



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) PI 0813078-7 A2



(22) Data do Depósito: 22/07/2008

(43) Data da Publicação Nacional: 31/12/2019

(54) **Título:** MÉTODO PARA CRIAR UMA ASSINATURA DE POTENCIAL DE OXIDAÇÃO-REDUÇÃO EM TEMPO REAL ("ORP") EM UM SISTEMA EM ÁGUA QUENTE, MÍDIA DE ARMAZENAMENTO DIGITAL E DISPOSITIVO PARA ANÁLISE DE UMA ASSINATURA DE ORP PARA UM SISTEMA EM ÁGUA QUENTE

(51) **Int. Cl.:** C02F 1/70.

(30) **Prioridade Unionista:** 24/07/2007 US 11/782.246.

(71) **Depositante(es):** NALCO COMPANY.

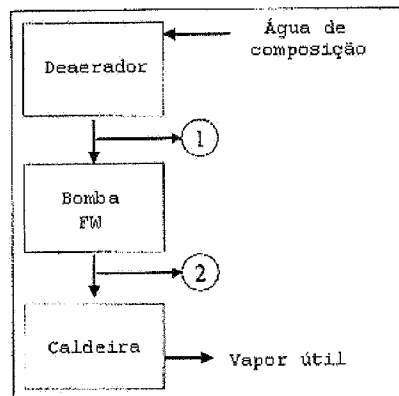
(72) **Inventor(es):** PETER D. HICKS.

(86) **Pedido PCT:** PCT US2008070764 de 22/07/2008

(87) **Publicação PCT:** WO 2009/015145 de 29/01/2009

(85) **Data da Fase Nacional:** 22/01/2010

(57) **Resumo:** MÉTODO E DISPOSITIVO PARA CRIAR E ANALISAR UMA ASSINATURA DO POTENCIAL DE OXIDAÇÃO-REDUÇÃO SOB TEMPERATURA E PRESSÃO EM SISTEMAS DE ÁGUA QUENTE PARA EVITAR A CORROSÃO Trata-se de um método para criar uma assinatura do potencial de oxidação-redução em tempo real em um sistema em água quente para detectar o stress do REDOX e para inibir a corrosão no sistema em água quente. O método inclui a definição de uma ou mais zonas protetoras operacionais no sistema em água quente. Uma ou mais das zonas protetoras operacionais incluem uma sonda do potencial de oxidação-redução que seja operável para medir um potencial de oxidação-redução em tempo real no sistema em água quente sob temperatura e pressão de operação. A sonda transmite o potencial em tempo real medido ao controlador, que analisa e interpreta o potencial transmitido para criar uma assinatura do potencial de oxidação-redução para o sistema em água quente. Se a assinatura não estiver de acordo com o ajuste do potencial de oxidação-redução, o controlador é operável para carregar uma ou mais espécies químicas ativas no sistema em água quente.



MÉTODO PARA CRIAR UMA ASSINATURA DE POTENCIAL DE OXIDAÇÃO-REDUÇÃO EM TEMPO REAL ("ORP") EM UM SISTEMA EM ÁGUA QUENTE, MÍDIA DE ARMAZENAMENTO DIGITAL E DISPOSITIVO PARA ANÁLISE DE UMA ASSINATURA DE ORP PARA UM SISTEMA EM ÁGUA
5 QUENTE

CAMPO TÉCNICO

A presente invenção refere-se de maneira geral aos métodos de captura de dados potenciais de oxidação-redução em tempo real ("ORP") de sistemas de água quente. Mais
10 especificamente, a invenção refere-se à medição de ORP em tempo real à temperatura e pressão operacionais em um ou mais zonas protetoras operacionais e à utilização dessas medições para criar uma assinatura de ORP e/ou um espaço de ORP para o sistema de água quente. A invenção tem relevância particular
15 à inibição local e/ou global da corrosão em sistemas isolados ou complexos de água quente.

ANTECEDENTES

Os sistemas de água quente podem ser compostos de metalurgia de totalmente ferrosa ou de metalurgia mista, tais
20 como sistemas de cobre ou ligas de cobre, níquel e ligas baseadas em níquel, aço inoxidável, e também podem ser misturados com componentes de aço leve. Existem muitas classes/componentes gerais de sistemas de água quente, tais como caldeiras, aquecedores de água quente, trocadores de
25 calor, geradores de vapor, sistemas de energia elétrica nuclear, sistemas de refrigeração de motor a combustão e diesel, sistemas evaporadores, sistemas de dessalinização térmica, operações de fabricação de papel, processos de fermentação, outros do gênero, e dispositivos auxiliares
30 unidos aos mesmos. Trata-se de sistemas operacionais dinâmicos que são submetidos a uma quantidade inumerável de eventos de stress de REDOX (isto é, qualquer evento eletroquímico no sistema de água quente relacionado às

mudanças no potencial de oxidação ou de redução). Tais eventos incluem geralmente qualquer processo que implique a assinatura ou o espaço de ORP no sistema.

Estes eventos resultam de uma multiplicidade de
5 fatores incluindo vazamentos de vários componentes, contaminação de ar de vazamento, bombas funcionando mal, vedações, tubulações de vácuo, e medidores. Além disso, o uso aumentado de água enriquecida com oxigênio, tal como a água da composição de caldeira, o condensado do vapor retornado,
10 e/ou água bruta da superfície ou da subsuperfície, mau funcionamento de deaeradores, trocas de carga de vapor e turbina, e problemas com bombas de alimentação químicas, causam a redução ou o aumento não-planejados nas taxas de alimentação de tratamentos químicos. Os eventos
15 descontrolados de stress de REDOX podem causar problemas sérios de corrosão, tais como a corrosão localizada, a corrosão de stress, a fadiga de corrosão, e/ou problemas de corrosão de fluxo acelerado em sistemas de água quente. Por sua natureza, estes problemas tendem a ser eletroquímicos e
20 desse modo amarrados às propriedades de oxidação-redução do meio ambiente e da interação do material estrutural.

Embora alguns métodos convencionais sejam praticados atualmente para identificar os eventos de stress de REDOX em sistemas de água quente, por causa da dinâmica do
25 sistema de água quente a maioria dos eventos de stress de REDOX é imprevisível. Estes métodos não são praticados extensamente porque eles têm inconvenientes inerentes (vide abaixo). Conseqüentemente, a maioria dos eventos de stress de REDOX não é detectada e desse modo não corrigidos. Os eventos
30 descontrolados de stress de REDOX podem conduzir a problemas sérios da corrosão nestes sistemas, que causam impactos negativos na expectativa de vida do equipamento da usina, na confiabilidade, na capacidade de produção, na segurança, nos

regulamentos ambientais, no desembolso de capital, e nos custos totais de operação da usina.

A identificação de eventos de stress de REDOX inclui atualmente ambos os instrumentos online e os métodos de teste da análise química a úmido de amostra coletada. Em
5 ambas as abordagens, a amostra tem que ser primeiramente submetida ao condicionamento de amostra, tal como a refrigeração, antes da medição. Os exemplos de instrumentos online incluem medidores de oxigênio dissolvido, instrumentos
10 de condutividade de cátions, instrumentos de ORP à temperatura ambiente, instrumentos do pH, analisadores de sódio, analisadores da dureza, medidores de condutividade específica, analisadores de sílica, medidores de partículas e da turvação, analisadores redutores, e outros ainda. O
15 monitoramento geral da corrosão, tal como a análise de corpos de prova e eletroquímica, é executado tipicamente depois da refrigeração de uma amostra ou a temperaturas elevadas. Os métodos de teste de amostra coletada incluem a análise quanto ao oxigênio dissolvido, o pH, a dureza, a condutividade de
20 sílica, ferro, cobre e sílica total e solúvel, o excesso redutor, e outros ainda.

Alguns inconvenientes destes métodos incluem o seguinte. A análise da amostra coletada fornece um único
25 ponto na medição do tempo e, conseqüentemente, não é um método de monitoramento contínuo viável para eventos de stress de REDOX. Ela também tem frequentemente limites de detecção de nível inadequadamente baixo. Os monitores online não conferem uma medição direta do stress de REDOX e desse modo não podem indicar se ou um evento de stress de REDOX
30 está ou não ocorrendo em qualquer momento particular. Os monitores de corrosão detectam a corrosão geral, mas não são capazes de medir mudanças nas taxas locais de corrosão causada por eventos de stress de REDOX. Os analisadores de

redução online medem a quantidade de stress de redução, mas não a stress de REDOX líquida à qual um sistema está sendo submetido à temperatura e pressão do sistema. Esse stress de REDOX que pode ocorrer na presença aparente de um agente de
5 redução é desse modo um outro inconveniente desta técnica.

Medidores de oxigênio dissolvido ("DO") têm inconvenientes similares. A medição da quantidade de DO (um oxidante) mas não necessariamente o stress de REDOX líquido à qual está sendo submetido um sistema não é um indicador
10 preciso da stress de corrosão. A amostra também deve ser refrigerada antes da medição de DO, aumentando desse modo o tempo de retardamento na detecção quando o evento de stress de REDOX começou. Além disso, o potencial para o consumo de oxigênio na linha de amostra poderia causar leituras
15 imprecisas. O stress de REDOX também pode ocorrer na ausência aparente de DO e pouco ou nenhum DO na amostra poderia ser potencialmente um falso negativo. Além disso, todos os instrumentos descritos acima são relativamente caros para comprar, e requerem calibração e manutenção freqüentes.

Os corpos de prova de corrosão dão um resultado com um tempo médio da corrosão geral do sistema. Outra vez, esta técnica não oferece uma indicação ou um controle em tempo real de eventos de stress de REDOX. As ferramentas de corrosão eletroquímica online são inadequadas para
25 determinações de corrosão localizada e não podem ser utilizadas em ambientes de baixa condutividade.

O ORP à temperatura ambiente é uma medição direta do ORP líquido de uma amostra tirada do sistema. Um inconveniente desta técnica é que ela não indica o que está
30 acontecendo na temperatura e na pressão do sistema. Os eventos de stress de REDOX que ocorrem à temperatura e pressão operacionais frequentemente não podem ser observados à temperatura ambiente, uma vez que a cinética e a

termodinâmica do processo variam com a temperatura. Além disso, os dispositivos de medição de ORP à temperatura ambiente são mais lentos e têm mais probabilidade de serem polarizados. A confiabilidade de tais dispositivos é pobre e eles necessitam calibração e manutenção freqüentes.

Desse modo, existe uma necessidade contínua de desenvolver métodos de monitoramento preciso de ORP em tempo real em sistemas de água quente.

DESCRIÇÃO RESUMIDA

Esta descrição apresenta, conseqüentemente, um método de criação de uma assinatura de ORP e/ou um espaço de ORP de um sistema de água quente em tempo real à temperatura e pressão operacionais. Uma miríade de processos que ocorrem em um sistema de água quente contribui para a assinatura e/ou o espaço de ORP, que age por sua vez como um indicador do stress de REDOX para o sistema de água quente. Ao contrário das medições convencionais da temperatura ambiente, as medições de ORP feitas em tempo real à temperatura e pressão operacionais do sistema podem indicar e os eventos de stress REDOX principais e secundários que ocorrem no sistema em tempo real. Tal monitoramento de ORP em tempo real pode ser utilizado para medir, identificar e avaliar as demandas de stress de REDOX no sistema e pode agir como um indicador direto ou indireto do processo de corrosão.

Em um aspecto, a invenção apresenta um método de criação de uma assinatura de ORP em um sistema de água quente para detectar o stress de REDOX e para inibir a corrosão no sistema de água quente. O método inclui a definição de uma ou mais zonas protetoras operacionais ("zona" ou "zonas") no sistema de água quente. Pelo menos uma das zonas definidas é selecionada e uma ou mais das zonas selecionadas incluem pelo menos uma sonda de ORP operável para medir o ORP em tempo real e para se comunicar com um controlador. O ORP em tempo

real é medido contínua ou intermitentemente em uma ou em mais das zonas selecionadas quando o sistema de água quente estiver à temperatura e pressão operacionais. O método inclui adicionalmente a transmissão do ORP em tempo real medido ao controlador.

Opcionalmente, um ou mais ORPs calculados são produzidos com base em um ou mais ORPs medidos em tempo real. O ORP em tempo real medido ou o ORP calculado são então analisados, ou pelo menos dois dos ORPs em tempo real medidos ou pelo menos dois dos ORPs calculados são integrados, para criar a assinatura de ORP para o sistema de água quente. A assinatura de ORP é avaliada então para determinar se ela se conforma a uma configuração de ORP. A configuração de ORP pode ser um mesmo ORP que é configurado para cada uma das zonas selecionadas ou um ORP diferente que é configurado para pelo menos duas das zonas selecionadas. O método inclui opcionalmente a alimentação de uma quantidade eficaz de uma ou mais espécies químicas ativas no sistema de água quente para alterar a assinatura de ORP.

Em um outro aspecto, a invenção apresenta um dispositivo para analisar uma assinatura de ORP para um sistema de água quente. O sistema de água quente tem uma ou mais zonas protetoras operacionais, onde um subconjunto de zonas é selecionado. Em uma realização, o dispositivo inclui um receptor que fica em comunicação com uma ou mais sondas de ORP. Um subconjunto de sondas de ORP é ativado e cada sonda de ORP ativada é operável para medir um ORP em tempo real à temperatura e pressão operacionais. Pelo menos uma sonda de ORP é instalada em uma ou em mais das zonas selecionadas.

Em uma realização, o dispositivo também inclui um processador operável para interpretar o ORP em tempo real medido, comunicado ao receptor de cada sonda ativada de ORP. O processador interpreta o ORP em tempo real medido

diretamente ou um ORP calculado com base no ORP em tempo real medido. A interpretação inclui a criação e análise da assinatura de ORP para o sistema de água quente. Um dispositivo de alimentação fica em comunicação com um transmissor, o qual é operável para controlar a introdução de uma ou mais espécies químicas ativas no sistema de água quente para afetar as mudanças na assinatura de ORP. O processador é operável para enviar um sinal de saída através do transmissor ao dispositivo de alimentação.

10 Uma vantagem da invenção consiste na provisão de um método de inibição da corrosão em um sistema de água quente baseado na medição de um ORP em tempo real à temperatura e pressão operacionais no sistema de água quente e na criação e análise de uma assinatura de ORP para o sistema de água quente.

15 Uma outra vantagem da invenção consiste na provisão de um dispositivo para analisar uma assinatura de ORP para um sistema de água quente, o qual inclui um receptor, um processador, um transmissor e um dispositivo de alimentação, os quais trabalhem em uníssono para afetar as mudanças na assinatura de ORP.

20 Uma vantagem adicional da invenção consiste na provisão de um método de detecção de eventos do stress de REDOX e de inibição da corrosão em um sistema de água quente.

25 Uma vantagem adicional da invenção consiste no aumento da eficiência em sistemas online de água quente permitindo a manutenção e o controle incrementados de parâmetros do sistema.

30 Ainda uma outra vantagem da invenção consiste na diminuição dos custos operacionais para uma variedade de sistemas de água quente e componentes ao impedir com precisão a corrosão.

Outras características e as vantagens são aqui

descritas, e serão aparentes a partir da seguinte Descrição Detalhada, Exemplos, e Figuras.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

5 A Figura 1 ilustra um sistema de água quente de três componentes simplificado, onde a água da composição flui através de um "Deaerador", uma "Bomba FW" e uma "Caldeira", e a caldeira gera por sua vez o "Vapor Útil" para uso subsequente em vários processos.

10 A Figura 2 ilustra uma configuração mais complexa da caldeira, incluindo uma pluralidade de bombas de água de alimentação, uma pluralidade de trocadores de calor, e um produtor de vapor.

A Figura 3 ilustra como a configuração de ORP pode ser diferente para sistemas a temperaturas diferentes.

15 A Figura 4 ilustra a alimentação de múltiplas espécies ativas de REDOX em vários locais para controlar a assinatura de ORP em um único local.

DESCRIÇÃO DETALHADA

20 Conforme aqui empregado, "sistema de água quente", "sistema" e termos análogos se referem a qualquer sistema onde a água quente fica em contato com superfícies metálicas. "Água quente" significa a água que tem uma temperatura de aproximadamente 37°C até aproximadamente 370°C. O sistema pode operar à pressão atmosférica ou abaixo desta, ou a uma
25 pressão de até aproximadamente 4.000 libras por polegada quadrada.

"ORP", "@T ORPTM" ou "a-T ORP" refere-se ao potencial de oxidação-redução para um sistema de água industrial à temperatura e pressão operacionais. Em
30 determinados casos na invenção, o ORP é indicado como ORP à temperatura ambiente.

"Assinatura de ORP" refere-se a um ORP em tempo real medido interpretado ou analisado em uma ou mais zonas

selecionadas ou um ORP calculado interpretado ou analisado com base no ORP em tempo real medido em uma ou mais zonas selecionadas. A assinatura de ORP para um determinado sistema de água quente pode ser baseada em ORPs medidos e/ou calculados a partir de uma, duas ou mais zonas no sistema e pode incluir uma análise matemática adicional.

"Sonda de ORP" refere-se a qualquer dispositivo que pode medir e transmitir um sinal @T ORP™. Um dispositivo preferido inclui aquele apresentado no Pedido de Patente Norte-americano Número de Série 111668.048, intitulado "MEDIÇÃO DO POTENCIAL DE OXIDAÇÃO-REDUÇÃO A ALTA TEMPERATURA E PRESSÃO E DISPOSITIVO DE MONITORAMENTO PARA SISTEMAS DE ÁGUA QUENTE" o qual é aqui incorporado a título de referência em sua totalidade.

"Espécie química ativa" refere-se aos oxidantes, agentes de redução, inibidores de corrosão, agentes corrosivos, e outras espécies que têm um efeito ou influenciam o ORP em um sistema de água quente. Tais espécies são descritas mais detalhadamente abaixo.

"Stress de REDOX" refere-se a qualquer evento eletroquímico em um sistema de água quente relacionado às mudanças no potencial de oxidação ou de redução, direta ou indiretamente.

"Sistema controlador" "controlador" e termos similares referem-se a um operador manual ou um dispositivo eletrônico que têm componentes tais como um processador, dispositivo de memória, mídia de armazenamento digital, tubo de raios catódicos, mostrador de cristal líquido, mostrador de plasma, tela de toque, ou um outro monitor, e/ou outros componentes. Em determinados exemplos, o controlador pode ser operável para a integração com um ou mais circuitos integrados de aplicação específica, programas, instruções executáveis por computador, ou algoritmos, um ou mais

dispositivos fiados, dispositivos sem fio, e/ou um ou mais dispositivos mecânicos. Algumas ou todas as funções do sistema controlador podem estar em um local central, tal como um servidor de rede, para a comunicação em uma rede de área local, rede de área larga, rede sem fio, conexão da Internet, 5 ligação de microondas, ligação infravermelha, e outros ainda. Além disso, outros componentes tais como um condicionador de sinais ou um monitor do sistema podem ser incluídos para facilitar os algoritmos de processamento de sinal.

10 Em uma realização, o método inclui um controlador automatizado. Em uma outra realização, o controlador é manual ou semi-manual, onde um operador interpreta a assinatura de ORP e determina a química da água de alimentação ("FW"), tal como o oxigênio ou um outro oxidante, depurador de oxigênio 15 ou um outro agente de redução, inibidor de corrosão, e/ou dosagem de agente corrosivo. Em uma realização, a assinatura de ORP é interpretada por um sistema controlador que controla a química de acordo com o método descrito. Em uma realização, o sistema controlador também interpreta a temperatura medida 20 para determinar a quantidade de produto químico ativo a ser adicionada, se houver algum. O detector da temperatura também pode ser utilizado para finalidades de informação, tal como em esquemas de alarme e/ou em esquemas de controle. Deve ser apreciado que o esquema de controle pode incorporar 25 limitadores de bomba, alarmes, controle inteligente, e/ou algo do gênero, com base em outras entradas, tais como o pH, níveis de DO, e outros constituintes/propriedades da água.

É contemplado que o método apresentado é aplicável em uma variedade de sistemas de água quente, incluindo ambos 30 os desenhos de monitoramento de ORP em tempo real direto e via satélite e de alimentação química ativa. A alimentação "direta" refere-se tipicamente à análise da assinatura de ORP em uma zona e à alimentação do produto químico ativo à mesma

zona. A alimentação "via satélite" refere-se geralmente à medição da assinatura de ORP em uma zona e à alimentação do produto químico ativo a uma zona diferente. Os sistemas e os componentes do sistema representativos incluem condensadores, 5 ambos do lado do tubo e do envoltório; trocadores de calor; bombas; vedações; aquecedores de FW à base de aço leve ou cobre; condensadores de superfície de ligas à base de cobre; deaeradores; caldeiras de tubos de água e de tubo de incêndio; máquinas de papel; receptores de condensados; 10 linhas de transferência de condensados de vapor com ou sem coletores de vapor; trocadores de calor de líquido do processo; evaporadores; sistemas de dessalinização; condensadores de água leve; fontes de água não temperada; proteção de corrosão de fluxo acelerado; aquecedores do ar; 15 sistemas refrigeradores de motores para diesel e gasolina; e outros ainda.

Outros processos exemplificadores incluem o processo de fabricação de papel, tais como processos de formação de celulose e alvejamento Kraft; processos de 20 polimento e planarização de pastilhas (por exemplo, polimento de pastilhas de silício); emissão de gás de combustão (por exemplo, SO_2 , NO_x , mercúrio); processos de fermentação; processos geotérmicos; e síntese de redox orgânica aquosa (isto é, processos de polimerização que requerem iniciadores 25 de redox).

Os regimes de controle da corrosão convencionais utilizam uma alimentação de um ponto. A invenção apresentada utiliza a carga visada ao determinar com precisão os produtos químicos ativos necessários e a quantidade/dosagem apropriada 30 desses produtos químicos. Por exemplo, as zonas relativamente oxidantes, tais como aquecedores de FW de baixa pressão (metalurgia baseada no cobre), e zonas de maior redução, com aquecedores de FW de alta pressão (metalurgia não baseada no

cobre), podem ser diferenciadas quando da análise da assinatura de ORP do sistema para eliminar os problemas relacionados com a corrosão de fluxo acelerado. Condições relativamente oxidantes dentro de todos os aquecedores de FW ferrosos em seções de reatores de água pressurizada versus regimes de aquecedores de FW finais relativamente redutores para mitigar o fissuramento da corrosão de stress em geradores do vapor.

A invenção pode detectar e reagir a ambos os eventos de stress de REDOX principal e secundários. Tipicamente, o implementador conhece as implicações do controle da corrosão do sistema e os possíveis tensionadores de REDOX e pode selecionar conseqüentemente uma ou mais das zonas protetoras operacionais definidas para analisar apropriadamente a assinatura de ORP de um determinado sistema. Desta maneira, é possível monitorar eventos de stress de REDOX e inibir a corrosão mediante a alimentação da espécie ativa de REDOX com base em leituras locais e/ou remotas de @T ORPTM como um indicador de stress de REDOX principal. A assinatura de ORP é monitorada e medida para avaliar e identificar as demandas do sistema, as quais são comparadas então à métrica conhecida/formulada para reagir, resolver e controlar os eventos do stress de REDOX. Como um indicador do stress de REDOX secundária, a invenção pode detectar processos de corrosão resultantes do stress de REDOX principal prévia, onde o tensionador de REDOX principal não é mais evidente.

A sonda de ORP pode detectar diversos fatores diferentes que contribuem com os eventos de stress de REDOX no sistema de água quente. Por exemplo, uma sonda de ORP em uma zona selecionada pode agir como um indicador direto da corrosão nessa zona ou em uma outra zona. Em uma realização, um primeiro ORP em tempo real é medido em uma primeira zona

selecionada e a assinatura de ORP é baseada somente no ORP em tempo real medido primeiramente. Em uma outra realização, o primeiro ORP em tempo real é medido na primeira zona selecionada, um primeiro ORP calculado é produzido com base no ORP em tempo real medido primeiramente, e a assinatura de ORP é baseada no primeiro ORP calculado. Em uma outra realização, um ou mais ORPs em tempo real ORPs são medidos em uma ou mais das outras zonas selecionadas, um ou mais outros ORPs calculados são produzidos com base em um ou mais dos ORPs em tempo real medidos, e uma assinatura de ORP é baseada em um ou mais dos ORPs em tempo real medidos ou um ou mais dos ORPs calculados.

Conforme descrito acima, em alguns casos o ORP medido em uma primeira zona é utilizado para calcular um ORP para uma outra zona. Tais cálculos podem ser feitos ao fazer várias suposições a respeito da dinâmica do sistema ou ao medir as diferenças da temperatura/química da água entre as zonas. O emprego da teoria potencial misturada e dos princípios termodinâmicos conhecidos permite que alguém versado na técnica também se aproxime das condições em outras zonas. No entanto, tais cálculos são tipicamente sujeitos às imprecisões inerentes; desse modo, o método preferido consiste em medir o ORP em tempo real in situ nas zonas selecionadas.

Existem diversos fatores importantes para determinar ou definir zonas protetoras operacionais/de controle específicas para um sistema. O objetivo para qualquer sistema particular é conseguir @T ORP™ "Melhores Práticas de Caldeira Específicas de Usina" para esse sistema. Por exemplo, determinadas usinas são algumas vezes limitadas a determinadas químicas devido à filosofia de controle, restrições ambientais, economia, padrões da indústria, etc. As temperaturas do sistema também podem variar drasticamente

de uma usina a outra, o que requer o ajuste da filosofia específica de controle empregada, explicado mais detalhadamente abaixo nos exemplos. Usinas diferentes também podem requerer uma linha base de stress de REDOX singular e as mudanças insipientes à linha base podem ter que ser determinadas.

Outros fatores incluem espécies alteradoras de ORP específicas adicionadas de maneira proposital ou presentes de maneira insipiente; ligas de engenharia da construção para várias porções/entidades no sistema; mitigação da corrosão geral e local desejada; limitações de dosagem; outras especificações de desenho do sistema; considerações especiais, tais como a corrosão de fluxo acelerado, a stress, e o fissuramento por corrosão; variabilidade do sistema. Os elementos versados na técnica devem compreender como avaliar estas e outras variáveis/especificações do sistema para implementar a invenção.

Idealmente, qualquer parte de uma usina pode ter o seu stress de REDOX @T ORP™ medida e controlada ao empregar @T ORP™. Isto é, a espécie ativa de REDOX é alimentada diretamente em uma peça específica do equipamento (ou grupos de equipamentos) e a assinatura de ORP da água nessa peça do equipamento é medida in situ, analisada, e controlada quanto à mitigação da corrosão. A presente invenção está mais especificamente envolvida na análise da assinatura de ORP local para a(s) peça(s) que está(estão) sendo protegida(s) e o transporte de produtos da corrosão com efeitos nocivos concomitantes desse transporte da corrosão em outra parte no sistema, incluindo sujeira, revestimento da superfície de transferência de calor, deposição da turbina, etc. Esta abordagem de monitoramento e controle do equipamento total não é frequentemente possível devido às limitações e à economia do sistema atual. Dessa maneira, partes dos sistemas

precisam ser tipicamente manipuladas como entidades inteiras. Em alguns casos, a sucessão inteira de água de alimentação de um sistema de caldeira pode ser a entidade. Alternativamente, somente pequenas partes do sistema ou grupos de partes do sistema são a entidade. É contemplado que qualquer parte, componente, ou entidade (incluindo o sistema inteiro visto como uma entidade) podem ser selecionados e a assinatura de ORP monitorada/controlada.

Em um aspecto, a configuração de ORP para uma zona selecionada pode se sobrepor com uma outra zona definida ou selecionada. Em um outro aspecto, a configuração de ORP para uma zona selecionada é completamente independente de cada outra zona definida ou selecionada. Em um aspecto adicional, a configuração de ORP para uma zona selecionada é parcialmente dependente dos fatores em uma ou em mais outras zonas definidas ou selecionadas.

Em uma realização, a configuração de ORP é determinada para uma primeira zona selecionada e as configurações de ORP adicionais são determinadas opcionalmente para zonas selecionadas adicionais, caso haja alguma. Em uma realização, cada configuração de ORP adicional é determinada independentemente. Alternativamente, uma ou mais das configurações de ORP podem ser dependentes de uma ou mais outras configurações de ORP. As configurações de ORP são geralmente dependentes e baseadas em limitações operacionais do sistema de água quente.

A determinação da configuração de ORP para qualquer sistema particular pode ser realizada por qualquer método apropriado. Um método preferido é descrito no Pedido de Patente Norte-americano Número de Série 111692.542, intitulado "MÉTODO DE INIBIÇÃO DA CORROSÃO EM SISTEMAS DE ÁGUA QUENTE INDUSTRIAL PELO MONITORAMENTO E CONTROLE DA ALIMENTAÇÃO DE OXIDANTE/AGENTE DE REDUÇÃO ATRAVÉS DE UM

ALGORITMO DE CONTROLE NÃO-LINEAR", que é aqui incorporado a título de referência em sua totalidade. No entanto, é contemplado que qualquer método conhecido dos elementos versados na técnica pode ser empregado para verificar a configuração do ORP. Em uma realização, a configuração do ORP é um ponto ajustado de ORP que seja escolhido entre um ou mais valores isolados. Em uma outra realização, a configuração do ORP é uma faixa de configurações de ORP escolhida de uma ou mais faixas de valores. Com o passar do tempo, a configuração do ORP para qualquer zona selecionada pode ser ajustada ou mudada. Por exemplo, uma determinada usina pode ter uma programação que esboce as configurações de ORP para peças/componentes diferentes do sistema em horas diferentes. Essa programação deve ser baseada tipicamente em fatores operacionais no sistema que podem mudar à medida que as demandas no sistema mudam.

Algumas zonas podem ter uma assinatura de ORP relativamente redutora e outras zonas podem ter uma assinatura de ORP relativamente mais oxidante. Por exemplo, com referência à FIGURA 2, os trocadores de calor 1 e 2 podem ser manufaturados com uma liga que exiba baixas taxas de corrosão sob condições mais redutoras. Ao passo que o trocador de calor 3 pode ser manufaturado com uma metalurgia diferente que exiba taxas mais baixas de corrosão sob condições mais oxidantes. O "produtor de vapor" pode então precisar outra vez ser mantido sob condições mais redutoras. As zonas do controle de @T ORPTM devem ser conseqüentemente ajustadas e monitoradas para compensar a assinatura de ORP para estas diferenças.

Em uma realização, uma ou mais das zonas selecionadas podem estar em um modo de monitoramento e/ou de alarme, enquanto que uma ou mais outras zonas selecionadas estão em um modo de controle. Uma zona selecionada em um modo

de monitoramento e/ou de alarme é capaz, em uma realização, de comutar entre estes modos. Tal comutação pode ser controlada manual ou automaticamente. Diversos exemplos são apresentados abaixo sobre a maneira na qual o desenho do sistema de @T ORPTM pode ser utilizado para analisar a assinatura de ORP para o controle do stress de REDOX e a inibição da corrosão.

Em uma outra realização, o @T ORPTM é medido através de qualquer bomba para detectar a corrosão ou a falha da bomba ou da vedação. Em uma outra realização, o método pode ser utilizado para detectar vazamentos do tubo do trocador de calor, uma vez que uma espécie química ativa pode ser transferida através de vazamento no trocador de calor para o outro lado (por exemplo, do lado do envoltório ao lado do tubo ou vice-versa). Um outro exemplo deve ser um vazamento de água de refrigeração do condensador de superfície em um poço quente de condensado de FW. Em uma realização adicional, o método pode ser utilizado para detectar qualquer intrusão não desejada de espécies químicas ativas externas (isto é, contaminantes do sistema). Desta maneira, uma assinatura de ORP pode ser utilizada como um sistema de advertência antecipada para a falha ou a ruptura da vedação do tubo ou da bomba da caldeira; o ingresso ou o egresso de fluido; o excesso ou a falta da espécie oxidante ou da espécie redutora; e outros ainda. Quando mais água da composição da caldeira é adicionada ao sistema de tempo em tempo, uma mudança concomitante no stress de REDOX também pode ser observada na assinatura de ORP analisada.

Os valores de ORP medidos ou calculados podem indicar quantidades de espécies eletroquimicamente ativas em uma ou mais das zonas selecionadas. Tal indicação pode ser vista diretamente na zona onde o ORP foi medido ou então inferida em uma outra zona onde o ORP não foi medido

diretamente. Em determinados casos, o ORP medido ou calculado indica uma quantidade de produto químico que afeta indiretamente uma quantidade de espécie eletroquimicamente ativa em uma ou mais zonas selecionadas. Em um caso mais típico, as espécies eletroquimicamente ativas influenciam diretamente o ORP medido ou calculado e a assinatura de ORP.

Em uma realização, o método inclui a inclinação de uma das zonas selecionadas para uma outra das zonas selecionadas após um evento de ativação. Qualquer evento que causa um deslocamento ou uma mudança na assinatura de ORP em uma ou mais zonas de controle pode ser um evento de ativação. Uma pessoa versada na técnica pode analisar tais opções e escolher um ou mais eventos de ativação para um sistema. Por exemplo, a colocação das bombas ou de outras partes do sistema online (ou a colocação fora de linha) pode ser um evento de ativação. As mudanças da pressão do vapor devidas às mudanças do uso a jusante, tal como entre o acionamento da turbina e outros usos de uma pressão mais baixa, também podem ser escolhidas como um evento de ativação. A ativação também pode ser baseado na ativação das várias correntes de condensado, que podem introduzir tensionadores de REDOX específicos no sistema. Tais eventos de ativação podem ser detectados por sondas, relés, monitores, etc., embora permaneçam detectáveis por mudanças na assinatura de ORP em uma ou mais zonas de controle. Além disso, a taxa de mudança destes e de outros eventos pode ditar a taxa de inclinação de uma zona de controle para uma outra zona de controle, incluindo os modos de inclinação instantâneo, cronometrado, por etapas, ou outros modos apropriados.

Os eventos de ativação representativos também podem incluir numerosas operações temporizadas ou cronogramas ou outras dinâmicas de usina. Um cronograma pode ser um tempo de partida fixo seguido pelo crescimento em algumas operações do

sistema em relação ao tempo. Por exemplo, trinta minutos depois de ter iniciado o fluxo de FW, o ORP em tempo real deve estar dentro de 100 mV da configuração de ORP desejada. Depois de vinte minutos da queima da carga total da caldeira, o ORP em tempo real deve ser inclinado ascendentemente para a configuração de ORP. A inclinação também pode ser ativada quando uma configuração de ORP foi obtida em outra parte no sistema, tais como os componentes a montante. Por exemplo, uma vez que uma zona de controle a montante tenha atingido a sua configuração de ORP (ou seja dentro, por exemplo, de 50 mV), uma zona de controle a jusante é ativada ou colocada em um modo de controle. Tal arranjo em seqüência do controle de ORP em tempo real é um método preferido de ativação.

A mudança na dinâmica da usina também pode iniciar a ativação e/ou a inclinação. Em uma realização, o evento de ativação pode incluir mudanças de saída de potência da usina. Por exemplo, uma diminuição da saída de potência de 5% pode ser o evento de ativação que inicia mudanças de ORP em tempo real em uma ou mais zonas de controle no sistema. O procedimento utilizado para iniciar as mudanças de ORP em tempo real pode ser, por exemplo, um sinal imediato para mudar a configuração de ORP para uma ou mais zonas de controle ou uma inclinação gradual para uma nova configuração de ORP. Este procedimento pode ser baseado na taxa ou na magnitude do declínio de potência. Além disso, os mecanismos de ativação e/ou inclinação podem ser interconexões complexas de sinais múltiplos e de temporização.

Em uma realização preferida, as mudanças e os ajustes para a química de FW incluem a adição de oxigênio ou um outro oxidante, depurador de oxigênio ou um outro agente redutor, inibidor de corrosão, agente corrosivo, e/ou outros produtos químicos ativos à FW. Por definição, os depuradores de oxigênio são agentes redutores, embora nem todos os

agentes redutores sejam necessariamente depuradores de oxigênio. Os agentes redutores, apropriados como depuradores de oxigênio, preenchem os requisitos termodinâmicos de que deve haver um calor exotérmico de reação com oxigênio. Para
5 aplicações práticas, uma reatividade razoável é requerida tipicamente a baixas temperaturas. Isto é, deve haver alguma cinética favorável da reação. Além disso, outras mudanças e ajustes para a química de FW, tais como para o controle do sistema e o controle da corrosão, podem incluir a adição de
10 outros agentes de oxidação (oxidantes), outros agentes de redução (redutores), e/ou outros produtos químicos ativos ou inertes.

Também é altamente desejável que o agente de redução e seus produtos de oxidação não sejam corrosivos e
15 não formem produtos que sejam corrosivos quando se formam no equipamento gerador de vapor. Tipicamente, determinados depuradores de oxigênio funcionam idealmente em determinadas faixas de pH, temperaturas e pressões, e também são afetados pela catálise de uma forma ou outra. A seleção dos
20 depuradores de oxigênio apropriados para um determinado sistema pode ser determinada imediatamente com base nos critérios aqui discutidos e no conhecimento dos elementos versados na técnica.

Os redutores preferidos (isto é, depuradores de
25 oxigênio) incluem a hidrazina, sulfito, bissulfito, carboidrazida, N,N-dietilhidroxilamina, hidroquinona, eritorbato ou ácido eritórbito, metil etil cetoxima, hidroxilamina, ácido tartrônico, etoxiquina, metiltetrazona, tetrametilfenilenodiamina, semi-carbazidas,
30 dietilaminoetanol, monoetanolamina, 2-cetogluconato, ácido ascórbico, ácido gálico, N-isopropil hidroxilamina, diidroxiacetona, ácido tânico e seus derivados, boridretos, antioxidantes de grau de alimentos, outros do gênero, e todas

as combinações. Deve ser apreciado que qualquer espécie química ativa pode ser utilizada no método da invenção.

Os oxidantes representativos incluem o oxigênio, peróxido de hidrogênio, peróxidos e perácidos orgânicos (alquila e arila), ozônio, quinona, formas de ácido e de base de nitratos e nitritos, outros do gênero, e combinações.

Os agentes corrosivos representativos incluem os ácidos minerais (por exemplo, HCl, H₂SO₄, HNO₃, H₃PO₄) e os seus sais/derivados; cáusticos (por exemplo, Na, K, Li, hidróxidos); hidróxido de amônio; quelantes, tais como EDTA, NTA, HEDP; ácido fosfônico e ácidos polifosfônicos; fosfonatos; agentes de complexação poliméricos orgânicos solúveis e/ou dispersíveis em água, tais como homopolímeros, copolímeros e terpolímeros de ácidos acrílicos; acrilamida; acrilonitrilo; ácido metacrílico; ácidos estireno sulfônicos; outros do gênero; e combinações.

Os inibidores de corrosão representativos incluem sais de metais alcalinos e de amina de fosfato e polofosfatos; aminas neutralizadoras; molibdatos; tungstatos; boratos; benzoatos; inibidores de películas, tais como alquil, alquenil e aril poliaminas e seus derivados; composições de tensoativos, tais como aquelas apresentadas na patente norte-americana n°. 5.849.220; químicas de ácidos fosfinosuccínicos oligoméricos, tais como aqueles apresentados na patente norte-americana n°. 5.023.000; outros do gênero; e combinações.

EXEMPLOS

O acima exposto pode ser melhor compreendido mediante referência aos seguintes exemplos, os quais se prestam a finalidades ilustrativas e não se prestam a limitar o âmbito da invenção.

Exemplo 1

A FIGURA 1 ilustra um sistema de água quente de

três componentes simplificado. A água de composição flui através de um "deaerador", uma "bomba de FW" e uma "caldeira". A caldeira gera por sua vez o "vapor útil" que é utilizado para vários processos a jusante. Neste exemplo, a assinatura de ORP pode ser monitorada/controlada na saída do deaerador, etiquetada como "1" na FIGURA 1, ou na saída da bomba de FW, etiquetada como "2" na FIGURA 1. O stress de REDOX pode ser reagido em tempo real, uma vez que ocorre no deaerador e/ou na bomba de FW independentemente. A espécie química ativa também pode ser alimentada no deaerador, após o deaerador, e/ou após a bomba de FW para um controle mais específico da corrosão.

Exemplo 2

A FRA 2 ilustra uma configuração de caldeira mais complexa, incluindo uma pluralidade de bombas de água de alimentação, uma pluralidade de trocadores de calor, e um produtor de vapor (isto é, caldeira). Em tal configuração, qualquer número (isto é, um, dois, ou mais) de condensadores, trocadores de calor, bombas, caldeiras, aplicações de vapor do processo, etc., poderia ser empregado. Na FIGURA 2, a água de alimentação que flui é mostrada como linhas de setas sólidas como se movendo para as áreas 1 e 2 do "uso do vapor do processo". O vapor condensado é mostrado como linhas de setas pontilhadas enquanto é alimentado em vários locais na usina, que podem incluir o lado do envoltório de trocadores de calor ou diretamente de volta às áreas de condensado. Caso desejado, o condensado que não satisfaz as especificações da água da usina para a água de alimentação da caldeira pode ser drenada para fora do sistema tal como assoprado.

Os exemplos de posições onde a assinatura de ORP poderia ser monitorada/controlada e/ou os locais de alimentação para espécies químicas ativas são etiquetados como "22" na FIGURA 2. Tal posicionamento controlado pelo

usuário permite capacidades locais de proteção contra a corrosão para uma unidade específica e/ou grupos de unidades, bem como a proteção contra corrosão global.

Exemplo 3

5 A FIGURA 3 ilustra como a configuração de ORP pode ser diferente para sistemas a temperaturas diferentes. As temperaturas mostradas na FIGURA 3 podem representar, por exemplo, usinas diferentes ou zonas de proteção/controle operacionais diferentes na mesma usina. Neste exemplo, a
10 configuração de ORP é uma faixa de configuração de ORP selecionada de uma série de faixas, mostrada como linhas verticais etiquetadas "Preferidas", "Mais amplas" e "As mais amplas de todas". Dependendo da sofisticação do equipamento na usina (isto é, limitações operacionais), a faixa de
15 configuração de ORP utilizável ou ponto podem variar. Isto é, algumas usinas podem manipular uma faixa estreita, ou preferida, de configuração de ORP, ao passo que outras usinas podem manipular somente uma faixa de configuração de ORP mais larga.

20 Os números de @T ORP™ devem ser gravados tipicamente versus um eletrodo de referência de pressão equilibrada externa (designado como "EPBRE" na FIGURA 3) que tem uma solução de enchimento de cloreto de potássio 0,1 normal. A primeira zona de controle a 180°F pode ser medida e
25 controlada por uma sonda de @T ORP™ posicionada depois do "trocador de calor 2" (FIGURA 2) na água de alimentação, e a espécie química ativa pode ser alimentada na água de alimentação imediatamente depois do "condensador" (FIGURA 2) na água de alimentação.

30 A segunda zona de controle 350F pode ser medida e controlada por uma sonda de @T ORP™ posicionada depois do "trocador de calor 3" (FIGURA 2) na água de alimentação, e a espécie química ativa pode ser alimentada na água de

alimentação imediatamente antes do "trocador de calor 3" (FIGURA 2) na água de alimentação.

A terceira zona de controle 500F pode ser medida e controlada por uma sonda de @T ORP™ posicionada depois do "trocador de calor 4" (FIGURA 2) na água de alimentação, e a espécie química ativa pode ser alimentada na água de alimentação imediatamente antes do "trocador de calor 4" (FIGURA 2) na água de alimentação.

Exemplo 4

Este exemplo ilustra a alimentação de múltiplas espécies ativas de REDOX em vários locais para controlar o @T ORP™ em um único local, tal como mostrado na FIGURA 4. A sonda de controle de @T ORP™ foi colocada diretamente a montante do local de alimentação para a espécie ativa de REDOX # 2. A sonda de @T ORP™ foi utilizada para medir o @T ORP™ antes da alimentação da espécie ativa de REDOX # 2. A sonda de @T ORP™ foi então comutada para controlar a alimentação de uma outra espécie ativa de REDOX (# 1), sendo alimentada a montante da sonda de @T ORP™ isolados. Deve ser observado que, quando a espécie ativa de REDOX #2 (que era controlada manualmente) foi desligada, o efeito dessa perda permeou rapidamente a química da água da usina e foi detectado pela sonda de @T ORP™ e refletido na assinatura de ORP analisada. O controlador (neste exemplo, o controlador foi automatizado para a espécie ativa de REDOX # 1) iniciou imediatamente a alimentação adicional da espécie ativa de REDOX #1 para a composição para a queda curta na espécie ativa de REDOX # 2.

A alimentação controlada da espécie ativa de REDOX #1 podia atingir e manter a configuração de @T ORP™, desse modo minimizando a corrosão nos trocadores de calor durante este evento. Deve ser observado que, assim que a espécie ativa de REDOX #2 foi religada manualmente, o dispositivo de

controle da corrosão (isto é, o sistema da sonda de @T ORP™ compensou imediatamente ao cortar a alimentação da espécie ativa de REDOX #1 para manter a configuração de @T ORP™ desejada para o controle da corrosão.

15

Exemplo 5

Este exemplo ilustra a resposta não predita da sonda de @T ORP™ para medir os eventos da corrosão diretamente e como as medições de ORP em tempo real agem como um indicador direto da corrosão em sistemas de água quente de eventos de stress de REDOX. Em cada estágio no sistema descrito abaixo, a assinatura de ORP analisada muda com a mudança no ORP em tempo real e/ou muda em eventos de stress de REDOX.

A sonda de @T ORP™ reage à formação de produtos da corrosão na FW. As tensões de REDOX na FW incluem os pares de corrosão iônicos conjugados complexos tais como $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ ou $\text{Cu}^+/\text{Cu}^{2+}$, por exemplo. Em um aquecedor de FW todo à base de ferro, a água de elevado DO (isto é, mais de 500 ppb) começa a entrar no aquecedor de FW. O ORP à temperatura ambiente e o ORP em tempo real na entrada do aquecedor eram inicialmente de -125 mV e -280 mV, respectivamente. Na experimentação do evento de stress de REDOX adicionado, o ORP à temperatura ambiente e o ORP em tempo real na entrada do aquecedor se elevaram para -70 mV e -30 mV, respectivamente. A sensibilidade da sonda de @T ORP™ (o ORP em tempo real aumenta 250 mV) é vista claramente em comparação à sonda de ORP à temperatura ambiente (aumentou somente 55 mV). As sondas de ORP em tempo real e à temperatura ambiente na saída do aquecedor de FW eram inicialmente de -540 mV e -280 mV, respectivamente. Depois do evento de stress de REDOX elevado as sondas de ORP em tempo real e à temperatura ambiente na saída do aquecedor de FW se transformaram em -140 e -280 mV, respectivamente. É importante observar que o ORP em tempo

real se elevou por 400 mV, ao passo que o ORP à temperatura ambiente não mostrou nenhuma mudança.

5 Não se pretende ser limitado particularmente à teoria; no entanto, uma teoria de que as medições de ORP à temperatura ambiente na saída do aquecedor de FW não mostraram nenhuma mudança era que o DO que sai do aquecedor de FW permaneceu inalterado durante todo o evento de ingresso na entrada do aquecedor de FW. A razão para que os números de ORP em tempo real se elevaram tão drasticamente na saída do 10 aquecedor de FW era mais provável por causa da corrosão que tinha ocorrido no próprio aquecedor de FW. Este evento gerou um suprimento abundante de espécie de ferro oxidado iônico, que a sonda de @T ORP™ detectou, mas a sonda de ORP à temperatura ambiente não detectou.

15 O mesmo efeito foi observado através dos aquecedores de FW baseados em cobre onde o oxigênio dissolvido foi consumido dentro dos aquecedores de FW. Uma vez mais, as medições do ORP à temperatura ambiente não mostraram nenhuma mudança na saída dos aquecedores de FW, mas 20 as respostas da sonda de @T ORP™ mostraram números elevados quando espécies iônicas de cobre oxidado (pares de conjugados) foram liberadas na FW e saíram do aquecedor de FW, apenas para serem detectadas pelas sonda de @T ORP™ e não pelos instrumentos de ORP à temperatura ambiente.

25 Deve ser compreendido que será aparente aos elementos versados na técnica as várias mudanças e modificações nas realizações descritas. Tais mudanças e modificações podem ser feitas sem que se desvie do caráter e do âmbito da invenção e sem diminuir as suas vantagens 30 pretendidas. Portanto, pretende-se que tais mudanças e modificações sejam cobertas pelas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. MÉTODO PARA CRIAR UMA ASSINATURA DE POTENCIAL DE OXIDAÇÃO-REDUÇÃO EM TEMPO REAL ("ORP") EM UM SISTEMA EM ÁGUA QUENTE para detectar o stress redox e inibir a corrosão no sistema em água quente, em que o método é caracterizado pelo fato de compreender:

(a) a definição de uma ou mais zonas protetoras operacionais ("zona" ou "zonas") no sistema em água quente;

(b) a seleção de pelo menos uma das zonas definidas, sendo que uma ou mais das zonas selecionadas inclui pelo menos uma sonda ORP operável para medir o ORP em tempo real e se comunicar com um controlador, e em que a sonda ORP inclui opcionalmente um detector de temperatura, um eletrodo de metal nobre e um eletrodo de referência;

(c) a medição tanto intermitente quanto continuamente do ORP em tempo real em uma ou mais das zonas selecionadas enquanto o sistema em água quente está em uma temperatura e pressão de operação;

(d) a transmissão do ORP medido em tempo real ao controlador;

(e) a produção opcional de um ou mais ORPs calculados com base no ORP medido;

(f) a análise do ORP medido em tempo real ou do ORP calculado ou integrando pelo menos dois ORPs medidos em tempo real ou de pelo menos dois ORPs calculados para criar uma assinatura de ORP para o sistema em água quente;

(g) a avaliação de se a assinatura de ORP está de acordo com um ajuste de ORP, sendo que o ajuste de ORP é um mesmo ajuste de ORP para cada uma das zonas selecionadas ou um ajuste de ORP diferente para pelo menos duas das zonas selecionadas, e sendo que o ajuste de ORP muda opcionalmente com o tempo;

(h) o carregamento opcionalmente de uma quantidade

eficaz de uma ou mais espécies químicas ativas no sistema em água quente para alterar a assinatura de ORP; e

(i) operar opcionalmente o método sobre uma rede.

2. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma das zonas selecionadas está em um modo de monitoramento e/ou alarme e pelo menos uma outra zona selecionada está em um modo de controle e ainda em que pelo menos uma das zonas selecionadas é capaz de mudar tanto manual quanto automaticamente entre o modo de monitoramento e/ou alarme e o modo de controle.

3. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de incluir a determinação de um primeiro ajuste de ORP que corresponde a uma primeira zona selecionada, e opcionalmente a determinação de ajustes de ORP adicionais que correspondem a zonas selecionadas adicionais, em que o ajuste de ORP é selecionado de um grupo que consiste em: um ponto de ajuste de ORP escolhido dentre um ou mais valores únicos e uma faixa de ajuste de ORP escolhida dentre uma ou mais faixas de valores, e opcionalmente incluindo a determinação independente do primeiro ajuste de ORP e/ou a determinação independente de cada ajuste de ORP adicional que corresponde a cada zona selecionada adicional.

4. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de incluir a medição de um primeiro ORP em tempo real em uma primeira zona selecionada e fundamentação da assinatura de ORP somente naquele ORP medido em tempo real; e/ou medição de um ORP em tempo real na primeira zona selecionada, produção de um primeiro ORP calculado e fundamentação da assinatura de ORP no primeiro ORP calculado; e/ou medição de um ou mais ORPs em tempo real em uma ou mais das outras zonas selecionadas, produção de um ou mais dos outros ORPs calculados e fundamentação da assinatura de ORP em um ou mais dos outros ORPs medidos em tempo real ou em um ou mais dos

outros ORPs calculados.

5. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o ORP medido em tempo real ou o ORP calculado indicam uma quantidade de espécie ativa eletroquimicamente na respectiva zona selecionada ou em uma outra zona selecionada; e/ou em que o ORP medido em tempo real ou o ORP calculado indicam uma quantidade de um produto químico que afeta indiretamente uma quantidade da espécie ativa eletroquimicamente na respectiva zona selecionada ou em uma outra zona selecionada.

6. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que as espécies ativas eletroquimicamente influenciam diretamente a assinatura de ORP.

7. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a espécie química ativa é selecionada do grupo que consiste em: oxidantes, redutores, inibidores de corrosão, corrosivos e suas combinações, em que o sistema em água quente é selecionado do grupo que consiste de: caldeiras de tubo de água ou de tubo de incêndio movidas a combustível fóssil; calefadores em água quente; trocadores de calor; geradores de vapor; sistemas elétricos de energia nuclear incluindo reatores da água leve, reatores de água pressurizada e reatores de água fervente; unidades marinhas; motor de combustão e sistemas de refrigerador a diesel; sistemas evaporadores; sistemas de dessalinização térmicos; sistemas evaporadores; operações de fabricação de papel incluindo processos de produção de polpa e processos de clareamento; processos de polimento e planarização de pastilhas; emissões de gás de combustão; processos de fermentação; processos geotérmicos; síntese de redox orgânica aquosa; processos de polimerização; equipamento para ejeção de vapor; operações de processamento; e dispositivos auxiliares dos mesmos.

8. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado pelo fato de que a assinatura de ORP é um sistema de advertência prévia para os eventos de stress REDOX selecionados do grupo que consiste de: falha de vedação ou ruptura de tubo ou bombas; falha de bomba; ingresso ou egresso de fluido; excesso ou falta da espécie de oxidação ou da espécie reductora.

5
10 9. MÍDIA DE ARMAZENAMENTO DIGITAL, caracterizada pelo fato de ter instruções executáveis em computador armazenadas na mesma, e as instruções são operáveis para executar o método, tal como definido na reivindicação 1.

10 10. DISPOSITIVO PARA ANÁLISE DE UMA ASSINATURA DE ORP PARA UM SISTEMA EM ÁGUA QUENTE, e o sistema em água quente tem uma ou mais zonas protetoras operacionais ("zona" ou "zonas"), sendo que um subconjunto de zonas consiste em zonas
15 selecionadas, em que o dito dispositivo é caracterizado pelo fato de compreender:

um receptor em comunicação com uma ou mais sondas de potencial de oxidação-redução ("ORP"), um subconjunto de sondas ORP que são ativadas, e cada sonda ORP ativada é operável para
20 medir um ORP em tempo real sob temperatura de operação e de pressão, e uma ou mais das zonas selecionadas incluem pelo menos uma sonda ORP;

um processador operável para interpretar o ORP medido em tempo real comunicado ao receptor de cada sonda ORP ativada,
25 sendo que o processador interpreta o ORP medido em tempo real diretamente ou interpreta um ORP calculado com base no ORP medido em tempo real, sendo que a dita interpretação inclui a análise de um ou mais dos ORPs interpretados para formar a assinatura de ORP para o sistema em água quente; e

30 um transmissor em comunicação com um dispositivo de carregamento operável para controlar a inserção de uma ou mais espécies químicas ativas no sistema em água quente para afetar as mudanças no ORP em tempo real, sendo que o processador é

operável para emitir um sinal de saída através do transmissor para o dispositivo de carregamento.

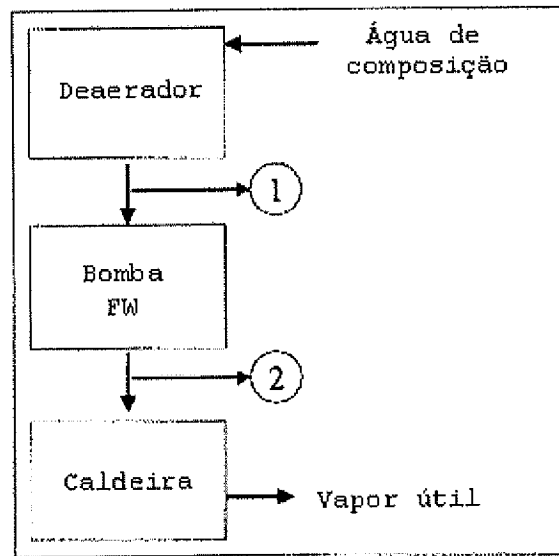


Fig. 1

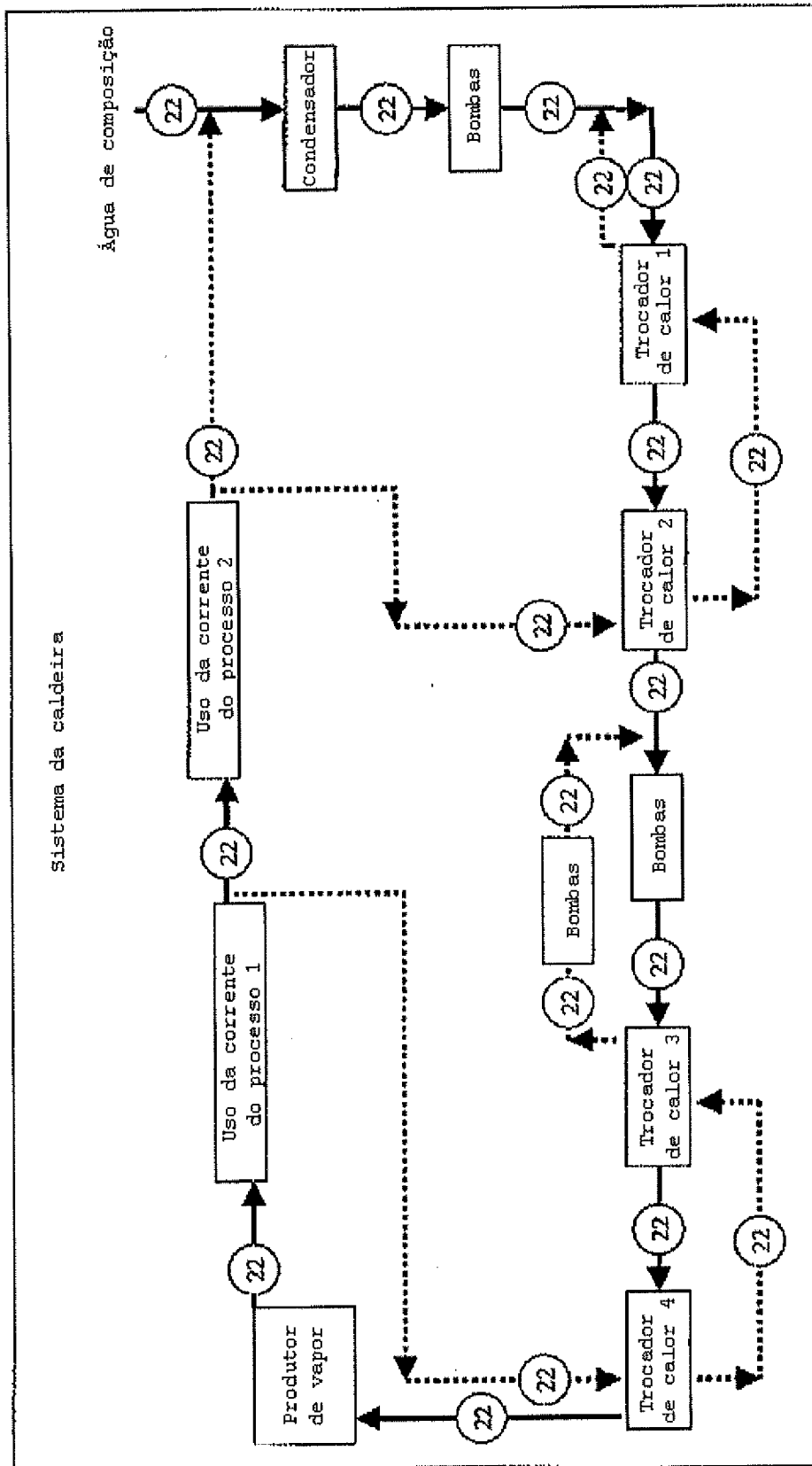


Fig. 2

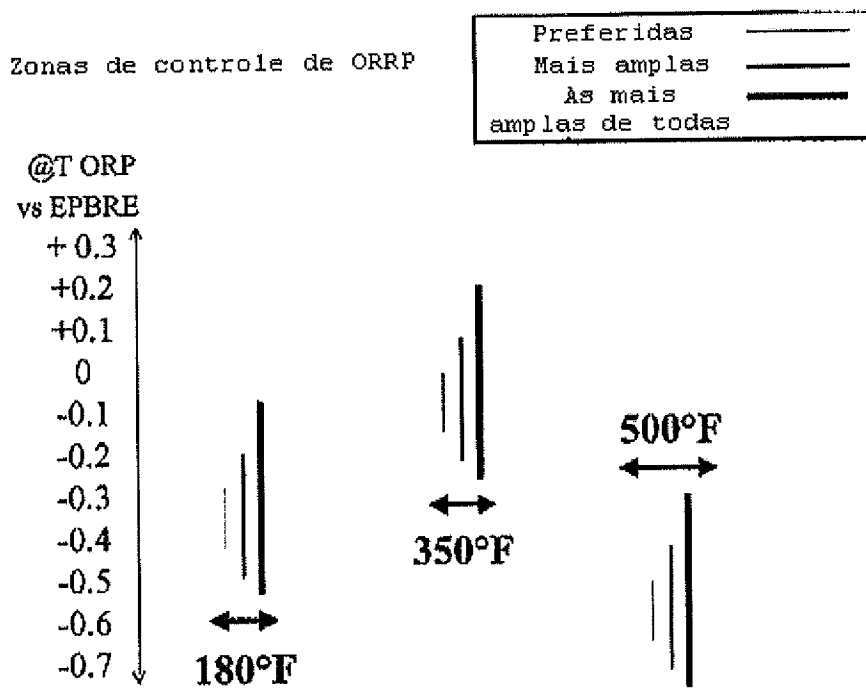


Fig. 3

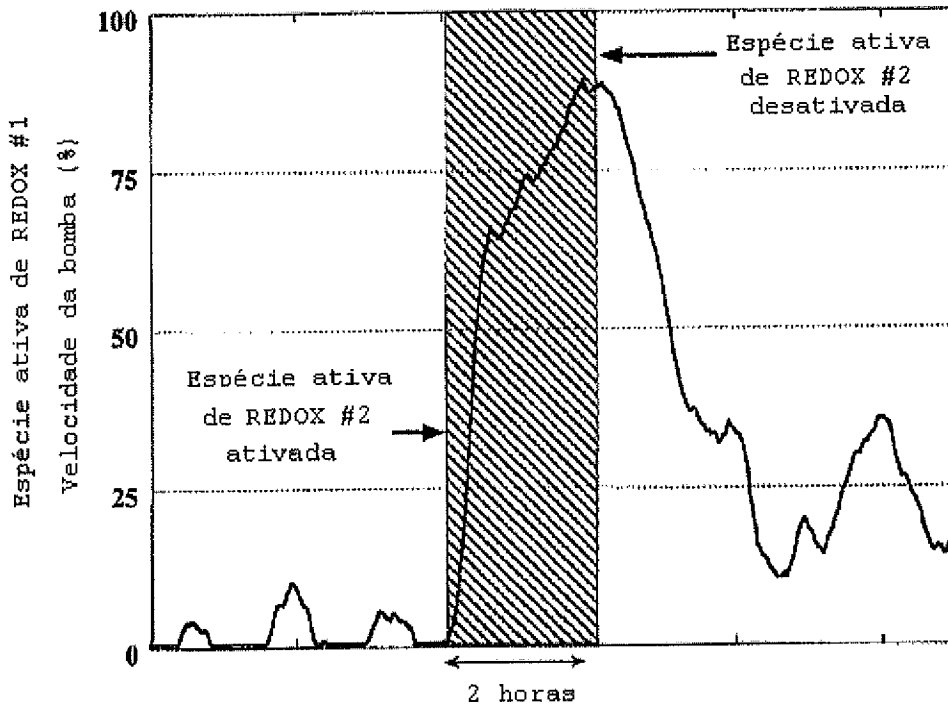


Fig. 4

RESUMO

MÉTODO PARA CRIAR UMA ASSINATURA DE POTENCIAL DE
OXIDAÇÃO-REDUÇÃO EM TEMPO REAL ("ORP") EM UM SISTEMA EM ÁGUA
5 QUENTE, MÍDIA DE ARMAZENAMENTO DIGITAL E DISPOSITIVO PARA
ANÁLISE DE UMA ASSINATURA DE ORP PARA UM SISTEMA EM ÁGUA
QUENTE

Trata-se de um método para criar uma assinatura do
10 potencial de oxidação-redução em tempo real em um sistema em
água quente para detectar o stress do REDOX e para inibir a
corrosão no sistema em água quente. O método inclui a
definição de uma ou mais zonas protetoras operacionais no
sistema em água quente. Uma ou mais das zonas protetoras
15 operacionais incluem uma sonda do potencial de oxidação-
redução que seja operável para medir um potencial de
oxidação-redução em tempo real no sistema em água quente sob
temperatura e pressão de operação. A sonda transmite o
potencial em tempo real medido ao controlador, que analisa e
20 interpreta o potencial transmitido para criar uma assinatura
do potencial de oxidação-redução para o sistema em água
quente. Se a assinatura não estiver de acordo com o ajuste do
potencial de oxidação-redução, o controlador é operável para
carregar uma ou mais espécies químicas ativas no sistema em
25 água quente.