

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

406-1

12-14 ноября 2020 года

УДК 621.316

В.В. ГРАБОВ, студент гр. ФЭ17-02Б (СФУ)

А.Р. ТРОХИМОВИЧ, студент гр. ФЭ17-02Б (СФУ)

Научный руководитель Е. А. БОЙКО, д.т.н., профессор (СФУ)

г. Красноярск

**РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ
ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ ТЭС**

Актуальным до настоящего времени остается вопрос проектирования и совершенствования котельных агрегатов тепловых электростанций. Решение данной задачи предполагает многовариантные и многофакторные расчеты по оптимизации параметров и конструкции поверхностей нагрева энергетических паровых котлов [1]. Как правило, эффективность технических и технологических решений достигается автоматизацией расчета и этапов проектирования котельных агрегатов. Однако, несмотря на наличие нормативных методик расчета котлов отсутствуют простое и относительно доступное специализированное программное обеспечение. В этой связи на кафедре ТЭС СФУ реализуется задача совершенствования методики автоматизированного теплового расчета котла и разработка на ее основе специализированного программного обеспечения.

Котельный агрегат в качестве объекта проектирования и исследования рассматривается как система со сложными связями между различными элементами. Эту связь наглядно показывает блок-схема (рис. 1), представляющая собой последовательное изложение логических и математических действий, необходимых для функционирования программы.

Для проведения расчетных исследований необходимо обеспечить ввод необходимых исходных данных, выбрать режим расчета (проверочный или конструкторский), составить функциональные и структурные схемы основных трактов котла, подключить специализированные библиотеки и подпрограммы по расчету теплофизических свойств теплоносителей (воды, пара, воздуха, дымовых газов).

Расчетный алгоритм можно разделить на три индивидуальных блока [2]:

- расчет показателей экономичности работы парового котла;
- расчет теплообмена в топочной камере (в том числе позонный расчет);
- расчет радиационных, полурadiационных и конвективных поверхностей нагрева.

III Всероссийская (с международным участием) молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»

406-2

12-14 ноября 2020 года

Завершающим этапом расчетных исследований является проверка правильности распределения тепловосприятия поверхностей нагрева путем определения расчетной и относительной величины невязки теплового баланса котельного агрегата в целом.

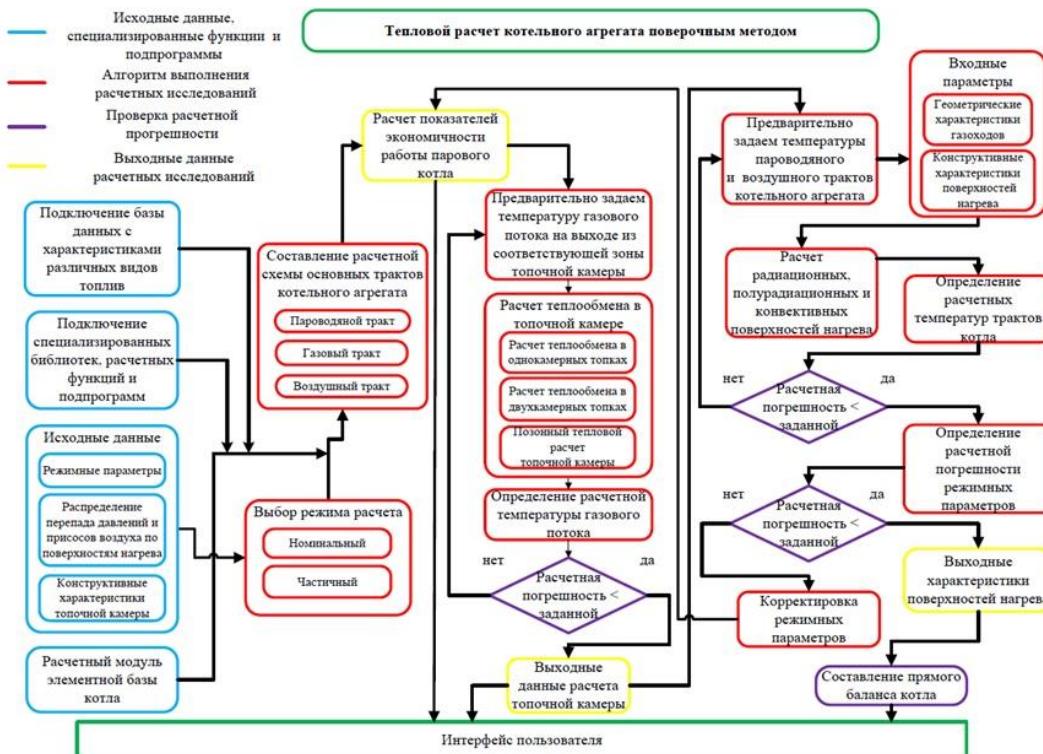


Рис. 1. Блок-схема для теплового расчета котельного агрегата поверочным методом

Для верификации численных алгоритмов, отладки и проверки работоспособности разработанной методики и программного обеспечения был выполнен расчет варианта реконструкции котельного агрегата Красноярской ТЭЦ 1 БКЗ-320-140 с переводом его с жидкого шлакоудаления на твердое (рис. 2) [4]. В задачи реконструкции котла входило:

- изменение габаритных размеров топочной камеры, за счет перемещения задней стенки котельного агрегата и организации холодной воронки для твердого шлакоудаления;
- замену горелочных устройств и мест их установки, а также увеличение средней высоты расположения горелочных устройств;
- перемещение пережима топочной камеры;
- установку сопел третичного дутья перед пережимом топочной камеры и системы нижнего дутья.

– установка дополнительных конвективных поверхностей нагрева в горизонтальном газоходе и поворотной камере котла;

– изменение схемы включения радиационного, полурадиационного и конвективных пароперегревателей (см. рис. 3).

Результаты тепловых расчетов котельного агрегата БКЗ-320-140 Красноярской ТЭЦ-1 представлены на рис. 4 и 5.

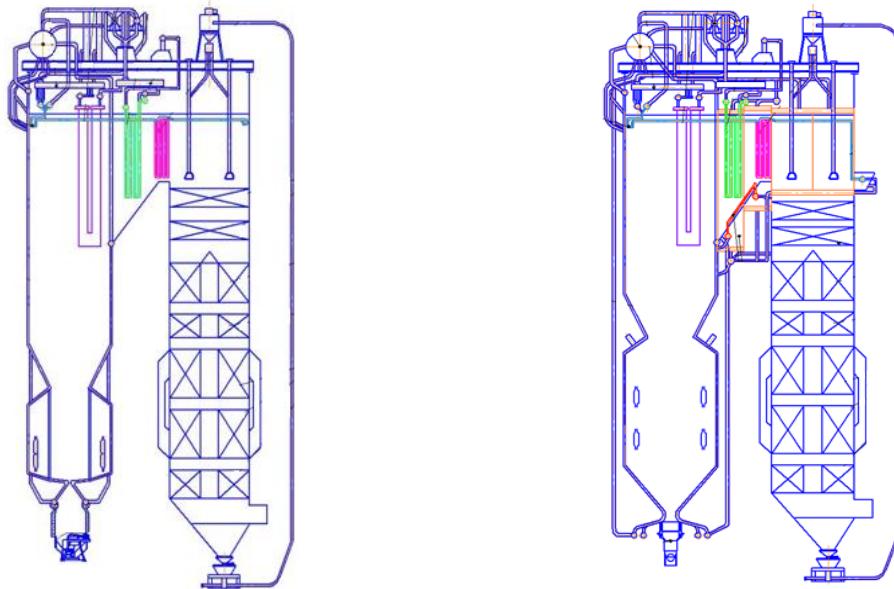


Рис. 2. Продольный разрез котельного агрегата (слева – до реконструкции, справа – после реконструкции)

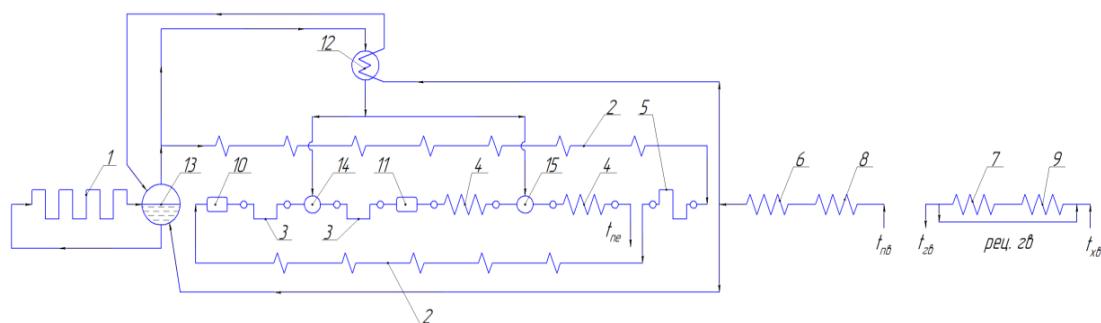


Рис. 3. Тепловая схема котельного агрегата

(1 – топочные экраны; 2 – потолочный радиационный пароперегреватель; 3 – ширмовой пароперегреватель (II ступень); 4 – конвективный пароперегреватель (III и IV ступени); 5 – конвективный пароперегреватель (I ступень); 6 – II ступень водяного экономайзера; 7 – II ступень воздухо-подогревателя; 8 – I ступень водяного экономайзера; 9 – I ступень воздухо-хоподогревателя; 10,11 – смещающая камера; 12 – конденсатор пара на впрыск; 13 – барабан котельного агрегата; 14,15 – пароохладители I и II ступени)

III Всероссийская (с международным участием) молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»

406-4

12-14 ноября 2020 года

Тепловой расчет парового котла позволил определить площадь поверхности нагрева топочной камеры ($1046,86 \text{ м}^2$) и среднюю высоту расположения горелочных устройств (4,805 м), чтобы обеспечить температуру на выходе из топочной камеры равную 993,62 С и необходимую по условию шлакования пароперегревательных поверхностей нагрева, а также скорректировать конструктивные характеристики поверхностей нагрева [3]. Необходимо также отметить, что модернизация котельного агрегата БКЗ-320-140 по технологии низкотемпературного вихревого сжигания приведет к увеличению коэффициента полезного действия парового котла с 90,72 до 91,11 %, а, следовательно, и к сокращению расхода топлива на котел.

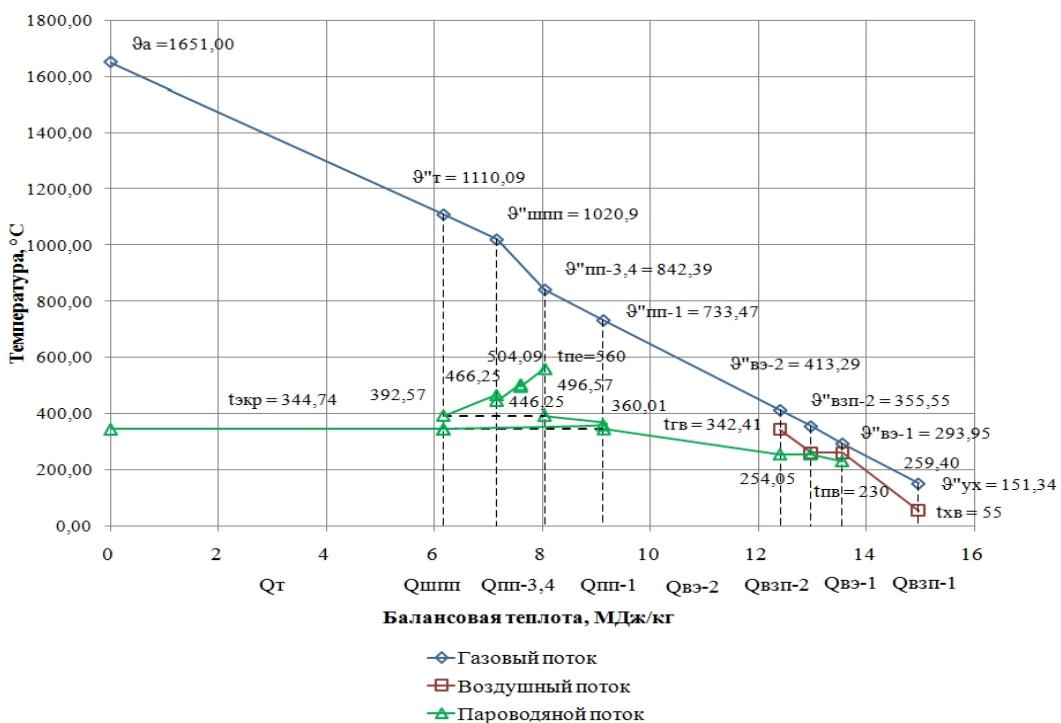


Рис. 4. Изменение температур газов и рабочей среды в зависимости от тепловосприятий поверхностей нагрева (Q,t-диаграмма) до реконструкции

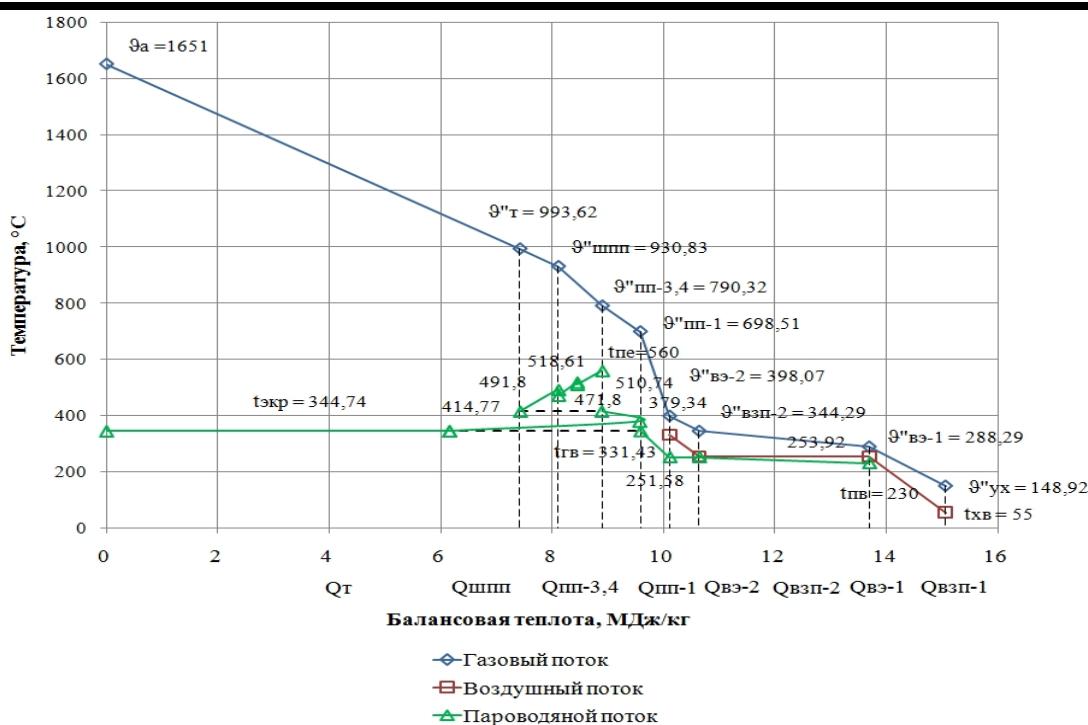


Рис. 5. Изменение температур газов и рабочей среды в зависимости от тепловосприятий поверхностей нагрева (Q, t -диаграмма) до реконструкции

Аэродинамический расчет котельной установки подтвердил отсутствие необходимости замены тягодутьевого оборудования, даже при изменении сопротивления газового тракта, вследствие замены групп батарейных циклонов на электрофильтры, однако это приведет к росту суммарного сопротивления газового тракта, а, следовательно, и к увеличению расчетной мощности двигателя дымососа на 77,56 кВт.

В результате расчета естественной циркуляции определены коэффициенты запаса по застою и по опрокидыванию, значения, которых составили соответственно 8,68 и 8,87, что свидетельствует о высокой надежности контура циркуляции котельного агрегата после реконструкции.

Предложенная реконструкция котельного агрегата также благоприятным образом влияет на снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Как показали расчетные исследования, концентрация оксидов азота снизилась в 2 раза, а концентрация оксидов серы уменьшилась на 16 %.

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

406-6

12-14 ноября 2020 года

Список литературы:

1. Доверман Г.И., Шелыгин Б.Л., Мошкарин А.В., Мельников Ю.В. «Расчет котлов-utiлизаторов с использованием программного продукта boilerdesigner» // Вестник ИГЭУ, №2, 2008 г. – с. 1-5 .
2. Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод). – 3-е изд.; перераб. и доп. – СПб.: НПО ЦКТИ, 1998. – 257 с.
3. Левит, Г. Т. Совершенствование организации топочного процесса / Г. Т. Левит // Теплоэнергетика. – 2005. – №2 – с. 43-48.
4. Архипов А. М. О целесообразности перевода котлов на режим твердого шлакоудаления при реконструкции ТЭС / А. М. Архипов, Ю. М. Липов, В. Я. Путилов и др. // Материалы IIнаучно-практического семинара «Золошлаки ТЭС: удаление, транспорт, переработка, складирование», Москва, 23 – 24 апреля 2009 г. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. С. 104-109.

Информация об авторах:

Грабов Вадим Вячеславович, студент гр. ФЭ17-02Б, СФУ, 660074, г. Красноярск, ул. Киренского д. 26а, vgrabov-fe17@sfu-kras.ru

Трохимович Андрей Романович, студент гр. ФЭ17-02Б, СФУ, 660074, г. Красноярск, ул. Киренского д. 26а, atrokhimovich-fe17@sfu-kras.ru

Бойко Евгений Анатольевич, д.т.н., профессор, СФУ, 660074, г. Красноярск, ул. Киренского д. 26а, eboiko@sfu-kras.ru