

УДК 621.184.3

Д.И. Дворовенко, аспирант КузГТУ

Научные руководители: А.Р. Богомолов, ведущий научный сотрудник ИТ СО РАН (г. Новосибирск), зав. кафедрой теплоэнергетики (КузГТУ), д.т.н., доцент; И.В. Дворовенко, к.т.н., доцент кафедры теплоэнергетики (КузГТУ), г. Кемерово

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ, ПОКИДАЮЩИХ ТОПКУ КОТЛА, НА КОНЕЧНУЮ ТЕМПЕРАТУРУ ВОДЯНОГО ПАРА.

В настоящее время в котлах Новокемеровской ТЭС вместо нормативного топлива – угля марки Т, перешли на сжигание угля марки Д. Такое нововведение привело к изменению условий работы котла ТП-87. При сгорании длиннопламенных углей выделяется зола, имеющая температуру плавления ниже, чем у золы углей марки Т, это приводит к тому, что на выходе из топки при нормальных условиях работы котла образуется расплавленная зола, которая налипает на поверхности пароперегревателя и зашлаковывает их. С целью снижения зашлаковывания поверхностей предложено снизить температуру дымовых газов на выходе из топки для получения твердой золы.

Согласно инструкции по эксплуатации котла ТП-87 [1] температура дымовых газов на выходе из топки должна быть равна 1156°C, для получения твердой золы углей марки Д эта температура должна быть не выше 1100°C. Снижение температуры на 56°C приведет к снижению средней разности температур в пароперегревателе, что может привести к уменьшению конечной температуры водяного пара на выходе из парогревателя ниже требуемой по условиям эксплуатации котла.

Данная работа посвящена вопросу определения конечной температуры водяного пара при различных начальных температурах дымовых газов на входе в пароперегреватель. Пароперегреватель котла ТП-87 (рис.1) состоит из пяти ступеней, имеющих радиационные и конвективные поверхности нагрева; движение пара и дымовых газов в пароперегревателе смешанного типа (прямоток и противоток).

Как известно, тепловой поток, передаваемый от одного теплоносителя (дымовых газов) к другому (водяной пар) определяется по уравнению теплопередачи:

$$q = kF\Delta t, \text{Вт},$$

где k - коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·К); F - площадь теплопередающей поверхности, м²; Δt - среднелогарифмическая разность температур, °С.

При изменении начальной температуры дымовых газов будет изменяться движущая сила теплопередачи Δt , а коэффициент теплопередачи k практически не изменяется. Среднелогарифмическая разность температур рассчитывалась по прямоточной схеме, как дающей меньшую величину Δt , т.е. в расчете закладывались худшие условия теплопередачи, что дает некоторый запас конечной температуры пара в сторону увеличения.

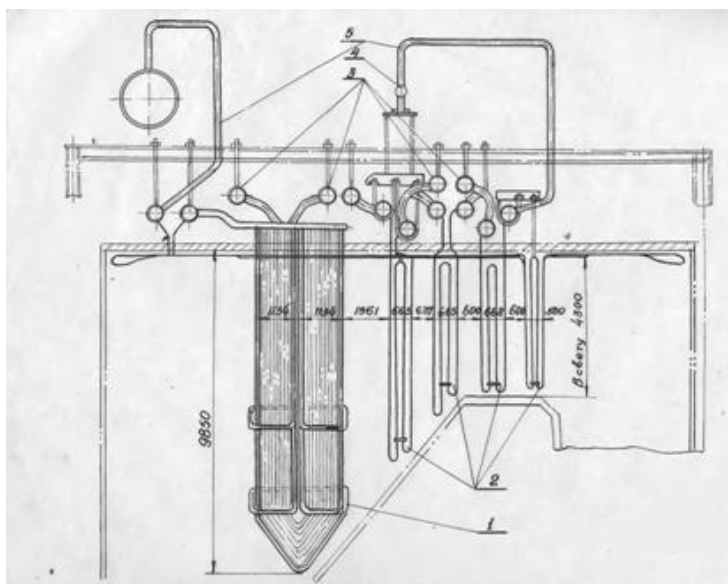


Рис.1. Общий вид пароперегревателя котла ТП-87:

- 1 – ширмы; 2 – ступени пароперегревателя;
- 3 – вспыскивающие пароохладители;
- 4 – паросборная камера

Значения k для расчета конечной температуры водяного пара по ступеням пароперегревателя были определены по условиям эксплуатации [1]. Согласно закону сохранения энергии: теплота, отданная одним теплоносителем, равна теплоте, переданной через стенку, и теплоте, воспринятой вторым теплоносителем. Количество переданной теплоты определяли по количеству пара, проходящего через ступень, умноженному на разность температур пара на входе и выходе ступени пароперегревателя и на удельную теплоемкость пара [2] при средней температуре и давлении пара в ступени. Полученные значения коэффициентов теплопередачи приведены в табл.1 с разбивкой по ступеням пароперегревателя.

Таблица 1

Значения коэффициентов теплопередачи в ступенях пароперегревателя, определенные по условиям эксплуатации

Ступень пароперегревателя	Коэффициент теплопередачи, Вт/м ² ·К
Ширма (II ступень)	49,7
III ступень	99,93
IV ступень	45,19
V ступень	28,04
I ступень	71,86

Расчет конечной температуры пара при различных значениях начальной температуры дымовых газов перед пароперегревателем выполнен

методом последовательных приближений: известна температура пара на выходе из барабана; задается температура дымовых газов на входе в пароперегреватель; т.к. движение пара и дымовых газов по ступеням противоточное, то принимаем температуру дымовых газов на выходе и последовательно просчитываем ступени по ходу пара; получаем расчетную конечную температуру дымовых газов и сравниваем с заданной, если данные расходятся, то корректируем температуру дымовых газов на выходе пароперегревателя и повторяем расчет до совпадения температур.

Расчет выполнен в пакете Mathcad Prime 3.0, результаты расчета сведены в табл.2

Таблица 2

Результаты расчета конечной температуры водяного пара
на выходе из пароперегревателя

Температура дымовых газов, °С	Температура пара на выходе, °С
1000	525
1020	531
1040	533
1050	536
1060	539
1080	544
1100	545
1110	546
1120	548
1130	551
1140	553
1156	557

Согласно [1] между ступенями пароперегревателя установлено три пароохладителя, в которых температура пара может быть снижена суммарно на 19-28°C. При оценке коэффициентов теплопередачи эта разность температур не учитывалась, поэтому ее можно добавить к полученной температуре пара. Таким образом, можно считать допустимым снижение температуры дымовых газов на выходе из топки до 1050°C.

Список литературы:

1. Производственная инструкция по эксплуатации котлоагрегата ТП-87. ПИ 16.AN31215005-01. Версия 1.0
2. Ривкин, С. Л. Термодинамические свойства воды и водяного пара : Справочник / С. Л. Ривкин, А. А. Александров. - М. : Энергоиздат , 1984. - 80 с.