МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБОРУДОВАНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАСЧЕТНЫХ УДЕЛЬНЫХ РАСХОДОВ ТОПЛИВА ГАЗОТУРБИННЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

## МУ 34-70-072-84

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАНО Производственным объединением по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей "Союзтехэнерго"

ИСПОЛНИТЕЛИ М.М. МИРОКОВ, А.К. КИРШ, В.Г. ПОЛИВАНОВ, А.В. АГАФОНОВ

СОГЛАСОВАНО с Научно-исследовательским институтом планирования и нормативов при Госплане СССР (НИИПиН) 7.05.84 г.

Заместитель директора по научной работе А.С. ХРЯШЕВ

УТВЕРЖДЕНО Главным техническим управлением по эксплуатации энергосистем Минэнерго СССР 28.05.84 г.

Заместитель начальника Д.Я. ШАМАРАКОВ

© СПО Союзтехэнерго, 1984.

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБОРУДОВАНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАСЧЕТНЫХ УДЕЛЬНЫХ РАСХОДОВ ТОПЛИВА ГАЗОТУРБИННЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

МУ 34-70-072-84

Срок действия установлен
с 01.11.84 г.
до 01.01.91 г.

Методические указания устанавливают необходимый состав расчетных показателей тепловой экономичности, методику разработки энергетических характеристик оборудования и определения расчетных удельных расходов топлива газотурбинных электростанций.

Методические указания предназначены для инженерно-технического персонала электростанций и энергоуправлений, занимающегося вопросами планирования, расчета и анализа показателей тепловой экономичности газотурбинных электростанций, а также подготовкой технической отчетности по топливоиспользованию.

С вступлением в действие настоящих Методических указаний отменяются "Методические указания по нормированию удельных расходов топлива на газотурбинных электростанциях и установках" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1981).

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

## 1.1. Мощность и электроэнергия

Мощность электрическая нормативная. $N^{н}$, МВт.

Мощность электрическая расчетная $N^{р}$, МВт.

Мощность электрическая фактическая (средняя нагрузка за рассматриваемый период) $N_{ф}$, МВт.

Поправка к мощности на сопротивление выхлопного тракта $\Delta N_{вых}$, МВт.

Выработка электроэнергии Э, МВт·ч.

Отпуск электроэнергии $Э_{от}$, МВт·ч.

Расчетный отпуск электроэнергии $Э^{р}_{от}$, МВт·ч.

Расход электроэнергии СН, расчетный $Э^{СН(р)}$, МВт·ч.

Расчет электроэнергии СН на выработку электроэнергии расчетный $Э^{СН(р)}_{э}$, МВт·ч.

Расход электроэнергии СН на отпуск теплоты расчетный $Э^{СН(р)}_{тэ}$, МВт·ч.

Расход электроэнергии СН фактический $Э^{СН}$, МВт·ч.

Расход электроэнергии СН на отпуск электроэнергии фактический $Э^{СН}_{э}$, МВт·ч.

Расход электроэнергии СН на отпуск теплоты фактический $Э^{СН}_{тэ}$, МВт·ч.

## 1.2. Топливо

Расход условного топлива, включая расход топлива на пуски, на БДУ и на выработку теплоты, подведенной от постороннего источника $B$, т.

Расход условного топлива на отпуск электроэнергии планируемый $B^{пл}_{э}$, т.

Расход условного топлива на отпуск электроэнергии расчетный $B^{р}_{э}$, т.

Расход условного топлива на отпуск электроэнергии фактический $B_{э}$, т.

Расход условного топлива на отпуск теплоты планируемый $B^{пл}_{гэ}$, т.

Расход условного топлива на отпуск теплоты расчетный $B^{р}_{тэ}$, т.

Расход условного топлива на отпуск теплоты фактический $B_{тэ}$, т.

Расход условного топлива на пуски $B^{р}_{пуск}$, т.

Расход условного топлива на выработку теплоты, подведенной от постороннего источника $B^{р}_{пост}$, т.

Расход условного топлива на БДУ $B_{БДУ}$, т.

Расчетный расход условного топлива на БДУ $B^{р}_{БДУ}$, т.

Удельный расход условного топлива на отпуск электроэнергии, планируемый $b^{пл}_{э}$, $(\frac{г}{кВт \cdot ч})$.

Удельный расход условного топлива на отпуск электроэнергии расчетный $b^{р}_{э}$, г/(кВт·ч).

Удельный расход условного топлива на отпуск электроэнергии фактический $b_{э}$, г/(кВт·ч).

Удельный расход условного топлива на отпуск теплоты планируемый $b^{пл}_{тэ}$, кг/Гкал (кг/ГДж).

Удельный расход условного топлива на отпуск теплоты расчетный $b^{р}_{тэ}$, кг/Гкал (кг/ГДж).

Удельный расход условного топлива на отпуск теплоты фактический $b_{тэ}$, кг/Гкал (кг/ГДж).

Удельный расход условного топлива на выработку теплоты, подводимой от постороннего источника $b^{пост}_{тэ}$, кг/Гкал (кг/ГДж).

## 1.3. Теплота и тепловая нагрузка

Расход теплоты на ГТУ планируемый $Q^{пл}$, Гкал/ч (ГДж/ч).

Расход теплоты на выработку электроэнергии планируемый $Q^{пл}_{э}$, Гкал/ч (ГДж/ч).

Расчетный расход теплоты на ГТУ $Q^{р}$ Гкал/ч (ГДж/ч).

Расчетный расход теплоты на отпуск электроэнергии $Q^{р}_{э}$, Гкал/ч (ГДж/ч).

Расчетное количество отпускаемой теплоты $Q^{р}_{от}$, Гкал (ГДж).

Фактическое количество отпускаемой теплоты $Q_{от}$, Гкал (ГДж).

Располагаемая теплопроизводительность теплообменника, включенного на выхлопе ГТУ, $Q^{рас}$, Гкал/ч (ГДж/ч).

Располагаемая для отпуска потребителю теплопроизводительность теплообменника, включенного на выхлопе ГТУ $Q^{рас}_{от}$, Гкал/ч (ГДж/ч).

Теплота сгорания 1 т условного топлива $q_{ут}$, равная 7 Гкал/т (29,31 ГДж/т).

## 1.4. Коэффициенты полезного действия

Коэффициент полезного действия БДУ $\eta_{БДУ}$, %.
Расчетный КПД БДУ $\eta^{р}_{БДУ}$, %.

## 1.5. Время и количество пусков

Время календарное $\tau_{к}$, ч.
Время работы общее (от трогания вала до его остановки) $\tau_{общ}$, ч.
Время работы под нагрузкой расчетное $\tau^{р}_{раб}$, ч.
Время работы с отпуском теплоты расчетное $\tau^{р}_{тэ}$, ч.
Время работы с БДУ расчетное $\tau^{р}_{БДУ}$, ч.
Время нахождения в резерве расчетное $\tau^{р}_{рез}$, ч.
Время работы под нагрузкой $\tau_{раб}$, ч.
Время работы с отпуском теплоты, $\tau_{тэ}$, ч.
Время работы с БДУ $\tau_{БДУ}$, ч.
Время нахождения в резерве $\tau_{рез}$, ч.
Время нахождения в плановом ремонте $\tau_{рем}$, ч.
Время нахождения в аварийном ремонте $\tau_{ав}$, ч.
Фактическое количество пусков $n_{пуск}$
Расчетное количество пусков $n^{р}_{пуск}$.

### 1.6. Температура

Температура наружного воздуха $t_{кв}$, °С.
Температура уходящего газа за турбиной (за ТНД) $t_{2Т}$ ($t_{2ТНД}$), °С.
Температура обратной сетевой воды $t_{2св}$, °С.

### 1.2.7. Расходы газа, воды

Расход газов после турбины $G_{2Т}$, кг/с.
Расход сетевой воды $G_{св}$, т/ч.

## 2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Энергетические характеристики газотурбинных установок (ГТУ) определяют предельный технически достижимый для конкретных условий уровень мощности и экономичности ГТУ и газотурбинных электростанций (ГТЭ).

Энергетические характеристики должны отвечать следующим требованиям:

- быть прогрессивными, т.е. ориентировать на освоение новой техники, внедрение совершенной технологии, исходить из передовых методов организации эксплуатации оборудования;
- отражать технически исправное состояние отлаженного оборудования;
- учитывать эффективность реконструкций, модернизаций и других организационно-технических мероприятий.

Энергетические характеристики и методика определения расчетных значений мощности и удельных расходов топлива необходимы как при планировании технико-экономических показателей (ТЭП) газотурбинных электростанций, так и при технико-экономическом анализе работы оборудования путем сопоставления расчетных мощностей ГТУ и удельных расходов топлива ГТЭ с фактическими.

2.2. Технико-экономические показатели разделяются на:

- планируемые, которые рассчитываются по энергетической характеристике с поправками на прогнозируемые на планируемый период внешние условия и включают допуск на эксплуатационные условия;

- расчетные, которые рассчитываются по энергетической характеристике с поправками на фактические за отчетный период внешние условия и включают допуск на эксплуатационные условия;

- фактические, которые определяются по параметрам, зафиксированным в суточных ведомостях и другой отчетной документации на электростанции.

2.3. Для газотурбинной установки основным показателем является ее расчетная мощность. Для групп газотурбинных установок и газотурбинных электростанций основным технико-экономическим показателем является удельный расход условного топлива на отпущенную электроэнергию.

Для установок с отпуском теплоты существенным показателем является также расчетное значение отпуска теплоты.

2.4. Для газотурбинных установок различаются следующие понятия мощности:

- нормативная мощность — мощность, которую должна развивать ГТУ при нормативной температуре газа перед турбиной и при фактических внешних условиях работы установки. За нормативную температуру газов принимается номинальная температура или значение температуры, утвержденное Главным техническим управлением для данной газотурбинной установки;

- расчетная мощность — мощность, которую развивает ГТУ при средней за отчетный период фактической температуре газов перед турбиной (или за турбиной) и при фактических внешних условиях работы установки за отчетный период;

- фактическая средняя мощность — определяется по ежесуточной отчетной документации электростанции.

2.5. Определяющие экономичность ГТУ расходы теплоты, подводимой к ГТУ:

- полный расход теплоты (определяется по энергетической характеристике);
- расход теплоты, относимый на отпущенную электроэнергию;
- расход теплоты, относимый на отпущенную теплоту;
- расход теплоты на пуски установки;
- расход теплоты, поступившей от постороннего источника для обеспечения работы ГТУ;
- расход теплоты на блок дожигающих устройств (БДУ).

2.6. Расчетные показатели устанавливаются:
- по электростанции в целом;
- по отдельным группам оборудования;
- по отдельным газотурбинным установкам.

2.7. Основными показателями работы оборудования являются:
- электрическая мощность отдельных установок;
- расход теплоты на выработку электроэнергии отдельными ГТУ;
- удельный расход условного топлива на отпуск электроэнергии;
- удельный расход условного топлива на отпуск теплоты;
- расход электроэнергии на собственные нужды на выработку электроэнергии;
- расход электроэнергии на собственные нужды на отпуск теплоты;
- расход условного топлива на пуск ГТУ;
- расход условного топлива на выработку теплоты, подведенной от постороннего источника.

## 3. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГТУ

### 3.1. Типовая энергетическая характеристика установки

Типовая энергетическая характеристика установки рассчитывается на основании обобщенных результатов представительных испытаний нескольких (не менее трех) уста-

новок одного типа, проведенных после окончания монтажа наладочно-пусковых работ.

Типовая энергетическая характеристика газотурбинной установки состоит из

- диаграммы режимов — зависимости мощности ГТУ при различной температуре газа перед (или за) турбиной от температуры наружного воздуха;

- зависимости полного расхода теплоты на ГТУ от мощности;

- комплекса поправок к мощности и расходу теплоты на изменение метеоусловий и эксплуатационных факторов: барометрического давления, частоты сети, температуры охлаждающей воды; наработки на один пуск, сопротивления выхлопного тракта и др.

Для установок с отпуском теплоты в типовую характеристику включается также:

- зависимость температуры и расхода газа на выходе из турбины от температуры газов перед турбиной и температуры наружного воздуха;

- зависимость удельной теплопроизводительности теплообменника, включенного на выхлопе ГТУ, от расхода газа за турбиной;

- соответствующие поправочные кривые, в том числе поправки к мощности на изменение сопротивления выхлопного тракта.

Выражение диаграммы режимов, зависимости расхода теплоты от мощности, зависимостей температуры газа и расхода газа от мощности и всех поправок, кроме графической, также и в аналитической форме обеспечивает возможность применения ЭВМ как при планировании, так и при составлении отчетов о работе ГТУ.

## 3.2. Энергетическая характеристика установки

Энергетическая характеристика для конкретной установки рассчитывается на основе типовой энергетической характеристики газотурбинной установки данного типа с учетом

конкретных изменений в ее схеме и изменения ее мощности из-за изменения состояния отдельных элементов, не подлающихся восстановлению в капитальный ремонт. Изменение мощности определяется по результатам представительных тепловых испытаний, выполненных при участии сторонней организации после окончания монтажа или капитального ремонта. При невыполнении во время капитального ремонта типовых работ в полном объеме энергетическая характеристика должна составляться по показателям, отвечающим полностью выполненному объему типовых работ.

Диаграмма режимов и зависимость расхода теплоты от мощности рассчитываются и строятся без допусков на ухудшение состояния оборудования в межремонтный период, которое происходит даже при технически оптимальном уровне эксплуатации. Ухудшение показателей ГТУ в межремонтный период учитывается при планировании и отчетности поправками к мощности и расходу теплоты в зависимости от наработки, считая от предшествующего капитального ремонта. Эти поправки должны быть рассчитаны для энергетической характеристики с учетом мероприятий, выполняемых для поддержания стабильности показателей оборудования в межремонтный период (промывка проточных частей компрессоров без вскрытия и т д.).

Суммарные поправки в соответствии с [2] не должны превышать: на снижение мощности - 5%, на снижение КПД установки - 3% (отн.).

Характеристики для установок с отпуском теплоты должны содержать конкретные для данной установки зависимости для определения температуры и расхода газа на входе в теплообменник, характеристики теплообменника, КПД БДУ и условия работы теплосети (см. п. 3.1). Эти зависимости должны быть достаточными для расчета отпуска теплоты при работе в заданном режиме.

При отсутствии типовых энергетических характеристик энергетические характеристики составляются на основе тепловых испытаний данного агрегата или однотипного агрегата, работающего в аналогичных условиях. Если такие данные отсутствуют, то расчет нормативных ТЭП может

быть выполнен на основе гарантийных и расчетных данных заводов-изготовителей с учетом результатов эксплуатационных испытаний и измерений, а также данных, заложенных в проекте электростанции.

Использование энергетических характеристик, составленных на основе недостаточно надежных результатов испытаний, данных эксплуатации или расчетным путем по гарантийным данным заводов-изготовителей допускается лишь временно, до проведения представительных испытаний или до получения материалов по испытаниям аналогичного оборудования на других электростанциях.

Испытания ГТУ, результаты которых принимаются за основу для составления энергетических характеристик, должны быть проведены комплексно со вспомогательным оборудованием в диапазоне возможных рабочих нагрузок при оптимальном режиме работы. Эти испытания должны проводиться при исправном состоянии всего основного и вспомогательного оборудования.

## 3.3. Порядок согласования, утверждения и пересмотра энергетических характеристик

Типовые энергетические характеристики газотурбинных установок утверждаются Главным техническим управлением по эксплуатации энергосистем Минэнерго СССР.

Энергетические характеристики оборудования ГТЭ, составленные в соответствии с требованиями, изложенными в настоящих Методических указаниях для газотурбинных установок мощностью 25 МВт и выше, согласовываются с ПО "Союзтехэнерго" и утверждаются Главным техническим управлением по эксплуатации энергосистем Минэнерго СССР

Энергетические характеристики газотурбинных установок мощностью 25 МВт утверждаются районным энергоуправлением или Трестом передвижных электростанций (для установок, эксплуатируемых Трестом ПЭС).

Пересмотр энергетических характеристик производится в том случае, когда располагаемая мощность вследствие реконструкции и модернизации оборудования или тепловой схемы или невосстановимого в капитальный ремонт износа оборудования, вызванного не отступлением от технологии эксплуатации, отличается от ранее утвержденной, что должно быть подтверждено результатами испытаний с участием сторонней организации и обоснованными расчетами.

Не допускается пересмотр энергетических характеристик, если после проведения реконструкции оборудования и тепловых схем экономичность работы снизилась и ожидаемая тепловая эффективность не была получена. Исключение составляют мероприятия по обеспечению надежности работы оборудования, необходимость проведения которых была определена Главтехуправлением.

## 4. ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ И ОТЧЕТНОСТИ

### 4.1. Перечень исходных материалов для планирования и отчетности

4.1.1. Экономичность работы ГТУ определяется техническими характеристиками установки, режимами работы согласно графикам нагрузок, внешними условиями и состоянием оборудования.

В качестве основных исходных материалов для планирования следует использовать:

- энергетические характеристики конкретных газотурбинных установок;
- характеристики установок собственных нужд и экспериментальные данные о расходе электроэнергии на них;
- экспериментальные данные о расходах топлива на пуски ГТУ;

- экспериментальные данные для определения расхода теплоты, подведенной от постороннего источника;
- характерные графики электрической и тепловой нагрузок на планируемый период;
- графики капитальных и текущих ремонтов основного и вспомогательного оборудования;
- календарный план проведения реконструкции и модернизации оборудования, а также план организационно-технических мероприятий по экономии топлива с оценкой их экономической эффективности;
- данные метеостанции об изменении температуры наружного воздуха и барометрического давления за календарный планируемый период (по среднедолголетним данным)

4.1.2. Для отчета и анализа технико-экономических показателей ГТУ и электростанций следует использовать:
- энергетические характеристики;
- суточные ведомости ГТУ;
- суточные ведомости выработки электроэнергии и расхода электроэнергии на собственные нужды;
- суточные ведомости отпуска теплоты;
- суточные ведомости данных по топливному хозяйству;
- суточные записи температур наружного воздуха и барометрического давления.

## 4.2. Определение расхода электроэнергии на собственные нужды

4.2.1. Расход электроэнергии на собственные нужды (СН) на выработку электрической энергии и теплоты определяется для групп газотурбинных установок и электростанций в целом.

В расход электроэнергии на СН включаются затраты электроэнергии на привод вспомогательных механизмов и устройств: насосы жидкого топлива I и II подъема, циркуляционные насосы охлаждающей воды, маслонасосы системы регулирования и смазки, насос системы газоохлаждения, вентиляционная установка машинного зала, эксгаустеры масляных паров подшипников и т.д.

В расход электроэнергии на собственные нужды не включаются расходы на:

- перекачивающие насосы, установленные в теплосети вне территории электростанции;
- центральные ремонтные мастерские электростанции;
- монтаж и предварительное опробование вновь устанавливаемого основного и вспомогательного оборудования до сдачи его в эксплуатацию;
- водоснабжение и освещение рабочих поселков и непроизводственных помещений.

Потери электроэнергии в повышающих трансформаторах электростанции относятся к потерям в электрических сетях и входят в общий отпуск электроэнергии с шин электростанции.

Из общего расхода электроэнергии на собственные нужды на отпущенную теплоту относят только электроэнергию, расходуемую сетевыми насосами и другими стационарными установками, обеспечивающими отпуск теплоты; вся остальная электроэнергия относится на производство электроэнергии.

4.2.2. Расход электроэнергии на собственные нужды определяется путем предварительного непосредственного измерения потребления электроэнергии отдельными механизмами и устройствами.

4.2.3. Расчетный расход электроэнергии на собственные нужды определяется для следующих состояний оборудования:

- для одного пуска-останова;
- для одного часа работы одной (двух, трех и более) установки;
- для одного часа нахождения в резерве одной (двух, трех и более) установок;
- на постоянно работающее в течение суток вспомогательное оборудование (независимо от работы ГТУ).

4.2.4. Расчетный расход электроэнергии на собственные нужды во время одного пуска-останова ($Э^{СН(р)}_{пуск}$ МВт·ч)

определяется по сумме расходов электроэнергии механизмами, обеспечивающими предпусковые, пусковые и остановочные операции. Время пуска ГТУ считается от момента включения пусковой турбины (пускового двигателя, стартера) до включения генератора в сеть. Время останова ГТУ считается от момента отключения генератора от сети до включения валоповоротного устройства. Длительность пуска-останова устанавливается инструкцией по эксплуатации или техническими условиями на поставку; отдельные потребители СН должны включаться до начала пуска (маслонасосы, ЦН, топливные насосы и т.д.) и выключаться после останова ГТУ.

Следует иметь в виду, что расход электроэнергии СН на одновременный пуск двух, трех и более установок будет меньше, чем на раздельные два, три и более пусков одной установки, так как ряд потребителей СН может обеспечивать пуск более одной ГТУ при одном и том же потреблении электроэнергии (например, насосы жидкого топлива, циркуляционные насосы охлаждающей воды и др.).

4.2.5. Расчетный расход электроэнергии на СН при работе установки в течение одного часа ($Э^{СН(р)}_{раб}$ МВт·ч) определяется суммой мощности механизмов и систем, непосредственно обеспечивающих работу ГТУ (топливные, масляные, циркуляционные насосы, вентиляторы, контрольно-измерительные приборы, агрегаты питания системы регулирования и т.д.) / Время работы ГТУ считается с момента включения генератора в сеть до момента его отключения от сети. Расчет расхода электроэнергии на СН целесообразно выполнять отдельно для работы одной, двух, трех и более ГТУ, так как насосы (топливные, водяные и масляные) могут работать по схеме с поперечными связями и в этом случае изменение расхода электроэнергии на СН не будет пропорционально числу работающих ГТУ.

4.2.6. При определении расхода электроэнергии на СН в течение 1 ч нахождения одной (двух, трех и более) ГТУ в резерве ($Э^{СН(р)}_{рез}$ МВт·ч) учитывается суммарная мощ-

ность механизмов и устройств, обеспечивающих нахождение ГТУ в резерве; при нахождении в горячем резерве — мощность маслонасосов смазки, валоповоротного устройства (ВПУ), эксгаустеров масляных паров подшипников, маслонасоса уплотнений генератора и т.д. При нахождении в холодном резерве затрата электроэнергии на СН будет значительно меньше или вообще будет отсутствовать.

Время нахождения ГТУ в резерве считается от момента включения ВПУ (после останова ГТУ) до момента включения пусковой турбины (начала следующего пуска).

4.2.7. К потребителям электроэнергии на СН, постоянно работающим в течение суток, вне зависимости от работы ГТУ ($Э^{СН(р)}_{пост}$ МВт·ч) относятся: освещение наружное (зданий газотурбинного цеха, насосной жидкого топлива, зоны электростанции) и внутреннее (машзала, насосных, маслоаппаратной главного щита и других помещений, освещение которых необходимо для обслуживания ГТУ и вспомогательного оборудования), вентиляция, калориферы и т.д.

Расчетный расход электроэнергии на постоянно работающие потребители определяется на сутки. В связи с тем, что в течение года изменяется продолжительность светового дня и температура наружного воздуха, суточные нормы расхода электроэнергии составляются на каждый месяц года с привлечением данных СНИП-П-А6-72, календаря и графика включения и отключения уличного освещения.

4.2.8. Расчетный расход электроэнергии на собственные нужды ($Э^{СН(р)}$ МВт·ч) по группе газотурбинных установок или газотурбинной электростанции в целом для планируемого периода определяется по формуле

$$Э^{СН(р)} = Э^{СН(р)}_{пуск} \cdot П^{р}_{пуск} + \Sigma Э^{СН(р)}_{раб} \cdot \tau^{р}_{раб} + \Sigma Э^{СН(р)}_{рез} \cdot$$

$$\tau^{р}_{рез} + Э^{СН(р)}_{пост} \cdot \tau_{к},$$

где $\Sigma Э^{СН(р)}_{раб} \cdot \tau^{р}_{раб} = Э^{СН(р)}_{раб\ 1\ ГТУ} \cdot \tau^{р}_{раб\ 1\ ГТУ} +$

$+ Э^{СН(р)}_{раб\ 2\ ГТУ} \cdot \tau^{р}_{раб\ 2\ ГТУ} + Э^{СН(р)}_{раб\ 3\ ГТУ} \cdot \tau^{р}_{раб\ 3\ ГТУ} +$

При планировании расчетный расход электроэнергии СН определяется по намечаемому графику работы установок электростанции, т.е. по задаваемым значениям $П^{р}_{пуск}$, $\tau^{р}_{раб}$, $\tau^{р}_{рез}$

4.2.9. Расчетный расход электроэнергии СН за отчетный период определяется аналогично по фактическим данным: число пусков всех ГТУ группы (электростанции) — $П_{пуск}$, число часов работы всех ГТУ группы (электростанции) – $\tau_{раб}$, число часов нахождения в резерве – $\tau_{рез}$.

4.2.10. Фактический расход электроэнергии СН суммируется по показаниям счетчиков СН.

## 4.3. Расчетный расход топлива на пуски ГТУ

Топливо расходуется начиная от момента зажигания в камере сгорания до включения генератора в параллельную работу с сетью. Поскольку установка еще не вырабатывает электроэнергии, этот расход топлива должен быть отнесен на пуск.

Расход топлива на пуски учитывают при определении расчетного удельного расхода топлива для газотурбинных электростанций, работающих в пиковом и полупиковом режимах.

Суммарный расход топлива на пуски равен произведению расчетного расхода топлива для одного пуска и числа плановых пусков за рассматриваемый период.

## 4.4. Определение расхода топлива на выработку теплоты, подводимой от постороннего источника

На ГТУ некоторых типов используется теплота, подводимая от постороннего источника, которая идет, например, на:

- постоянный прогрев паропровода к пусковой турбине [$Q_{\text{паропров}}$ Гкал/ч (ГДж/ч)];
- расход пара на вращение пусковой турбины [$Q_{\text{пуск}}$ Гкал/пуск (ГДж/пуск)];
- расход пара на подогрев топлива в топливоподогревателе (установленном в расходном баке или после топливных насосов) [$Q_{\text{подогрев}}$ Гкал/ч (ГДж/ч)];
- расход пара на подогрев топлива в узлах регулирования, воздуха для распыла топлива и пр. [$Q_{\text{пр}}$ Гкал/пуск (ГДж/пуск)].

Значения перечисленных составляющих расхода теплоты зависят от времени года, количества работающих ГТУ, их нагрузки и характера работы, что должно быть дифференцировано в расчете.

Количество теплоты, расходуемой на перечисленные выше нужды, определяется путем предварительного прямого или косвенного измерения расхода теплоты отдельными потребителями в различных условиях (время года, количество работающих ГТУ и др.).

Расход теплоты, вносимой с паром за отчетный период [$Q_{\text{пост}}$ Гкал (ГДж)] определяется по формуле

$$Q_{\text{пост}} = Q_{\text{паропров}} \cdot \tau_{\text{к}} + Q_{\text{пуск}} \cdot n_{\text{пуск}} + Q_{\text{подогрев}} \cdot \tau'_{\text{раб}} + Q_{\text{пр}} \cdot n_{\text{пуск}}. \qquad (3)$$

Расход топлива на выработку теплоты, подводимой от постороннего источника ($B^{\text{р}}_{\text{пост}}$ т) определяется по формуле

$$B^{\text{р}}_{\text{пост}} = Q_{\text{пост}} \cdot b^{\text{пост}}_{\text{тэ}} \cdot 10^{-3}. \qquad (4)$$

Определенное таким образом количество условного топлива надо прибавить к топливу, фактически сожженному в камере сгорания и в ГДУ за отчетный период или к расходу топлива, рассчитанному по энергетической характеристике на планируемый и отчетный периоды.

### 4.3. Графики электрической и тепловой нагрузок на планируемый период

При планировании графиков нагрузки газотурбинных установок и электростанций надлежит учитывать период (зимний, летний и т.д.), от которого зависит нормативная мощность ГТУ, характер использования ГТУ (базовый или пиковый режим, особенности режима в рабочие и выходные дни и т.д.).

При этом следует выбирать оптимальное сочетание работающего оборудования и распределение нагрузок между агрегатами.

## 5. РАСЧЕТЫ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

### 5.1. Технико-экономические показатели ГТУ и ГТЭ

5.1.1. Для каждой ГТУ определяется:
- нормативная мощность;
- расчетная мощность;
- фактическая мощность;
- расчетный расход теплоты для фактической мощности;
- отклонение расчетной мощности от нормативной;

---

При этом использованное на нужды ГТУ топливо $B^{р}_{пост}$ исключается из количества топлива, расходуемого посторонним источником за отчетный (планируемый) период.

- отклонение фактической мощности от расчетной.

5.1.2. Для групп ГТУ и ГТЭ определяется:

- нормативная мощность;
- расчетный удельный расход условного топлива на отпуск электроэнергии;
- фактический удельный расход условного топлива на отпуск электроэнергии;
- расчетный удельный расход условного топлива на отпуск теплоты;
- фактический удельный расход условного топлива на отпуск теплоты;
- количество отпускаемой теплоты;
- отклонение фактического удельного расхода условного топлива на отпуск электроэнергии от расчетного;
- отклонение фактического удельного расхода условного топлива на отпуск тепловой энергии от расчетного.

Удельный расход условного топлива на отпущенную электроэнергию и теплоту является основным отчетным показателем по группе ГТУ и по газотурбинной электростанции.

Удельный расход условного топлива и отклонение его от расчетного значения характеризует работу электростанции.

## 5.2. Исходные данные для планирования и составления отчета по работе ГТУ

5.2.1. Исходные данные для планирования работы:

- выработка и отпуск электроэнергии (при работе в базовом режиме, с неполным использованием располагаемой мощности);
- количество отпускаемой теплоты;
- график ремонтов;
- число часов работы в планируемом периоде;
- число часов нахождения в резерве;
- число пусков в планируемом периоде;

- расчетный расход электроэнергии СН, относимый на выработку электроэнергии;
- расчетный расход электроэнергии СН, относимый на производство теплоты;
- расчетный расход теплоты от постороннего источника;
- расчетный расход топлива на пуск;
- внешние условия (по среднемноголетним данным) - температура наружного воздуха, температура охлаждающей воды, барометрическое давление;
- частота сети.

5.2.2. Исходные данные для отчетности:
- выработка и отпуск электроэнергии (за отчетный период);
- количество отпущенной теплоты;
- расход топлива;
- расход электроэнергии на СН;
- число часов работы;
- число часов нахождения в резерве;
- число часов работы с отпуском теплоты;
- число пусков плановых;
- число пусков фактически;
- расход теплоты от постороннего источника;
- температура наружного воздуха (фактическая), температура охлаждающей воды, барометрическое давление, частота сети;
- температура газа за турбиной и другие параметры работы.

## 5.3. Определение нормативной и расчетной мощностей при планировании

5.3.1. Для определения планируемой нормативной мощности задаются:
- нормативная температура газа перед турбиной;
- средние предполагаемые внешние условия: температура наружного воздуха, барометрическое давление, температура охлаждающей воды и частота сети (средние значения

указанных параметров определяются только для той части суток, когда ГТУ работает);

- число часов работы на один пуск.

В зависимости от температуры наружного воздуха и нормативной температуры газа перед турбиной по диаграмме режимов находится значение мощности, к которому вносятся поправки на отклонение внешних условий от расчетных, на наработку на один пуск и технически обоснованная поправка на ухудшение состояния оборудования. Полученное значение является нормативной мощностью.

5.3.2. Для пиковых установок планируемая расчетная мощность должна совпадать с нормативной. При временном отступлении от режима при нормативной температуре (из-за неполадок системы регулирования, неравномерности полей температур газа перед турбиной, дефектов работы КИП и пр.) должны быть установлены причины неполадок и приняты меры к их устранению.

Для установок, работающих в базовом режиме, планируется выработка электроэнергии, а мощность определяется заданным графиком нагрузок и может быть различной в разное время суток.

Целью определения расчетной мощности является в этом случае:

- проверка с помощью диаграммы режимов и необходимых поправок возможности осуществления планируемых режимов работы установок;

- проверка реальности режимов, заключающаяся в сопоставлении определенных по потребностям системы наибольших нагрузок с нормативной мощностью;

- определение потребного количества топлива на планируемый период.

## 5.4. Определение нормативной и расчетной мощностей за отчетный период

5.4.1. Нормативная мощность за отчетный период определяется для нормативной температуры газа перед турбиной, фактических внешних условий с учетом возможного снижения мощности из-за ухудшения состояния оборудования согласно п. 3.2.

5.4.2. Расчетная мощность за отчетный период определяется для средней фактической температуры газа перед турбиной при фактических внешних условиях с учетом возможного снижения мощности из-за ухудшения состояния оборудования согласно п. 3.2.

5.4.3. Отклонение расчетной мощности от нормативной представляет собой недобор мощности из-за режима работы при температурах ниже предельно допустимых. Если установка работала в базовом режиме, этот показатель не является характерным, так как режим работы установки определяется графиком нагрузки. Если же установка работает в пиковом режиме, то это отклонение может быть вызвано либо низким уровнем эксплуатации оборудования, либо является вынужденным из-за ограничения по температуре, установленного, например, заводом-изготовителем.

5.4.4. Сопоставление фактической мощности с расчетной характеризует более техническое состояние элементов установки и ГТУ в целом и является весьма важным показателем для всех газотурбинных установок.

## 5.5. Расход теплоты на выработку электроэнергии

5.5.1. При планировании необходимо рассчитывать расход теплоты на ГТУ и часть его, относимую на выработку электроэнергии. Если в установке не используется теплота уходящих из турбины газов, то весь расход теплоты относится на выработку электроэнергии.

Планируемый расход теплоты на ГТУ $Q^{пл}$ определяется по значению запланированной расчетной мощности установки $N^{р}$ с помощью формул (или графиков) зависимости количества теплоты от мощности и поправок к мощности на эксплуатационные условия, содержащихся в энергетической характеристике.

Для этого запланированное значение расчетной мощности $N^{р}$ приводится с помощью поправок на частоту вращения генераторного вала и барометрическое давление к условиям, для которых построена энергетическая характеристика. Для откорректированного таким образом значения мощности $N^{1}$ по зависимости расхода теплоты от мощности находится соответствующее значение расхода теплоты в расчетных условиях $Q^{1}$, к которому вносятся поправки на частоту вращения генераторного вала, барометрическое давление, в отдельных случаях – на температуру наружного воздуха для приведения к планируемым внешним условиям; затем вводится поправка на снижение экономичности, которая зависит от наработки, считая от предшествующего капитального ремонта. В результате будет определено количество теплоты $Q^{пл}$, расходуемое ГТУ при работе в прогнозируемом режиме с мощностью $N^{р}$. При отсутствии отпуска теплоты от ГТУ планируемое количество теплоты на ГТУ $Q^{пл}$ равно расходу теплоты на выработку электроэнергии $Q_{э}^{пл}$.

При работе установки с отпуском теплоты для определения планс эго расхода теплоты на ГТУ $Q^{пл}$ и на выработку электроэнергии $Q_{э}^{пл}$ следует учитывать изменение расхода теплоты на ГТУ при расчетной мощности $N^{р}$ в связи с увеличением сопротивления выхлопного тракта при включении на выходе из ГТУ теплообменника. В этом случае расход теплоты на установку $Q^{пл}$ определяется, как и выше, по значению мощности $N'$, однако с учетом также поправки на увеличение сопротивления выхлопного тракта $\Delta N_{вых}$ (см. п. 5.8).

Расход теплоты на выработку электроэнергии при работе с отпуском теплоты в количестве $Q_{от}^{р}$ (прогнозируемом) определяется по формуле

$$Q_э^{пл} = Q^{пл} - \frac{1}{\tau_{раб}^{р}} \left( Q_{от}^{р} - q_{ут} B_{БДУ}^{р} \frac{\eta_{БДУ}}{100} \right). \quad (5)$$

5.5.2. При анализе работы за отчетный период расчетный расход теплоты на ГТУ определяется по фактической средней мощности с введением поправок на частоту вращения генераторного вала, барометрическое давление и сопротивление выхлопного тракта к мощности для приведения ее к условиям построения характеристик и поправок к расходу теплоты на отклонение условий построения характеристик от расчетных.

Кроме того, в зависимости от наработки с момента окончания предшествующего капитального ремонта вводится поправка на снижение экономичности в отчетном периоде. Определенный таким образом расчетный расход теплоты $Q^{р}$, отвечающий фактической мощности ГТУ $N_{ф}$ и фактическим условиям работы ГТУ за отчетный период, будет равен при отсутствии отпуска теплоты расходу теплоты на отпуск электроэнергии $Q_э^{р}$. При работе установки с отпуском теплоты определение расчетного значения расхода теплоты на ГТУ $Q^{р}$ и на отпуск электроэнергии $Q_э^{р}$ производится так же, как указано в п. 5.5.1, однако в основу расчетов принимается значение фактической средней мощности $N_{ф}$.

Расход теплоты на выработку электроэнергии при работе с отпуском теплоты в количестве $Q_{от}$ (фактическом) определяется по формуле

$$Q_э^{р} = Q^{р} - \frac{1}{\tau_{раб}} \left( Q_{от} - q_{ут} B_{БДУ} \frac{\eta_{БДУ}}{100} \right). \quad (6)$$

## 5.6. Определение удельных расходов условного топлива на отпущенную электроэнергию

5.6.1. Планируемый расход условного топлива на отпущенную электроэнергию для групп газотурбинных установок и электростанции в целом определяется по формуле, т

$$B_э^{пл}=\left(\sum\frac{1}{q_{ут}}Q_э^{пл}\tau_{раб}^{р}+\sum B_{пуск}^{р}\tau_{пуск}^{р}+\sum B_{пост}^{р}\right)\frac{Э_{от}^{р}}{\sum N^{р}\tau_{раб}^{р}-Э_{тэ}^{сн(р)}-Э_{э}^{сн(р)}},\quad(7)$$

где $Э_{от}^{р}=\sum N^{р}\tau_{раб}^{р}-Э_{тэ}^{сн(р)}-Э_{э}^{сн(р)}$

Значение мощности $N^{р}$ определяется по планируемому графику нагрузок.

5.6.2. Расчетный расход условного топлива на отпущенную электроэнергию за отчетный период для групп газотурбинных установок и электростанции в целом определяется по формуле, т:

$$B_э^{р}=\left(\sum\frac{1}{q_{ут}}Q_э^{р}\tau_{раб}+\sum B_{пуск}^{р}n_{пуск}+\sum B_{пост}^{р}\right)\frac{Э_{от}}{Э-Э_{э}^{сн(р)}}.\quad(8)$$

5.6.3. Фактический расход условного топлива на отпущенную электроэнергию для групп газотурбинных установок и электростанции в целом определяется по формуле, т

$$B_э=\left(B-\sum\frac{1}{q_{ут}}Q_{от}-\sum B_{БДУ}\frac{100-\eta_{БДУ}}{100}\right)\frac{Э_{от}}{Э-Э_{э}^{сн}},\quad(9)$$

Общий фактический расход топлива на ГТУ включает расход топлива на пуски, на БДУ и на выработку теплоты, подводимой к ГТУ от постороннего источника.

5.6.4. Расчетный удельный расход условного топлива на отпущенную электроэнергию при планировании для групп ГТУ и электростанции в целом определяется по формуле, г/кВт·ч

$$b_э^{пл}=\frac{B_э^{пл}}{Э_{от}^{р}}10^{3}.\quad(10)$$

5.6.5. Расчетный удельный расход условного топлива на отпущенную электроэнергию за отчетный период для групп ГТУ и электростанции в целом определяется по формуле, г/кВт·ч

$$b_э^{р}=\frac{B_э^{р}}{Э_{от}}10^{3}.\quad(11)$$

5.6.6. Фактический удельный расход условного топлива на отпущенную электроэнергию для групп ГТУ и электростанции в целом определяется по формуле, г/кВт·ч

$$b_э = \frac{B_э}{Э_{от}} 10^3. \qquad (12)$$

## 5.7. Определение удельного расхода условного топлива на отпущенную теплоту

### 5.7.1. Определение располагаемой теплопроизводительности теплообменника, включенного на выхлопе ГТУ

Располагаемая теплопроизводительность теплообменника (ПСВ, котел-утилизатор) $Q^{рас}$, установленного на выходе из турбины, — это то количество теплоты, которое может быть передано уходящими газами ГТУ в данном конкретном теплообменнике при следующих заданных расходах и температурах:

- температура обратной сетевой воды ( $t_{2СВ}$ °С) определяется по температурному графику сетевой воды для данного района по среднему значению $t_{НВ}$ за планируемый и отчетный периоды;
- расход сетевой воды ( $G_{СВ}$ т/ч) выдается потребителем тепла;
- температура газа на выходе из турбины ( $t_{2Т}$ °С) и расход газа за турбиной ( $G_{2Т}$ кг/с) определяются по типовой энергетической характеристике для средней электрической мощности и температуры наружного воздуха за планируемый и отчетный периоды.

Значение $Q^{рас}$ для данного теплообменника определяется из типовой энергетической характеристики по полученной из испытаний зависимости удельной теплопроизводительности ($Q^{рас}/\Delta$ ) от расхода газов за турбиной $G_{2Т}$ (здесь $\Delta = t_{2Т} - t_{2СВ}$ ).

К определенному из графика типовой характеристики значению удельной теплопроизводительности ПСВ вносятся поправки на отличие расхода сетевой воды $G_{СВ}$ и тем-

пературы газов на выходе из турбины $t_{2T}$ от значений, заложенных в основной зависимости $\left(\frac{Q^{рас}}{\Delta}\right) = f(G_{2T})$.

При отсутствии в типовой энергетической характеристике данных по удельной теплопроизводительности подогревателей сетевой воды (ПСВ) или если на ГТУ установлен ПСВ с отличающимися от типового техническими характеристиками, для определения располагаемой теплопроизводительности можно использовать методику расчета теплообменных аппаратов [Л. 6,7] (по фактическим данным ПСВ, котла-утилизатора с использованием уравнения теплопередачи и уравнений теплового баланса расчетом определяется располагаемая теплопроизводительность $Q^{рас}$).

Часть располагаемой теплопроизводительности теплообменника [$Q^{сн}$ Гкал/ч (ГДж/ч)] используется на собственные нужды электростанции. Тогда из общего количества теплоты $Q^{рас}$, полученного в теплообменнике, потребителю будет отпускаться

$$Q_{от}^{рас} = Q^{рас} - Q^{сн}. \qquad (13)$$

### 5.7.2. Изменение сопротивления выхлопного тракта при работе ГТУ с отпуском теплоты

Количество отпускаемой от ГТУ теплоты $Q_{от}$ регулируется изменением расхода газа через теплообменник путем изменения положения шибера на байпасе подогревателя или включением блока дожигающих устройств. При количестве отпускаемой потребителю теплоты, меньшем располагаемой теплопроизводительности теплообменника $Q_{от}^{рас}$ шибер на байпасе приоткрыт и часть газов байпасирует теплообменник; при количестве отпускаемой теплоты, равном $Q_{от}^{рас}$, шибер закрыт полностью, а когда отпуск теплоты превышает $Q_{от}^{рас}$, включается в работу БДУ. Во всех случаях при работе ГТУ с отпуском теплоты изменяется сопротивление выхлопного тракта и при заданной мощности изменяется расход теплоты на ГТУ.

При определении расчетных технико-экономических показателей ГТУ и ГТЭ для составления отчета (для планирования) возможны следующие случаи:

При $Q_{от}^{р} = Q_{от}^{рас}$ выходящие из турбины газы проходят через теплообменник. По кривым в типовой энергетической характеристике определяется изменение сопротивления выхлопного тракта и по поправочной кривой — соответствующая поправка к мощности $\Delta N_{вых}$, которая используется при определении планируемого и расчетного расходов теплоты на ГТУ и на выработку электроэнергии (см. пп. 5.5.1 и 5.5.2).

При $Q_{от}^{р} < Q_{от}^{рас}$ определяется относительная теплопроизводительность теплообменника ($Q_{от}^{р}/Q_{от}^{рас}$) и по графикам в типовой энергетической характеристике по этой величине определяется изменение сопротивления выхлопного тракта, поправка к мощности $\Delta N_{вых}$ и соответствующий расход теплоты. При $Q_{от}^{р} > Q_{от}^{рас}$, т.е. при недостатке в отпуске теплоты от ГТУ, разница покрывается теплотой, подводимой в БДУ перед теплообменником, и определяется по формуле

$$Q_{БДУ}^{р} = Q_{от}^{р} - Q_{от}^{рас} \qquad (14)$$

Количество топлива, сжигаемого в БДУ, определяется по формуле

$$B_{БДУ} = \frac{Q_{БДУ} \cdot 100}{q_{ут}\, \eta_{БДУ}} \qquad (15)$$

Определение планируемого и расчетного расхода теплоты на ГТУ и на выработку электроэнергии производится так же, как указано выше (см. пп. 5.5.1 и 5.5.2).

### 5.7.3. Определение мощности при работе ГТУ с отпуском теплоты

Определение значений нормативной $N^{н}$ и расчетной $N^{р}$ мощности производится в соответствии с пп. 5.3 и 5.4, однако дополнительно вводится поправка на изменение

сопротивления выхлопного тракта при работе с отпуском теплоты (см. п. 5.7.2).

### 5.7.4. Определение планируемого, расчетного и фактического удельного расхода условного топлива на отпущенную теплоту

При планировании расчетный расход условного топлива на отпуск теплоты определяется по формуле, т

$$B^{пл}_{тэ} = \Sigma \frac{1}{q_{ут}} Q^{р}_{от} + \Sigma B^{р}_{бду} \frac{100 - \eta^{р}_{бду}}{100} + b^{р}_{э} \Theta^{сн(р)}_{тэ} \cdot 10^{-3}. \quad (16)$$

Из формулы видно, что на отпуск теплоты относится та часть топлива, которая эквивалентна отпущенной теплоте, потерям в дожигающем устройстве, и топливо, пошедшее на выработку электроэнергии собственных нужд, обеспечивших отпуск теплоты (двигатели сетевых насосов и т.д.).

За отчетный период расчетный расход условного топлива на отпуск теплоты определяется по формуле, т

$$B^{р}_{тэ} = \Sigma \frac{1}{q_{ут}} Q_{от} + \Sigma B_{бду} \frac{100 - \eta_{бду}}{100} + b^{р}_{э} \Theta^{сн(р)}_{тэ} 10^{-3} \quad (17)$$

Планируемый расчетный удельный расход условного топлива на отпуск теплоты определяется по формуле, кг/Гкал

$$b^{пл}_{тэ} = \frac{B^{пл}_{тэ}}{\Sigma Q^{р}_{от}} 10^{3}. \quad (18)$$

Расчетный удельный расход условного топлива на отпуск теплоты за отчетный период определяется по формуле, кг/Гкал

$$b^{р}_{тэ} = \frac{B^{р}_{тэ}}{\Sigma Q_{от}} 10^{3}. \quad (19)$$

Фактический расход условного топлива на отпуск теплоты определяется по формуле, т

$$B_{т.э} = B - B_э \qquad (20)$$

Фактический удельный расход условного топлива на отпуск теплоты определяется по формуле, кг/Гкал

$$b_{тэ} = \frac{B_{тэ}}{\Sigma Q_{от}} 10^3 \qquad (21)$$

## Список использованной литературы

1. ГОСТ 8.417-81. Единицы физических величин.
2. ГОСТ 21199-82. Установки газотурбинные. Общие технические требования.
3. ГОСТ 23290-78. Установки газотурбинные стационарные. Термины и определения.
4. ГОСТ 20440-75. Установки газотурбинные. Методы испытаний.
5. ГОСТ 22700-77. Установки газотурбинные энергетические. Основные параметры.
6. Левин Б.И., Шубин Е.П. Теплообменные аппараты систем теплоснабжения (М.: Энергия, 1965).
7. Соколов Е.Я. Тепловые характеристики теплообменных аппаратов. - Теплоэнергетика, 1958, № 5.

# С О Д Е Р Ж А Н И Е


1. Перечень условных обозначений . . . . . 4
2. Основные положения . . . . . 7
3. Энергетические характеристики ГТУ . . . . . 9
   3.1. Типовая энергетическая характеристика установки . . . . . 9
   3.2. Энергетическая характеристика установки . . 10
   3.3. Порядок согласования, утверждения и пересмотра энергетических характеристик . . . . 12
4. Исходные материалы для планирования и отчетности 13
   4.1. Перечень исходных материалов для планирования и отчетности . . . . . 13
   4.2. Определение расхода электроэнергии на собственные нужды . . . . . 14
   4.3. Расчетный расход топлива на пуски ГТУ . . . 18
   4.4. Определение расхода топлива на выработку теплоты, подводимой от постороннего источника . . . . . 19
   4.5. Графики электрической и тепловой нагрузок на планируемый период . . . . . 20
5. Расчеты технико-экономических показателей . . . 20
   5.1. Технико-экономические показатели ГТУ и ГТЭ 20
   5.2. Исходные данные для планирования и составления отчета по работе ГТУ. . . . . 21
   5.3. Определение нормативной и расчетной мощностей при планировании . . . . . 22
   5.4. Определение нормативной и расчетной мощностей за отчетный период . . . . . 24
   5.5. Расход теплоты на выработку электроэнергии 24
   5.6. Определение удельных расходов условного топлива на отпущенную электроэнергию . . . . . 26
   5.7. Определение удельного расхода условного топлива на отпущенную теплоту . . . . . 28
      5.7.1. Определение располагаемой теплопроизводительности теплообменника, включенного на выхлопе ГТУ . . . . . 28

5.7.2. Изменение сопротивления выхлопного тракта при работе ГТУ с отпуском теплоты . . . . . 29
5.7.3. Определение мощности при работе ГТУ с отпуском теплоты . . . . . 30
5.7.4. Определение планируемого, расчетного и фактического удельного расхода условного топлива на отпущенную теплоту . . 31
Список использованной литературы . . . . . 33

Ответственный редактор Т.П.Леонова
Литературный редактор М.Г.Полоновская
Технический редактор Е.Н. Бевза
Корректор К.И. Миронова

Подписано к печати 17.10.84. Формат 60х84 1/16
Печ.л 2,25 (усл.-печ.л 2,09 Уч.-изд.л. 1,7 Тираж 160 экз.
Заказ № 35с/84 Издат. № 134/84 Цена 25 коп.

Производственная служба передового опыта и информации Союзтехэнерго
105023, Москва, Семеновский пер., д. 15

Участок оперативной полиграфии СПО Союзтехэнерго
117292, Москва, ул. Ивана Бабушкина, д.23, корп. 2

gost.e-ecolog.ru