

УДК 621.311.22

**М. М. Замалеев**

## **Совершенствование тепловых схем энергоблоков повышенной эффективности**

Энергетическая безопасность страны непосредственно зависит от эффективности топливоиспользования на тепловых электростанциях, являющихся основными потребителями первичных энергоносителей. Комбинированное производство электрической и тепловой энергии, позволявшее в советское время существенно экономить топливно-энергетические ресурсы страны, на современном этапе оказывается недостаточно эффективным. Основной причиной снижения экономичности ТЭЦ является существенное сокращение выработки электроэнергии на тепловом потреблении.

Автором под руководством профессора В.И. Шарапова проанализированы некоторые решения, в частности с использованием энергоблоков повышенной эффективности (БПЭ), предлагаемые для повышения эффективности топливоиспользования на ТЭЦ.

Анализ тепловых схем так называемых энергоблоков повышенной эффективности, активно рекламируемых рядом ученых и инженеров [1,2,3,4,5,6], показал, что необоснованный отказ от дешевой электроэнергии, вырабатываемой на внутреннем тепловом потреблении регенеративными отборами паровых турбин, существенно снижает тепловую экономичность БПЭ. Сущность предлагаемых решений заключается в использовании отбора теплоты от энергетических котлов за счет установки дополнительных поверхностей нагрева в конвективных газоходах и, тем самым, снижения температуры уходящих газов. Для охлаждения дополнительных поверхностей нагрева предлагается использовать байпас группы регенеративных подогревателей высокого давления (ПВД), а также обвод части подогревателей системы регенерации низкого давления (ПНД-3,4,5) паровых турбин [1,2,4,6]. Предполагается, что благодаря увеличению расхода пара в конденсатор паровой турбины будет вырабатываться дополнительная электрическая

мощность, а снижение КПД паросилового цикла будет компенсироваться увеличением КПД парового котла.

Проведенные расчеты [7,8] показывают, что из всех предлагаемых схем БПЭ получение некоторого выигрыша в тепловой экономичности возможно лишь на энергоблоках, реконструируемых путем замещения части подогревателей системы регенерации высокого давления встраиваемым в конвективный газоход котла «турбинным экономайзером» (рис. 1).

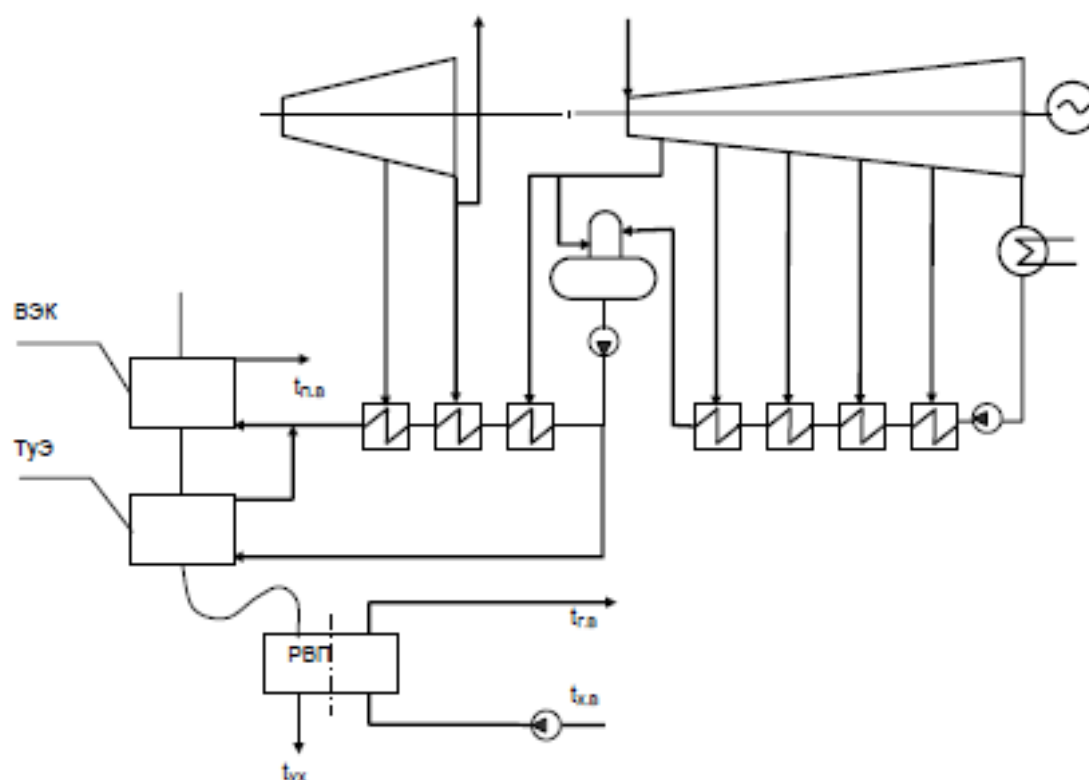


Рис. 1. Энергоблок повышенной эффективности: ВЭК – водяной экономайзер; ТуЭ – турбинный экономайзер; РВП – регенеративный воздухоподогреватель

Основной причиной низкой эффективности схем БПЭ является недооценка влияния системы регенерации на экономичность паросилового цикла. Наибольшую выработку электроэнергии на внутреннем тепловом потреблении позволяют получить низкопотенциальные регенеративные отборы, подключенные к подогревателям низкого давления, поэтому замещение последних газовойодяными подогревателями, встроенными в конвективный газоход парового котла, нецелесообразно даже при значительном увеличении КПД парогенератора. Таким образом, предлагаемые решения с байпасом регенеративных подогревателей низкого давления [2,4,6] (см. рис. 2, 3) не

Таким образом, помимо обеспечения регламентируемого стандартом нагрева добавочной питательной воды перед деаэратором повышенного давления достигается наибольшая эффективность паросилового цикла, поскольку в отличие от низкоэффективных решений, предлагаемых для реконструкции энергоблоков по схемам БПЭ [1 - 6], в разработанной тепловой схеме ТЭЦ (рис. 4) одновременно с увеличением КПД парового котла сохраняются регенеративные отборы низкого давления паровой турбины.

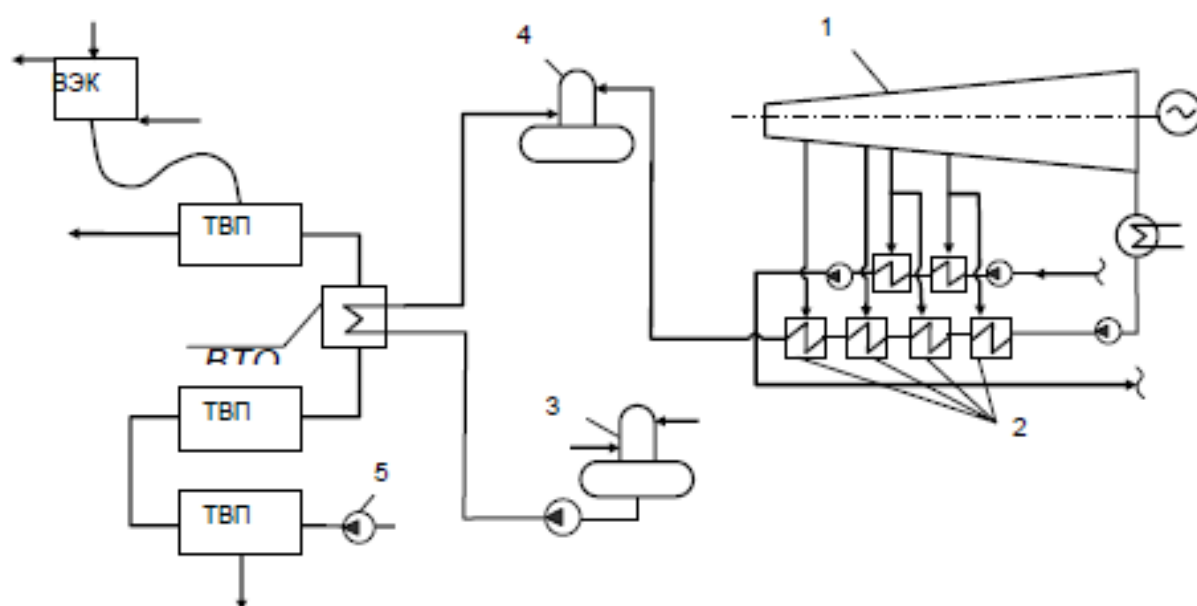


Рис. 4. Схема РБЭ с полностью включенной регенерацией низкого давления и атмосферным деаэратором добавочной питательной воды: ВЭК – водяной экономайзер; ТВП – трубчатый воздухоподогреватель; ВТО – воздуховодяной теплообменник; 1 – теплофикационная паротурбинная установка; 2 - регенеративные подогреватели низкого давления; 3 – атмосферный деаэратор добавочной питательной воды; 4 – деаэратор повышенного давления; 5 – дутьевой вентилятор парового котла

Для определения энергетической эффективности предложенной для совершенствования БПЭ новой схемы применен метод удельной выработки электроэнергии на тепловом потреблении [9].

Экономичность решения, позволяющего сохранить систему регенерации низкого давления в общепринятом ее исполнении (рис. 4), оценивалась с учетом графика электропотребления и связанного с ним расхода пара на турбоустановку. Результаты расчета годовой экономии

условного топлива в зависимости от расхода основного конденсата и количества ПНД, осуществляющих подогрев этого конденсата, представлены на рис. 5.

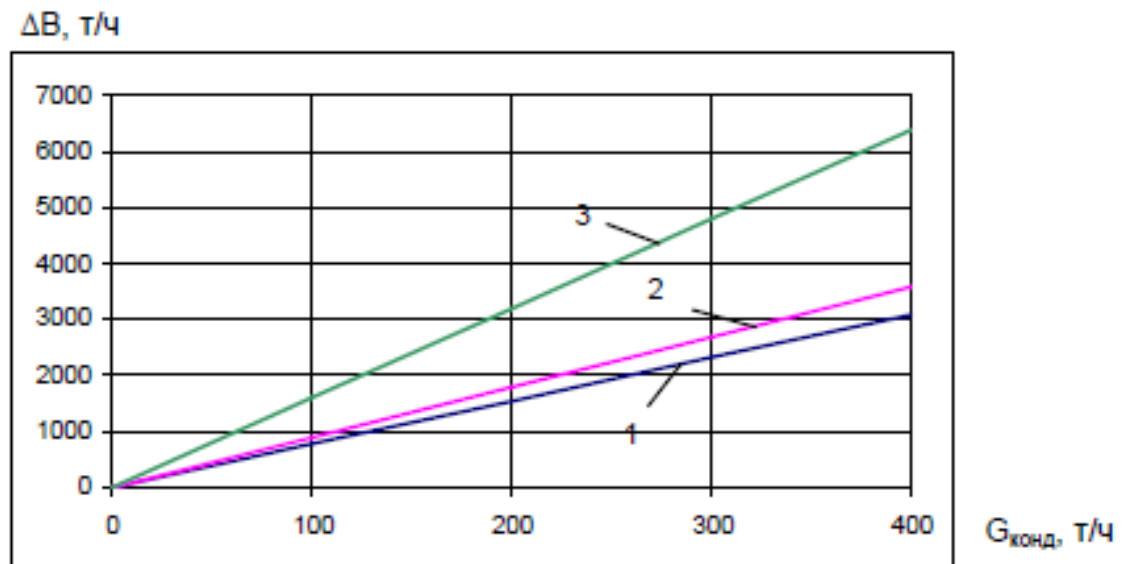


Рис. 5. Годовая экономия условного топлива: 1 – получаемая за счет дополнительного отбора пара на ПНД-4; 2 – получаемая за счет дополнительного отбора пара на ПНД-3; 3 – получаемая за счет дополнительного отбора пара на ПНД-3 и ПНД-4

Из приведенной диаграммы видно, что восстановление штатной системы регенерации низкого давления паротурбинной установки, работающей в составе БПЭ, позволяет ежегодно экономить более 6000 тонн условного топлива при условии расхода основного конденсата 400 т/ч.

### Выводы

1. Анализ тепловых схем БПЭ показывает, что авторы новых технологий нередко пренебрегают общеизвестными эффективными способами повышения тепловой экономичности паросилового цикла, а именно системой регенерации.

2. Предлагаемые для реконструкции ТЭЦ схемы БПЭ, подогреватели системы регенерации паросиловых установок которых вытеснены газовойдяными подогревателями, размещенными в конвективных газоходах паровых котлов, имеют существенные резервы для повышения тепловой экономичности, связанные с более полным использованием регенеративных отборов теплофикационных турбин.

3. Применение предложенного решения, особенностью которого является создание условий для максимального использования высокоэкономичных регенеративных отборов теплофикационных турбин, предназначенных для работы в составе БПЭ, позволяет обеспечить наибольшую экономию топлива на ТЭЦ.

#### Список литературы

1. Овчар В.Г. Опыт заводских разработок энергоблоков повышенной эффективности [Текст] / В.Г. Овчар, В.В. Гордеев, И.А. Сотников и др. // Теплоэнергетика. 1999. № 9. С. 2-5.
2. Стырикович М.А. Энергоблоки повышенной эффективности [Текст] / М.А. Стырикович, Л.П. Сафонов, А.П. Берсенев и др. // Теплоэнергетика. 1996. № 5. С. 39-42.
3. Медведев В.А. Эффективность комплексной модернизации хвостовой части действующих пылеугольных котлов [Текст] / В.А. Медведев, А.У. Липец, Н.В. Пономарев и др. // Теплоэнергетика. 1999. № 8. С. 43-47.
4. Липец А.У. Некоторые пути совершенствования котла и энергоблока на суперсверхкритические параметры пара [Текст] / А.У. Липец, С.М. Кузнецова, Л.В. Дирина и др. // Теплоэнергетика. 1998. № 6. С. 31-37.
5. Липец А.У. Производство тепла в энергетических котлах [Текст] / А.У. Липец, С.М. Кузнецова, Л.В. Дирина и др. // Энергетик. 2001. № 10. С. 14-16.
6. Овчар В.Г. Дополнительная мощность, получаемая при переводе энергоблоков на схему БПЭ [Текст] / В.Г. Овчар, А.У. Липец, С.М. Кузнецова и др. // Теплоэнергетика. 1999. № 9. С. 6-9.
7. Замалеев М.М. Анализ тепловых схем энергоблоков повышенной эффективности [Текст] // М.М. Замалеев, В.И. Шарапов // Проблемы энергетики. Известия вузов. 2006. № 9-10. С. 3-14.
8. Замалеев М.М. К оценке тепловой экономичности энергоблоков повышенной эффективности [Текст] / М.М. Замалеев, В.И. Шарапов // Энергосбережение и водоподготовка. 2006. № 6. С. 43-46.
9. Шарапов В.И. Расчет энергетической эффективности технологий подготовки воды на ТЭЦ: Учебное пособие [Текст] / В.И. Шарапов, П.Б. Пазушкин, Д.В. Цюра, Е.В. Макарова. - Ульяновск: УлГТУ. 2003. 120 с.