

ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА КИМОВ ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕПЛОВЫХ СХЕМ ТЭС И АЭС

И.О. Агутенков

Томский политехнический университет, ИШЭ, НОЦ И.Н. Бутакова, группа 5091

Научный руководитель: А.В. Воробьев, к.т.н., доцент НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ ТПУ

Метод коэффициентов изменения мощности (КИМ) был предложен [1] для оценки влияния малых изменений параметров и структуры тепловых схем ПТУ на их тепловую экономичность. По определению коэффициент изменения мощности e это коэффициент пропорциональности в следующем уравнении

$$\Delta N = eQ,$$

где Q – количество теплоты, подводимое извне к той или иной ступени подогрева питательной воды; ΔN – изменение мощности турбоустановки.

Для расчета схемы методом КИМ, определения e нужно различать два типа ступеней подогрева, отсюда и две основные формулы для e .

Каскадная ступень – поверхностный подогреватель вместе с охладителем дренажа и пара, в котором происходит слив дренажа в нижестоящую ступень подогрева или в конденсатор, если это первый подогреватель по ходу воды. Узловая ступень – ступень без слива дренажа, в которой обрывается каскад дренажа и образуется узел смешения потока дренажа и главного конденсата.

Для примера использования метода КИМ, была рассчитана турбоустановка К-1000-60/1500 Калининской АЭС. Сначала был проведен расчет методом балансов, затем методом КИМов.

1. Расчет схемы традиционным методом тепловых балансов [2].

КПД турбоустановки:

$$\eta_{\text{ту}}^{\text{э}} = N_3 / Q_{\text{ту}}^{\text{э}} = 1000 / 2526 = 0,396.$$

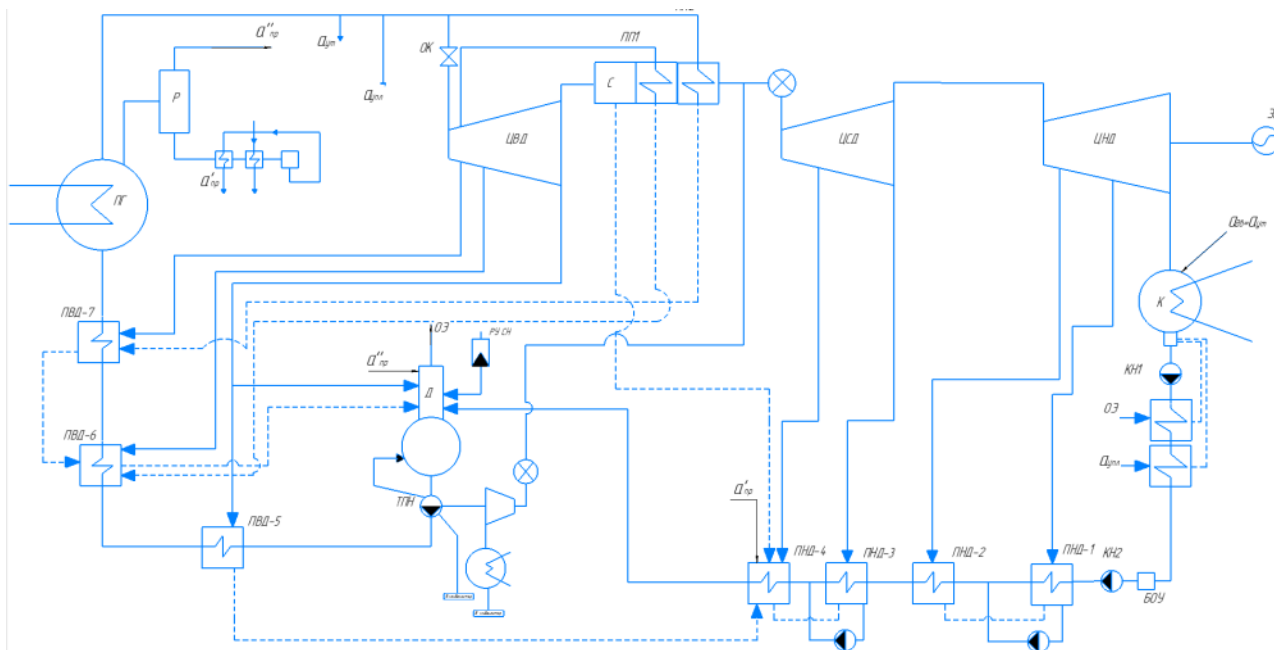


Рис. 1. Принципиальная тепловая схема турбоустановки К-1000-60/1500 для расчета методом балансов

Таблица 1. Полученные значения относительных расходов

$\alpha_1=0,054$	$\alpha_{пп2}=0,0404$
$\alpha_2=0,044$	$\alpha_c=0,088$
$\alpha_3=0,029$	$\alpha_{см}=0,755$
$\alpha_4=0,025$	$\alpha_{пв}=1,065$
$\alpha_5=0,044$	$\alpha_d=0,028$
$\alpha_6=0,032$	$\alpha_{ок}=0,626$
$\alpha_7=0,028$	$\alpha_{пп1}=0,0266$

2. Расчет тепловой схемы методом КИМов.

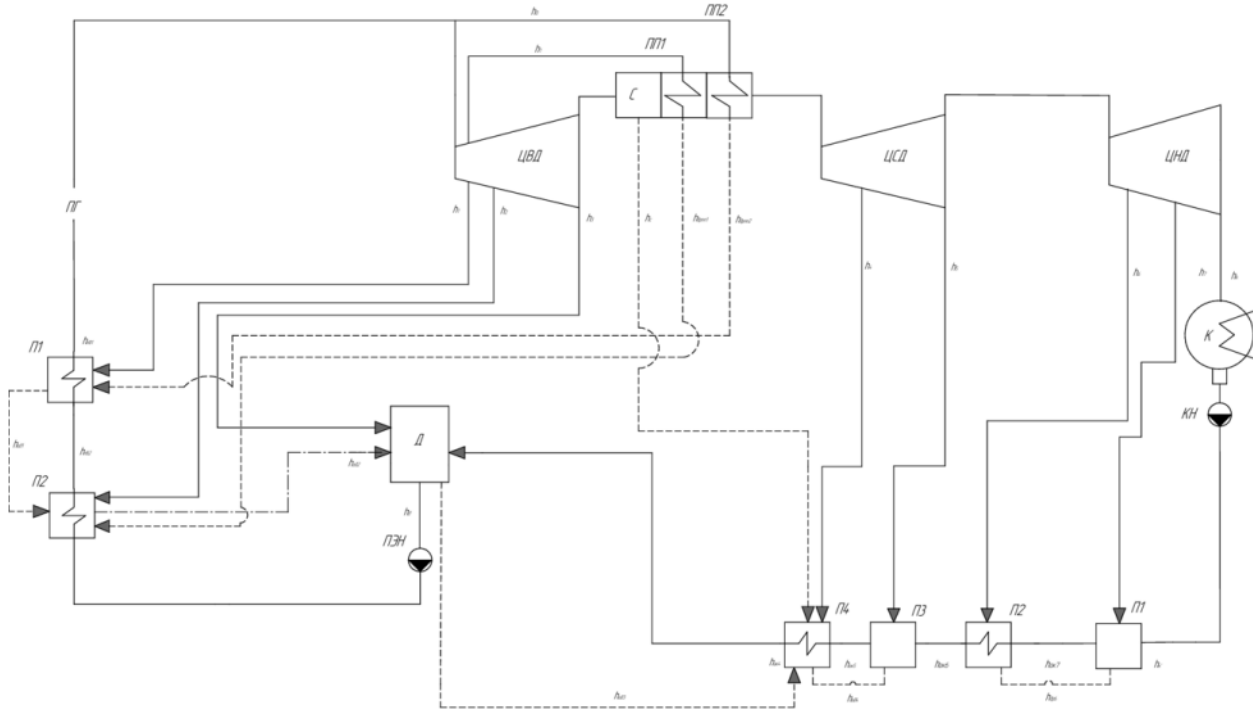


Рис. 2. Принципиальная тепловая схема турбоустановки К-1000-60/1500 для расчета методом КИМов

Определение коэффициентов изменения мощности в регенеративных ступенях приведено в табл. 2.

Абсолютный внутренний КПД ТУ по методу КИМов:

$$\eta_{ту}^3 = \frac{h_0 - h_k - \sum_1^n e_i \cdot \Delta h_{Bi} + \sum_1^m (1 - e_{oci}) \cdot \Delta h_{oci}}{h_0 - h_{пв}} = \frac{2783 - 2117 - 201 + 267}{2783 - 960} = 0,401,$$

где $n = 7$ – число ступеней подогрева; $m = 3$ – число осушителей пара.

Расхождение значения абсолютного внутреннего КПД ТУ, полученного по методу абсолютных расходов, со значением, полученным по методу КИМов:

$$\delta \eta_{ту}^3 = \frac{|\eta_{ту}^3 - \eta_{ту}^3|}{\eta_{ту}^3} = \frac{|0,402 - 0,401|}{0,402} \cdot 100 \% = 0,2 \, \%.$$

Как видно, метод КИМов дает достаточно точное значение КПД ТУ, что говорит о возможности применения метода для расчета тепловых схем, возможных модернизаций или исследований. Этот метод является перспективным за счет меньшего количества расчетов, более простого анализа, а также возможностью проследить изменение показателей тепловой экономичности при небольших изменениях параметров тепловой схемы, что нельзя сделать при использовании метода балансов.

Таблица 2. Формулы для расчета ступеней каждой ступени подогрева

П7, узловая ступень	$e_1 = \frac{h_7 - h_k}{h_7 - h'_k} = \frac{h_7 - h_k}{h_7 - h'_k}$
П6, каскадная ступень	$e_2 = 1 - (1 - e_1) \cdot \frac{h_7 - h_{др6}}{h_6 - h_{др6}}$
П5, каскадная ступень	$e_3 = \frac{h_5 - h_k - (e_1 \cdot \Delta h_{B1} + e_2 \cdot \Delta h_{B2})}{h_5 - h_{ок6}}$
П4, каскадная ступень	$e_4 = 1 - (1 - e_3) \cdot \frac{h_5 - h_{др4}}{h_4 - h_{др4}}$
Деаэратор и ПЗ, узловая ступень	$e_5 = 1 - [h_k - h_{ок4} + (e_1 \cdot \Delta h_{B1} + e_2 \cdot \Delta h_{B2} + e_3 \cdot \Delta h_{B3} + e_4 \cdot \Delta h_{B4} - (1 - e_{OC1}) \cdot \Delta h_{OC1} - (1 - e_{OC2}) \cdot \Delta h_{OC2} - (1 - e_{OC3}) \cdot \Delta h_{OC3}) / (h_3 - h_{ок4})]$
П2, каскадная ступень	$1 - e_6 = (1 - e_5) \cdot \frac{h_3 - h_{од2}}{h_2 - h_{од2}}$
П1, каскадная ступень	$1 - e_7 = (1 - e_6) \cdot \frac{h_2 - h_{од1}}{h_1 - h_{од1}}$
С, осушитель	$e_{OC1} = e_4$
ПП1, осушитель	$1 - e_{OC2} = (1 - e_7) \cdot \frac{h_1 - h'_{пп1}}{h_c - h'_{пп1}}$
ПП2, осушитель	$1 - e_{OC3} = (1 - e_7) \cdot \frac{h_1 - h'_{пп2}}{h_{пп1} - h'_{пп2}}$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рубинштейн Я.М., Щепетильников М.И. Исследование реальных тепловых схем ТЭС и АЭС. – М.: Энергоиздат, 1982. – 271 с.
2. Антонова А.М., Воробьев А.В. Атомные электростанции: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 276 с.

ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ МИКРОЭНЕРГЕТИКИ: МИКРОГРИДЫ КАК РЕШЕНИЕ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Д.С. Клименко

*Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
ЭФ, ЭПП, группа Э-11*

Научный руководитель: А.А. Грибанов, к.т.н., доцент АлтГТУ

Введение

В последние годы наблюдается значительный интерес к микроэнергетике и микрогридам как к эффективным решениям для локального производства тепловой и электрической энергии. Микрогриды представляют собой децентрализованные системы электроснабжения, обеспечивающие электроэнергией и теплом отдельные здания, районы или, в некоторых случаях, целые города. Они объединяют в себе такие источники энергии, как солнечные панели, ветряные турбины, генераторы на биогазе и другие, так же позволяют эффективно использовать возобновляемые источники энергии для локального производства электроэнергии и тепла. Целью данной статьи является анализ концепции микрогридов, их потенциала для решения проблем локального производства электрической и тепловой энергии.