

Консультация №3 по курсовой работе

**Дисциплина «Энергетические установки высокой
эффективности»**

ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ КОТЛА-УТИЛИЗАТОРА НА ПРИМЕРЕ ГТУ-ТЭЦ

Макаревич Елена Владимировна,

к.т.н., доцент каф. «Тепловые электрические станции». Тел.: (495) 362-71-50,

[E-mail: iufemia@mail.ru](mailto:iufemia@mail.ru) , MaikarevichYV@mpei.ru



1. тепловая схема промышленно-отопительной ГТУ-ТЭЦ;
2. уравнения тепловых балансов для поверхностей котла-утилизатора;
3. построение $Q-t$ диаграммы процессов теплообмена одноконтурного котла-утилизатора;
4. задание к следующему занятию





Уравнения тепловых балансов парогенерирующей части котла-утилизатора

ПЕ
$$G_{\text{КТ}} \times (h_{\text{КТ}} - h_1) \times \varphi = D_{\text{ПЕ}} \times (h_{\text{ПЕ}} - h_{\text{Б}}^{\parallel}) = Q_{\text{ПЕ}}$$

И
$$G_{\text{КТ}} \times (h_1 - h_2) \times \varphi = D_{\text{ПЕ}} \times (h_{\text{Б}}^{\parallel} - h_{\text{ЭК}}^{\parallel}) = Q_{\text{И}}$$

ЭК
$$G_{\text{КТ}} \times (h_2 - h_3) \times \varphi = D_{\text{ПЕ}} \times (h_{\text{ЭК}}^{\parallel} - h_{\text{ПН}}) = Q_{\text{ЭК}}$$

Основные допущения и ограничения:

1. гидравлическое сопротивление пароперегревателя, что позволяет определить температуру насыщения в барабане котла-утилизатора : $\Delta p_{\text{ПЕ}}^{\Gamma} = p_{\text{Б}} - p_{\text{ПЕ}}, \text{ МПа}$
2. задаемся температурным напором на «горячем» конце пароперегревателя: $\Theta_{\text{ПЕ}} = \vartheta_{\text{КТ}} - t_{\text{ПЕ}} = 20 \div 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$
3. задаемся температурным напором на «холодном конце испарителя» : $\Theta_{\text{И}} = \vartheta_2 - t_{\text{Н}}^{\text{Б}} = 8 \div 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$
4. задаемся некоторым запасом по температуре воды за экономайзером (защита от вскипания жидкости) $\Delta t_{\text{В}} = t_{\text{Н}}^{\text{Б}} - t_{\text{ЭК}}^{\parallel} = 8 \div 12 \text{ }^{\circ}\text{C}$



Расход пара, определяем из соотношения (без учета продувки из барабана):

$$D_{\text{ПЕ}} = \frac{G_{\text{КТ}} \times (h_{\text{КТ}} - h_2) \times \varphi}{h_{\text{ПЕ}} - h_{\text{ЭК}}''}$$

Уравнения теплового баланса ГВТО

$$G_{\text{КТ}} \times (h_{\text{ПР}} - h_{\text{УХ}}) \times \varphi = G_{\text{ГВТО}} \times (h_{\text{В}}^{\text{ВЫХ}} - h_{\text{В}}^{\text{ВХ}}) = Q_{\text{ГВТО}}$$

Принимаем температуру уходящих газов за котлом-утилизатором $t_{\text{УХ}} = 80 \div 100 \text{ } ^\circ\text{C}$

Из уравнения теплового баланса рассчитываем расход сетевой воды $G_{\text{СВ}}$

Уравнение теплового баланса пикового сетевого подогревателя

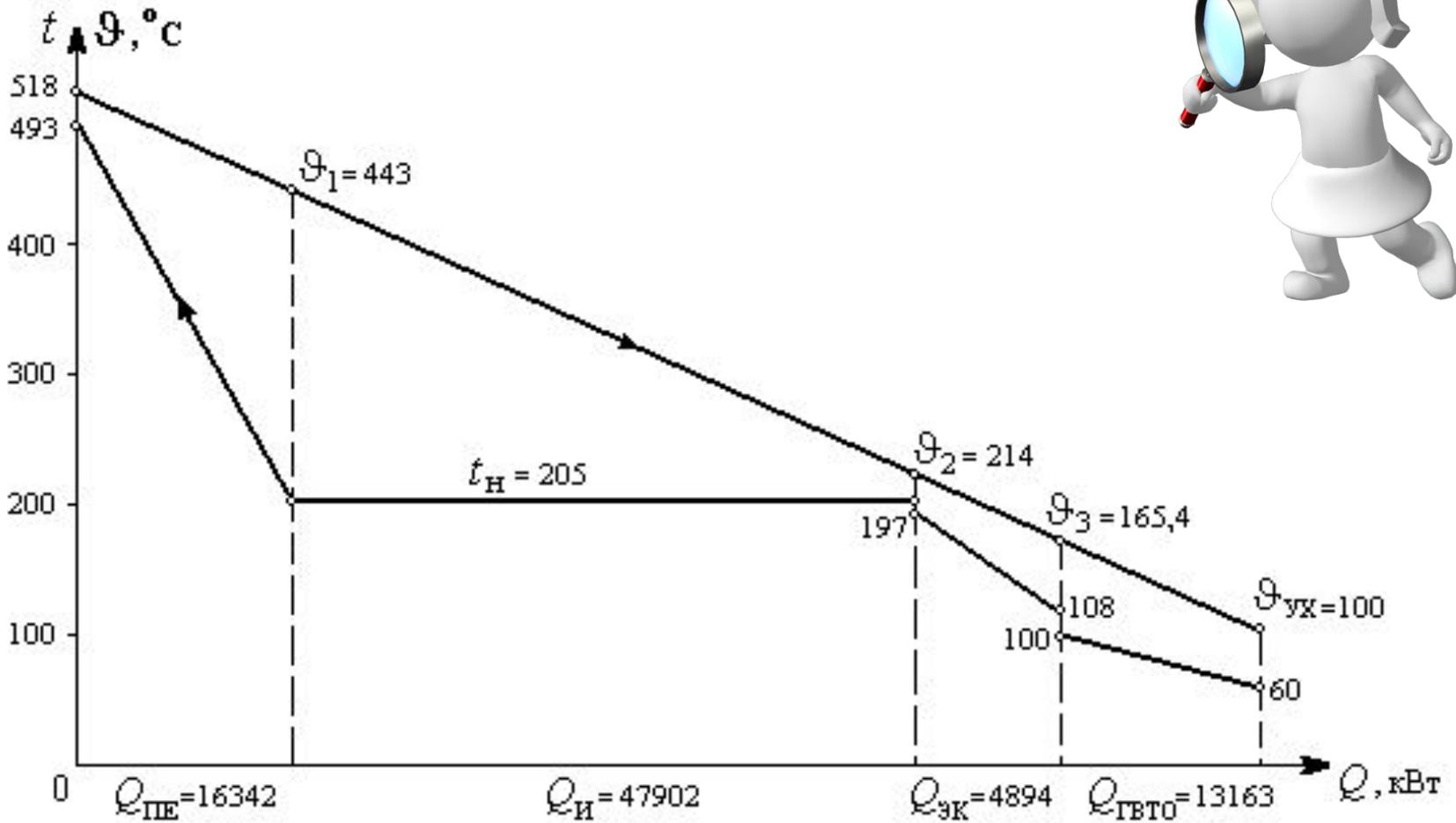
$$G_{\text{СВ}} \times (h_{\text{ПС}} - h_{\text{В}}^{\text{ВЫХ}}) = D_{\text{ПЕ}} \times (h_{\text{ПЕ}} - h_{\text{ДР}}) \times \eta$$

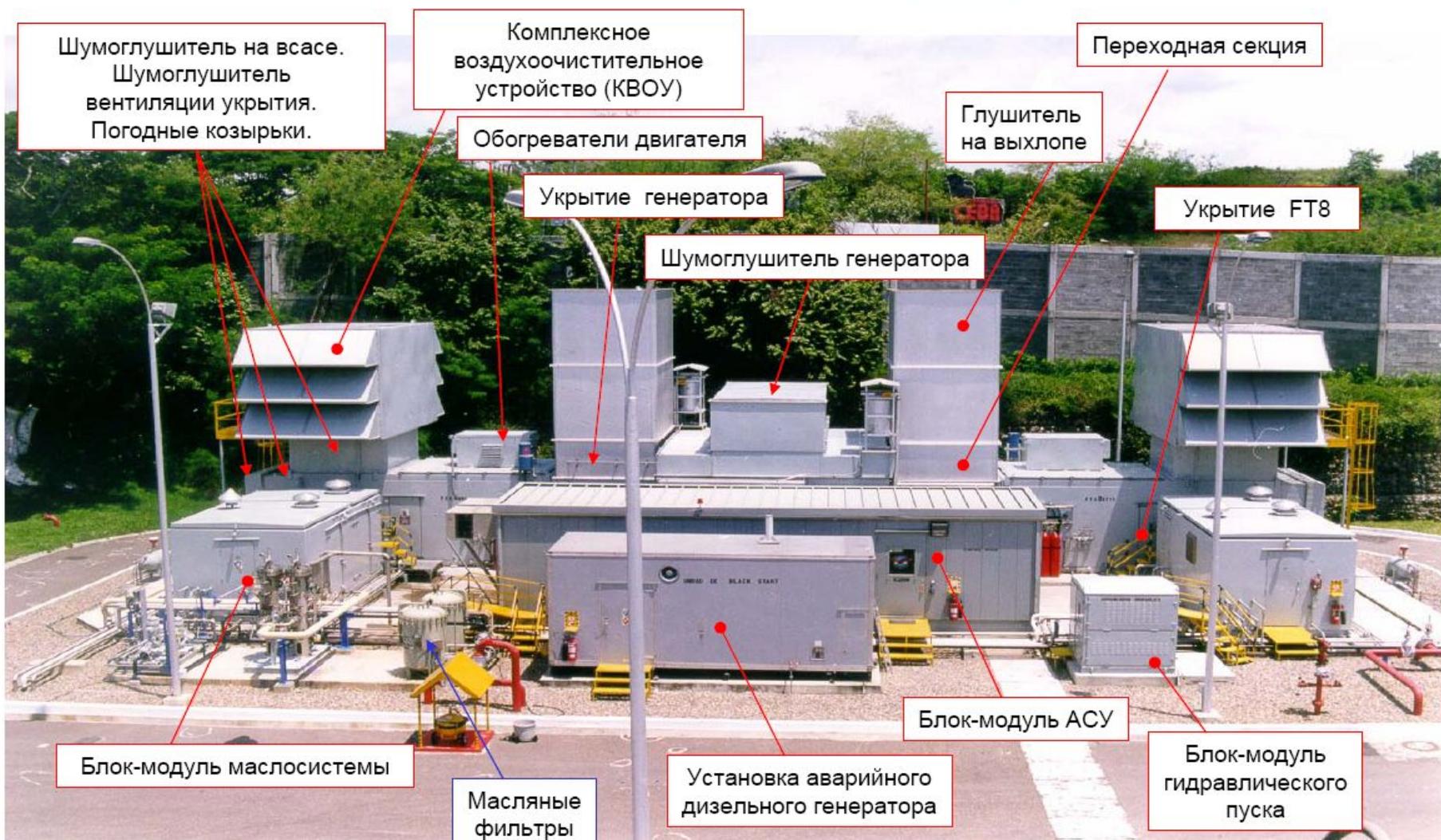
Материальный баланс деаэратора (продувкой барабана котла-утилизатора пренебрегаем):

$$D_{\text{ПЕ}} + D_{\text{ВПР}} = D_{\text{П}}^{\text{Д}} + D_{\text{ОК}} + D_{\text{ДВ}} + D_{\text{ПБ}} \quad D_{\text{ОК}} = 0,9 \times D_{\text{ПЕ}} \quad D_{\text{ДВ}} = 0,1 \times D_{\text{П}}$$

Тепловой баланс деаэратора:

$$(D_{\text{ПЕ}} + D_{\text{ВПР}}) \times h_{\text{В}}^{\text{Д}} = D_{\text{П}}^{\text{Д}} \times h_{\text{ПЕ}} + D_{\text{ОК}} \times h_{\text{ОК}} + D_{\text{ДВ}} \times h_{\text{ДВ}} + D_{\text{ПБ}} \times h_{\text{ДР}}$$









1. Изменение $N_{Э,ГТУ}$ (пиковые режимы, понижение $N_{Э,ГТУ}$);
2. Байпас (обвод ГВТО) газов;
3. Выбор числа и типа ГТУ, оптимизация режимов работы;
4. Рециркуляция воды;
5. Байпас (обвод) ГВТО по сетевой воде;
6. Промежуточный теплообменник;
7. Дожигание топлива;
8. ПВК;
9. Впрыск пара (воды) в тракт ГТУ;
10. Аккумуляторы теплоты;
11. Установка трехрежимных КУ (ГВТО);
12. Комбинация различных способов.

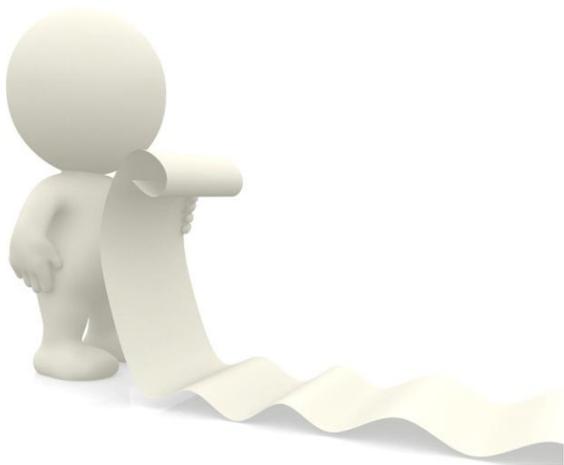




- Возможности ГТУ (особенности ГТУ):
 - $Q_{кт} \approx (1,6 \div 2,1) N_{э, ГТУ}$ (МВт);
 - при $t_{нв} = \text{var} \rightarrow Q_{кт} \approx \text{const}$;
 - $t_{нв} \downarrow \rightarrow t_{кт} \downarrow$;
 - Изменение характеристик ГТУ от сопротивления КУ (ГВТО), и других факторов;
 - Необходимость для большинства ГТУ дожимных компрессоров.
- Требования потребителя:
 - $t_{нв} \downarrow \rightarrow Q_{тп} \uparrow$; ($Q_{гвс} \approx (0,15 \div 0,2) Q_T^{\text{max}}$);
 - $t_{нв} \downarrow \rightarrow t_{пс} \uparrow$;
 - Изменение $G_{св}$;
 - Летом $t_{ос} \approx 40 \text{ } ^\circ\text{C}$.
- Проблемы, ограничения по конструкции КУ (ГВТО):
 - $v_{ух} \approx 90 \div 100 \text{ } ^\circ\text{C}$ (на газе);
 - $t_{вх} \approx 55 \div 60 \text{ } ^\circ\text{C}$;
 - КУ (ГВТО) \rightarrow пассивных элемент;
 - Выбор режима конструкторского расчета.



Вывод: Необходима оптимизация параметров и структуры тепловых схем ГТУ-ТЭЦ, согласование (увязка) режимов работы по отпуску электроэнергии и теплоты.



1. Выполнить расчет тепловых балансов элементов КУ с составлением Q, T – диаграммы теплообмена;
2. Совместить эти расчеты с тепловым и материальным балансами деаэратора;
3. Заполнить таблицу 1.

