

УДК 539.219.1:662.613.1

ВЛИЯНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ЗОЛЫ НА АБРАЗИВНЫЙ ИЗНОС ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОТЛОВ**Каримов М.Т., Ермоленко М.В., Степанова О.А., Байжуманов М.Ж.***Государственный университет имени Шакарима, Семей, e-mail: edgar99_edgar99@mail.ru*

В данной статье проанализированы причины абразивного износа поверхностей нагрева котлоагрегатов. Установлена зависимость абразивного износа от дисперсности летучей золы. При помощи ситовой характеристики отбора проб летучей золы было получено процентное содержание для отдельных размеров фракций золы. По абразивности каждой фракции, коэффициенту вероятности попадания частиц на трубу и содержанию ее в золе была определена доля износа, приходящаяся на каждую фракцию при различной тонине помола угля.

Ключевые слова: зола, абразивный износ, коэффициент абразивности, коэффициент вероятности попадания частиц на трубу

INFLUENCE OF ASH FRACTIONAL ABRASION HEATING SURFACE POWER BOILERS**Karimov M.T., Yermolenko M.V., Stepanova O.A., Bayzhumanov M.Z.***Shakarim state university, Semey, e-mail: edgar99_edgar99@mail.ru*

This article analyzes the causes abrasion of boiler heating surfaces. The dependence of the dispersion of the abrasive wear of fly ash. With sieve characterizationspecific sampling fly ash was obtained percentages for individual size fractions of ash. According to the abrasiveness of each fraction, ratio of the probability that particles on the pipe and the content of its share of wear was determined in the ash falling on each fraction at different fineness of grinding of coal.

Keywords: ash, abrasion, abrasion coefficient, ratio of the probability that the particles on the pipe

В настоящее время обеспечение безопасности и надежной эксплуатации ТЭС является важной проблемой энергетики. Поверхности нагрева паровых котлов, сжигающих твердое топливо, подвержены износу под действием золы и несгоревших частиц топлива, содержащихся в дымовых газах. В отдельных случаях из-за износа приходится полностью заменять поверхность нагрева через (2÷3) года эксплуатации, так как толщина стенки труб становится меньше, чем толщина, способная сопротивляться внутреннему давлению.

В процессе сжигания угля минеральные примеси и несгоревшие органические остатки топлива переходят в поток газов во взвешенном состоянии. В парогенераторах, работающих на твердом топливе, абразивный износ поверхностей нагрева является основным недостатком, связанным с влиянием минеральной части на металл парогенераторных труб. Крупные инерционные частицы летучей золы и недогоревшего угля, размером более 20 мкм, под действием кинетической энергии, возникающей при их движении вместе с газами, с относительно высокой скоростью ударяются о трубу, пробивают пограничный слой и вызывают их истирание, т.е. абразивный износ наружной поверхности трубы. При длительном истирании толщина стенки труб уменьша-

ется, снижается ее прочность, что может привести к разрыву труб, работающих под давлением [2, 3].

Абразивный износ в определенной степени зависит также от работы пылесистем и метода сжигания топлива. Так при увеличении крупности частиц угольной пыли или ухудшении процесса горения, при котором возрастает недожог, увеличивается размер золовых частиц и как следствие износ. При исследовании износа представляется интерес влияние различных фракций летучей золы на абразивный износ поверхностей нагрева котла.

Цель исследования

Определение влияния фракционного состава золы Каражыринского угля на величину абразивного износа поверхностей нагрева котла БК390-39.

Для оценки роли различных фракций золы необходимо знать для них коэффициенты абразивности, вероятности попадания частиц на трубу и распределение золы по фракциям.

В качестве объекта исследования была взята летучая зола угля разреза «Каражыра» Восточно-Казахстанской области, отобранная в бункерах электрофильтров котла БК390-39 установленного на ТЭЦ г. Семей. Фракционный состав летучей золы опреде-

ляли при помощи ситовой характеристики проб для разной тонины помола угля (%): (25÷30), (30÷35), (35÷40), (40÷45). Фракционный состав золы, мкм, составил: 315÷200, 200÷160, 160÷100, 100÷63, 63÷50, 50÷0.

В результате было определено процентное содержание фракций золы в зависимости от тонины помола угля (таблица).

Для каждого диапазона фракций золы согласно [4] был определен коэффициент вероятности попадания частиц летучей золы на трубу (рис. 1).

Коэффициент абразивности золы определяли по формуле, м²/Н, [5]:

$$K_a = 0,045 \cdot (SiO_2 + Al_2O_3 - 44) \cdot 10^{-12}. \quad (1)$$

Зависимость коэффициента абразивности от дисперсности золовых частиц показана на рис. 2.

Из графика видно, что с увеличением размера золовых частиц наблюдается возрастание абразивного износа. Данные рис. 2 позволяют оценить абразивность отдельных фракций золы, что очень важно при разработке методов борьбы с износом. Угол наклона линии характеризует интен-

сивность абразивного воздействия золовых частиц.

Абразивный износ в первом приближении определяли по эмпирическим формулам [1] в обобщенном виде:

$$h = \eta c w_0^3 \tau K_a \quad (2)$$

где η – коэффициент вероятности попадания частиц на трубу;

c – массовая концентрация золы в потоке кг/м³;

w_0 – скорость газового потока м/с;

τ – время работы, с;

K_a – коэффициент абразивности золы м²/Н.

Долю износа, приходящуюся на каждую фракцию, используя уравнение (1), определяли по формуле [1]:

$$h'_\delta = \eta_\delta \cdot c q_\delta \cdot w_0^3 K_{a\delta} \quad (3)$$

где η_δ – коэффициент вероятности попадания частиц размером δ на трубу;

c – массовая концентрация золы в потоке, кг/м³;

q_δ – содержание частиц размером δ в золе;

w_0 – скорость газов, м/с;

$K_{a\delta}$ – коэффициент абразивности фракции золы размером δ , м²/Н;

Процентное содержание фракций летучей золы Каражыринского угля

Тонина помола угля, %	Фракция золы, мкм					
	315÷200	200÷160	160÷100	100÷63	63÷50	50÷0
25÷30	4,8	5,6	21,18	33,63	15,48	20,09
30÷35	7,17	10,18	27,6	28,63	11,6	14,72
35÷40	9,54	19,44	33,02	22,93	6,72	8,35
40÷45	11,91	27,7	37,44	17,23	3,84	1,96

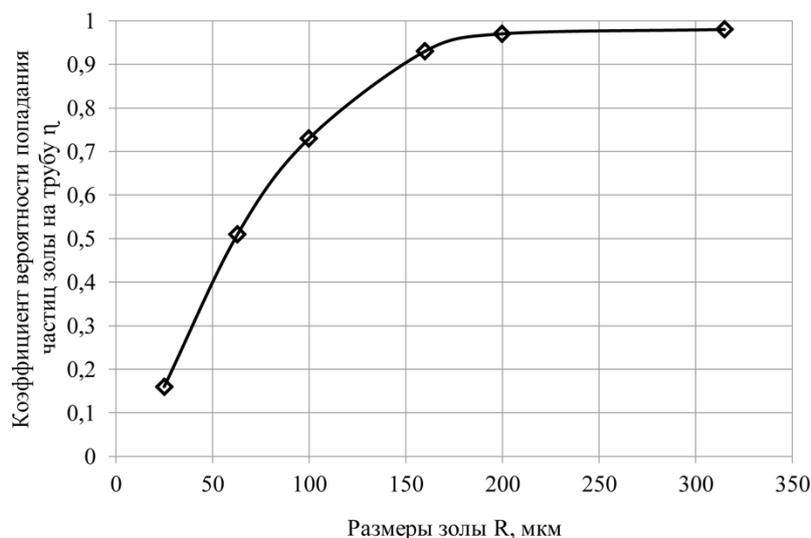


Рис. 1. Коэффициенты вероятности попадания частиц на трубу различных фракций золы

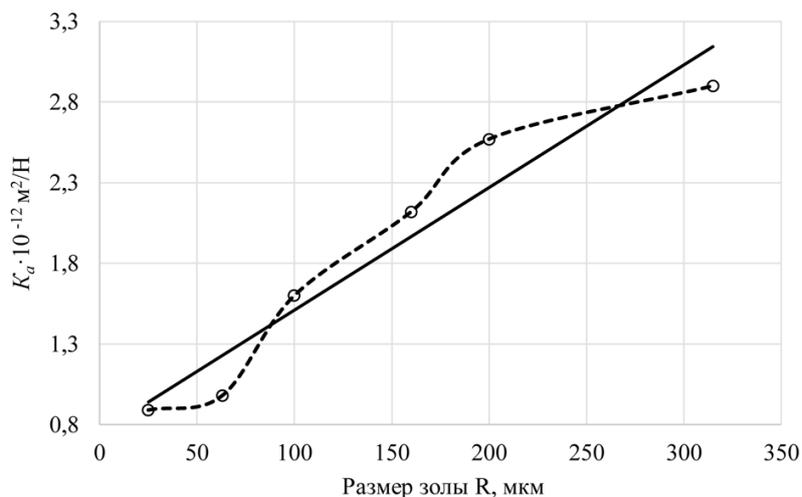
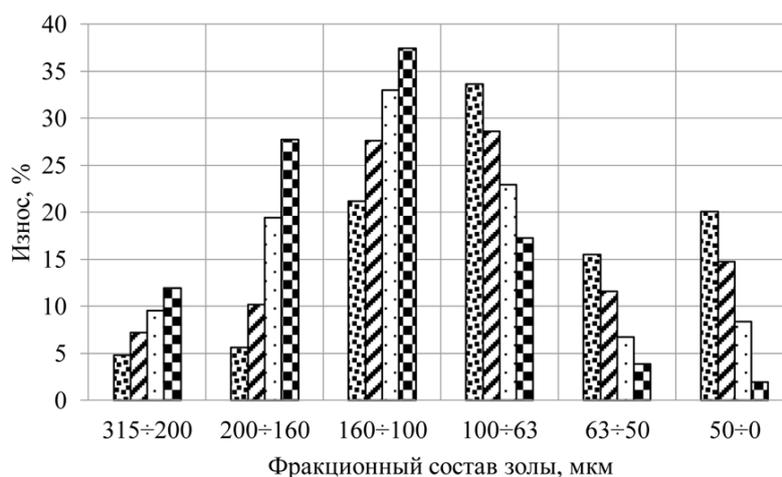


Рис. 2. Зависимость коэффициента абразивности от дисперсности золовых частиц для Каражыринского угля



- ▣ Процент износа, приходящийся на фракцию золы, с R90, 25-30%
- ▤ Процент износа, приходящийся на фракцию золы, с R90, 30-35%
- ▥ Процент износа, приходящийся на фракцию золы, с R90, 35-40%
- ▧ Процент износа, приходящийся на фракцию золы, с R90, 40-45%

Рис. 3. Распределение абразивного износа по фракциям летучей золы Каражыринского угля

Суммарный износ определяли по формуле [1]:

$$h = \sum_{\delta_1}^{\delta_n} h'_{\delta} = (\eta_{\delta_1} q_{\delta_1} K_{a\delta_1} + \eta_{\delta_2} q_{\delta_2} K_{a\delta_2} + \dots + \eta_{\delta_n} q_{\delta_n} K_{a\delta_n}) c w_0^3 \tau \quad (4)$$

По абразивности каждой фракции, коэффициенту вероятности попадания частиц на трубу и содержанию ее в золе была опреде-

лена износо-способность каждой фракции, т.е., доля износа, приходящаяся на каждую фракцию (рис. 3).

Из рис. 3 видно, что наибольший суммарный процент износа (около 55%) для определенной тонины помола угля приходится на частицы золы размером от 63 до 160 мкм. Наибольшая сопоставимость по износу в данном диапазоне размера летучей золы приходится на тонины помола угля 30÷35%. При тонине помола угля 30÷35% на частицы золы размером более 50 мкм приходится 85% износа, а для тонины помола 40÷45% – 93%.

Заключение

На основании проведенных исследований можно сделать вывод что если из запыленного газового потока удалить частицы золы размером более 100 мкм, то абразивный износ уменьшится в 1,5–2 раза. Если же удалить частицы золы размером более 50 мкм, то износ уменьшится в 5 раз и более. Уменьшение абразивного износа теплообменных поверхностей котла, работающе-

го на угле разреза «Каражыра», может быть достигнуто за счет уменьшения тонины помола угольной пыли до 30÷35%, что является оптимальным.

Список литературы

1. Вдовенко М.И., Баяхунов А.Я., Чурсина Н.Я. Загрязнение и износ поверхностей нагрева парогенераторов. – Алма-Ата: «Наука» КазССР, 1973. – 134 с.
2. Корабейникова В.К. Влияние абразивности золы на работу поверхностей нагрева парогенераторов, рассчитанных на сжигание Экибастузского угля // Вестник КарГУ. – 2005. – № 1. – С. 45–48.
3. Скоробогатых В.Н., Луканин В.Л., Орлов А.С., Михайлов А.Г., Удалова Е.В. Повышение срока службы элементов котельного оборудования, работающего на тепловых электростанциях, подвергающегося повышенному абразивному износу // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2011. – № 4. – С. 24–27.
4. Стырикович М.А., Катковская К.Я., Серов Е.П. Парогенераторы электростанций. – М.-Л.: Энергия, 1966. – 384 с.
5. Тюрина Э.А., Ижганайтис М.И., Воронков В.В. Абразивный износ поверхностей нагрева котельных агрегатов // Современная наука. – 2012. – № 3. – С. 10–11.