

ЛИТЕРАТУРА:

1. Характеристики гамма - спектрометрического метода радионуклидного анализа // Физический факультет Южного федерального университета URL: <http://www.phys.rsu.ru> (дата обращения: 12.06.17).
2. Эффективность регистрации ионизирующих излучений // URL: <http://nuclphys.sinp.msu.ru> (дата обращения: 10.06.17).
3. Поправочный коэффициент при определении содержания урана в образцах твэлов ВОТК-НОУ: протокол от 01.07.2016 № 13-240-02/1078вн / филиал ИАЭ РГП НЯЦ РК. – Курчатов, 2016. – 2 с.
4. MCNP – A General Monte Carlo N-Particle Transport Code, Version 5. Volume I, II, III. X-5 Monte Carlo Team. Los Alamos, New Mexico 2003.

Научный руководитель: И.В. Прозорова, начальник группы лаборатории физики реакторных установок, Филиал ИАЭ РГП НЯЦ РК

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА КОТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Н.В. Седельников
Сибирский федеральный университет

Аннотация: задачей работы является разработка специализированного программного обеспечения, позволяющего проводить многовариантные тепловые расчетные исследования котельных агрегатов с целью оптимизации конструктивных и режимных характеристик парового котла, например, при переводе котельного агрегата с жидкого шлакоудаления на твердое, что в конечном итоге будет способствовать повышению эффективности работы котлов, сжигающих угли Канско-Ачинского бассейна.

В настоящее время парк оборудования тепловых электрических станций Красноярского края, а именно значительная его часть, представлена устаревшими и физически изношенными котлами с жидким шлакоудалением (ЖШУ), а именно 40-42% выработки электрической и тепловой мощности электростанций приходится на данные котельные агрегаты. Результаты эксплуатации котлов с ЖШУ указывают на значительное отставание в техническом развитии топочных процессов, физическое и моральное старение данных котлов. Поэтому для решения вышеперечисленных проблем предполагается разработать конструктивно-компоновочные и режимные мероприятия, позволяющие повысить эффективность работы котельных агрегатов, сжигающих угли Канско-Ачинского бассейна. При реконструкции и проектировании паровых котельных агрегатов необходимо выполнять многовариантные и многофакторные расчетные исследования. Эти исследования достаточно трудоемки, но необходимы для обеспечения надежной и экономичной работы оборудования, поэтому все чаще в качестве дополнительных мер применяются средства программного обеспечения.

В настоящее время существуют специализированные программы, предназначенные для выполнения теплогидравлических расчетов котельных агрегатов, такие как ТРАКТ (ЗиО) и Boiler Designer, однако данные программные комплексы не соответствуют современным требованиям, предъявляемым при расчете теплоэнергетического оборудования.

В этой связи появилась необходимость разработки собственного специализированного программного продукта, позволяющего производить комплексный расчет котельных агрегатов. Расчетный подход и структура программы наглядно продемонстрированы в виде алгоритма, представленного на рисунке 1. Для проведения расчетных исследований необходимо: ввести комплект исходных данных, выбрать режим расчета, составить структурные схемы основных трактов котла, подключить специализированные библиотеки, расчетные функции, а также подпрограммы. Алгоритм расчета в основном базируется на нормативных методах теплового расчета котла [1]. Расчетный алгоритм можно разделить на три индивидуальных блока, а именно расчет показателей экономичности работы парового котла, расчет теплообмена в топочной камере, а также расчет радиационных, полурадиационных и конвективных поверхностей нагрева.

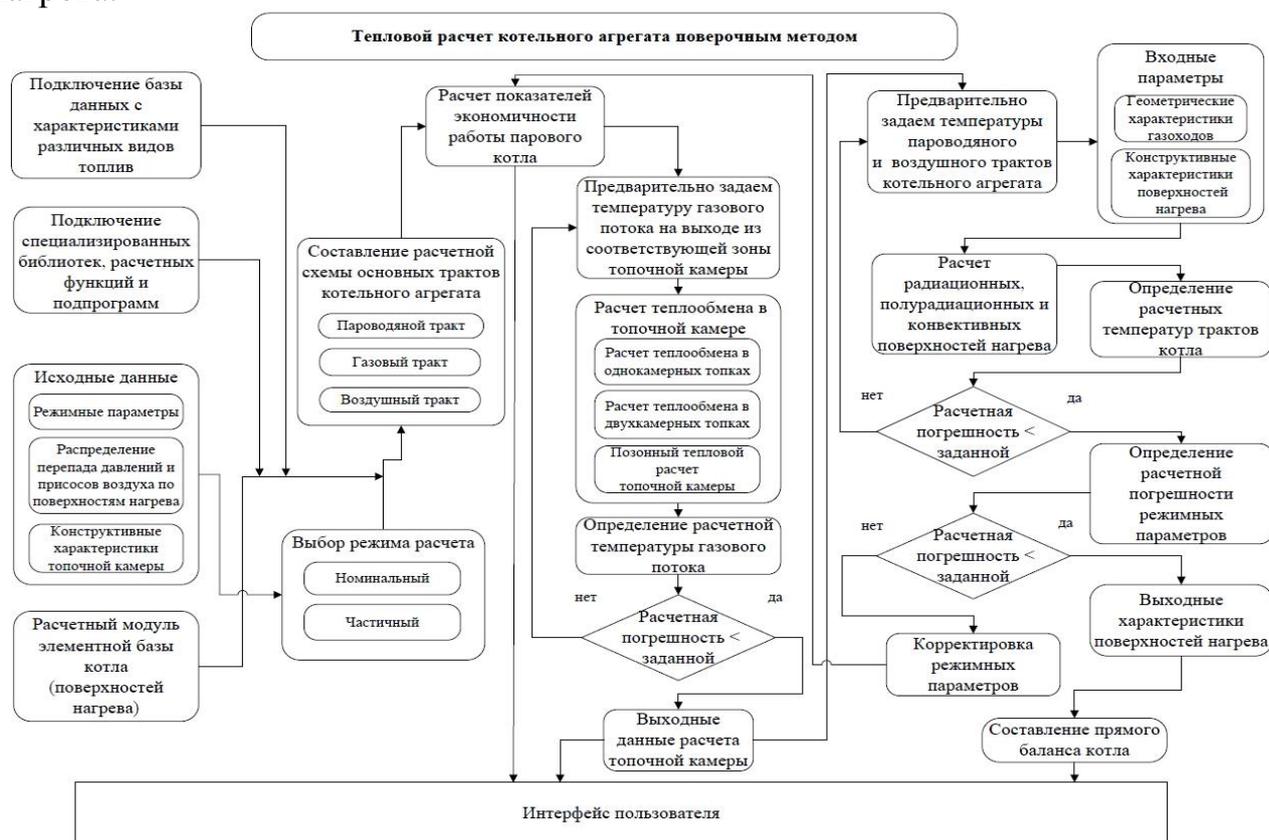


Рис. 1. Блок-схема теплового расчета котельного агрегата поверочным методом

В качестве режимных параметров, которые впоследствии корректируются программой, выступают: температуры перегретого пара, горячего воздуха и уходящих газов. При поверочном расчете поверхностей нагрева котельных агрегатов из четырех характерных температур газового потока и нагреваемой

среды, как правило, известны только две, в результате расчета предыдущей поверхности нагрева. Предварительно задавшись недостающими значениями температур газов и рабочей среды на выходе из поверхности нагрева, выполняется расчет коэффициента теплопередачи и средне логарифмического температурного напора. При подстановке полученных значений решается система балансовых уравнений методом последовательных приближений (метод Ньютона). Завершающим этапом расчетных исследований является проверка распределения тепловосприятия путем определения расчетной и относительной величины невязки теплового баланса котельного агрегата.

Для верификации программного обеспечения собран расчетный модуль, позволяющий выполнить поверочный расчет котельного агрегата с естественной циркуляцией БКЗ-320-140 с ЖШУ Красноярской ТЭЦ-1. Упрощенные схемы пароводяного и воздушного трактов котла представлены на рисунке 2. На данном рисунке показаны следующие обозначения: 1 – топочные экраны, 2 – потолочный радиационный пароперегреватель, 3 – полурадационный пароперегреватель, 4 – конвективный пароперегреватель, 5 – конвективный пароперегреватель, 6 – II ступень водяного экономайзера, 7 – II ступень воздухоподогревателя, 8 – I ступень водяного экономайзера, 9 – I ступень воздухоподогревателя, 10 – смешивающая камера, 11 – смешивающая камера, 12 – конденсатор пара на впрыск, 13 – барабан котельного агрегата, 14 – пароохладитель I ступени, 15 – пароохладитель II ступени.

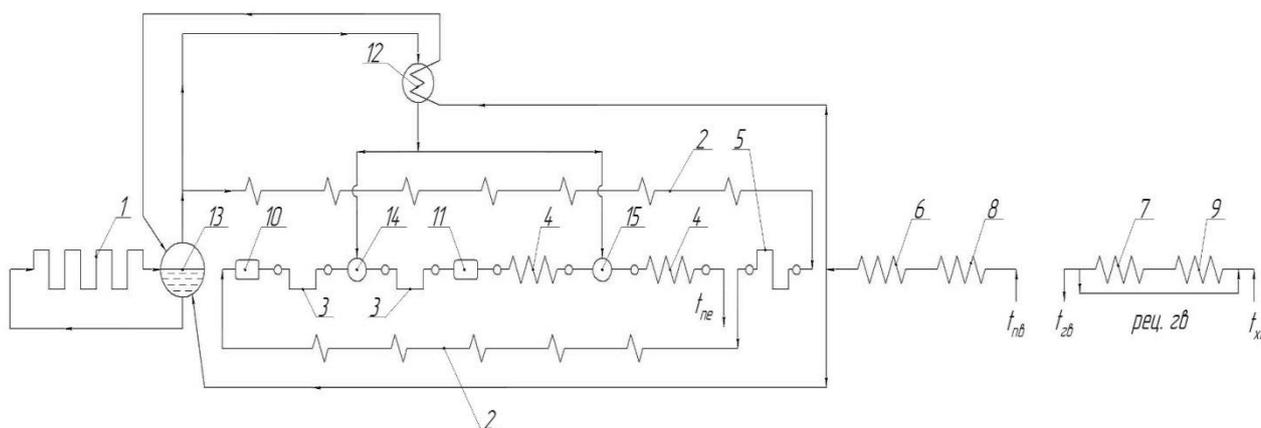


Рис. 2. Упрощенные схемы пароводяного и воздушного трактов котельного агрегата БКЗ-320-140

На рисунках 3 и 4 представлены результаты расчетных исследований котельного агрегата БКЗ-320-140 в виде ϑtQ – диаграмм.

Данные диаграммы представляют собой зависимость изменения температур продуктов сгорания (ϑ) и рабочего тела (t) от балансовой теплоты Q , отданной рабочему телу газовым потоком. Приведенные диаграммы отображают распределение тепловосприятия рабочей среды между поверхностями нагрева котла и соответствующее изменение температур сред трактов котельного агрегата.

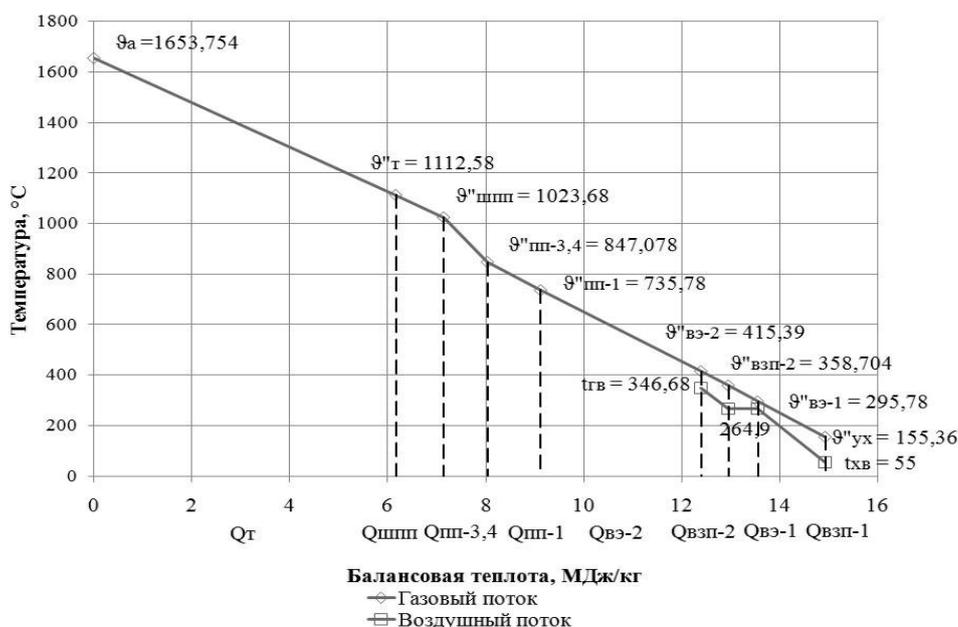


Рис. 3. Диаграмма изменения температуры газоздушного потока от балансовой теплоты котельного агрегата БК3-320-140 Красноярской ТЭЦ-1

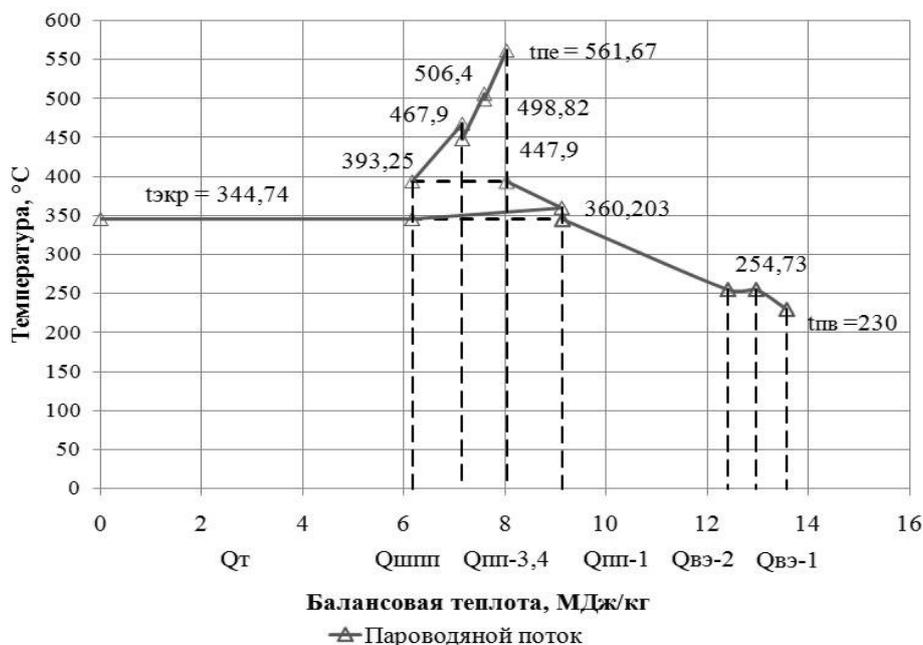


Рис. 4. Диаграмма изменения температуры пароводяного тракта от балансовой теплоты котельного агрегата БК3-320-140 Красноярской ТЭЦ-1

Анализ данных, приведенных на диаграммах, дает представление об условиях работы каждой поверхности нагрева, позволяет определить температурные напора и оценить надежность работы металла поверхностей нагрева. Следующий этап разработки программного комплекса заключается в его модернизации, а именно предполагается: детальная проработка расчетной методики и реализация алгоритма, позволяющего выполнить конструкторский расчет парового котла; сформировать наглядный пользовательский интерфейс; проработать элементную базу и редактор схем трактов парового котла.

Данное программное обеспечение будет впоследствии использовано для проработки технических решений при переводе котельного агрегата с ЖШУ на

ТШУ. Для чего необходимо провести ряд дополнительных расчетных исследований: расчет системы пылеприготовления и горелочных устройств, гидравлический расчет контура циркуляции, аэродинамический расчет котла, расчет токсичных компонентов в продуктах сгорания. Таким образом, дополнительно заложенные методики в программное обеспечение будут способствовать проведению более эффективных расчетных исследований.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Тепловой расчет котельных агрегатов. Нормативный метод. Изд. 3-е, перераб. и доп. С. – Петербург : НПО ЦКТИ – ВТИ, 1998 – 257 с.
2. Бойко Е. А. и др. Котельные установки и парогенераторы (тепловой расчет парового котла) : Учебное пособие / Е. А. Бойко, И. С. Деринг, Т. И. Охорзина. Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2005. – 96 с.

Научный руководитель: Е.А. Бойко, д.т.н, профессор каф. ТЭС ПИ СФУ.

ПАРОВАЯ ТУРБИНА К-1200 ДЛЯ ЭНЕРГОБЛОКА С РЕАКТОРОМ БН-1200

Н.С. Панфилов¹, С.В. Лавриненко²
Томский политехнический университет^{1,2}
ЭНИН, АТЭС, группа 5022¹

Успешный пуск энергоблока БН-800 на Белоярской атомной электростанции подтолкнул атомную промышленность нашей страны к созданию более мощного энергоблока БН-1200. Данный блок будет являться первым в своем роде и не имеет аналогов за рубежом. Учитывая данный факт, невозможно воспользоваться уже существующими наработками для создания типового блока, а необходимо сконструировать каждый элемент в соответствии с заданными требованиями проекта. В докладе будут рассмотрены конструкция и основание для выбора турбины для данного энергоблока.

Ранее на атомных электростанциях устанавливались несколько турбин невысоких мощностей от 200 до 600 МВт. С развитием технологий инженеры и конструкторы перешли к идее одной турбины высокой мощности, полностью покрывающей заданную выработку электроэнергии энергоблока. Данные турбины существуют двух типов – тихоходные и быстроходные. Быстроходные турбины менее металлоемкие и меньше по размерам, поэтому более приоритетны в использовании. Однако степень сухости пара в конце процесса расширения в турбине ограничивала их мощность в связи с высоким эрозионным воздействием на лопатки последних ступеней цилиндра низкого давления. Долгое время считалось, невозможным создать быстроходную турбину мощностью, превышающей 1000 МВт. Однако в 1978 г. Ленинградский металлический завод изготовил уникальную обновальную турбину типа К-1200-240 мощностью