

УДК: 621.438 + 621.311

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ТОПЛИВОИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАРОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК
METHOD FOR EVALUATION OF INDICATORS OF FUEL
CONSUMPTION OF COMBINED UNITS**

А.А. Стрежик

Научный руководитель – С.А. Качан, к.т.н., доцент
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

kachan@bntu.by

A. Strezhik

Supervisor – S. Kachan, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** приведены основные положения методики расчета показателей топливоиспользования парогазовых установок на примере ПГУ-427 МВт Лукомльской ГРЭС. Рассматривается понятие «условного» котла. Показан алгоритм расчета удельных расходов топлива ПГУ-427 МВт, и приведены их графические зависимости.*

***Abstract:** the main provisions of the methodology for calculating the indicators of fuel consumption of combined-cycle units are given on the example of CCGT-427 MW of Lukomlskaya GRES. The concept of a «conditional» boiler is considered. An algorithm for calculating the specific fuel consumption of CCGT-427 MW is shown and their graphical dependences are given.*

***Ключевые слова:** парогазовая установка, газотурбинная установка, «условный» котел, алгоритм, удельные расходы топлива.*

***Keywords:** combined cycle unit, gas turbine unit, «conditional» boiler, algorithm, specific fuel consumption.*

Введение

В связи с широким внедрением парогазовых технологий в энергетике Беларуси разработаны и внедрены методические основы расчета показателей топливоиспользования комбинированных парогазовых установок (ПГУ). Рассмотрим основные их положения применительно к ПГУ-427 Лукомльской ГРЭС.

Основная часть

Ключевым положением разработанной ОАО «Белэнергоремналадка» методики расчета показателей топливоиспользования комбинированных установок является применение понятия «условный» котел [1].

Этот «условный» котел включает высокотемпературную газотурбинную установку (ГТУ) и паровой котел (ПК) или котел-утилизатор (КУ), в которых используется теплота отработавших в ГТУ газов.

К расходу топлива на «условный» котел относится топливо, сжигаемое в камере сгорания ГТУ $V_{ГТУ}$ (или камерах сгорания, если в ГТУ применяется ступенчатый подвод теплоты), а также в паровом котле $V_{ПК}$ – при использовании схемы полного дожигания («сбросной» схемы) или в котле-

утилизаторе $B_{КУ}$ – при применении дожигания топлива в нем. При этом в «условном» котле производится не только пар для паровой турбины ПГУ, но и теплота, отпускаемая, например, с сетевой водой из сетевого пучка котла-утилизатора или за счет охлаждения воздуха между ступенями воздушного компрессора ГТУ.

При определении КПД брутто «условного» котла величина потерь теплоты с уходящими газами q_2 рассчитывается по формуле:

$$q_2 \approx \frac{Q_{ух}}{Q_{н,у}^p (B_{ГТУ} + B_{ПК} + B_{КУ})},$$

где $Q_{ух}$ – абсолютная величина потерь теплоты с уходящими газами «условного» котла.

При таком способе определения потерь q_2 эта величина оказывается примерно равной потере q_2 традиционного топливоиспользующего котла паротурбинной тепловой электростанции (ТЭС).

Соответственно, удельный расход условного топлива на отпуск теплоты от ПГУ $b_{тэ}^{ПГУ}$ примерно равен уровню удельных расходов топлива на отпуск теплоты для паротурбинных ТЭС $b_{тэ}^{ПГУ} \approx 41$ кг у.т./ГДж. Отметим, что если рассчитывать $b_{тэ}^{ПГУ}$, используя КПД котла-утилизатора $\eta_{КУ}$, то эта величина оказывается существенно выше, чем $b_{тэ}^{ПГУ}$. Это объясняется тем, что $\eta_{КУ} \approx 0,75 \dots 0,85$ значительно ниже, чем КПД традиционного топливоиспользующего котла брутто $\eta_{ПК} \approx 0,91 \dots 0,94$. Также величина $\eta_{КУ}$ в большей степени зависит от температуры наружного воздуха $t_{нв}$, чем $\eta_{ПК}$.

Для наглядности на рисунке 1 приведена зависимость КПД «условного» котла брутто и нетто для ПГУ-427 Лукомльской ГРЭС.

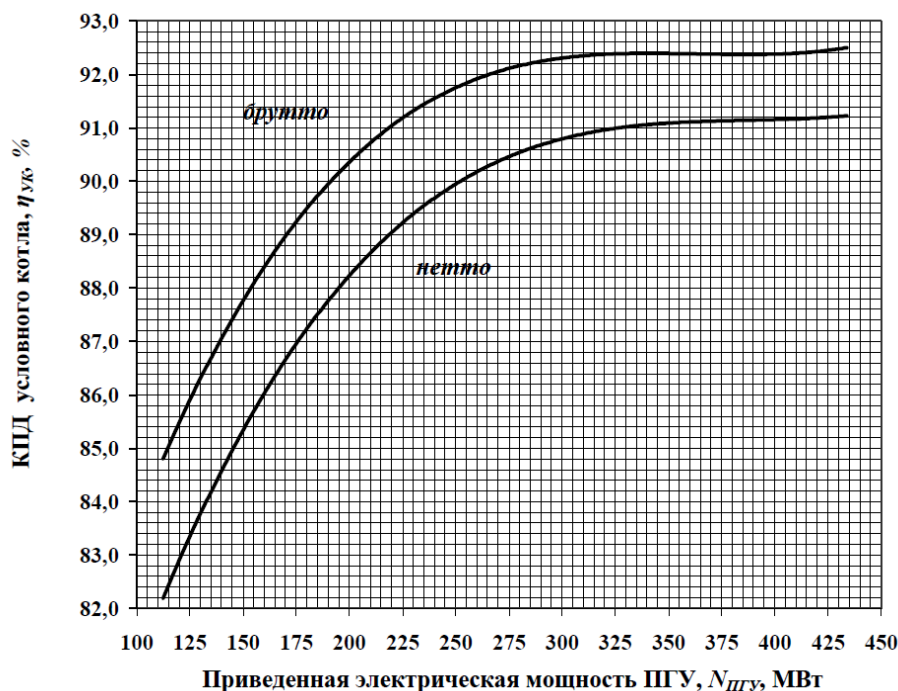


Рисунок 1 – Зависимость КПД «условного» котла ПГУ-427 Лукомльской ГРЭС

В состав этой ПГУ входит следующее основное оборудование:

- энергетическая ГТУ типа SGT5-PAC 4000F номинальной мощностью 285,87 МВт с генератором SGen-5-1000A (производства «Siemens» Германия / Shanghai Electric Group Co., Ltd);

- котел-утилизатор типа NG-54000F-R (производства «Hangzhou Boiler Group Co., Ltd»);

- паровая конденсационная турбина типа N141-563/551 номинальной мощностью 141,13 МВт с генератором с системой возбуждения QF-141-2 (производства «Shanghai Electric Group Co.Ltd»).

В соответствии с алгоритмом расчет номинальных и нормативных технико-экономических показателей ПГУ-427 должен производиться в следующем порядке:

- подготовка исходных данных;

- вычисление приведенной (с поправкой на внешние условия) мощности ПГУ;

- расчет номинальной мощности ГТУ;

- расчет номинальной мощности паротурбинной установки (ПТУ);

- расчет номинального значения удельного расхода тепла на выработку электроэнергии ГТУ брутто;

- расчет номинального значения удельного расхода тепла на выработку электроэнергии ПТУ брутто;

- расчет номинальных мощностей механизмов собственных нужд, относимых на ГТУ;

- расчет номинальных мощностей механизмов собственных нужд, относимых на ПТУ;

- расчет номинальных мощностей механизмов собственных нужд, относимых на котел-утилизатор;

- расчет номинальных расходов тепла на собственные нужды ГТУ;

- расчет номинальных расходов тепла на собственные нужды ПТУ;

- расчет номинальных расходов тепла на собственные нужды котла-утилизатора;

- расчет номинального значения удельного расхода тепла на отпуск электроэнергии от ПТУ нетто;

- расчет номинального значения удельного расхода топлива на отпуск электроэнергии от ГТУ;

- расчет номинального значения удельного расхода топлива на отпуск электроэнергии от ПТУ;

- расчет нормативного значения удельного расхода топлива на отпуск электроэнергии от ГТУ;

- расчет нормативного значения удельного расхода топлива на отпуск электроэнергии от ПТУ;

- расчет нормативного значения удельного расхода топлива на отпуск электроэнергии от ПГУ.

На рисунке 2 приведены итоговые зависимости для определения удельного расхода топлива на отпуск электроэнергии от ПГУ-427 Лукомльской ГРЭС.

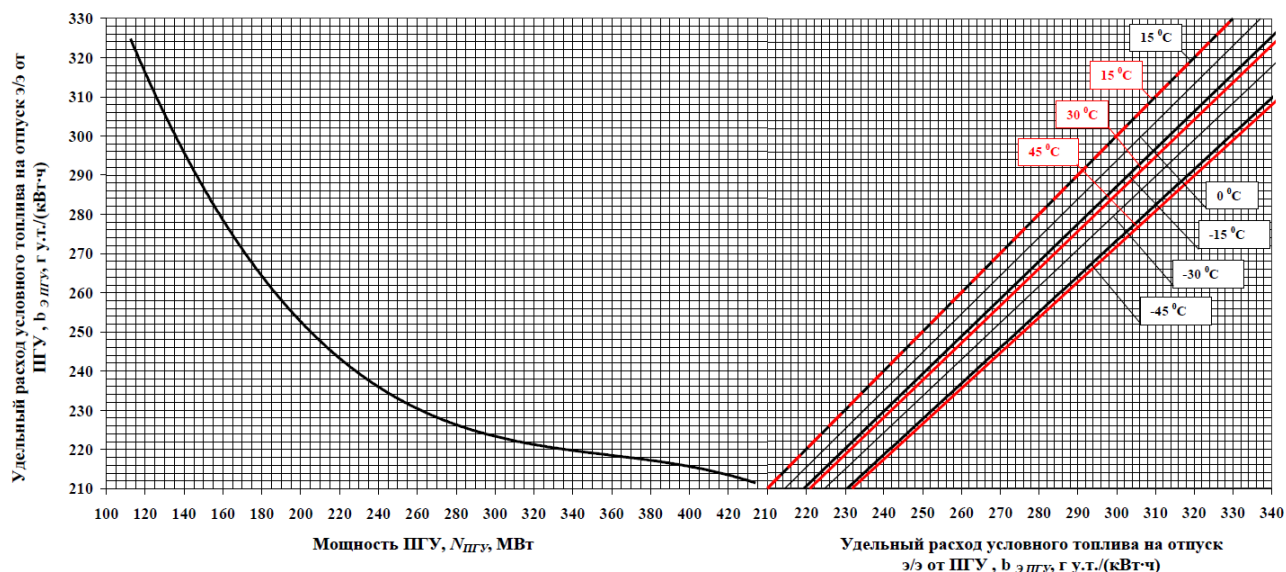


Рисунок 2 – Удельный расход топлива на отпуск электроэнергии от ПГУ

Заключение

Рассмотренная методика расчета удельных расходов топлива основывается на положениях, действующих в энергетике Беларуси алгоритмов определения показателей топливоиспользования [2]. При этом учитываются особенности бинарного парогазового цикла, объединяющего высокотемпературный газовый и низкотемпературный паровой циклы.

Литература

1. Качан, С.А. К вопросу определения показателей топливоиспользования парогазовых установок / С.А. Качан, В.И. Филазафович. – Изв. вузов и энергетических объединений СНГ. Энергетика. – 2010. – № 1. – С. 88–92.
2. Качан, А.Д. Анализ эффективности топливоиспользования на ТЭС: [учебное пособие для специальности 1-43 01 04 «Тепловые электрические станции»] / А.Д. Качан и С.А. Качан; кол. авт. Белорусский национальный технический университет, кафедра «Тепловые электрические станции». – Минск: БНТУ, 2005. – 156 с. <http://rep.bntu.by/handle/data/22447>.