

ля воздействием на направляющий аппарат дымососа рециркуляции. При этом представительным импульсом, характеризующим расход газов на рециркуляцию, является давление газов на выходе дымососа рециркуляции.

Система автоматизации ПГ, дополненная устройством коррекции параметров динамической настройки регуляторов и программным задающим устройством, обеспечивает качественное регулирование технологических параметров в диапазоне изменения нагрузок от 300 до 150 МВт в режиме скользящего давления пара перед турбиной и является основой для проведения работы по внедрению системы автоматического регулирования мощности, которая в настоящее время проводится на энергоблоках Лукомльской ГРЭС.

О.В. Жидович, И.И. Стриха, В.И. Барышев

КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ГАЗОХОДОВ ПАРОГЕНЕРАТОРОВ, СЖИГАЮЩИХ СЕРНИСТЫЕ ТОПЛИВА

Выход из строя металлических газоходов, расположенных между воздухоподогревателями и дымовой трубой, вызывается процессами низкотемпературной коррозии. Для количественной оценки скорости коррозии в разных местах газохода нужно знать распределение температуры газов и стенки, а также величину парциального давления серного ангидрида. Фактором, контролирующим количество кислоты, сконденсированной на поверхности, является разность температур газа и стенки.

Результаты измерений температуры газов и стенок газоходов парогенератора газомазутного блока 300 МВт показывают, что разность температур газа и стенки в некоторых местах может составлять 13 – 32⁰С. Работа газоходов с такой разностью температур вызывает их интенсивное разрушение за счет коррозии. Теплоизоляция газоходов из минваты толщиной 120 мм должна обеспечивать разность температур газа и стенки в пределах 3 – 4⁰С. Как видно, фактическая разность температур газа и стенки в несколько раз превышала расчетную. Это явилось причиной коррозионного разрушения значительной части поверхности газоходов.

Расчетная разность температур газа и стенки определяется

$$\Delta t = \frac{t_{\Gamma} - t_{\text{н.в}}}{1 + \frac{\alpha_{\Gamma} \delta_{\text{из}}}{\lambda_{\text{из}}} + \frac{\alpha_{\Gamma}}{\alpha_{\text{н.в}}}}, \quad (1)$$

где t_{Γ} , $t_{\text{н.в}}$ - соответственно температуры уходящих газов и наружного воздуха, °С; α_{Γ} , $\alpha_{\text{н.в}}$ - коэффициенты теплоотдачи соответственно от газов к стенке и от стенки к наружному воздуху, Вт/м²·град; $\delta_{\text{из}}$ - толщина слоя теплоизоляции, м; $\lambda_{\text{из}}$ - коэффициент теплопроводности теплоизоляции, Вт/м·град.

В формуле (1) не учитывается термическое сопротивление металлической стенки газохода вследствие его малого значения. Как видно, разность температур газа и стенки есть функция нескольких переменных величин, однако в данном случае преимущественное влияние оказывают температуры газов и величина коэффициента теплоотдачи от газов к стенке.

Из формулы (1) видно, что разность температур газа и стенки обратно пропорциональна коэффициенту теплоотдачи от газов к стенке. Можно показать, что с уменьшением коэффициента теплоотдачи, например с 35 до 5,8 Вт/м²·град, при прочих равных эксплуатационных условиях разность температур газа и стенки возрастает с 2,6 до 13,7°С (для расчета были приняты условия: $t_{\Gamma} = 150^{\circ}\text{С}$; $t_{\text{н.в}} = 5^{\circ}\text{С}$; $\alpha_{\Gamma} = 35$ Вт/м²·град; $\alpha_{\text{н.в}} = 11,6$ Вт/м²·град; $\delta_{\text{из}} = 0,12$ м; $\lambda_{\text{из}} = 0,081$ Вт/м·град).

Величина коэффициента теплоотдачи на уровне 5,8 Вт/м²·град может иметь место при условии небольших скоростей дымовых газов или при образовании застойных зон с замкнутым циркуляционным контуром. Дополнительным фактором, усугубляющим положение, является наблюдавшаяся неравномерность температурного поля в поперечном сечении газового потока.

Для защиты металлических газоходов от коррозии в разное время предлагались следующие мероприятия: нанесение на внутреннюю поверхность обычного и активированного торкретов; покрытие газоходов изнутри пластиками (в частности, фторопластами), органосиликатными материалами, эмалью и др. [1]; выполнение теплоизоляции наружных поверхностей газоходов. Последний способ получил наибольшее распространение.

На ближайший период наиболее рациональным, на наш взгляд, будет применение способа тепловой защиты в комплексе с не-

которыми дополнительными мероприятиями. Основные среди них – изменение конструкции линзовых компенсаторов и поперечного профиля газопроводов. Сущность метода тепловой защиты заключается в уменьшении потока конденсации серной кислоты на стенках за счет сокращения разности температур газа и стенки. Теоретические предпосылки этого способа защиты приведены в работах [2, 3]. Эффективность метода подтверждается экспериментально в промышленных условиях и путем многократных обследований газопроводов действующих ТЭС [3].

Опыт эксплуатации показывает, что наиболее интенсивная коррозия наблюдается в местах установки усиленно охлаждаемых наружным воздухом линзовых компенсаторов. Разность температур газа и стенки в местах их установки достигает $60 - 80^{\circ}\text{C}$, вследствие чего величина потока конденсации паров серной кислоты составляет $5 - 7 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$, а скорость коррозии $4,5 - 6,5 \text{ мм/год}$. Срок службы линзовых компенсаторов в этом случае не превышает года, что подтверждается данными обследований. Установка вместо линзовых сальниковых компенсаторов не является гарантией для исключения в них коррозии, так как сальниковые компенсаторы, не обладают высокой плотностью мест соединений, и присосы наружного воздуха значительны.

Для удлинения срока службы компенсаторов предлагается изменить конструкцию линзового компенсатора, обратив его внутрь газопровода. При соответствующей теплоизоляции температура металла компенсаторов может быть максимально приближена к температуре газов, что позволит существенно сократить скорость коррозии металла компенсаторов. Суммарное дополнительное сопротивление при установке предлагаемых линзовых компенсаторов по расчетам составляет (для газового тракта от РВП до дымовой трубы блока 300 МВт) $8 - 10 \text{ кгс/м}^2$, что не вызовет затруднений в обеспечении тяги.

Что касается поперечного профиля газопроводов, то наиболее приемлемым как с точки зрения существенной экономии металла самой конструкции, так и создания лучшей аэродинамики потока газов является круглый профиль. Возможно также применение газопроводов с шести- или восьмигранным сечением. Отсутствие застойных зон в таких газопроводах позволит эффективно применять тепловую защиту.

Нами были проведены также исследования по определению скорости коррозии металлических газопроводов на пылеугольном

парогенераторе типа ТПП-312А блока № 1 Запорожской ГРЭС. Парогенератор работал на отсевах донецких углей марки Г (ГСШ). Состав угля за время проведения опытов был следующим: $S^p = 2,1 \div 2,6\%$; $W^p = 11,3 \div 12,2\%$; $A^p = 22,0 \div 26,8\%$; $Q_n^p = 4740 \div 5200$ ккал/кг.

Во время проведения опытов нагрузка парогенератора была номинальной, температура уходящих газов не превышала 140°C . Измерения проводились по газовому тракту в местах, указанных на рис. 1. В этих местах устанавливались специальные зонды для определения коррозионно-эрозионного износа контрольных образцов.

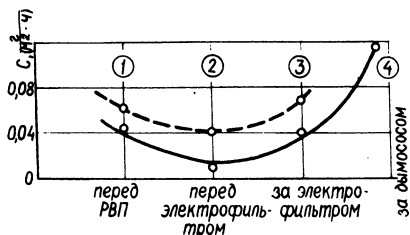


Рис. 1. Зависимость коррозионно-эрозионного износа металла (сталь Ст. 3) от места расположения контрольных образцов: сплошная линия – эрозионный износ (длительность опытов 120 ч); пунктирная – коррозионно-эрозионный.

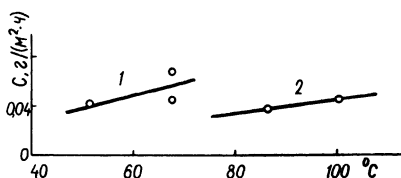


Рис. 2. Зависимость скорости суммарной потери металла от температуры стенки: 1 – за электрофильтром; 2 – перед электрофильтром (длительность опытов 120 ч).

При проведении опытов, продолжительность которых составляла 120 ч, параллельно с термостатированными коррозионными образцами устанавливались идентичные по геометрическим размерам эрозионные образцы. Скорость коррозии (C) определялась весовым способом по разности между суммарной потерей веса термостатированными коррозионными образцами (коррозия + эрозия) и убылью веса эрозионных образцов. Аэродинамические условия омыwania коррозионных и эрозионных образцов поперечным потоком дымовых газов в условиях опыта были одинаковыми.

Температура стенки коррозионных образцов измерялась во время опыта при помощи зачеканенных термопар. В качестве термостатирующей жидкости использовалась вода.

Полученные результаты изучения коррозии газоходов, представленные на рис. 1 и 2, свидетельствуют о незначительности ее величины в широком диапазоне температур. Экспериментальные результаты хорошо согласуются с эксплуатационными данными станции. Коррозия металлических газоходов и компенсаторов на блоке № 1 за 1,5 года работы практически отсутствовала, что выявилось во время осмотра при останове парогенератора. Столь незначительный уровень коррозии объясняется прежде всего относительно небольшим значением кислотной точки росы дымовых газов, не превышающей $100 - 110^{\circ}\text{C}$.

Обращает на себя внимание тот факт, что при снижении температуры стенки менее 100°C величина собственно коррозии была относительно небольшой и поддерживалась на уровне $0,02 \div 0,03$ г/м \cdot ч (рис. 1). По мере снижения температуры стенки скорость суммарной потери массы образцов также несколько снижалась (рис. 2). Последнее, вероятно, вызвано уменьшением потока конденсации кислой фазы при снижении температуры в области значений менее 100°C .

По полученным результатам можно заключить, что коррозия металлических газоходов и труб при сжигании сернистых углей типа Г (ГСШ) не зависит от разности температур дымовых газов и стенки. С учетом последнего толщина слоя теплоизоляции для газоходов и труб может быть минимальной и определяется только по условиям правил техники безопасности. При этом нужно подчеркнуть, что полученных данных по коррозии газоходов в угольных парогенераторах пока недостаточно для обобщения. Поэтому в каждом конкретном случае требуется проведение экспериментальных исследований.

Нужно также учитывать, что вопрос коррозии газоходов неразрывно связан с режимом работы топки самого парогенератора. В конечном итоге парциальное давление паров серной кислоты в газоходе парогенератора зависит от его нагрузки N , коэффициента избытка воздуха в топке α и серосодержания топлива S . При одновременном изменении этих параметров парциальное давление паров серной кислоты можно определить с достаточной для практических расчетов точностью по выражению

$$p = p_0 \frac{S}{S_0} \frac{N}{N_0} \left(\frac{\alpha - 1}{\alpha_0 - 1} \right), \quad (2)$$

где индекс нуль означает известные из опыта или заданные значения параметров.

Расчеты показывают, что при повышении коэффициента избытка воздуха в топке мазутного парогенератора, например с 1,03 до 1,10, при прочих равных условиях скорость сернокислотной коррозии газоходов возрастает примерно в 4 раза и применение тепловой защиты может оказаться малоэффективным.

Л и т е р а т у р а

1. Кузнецов Н.В. Современные проблемы надежности котельных агрегатов. - "Теплоэнергетика", 1972, №2. 2. Внуков А.К., Жидович О.В., Долгоруков Ю.В. Расчет скорости сернокислотной коррозии металлических газоходов труб. - В кн.: Тез. докл. к НТС по защите высотных дымовых труб, газоходов и хвостовых поверхностей нагрева от сернокислотной коррозии. Минск, 1971. 3. Стриха И.И., Скворцов А.П. О защите металлических газоходов парогенераторов от сернокислотной коррозии. - В сб.: Энергетическое строительство, 1973, № 2.

В.Д. Дунский, Е.Н. Толчинский, В.В. Ашейчик

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ ПЫЛИ ФРЕЗЕРНОГО ТОРФА В ПЫЛЕКОНЦЕНТРАТОРАХ ПЫЛЕСИСТЕМ С МЕЛЬНИЦАМИ-ВЕНТИЛЯТОРАМИ

Сушка влажного топлива высокотемпературными топочными газами в пылесистемах с мельницами-вентиляторами позволяет получить пыль с низким содержанием влаги и этим стабилизировать ее воспламенение в топке. С другой стороны, в отличие от работающих также по замкнутому циклу шахтно-мельничных систем пылесистемы с мельницами-вентиляторами выдают в топку не только пыль, окислитель (воздух) и испаренную влагу топлива, но и топочные газы - отработанный сушильный агент. Это вызывает снижение температуры факела и ослабление лучистого теплообмена в топке.

С целью смягчения этого эффекта в пылесистемах с мельницами-вентиляторами применяется отделение части инертных продуктов пылегазового потока и сброс этих продуктов в зону топки, расположенную выше ядра факела. В связи с этим факел локализуется в меньшем объеме и имеет более высокую температуру, что в целом положительно сказывается на топочном процессе.