INTERCORR2008_113

Copyright 2008, ABRACO
Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2008, em Recife/PE, no mês de maio de 2008.
As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

Aplicação de Revestimento Poliuretânico Flexível em Condutos Forçados de Usinas Hidrelétricas

Carlos Roberto Mário de Souza[(1)], Walter José de Miranda[(2)], João Camilo Cardoso[(3)]

Abstract:

Copel Geração Engeneering Mantenaince Department of has tried aprimorate its performance, searching new tecnologies that adding value its equipments and may integrate efforts in aplication of Mechanism of Clean Development (MCD). In case of anticorrosive industrial lining, Department is daring on aplicattion of differents schemes over others consagrated schemes to maintenance of power plants's penstocks, even metalics pieces or concrete pieces. Flexible elastomeric poliurethane adopted has some proprieties like a alternative product, with good results on barrier protection process. It is a product without solvent, two components (resin and catalizer), 100% solids, applied by high pressure machine airless, no smell, no inflamable, atoxic, painting by one hand, with final thickness between 0,5 and 2,0 or 3,0 mm. With these proprieties, classifies the product how secure to applie in internal and reduced spaces, like penstocks, with low ventilation, contributing to no polute the enviroment. This technical paper will treat of the Copel Geração experience with lining scheme, used since 1,999, on several power plants, adding more than 25,000 m^2 applied, with satisfatories results. Also, will be treated the process of preparing surfaces and cares to handle and aplication, including technical characterics and international standards that product gathering.

Resumo:

A Engenharia de Manutenção de Usinas da Copel Geração tem buscado aprimorar sua atuação, buscando novas tecnologias que agreguem valor aos seus ativos e possam integrar-se no esforço da aplicação do MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo).
No caso de pintura industrial anticorrosiva o departamento está ousando na aplicação de materiais diferentes dos atualmente consagrados para manutenção de condutos forçados de Usinas, sejam nas partes metálicas, sejam nas partes de concreto.
O poliuretano elastomérico flexível adotado, tem algumas propriedades que fazem dele um produto alternativo no processo de proteção por barreira. Ele é um produto que não tem solvente (100% de sólidos), de 2 componentes (resina e catalizador), aplicado por máquina "airless" de alta pressão, sem cheiro durante a aplicação, não tóxico, não inflamável, aplicado em uma única demão, com espessura entre 0,5 mm podendo chegar até 2 ou 3 mm, caso haja necessidade.
Com estas propriedades, o produto é seguro para aplicar em espaços confinados, como é o caso de condutos forçados, evitando a poluição ambiental.
Este trabalho mostrará a experiência que a Copel Geração tem adquirido com este esquema de pintura, desde de 1.999, em diversas Usinas, contabilizando atualmente mais de 25.000 m^2 aplicados, com resultados satisfatórios.

1 Engenheiro Mecânico Senior – COPEL GERAÇÃO SA
2 Técnico Especializado – COPEL GERAÇÃO SA
3. Técnico Especializado – COPEL GERAÇÃO SA

1. Introdução

No campo de revestimentos por barreira de equipamentos em instalações industriais não tem havido grandes novidades nos últimos anos. Esquemas de pintura à base de resinas epóxi, poliuretano e outras tem dominado esta importante área da manutenção. É de conhecimento público que o Brasil perde bilhões, computados em moeda nacional, por causa da corrosão em suas diversas formas, que se desenvolve naturalmente e que precisa ser evitada utilizando-se técnicas de manutenção cada vez mais apuradas. Contudo, existem alternativas para os atuais esquemas de pintura, que podem melhorar sensivelmente a longevidade dos equipamentos industriais. Uma alternativa, que se apresenta como promissora, é o esquema de pintura à base de produtos elastoméricos. As principais características destes produtos estão na sua composição química que proporcionam propriedades físicas adequadas para proteção por barreira. São produtos que, uma vez aplicados, formam uma película altamente impermeável, aderente, flexível, resistentes à impactos e abrasão, não quebradiça, que atendem satisfatoriamente as exigências de proteção de muitos equipamentos industriais, e se encaixa perfeitamente nos requisitos de condutos adutores e forçados de Usinas Hidrelétricas. Este trabalho técnico mostra alguns aspectos interessantes deste tipo de esquema de pintura, que a Copel Geração vem adotando há alguns anos, seja em condutos novos, seja em condutos em operação que necessitam intervenção, no que tange à manutenção contra aos processos corrosivos. Abordam-se os aspectos de preparação de superfícies, como também características técnicas do produto adotado, cuidados com manuseio e acompanhamento das instalações já protegidas. Mostram-se também algumas fotos de condutos de Usinas Hidrelétricas, onde foi aplicado o referido esquema de pintura, objeto deste trabalho técnico.

2. Características Técnicas do Poliuretano Elastomérico

É um elastômero forte, elástico e flexível, usado como revestimento protetivo sobre superfícies de concreto, aço carbono e outras superfícies. Deve ser aplicado por pulverização com pistola “airless”, à temperatura ambiente, em uma única camada, mesmo em superfícies verticais e sobre-cabeça.

A ilimitada capacidade de aplicação deste produto permite aplicar diferentes espessuras de película seca, desde 0,5 mm até 5,0 mm ou mais até de acordo com a necessidade específica ou diferentes condições do substrato. No caso da Copel Geração, optou-se adotar entre 1,0 e 2,0 mm para o aço carbono e até 3,0 mm para o concreto.

O grau de proteção não é limitado a um número de múltiplas camadas ou a uma espessura máxima, como no caso de produtos convencionais que utilizam solventes para diluição para permitir a aplicação, pois a sua composição é formulada para ser aplicada em uma única demão, formando uma estrutura monolítica.

O produto, composto de resina e catalizador, é um elastômero termofixo que atende as especificações conhecidas de VOC (conteúdo de compostos orgânicos voláteis). Não tem cheiro durante e após a aplicação. Não tendo solvente na aplicação, não há a possibilidade de formação de bolhas provocadas pela retenção de solvente, como às vezes ocorre, nos esquemas de pintura que utilizam solventes para diluição.

Tem a característica de ser elástico, podendo suportar as fissuras normais provocadas pela contração do concreto ou pela dilatação térmica do aço, sem se romper. A estrutura molecular é altamente impermeável e possui alta resistência química, além de possuir resistência a

abrasão, tornando uma opção vantajosa para aplicação em condutos adutores e forçados de Usinas Hidrelétricas, que geralmente não possuem águas agressivas.
Devido à sua capacidade de ser aplicado em grandes espessuras, o produto tem a propriedade de encapsulamento de parafusos, rebites, cordões de solda e emendas em geral, onde existem tensões no material base, que propiciam inícios de corrosão, pois forma sobre tais superfícies uma estrutura sólida, monolítica e flexível.

3. Dados Técnicos do Poliuretano Elastomérico

Segundo catálogo de fabricante destes produtos elastoméricos de 2 componentes, os principais dados técnicos são:

- Tipo genérico: poliuretano aromático elastomérico, de cura química, ASTM Tipo V;
- Cor preponderante: creme claro;
- Sólidos por Volume: 100%;
- Contração do filme: Zero (processo de cura);
- Tensão de ruptura: aproximadamente 2.850 psi (ASTM D-412);
- Alongamento: até 52% (ASTM D-412);
- Dureza Shore “D”: 61 a 65 a 25 °C (ASTM D-2240);
- Flexibilidade: aprovado em múltiplos dobramentos no mandril de 1/8, na espessura de 0,75 mm (ASTM D-1737);
- Resistência à abrasão: perda de massa de 42 mg (abrasômetro TABER; 1000 revoluções com rebolo CS-17, carga de 1.000 g, segundo norma ASTM D-1044);
- Resistência ao arrancamento: 325 psi (ASTM D-624);
- Força de compressão: > 4500 psi, a membrana se recupera totalmente quando a carga e removida (ASTM D-695);
- Resistência ao Impacto: para 1,0 a 1,1 mm 0,96 pés.libra/pol;
- para 1,9 a 2,0 mm 0,73 pés.libra/pol;
- para 2,8 mm 0,63 pés.libra/pol, (ASTM D-256);
- Transmissão de Vapor de Água: 0,080 g/100 pol^2 para 1,0 a 1,1 mm;
- 0,016 g/100 pol^2 para 1,9 a 2,0 mm; 24h a 100% de Umidade Relativa do Ar a 23 graus centígrados (ASTM F-1249-90);
- Resistência a Temperatura: -29 a 82 °C, com película seca e modo contínuo.

4. Aplicações do Poliuretano Elastomérico

Com as características acima descritas o produto pode ser largamente utilizado nos seguintes equipamentos:

- Estações de Tratamento de Água (ETA's), incluindo tubulações e tanques de água potável;
- Estações de Tratamento de Esgotos (ETE's);
- Hidromecânicos de Usinas Geradoras de Energia (condutos, comportas, grades, pórticos externos, etc.);

- Estruturas de plataformas de Exploração de Petróleo e Tanques Marítimos;
- Instalações de Tanques de Contenção de Efluentes;
- Plantas de Mineração e Metalurgia, etc.

Na Copel Geração, o esquema pintura com este produto tem sido adotado para proteger, principalmente, condutos adutores e forçados de Usinas Hidrelétricas com muitos anos de operação, sendo também aplicado em blocos de apoio e de ancoragem destes condutos, tornando-os impermeáveis às águas de chuva.

5. Equipamento de Aplicação do Poliuretano Elastomérico

Sendo o produto composto de 2 ou 3 componentes e aplicados sem a presença de solventes, a máquina de aplicação deve ter características próprias que garantam o bombeamento e dosagem corretos de resina e catalizador, que são bastante viscosos.

Os componentes do produto vêm em tambores individuais, hermeticamente vedados, onde são instaladas tubulações para conduzir os mesmos até as bombas dosadores e em seguida para a pistola misturadora e aplicadora por pulverização, tipo “airless”. A pressão de aplicação é de 2.300 psi.

Uma característica importante deste tipo de equipamento de aplicação é que pode-se utilizar grandes comprimentos de mangueira, deixando a máquina distante do ponto de aplicação, sem perda da capacidade de pulverização.

A operação da máquina necessita de 2 pessoas, sendo uma controladora do sistema de pressão e outra para manusear e aplicar a pistola de pulverização. (ver figura 1).

6. Preparação da Superfície para Aplicação

Uma das etapas mais importantes no sistema de pintura industrial anticorrosiva é a preparação correta da superfície.
Para superfície sem pintura há necessidade de um jateamento mínimo SA 2,5, segundo Normas vigentes, com rugosidade para ancoragem entre 70 e 90 micrometros.
A superfície deverá estar totalmente isenta de graxa, óleo, carepa de laminação e poeira.
Para que isto aconteça, após o jateamento e antes da aplicação, é importante a limpeza da superfície com aspirador industrial, evitando-se categoricamente o uso de ar comprimido para limpeza, pois somente fará com que a poeira contamine o ar e mude de lugar, em especial em locais enclausurados como condutos adutores e forçados de Usinas Hidrelétricas.
Os produtos elastoméricos não necessitam de pintura de fundo, isto é, podem ser aplicados diretamente sobre o substrato limpo logo após o jateamento, o que quer dizer, que a aplicação do esquema não poderá ser deixada para o dia seguinte. Caso isto ocorra, há necessidade de um jateamento ligeiro para retirar o princípio de oxidação da superfície.

Quanto às superfícies de concreto, a preparação é bem mais simples, pois um jato de água de alta pressão, acima de 2.000 psi, é suficiente para limpar toda sujeira. Mas mesmo assim, por ocasião da aplicação do poliuretano elastomérico, é importante não ter nenhum tipo de material solto ou poeira, para que haja uma perfeita ancoragem.

7. Aplicação do Poliuretano Elastomérico

Antes de se preparar a superfície, todo o equipamento de aplicação deverá estar montado e testado.
O operador e seu ajudante próximo deverão estar bem afinados para que haja sucesso na aplicação, como eu qualquer tipo de esquema de pintura. Em caso de pinturas em áreas enclausuradas o operador deverá estar vestido com roupas adequadas, com máscara e ar mandado para respiração, além de todos os EPI's obrigatórios para tais atividades. As solas do sapato deverão estar limpas para não contaminar o substrato.
O jato de pulverização deverá ser aberto de tal forma que abranja uma área que se obtenha uma deposição do produto com espessura uniforme.
O operador deverá ter experiência com o produto para se obter a espessura desejada sem respingos e gotas de sobre-teto. A medição da espessura da camada deverá ser feita no momento da aplicação, isto é, em película úmida, pois a reação química inicia-se imediatamente após o impacto na superfície a ser pintada.
Como é um produto com 100% de sólidos, não tendo solvente na sua composição, e, também não havendo contração ou expansão de volume durante o processo de cura a espessura de camada fica definida imediatamente após a aplicação. Daí, a importância da experiência profissional do operador da pistola.

8. Algumas Aplicações do Poliuretano Elastomérico em Superfícies Metálicas e de Concreto na Copel Geração

A experiência da Copel Geração com o esquema de pintura industrial anticorrosiva por barreira tem sido satisfatória. Desde 1.999 tem sido aplicado em hidromecânicos de algumas Usinas Hidrelétricas visando dar uma proteção por barreira, e em especial em condutos adutores e forçados e também os blocos de ancoragem e de apoio.
Nas primeiras aplicações, o esquema de pintura abrangia tanto a parte interna quanto a parte externa dos condutos, mas verificou-se que para condutos velhos a corrosão dentro dos condutos era muito maior que na parte externa. Assim, nas atuais aplicações o esquema de pintura com poliuretano elastomérico só é adotado para o interior dos condutos e também para as partes superiores de concreto dos blocos.
Atualmente a área aplicada com este esquema já soma 25.000 m^2 e tem-se previsão de se aplicar mais outros 25.000 m^2 até o ano de 2.010.
As primeiras aplicações têm passado por inspeções periódicas anualmente e os resultados têm sido satisfatórios até a presente data.
Anteriormente, a Copel adotava o esquema de pintura destes hidromecânicos baseado em resina epóxi com alcatrão de hulha, sendo que estudos têm mostrado que o alcatrão é prejudicial a saúde. Assim, tem-se buscado produtos que não agridam o meio ambiente e que se some aos esforços na aplicação de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo, contribuindo para minimizar as agressões ao meio ambiente.

As figuras 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 mostram algumas aplicações do poliuretano sendo:

- Usina Hidrelétrica Marumbi, 5,0 MW, queda de 750 m, comprimento da tubulação 3.000 m, localizada na Serra do Mar;
- Usina Hidrelétrica Chaminé, 18,0 MW, queda de 300 m, comprimento dos condutos 670 m, também localizada na Serra do Mar;

9. Conclusões

A preocupação com o meio ambiente tem levado as empresas repensarem sem processos de fabricação e de manutenção. Com os métodos precisos de medir contaminação, seja do ar, da água ou da terra, está se criando uma cultura de preservação da natureza, benéfica para o futuro.

Assim, leis mais rigorosas têm sido elaboradas, regulamentando o uso dos recursos disponíveis na Terra, incluindo-se multas pesadas aos infratores.

A Copel Geração alinhada com as responsabilidades sociais, além de oferecer serviços de qualidade, tem buscado novas tecnologias que permitam gerar e transmitir energia elétrica sem poluir o meio ambiente.

No caso deste trabalho técnico, enfatizou-se o cuidado com a natureza e com o ser humano no que se refere à aplicação de esquema de pintura industrial anticorrosiva, para o caso de pintura de condutos adutores e forçados de Usinas Hidrelétricas.

O esquema de pintura à base de resina poliuretânica elastomérica flexível, bicomponente, com 100% de sólidos, aplicada por máquina “airless” de alta pressão, isento de solventes, aplicada em única demão de até 2 mm de película seca é atóxico, seguro na aplicação e não poluente.

Com experiência desde 1.999, com este esquema, a princípio para teste, e posteriormente em aplicações de grandes áreas, a Copel Geração já tem aplicado 25.000 m^2.

O referido esquema de pintura tem apresentado bom desempenho, sendo que nas inspeções anuais, pode-se constatar, até a presente data, uma superfície intacta, fazendo uma proteção por barreira satisfatória.

Quanto aos custos por metro quadrado deste esquema, atualmente tem sido competitivo com os esquemas tradicionais, contudo, sendo ele mais ecologicamente correto, o investimento tem se mostrado compensador, por contribuir com os esforços da empresa em aplicar onde possível o conceito de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

10. Referências Bibliográficas

ASM – AMERICAN SOCIETY FOR METALS. **Metals Handbook: Corrosion**, 9. ed. Ohio EUA, 1987, vol. 13, p. 3237-3247.

ASM – AMERICAN SOCIETY FOR METAL. **Metals Handbook: Surface Engineering**, Ohio, 1994, vol. 5, p.1265-1272.

NUNES, Laerce de Paula; Lobo, Alfredo Carlos O.,. Pintura Industrial na Proteção Anticorrosiva/, 2. ed., Rio de Janeiro, Interciência, 1998

FICHA TÉCNICA - Polibrid® 705, Revestimento Protetivo Poliuretano Elastomérico Sem Solvente.

TABELA DE RESISTÊNCIA QUÍMICA. Polibrid ® 705& Polibrid® 706, Poliuretanos Elastoméricos Sem Solventes.

11. Anexo - Figuras do Trabalho

As figuras abaixo ilustram o processo de aplicação do esquema de pintura com poliuretano elastomérico flexível.

FIG. 1 Máquina de aplicação, alta pressão, airless, para 2 componentes

FIG. 2 Vista da Casa de Força da Usina Hidrelétrica Marumbi

FIG. 3 Montagem no campo de virolas de conduto na UHE Marumbi

FIG. 4 Conduto Adutor Novo, à esquerda, pintado com elastomérico

FIG. 5 Pintura externa dos Condutos Forçados da UHE Chaminé

FIG 6.Pintura dos condutos adutores dentro de túnel UHE Chaminé

FIG. 7 Impermeabilização teto Casa de Válvulas UHE Chaminé

FIG. 8 Impermeabilização blocos ancoragem UHE Chaminé