

Филищук А.Н.

ВЛИЯНИЕ СОЛЕСОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ ВОДОМАЗУТНОЙ ЭМУЛЬСИИ НА СКОРОСТЬ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ КОРРОЗИИ

Представлены результаты экспериментальных исследований низкотемпературной коррозии стали 20 при сжигании с избытком воздуха $\alpha = 1,5$ водомазутной эмульсии (ВМЭ) с водосодержанием $W^r = 30\%$ с солесодержанием воды в пределах 1482...50 мг/л (водопроводная вода – дистиллят) и рассмотрен вероятный механизм процессов. Показано, что, несмотря на большой диапазон солесодержания воды ВМЭ, при этих условиях скорость низкотемпературной коррозии меняется в узких пределах на уровне 0,2...0,15 мм/год.

Ключевые слова: низкотемпературная коррозия, водопроводная вода, дистиллят, мазут, водомазутная эмульсия, солесодержание.

Постановка проблемы. Глубина утилизации выхлопных газов ДВС, ГТД, экономическая эффективность котлов существенно зависят от температуры уходящих газов, значение которой определяется температурой стенки $t_{ст}$ на выходе газов из котлов и температурным напором. Допустимо низкий уровень $t_{ст}$ определяется скоростью низкотемпературной серноокислотной коррозии (НТК), которая достигает до 1,2 мм/год при сжигании сернистых мазутов при $\alpha = 1,2$ при $t_{ст}$ в пределах 105...115 °С. Поэтому актуальным является решение проблемы обеспечения возможности снижения скорости НТК в области этого «кислотного пика» до допустимого уровня (0,25...0,30 мм/год), что позволит снизить температуру уходящих газов до ~100 °С (вместо 150...160 °С). Эта возможность может быть реализована при сжигании тяжелых сернистых мазутов в виде водомазутной эмульсии (ВМЭ) с водосодержанием W^r на уровне 30 % [1, 2, 3, 4]. Но в этих публикациях не рассматривается влияние конкретных значений солесодержания воды и эмульсии на величину скорости НТК.

Анализ последних исследований и публикаций. В ДВС интенсивность НТК определяется локальными значениями температур на поверхности цилиндра со стороны газов, снижающимися ниже температуры точки росы [5, 6]. Конденсация паров серной кислоты и воды вызывает коррозионный износ рабочих поверхностей цилиндров и поршневых колец, который при прочих неблагоприятных условиях может возрастать до десятикратных размеров [5].

Низкотемпературная сернистая коррозия наблюдается в выхлопном газоходе и в утилизационных котлах. НТК подвержены элементы вспомогательных и главных котлов, работающих на сернистых мазутах на режимах, когда температуры хвостовых поверхностей (экономайзеров, воздухоподогревателей) ниже точки росы (140...150 °С) [7,8,9].

Скорость коррозии (НТК) определяется уровнем анодной и катодной реакций, протекающих путем захвата электронов извне и отдачи электронов. Регулируя внешние условия (поляризацией или добавлением окислителя), можно влиять на величину коррозионного тока. Для всей системы анодную и катодную кривые поляризации надо рассматривать совместно.

Изучение электрохимического коррозионного поведения углеродистой стали показали [10], что железо и железоуглеродистые сплавы в концентрированной серной кислоте пассивируют при анодной поляризации. Ток в пассивном состоянии очень мал, и при малоинтенсивном движении раствора скорость растворения железа находится в пределах, не превышающих нескольких десятых долей миллиметра в год [10], что и наблюдается на низкотемпературных

поверхностях нагрева (НТПН) при температурах поверхностей ниже температуры точки росы серной кислоты при сжигании ВМЭ с $W^r = 30\%$ [1,2].

В растворе, содержащем O_2 или другой окислитель, Fe и его сплавы могут переходить в состояние самопроизвольной пассивации (отсутствие коррозии), при значении потенциалов $+0,3 \dots 1,2$ В [11].

При изменении внешних условий (например, при появлении депассиваторов в виде активных ионов Cl^-) пассивный металл может вновь перейти в активное состояние. Этот процесс называют депассивацией, вследствие которого наступает активация коррозии [12].

Анодное поведение металлов сильно зависит от состава сплава и характера аниона. Один и тот же анион может один металл активировать, а другой – пассивировать (SO_4^{2-} – железо и нержавеющая сталь). Анионы могут взаимно ослаблять друг друга (Cl^- и SO_4^{2-} – нержавеющая сталь), а иногда и усиливать свое влияние (Cl^- и SO_4^{2-} – железо) [13].

Хлор-ион, который может появиться при использовании воды определенного качества для приготовления ВМЭ, проявляет активирующее действие как в кислотах, так и в нейтральных или щелочных растворах. В его присутствии при определенной концентрации растворение металла часто идет не по всей поверхности, а только на отдельных участках, вызывая точечную коррозию [11,12], т.е. в защитной пассивирующей пленке на сплавах происходит так называемый процесс пробоя защитной пленки.

По данным [10] в условиях мало возобновляемой среды (конденсат в загрязнении на поверхности котлов) возможно снижение скорости коррозии путем обработки этой среды ингибиторами, окислителями, что увеличивает ее пассивирующие свойства. Таким образом, можно повлиять на интенсивность НТК и высокотемпературной коррозии (ВТК) в энергетических установках. В [2,10] приведены данные по скорости коррозии в условиях пассивации (при наличии Fe^{3+} в виде $Fe_2(SO_4)_3$ и $5\% HNO_3$), что практически соответствует условиям прохождения НТК при сжигании ВМЭ с $W^r = 30\%$ [1].

По мнению [10], все анодные ингибиторы коррозии, вводимые в среду и тормозящие преимущественно анодный процесс, должны рассматриваться как пассиваторы, тормозящие анодную ступень коррозионного процесса. В качестве таких анодных ингибиторов довольно широкое распространение получили в паросиловом хозяйстве и нефтеобрабатывающей промышленности нитраты (NO_3^-) и нитриты (NO_2^-).

Малые концентрации Cl^- (до $0,1 N$) практически не влияют на коррозионный ток в пассивном состоянии. С ростом концентрации до $1 N$ необходимо значительное возрастание тока для пассивного состояния. При концентрациях от $0,1 N$ до $1 N$ наблюдается переход к активному растворению металла. Следовательно, Cl^- затрудняет процесс пассивации стали, что приводит к сужению области пассивного состояния. При концентрации HCl меньшей, чем $0,35 M$, область пассивных потенциалов мало изменяется, однако при повышении содержания HCl выше $0,35 M$ область пассивности начинает быстро сокращаться [14,15]. Но в интервале до $10 M HCl$ наблюдается пассивное состояние и скорость НТК одинаково низкая. Хотя по данным [13] с ростом концентрации Cl^- от $0,1$ до $0,5 N$ скорость коррозии в пассивном состоянии заметно возрастает.

По данным [13], если отношение концентраций $C_{SO_4^{2-}}/Cl^- \approx 5$ или больше, то Cl^- не вызывает питтинга, так как питтинг связан с адсорбцией анионов Cl^- . При соотношении анионов ($C_{SO_4^{2-}} : C_{Cl^-} = 10:1$) и больше [15] сталь уже можно поляризовать до потенциала разряда ионов гидроксила (т.е. пассивировать поверхность металла).

Установлено [10], что нарушение пассивного состояния при введении в раствор хлор-ионов зависит от концентрации серной кислоты. При высокой концентрации серной кислоты (в пределах $88 \dots 45\%$) пассивное состояние нарушается при большей концентрации хлор-ионов. При сжигании ВМЭ концентрация в конденсате H_2SO_4 снижается почти на 10% при температурах $t_{ст}$ ниже $120^\circ C$ по сравнению с режимом сжигания стандартных мазутов

(концентрация 82 ... 72 %), т.е находится в указанных пределах, но при этом сохранению пассивности способствует присутствие ионов NO_3^- .

По данным [11], малоуглеродистая сталь в растворе $NaCl$ и кислорода подвергается равномерной коррозии по всей поверхности. Но наличие неоднородностей (трещин, разломов) затрудняет доступ к этим участкам атомов кислорода, что и приводит к локальной анодной реакции (в нержавеющей стали наблюдается точечная коррозия). По данным [4], допустимое солесодержание ВМЭ, используемой при сжигании нефтеостатков в виде ВМЭ, должно быть ниже 250 мг/л.

В процессе питтингообразования выделяют время индукции $\tau_{инд}$ (зарождения питтинга), которое весьма чувствительно к толщине пассивирующей пленки. Когда металл находится в пассивном состоянии и покрыт оксидной пленкой стационарной толщины, наблюдается отчетливый рост $\tau_{инд}$ с ростом толщины пленки и потенциала [15]. Отсюда следует вывод, что сначала необходимо сжигать ВМЭ с чистой водой, чтобы получить пассивирующую пленку на поверхности металла, а потом переходить на воду с допустимой концентрацией Cl^- на уровне, который надо определить.

Цель работы. Получение на основе экспериментальных исследований количественных данных по скорости НТК при сжигании ВМЭ с водосодержанием $W^r = 30\%$ при использовании водопроводной воды с солесодержанием 1482 мг/л и дистиллята с солесодержанием 50 мг/л.

Изложение основного материала исследований. Исследование интенсивности НТК проведены на экспериментальной установке при сжигании водомазутной эмульсии (ВМЭ) с водосодержанием $W^r = 30\%$ на основе мазута М40 при избытке воздуха $\alpha = 1,5$. Подготовка эмульсии осуществлялась с использованием водопроводной воды с солесодержанием 1482 мг/л (после хлорирования, обозначение ВМЭ (М40+ВВ)), что определило солесодержание ВМЭ на уровне 492 мг/л, и дистиллята с солесодержанием 50 мг/л (обозначение ВМЭ (М40+Д)), что определило солесодержание ВМЭ равное 16,9 мг/л.

Температура металла $t_{ст}$ труб-образцов поддерживалась в пределах 80...140 °С, температура газов перед сборкой труб-образцов находилась на уровне 180 °С. Продолжительность опытов составляла 100 часов.

Выбор значения водосодержания $W^r = 30\%$ обусловлен тем, что опубликованы данные [1,2] о скорости НТК при сжигании ВМЭ такого водосодержания, а также сведения о эксплуатации котлов типа КВГ-34К при сжигании такой же ВМЭ при $\alpha = 1,35$ [3] с указанием качественных показателей по скорости НТК при сжигании ВМЭ в течение 2-х лет. По данным [3], при таком режиме изменился характер коррозии – питтинговая коррозия стала равномерной (что возможно, по нашему мнению, только при появлении процесса пассивации), значительно уменьшилось загрязнение поверхностей.

На рис. 1 представлены полученные экспериментальные зависимости скорости НТК от температуры металла $t_{ст}$ при сжигании двух сортов ВМЭ.

Анализ результатов исследований показывает, что при сжигании обоих сортов ВМЭ скорость НТК находится на низком уровне (ниже допустимого уровня 0,25 мм/год при продолжительности $\tau = 100$ ч). При пересчете на 1000 часов скорость НТК будет на уровне 0,1...0,15 мм/год. Отсутствует четко выраженный так называемый «кислотный пик» НТК, обычно наблюдаемый в области $t_{ст} = 105...115$ °С при сжигании мазутов при $\alpha \geq 1,1$ [7,8] и ВМЭ с W^r меньше 15% [1].

Скорость НТК при сжигании ВМЭ (М40+ВВ) в области $t_{ст}$, равной 105...115 °С, выше в 1,6 раза по сравнению с режимом сжигания ВМЭ (М40+Д), что объясняется влиянием на интенсивность НТК большего количества хлора при сжигании ВМЭ (М40+ВВ). Такое же соотношение скоростей высокотемпературной коррозии (ВТК) наблюдается при сжигании этих же 2-х сортов ВМЭ, но абсолютные значения скорости НТК существенно ниже. При $t_{ст}$ ниже 90 °С скорость НТК увеличивается при сжигании ВМЭ (М40+ВВ) до 0,3 мм/год и до 0,2 мм/год при сжигании ВМЭ (М40+Д), но эти значения НТК также ниже допустимого уровня. Необходимо отметить «смещение» второго пика НТК из области $t_{ст} = 60...75$ °С при сжигании

сернистых мазутов в область $t_{ст} = 75...85$ °С при сжигании ВМЭ с $W^r = 30\%$, что объясняется влиянием более высокого парциального давления паров H_2O в дымовых газах.

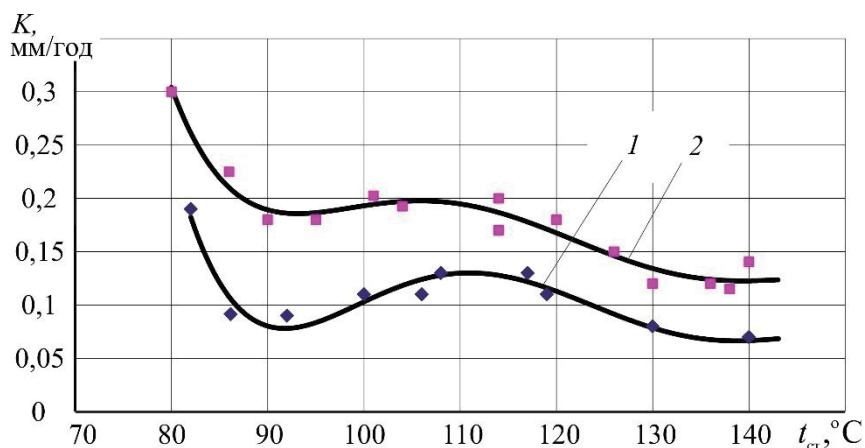


Рис. 1. Зависимости скорости НТК от температуры металла $t_{ст}$

1 – при сжигании ВМЭ (М40+Д) с содержанием 16,9 мг/л ($W^r = 30\%$);
 $(K = -5 \cdot 10^{-9} \cdot t_{ст}^5 + 3 \cdot 10^{-6} \cdot t_{ст}^4 - 0,0008 \cdot t_{ст}^3 + 0,0904 \cdot t_{ст}^2 - 5,3303 \cdot t_{ст} + 124,22, R^2 = 0,9337)$;
 2 – при сжигании ВМЭ (М40+ВВ) с содержанием ~492 мг/л ($W^r = 30\%$);
 $(K = -4 \cdot 10^{-9} \cdot t_{ст}^5 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot t_{ст}^4 - 0,0005 \cdot t_{ст}^3 + 0,0635 \cdot t_{ст}^2 - 3,7124 \cdot t_{ст} + 86,037, R^2 = 0,9515)$.

Низкий уровень НТК (на уровне 0,2 мм/год при сжигании ВМЭ (М40+ВВ), при сжигании ВМЭ (М40+Д) на уровне 0,13 мм/год в области кислотного пика при $t_{ст} = 100...115$ °С) требует проведения анализа механизма этого явления с помощью положений теории коррозии в условиях пассивации, изложенной ниже.

На основании опубликованных данных [1, 2, 7, 8, 9] на рис. 2 с целью сравнения представлены зависимости скорости НТК при сжигании стандартных топлив (при $W^r = 2\%$) и ВМЭ с W^r до 30 %. Необходимо отметить, что зона НТК при увеличении водосодержания ВМЭ от 10 до ~20 % совпадает с зоной НТК при снижении минимальных избытков воздуха ($\alpha = 1,05 \dots 1,01, W^r = 2\%$).

Существенное снижение скорости низкотемпературной коррозии (НТК) при сжигании ВМЭ объясняется [1, 2, 10, 13] явлением пассивности металла (рис.3) вследствие абсорбции слоем загрязнений и конденсата серной кислоты оксидов азота (рис. 3,а) и появлением тонкого нерастворимого слоя солей на поверхности металла, образованием в слое сульфатов Fe^{3+} (рис. 3,б). Сравнение зависимости скорости коррозии K при сжигании ВМЭ с $W^r = 10\%$ (рис. 3,в) и содержания Fe^{3+} (рис. 3,г) показывает, что максимуму НТК соответствует минимальное содержание в отложениях Fe^{3+} ($t_{ст} = 115...125$ °С) и наоборот, минимальной скорости K соответствует максимальное количество Fe^{3+} ($t_{ст}$ около 100 °С).

Во время образования малорастворимых солей в приэлектродном слое электролита быстро достигается состояние насыщения и пересыщения. Кристаллизация соли на поверхности электрода при пересыщении приводит к постепенному его закрытию экранирующим слоем, что так же может вызвать пассивность на поверхности металла. Малая растворимость продукта реакции, образующего даже толстый слой, может способствовать пассивации [15]. При сжигании ВМЭ с $W^r = 30\%$ при обработке образцов труб после опыта 10 % раствором HCl с ингибитором слой сульфатов удалялся в виде пленки, а не растворялся как после сжигания «сухого» мазута ($W^r = 2\%$).

Пассивное состояние металла может в большей или меньшей степени сохраняться и после изменения внешних пассивирующих условий. Железо, запассивированное в HNO_3 , сохраняет некоторое время свою стойкость в непассивирующей среде, и после осторожного промывания и сушки длительное время сохраняет пассивность в сухом воздухе [12]. Эта особенность пассивного состояния металла может быть использована в котлах при сжигании ВМЭ при

разработке технологий обмывки поверхностей (в процессе очистки) и определения частоты обмывки, а также для обеспечения снижения коррозии в стояночном режиме.

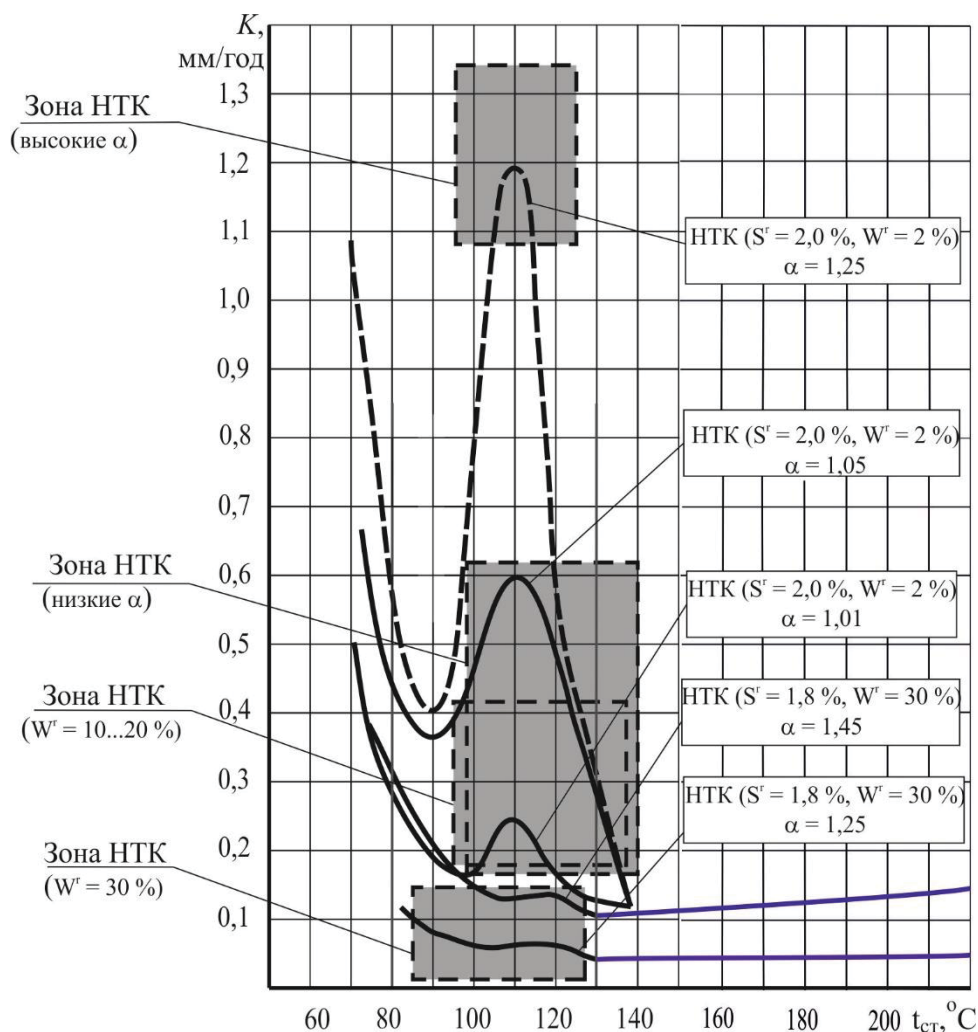


Рис 2. Зависимость скорости НТК при сжигании мазутов при различных α и W^r [1,2,7,8,9]

Многие анионы подавляют образование питтинга при определенном отношении концентраций некоторого аниона A^- и хлорида натрия. По данным [14], наиболее эффективен в этом отношении анион NO_3^- .

По данным [14], при $pH = 7$ и отношении $NO_3/NaCl = 0,84$ подавляется образование питтинга. При $pH = 2$ это значение должно быть еще ниже. Пассивное состояние обеспечивается при отношении $0,04 N NaNO_3$ к $0,1 N NaCl$ равном $0,4$. Следовательно, N_2O_3 наиболее активно подавляет питтингообразование. Поэтому необходимо знать концентрацию NO_3^- в конденсате H_2SO_4 . На рис. 3,а представлены отношения концентраций N_2O_3 в H_2SO_4 , полученные экспериментально при сжигании ВМЭ с $W^r = 10\%$ и $W^r = 17\%$ [1]. Эти отношения близки к условиям технологии сернокислотного производства по нитрозному механизму [16].

Добавка NO_3^- стабилизирует потенциал, и электрод остается в пассивном состоянии [14]. Действие NO_3^- сопровождается значительным сдвигом потенциала в положительную сторону, но способствует росту язвы в глубину. Только введение NO_3^- в очень большой

концентрации останавливает ее рост. Вероятно, это связано с медленным проникновением NO_3^- в глубокую язву [15]. Такой ход процесса подтверждается результатами наблюдений в течение двухгодичной эксплуатации котла при сжигании ВМЭ на основе мазута М100 с водосодержанием 30 %. По данным авторов [3], по визуальным наблюдениям был замечен медленный переход от язвенной коррозии, которая имела место при сжигании стандартного мазута М100, к равномерной коррозии при сжигании ВМЭ на основе М100 с $W^r = 30 \%$.

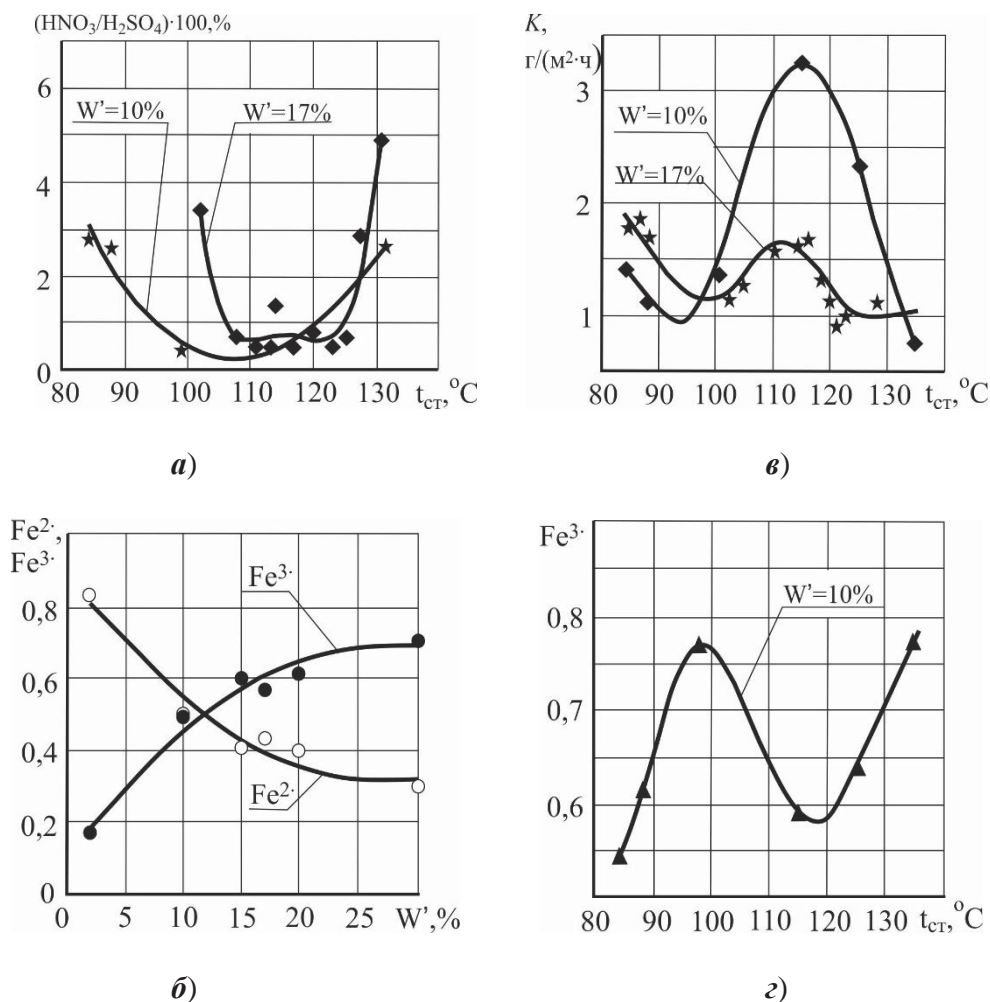


Рис. 3. Факторы, определяющие пассивность стали 20 при низкотемпературной сернокислой коррозии [1,2]

Действие NO_3^- , ингибирующего развитие питтинга, сказывается в начале развития язвы, т.е. NO_3^- должно появиться в конденсате на поверхности одновременно с SO_3^{2-} и Cl^- , что обеспечивается при сжигании ВМЭ с $W^r = 30 \%$.

Приведенная в [10] коррозионная диаграмма показывает, что при увеличении концентрации (активности) окислителя в соответствии с уравнением Нерста его обратимый потенциал становится более положительным. При добавке только $0,01 M NaNO_3$ и HNO_3 , когда стационарный потенциал сплава находится в активной области, скорость коррозии будет даже выше, чем в среде без этого окислителя. Но добавки этих окислителей в концентрации $0,1 M$ пассивируют металл. Для окислителей $Fe_2(SO_4)_3$ и $KMnO_4$ [10] при достижении критической концентрации также происходит резкое смещение потенциала в положительную сторону и скорость коррозии существенно снижается, что и наблюдается при вводе Mn в мазут в количестве $0,1 \text{ кг/т}$ мазута [8]. Такая же зависимость получена при экспериментальном

исследовании влияния продуктов НТК на ее интенсивность [17]: добавка 0,1 % сульфатов не влияет на скорость НТК, но начиная с 1,0 % добавки $Fe_2(SO_4)_3$ рост поляризационного сопротивления замедляется, и скорость коррозии остается практически постоянной на низком уровне. Дальнейший рост толщины продуктов коррозии оказывает влияние на увеличение диффузионного сопротивления и, соответственно, снижение интенсивности коррозии. По данным [15], пленка сульфатов на пассивированной поверхности металла имеет 2 слоя: тонкий малорастворимый непосредственно на металле и верхний рыхлый, постоянно растущий, что наблюдается и при сжигании ВМЭ с $W^r = 30$ %.

Выводы. На основании проведенных экспериментальных исследований, анализа их результатов и литературных данных о механизме коррозии можно сделать следующие выводы.

1. Увеличение солесодержания ВМЭ приводит к усилению интенсивности НТК.
2. При сжигании ВМЭ с солесодержанием воды в пределах 1482...50 мг/л диапазон изменения скорости НТК находится в пределах 0,2...0,12 мм/год при температурах стенки в пределах 130...90⁰С, что ниже допустимого уровня.
3. Допустимый уровень солесодержания воды, используемой для приготовления ВМЭ, следует определять по интенсивности высокотемпературной коррозии.
4. Содержание хлоридов в конденсате серной кислоты на низкотемпературной поверхности должно составлять 10 % и меньше по отношению к количеству сульфатов (при отсутствии ионов NO_3^-). Появление нитратов в конденсате на уровне 4 % при сжигании ВМЭ с $W^r = 30$ % приводит к пассивации поверхности стали.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горячкін А. В. Підвищення ефективності суднових котлів при спалюванні водопаливних емульсій [Текст] / А.В. Горячкін; автореф. дис. канд. техн. наук. – Миколаїв: НУК, 2007. – 24с.
2. Пат. Україна, UA 99408 С2. Спосіб захисту металу низькотемпературних поверхонь нагріву котла від сірчаноокислотної корозії. [Текст] / В. Ю. Горячкін, А. В. Горячкін, О. В. Акімов, В. О. Іутинський, В. С. Корнієнко. – № UA 99408 С2: заявл. 23.08.2011; опубл. 10.08. 2012, Бюл. № 15.
3. Якубовский Ю. В. Эксплуатация производственных котлов КВГ-34К на водотопливной эмульсии [Текст] / Ю. В. Якубовский, В. М. Суменков, Ю. С. Селезнев [и др.] // Рыбное хозяйство. – 1991. – №3. – С. 57-60.
4. Крыштын Л. К. Утилизация нефтяных остатков на морских судах [Текст] / Л. К. Крыштын, И. П. Решетников // – Темат. вып. «Экономия топлива и электроэнергии». – М.: Транспорт, 1989. – 95 с.
5. Возницкий И. В. Судовые двигатели внутреннего сгорания [Текст] / И. В. Возницкий, А. С. Пунда. – М: Моркнига, 2008. – Т.2. – 470 с.
6. Пахомов Ю. А. Топливо и топливные системы судовых дизелей [Текст] / Ю. А. Пахомов, Ю. П. Коробков, Е. В. Дмитриевский [и др.]; Под ред. канд. техн. наук Ю. А. Пахомова. – М.: РКонсульт, 2004. – 496 с.
7. Геллер З. И. Мазут как топливо [Текст] / З.И. Геллер. – М.: Недра, 1965. – 495 с.
8. Магадеев В. Ш. Коррозия газового тракта котельных установок [Текст] / В. Ш. Магадеев. – М.: Энергоиздат, 1986. – 272 с.
9. Внуков А. К. Надежность и экономичность котлов для газа и мазута [Текст] / А. К. Внуков. – М. – Л.: Энергия, 1966. – 368 с.
10. Томашов Н. Д. Пассивность и защита металлов от коррозии [Текст] / Н. Д. Томашов, Г. П. Чернова. – М.: Наука, 1965. – 208 с.
11. Тамару К. Капиллярная химия [Текст] / К. Тамару; пер. с япон.; под ред. К.Тамару. – М.: Мир, 1983. – 272 с.
12. Клинов И. Я. Коррозия химической аппаратуры и коррозионностойкие материалы [Текст] / И. Я. Клинов. – М.: Машиностроение, 1967. – 468 с.
13. Розенфельд И. Л. Атмосферная коррозия металлов [Текст] / И.Л. Розенфельд. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 372 с.

14. Скорчеллетти В. В. Теоретические основы коррозии металлов [Текст] / В. В. Скорчеллетти. – Л.: Химия, 1973. – 264 с.
15. Сухотин А. М. Физическая химия пассивирующих пленок на железе [Текст] / А.М. Сухотин. – Л.: Химия, 1989. – 320 с.
16. Амелин А. Г. Производство серной кислоты [Текст] / А.Г. Амелин. – М.: Химия, 1967. – 472 с.
17. Стриха И. И. Экспериментальное исследование влияния продуктов низкотемпературной коррозии металлов на ее интенсивность [Текст] / И. И. Стриха, В. И. Барышев // Известия вузов. – Темат. вып. «Энергетика». – 1974. - №6. – С.74-78.

Філіпчук О. М.

ВПЛИВ СОЛЕВМІСТУ ВОДИ ВОДОМАЗУТНОЇ ЕМУЛЬСІЇ НА ШВИДКІСТЬ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ КОРОЗІЇ

Представлені результати експериментальних досліджень низькотемпературної корозії сталі 20 при спалюванні з надлишком повітря $\alpha = 1,5$ водомазутної емульсії (ВМЕ) з вмістом води $W^r = 30\%$ з солевмістом в межах 1482...50 мг/л (водопровідна вода – дистилат) і розглянутий можливий механізм процесів. Показано, що, незважаючи на великий діапазон солевмісту води ВМЕ, при цих умовах швидкість низькотемпературної корозії міняється у вузьких межах на рівні 0,2...0,15 мм/рік.

Ключові слова: низькотемпературна корозія, водопровідна вода, дистилат, мазут, водомазутна емульсія, солевміст.

Filipshchuk A.

THE EFFECT OF SALINITY OF WATER OF WATER-OIL EMULSION ON THE RATE OF LOW-TEMPERATURE CORROSION

The results of experimental studies of low-temperature corrosion of steel 20 by burning with excess air $\alpha = 1,5$ water-oil emulsions (WOE) with a water content of $W^r = 30\%$ with salt content of the water within 1482...50 mg/l (tap water – distilled). A probable mechanism of the processes is considered. It is shown that, despite the high water salinity WOE, under these conditions the rate of low-temperature corrosion varies within a narrow range of 0,2...0,15 mm/year.

Keywords: low temperature corrosion, tap water, distilled, oil, water-oil emulsion, salt content.

УДК 621.43.068.8:502.175

Мазур А.М.

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ТОКСИЧНИХ ВИКИДІВ, ЩО ВИНΙΚАЮТЬ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

У статті розглянуто основні токсичні речовини, що виділяються при роботі двигунів внутрішнього згорання, причини їх утворення та вплив на довкілля. Порівняно викиди бензинових та дизельних двигунів.

Ключові слова: двигун внутрішнього згорання, робота двигуна, дизель, токсичні речовини, забруднення атмосфери відпрацьованими газами.

Постановка проблеми. Питання забруднення довкілля відпрацьованими газами двигунів внутрішнього згорання сьогодні дуже актуальне як в Україні, так і у всьому світі. Зменшення