

Влияние содержания хлора на интенсивность процессов высокотемпературной газовой коррозии (ВТК) низкоуглеродистой стали

Студент Баранкевич Н.М.

Научный руководитель - Булойчик И.А.

Белорусский национальный технический университет

Республика Беларусь, г. Минск

На рисунке 1 представлены сравнительные данные скоростей ВТК для легированных хромистых сталей и низкоуглеродистой стали.

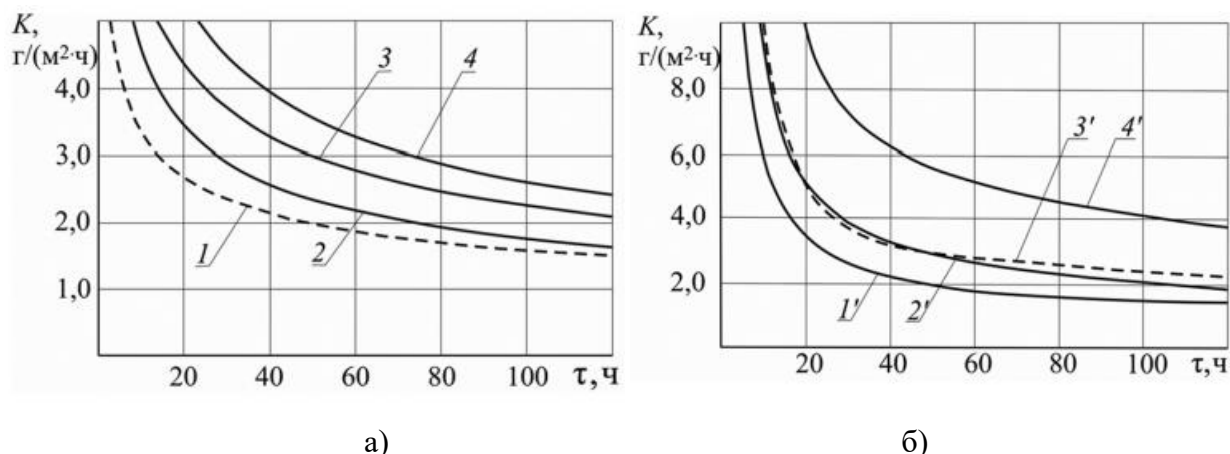


Рисунок 1 – Сравнение кинетики ВТК для хромистых сталей типа (а) и низкоуглеродистой стали (б) при сжигании различных видов топлива

Исследования кинетики (скорости) ВТК стали 20 (рис. 1, б) показали, что при сжигании сланцев (кривая 1') и мазута М40 (кривая 3') скорости ВТК практически совпадают. При сжигании водо-мазутных эмульсий (ВМЭ (М 40+Д)) (кривая 2') скорость коррозии ниже скорости ВТК при сжигании мазута и сланцев. Скорость ВТК при сжигании ВМЭ (М 40 + ВВ) (кривая 4') существенно выше. С учетом приведенных данных, по сравнению с легированными сталями типа 12Х18Н12Т и Х18Н10Т скорость коррозии в аналогичных условиях для низкоуглеродистой стали в 2 раза выше.

На основании результатов оценки влияния разной концентрации хлора в золе топлив на интенсивность ВТК, авторами [1] установлено, что при содержании хлора до 1,0% стабилизация (снижение скорости коррозии вследствие формирования оксидной пленки) скорости коррозии происходит после 40...60 часов воздействия потока газов. При содержании хлора 2,0 % стабилизация скорости ВТК наблюдается только после 100 часов. Учет также следует тот факт, что роль соединений щелочных металлов в процессах загрязнения и коррозии усиливается с увеличением в топливе хлора [3]. Критическим считается содержание Cl в топливе 0,5...0,6%. Кроме того, по данным [4] при увеличении содержания хлора выше 0,6% наблюдается существенный рост отложений. Поэтому, на основании вышеизложенного можно рекомендовать содержание Cl в топливах до 0,6%. Сравнение полученных данных показывает, что для сталей 12Х18Н12Т и Х18Н10Т при ϑ_r (температура газов) = 1000 °С и $t_{ст}$ (температура поверхности стали) = 620 °С скорость коррозии максимальна. Для стали 20 при ϑ_r = 1000 °С и $t_{ст}$ = 500 °С скорость коррозии еще выше. С понижением температуры стенки скорость ВТК обеих марок сталей снижается, что говорит о важности влияния температуры на скорость ВТК.

Интенсивность высокотемпературной коррозии (ВТК) стальных поверхностей нагрева котельного оборудования зависит от многих факторов. Скорость коррозии котельного оборудования при его эксплуатации зависит от содержания хлора в сгораемом топливе, температуры газов в рабочей зоне и химического состава сталей используемого оборудования. Однако

считается [1], что минеральный состав сжигаемого топлива считается основным фактором, определяющим интенсивность и характер изменения скорости ВТК. Соединения хлора являются весьма активными ускорителями коррозии. Основную роль при ВТК играет хлорид натрия NaCl , который, вступая в реакцию с серной кислотой, образует сульфат натрия Na_2SO_4 и пары соляной кислоты HCl [1]. Хлористый водород диффундирует к поверхности труб и вступает во взаимодействие с металлом. Образующиеся соединения хлора неустойчивы при температурах выше $300\text{ }^\circ\text{C}$, и испаряясь, разрушают оксидную пленку, открывая тем самым доступ к металлу агрессивных компонентов топочных газов. На рисунке 8 представлена схема распределения HCl по тракту газового котла.

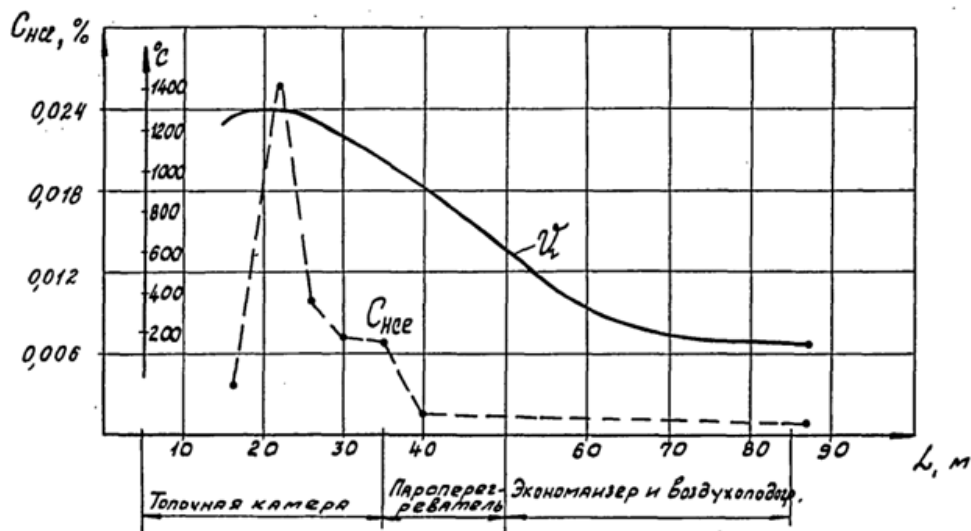


Рисунок 2 – Изменение концентрации хлористого водорода по газовому тракту котла БКЗ 500-140-1 [2]

Основываясь на данных [2], скорость коррозии для стали 12Х1МФ при сжигании угля с концентрацией хлора 0,2 % масс составляет:

- 0,04 мм/год при температуре $430\text{ }^\circ\text{C}$ (первая ступень пароперегревателя (последняя по ходу газов)).

- 0,08 мм/год при температуре $470\text{ }^\circ\text{C}$ (Для выходной ступени ширмового пароперегревателя)

- 0,13 и 0,17 мм/год при температуре 498 и $513\text{ }^\circ\text{C}$ соответственно.

Согласно ряду нормативных документов, трубы подлежат замене после утонения ее стенки более, чем на 1 мм за 100 тыс. часов работы. Таким образом, для обеспечения требуемого ресурса работы поверхностей нагрева при сжигании приозерного угля необходимо выдерживать температуру металла (12Х1МФ) на уровне, не превышающем $540\text{ }^\circ\text{C}$. Выходные ступени пароперегревателя целесообразно изготавливать из стали Х18Н12Т. Скорость коррозии труб из стали Х18Н12Т (выходная ступень во время опытного сжигания не превысила 0,05 мм/год при уровне температуры металла $540\text{--}580\text{ }^\circ\text{C}$ [2].

Микрохимические исследования переходной зоны металл-шлаковые отложения, выполненные методом электронно-зондового сканирования, показали, что соединения хлора в реакционной зоне отсутствуют. Причина заключается в том, что хлориды железа имеют низкую температуру плавления и сублимируют при температуре выше $400\text{ }^\circ\text{C}$. Образующиеся в результате этого процесса трещины и поры заполняются продуктами коррозии и шлаковыми отложениями [2]. То, что разрушение металла, произошедшее на границе с продуктами коррозии, есть следствие его взаимодействия с хлором, подтверждает массовое содержание Fe в месте разрушения удельной металлической структуры (порядка 40 %) [2]. В соединениях FeCl_2 и FeCl_3 массовое содержание железа соответственно равно 34 и 44%. В последующих (в направлении продуктов коррозии) местах разрушения металла массовое содержание железа находится на уровне 50-70%. Такое содержание характерно для оксидов железа или их совместному присутствию с хлоридами железа. Более глубокое

проникновение хлора в структуру металла указывает на инициирующую роль хлористого водорода в процессе коррозии.

Литература

1. Филипчук А.Н. Кинетика высокотемпературной коррозии сталей при сжигании хлорсодержащих топлив. Энергетика № 4, 2016 г.
2. Ершов Ю.Б. Исследование образования хлорсодержащих компонентов топочных газов и разработка методов снижения высокотемпературной коррозии поверхностей нагрева котлов при сжигании “соленых” углей. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, специальность 05.04.01 - Котлы, парогенераторы и камеры сгорания, Москва 1993 г.
3. Магадеев, В. Ш. Коррозия газового тракта котельных установок / В. Ш. Магадеев. — М. : Энергоиздат, 1986. — 272 с.
4. Зеликов, Е. Н. Загрязнение и коррозия пароперегревателей котлов на ТЭС, сжигающих твердые бытовые отходы и биомассу [Текст] / Е. Н. Зеликов, Г. А. Рябов, Э. П. Дик и др. // Теплоэнергетика. — 2008. — № 11. — С. 73 – 77.