

Замечания на диссертационную работу М.М. Султанова

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ТЭЦ

ПО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Для удобства сопоставления все формулы цитируются с теми же номерами, которые они имеют в тексте диссертации, например (2.25). Формулы, не содержащиеся в диссертации, обозначаются ($\Delta = 0$), ($\Delta = 1$) и т.д. Для удобства поиска эти номера снабжены нижними индексами, нумерующими формулы в порядке расположения в настоящем тексте. Например (2.28)₃ – это 3-я формула в тексте, при этом в диссертации она имеет номер (2.28).

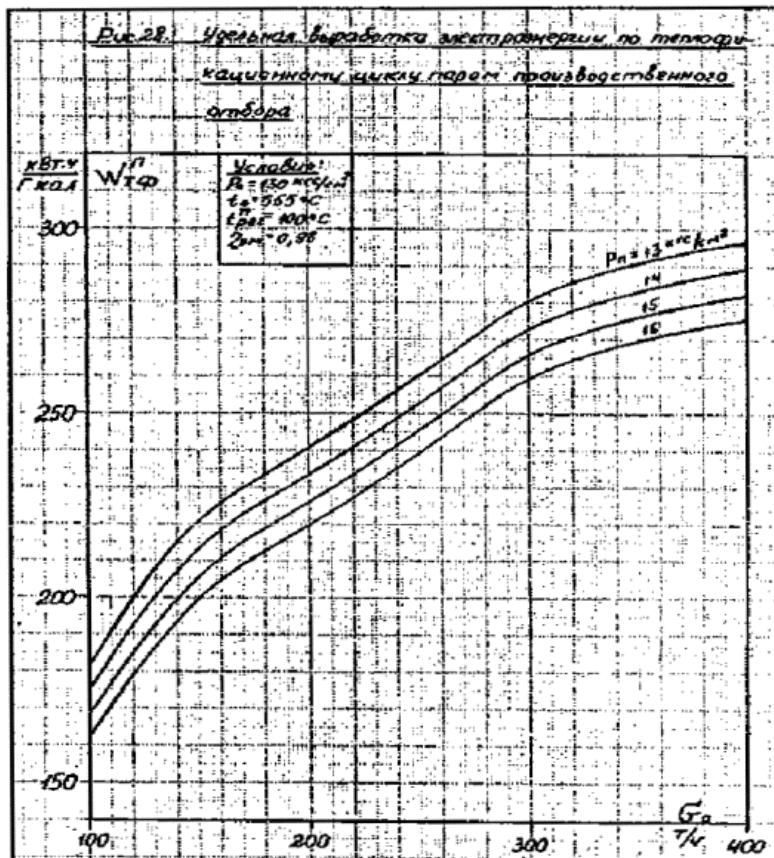
§ 1. Результаты диссертации

Работа посвящена задаче оперативного перераспределения нагрузок между установками ТЭЦ с целью оптимизации топливных затрат. Предлагается некоторый способ вычисления расходов топлива B в любых режимах турбоустановки. Он использует данные об электрической N_E и тепловой Q_T мощностях, а также о расходах топлива в трех режимах: номинальном, базовом и конденсационный. Т.н. базовый режим является в сущности произвольным. От него требуется лишь одно: чтобы можно было перевести установку из базового режима в конденсационный (где $Q_T = 0$), перекрывая подачу пара при постоянной мощности котла.

Вызывает недоумение исходная идея вычислить показатель отклонения температуры пара, используя физически тривиальное, эвристическое «модельное представление» (смысл которого объясняется в §3), математические трюки и данные о трех режимах турбоагрегата, один из которых (базовый) выбирается произвольно.

Кроме электрической и тепловой мощностей, в предлагаемой «методике» используются температуры конденсата, острого пара и пара в каждом тепловом отборе. Автор нигде не уточняет, в каком режиме они измеряются, по-видимому в базовом. Никакие другие характеристики турбоустановок не используются, поэтому основная часть технических сведений из таблиц играет исключительно декоративную роль. К таким декорациям относятся таблицы 3.5, 3.6, 4.4 - 4.6, схемы ТЭЦ на рис. 3.1 и 3.2, таблицы 1 - 5 в Приложении, а также таблицы 6 - 13 кроме сведений о температурах пара и мощностях режимов.

Сказанного уже достаточно, чтобы признать «методику» несостоятельной, поскольку в ней не принимаются во внимание давление и расход пара. При этом методика претендует на учет фактического состояния оборудования с учетом его износа. Важность расхода пара видна, например, из ТЭХ ПТ-65/75-130/13, где дана формула зависимости электрической мощности от тепловой $N_{\Theta} = N_k + W_{T\Phi}^{\Pi} \cdot Q_{\Pi} + W_{T\Phi}^T \cdot Q_T$ (кВт), коэффициенты $W_{T\Phi}^{\Pi}$ и $W_{T\Phi}^T$ определяются по экспериментальным кривым:



Одновременно следует отметить, что работа нигде не ссылается на типовые энергетические характеристики (ТЭХ) турбоагрегатов, которые являются источниками практических методов решения задач, поставленных в диссертации. Это весьма странно, т.к., в отличие от математических спекуляций автора, все данные из ТЭХ получены в ходе испытаний турбоагрегатов. И если работа претендует на новый, весьма точный метод вычисления расходов газа (см. оценки из п. 3.2.3), к тому же учитывающий фактическое состояние оборудования, то ее результаты следовало сравнить с теми, которые могут быть получены из ТЭХ и методических указаний по расчетам энергетических показателей. Но ничего подобного не было сделано, что, само по себе, дает основание подозревать автора в некомпетентности, а его работу считать неквалифицированной.

Также следует заметить, что работа следует новейшей тенденции, согласно которой кандидатские диссертации пишутся так, как если бы авторы создавали новое на пустом

месте. Автор нигде не выделяет идеи и труды других ученых, которые предшествовали его работе и легли в ее основу. Ссылки на чужие работы носят декоративный характер или используются для саморекламы (утрированно: «было сделано плохо, зато теперь стало хорошо»). Например, на стр. 21 автор пишет: *«Оптимизация режимов работы агрегатов ТЭЦ, с учетом отпуска тепловой энергии, по энергетическим характеристикам оборудования с целью снижения суммарных затрат топлива и повышения эффективности теплофикации и теплоснабжения развита еще недостаточно. Существующие для этого методики распределения тепловых нагрузок не полностью отвечают задачам определения взаимного влияния режимов использования различных типов агрегатов ТЭЦ [31].»* Здесь дана ссылка на доклад автора на конференции в Волжском филиале МЭИ в 2006. Более содержательных аргументов в пользу того, что *«Оптимизация режимов работы агрегатов ТЭЦ ... развита еще недостаточно ... Существующие для этого методики ... не полностью отвечают...»* в диссертации нет. Поскольку, как было отмечено, автор не сравнивал свою методику с существующими, трудно понять: на чем основаны претензии на улучшение ситуации с оптимизацией ТЭЦ ?

Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук должна быть научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, либо изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны.

Чтобы выяснить, удовлетворяет ли диссертация М.М.Султанова этому условию, необходимо выделить задачи или разработки, которые в ней были решены или изложены.

Согласно автореферату:

«Научная новизна работы заключается в постановке и решении:

- 1. задачи построения матрицы расчетных значений расхода топлива для любого значения выработки электрической и тепловой энергии в регулировочном диапазоне нагрузок с помощью предложенной методики, основанной на использовании трех режимов энергетической характеристики оборудования: номинального, базового и конденсационного для базовых условий;*
- 2. задачи оптимального изменения распределения тепловой и электрической энергии между агрегатами ТЭЦ на основе предложенной методики определения энергетической эффективности работы ТЭЦ;*
- 3. задачи оперативного и перспективного (прогнозного) планирования режимов загрузки паротурбинного оборудования в условиях выполнения графиков отпуска электроэнергии на*

оптовом рынке электроэнергии и мощности по регулируемым договорам поставки, «на сутки вперед» и балансирующем рынке;

4. *задачи использования разработанной режимной карты и программного комплекса по определению расхода топлива для различных режимов выработки тепловой и электрической энергии с возможностью постоянной корректировкой данных с учетом фактического состояния оборудования.»*

Пункт **4** касается использования режимной карты и программного комплекса. Очевидно, что использование результата, само по себе, не является решенной задачей или разработкой. Кроме того, в тексте диссертации и приложениях нет режимных карт. Поэтому нельзя понять, в чем заключается результат – режимная карта. Однако ясно, что это – технический документ, определяющий режим работы турбоустановки и составленный на основании рекомендаций, которые получены с помощью «методики». Таким образом, из пункта **4** в качестве результата диссертации можно принять только «программный комплекс». Согласно сказанному на стр. 5 автореферата, последний представляет собой набор EXCEL – таблиц, в которых реализованы расчеты по методике. Поэтому «программный комплекс», будучи инструментом исследования, сам по себе не представляет интереса. Уместно заметить, что термин «программный комплекс», применительно к табличным документам EXCEL, является некорректным, даже если в них используются средства программирования VBA (т.н. макросы). Последние требуют минимум квалификации и не рассчитаны на профессиональные, научно-технические приложения.

Задача из пункта **3**, на самом деле, не решалась. В § 4.4 автор провел расчет финансового эффекта для Волжской ТЭЦ от экономии топлива, которая предполагается быть полученной от «методики» и произвольно принята в размере 0,8%. Однако то, что касается применения методики в условиях балансирующего рынка, **исчерпывается** оценочным суждением на стр. 130: «*С учетом вышесказанного, предлагаемая методика определения расхода топлива на основе энергетических характеристик позволяет не только решать вопросы планирования будущих режимов загрузки оборудования, но и использоваться для прогнозирования будущих УРУТ на производство тепловой и электрической нагрузок. При этом результаты фактически сложившихся режимов будут ближе к плановым значениям ценовых заявок, что обусловит повышенную достоверность прогноза.*

Оценки маржинального дохода и т.п. вопросы из главы 4 исходят из ожидаемой экономии топлива и не представляют интереса для технических наук. Здесь автор «стучится в открытую дверь», т.к. нет никакой нужды доказывать, что экономия топлива привела бы к улучшению финансовых показателей ТЭЦ.

Таким образом, в пункте 3 представлен не результат диссертации, а предложение использовать ее для «планирования режимов загрузки паротурбинного оборудования... «на сутки вперед» и балансирующим рынке».

В пункте 1 представлена «методика», которая сводится к уравнениям (3.11) – (3.14), а также формулам для вычисления входящих в них коэффициентов $\tilde{\eta}^6$ и $\tilde{\eta}^{00}$.

Оптимизация, о которой сказано в пункте 2, основана на формуле (3.15) (см. ниже). Мысль о том, что переброска нагрузки от установки с большей производной от расхода по мощности на установку с меньшей производной приводит к уменьшению расхода, очевидна и не нова. Например, в пособии А.И. Андрющенко, Р.З. Аминова «Оптимизация режимов работы и параметров тепловых электростанций», изданном в 1983, на стр. 23 сказано: «*Очевидно, что наибольшая экономия топлива ΔB получается в том случае, когда будут догружаться энергоблоки, имеющие наименьшие (по абсолютной величине) значения приростов $\frac{\partial B}{\partial N}$* ». На стр. 133 этой книги: «*Отсюда условием наивыгоднейшего распределения нагрузки между энергоблоками является большая нагрузка блоков, имеющих малые относительные приrostы, и разгрузка блоков, имеющих большие относительные приrostы топлива ...*» В данном случае такими относительными приростами являются коэффициенты $\bar{\beta}$ и $\bar{\chi}$ в формуле (3.15).

Основные результаты, полученные в работе, также перечислены на стр. 132, 133 диссертации. Там к ним добавлены «*возможности совмещения расчетного комплекса и предложенной методики с оперативной технико-экономической и финансовой отчетностью ТЭЦ и генерирующей компании*», которые могут заинтересовать лишь бюрократов. Какая могла быть проблема в том, чтобы отражать в отчетности изменения режимов в соответствии с методикой? Если такие манипуляции с турбоагрегатами полезны и допустимы с точки зрения эксплуатации, то за способом документирования, очевидно, дело не станет. Более существенными являются другие вопросы. Насколько целесообразно «дергать» турбоагрегаты ради экономии газа в доли процента? Автор заявляет об опытно подтвержденной экономии в 0,53%, но превышает ли эта величина погрешность счетчиков расхода газа? На эти, весьма естественные вопросы работа не дает ответа.

Еще одним результатом диссертации на стр. 133 объявлено следующее: «*методика определения энергетической эффективности и оптимизации режимов работы оборудования ТЭЦ внедрена на Волжской ТЭЦ ООО «ЛУК-Ойл Волгоградэнерго» (акт внедрения прилагается) и используется оперативным и инженерно-техническим персоналом*

для эффективного управления агрегатами в условиям выполнения диспетчерские графики электрических и тепловые нагрузок. «ЛУК-Ойл Волгоградэнерго» планирует внедрение данной методики на всех ТЭЦ Волгоградского региона». Однако, факт внедрения результатов диссертации по техническим наукам является не результатом, а необходимым условием для ее допуска к защите. Но было ли на самом деле внедрение в производственный процесс?

В Приложениях есть Акт внедрения «методики», подписанный единственным лицом, в котором утверждается только о проведении «апробации» и о том, что была подтверждена экономия топлива (стр. 169). Из приложенного к этому акту протоколу, подписенному автором и начальником ПТО Волжской ТЭЦ, видно, что в ходе «апробации» 5 МВт мощности были переброшены с установки ПТ-65-130 на установку Т-100-130-7 (стр. 170 – 173). Совершенно естественно, что за счет переброски части электрической нагрузки с менее мощного на более мощный турбоагрегат удалось сэкономить топливо. В протоколе утверждается, что фактические расходы топлива в двух режимах близки к расчетным значениям, полученным согласно «методике». Но проверить эти расчеты невозможно, поскольку не указаны базовые режимы (их можно выбрать бесконечным числом способов). В ТЭХ турбоагрегатов даны стандартные методы вычисления расходов топлива, которые автор мог использовать вместо своей надуманной «методики». Более вероятно, что автор ничего не считал заранее, заполнив таблицу 4 протокола после проведения эксперимента. При этом фактический расхода топлива на ТЭЦ, снятый с датчика, можно разделить между установками пропорционально расходам топлива в их номинальных режимах. В любом случае акт о проведении «апробации» не подтверждает факт внедрения «методики» в производство, который якобы имел место.

Нет никаких документальных подтверждений тому, что методика «используется оперативным и инженерно-техническим персоналом», а также тому, что «ЛУК-Ойл Волгоградэнерго» планирует внедрение данной методики на всех ТЭЦ Волгоградского региона». По-видимому, ее «внедрение» сводится к хранению на компьютерах файла с таблицей в EXCEL, на который никто не обращает внимания. Противоречивость и бессмысленность данной «методики» заведомо не позволяют применять ее на практике, поэтому утверждения о внедрении в производство не соответствуют действительности.

«В сухом остатке» результаты диссертации сводятся к следующим формулам для расчета расхода газа в произвольном режиме турбоагрегата, обозначаемом «00»:

$$B^{00} = B^{\text{ном}} \cdot \left[1 - \frac{\tilde{\eta}^6}{\tilde{\eta}^{00}} \cdot \left(1 - \frac{B^6}{B^{\text{ном}}} \right) \cdot \frac{R^{\text{ном}} - R^{00} - (1 - \tilde{\eta}^{00}) \cdot (Q_T^{\text{ном}} - Q_T^{00})}{R^{\text{ном}} - R^6 - (1 - \tilde{\eta}^6) \cdot (Q_T^{\text{ном}} - Q_T^6)} \right] \quad (2.37)_1$$

где $R = N_{\exists} + Q_T$ – полная мощность установки,

$$\tilde{\eta}^{00} = \bar{\eta}_0 \frac{\sum_{i=1}^m K_i \cdot (Q_{Ti}^{\text{ном}} - Q_{Ti}^{00})}{Q_T^{\text{ном}} - Q_T^{00}} \quad (2.29)_2$$

(в диссертации формула $(2.29)_2$ записана в эквивалентном виде, в статьях она выглядит так, как в настоящем тексте, см. формулы (13) [1] и (12) [2]),

$$\bar{\eta}_0 = \frac{N_{\exists}^k - N_{\exists}^b}{\sum_{i=1}^m K_i \cdot Q_{Ti}^b} \quad (2.28)_3$$

Заметим, что формулы (3.11) - (3.14) в совокупности равносильны $(2.37)_1$. Для вычисления коэффициента $\tilde{\eta}^b$ используется общая формула $(2.29)_2$, где в качестве режима «00» следует взять базовый режим «б». В диссертации для $\tilde{\eta}^b$ дана формула (2.35), которая противоречит «методике». Если исправить опечатки, описанные ниже, то получится формула:

$$\tilde{\eta}^b = \bar{\eta}_0 \frac{\sum_{i=1}^m K_i \cdot (Q_{Ti}^{\text{ном}} - Q_{Ti}^b)}{Q_T^{\text{ном}} - Q_T^b} \quad (\Delta - 0)_4$$

Формула $(\Delta - 0)_4$ совпадает с формулами (12)[1] и (11)[2]. Коэффициенты K_i , введенные в этой диссертационной работе, предлагается вычислять по формуле

$$K_i = \frac{1 - T_k / \gamma T_{\text{отб},i}}{1 - T_k / T_0} \quad (2.26)_5$$

где T_0 – температура пара на входе в турбоагрегат, T_k – температура конденсата, $T_{\text{отб},i}$ – температура пара i -го отбора, $i = 1, \dots, m$.

Обозначения: Q_T – тепловая мощность (МВт), N_{\exists} – электрическая мощность (МВт), B – расход топлива. Индекс i нумерует отборы пара, $m = 1, 2, 3$ – их общее число, Q_{Ti} – тепловая мощность i -го отбора, $Q_T = \sum_{i=1}^m Q_{Ti}$. Значки «ном», «б», «к» и «00» указывают на номинальный, базовый, конденсационный и произвольный режимы турбоагрегата. Если режим рассматривается, как исходный или текущий, то он обозначается «0» или «тек».

Точный смысл параметра γ $(2.26)_5$ не определен. В автореферате сказано: « γ – коэффициент отклонения теплофизических параметров пара от номинальных». В [1,2] дано бессодержательное описание: «коэффициент, определяемый параметрами базового режима». На стр. 47 диссертации утверждается, что γ – «поправочный коэффициент, корректирующий термодинамическую модель в режимах данной турбины». Базовый режим здесь уже не упоминается. Не ясно, о какой модели идет речь, поскольку в этой работе нет

термодинамики. За исключением эвристической формулы (2.26)₅ все уравнения были получены за счет математических спекуляций.

Таким образом, параметр γ имеет три различных определения. Для его вычисления «методика» предлагает рецепт, основанный на следующих уравнениях:

$$\gamma = \frac{Z_2^*}{(1-X(1-Z_2))} \quad (2.32)_6$$

$$Z_7 \cdot X + Z_3 = Z_4 + Z_5 - Z_5 \cdot Z_8 \cdot X^{-1} \quad (2.33)_7$$

где числа Z_j и Z_j^* определяются громоздкими выражениями (2.34), в которых фигурируют B, N_3, Q_T в номинальном, базовом и конденсационном режимах, температуры $T_o, T_{\text{отб},i}, T_k$, а также искомый параметр γ . При этом утверждается, что в (2.32)₆ параметр γ выражается через 1-й корень уравнения (2.33)₇. Но анализ уравнений (2.32)₆ и (2.33)₇, а также примеры численных решений в диссертации отсутствуют. С таким же успехом можно было объявить параметр γ выражющимся через второй или последний корень X уравнения (2.33)₇.

Важно заметить, что (2.32)₆ – это не явное выражение для числа γ , а одно из двух определяющих его уравнений. Вопрос об их разрешимости не изучался. Очевидно, автор запутался в преобразованиях и упустил из виду тот факт, что X зависит от γ , поскольку от γ зависят некоторые из чисел Z_j (2.34). Ниже показано, что рецепт вычисления «поправочного коэффициента» γ посредством уравнений (2.32)₆ - (2.34) возник в ходе надуманных и безграмотных манипуляций формулами.

§ 2. Поправочный коэффициент.

Нам потребуется формула (2.24), которую с учетом (2.25) можно записать в виде:

$$\tilde{\eta} = \bar{\eta}_0 \sum_{i=1}^m K_i \frac{\Delta Q_{Ti}}{\Delta Q_T} \quad (\Delta - 1)_8$$

Отсюда следует (2.29)₂. Ошибка в формуле (2.35) возникла в ходе *придумывания* рецепта для вычисления загадочного коэффициента γ :

автор получает формулу (2.32) для этого параметра, используя (2.24) и исключительно математические манипуляции. При этом совершается новая ошибка. Она проявляется в том, что в некоторых из формул (2.34), а также в (2.35) температуры пары $T_{\text{отб},j}$ фигурируют без множителя γ . Ясно, что это противоречит физическому смыслу данного параметра. Покажем, как возникла эта ошибка. Согласно (2.35) имеет место:

$$\tilde{\eta}^6 = Z_6 \cdot \left(1 - \sum_{i=1}^n \frac{T_k}{T_{\text{отб},i}} \cdot (\Delta Q_{Ti}^6)^* \right) = \frac{N_{\mathcal{E}}^{\text{ном}} - N_{\mathcal{E}}^6}{Q_T^6} \cdot \frac{1 - \sum_{i=1}^n \frac{T_k}{T_{\text{отб},i}} \cdot (\Delta Q_{Ti}^6)^*}{1 - \sum_{i=1}^m \frac{T_k}{\gamma T_{\text{отб},i}} \cdot (Q_{Ti}^6)^*} \quad (\text{Д-10})$$

Формула для $\tilde{\eta}^6$ следует из (2.24), где в качестве режима «00» следует взять «б». Тогда, с учетом (2.28), получаем:

$$\tilde{\eta}^6 = (N_{\mathcal{E}}^k - N_{\mathcal{E}}^6) \cdot \frac{\sum_{j=1}^n K_j \cdot \Delta Q_{Tj} / \Delta Q_T}{\sum_{j=1}^m K_j \cdot Q_{Tj}^6} = \frac{N_{\mathcal{E}}^k - N_{\mathcal{E}}^6}{Q_T^6} \cdot \frac{1 - \sum_{i=1}^n \frac{T_k}{\gamma T_{\text{отб},i}} \cdot (\Delta Q_{Ti}^6)^*}{1 - \sum_{i=1}^m \frac{T_k}{\gamma T_{\text{отб},i}} \cdot (Q_{Ti}^6)^*} \quad (\text{Д-11})$$

Сравнивая между собой формулы (Д-10) и (Д-11) видим, что вместо $N_{\mathcal{E}}^k$ ошибочно взято $N_{\mathcal{E}}^{\text{ном}}$, и в числителе (Д-10) потерян множитель γ перед $T_{\text{отб},i}$. Формулы (2.32) – (2.34) получены подстановкой выражения (2.35) для $\tilde{\eta}^6$ в уравнение, которое следует из (2.19) и (2.20). Поскольку (2.35) содержит ошибки, то и формулы (2.34) неверны.

Стоит заметить, что $n = m$, а присутствие этих двух символов в формулах (Д-10) и (Д-11) связано с путаницей в тексте диссертации, где они имеют один смысл в (2.34) и (2.35).

Таким образом, правильное выражение для коэффициента $\tilde{\eta}^6$ дает формула (Д-0)₄, которая получается из (2.35) с учетом выражения Z_6 (2.34) после исправления указанных выше опечаток, при рассмотрении перехода из номинального в базовый режим (или обратно). Одновременно показано, что формулы (2.32)₆, (2.33)₇ и (2.34) заведомо содержат ошибки, проистекающие из ошибок в (2.35) (см. первый абзац на стр. 50).

Математические выкладки вращаются вокруг переходного процесса, который изображен стрелками (I) и (II). Стрелка (I) соответствует возрастанию (убыванию) тепловой мощности от исходного значения Q_T^0 до текущего $Q_T^{\text{тек}}$. Расход топлива при этом остается неизменным, поэтому в процессе (I) мощность $N_{\mathcal{E}}$ должна уменьшиться (увеличиться). На стадии (II) расход топлива меняется от B^0 до $B^{\text{тек}}$, при этом электрическая мощность возрастает (убывает) до исходного значения $N_{\mathcal{E}}^0$, а тепловая мощность остается неизменной, так что $Q_T \equiv Q_T^{\text{тек}}$.

Коэффициент использования теплоты топлива в исходном режиме дается формулой:

$$\eta_{\text{ИТ,ту}}^0 = \frac{N_{\mathcal{E}}^0 + Q_T^0}{B^0 \cdot Q_H^p} \quad (2.9)_9$$

где Q_H^p – удельная теплота сгорания и B^0 – расход топлива.

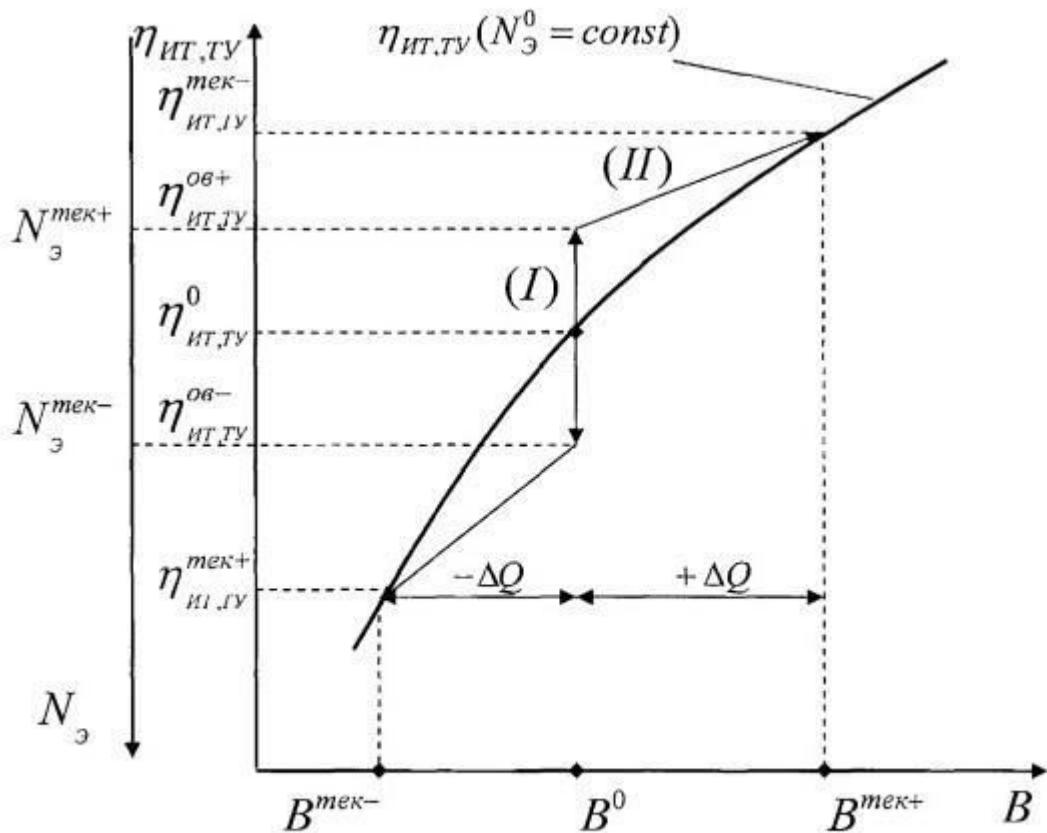


Рисунок 2.1. – Изменение параметров при ΔQ_t и $N_3^0 = \text{const}$.

Рассматривая переход (I) в промежуточный режим «ов» автор принимает формулу:

$$\eta_{\text{ит,ту}}^{\text{ов}} = \frac{N_3^0 + (Q_T^0 - Q_T^{\text{тек}}) \cdot \tilde{\eta} + Q_T^{\text{тек}}}{B^0 \cdot Q_H^0} \quad (2.10)_{10}$$

где

$$Q_T^{\text{тек}} = Q_T^{\text{ов}} \quad (Q_T^0 - Q_T^{\text{тек}}) \cdot \tilde{\eta} = N_3^{\text{ов}} - N_3^0$$

В этой связи следует процитировать высказывание на стр. 42: «Заметим, нам интересна только форма связи важных параметров, значение же коэффициента использования топлива $\eta_{\text{ит,ту}}$, его физический смысл, правомерность его применения для оценки произвольного процесса не оказывает влияния на последующий анализ». В диссертации нет ответа на вопрос: почему «не оказывает влияния»? В сущности, автор заявляет здесь о том, что будет манипулировать формулами так, как ему заблагорассудится, не обращая внимания на их физический смысл. Это безграмотное высказывание характеризует «методологию» диссертации, которая закономерно оказалась полностью несостоятельной.

Из (2.9)₉ и (2.10)₁₀ вытекает уравнение:

$$\eta_{\text{ИТ,ту}}^{\text{тек}} = \eta_{\text{ИТ,ту}}^0 - \frac{\Delta Q_T}{B^0 \cdot Q_H^0} \cdot (\tilde{\eta} - 1) \quad (2.11)_{11}$$

Дальше на стр. 43 автор пишет: «примем в качестве модельного представления дополнительную взаимосвязь рассматриваемых параметров в виде:

$$\eta_{\text{ИТ,ту}}^{\text{ов}} - \eta_{\text{ИТ,ту}}^0 = b \cdot \Delta Q_T \cdot \left. \frac{\partial \eta_{\text{ИТ,ту}}}{\partial B} \right|_{N_3^0, B^0} \quad (2.12)_{12}$$

где b – постоянная, причем b является конструктивно-технологической характеристикой конкретной турбины и не зависит от N_3 , Q_T , $\tilde{\eta}$.

В диссертации нет ответа на вопрос о том, что значит «модельное представление» и почему его упоминание, при отсутствии других подробностей, служит основанием для постулата (2.12)₁₂. Легко понять, что он является абсурдным. При близости режимов «ов» и «0», согласно (2.12)₁₂, должно быть $\Delta B \approx b \cdot \Delta Q_T$. Поэтому тот факт, что b – единая для всех режимов константа, противоречит формуле (2.37)₁. Кроме того, формула (2.12)₁₂ не может применяться для переходов между режимами, при которых изменяется N_3 . Но из нее, как утверждается, были получены формулы (2.32)₆ – (2.34), которые предлагается применять без ограничений. Еще одно противоречие возникает в связи с тем, что из (2.11)₁₁ и (2.12)₁₂ получено:

$$-\frac{\tilde{\eta} - 1}{B^0 \cdot Q_H^0} = b \cdot \left. \frac{\partial \eta_{\text{ИТ,ту}}}{\partial B} \right|_{N_3^0, B^0} \quad (2.13)_{13}$$

После замены производной отношением $\Delta \eta_{\text{ИТ,ту}} / \Delta B$, из (2.13)₁₃ вытекает:

$$\frac{\Delta B}{\Delta Q_T} = \frac{1}{\frac{N_3^0 + Q_T^0}{B^0} + \frac{1 - \tilde{\eta}}{b}} \quad (2.16)_{14}$$

Но (2.12)₁₂ получено из перехода (I), т.е., в предположении $B = \text{const} = B^0$ (рис. 2.1). Поэтому в (2.16)₁₄ должно быть $\Delta B = 0$, а в (2.13) правая часть теряет смысл. Таким образом, (2.16)₁₄ было получено в ходе недопустимых мат. преобразований. Следует подчеркнуть, что речь идет не о погрешностях, а о принципиальных ошибках, которые делают «методику» категорически неприменимой. Последствия рассмотрены в §4.

Сразу после (2.16)₁₄ автор утверждает:

«Итак, усредненное значение коэффициента $k = \partial B / \partial Q_T$ при $N_3^0 = const$ для произвольного интервала тепловых нагрузок может быть представлено в виде» :

$$k = \left[\frac{N_3^0 + Q_T^0}{B^0} + \frac{1 - \tilde{\eta}}{b} \right]^{-1} \quad (2.17)_{15}$$

Но отношение в левой части $(2.16)_{14}$ не равно тому усредненному значению, о котором здесь идет речь. Это усредненное значение

$$\bar{k} = \frac{1}{Q_{T,max} - Q_{T,min}} \cdot \int_{Q_{T,min}}^{Q_{T,max}} \left. \frac{\partial B}{\partial Q_T} \right|_{N_3=N_3^0} \cdot dQ_T$$

могло бы оказаться близким к дроби в левой части $(2.16)_{14}$ лишь случайно, для *каких-то* пар режимов с мощностью N_3^0 , но отнюдь не для всех. Таким образом $(2.17)_{15}$ не следует из $(2.16)_{14}$ (при этом $(2.16)_{14}$ было получено в ходе ложных рассуждений).

Переход от $(2.16)_{14}$ к $(2.17)_{15}$ демонстрирует еще одну особенность этой работы: автор непринужденно переходит от производных к отношениям конечных приращений и обратно, не обращая никакого внимания на правила математического анализа. При этом приращения не считаются малыми, поскольку методика претендует на вычисление расходов топлива в *любых* режимах турбоагрегатов. Лишь в одном месте, переходя от (2.15) к $(2.16)_{14}$, автор принимает $|\Delta B| \ll B$, но нигде больше это не предполагается. При этом рассмотренные ошибки не станут пренебрежимо малыми, если всюду принять $|\Delta B| \ll B$. В §4 доказано, что «методика» дает непредсказуемые результаты даже при бесконечно малом изменении режима.

Из ложной формулы $(2.17)_{15}$, примененной к переходу из номинального режима в базовый, получается уравнение:

$$k = \left[\frac{N_3^{\text{ном}} + Q_T^{\text{ном}}}{B^{\text{ном}}} + \frac{1 - \tilde{\eta}^6}{b} \right]^{-1} \quad (2.20)_{16}$$

Затем автор рассматривает переход из базового режима в конденсационный по схеме на рис. 2.1, где стрелка (I) направлена на юг, а стрелка (II) на юго-запад. Сначала к этим двум режимам применяется $(2.9)_9$, что дает формулы (2.21) и (2.22) :

$$\eta_{\text{ИТ,ТУ}}^6 = \frac{N_3^6 + Q_T^6}{B^6 \cdot Q_H^p} \quad \eta_{\text{ИТ,ТУ}}^{\text{ов}(6)} = \frac{N_3^{\text{к}}}{B^6 \cdot Q_H^p}$$

Этим формулам предшествует наукообразное словотворчество, характеризующее

«научный метод» автора: «Демонстрируя независимость конечных результатов от принятия формы связи важных параметров N_3 , Q_T и B , примем для анализа простое соотношение (2.21)».

Фактически здесь утверждается, что можно принять **любую** формулу связи между N_3 , Q_T и B (например $B = \text{const} \cdot \sqrt[6]{\log_{N_3} Q_T}$), и на конечный результат она не повлияет. Очевидная абсурдность этого заявления демонстрирует недостаточную физ-мат подготовку для теоретического изучения данной проблемы. Между тем все результаты диссертационной работы, имеющие технический смысл, получены за счет математических манипуляций.

Из $(2.12)_{12}$ автор получил следующую формулу, добавив почему-то минус перед b :

$$\eta_{\text{ит,ты}}^{\text{ов(б)}} - \eta_{\text{ит,ты}}^b = -b \cdot \Delta Q_T^b \cdot \frac{\Delta \eta_{\text{ит,ты}}}{\Delta B} \Big|_{N_3^0, B^0}$$

Из этой формулы и (2.21) , (2.22) вытекает $(2.31)_{17}$.

«Непринужденная» замена производной $\partial \eta_{\text{ит,ты}} / \partial B$ на отношения конечных приращений, весьма типичная для этой работы, привела к фатальному противоречию. Дело в том, что автор рассматривал переход (II), при котором $Q_T = \text{const}$, поэтому $\Delta Q_T^b = 0$. Соответственно, формула $(2.31)_{17}$ была получена в ходе абсурдных преобразований. Кроме того заметим, что переход на рис. 2.1 невозможно выполнить при переводе установки из базового режима в конденсационный (т.к. должно быть $B = \text{const}$).

Как утверждается в 1-м абзаце на стр. 49, если приравнять $(2.20)_{16}$ и $(2.19)_{20}$, а в полученное уравнение подставить выражение для b из формулы

$$b = \frac{\tilde{\eta}^k - 1}{\frac{Q_T^b}{B^k} + \frac{N_3^b}{B^k}} \quad (2.31)_{17}$$

$$\tilde{\eta}^k = \frac{N_3^k - N_3^b}{Q_T^b}$$

то в результате получатся уравнения $(2.32)_6$ - (2.34) для вычисления параметра γ . Заметим, что он входит в $\tilde{\eta}^b$ посредством формулы $(2.26)_5$, которая появляется в тексте без пояснений, не считая ритуального упоминания о «модельном представлении».

Чтобы проверить выкладки, которые якобы ведут к $(2.32)_6$ и $(2.33)_7$, сначала их пришлось бы воспроизвести. Текст диссертации в этом не помогает, поэтому рассмотрим явные нелепости.

«Усредненное значение» (2.17)₁₅ для коэффициента k , даже если бы оно было получено корректно, нельзя приравнивать «точному» значению k в (2.19)₂₀. Последнее, в свою очередь, существенно отличается от $k = \partial B / \partial Q_T$, поскольку разность $B^{\text{ном}} - B^6$ не обязана быть малой.

Значение $\tilde{\eta}^k$ отлично от $\tilde{\eta}^6$. Очевидно, выражение $\tilde{\eta}^k$ в (2.31)₁₇ получено из тех соображений, что в конденсационном режиме коэффициенты K_i можно считать равными между собой (хотя и неопределенными из-за отсутствия отборов пара). Однако, значение параметра $\tilde{\eta}$ автор привязывает к тому режиму, в которой происходит переход. Об этом можно судить по высказыванию на стр. 45: «Заметим, что коэффициент $\tilde{\eta}$ в соотношении (2.17) отвечает новому состоянию отборов тепла, обусловившему приращение ΔQ_T .»

Таким образом, если рассматривать переход из конденсационного режима в базовый при постоянном расходе топлива, то получим $\Delta N_3 = -\tilde{\eta}^6 \cdot \Delta Q_T$ ($D - 8$)₂₄, а тот же переход в обратном направлении даст $-\Delta N_3 = \tilde{\eta}^k \cdot \Delta Q_T$. Отсюда $\tilde{\eta}^6 = \tilde{\eta}^k$, что грубо противоречит формуле ($D - 0$)₄.

Выражение (2.31)₁₇ для константы b (см. выше) зависит от N_3, Q_T в базовом режиме, который определен неоднозначно. Закономерным и выразительным итогом спекуляций, которые обсуждались выше, является следующий факт. Согласно понятию базового режима должно быть $B^k = B^6$, поэтому в формуле (2.31)₁₇ для b стоит ноль в знаменателе!

Исходя из сказанного можно с уверенностью утверждать, что метод вычисления параметра γ , описанный в диссертации, является физически и математически **бессмыслицей**.

Поэтому неудивительно, что примеры численного решения уравнений (2.32)₆ и (2.33)₇ не были предъявлены. В конце стр. 80 – начале стр. 81 приводятся значения γ для 4-х турбоустановок и утверждается, что они найдены из (2.32)₆ и (2.33)₇. Проверить это невозможно, поскольку в таблице 3.2 не указаны температуры пара в отборах, расчетные формулы содержат слишком много математических ошибок, а базовый режим не определен.

Но и без детальной проверки легко понять, что значения γ на стр. 80, 81 были назначены произвольно или подогнаны под желаемый результат. Например, для ПТ-65-130 указан параметр $\gamma = 0.745$. Перед таблицей 3.2 даны температура острого пара 525° и конденсата 33°. Исходя из этих данных, в силу (2.26)₅ получится температура промотбора в 375°. Очевидно, что она слишком велика, т.к. в таблицах 6, 10 Приложения температуры промотбора на 70 – 100 градусов ниже во всех режимах турбоагрегата ПТ-65-130.

Как видно из таблицы 3.2, коэффициенты K_1, K_2, K_3 для 4-х турбоустановок совпадают, хотя некоторые из них не применяются из-за отсутствия отборов пара. Если параметры K_i (2.26)₅ совпадают у различных турбоагрегатов, то для чего был нужен громоздкий, запутанный и, как выяснилось, бессмысленный рецепт вычисления параметра γ ? Можно предположить, что «фокусы» с поправочным коэффициентом служили следующим целям: создать впечатление научной глубины этой безграмотной работы, а также затруднить ее критический анализ.

§ 3. Происхождение «методики».

В этой работе автор пытался модифицировать известный коэффициент $\bar{\eta}$, введенный АО «Фирма ОРГРЭС» для разделения расхода топлива между выработкой электричества и тепла:

$$\bar{\eta} = \frac{\eta_{\text{TЭЦ}}^{\text{Э}}}{\eta_{\text{TЭЦ}}^{\text{T}}} \quad (1.23)_{18}$$

где $\eta_{\text{TЭЦ}}^{\text{Э}}$ и $\eta_{\text{TЭЦ}}^{\text{T}}$ – КПД выработки двух видов энергии. Из статей по теме диссертации [1,2] отчетливо видно, что «новый метод вычисления расходов топлива» турбоагрегатов ТЭЦ, а также связанные с ним «методика оптимизации» основаны на следующей формуле:

$$\Delta B = k \cdot \left(\frac{\Delta N_{\text{Э}}}{\bar{\eta}} + \Delta Q_{\text{T}} \right) \quad (\text{Д} - 4)_{19}$$

О коэффициентах k и $\bar{\eta}$ в [1,2] сказано, что они зависят от задействованных отборов пара и определяются по параметрам двух режимов работы турбоагрегата – номинального и т.н. базового. При этом базовый режим «б» определен существенно *неоднозначно*. От него требуется только, чтобы турбоагрегат можно было перевести в конденсационный режим при постоянной мощности котла. Очевидно, что таких «базовых режимов» существует бесконечно много. Любой режим является базовым, если мощность котла не слишком велика, чтобы при перекрытии отборов пара мощность электрогенератора не превысила предельно допустимой величины. Соответственно, конденсационный режим «к» определен неоднозначно.

Таким образом, расчетные формулы зависят от *произвольно* выбираемых параметров. «Методика» не поясняет: какой режим из бесконечно многих вариантов можно использовать, как базовый? Если допускается любой из них, то откуда следует, что результат вычислений не зависит от выбора базового режима? Этот естественный вопрос в диссертации не освещается, но ответ на него можно извлечь из рассуждений вокруг формулы (Д – 9)₂₇. Он состоит в том, что результат вычислений по данной методике существенно зависит от выбора базового режима и более того – он неустойчив!

Формула $(Д - 4)_{19}$ эквивалентна (3.15), также ей соответствует $(2.7)_{26}$. Автор свободно переходит от одной к другой, игнорируя противоречие с тем, что $\tilde{\eta}$ зависит от режима. Различия между конечными разностями и дифференциалами для автора словно не существует.

Для вычисления параметров k и $\tilde{\eta}$ $(Д - 4)_{19}$ «методика» дает $(2.29)_2$ и формулу

$$k = \frac{B^{\text{ном}} - B^6}{\frac{N_3^{\text{ном}} - N_3^6}{\tilde{\eta}^6} + Q_T^{\text{ном}} - Q_T^6} \quad (2.19)_{20}$$

В формуле $(2.37)_1$ она же (3.11) заключается то, что автор считает новым методом определения расхода топлива. На $(2.37)_1$ основаны тривиальные рекомендации по оптимальному перераспределению нагрузки между турбоустановками, описанные в [2]. Той же цели служит формула (3.15) она же $(Д - 4)_{19}$, противоречащая тому, что $\tilde{\eta}$ зависит от режима.

Рассмотрим случай, когда при переходе из режима «0» в режим «00» мощность котла не меняется, т.е., происходит переброс тепловой мощности на электрическую или обратно.

Если коэффициент $\bar{\eta}$ $(1.23)_{18}$ не зависит от режима работы турбоустановки, то:

$$N_3^{00} - N_3^0 = \bar{\eta} \cdot (Q_T^0 - Q_T^{00}) \quad (Д - 5)_{21}$$

В самом деле, с учетом $(1.23)_{18}$ формула $Д - 5$ равносильна уравнению

$$\frac{N_3^{00} - N_3^0}{\eta_{\text{ТЭЦ}}^{\mathcal{E}}} = \frac{Q_T^0 - Q_T^{00}}{\eta_{\text{ТЭЦ}}^T}$$

которое выражает баланс тепловой энергии пара. А именно: часть мощности котла, которая пошла на увеличение выработки электроэнергии (или тепла), равна той части его мощности, за счет которой снизился отбор тепла (или электроэнергии). Если коэффициент $\bar{\eta}$ является переменным, то в $(Д - 5)_{21}$ стоит его среднее значение.

Сходство символов $\tilde{\eta}$ и $\bar{\eta}$ связано с тем, что коэффициент $\tilde{\eta}$ является модификацией $\bar{\eta}$ $(1.23)_{18}$, посредством которой автор пытался учесть зависимость эффективности выработки электроэнергии от различий между отборами пара. Исходная идея станет понятной, если переписать $(Д - 5)_{21}$ в виде

$$\Delta N_3 = - \sum_{i=1}^m \bar{\eta} \Delta Q_{Ti} \quad Q_T = \sum_{i=1}^m \Delta Q_{Ti}$$

В этом уравнении нет разницы между отборами, которые нумерует индекс i .

Автор предположил, что различие между отборами влияет на зависимость $N_{\exists} = N_{\exists}(Q_T)$, и это влияние можно описать формулой $\Delta N_{\exists} = -\sum_{i=1}^m \eta_i \Delta Q_{Ti}$, т.е., используя вместо $\bar{\eta}$ некоторый коэффициент η_i , зависящий от отбора. Об этом свидетельствует уравнение $(Д - 6)_{22}$, вытекающее из следующих формул:

$$\eta_{\text{ИТ}}^{\text{тек}} = \frac{N_{\exists}^0 + (Q_T^0 - Q_T^{\text{тек}}) \cdot \tilde{\eta}^0 + Q_T^{\text{тек}}}{B^0 \cdot Q_H^0} \quad (5)[2] \quad \tilde{\eta}^0 = \bar{\eta}^0 \cdot \frac{\sum_{i=1}^m \tilde{\eta}_i^0 \cdot (Q_{Ti}^0 - Q_{Ti}^{\text{тек}})}{Q_T^0 - Q_T^{\text{тек}}} \quad (6)[2]$$

Из (5)[2] следует, что $N_{\exists}^{\text{тек}} - N_{\exists}^0 = \tilde{\eta}^0 (Q_T^0 - Q_T^{\text{тек}})$, где $\tilde{\eta}^0$ обозначает коэффициент $\tilde{\eta}$ в режиме «0», после чего из (6)[2] вытекает:

$$N_{\exists}^{\text{тек}} - N_{\exists}^0 = \bar{\eta}_0 \cdot \sum_{i=1}^m \tilde{\eta}_i^0 \cdot (Q_{Ti}^0 - Q_{Ti}^{\text{тек}}) \quad (Д - 6)_{22}$$

Из $(Д - 6)_{22}$ видно, что $\eta_i = \bar{\eta}_0 \cdot \tilde{\eta}_i^0$. Утверждается, что коэффициенты $\tilde{\eta}_i^0$ определяют эффективность выработки электроэнергии при частичных нагрузках отпуска тепла. Эта расплывчатая фраза означает, что величина $\Delta N_{\exists i} = -\bar{\eta}_0 \tilde{\eta}_i^0 \Delta Q_{Ti}$ равна той части приращения (или уменьшения) электрической мощности, которая обусловлена уменьшением (или приращением) тепловой мощности i -го отбора. Физическая осмысленность разложения

$$\Delta N_{\exists} = \sum_{i=1}^m \Delta N_{\exists i}$$

отнюдь не очевидна — оно является весьма сырой гипотезой, которую автор не сформулировал.

Из (2.28)₃ следует, что переходу из базового режима в конденсационный отвечает уравнение $\Delta N_{\exists} = -\bar{\eta}_0 \sum_{i=1}^m K_i \Delta Q_{Ti}$. Сравнивая с $(Д - 6)_{22}$ видим, что $\tilde{\eta}_i^0 = K_i$ (2.26)₅.

Таким образом, предлагается заменить формулу $\Delta N_{\exists} = -\bar{\eta} \sum_{i=1}^m \Delta Q_{Ti}$ формулой

$$\Delta N_{\exists} = -\bar{\eta}_0 \sum_{i=1}^m K_i \Delta Q_{Ti} \quad (Д - 7)_{23}$$

где числа K_i определены в (2.26)₅. По-видимому следует считать, что $\gamma T_{\text{отб},i}$ — это температура пара i -го отбора. Тогда числа $\alpha = 1 - T_{\kappa}/T_0$ и $\alpha_i = 1 - T_{\kappa}/\gamma T_{\text{отб},i}$ равны КПД Карно для установки в целом и ее части после i -го отбора (в базовом режиме). По-видимому автор предположил, что параметры η_i пропорциональны α_i , а в сумме

$$\sum_{i=1}^m \eta_i \Delta Q_{Ti} = \sum_{i=1}^m \bar{\eta}_0 \tilde{\eta}_i^0 \Delta Q_{Ti} = \sum_{i=1}^m K_i \bar{\eta}_0 \Delta Q_{Ti}$$

числа $K_i = \alpha_i/\alpha$ играют роль весовых коэффициентов (ненормированных, т.к. их сумма не 1).

Как-то иначе объяснить $(Д - 7)_{23}$ вряд ли возможно, а в диссертации и [1,2] физические пояснения к математическим манипуляциям отсутствуют.

Для определения параметра $\bar{\eta}_0$ следует рассмотреть переход из базового в конденсационный режим и, применив $(Д - 7)_{23}$, зафиксировать значение $\bar{\eta}_0$ в силу $(2.28)_3$.

Автор также решил, что коэффициент $\bar{\eta}$ $(1.23)_{18}$, определяющий зависимость $\Delta N_3 = -\bar{\eta}\Delta Q_T$ при постоянной мощности котла, можно заменить на «более точный» коэффициент $\tilde{\eta}$, учитывающий различие между отборами. Роль $\tilde{\eta}$ аналогична $\bar{\eta}$:

$$\Delta N_3 = -\tilde{\eta}\Delta Q_T \quad (Д - 8)_{24}$$

Корректное определение для $\tilde{\eta}$ отсутствует, но в силу $(Д - 7)_{23}$ необходимо принять формулу $(Д - 1)_8$, которая также следует из (2.24) и (2.25) .

§ 4. Фатальные ошибки и противоречия.

На первый взгляд, идея считать коэффициенты η_i пропорциональными α_i кажется разумной. Ее суть в том, что прирост мощности отбора с большей температурой пара сильней снижает мощность турбоустановки, чем такой же прирост мощности более холодного отбора. За меру такого различия принято отношение КПД Карно частей турбины, расположенных после отборов. Но автор не предъявил никаких теоретических расчетов, оценок и экспериментальных данных для обоснования этой фантазии, и даже не решился ее внятно сформулировать.

Таким образом, эвристическое выражение $(2.26)_5$ для K_i положено в основу «нового метода», как надежно установленный, научный факт. Сама идея коэффициента $K_i = \alpha_i/\alpha$ весьма сомнительна, т.к. при расчетах паровых турбин идеальный цикл Карно не применяется (применяется, например, цикл Ренкина). При $\Delta Q_{Ti} = \Delta Q_{Tj}$ отношение α_i/α_j отлично от $\Delta N_{3i}/\Delta N_{3j}$ еще и потому, что отбор более горячего пара дополнительно снижает мощность установки за счет большей длины той части турбины, на которую он мог бы оказать давление.

Из формулы $(Д - 4)_{19}$, примененной к переходам из номинального в базовый и произвольный режимы, с учетом $(Д - 0)_4$ и $(2.29)_2$ элементарно получаются $(2.19)_{20}$ и $(2.37)_1$. Формула $(2.37)_1$ является главным результатом диссертации.

Уравнение $(Д - 4)_{19}$ несовместимо с $\Delta N_3 = -\tilde{\eta}\Delta Q_T$, т.к. в последнем случае правая часть $(Д - 4)_{19}$ равна нулю, в силу чего «метод оптимизации» теряет смысл. Это противоречие можно устранить, полагая по аналогии с $\bar{\eta}$ $(Д - 5)_{21}$, что $\tilde{\eta}$ является коэффициентом пропорциональности между ΔN_3 и ΔQ_T только в том случае, когда при изменении режима

$\Delta B = 0$. Но тогда оптимизация расходов B , являющаяся целью диссертации, также теряет смысл. Одного этого достаточно, чтобы признать «методику» абсурдной и негодной.

Но остается вопрос: откуда взялась формула $(Д - 4)_{19}$? Подсказкой служит уравнение $(2.6)_{25}$, с которого начинается «методика определения расхода топлива...»:

$$dB = \frac{\partial B}{\partial N_{\mathfrak{E}}} dN_{\mathfrak{E}} + \frac{\partial B}{\partial Q_T} dQ_T \quad (2.6)_{25}$$

где $B = B(N_{\mathfrak{E}}, Q_T)$. Это уравнение переписано в следующем виде:

$$dB = k \cdot \left(\frac{dN_{\mathfrak{E}}}{\tilde{\eta}} + dQ_T \right) \quad k = \frac{\partial B}{\partial Q_T} \quad \tilde{\eta} = \frac{\partial B}{\partial Q_T} / \frac{\partial B}{\partial N_{\mathfrak{E}}} \quad (2.7)_{26}$$

Очевидно, что $(Д - 4)_{19}$ есть обобщение $(2.7)_{26}$. Если $\Delta B \approx 0$, то из $(2.7)_{26}$ следует $\tilde{\eta} \approx \Delta N_{\mathfrak{E}} / \Delta Q_T$. Это противоречит определению $\tilde{\eta}$, согласно которому $\tilde{\eta} \approx -\Delta N_{\mathfrak{E}} / \Delta Q_T$. Кроме того, по определению частной производной приращение любой из мощностей $N_{\mathfrak{E}}$ и Q_T должно было вычисляться в предположении, что другая остается неизменной.

Таким образом, определенная в $(2.7)_{26}$ величина $\tilde{\eta}$ не имеет ничего общего с коэффициентом $\tilde{\eta}$, который фигурирует в формулах $(2.29)_2$ и $(Д - 1)_8$. Также ничего общего с этим коэффициентом не имеет параметр $\tilde{\eta}$ в $(Д - 4)_{19}$, поэтому результирующая формула $(2.37)_1$ была получена из противоречащих друг другу уравнений.

Рассмотрим два последовательных перехода: сначала из режима «1» в режим «2», а затем из «2» в режим «3», тогда для результирующего перехода из «1» в «3»:

$$\Delta B = \Delta B_1 + \Delta B_2, \quad \Delta N_{\mathfrak{E}} = \Delta N_{\mathfrak{E}1} + \Delta N_{\mathfrak{E}2}, \quad \Delta Q_T = \Delta Q_{T1} + \Delta Q_{T2} \quad \text{и} \quad \Delta B = k \cdot (\Delta N_{\mathfrak{E}} / \tilde{\eta}^1 + \Delta Q_T).$$

С другой стороны $\Delta B_1 = k \cdot (\Delta N_{\mathfrak{E}1} / \tilde{\eta}^1 + \Delta Q_{T1})$ и $\Delta B_2 = k \cdot (\Delta N_{\mathfrak{E}2} / \tilde{\eta}^2 + \Delta Q_{T2})$, откуда:

$$k \cdot (\Delta N_{\mathfrak{E}1} / \tilde{\eta}^1 + \Delta N_{\mathfrak{E}2} / \tilde{\eta}^2 + \Delta Q_{T1} + \Delta Q_{T2}) = k \cdot ((\Delta N_{\mathfrak{E}1} + \Delta N_{\mathfrak{E}2}) / \tilde{\eta}^1 + \Delta Q_{T1} + \Delta Q_{T2})$$

Отсюда следует, что $\tilde{\eta}^1 = \tilde{\eta}^2$. Параметр k является константой $(2.19)_{20}$, поскольку базовый и конденсационный режимы считаются фиксированными. Таким образом, из $(Д - 4)_{19}$ и того факта, что коэффициент $\tilde{\eta}$ определяется параметрами режима, непосредственно следует, что

$\tilde{\eta}$ – константа. Учитывая допустимые погрешности условие $\tilde{\eta} = const$ можно ослабить до $|\Delta \tilde{\eta}| / \tilde{\eta} \ll |\Delta N_{\mathfrak{E}}| / N_{\mathfrak{E}}$, но это не изменит следующий вывод.

Формула $(Д - 4)_{19}$ имеет практический смысл только в том случае, когда она является линеаризацией функции $B = B(N_{\mathfrak{E}}, Q_T)$ вблизи исходного режима. Однако, «методика»

рассматривает переходы между произвольными режимами, а зависимость $(Д - 4)_{19}$ считается нелинейной, т.к. $\tilde{\eta}$ зависит от режима $(2.29)_2$. Для того, чтобы сохранить формулу $(Д - 4)_{19}$, придется отбросить все формулы $(2.19)_{20} - (2.37)_1$, поскольку они ей противоречат. После этого от «методики» останется линейная зависимость $\Delta B = a\Delta N_3 + b\Delta Q_T$, описывающая переходы из исходного в близкие режимы. Константы a, b можно определить, измеряя B, N_3, Q_T в двух близких режимах. Ясно, что эта тривиальная «идея» не представляет ни научной ни практической ценности.

Рассмотрим еще одну нелепость этой диссертации, которой вполне достаточно для того, чтобы признать «методику» несостоятельной безотносительно к другим ее проблемам.

Если параметры K_i не совпадают между собой, то, выбирая режим «00» как угодно близко к «ном», из $(2.29)_2$ можно получить **любое** значение $\tilde{\eta} = \tilde{\eta}^{00}$. В самом деле, полагая $Q_{Ti}^{\text{ном}} - Q_{Ti}^{00} = \varepsilon C_i$ при $\varepsilon \rightarrow 0$ в пределе получим:

$$\tilde{\eta}^{00} = \bar{\eta}_0 \frac{\sum_{i=1}^m K_i \cdot C_i}{\sum_{i=1}^m C_i} \quad (Д - 9)_{27}$$

Дробь в $(Д - 9)_{27}$ может принимать любые значения, в зависимости от C_1, \dots, C_m .

Практически это означает, что «методика» не гарантирует получение сколько-нибудь правдоподобных значений B даже в как угодно близких к номинальному режимам. Из $(Д - 1)_8$ аналогично вытекает такое же утверждение о любом режиме (не только номинальном). Другими словами можно сказать, что методика дает *неустойчивые* результаты – они могут существенно меняться при как угодно малых отклонениях исходных данных.

§ 5. Опытная проверка методики.

Таким образом, методы вычисления коэффициентов $\bar{\beta}, \bar{\chi}$ в центральной формуле (3.11) являются ошибочными. Однако, в таблицах (3.7) и (3.8) собраны данные расчетов расходов газа в различных режимах турбоагрегатов, которые хорошо согласованы с реальными замерами. Возникает вопрос: как это произошло?

Фактически, автор использовал линейную зависимость

$$B^{00} = \bar{\alpha} + \bar{\beta} \cdot N_3^{00} + \bar{\chi} \cdot Q_T^{00} \quad (3.11)$$

Величины $\bar{\alpha}, \bar{\beta}, \bar{\gamma}$ определены в (3.12) – (3.14), при этом формула (3.12) равносильна

$$\bar{\alpha} = B^{\text{ном}} - \bar{\beta} \cdot N_3^{\text{ном}} - \bar{\chi} \cdot Q_T^{\text{ном}} \quad (Д - 4)$$

Однако в численных расчетах применялась другая формула вида (3.11), для которой справедливо $(Д - 4)$, но $\bar{\beta}$ и $\bar{\chi}$ получены из не связанных с «методикой» соображений,

где коэффициенты $\bar{\alpha}, \bar{\beta}, \bar{\chi}$ являются **константами**. Значения $\bar{\beta}, \bar{\chi}$ были подогнаны так, чтобы обеспечить хорошее попадание в расходы, измеренные счетчиком расхода газа. При этом число $\bar{\alpha}$ определяется в силу (Д-4), что обеспечивает точное совпадение расчетного и реального расхода в номинальном режиме (относительно которого расход известен). Исходя из данных о расходах в номинальных режимах турбоагрегатов, можно распределить между ними общий расход газа по ТЭЦ (который измеряется счетчиком). Очевидно, что так будет получено распределение расхода газа между турбоагрегатами, которое близко к реальному. Теперь следует подогнать значения $\bar{\beta}, \bar{\chi}$ для каждого турбоагрегата так, чтобы формула (3.11) давала хорошую, линейную аппроксимацию зависимости $B = f(N_{\Theta}, Q_T)$ в окрестности номинального режима. Для этого нужно подобрать значения $\bar{\beta}, \bar{\chi}$ из условия:

$$\bar{\beta} \approx \frac{\partial B}{\partial N_{\Theta}}(N_{\Theta}^{\text{ном}}, Q_T^{\text{ном}}) \quad \bar{\chi} \approx \frac{\partial B}{\partial Q_T}(N_{\Theta}^{\text{ном}}, Q_T^{\text{ном}}) \quad (\text{Д-12})$$

Значения производных в (Д-12) неизвестны, т.к. не известна зависимость $B = f(N_{\Theta}, Q_T)$. Однако, формулы (Д-12) показывают, что подобрать значения $\bar{\beta}, \bar{\chi}$ **возможно**. Практически можно взять два режима с известными расходами (см. выше, как получить расходы), после чего подогнать коэффициенты из условия попадания в эти значения. Последнее равносильно решению системы линейных уравнений с двумя неизвестными, т.е., тривиально.

Полученная таким образом линеаризация $B = f(N_{\Theta}, Q_T)$ может давать хорошее приближение не только малой окрестности номинального режима, но и для не близких к номинальному режимов. Дело в том, что реальные зависимости $B = f(N_{\Theta}, Q_T)$ близки к линейным. Например, согласно ТЭХ турбоагрегата ПТ-80/100-130/13 http://snipov.net/database/c_4294966483_mod_4294851288.html полный расход теплоты при заданных условиях в Гкал/ч выражается формулой:

$$Q_0 = q_t \cdot 10^{-3} \cdot N_t + Q_{\text{п}} + Q_T \quad (\text{Д-13})$$

Поскольку расход газа пропорционален расходу теплоты, имеем линейную зависимость $B = f(N_{\Theta}, Q_T)$. При этом удельный расход теплоты при заданных условиях в ккал/(кВт · ч) вычисляется согласно ТЭХ по формуле $q_t = q_{tn}(1 + \Delta q_t/100)$, где Δq_t - поправки к удельному расходу теплоты q_{tn} на отклонение условий от номинальных, выраженные в % и вычисляемые согласно ТЭХ. Следует заметить, что эти поправки весьма незначительны и не превышают ~1 %.

Таким образом, если рассматривать режимы с близкими условиями, то зависимость $B = f(N_{\Theta}, Q_T)$ можно считать линейной. Если условия не близки между собой, то все равно

погрешность будет незначительной. Следовательно, формула (3.11) при условиях (Д-4) и (Д-12) дает хорошее, линейное приближение зависимости $B = f(N_3, Q_T)$. О способе подгонки коэффициентов $\bar{\beta}, \bar{\chi}$ сказано выше. Одновременно мы видим, что математические спекуляции этой работы не имели практического смысла.

В таб. 3.7, 3.8 на множество примеров демонстрируется хорошее попадание расчетных данных, полученных по формуле (3.11), в фактические значения расхода B^{00} на установках Волжской ТЭЦ. Однако, в диссертации отсутствуют формулы и параметры, по которым проводились вычисления. Такими отсутствующими параметрами являются N_3 , Q_T и расход B базового режима и конденсационного при $N_3^\kappa = N_3^0 + Q_T^0$. Как уже отмечалось, базовый режим может быть выбран произвольно.

В тексте нет сведений о базовых режимах, использованных для вычисления таблиц 3.7, 3.8. Вместо этого даны подробные характеристики турбин, хотя «методика» использует только номинальные значения N_3 , Q_T и B , а также температуры пара. Данные о температурах пара неполны – нет сведений о теплофикационном отборе. Только в таб. 3.2 даны сведения о базовом режиме для 4-х турбин, но из-за неоднозначности базовых режимов трудно понять: связаны ли они с теми, что применялись при вычислениях таблиц 3.7 и 3.8 ? Даже если предположить, что это - «те самые» базовые режимы, то все равно остались турбоагрегаты, необходимых данных о которых нет (при изобилии других технических характеристик).

Таким образом, проверить вычисления с достаточной точностью **невозможно**. Даже если выполнить проверку, задав каким-то образом параметры базовых режимов, то автор будет иметь возможность заявить, что он использовал другие базовые режимы.

Однако можно доказать, что автор **не применял** свою «методику» при вычислениях расходов из таблиц 3.7 и 3.8. Для этого рассмотрим вариант 1.1. из п/п 1 таблицы 3.12 (см. ниже). Непосредственно проверяется, что соответствующая формула (3.11) дает хорошее попадание в данные из таблиц 3.7 и 3.8, касающиеся ПТ-65-130. Погрешности не превышают ~1%. Отсюда видно, что в ходе вычислений автор de'facto использовал зависимость (3.11) с постоянными коэффициентами, хотя возможно, что они незначительно варьировались. О существенном различии формул (3.11) в таблице 3.12 сказано ниже.

Табл. 1. Аналитическая зависимость B^{00} для исследованных вариантов режимов работы турбоустановок.

№ п/п	Тип турбоустано- вки	Вари- ант	Исходный режим			Расход топлива B^{00}	Значение $\tilde{\eta}^{00}$
			N_{ϑ}^0	Q_{π}^0	Q_T^0		
			МВт	МВт	МВт		
1	ПТ-65-130	1.1	35	23,26	23,26	$B^{00} = 0,9303 + 0,0694 \cdot N_{\vartheta}^{00} + 0,0147 \cdot Q_T^{00}$	0,2116
		1.2	45	46,52	34,89	$B^{00} = 0,8462 + 0,0707 \cdot N_{\vartheta}^{00} + 0,0147 \cdot Q_T^{00}$	0,2077
		1.3	55	46,52	46,52	$B^{00} = 1,1150 + 0,0666 \cdot N_{\vartheta}^{00} + 0,0147 \cdot Q_T^{00}$	0,2206
		1.4	65	69,78	34,89	$B^{00} = 0,2676 + 0,0796 \cdot N_{\vartheta}^{00} + 0,0147 \cdot Q_T^{00}$	0,1845
2	ПТ-135-130	2.1	75	58,15	93,04	$B^{00} = 3,7017 + 0,0587 \cdot N_{\vartheta}^{00} + 0,0151 \cdot Q_T^{00}$	0,2577
		2.2	90	116,30	69,78	$B^{00} = 1,9855 + 0,0714 \cdot N_{\vartheta}^{00} + 0,0151 \cdot Q_T^{00}$	0,2118
		2.3	105	0	69,78	$B^{00} = 3,7017 + 0,0587 \cdot N_{\vartheta}^{00} + 0,0151 \cdot Q_T^{00}$	0,2577
		2.4	120	116,30	93,04	$B^{00} = 2,7344 + 0,0658 \cdot N_{\vartheta}^{00} + 0,0151 \cdot Q_T^{00}$	0,2297
3	T-50-130	3.1	40	-	69,78	$B^{00} = 1,0501 + 0,0593 \cdot N_{\vartheta}^{00} + 0,0102 \cdot Q_T^{00}$	0,1720
		3.2	40	-	58,15		
		3.3	50	-	81,41		
		3.4	50	-	69,78		
4	T-100-130	4.1	40	-	23,26	$B^{00} = 1,0284 + 0,0708 \cdot N_{\vartheta}^{00} + 0,0084 \cdot Q_T^{00}$	0,1182
		4.2	70	-	46,52		
		4.3	85	-	93,04		
		4.4	100	-	69,78		

Таблица 3.12, в автореферате она имеет номер 1.

Используем данные об установке ПТ-65-130 из таблицы 3.2. Следует еще раз подчеркнуть, что табл. 3.2 – это единственное место в диссертации, где даны сведения о базовых режимах для реальных турбоагрегатов. Все мощности выражаются в МВт, расходы газа в НМ/с:

$$Q_T^0 = 93,04 \quad Q_{T1}^0 = 58,15 \quad Q_{T2}^0 = 34,89 \quad N_{\vartheta}^0 = 49 \quad N_{\vartheta}^{hom} = 65 \quad Q_T^{hom} = 162,82 \quad N_{\vartheta}^k = 60$$

$$B^{hom} = 7,832 \quad B^0 = 4,954 \quad K_1 = 0,594 \quad K_2 = 0,291$$

С помощью формулы (2.29) находим:

$$\tilde{\eta}^{00} = (N_{\vartheta}^k - N_{\vartheta}^0) \cdot \frac{K_1(Q_{T1}^{00} - Q_{T1}^0) + K_2(Q_{T2}^{00} - Q_{T2}^0)}{(K_1 Q_{T1}^0 + K_2 Q_{T2}^0) \cdot (Q_T^{00} - Q_T^0)} = 0,1276 \quad (\text{Д-14})$$

где $Q_{T1}^{00} = Q_{T2}^{00} = 23,26$ и $Q_T^{00} = 46,52$. Согласно (3.12) и (3.12), из вар. 1.1 табл. 3.12 имеем:

$$\tilde{\eta}^{00} = \frac{\bar{\chi}}{\bar{\beta}} = 0,2118$$

Однако, полученное из (2.29) число оказалось меньше почти на 40% ! Чтобы получить и $\bar{\chi} = 0,0147$ из вар. 1.1 табл. 3.12, необходимо принять (Д-14) и следующее значение:

$$\tilde{\eta}^0 = 0,1268$$

Оно существенно меньше числа $\frac{N_{\vartheta}^{hom} - N_{\vartheta}^0}{Q_T^0} = 0,172$ и, очевидно, еще меньше значения $\tilde{\eta}^0$,

которое получается из формулы (2.35).

Вывод: при получении формул расходов B^{00} из таблицы 3.12 автор **не применял** (2.29) и (3.35) для вычисления коэффициентов $\tilde{\eta}^{00}$ и $\tilde{\eta}^5$, как того требует «методика». Значения данных коэффициентов были подогнаны, чтобы обеспечить хорошее попадание в замеры расходов газа, которое демонстрируется в таблицах 3.7 и 3.8.

Заметим, что параметр $\bar{\alpha}$ определяется из формулы (Д-4), поэтому (3.11) дает точное значение расхода в номинальном режиме. Например, для вар. 1.1 таб. 3.12 из (Д-4) получается $\bar{\alpha} = 0,9293$, что близко к значению 0,9303 из таблицы.

Однако возникает вопрос: если автор de'facto применял линейную зависимость $B = f(N_3, Q_T)$ при вычислениях таблиц 3.7 и 3.8, то как возникли существенно разные формулы в таб. 3.12 ? Сильнее всего от варианта 1.1 отличается формула из вар. 1.4. Можно проверить, что она дает значения расходов газа, которые существенно отличаются от указанных в таб. 3.7 и 3.8. Например, для пунктов 1, 5 и 10 в таб. 3.7 погрешности формулы из вар. 1.4 по отношению к табличным данным составляют 10,3%, 11,2% и 8% соответственно. Для пункта 1 таб. 3.8 погрешность равна 8,5%. Уместно заметить, что обещанный эффект экономии топлива близок к 1%.

Таким образом, данные из таб. 3.7 и 3.8 не коррелируют с таб. 3.12 в целом и, следовательно, **не подтверждают** правильность методики. Это также свидетельствует о том, что автор не использовал свою «методику», а подгонял расчеты под данные о расходах газа.

В таблице 3.3, которая содержит те же самые режимы, что и таб. 3.12, демонстрируется отличное совпадение расчетных расходов топлива с фактическими. Однако, режимы из таб. 3.3 не встречаются в таб. 3.7. и 3.8, в которых собраны результаты многочисленных и круглосуточных измерений в январе и февраля 2010. Когда были замерены расходы топлива в таб. 3.3 и когда турбоагрегаты работали в таких режимах? Ответов в диссертации нет. Мне остается лишь предположить, что сведения о фактических расходах из таб. 3.3 являются **подтасовкой**.

Добавим сюда явные противоречия, которые содержатся в таблицах 1 и 2 автореферата (таблица 1 дана выше).

№ п/п	Тип турбоустаново- ки	Величина изменения нагрузки	Исходный режим				Оптимизированный режим				Эффект в топливе
			$N_{\text{э}}^0$	$Q_{\text{П}}^0$	$Q_{\text{Г}}^0$	B^0	$N_{\text{э}}^0$	$Q_{\text{П}}^0$	$Q_{\text{Г}}^0$	B^0	
			МВт	МВт	МВт	МВт	тыс. нм ³ /ч	МВт	МВт	МВт	тыс. нм ³ /ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	ПТ-65-130	-25,42	26,900	42,361	59,416	16,245	26,900	16,944	59,416	15,104	
	ПТ-135-130	24,94	85,500	116,394	103,480	42,484	85,500	141,336	103,480	42,764	
	Т-100-130		103,200		144,941	34,661	103,200		144,941	34,661	
	РОУ-13			33,102		3,888		33,102		3,888	
	<i>Сумма</i>		215,600	191,858	307,838	97,278	215,600	191,383	307,838	96,418	0,860
2	ПТ-65-130		30,600	16,944	54,655	15,227	30,600	16,944	54,655	15,227	
	ПТ-135-130	10,00	80,200	128,865	81,530	39,375	90,200	128,865	81,530	41,916	
	Т-100-130	-10,00	107,000		120,784	36,234	97,000		120,784	31,368	
	РОУ-13			34,204		4,018		34,204		4,018	
	<i>Сумма</i>		217,800	180,014	256,969	94,853	217,800	180,014	256,969	92,528	2,325
3	ПТ-65-135	-5,00	41,800	33,289	69,179	19,969	36,800	33,289	69,179	18,884	
	ПТ-135-135	5,00	116,500	164,667	153,303	63,092	121,500	164,667	153,303	62,028	
	Т-100-135		92,700		192,326	33,034	92,700		192,326	33,034	
	РОУ-13			0,000		0,000		0,000		0,000	
	<i>Сумма</i>		251,000	197,956	414,808	116,095	251,000	197,956	414,808	113,946	2,150
4	ПТ-65-130	-10,00	59,000	101,065	36,235	23,442	49,000	101,065	36,235	17,765	
	Т-100-130 -6		108,000		136,812	36,383	108,000		136,812	36,383	
	Т-100-130-7	10,00	89,000		144,732	30,842	99,000		144,732	33,303	
	РОУ-13			36,222		4,389		36,222		4,389	
	<i>Сумма</i>		256,000	137,287	317,779	95,056	256,000	137,287	317,779	91,841	3,215
5	ПТ-65-130	-10,00	55,000	91,267	23,518	22,780	45,000	91,267	23,518	18,617	
	Т-100-130 -6	5,00	97,000		172,118	33,697	102,000		172,118	34,826	
	Т-100-130-7	5,00	95,000		190,026	33,512	100,000		190,026	34,914	
	РОУ-13			45,152		5,471		45,152		5,471	
	<i>Сумма</i>		247,000	136,418	385,662	95,460	247,000	136,418	385,662	93,828	1,632

Таблица 2 из автореферата.

Согласно пп. 3 таб. 2, при переходе в оптимизированный режим установка ПТ-135-135 снижает расход топлива с 63,092 тыс. куб.м/час до 62,028 тыс. куб.м/час вопреки тому, что электрическая мощность возрастает на 5 МВт при неизменной тепловой нагрузке. Ясно, что данный результат **абсурден**.

Другое противоречие содержится в пп. 1 таб. 2. Тепловая мощность перераспределяется так, что ПТ-65-130 разгружается на 25,42 МВт, а ПТ-135-130 догружается на 24,94 МВт. Согласно таб. 1, где $\bar{\beta}$ этих установок равны 0,0147 и 0,0151 соответственно, «методика оптимизации» требует обратных действий.

§ 4. Апробация

В параграфе 2.4 описаны численные эксперименты. Приняв значения $\tilde{\eta}^{00} = \tilde{\eta}^6 = \tilde{\eta}^k = 0,5$, автор избавился от необходимости использовать формулы (2.29), (2.32) – (2.35), которые представляют собой «know how» его методики. При этом ключевой, поправочный коэффициент γ не вычисляется.

Я не проверял истинность формул (2.46) – (2.48), однако полученные из них результаты трудно интерпретировать. На стр. 64 принимается, что $N_{\mathcal{E}}^{\delta} = 0,6 \cdot N_{\mathcal{E}}^{\text{ном}}$ и $Q_T^{\delta} = 0,5 \cdot Q_T^{\text{ном}}$. В ходе итерационных вычислений были получены расходы топлива для вымышленных турбоустановок, которые выглядят завышенными: $B^{\delta} = 0,729 \cdot B^{\text{ном}}$, $B^{\delta} = 0,685 \cdot B^{\text{ном}}$ и $B^{\delta} = 0,619 \cdot B^{\text{ном}}$ (стр. 65). При любом способе усреднения затрат газа на выработку электрической и тепловой мощностей, расход на установку в целом не должен превышать $0,6 \cdot B^{\text{ном}}$. Это безусловно верно в параграфе 2.4, где коэффициент $\tilde{\eta}$ является константой.

Автор вряд ли осознает, что получил линейный случай, но это видно из таблиц 2.2 - 2.4. В каждой из них содержится одна ошибка, связанная с расходом при $Q_T^{00} = Q_T^{\delta}$ и $N_{\mathcal{E}}^{00} = 0$:

- в таб. 2.2 ошибка в левом из чисел 0,603
- в таб. 2.3 ошибка в левом из чисел 0,528
- в таб. 2.4 ошибка в левом из чисел 0,414 в средней строке

Согласно этим таблицам, в случае $Q_T = \text{const} = Q_T^{\delta}$ при возрастании $N_{\mathcal{E}}$ от нуля до $0,25 \cdot N_{\mathcal{E}}^{\text{ном}}$ расход топлива не меняется. Данный результат является абсурдным. За исключением этой ошибки, в таб. 2.2 – 2.4 отображается линейная зависимость $B = f(N_{\mathcal{E}}, Q_T)$.

Таким образом, численные эксперименты из параграфа 2.4 не вызывают доверия и не могут быть приняты, как подтверждающие правильность «методики».

Единственный, активный эксперимент был проведен согласно Протоколу, подписанному автором и начальником ПТО Волжской ТЭЦ (таб. 4.7 на стр. 115). В ходе данного теста 5 МВт мощности были переброшены с установки ПТ-65-130 на более мощную Т-100-130-7. Других изменений в работе ТЭЦ не происходило. Совершенно естественно, что удалось сэкономить топливо за счет незначительной переброски нагрузки с менее мощного на более мощный агрегат. Хорошее совпадение активного эксперимента с расчетным предсказанием экономии топлива (0,53%), о котором пишет автор, не подтверждается протоколом испытания. Протокол подтверждает только факт снижения расхода на 0,53%. Фраза: «*как выяснилось, согласно Методике*» не говорит о том, что проводилась экспертиза собственно методики. По-видимому, ее единственным «испытателем» был сам автор.

В протоколе испытаний на стр. 170 – 173 утверждается следующее.

4. Оценка результатов испытаний

В результате проведения испытания по оптимизации режимов работы ТЭЦ эффективность использования Методики подтверждается хорошим совпадением прогноза и факта по положительной экономии топлива в объеме 0,55 (измерения) [0,57 (прогноз)] тыс. м³/час газа. С учетом технических ограничений и условий работы оборудования в ходе испытания, при распределении электрической нагрузки между турбоагрегатами в пределах 2% от суммарной отпускаемой мощности, достигается экономия топлива в размере 0,53%. При больших величинах изменения нагрузок, перераспределяемых между агрегатами, следует ожидать экономию топлива до 0,8 – 1,2 %.

На основании полученных результатов можно констатировать работоспособность предложенной Методики и возможность дальнейшего ее использования для решения задач оптимального распределения нагрузок между агрегатами, а также текущего и оперативного планирования режимов работы оборудования Волжской ТЭЦ.

Начальник ПТО Волжской ТЭЦ

Л.А. Литвиненко

Но в протоколе нет никаких сведений о том, как именно производился расчет, а также нет критически важных данных для расчета. Указаны значения K_1, K_2, K_3 , но они бесполезны, поскольку не указаны т.н. базовые режимы турбоустановок, которые необходимы для вычисления параметров $\tilde{\eta}^6$ по формуле $(\Delta - 0)_4$. Не зная, чему равны $\tilde{\eta}^6$, нельзя применить (2.37)₁ для вычисления расходов топлива. В диссертации есть только одно место – таблица 3.2, где даны сведения о базовых режимах турбоагрегатов, которые участвовали в тривиальном эксперименте по переброске 5 МВт электрической мощности с ПТ-65-130 на Т-100-130-7. Но коэффициенты K_1, K_2, K_3 в таблице 3.2 отличаются от указанных в протоколе, поэтому нет оснований полагать, что для проверки расчета подходят данные из табл. 3.2. Стоит еще раз заметить, что базовый режим определен существенно неоднозначно, но важный вопрос о том, как от этого зависит результат, нигде не обсуждается.

Таким образом, проверить эти расчеты не представляется возможным. Не известно, как получились числа K_1, K_2, K_3 . Не исключено, что автор подогнал их под расчетные расходы топлива, указанные в протоколе. Процедура «поиск решения» в EXCEL позволяет сделать это без усилий. Наиболее вероятно, что автор ничего не считал заранее, заполнив таблицу 4 после проведения эксперимента. Сознательно или по безграмотности текст диссертации написан так, что проверить численные результаты невозможно. Поэтому нет никаких сомнений в том, что подписавшие протокола не проверяли расчет, приняв на веру утверждение о его соответствии «методике». В сущности, этот документ является подложным.

Таблица 4. Результаты расчета расходов топлива для различных режимов работы ТЭЦ

Время	Тип турбоустановки	Исходный режим			Расход топлива	
					Расчетный	Расчетный
		N_2^0	Q_{H^0}	Q_r^0	секундный	часовой
		МВт	МВт	МВт	нм ³ /с	тыс.нм ³ /ч
12:00	ПТ-65-130 (ст. №2)	52,000	91,945	28,744	5,812	20,92
	Т-100-130 (ст. №6)	107,000		128,914	10,005	36,02
	Т-100-130 (ст. №7)	96,000		144,035	9,009	32,43
	К - 5				2,000	7,20
	РОУ-13		45,402		1,514	5,45
	<i>Сумма</i>	255,000	137,347	301,694	28,340	102,02
Оптим.	ПТ-65-130 (ст. №2)	47,000	91,945	28,744	5,273	18,98
	Т-100-130 (ст. №6)	107,000		128,914	10,005	36,02
	Т-100-130 (ст. №7)	101,000		144,035	9,389	33,80
	К - 5				2,000	7,20
	РОУ-13		45,402		1,514	5,45
	<i>Сумма</i>	255,000	137,347	301,694	28,182	101,45

ВЫВОД

Исходя из вышесказанного можно утверждать, что автор диссертации объявил о новой методике вычисления расходов топлива турбоустановок ТЭЦ, не получив хоть сколько-нибудь достоверных результатов. Теоретические основания у этой «методики» отсутствуют, а ее глубокие, внутренние противоречия делают применение непредсказуемым. Попытки создать впечатление о том, что «методика» проверена экспериментами, отражают стремление выдать желаемое за действительное. Диссертация является неквалифицированной работой, которая не имеет никакой научной и практической ценности.

Д.Ф.-м.н. Д.Б. Зотьев

6.11.2017

Ссылки на литературу

1. Кузеванов В.С., Султанов М.М. К вопросу об эффективности планирования режимов работы оборудования ТЭЦ // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2009. № 11 (5). С. 115 – 119.
2. Султанов М.М., Кузеванов В.С., Разработка и апробация метода оптимизации режимов работы энергетического оборудования ТЭЦ // Энергосбережение и водоподготовка, № 6 (62) 2009, с. 24 – 27.