (мазут, природный газ).

В случае сжигания мазута с увеличением Q_k , температура уходящих газов возрастает от 175 до 248 °С. Для природного газа величина $\vartheta_{ух}$ меньше (133-173) °С, т.к. выше коэффициенты тепловой эффективности радиационных и конвективных поверхностей нагрева ($\Psi_{экр}=0,84$ и $\Psi_{кп}=0,75$).

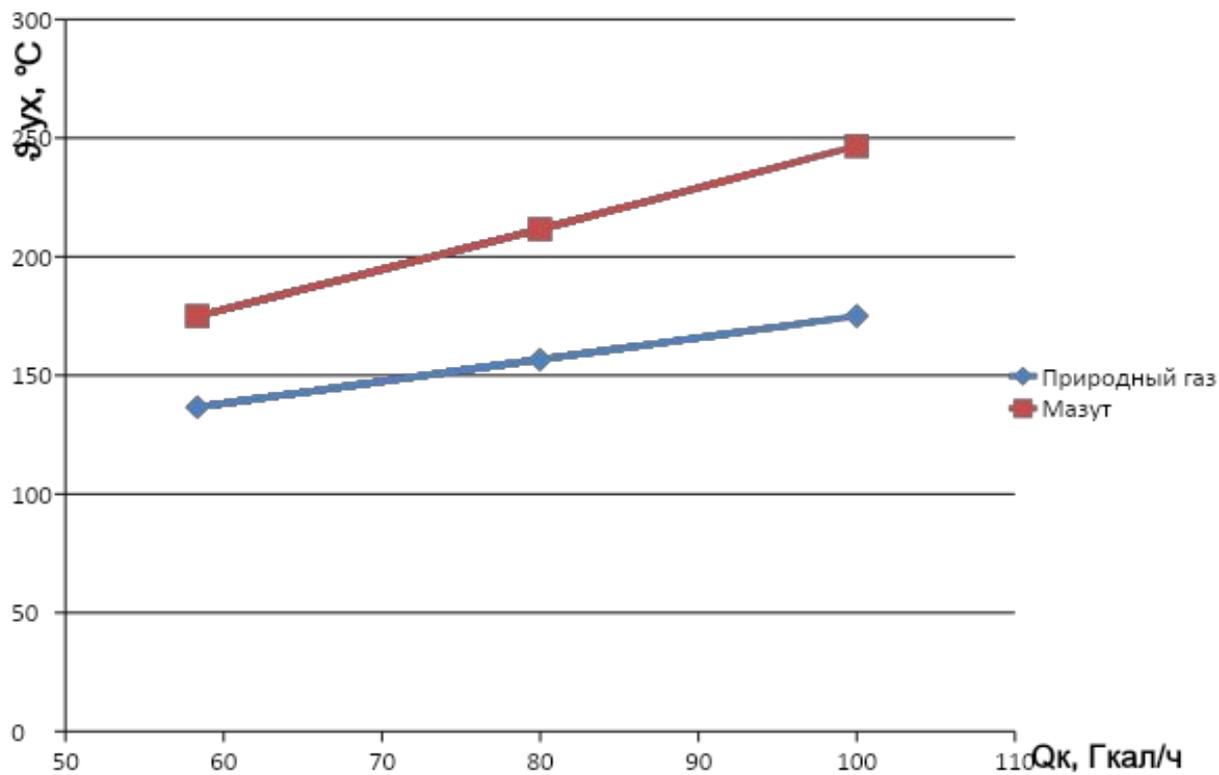


Рис.6. Изменение температуры уходящих газов в зависимости от тепловой мощности котла.

Получение зависимостей

В данном разделе были определены расчетные зависимости коэффициента избытка воздуха в топочной камере и расход сжигаемого топлива от определенных факторов при остановленной установке «ГТЭ-6П» в автономном режиме работы КУ «П-102».

В случае сжигания мазута с увеличением Q_k , КПД котла (брутто) η_k снижается от 89,19 до 86,93% за счёт заметного роста потери теплоты q_2 . Применительно к сжиганию природного газа при пониженных $\vartheta_{ух}$, КПД котла η_k выше и составляет 89,88 – 90,4%.

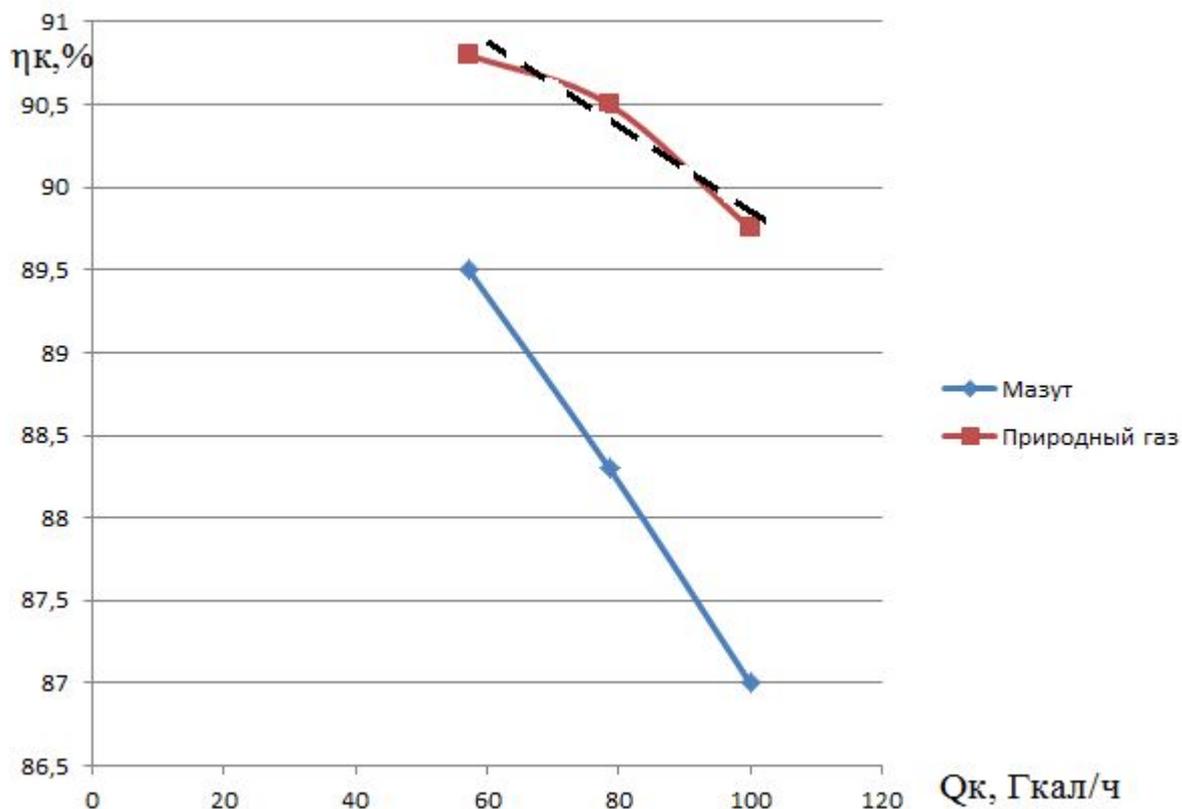


Рис.7. Изменение КПД котла (брутто) в зависимости от тепловой мощности котла.

Получение зависимостей

В случае сжигания мазута, расход топлива с увеличением Q_k возрастает в пределах $B_m = 6300-11970$ кг/ч. Применительно к природному газу его расход изменяется в пределах $B_g = 6810-12750$ м³/ч.

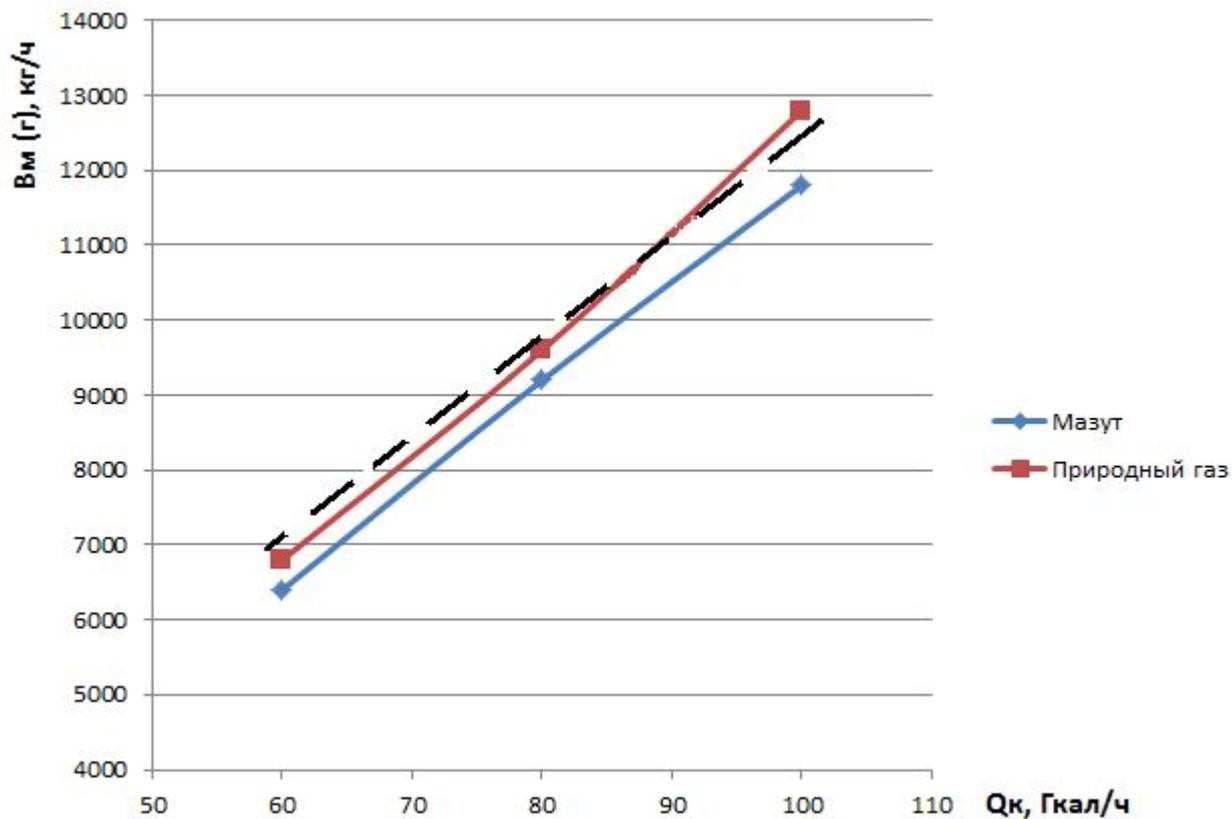


Рис.8. Изменение расхода топлива в зависимости от тепловой мощности котла.

Заключение

1. Изложены особенности Ивановской ТЭЦ-2 и входящего в её состав оборудования.
2. Выполнен расчёт тепловой схемы паровой турбины ПТ-60-130 ЛМЗ на нагрузку 100 Гкал/ч.
3. Для проведения расчётного исследования работы водогрейного котла ПТВМ-100 разработана расчётная модель энергоустановки и подготовлены исходные данные.
4. С исполнением расчётной модели котла ПТВМ-100 выполнено расчётное исследование энергоустановки при переменных режимах её работы и изменении тепловой нагрузки в диапазоне $Q_T=49,4 \div 75 \div 100$ Гкал/ч и температурах наружного воздуха в пределах $t_n = -20 \div -15 \div -12$ °С .
5. В результате анализа установлено ,что :
 - а) В случае сжигания мазута с увеличением Q_k , температура уходящих газов возрастает от 175 до 248°С. Для природного газа величина $\vartheta_{ух}$ меньше (133-173) °С.
 - б) В случае сжигания мазута с увеличением Q_k , КПД котла (брутто) η_k снижается от 89,19 до 86,93% за счёт заметного роста потери теплоты q_2 . Применительно к сжиганию природного газа при пониженных $\vartheta_{ух}$, КПД котла η_k выше и составляет 89,88 – 90,4%.
 - в) В случае сжигания мазута, расход топлива с увеличением Q_k возрастает в пределах $V_m = 6300-11970$ кг/ч. Применительно к природному газу его расход изменяется в пределах $V_g = 6810-12750$ нм³/ч. Получены количественные зависимости, которые могут быть использованы при анализе переменных режимов работы водогрейного котла ПТВМ-100.

Список литературы

- 1) Нуждин, В.Н. Стратегическое управление качеством образования: учеб. пособие для вузов / В. Н. Нуждин, Г.Г. Кадамцева; Иван. гос. энерг. ун-т им. В.И. Ленина. – Иваново, 2003. – 88 с.
- 2) Нуждин, В.Н. Тотальное управление качеством образования (часть 1): практическое руководство / В.Н. Нуждин, Г.Г. Кадамцева; Иван. гос. энерг. ун-т им. В.И. Ленина. – Иваново, 2003. – 88 с.
- 3) Мошкарин, А.В. Состояние и перспективы развития энергетики Центра России/ А.В. Мошкарин, А.М. Смирнов, В.И. Ананьин / под ред. А.В. Мошкарина; Иван. Гос. Энерг. Ун-т им. В.И. Ленина. – Иваново, 2000. – 260 с.
- 4) Мошкарин, А.В. Анализ направлений отечественной теплоэнергетики / А.В. Мошкарин, М.А. Девочкин, Б.Л. Шелыгин, В.С. Рабенко / под ред. А.В. Мошкарина; Иван. гос. Энерг. ун-т им. В.И. Ленина. – Иваново, 2002. – 256 с.
- 5) Мошкарин, А.В. Основы энергетики: курс лекций для студентов энергетических вузов / А.В. Мошкарин, М.А. Девочкин, Б.Л. Шелыгин, Б.М. Ларин, А.Г. Ильиченко / под ред. А.В. Мошкарина; Иван. гос. энерг. ун-т им. В.И. Ленина. – Иваново, 2005.-280 с.
- 6) В.Л. Гудзюк, А.С. Ривкин, Б.Л. Шелыгин. Тепловой поверочный расчёт паровых котлов на ЭВМ ЕС. Методические указания. Иваново, 1989, 36 с.
- 7) Г.М. Вишерская, М.Н. Гуляев и др. Котлы малой и средней мощности и топочные устройства. Отраслевой каталог. НИИЭИНФОРМЭНЕРГОМАШ. – Москва, 1983. 224 с.
- 8) Тепловой расчёт котельных агрегатов (нормативный метод) / под ред. Н.В. Кузнецова и др. – Москва, Энергия, 1973. -296 с.
- 9) М.И. Резников, Ю.М. Линов. Паровые котлы электростанций. Учебник для вузов. – Москва, Энергоиздат, 1981. – 240 с.
- 10) А.А. Щукин и др. Теплотехника. – Москва, Металлургия, 1973. – 479 с.

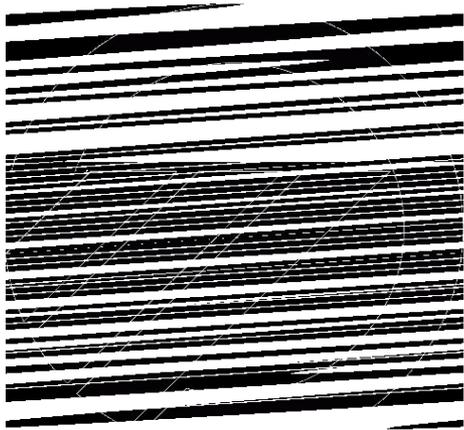
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.И.ЛЕНИНА»

Кафедра тепловых электрических станций

Направление подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Направленность (профиль) образовательной программы «Тепловые электрические станции»



Благодарю за
внимание!

Иваново 2020