МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ КОРРОЗИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА И ГАЗОХОДОВ КОТЛОВ

МУ 34-70-118-84

СПО
СОЮЗТЕХЭНЕРГО
Москва 1986

gost.e-ecolog.ru

Р А З Р А Б О Т А Н О Всесоюзным дважды ордена Трудового Красного Знамени теплотехническим научно-исследовательским институтом имени Ф.Э.Дзержинского

И С П О Л Н И Т Е Л И Р.А.ПЕТРОСЯН, И.И.НАДЫРОВ

У Т В Е Р Ж Д Е Н О Главным техническим управлением по эксплуатации энергосистем 22.04.84 г.

Заместитель начальника Д.Я.ШАМАРАКОВ

© СПО Союзтехэнерго,1986.

УДК 621.18:620.197

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ КОРРОЗИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА И ГАЗОХОДОВ КОТЛОВ

МУ 34-70-118-84

Срок действия установлен
с 01.07.85 г.
до 01.07.95 г.

Настоящие Методические указания распространяются на низкотемпературные поверхности нагрева паровых и водогрейных котлов (экономайзеры, газовые испарители, воздухоподогреватели различных типов и т.п.), а также на газовый тракт за воздухоподогревателями (газоходы, золоуловители, дымососы, дымовые трубы) и устанавливают методы защиты поверхностей нагрева от низкотемпературной коррозии.

Методические указания предназначены для тепловых электростанций, работающих на сернистых топливах, и организаций, проектирующих котельное оборудование.

1. Низкотемпературной коррозией называется коррозия хвостовых поверхностей нагрева, газоходов и дымовых труб котлов под действием конденсирующихся на них из дымовых газов паров серной кислоты.

2. Конденсация паров серной кислоты, объемное содержание которых в дымовых газах при сжигании сернистых топлив составляет лишь несколько тысячных долей процента, происходит при температурах, значительно (на 50-100°С) превышающих температуру конденсации водяных паров.

3. Максимальная температура стенки поверхности нагрева, при которой происходит конденсация паров серной кислоты, определяется как температура точки росы дымовых газов, по правилам, приведенным в приложении.

4. Для предупреждения коррозии поверхностей нагрева в процессе эксплуатации температура их стенок должна превышать температуру точки росы дымовых газов при всех нагрузках котла.

Для поверхностей нагрева, охлаждаемых средой с высоким коэффициентом теплоотдачи (экономайзеры, газовые испарители и т.п.), температуры среды на входе в них должны превышать температуру точки росы примерно на $10^{\circ}C$.

5. Для поверхностей нагрева водогрейных котлов условия полного исключения низкотемпературной коррозии не могут быть реализованы. Для ее уменьшения необходимо обеспечить температуру воды на входе в котел, равную 105-110°С. При использовании водогрейных котлов в качестве пиковых такой режим может быть обеспечен при полном использовании подогревателей сетевой воды. При использовании водогрейных котлов в основном режиме повышение температуры воды на входе в котел может быть достигнуто с помощью рециркуляции в соответствии с Информационным письмом № 5-79 "Мероприятия по повышению надежности газомазутных водогрейных котлов типа ПТВМ" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1979).

6. Для воздухоподогревателей паровых котлов полное исключение низкотемпературной коррозии обеспечивается при расчетной температуре стенки наиболее холодного участка, превышающей температуру точки росы при всех нагрузках котла на 5-10°С (минимальное значение относится к минимальной нагрузке).

7. Расчет температуры стенки трубчатых (ТВП) и регенеративных (РВП) воздухоподогревателей выполняется по рекомендациям "Теплового расчета котельных агрегатов. Нормативный метод" (М.: Энергия, 1973).

8. При применении в трубчатых воздухоподогревателях в качестве первого хода сменяемых холодных кубов или эмалированных кубов на условия полного исключения низкотемпературной коррозии проверяются следующие за ними металлические кубы воздухоподогревателя. В этом случае выбор температуры стенки холодных сменяемых или эмалированных кубов должен исключать интенсивное загрязнение труб, для чего их минимальная температура стенки при сжигании сернистых мазутов должна быть ниже точки росы дымовых газов не более чем на 30-40°С. При сжигании твердых сернистых топлив минимальная температура стенки трубы по условиям предупреждения интенсивного ее загрязнения должна приниматься не менее 80°С.

9. В РВП на условия полного исключения низкотемпературной коррозии рассчитывается их горячая часть. Холодная часть РВП

выполняется коррозионно-стойкой (эмалированная или керамическая набивки) или сменяемой из плоских металлических листов толщиной I,0-I,2 мм. Условия предупреждения интенсивного загрязнения набивки соблюдаются при выполнении требований п.I4 настоящих МУ.

I0. В качестве эмалированной применяется набивка из металлических листов толщиной 0,6 мм. Срок службы эмалированной набивки, изготовленной в соответствии с ТУ 34-38-I0336-8I, составляет 4 года.

В качестве керамической набивки могут применяться керамические блоки, трубчатая керамика или плитки (керамика, шлакоситалл). Указания по применению и срокам службы керамической набивки (насадки) изложены в "Руководящих указаниях по применению керамической насадки для холодных пакетов регенеративных вращающихся воздухоподогревателей котлов, работающих на сернистом мазуте" (М.: СПО Союзтехэнерго, I978).

II. Для защиты воздухоподогревателей от низкотемпературной коррозии в пусковой период следует выполнить мероприятия, изложенные в "Руководящих указаниях по проектированию и эксплуатации энергетических калориферов с проволочным оребрением" (М.: СПО Союзтехэнерго, I98I).

I2. Для защиты от низкотемпературной коррозии всего газового тракта за воздухоподогревателями (газоходы, золоуловители, дымососы, дымовые трубы) и предупреждения коррозионно-опасных выбросов частичек золы и сажи с серной кислотой температура уходящих газов должна выбираться не ниже температуры точки росы дымовых газов.

Для твердых топлив с учетом значительной опасности коррозии золоуловителей температура уходящих газов должна выбираться выше точки росы дымовых газов на I5-20°С.

Для сернистых мазутов температура уходящих газов должна превышать температуру точки росы при номинальной нагрузке котла примерно на I0°С.

В зависимости от содержания серы в мазуте следует принимать расчетное значение температуры уходящих газов при номинальной нагрузке котла, указанное ниже:

Содержание серы, %...	До I,0	Св.I,I до 2вкл.	Св.2,Iдо 3 вкл.	Св.3
Температура уходящих газов, °С.....	I40	I50	I60	I65

При сжигании сернистого мазута с предельно малыми избытками воздуха ($\alpha \leq 1{,}02$) температура уходящих газов может приниматься более низкой с учетом результатов измерений точки росы. В среднем переход от малых избытков воздуха к предельно малым снижает температуру точки росы на 15-20°С.

13. При снижении нагрузки котла в диапазоне 100-50% следует стабилизировать температуру уходящих газов, не допуская ее снижение более чем на 10°С от номинальной. Для этого необходимо увеличивать температуру предварительного подогрева воздуха по мере снижения нагрузки.

14. Оптимальная, обеспечивающая минимум приведенных годовых затрат, температура предварительного парового (или конденсатного) подогрева воздуха на входе в РВП отличается от температуры уходящих газов на 55-60°С. Поэтому температура подогрева воздуха должна выбираться ниже точки росы дымовых газов всего лишь на 45-50°С.

Минимально допустимые значения температур предварительного подогрева воздуха перед РВП принимаются в соответствии с § 17.25 "Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей" (М.: Энергия, 1977).

В тех случаях, когда оптимальные температуры уходящих газов не могут быть обеспечены из-за недостаточной поверхности нагрева РВП, должны приниматься значения температур предварительного подогрева воздуха, при которых температура уходящих газов не превысит значений, приведенных в п. 12 настоящих Методических указаний.

15. Водные обмывки поверхностей нагрева интенсифицируют низкотемпературную коррозию. По этой причине водная обмывка хвостовых поверхностей нагрева в качестве эксплуатационного средства очистки не рекомендуется. Применение водных обмывок, в частности, РВП допускается как исключение перед текущим или капитальным ремонтами котла. В качестве эксплуатационных способов очистки трубчатых воздухоподогревателей должна применяться дробевая очистка.

Регенеративные воздухоподогреватели должны очищаться от наружных отложений с помощью регулярной обдувки перегретым паром либо газоимпульсной (или пневмоимпульсной) очистки.

Обдувку РВП следует производить с помощью стационарных многосопловых устройств паром давлением 0,98-1,47 МПа и температурой не ниже 350-400°С.

16. Ввиду отсутствия надежных кислотостойких покрытий для защиты от низкотемпературной коррозии металлических газоходов надежная работа их может быть обеспечена тщательной изоляцией, обеспечивающей разность температур между дымовыми газами и стенкой не более 5°С.

Применяемые в настоящее время изоляционные материалы и конструкции недостаточно надежны в длительной эксплуатации, поэтому необходимо вести периодический, не реже одного раза в год, контроль за их состоянием и при необходимости выполнять ремонтно-восстановительные работы.

17. При использовании в опытном порядке для защиты газоходов от низкотемпературной коррозии различных покрытий следует учитывать, что последние должны обеспечивать термостойкость и газоплотность при температурах , превышающих температуру уходящих газов не менее чем на 10°С, стойкость к воздействию серной кислоты концентрации 50-80% в интервале температур соответственно 60-150°С и возможность их ремонта и восстановления.

18. Для низкотемпературных поверхностей, конструкционных элементов РВП и газоходов котлов целесообразно использование низколегированных сталей 10ХНДП и 10ХСНД, превосходящих по коррозионной стойкости углеродистую сталь в 2-2,5 раза.

Абсолютной коррозионной стойкостью обладают лишь весьма дефицитные и дорогие высоколегированные стали (например, сталь ЭИ943, содержащая до 25% хрома и до 30% никеля).

Приложение
Справочное

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТЕМПЕРАТУРЫ ТОЧКИ РОСЫ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ И СКОРОСТИ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛА В РВП И ТВП

I. Теоретически температура точки росы дымовых газов с заданным содержанием паров серной кислоты и воды может быть определена как температура кипения раствора серной кислоты такой концентрации, при которой над раствором имеется то же самое содержание паров воды и серной кислоты.

Измеренное значение температуры точки росы в зависимости от методики измерения может не совпадать с теоретическим. В данных рекомендациях за температуру точки росы дымовых газов $t_р$ принята температура поверхности стандартного стеклянного датчика с впаянными на расстоянии 7 мм один от другого платиновыми электродами длиной 7 мм, при которой сопротивление пленки росы между электродами в установившемся состоянии равно 10^7 Ом. В измерительной цепи электродов используется переменный ток низкого напряжения (6-12 В).

2. При сжигании сернистых мазутов с избытками воздуха 3-5% температура точки росы дымовых газов зависит от содержания серы в топливе $S^р$ (рис.I).

При сжигании сернистых мазутов с предельно низкими избытками воздуха ($\alpha \leq 1{,}02$) температура точки росы дымовых газов должна приниматься по результатам специальных измерений. Условия перевода котлов в режим с $\alpha \leq 1{,}02$ изложены в "Руководящих указаниях по переводу котлов, работающих на сернистых топливах, в режим сжигания с предельно малыми избытками воздуха" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1980).

3. При сжигании сернистых твердых топлив в пылевидном состоянии температура точки росы дымовых газов $t_р$ может быть подсчитана по приведенному содержанию в топливе серы и золы $S^р_{пр}$, $A^р_{пр}$ и температуре конденсации водяных паров $t_{кон}$ по формуле

$$t_р = \frac{125\ \sqrt[3]{S^р_{пр}}}{1{,}05\, a_{ун}\, A^р_{пр}} + t_{кон},$$

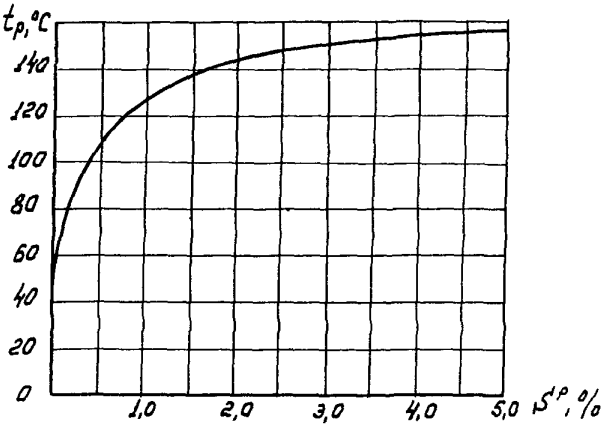
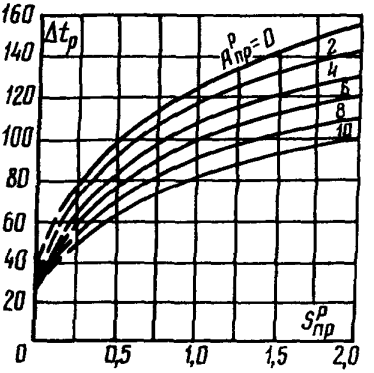


Рис. I. Зависимость температуры точки росы дымовых газов от содержания серы в сжигаемом мазуте

где $a_{ун}$ - доля золы в уносе (обычно принимается 0,85).

Значение первого члена этой формулы при $a_{ун} = 0,85$ можно определить по рис. 2.

Рис. 2. Разности температур точки росы дымовых газов и конденсации водяных паров в них в зависимости от приведенных содержаний серы ($S^р_{пр}$) и золы ($A^р_{пр}$) в топливе



4. При сжигании газообразных сернистых топлив точка росы дымовых газов может быть определена по рис. I при условии, что содержание серы в газе рассчитывается как приведенное, то есть в процентах по массе на 4I86,8 кДж/кг (I000 ккал/кг) теплоты сгорания газа.

Для газового топлива приведенное содержание серы в процентах по масое может быть определено по формуле

$$S^{P}_{пр} = \frac{1{,}43\, m q \cdot 10^{3}}{Q_{н}} \cdot C ,$$

где m – число атомов серы в молекуле серосодержащего компонента;

q – объемный процент серы (серосодержащего компонента);

$Q_{н}$ – теплота сгорания газа в кДж/м^3 (ккал/нм^3);

C – коэффициент, равный 4,I87, если $Q_{н}$ выражено в кДж/м^3 и I,0, если в ккал/м^3.

5. Скорость коррозии сменяемой металлической набивки воздухоподогревателей при сжигании мазута зависит от температуры металла и степени коррозионной активности дымовых газов.

При сжигании сернистого мазута с избытком воздуха 3-5% и обдувке поверхности паром скорость коррозии (с двух сторон в мм/год) набивки РВП ориентировочно может быть оценена по данным табл. I.

Таблица I

Содержание в мазуте серы S^{P}, %	Скорость коррозии (мм/год) при температуре стенки, °С					
	80-90	9I-I00	I0I-II0	III-I20	I2I-I30	I3I-I40
Менее I,0	0,20	0,30	0,40	0,3	0,20	0,I5
I-2	0,25	0,40	0,70	0,4	0,25	0,I7
Более 2	0,35	0,50	0,90	0,5	0,30	0,20

Для трубчатых воздухоподогревателей, очищаемых дробью, скорость коррозии (мм/год) может быть оценена по данным табл. 2.

Таблица 2

Содержание в мазуте серы S^P, %	Скорость коррозии (мм/год) при температуре стенки, °С				
	75-95	96-100	101-110	111-115	116-125
Менее 1,0	0,10	0,20	0,30	0,20	0,10
1-2	0,10	0,25	0,40	0,30	0,15
Более 2	0,10	0,30	0,50	0,40	0,15

При сжигании сернистых углей скорость коррозии (мм/год) сменяемой части может быть оценена для ТВП и РВП соответственно по данным табл. 3 и 4.

Таблица 3

Приведенное содержание серы ($S^P_{пр}$) в угле, %	Скорость коррозии (мм/год) для ТВП при температуре стенки, °С				
	75-110	111-120	121-130	131-140	Более 140
До 0,1	0,10	0,15	0,10	0,10	0,10
Св. 0,11 до 0,4 вкл.	0,10	0,20	0,10	0,15	0,10
Св. 0,41 до 1,0 вкл.	0,15	0,25	0,30	0,35	0,15
Свыше 1,0	0,20	0,30	0,40	0,40	0,20

Таблица 4

Приведенное содержание серы ($S^P_{пр}$) в угле, %	Скорость коррозии (мм/год) для РВП при температуре стенки, °С				
	75-110	111-120	121-130	131-140	Более 140
До 0,1	0,20	0,30	0,15	0,10	0,05
Св. 0,11 до 0,4 вкл.	0,20	0,40	0,25	0,15	0,10
Св. 0,41 до 1,0 вкл.	0,25	0,50	0,30	0,20	0,15
Свыше 1,0	0,30	0,60	0,35	0,25	0,15

6. Для углей с высоким содержанием окиси кальция в золе температуры точки росы оказываются ниже вычисленных по п. 3 настоящих Методических указаний. Для таких топлив рекомендуется использовать результаты непосредственных измерений.

Ответственный редактор Т.П.Леонова
Литературный редактор М.Г.Полоновская
Технический редактор Б.М.Полякова
Корректор Л.Ф.Петрухина

Подписано к печати 23.I0.86 Формат 60x84 I/I6
Печать офсетная Усл.печ.л. Уч.-изд.л.0,5 Тираж I350 экз.
Заказ № 492/86 Издат. № 39/85 Цена 8 коп.

Производственная служба передового опыта эксплуатации энергопредприятий Союзтехэнерго
I05023, Москва, Семеновский пер., д.I5

Участок оперативной полиграфии СПО Союзтехэнерго
I09432, Москва, 2-й Кожуховский проезд, д.29,строение 6

gost.e-ecolog.ru