

Questões relativas aos processos de cura ultravioleta

Márcio Moraes, © 2004-2005

Pesquisador da VisionCure(R) e Alphacure(R)

marcio@visioncure.com.br , marcio@alphacure.net

Resumo

O presente artigo discutirá as questões relacionadas aos problemas de cura por processos ultravioleta. Apresentará ainda questões relacionadas à dosagem, intensidade, refletores, fontes, ventilação, velocidade de esteira e propriedades de tintas e massas UV.

Palavras-Chave :

Cura ultravioleta, dosagem, intensidade, refletores, tintas UV, massas UV.

Abstract

The present article will discuss the questions related to the problems in curing by ultraviolet process. It will present questions related to dosage, intensity, reflectors, power supply units, conveyor systems, belt speed and properties of UV inks and fillers.

Keywords :

Ultraviolet curing, dosage, intensity, reflectors, UV inks, UV fillers.

Há algum tempo, desde que fui premiado como melhor pesquisador pelo Ministério da Educação e Cultura em 1995 e posteriormente me fiz finalista na competição ISEF'96 (*International Science and Engineering Fair*, realizada em Tucson Arizona), com o projeto *Magnetum (Excitação molecular por indução de microondas)*, tenho me dedicado à busca de formas alternativas ao uso de emissão infravermelho em processos de secagem.

Nestes anos de pesquisa acabei por me aprofundar na utilização de lâmpadas de emissão ultravioleta, também chamadas de lâmpadas de média pressão de vapor de mercúrio (MPUV). Apesar de continuar desenvolvendo aplicações relacionadas às lâmpadas de microondas (sem eletrodos), o mercado brasileiro faz pressão no desenvolvimento de soluções com lâmpadas dotadas de eletrodos.

Os equipamentos nacionais de cura UV em linha, também chamados de linhas de secagem UV ou fornos UV foram desenvolvidos nas últimas décadas no Brasil, sendo que em sua maioria foram inspirados em modelos europeus e americanos.

Todavia, o uso crescente dos fornos UV para os mais diferentes processos, como pintura e acabamento em madeira, secagem de impressão, endurecimento de adesivos, fotoquímica, etc; se dá sem que haja uma proporcional capacitação técnica dos usuários de tais aplicações. Tal situação acaba por reforçar uma série de equívocos e mitos pertinentes ao emprego de tecnologia UV.

Primeiramente, se faz necessário compreender o que é e como funciona uma lâmpada UV de média pressão:

Lâmpadas UV de Média Pressão de Mercúrio (MPUV)

As MPUV são lâmpadas que possuem seu bulbo (de quartzo) preenchido com um gás (normalmente argônio) que tem dupla função: proporcionar ignição/acendimento à temperatura ambiente e acelerar o equilíbrio térmico entre o arco e a parede do bulbo (evitando fenômenos como a turbulência).

A escolha do argônio se dá por diversos fatores, mas os principais são sua grande capacidade de se ionizar (o que facilita a abertura do arco de partida) e sua constante taxa de dilatação volumétrica, que garante que a lâmpada, quando acesa, opere em média pressão de mercúrio (algo em torno de 4 kPA). Deve-se mencionar que a constância na dilatação volumétrica do argônio evita o incremento no risco de explosão do bulbo.

Além do argônio, o bulbo recebe uma pequena dosagem de mercúrio (poucos miligramas). No momento em que é aplicada uma diferença de potencial entre os dois cabos da lâmpada, os eletrodos tratam de ionizar o argônio. Quando o argônio atinge um nível de ionização determinado (que depende da tensão de partida da fonte UV), ocorre a abertura do arco voltaico.

O arco voltaico é um fluxo de elétrons através do argônio em altíssima temperatura (cerca de 2000 graus celsius). Tal nível de temperatura transforma o gás em um plasma aquecido que acaba por evaporar o mercúrio inserido no bulbo.

O mercúrio evaporado, em combinação com o argônio aquecido, atinge um nível de pressão (interna no bulbo) em torno de 4kPA, por isto a lâmpada tende a apresentar pequena dilatação no diâmetro do bulbo e ainda no comprimento.

Totalmente evaporado, nesta condição de pressão, e inserido num bulbo que garanta boa transmissão na faixa UV, o mercúrio passa a liberar uma série de elétrons livres de sua última camada. Tal liberação dá início a formação de um intenso fluxo de fótons (partículas elétricas luminosas, ou pequenos pacotes de luz).

No caso do vapor de mercúrio, o feixe de fótons atinge sua máxima intensidade (pico) no comprimento de onda luminosa de 365nm aproximadamente. Isto não quer dizer que uma lâmpada de mercúrio não emita luz em outras faixas, pelo contrário, meus estudos demonstram que neste caso a distribuição da energia se dá aproximadamente da seguinte forma:

15% UVC , 8% UVB, 7% UVA, 15% LUZ VISÍVEL, 55% INFRAVERMELHO (calor)

No caso das lâmpadas de mercúrio a alteração desta distribuição de energia se dá pelo uso de tubos de quartzo dopados (que filtram algumas faixas de emissão) ou pela adição de haletos metálicos juntamente com o mercúrio.

Devo mencionar que a distribuição da energia depende ainda de outras variáveis, como a temperatura do bulbo (qualidade da exaustão/ventilação), densidade de potência (W/pol ou W/cm) que são determinados pela fonte UV.

Por outro lado, assim como um tubo de quartzo dopado pode filtrar algumas emissões, a presença de qualquer elemento sobre a superfície externa do vidro poderá absorver parte da emissão.

Pelo fato do vidro aquecido da lâmpada estar em contato com um grande fluxo de fótons é de se esperar um considerável nível de cargas elétricas no mesmo. Desta forma, tenho observado a grande facilidade com que poeiras e vapores de tintas, se depositam sobre o bulbo, principalmente em decorrência da atração que o mesmo proporciona durante a emissão UV.

A presença de poeiras ou outros materiais primeiramente vai bloqueando emissões em comprimentos de ondas menores para posteriormente bloquear comprimento de ondas maiores. Assim, por exemplo, falta de limpeza contínua dos bulbos pode provocar um empobrecimento na qualidade da emissão na seguinte ordem UVC-UVB-UVA-UVV.

Refletores

Os refletores UV são construções ópticas destinadas a otimização da emissão da lâmpada. Sabe-se que algo entre 60 a 70% da emissão captada por um substrato vem do refletor, sendo que apenas algo entre 30 e 40% decorre de iluminação direta da lâmpada.

Diversos tipos de refletores foram e são construídos. Há os refletores lisos que por terem superfície uniforme e polida refletem todos os comprimentos de onda (inclusive infravermelho) e há os refletores dicróicos, que por terem superfícies marteladas acabam por absorver comprimentos de onda grandes (maiores que 500nm), com o objetivo de minimizar o calor no substrato.

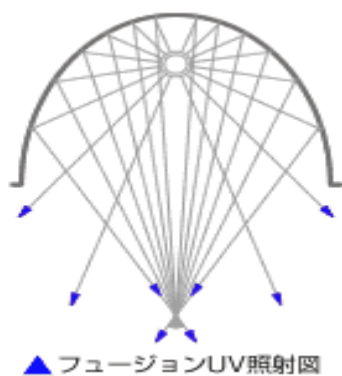
Antigamente os refletores eram executados em um perfil de alumínio que tinha sua face interna (de reflexão) polida. Atualmente os refletores continuam sendo construídos com perfis de alumínio, porém tais perfis tem apenas a finalidade estrutural e de dissipação de calor. A reflexão da emissão UV se dá por uma (ou duas) lâminas espelhadas que são introduzidas sob a face interna do refletor.

O uso de tais lâminas decorre da necessidade de facilitar a substituição das mesmas em função de desgaste, sem que se perca todo o refletor. Tais lâminas são fabricadas em liga ALZAC, material maleável, polido, resistente ao calor e principalmente às radiações UV.

Como falei anteriormente o refletor é o grande responsável pela qualidade da intensidade da emissão UV. Tal como as lâmpadas, os refletores, por sofrerem constante atrito do ar da exaustão, acabam por se carregar eletricamente e assim atraem poeiras e vapores de evaporação de tintas UV. Desta forma, a limpeza contínua dos refletores (das lâminas de ALZAC) garante a boa reflexão de todos os raios UV.

Há uma série de modelos de refletores, porém os mais conhecidos são:

- circulares: quando se deseja baixa intensidade em situações estacionárias, porém com grande área de cobertura (caso da secagem de lataria de automóveis)
- parabólicos: quando se deseja grande nível de intensidade através de ponto focal único e altíssimas velocidades de esteira (até 80 m/min) (caso de fornos UV para secagem de impressão sobre papel)



parabólico/focalizado



circular

- elípticos ou facetados de projeção elíptica: quando se deseja uma projeção com foco ampliado para a secagem de materiais de diversas alturas (como madeira), boa intensidade de emissão (para casos de razoável gramatura) e ainda razoável velocidade de esteira (até 20 m/min).

Os refletores circulares têm campo de emissão com amplitude equivalente ao diâmetro do refletor.

Os refletores parabólicos possuem campo de emissão focalizado. Assim se o substrato a ser curado não for localizado exatamente no ponto focal teremos menos intensidade UV. Isto é importante pois caso o refletor seja instalado em altura ou inclinação incorreta ou se ainda for utilizado material mais alto do que o permitido ao equipamento, estaremos expondo o substrato a uma condição de sub-cura.

Os refletores elípticos ou facetados (de projeção elíptica) possuem um foco mais amplo. Isto quer dizer que não congruem todos os raios num ponto único. Pelo contrário, todos os raios congruem em uma zona de aproximadamente 20mm de largura. O objetivo desta “incongruência” é possibilitar a cura de materiais em diferentes alturas, como no caso de diferentes espessuras de madeira. Todavia, o refletor igualmente tem um altura adequada para que a projeção do feixe (de +-20mm) atinja sua maior eficiência. Caso o refletor seja posicionado incorretamente, igualmente teremos menor intensidade.

O posicionamento incorreto do refletor também contribui a alterações na dosagem, com explicaremos posteriormente.

As sujeiras e poeiras sob os refletores bloqueiam a reflexão primeiramente de emissões com comprimentos de onda menores (UVA,UVB,UVC), para depois os comprimentos maiores(UVV,IR). Precisa-se tomar cuidado com isto pois primeiramente um refletor sujo bloqueará a emissão UVA para só depois a infravermelho.

Dosagem e Intensidade UV

Muito tem se falado ultimamente sobre dosagem e intensidade, enquanto grandezas físicas relacionadas à emissão ultravioleta. Particularmente gosto de utilizar uma analogia para explicar aos iniciantes na tecnologia o que são estas duas medidas. Façamos um breve exercício de imaginação.

Imagine que um bombeiro, com uma mangueira de água de alta pressão em

funcionamento esteja direcionando o jato em sua direção. Sabemos que em função do desenho da ponteira da mangueira teremos um determinado tipo de jato, que pode ser mais ou menos focalizado, ou ainda em forma de leque, por exemplo.

Você está há 5 metros da mangueira, recebendo todo aquele jato de água. Há medida que você se aproxima da água ocorre um aumento da intensidade do jato e por conseqüência você recebe uma dose maior de água, acaba se molhando mais e mais.

Agora, pelo contrário, se você se afastar ou desviar do jato de água, acabará recebendo uma intensidade menor deste jato, e por conseqüência acabará por receber uma dosagem menor de água.

Mesmo que a intensidade da água fosse bem fraca, se você ficasse exposto por um suficiente tempo na frente do jato, igualmente sairia com uma boa dose de água. Por outro lado, tendo uma grande intensidade de água (seja pela força da pressão ou pela proximidade à ponteira da mangueira), mesmo que você passasse de relance na frente do jato, igualmente receberia uma considerável dose de água.

O quanto você se molha (dosagem) depende :

- da força da água (intensidade)
- do tempo que você fica sujeito ao jato (tempo de exposição)
- do modelo da ponteira da mangueira
- do posicionamento da ponteira da mangueira

Podemos, analogamente, considerar que a força da água equivale à intensidade da emissão UV (expressa em miliwatts/cm²), que a quantidade de água recebida equivale à dosagem da emissão UV (expressa em milijoules/cm²), que o tempo que se fica sob o efeito do jato equivale ao tempo de exposição de um substrato à emissão UV e que o modelo da ponteira da mangueira bem como seu posicionamento equivalem ao modelo de refletor UV utilizado bem como seu posicionamento no forno UV.

Ora, muito se fala importância de monitorar através de medidas continuadas a intensidade e a dosagem dos sistemas UV. Falo sistemas pois equivocadamente muitos pensam que a lâmpada UV é a única responsável por tais grandezas, todavia devo reiterar que refletores, exaustão, fontes, lâmpadas e velocidade de esteira interagem dinamicamente para que tenhamos diferentes configurações de dosagem e intensidade.

Já ouvi falar ainda que são necessárias intensidades (em miliwatts/cm²) suficientes para que haja penetração na camada de tinta e verniz. Alguns dizem que mesmo havendo boa dosagem e não havendo intensidade suficiente não ocorre o processo de polimerização completo.

A teoria e a empiria me levam a discordar. Primeiramente é preciso discutir, mesmo que utilizando palavras acessíveis, o que é a polimerização. A secagem de uma tinta UV (polimerização) se dá pela reação em cadeia dos fotoiniciadores, monômeros e oligômeros diante de um determinado comprimento de onda. Reafirmo, a sensibilidade dos fotoiniciadores depende exclusivamente do comprimento de onda, ou melhor, depende em que pico de comprimento de onda a distribuição de energia encontra maior intensidade.

Caso, por exemplo, tenhamos grande dosagem mas pouca intensidade igualmente teremos cura. Vamos a um exemplo. O sol, como sabemos, emite uma intensidade de UV limitada pelo ozônio presente na atmosfera. Mesmo com esta baixa intensidade podemos polimerizar materiais sensíveis ao UV, desde que consigamos expor tais materiais durante

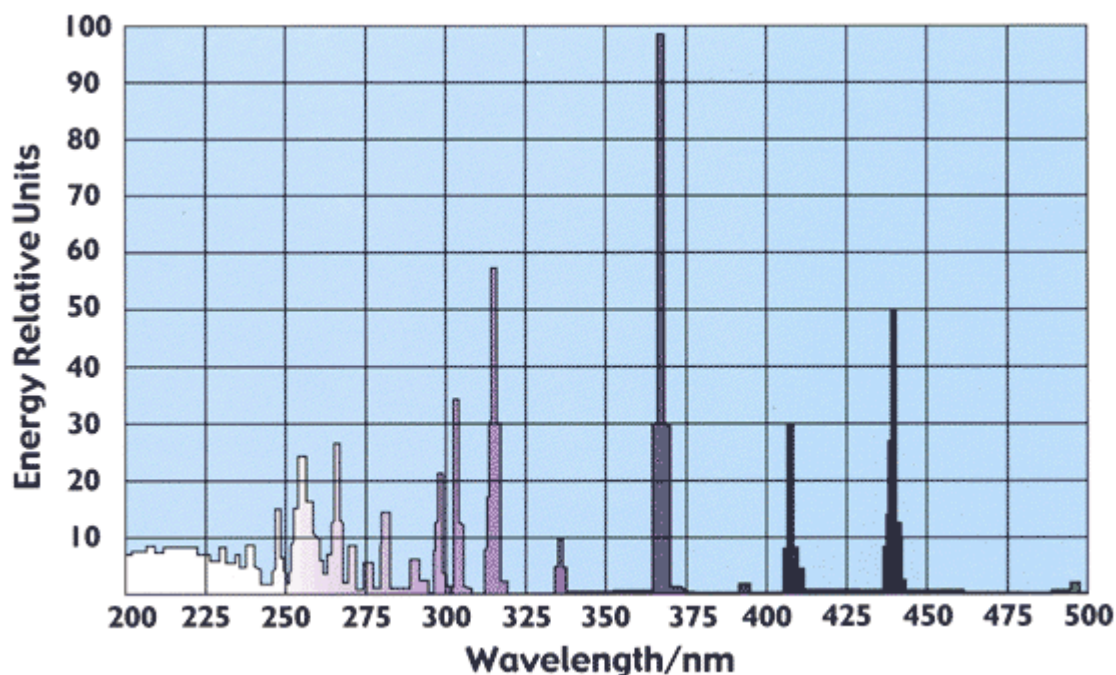
tempo suficiente. O que levaríamos 1 segundo para polimerizar em um forno UV dotado de uma lâmpada de 120 W/cm, precisaríamos algo entre 3 a 5 dias para curar completamente com a radiação UV solar.

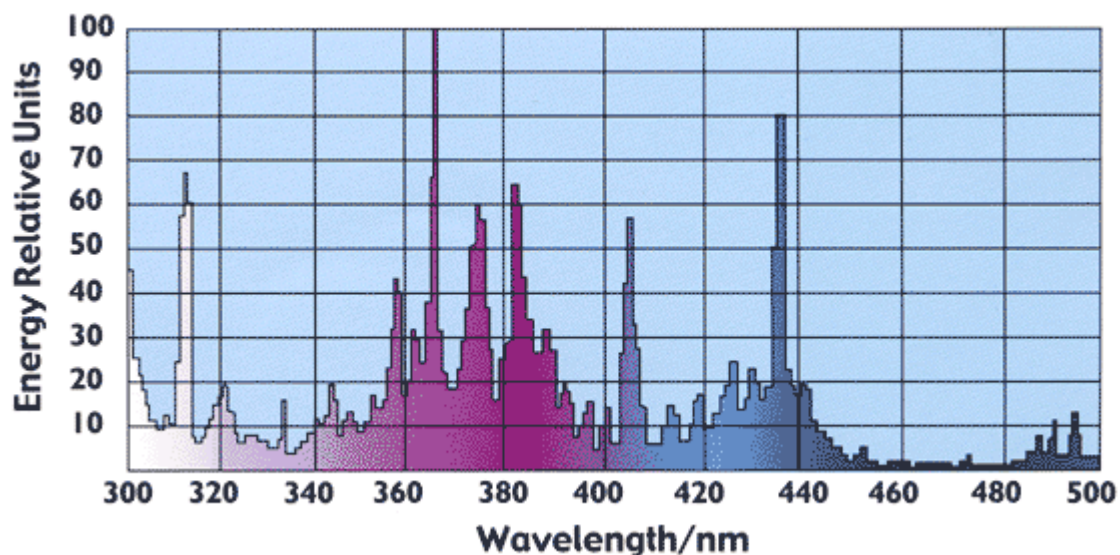
A penetração de uma radiação depende do comprimento de onda de tal radiação, isto é um princípio muito claro da física. Todavia, a intensidade de tal radiação vai determinar a abrangência, ou amplitude, de seus efeitos.

Com 5 mw/cm² e 50 mw/cm², tendo nos dois casos uma dosagem de 50 mj/cm², teremos o mesmo efeito de polimerização. Assim, fica a pergunta sobre o que há então de diferente para que mesmo sob intensidades distintas, havendo mesma dosagem, ocorra cura equivalente? A resposta é o tempo de exposição.

Dosagem é igual a intensidade multiplicada pelo tempo de exposição. Assim, manipulando intensidade ou tempo de exposição poderemos alterar a dosagem. Dosagem e intensidade são igualmente medidas de energia, uma vez que watt significa joule/segundo, assim intensidade é a energia (dose) captada em um segundo.

Além disto, por vezes ouço falar de intensidade quando de fato se quer falar pico de intensidade. Muitos radiômetros ao indicarem a grandeza intensidade, de fato estão indicando intensidade de pico (ou *peak intensity*). Vejamos os dois gráficos abaixo, gerados um espectrômetro:





Considerando que utilizássemos um mesmo radiômetro para medir a intensidade das 2 lâmpadas acima retratadas por um espectrômetro. Os dois mostrariam picos de intensidade em 365nm. No caso em questão, a primeira lâmpada (de 120 W/cm²), utilizando refletor parabólico, obteve 450 mw/cm² de intensidade de pico, em 365nm. A segunda lâmpada (igualmente de 120 W/cm²) obteve 280 mw/cm² de intensidade de pico, igualmente em 365nm.

Tudo levaria a crer, para aqueles que acreditam na cega relevância da intensidade de pico nos processos UV, que a primeira lâmpada é mais eficiente ou melhor que a segunda. Estariam cometendo um grande engano, uma vez que a segunda lâmpada, com menor pico de intensidade, possui uma grande quantidade de energia distribuída ao longo da faixa UVA (320 a 400nm). Por outro lado, a primeira lâmpada, apesar de possuir intensidade de pico superior, possui grande energia distribuída nas faixas menores que 320nm (UVB e UVC).

Para a polimerização de tintas e vernizes é a faixa UVA (seguida da UVV) a grande responsável pelo processo. Assim, a segunda lâmpada apresenta baixa intensidade de pico, mas boa distribuição de energia.

Todos os fabricantes de tintas e vernizes em seus boletins técnicos mencionam exclusivamente parâmetros de dosagem mínima, nunca se reportando à intensidade, pelo menos até então.

Entretanto devo mencionar que quando falamos de grandes intensidades, principalmente com o emprego de refletores dicróicos ou espelhos frios, deve-se levar em consideração a intensidade de pico. São situações de secagem de impressões em altíssima velocidade (mais que 60 metros/minuto), com altíssima intensidade de pico, centesimal tempo de exposição. Sabemos que nestes casos, de curta exposição à intensidades extremas, ocorre um processo chamado *dark cure*, que eu ousou traduzir para o português como cura negra. Mesmo que não seja o objetivo do presente artigo tratar deste fenômeno, devo dizer que a *dark cure* é um processo de polimerização que continua mesmo após cessar a exposição à emissão UV, durante algum tempo. Porém, devo reiterar que tal fenômeno não ocorre de forma significativa nos processos de secagem de tintas, vernizes e massas no ramo moveleiro.

Sistema de Exaustão/Ventilação

Como dito anteriormente, as lâmpadas de emissão UV emitem ainda grande quantidade de radiação na faixa infravermelho (IR), o que significa elevado nível de produção de calor. O bulbo da lâmpada precisa ser refrigerado para que não ocorra colapso do quartzo (derretimento, explosão).

Além disto é a exaustão do calor gerado pela lâmpada que mantém o arco voltaico em temperatura adequada para que o mercúrio evaporado produza a queda de tensão de projeto. Em outras palavras, a adequada exaustão garante que a tensão de trabalho de lâmpada seja a correta.

Menor exaustão provoca maior aquecimento, e maior queda de tensão, ou seja, maior tensão de trabalho. Maior exaustão, por outro lado, provoca menor tensão de trabalho. Sabendo que a corrente é dada pela fonte UV, independentemente da lâmpada (em parte pelo menos), teremos alterações na potência ($\text{potência} = \text{tensão} \times \text{corrente}$) e por consequência na emissão caso a exaustão não esteja em nível correto.

Exaustão ineficiente ainda pode provocar alterações no bulbo da lâmpada, como estufamento, deformação (em formato de arco), solarização (esbranquiçamento interno), erosão dos eletrodos (preteamento das extremidades). Porém, excesso de exaustão pode provocar dificuldades de estabilização da luminosidade, dificuldades no acendimento da lâmpada, entre outras.

A correta limpeza dos dutos de exaustão, bem como o correto balanceamento dos eixos dos exaustores garante qualidade de exaustão. As escotilhas de estrangulamento da exaustão só devem ser reguladas dentro dos parâmetros indicados pelo fabricante do forno UV, sob pena de comprometer a eficiência da cura.

Fontes UV

Há vários tipos de fontes UV, desde convencionais autotransformadores, até transformadores controlados por circuitos eletrônicos. Porém todos eles trabalham no princípio básico de elevação de tensão. Isto quer dizer que a tensão da rede (fornecida pela distribuidora de energia elétrica) é elevada no secundário do transformador até um nível capaz de provocar ionização do argônio e abertura do arco, como dito anteriormente.

Normalmente, para evitar dificuldades de estabilização da temperatura do bulbo, se evita exceder a tensão de trabalho (estabilizada) de uma lâmpada em valor superior a $\frac{3}{4}$ da tensão de partida (tensão em vazio, tensão de secundário, tensão de disparo).

Como nosso foco aqui são as questões relativas à cura UV, consideraremos que a fonte deva fornecer a tensão de partida adequada. Partindo deste ponto acredita-se que a lâmpada irá acender e que sua tensão irá crescendo até que atinja um valor estável (tensão de trabalho). Por outro lado, a corrente irá diminuindo, até que atinja um mesmo valor estável (corrente de trabalho).

Cada lâmpada é projetada para ter uma determinada emissão desde que tensão e corrente estejam adequadas. Como eu disse anteriormente, além da dosagem de mercúrio (que é um dado de projeto) a intensidade da exaustão pode afetar o valor da tensão de trabalho.

Além disto, uma fonte UV com problemas (seja no shunt eletromagnético ou no módulo eletrônico) poderá fornecer uma corrente incorreta.

Como a emissão UV é proporcional à potência, toda a vez que tivermos corrente menor ou tensão menor, teremos menor intensidade UV.

Tal situação nos leva a crer que o monitoramento contínuo da tensão de trabalho e corrente das lâmpadas é importante para que possamos identificar problemas de cura.

Atualmente os equipamentos de cura UV utilizam ou transformadores convencionais (autotransformadores com indutores associados para regulagem de corrente) ou usam fontes eletrônicas (autotransformadores com modulação eletrônica de corrente).

No caso dos transformadores convencionais a deterioração do shunt eletromagnético (esperada com o tempo) acaba por alterar a corrente do circuito. No caso das fontes eletrônicas, uma simples oxidação no potenciômetro ou nos trimmers poderá alterar igualmente a corrente, comprometendo a cura.

É preciso atentar para o fato de que os amperímetros analógicos dos painéis dos equipamentos precisam passar por calibrações mais freqüentes. Além disto, é preciso verificar se o transformador de corrente (TC) está posicionado suficientemente longe da fonte UV para não sofrer os efeitos de seu campo eletromagnético, gerando erros de leitura.

Finalmente, devo mencionar que o dimensionamento incorreto da tensão de partida pode provocar falhas no acendimento (subdimensionamento) ou ainda alterações na tensão de trabalho (superdimensionamento).

A alteração na tensão de trabalho decorre da impossibilidade da lâmpada provocar queda de tensão muito grande, ou seja, muito distante da tensão de partida. Por exemplo, se tivermos projetado uma lâmpada de 1500V para acender com 2000V e desenvolvermos uma fonte que tenha partida de 4000V dificilmente obteremos uma tensão estabilizada de 1500V. De fato encontraremos valores entre 1600 e 1700V. Este incremento na tensão estabilizada (de trabalho), decorrente do dimensionamento incorreto da tensão de partida, irá provocar sobrecarga na lâmpada, alteração em sua emissão, e redução de durabilidade.

Velocidade da Esteira

Os fornos ultravioleta normalmente trabalham em linhas dotadas de esteiras transportadoras. A função de tais esteiras é a de transportar o material a ser secado, passando-o sob e emissão do refletor.

Notadamente, quando maior for a velocidade da esteira, menor será o tempo de exposição do substrato à emissão UV. Assim, a velocidade de esteira é inversamente proporcional à dosagem, pois quando mais rápido um substrato passar sob a lâmpada, menor será a dose de radiação UV que receberá.

É importante monitorar adequadamente a velocidade das esteiras, para avaliar a dosagem em função desta velocidade. Normalmente os equipamentos possuem em seus painéis indicadores de velocidade de esteira. Todavia a indicação se dá por medição indireta, ou seja, o valor expresso em metros/min na maioria das vezes não é medido na superfície da esteira, mas sim é resultado de um cálculo do sinal elétrico enviado pelo inversor de

freqüência responsável pelo controle de velocidade do sistema.

Sabemos que a velocidade de um motor, expressa em rotações por minuto (RPM) pode variar ao longo do tempo e principalmente de motor para motor, mesmo que sejam de mesmo modelo. Um dos fatores de tal variabilidade é o chamado fator de escorregamento. O escorregamento é a defasagem entre o giro do campo eletromagnético e o do próprio rotor. Nunca estão em mesma fase de alinhamento estes dois campos. Tal assincronia tende a produzir variações nas RPMs. Devo mencionar a série de fatores mecânicos, que resultantes do desgaste por uso, colaboram para a alteração da taxa de RPM do motor, como por exemplo, desgaste de rolamentos, mancais, redutores, coletores, perda de balanceamento, entre outros.

Discutida e argumentada esta série de situações que alteram a taxa de RPM temos que concluir que a velocidade indicada no painel do forno nem sempre é a correta, uma vez que sua indicação deriva da medida de tensão do motor, feita pelo inversor de freqüência.

Para resolver o problema temos de atualizar freqüentemente o inversor de freqüência com o parâmetro de escorregamento devidamente corrigido. A fim de obtermos a correta velocidade da linha temos de fazer uso de um tacômetro que meça velocidade de lineares, em metros/minuto. O uso de um tacômetro que colete informação em RPM não serve para tal propósito.

A partir do momento em que temos a velocidade do painel indicada corretamente podemos fazer uso do radiômetro para medir intensidade e dosagem do sistema. Porém é necessário que compreendamos como funciona um radiômetro.

O radiômetro é um instrumento eletrônico de medida que por meio de um transdutor óptico (sensor de UV), converte energia luminosa em impulso elétrico. Este impulso elétrico é processado por um circuito e expresso em um *display* de interface acessível.

O circuito do radiômetro atua como uma máquina fotográfica, ou seja, tira várias fotografias (estáticas) da luminosidade emitida. Dependendo do radiômetro empregado, por exemplo, podem ser tiradas cerca de vinte “fotografias” em um segundo. Com todas estas fotografias em um segundo o circuito calcula a média dos impulsos elétricos gerados e exprime um valor, este valor normalmente é chamado de intensidade (miliwatt/cm²). Tendo este valor registrado o radiômetro ainda registra o tempo que durou desde o início até o término da emissão UV sobre seu sensor. Multiplicando tempo pela intensidade o radiômetro indica a dosagem (milijoules/cm²).

Quanto mais rápida for a esteira, maior número de “fotografias” o equipamento deverá estar apto a tirar por segundo sob pena de ter poucas informações registradas a fim de executar seus cálculos. Alguns radiômetros garantem razoável precisão para velocidades de até 18 m/min. Acima de tal velocidade é necessária a aplicação de fatores de correção da medida.

Isto explica porque a intensidade, que deveria ser estática, independente de velocidade, varia, mesmo que pouco, em função da velocidade da esteira. Diante de tal limitação técnica dos radiômetros, sugere-se que a medição de acompanhamento da radiação sempre seja feita também entre 10 e 12 metros/min.

Tintas, Vernizes e Massas UV

Uma série de tintas e outras coberturas sensíveis a emissão UV foram e ainda serão desenvolvidas. A grande tendência é desenvolver produtos que se utilizem das demais faixas de emissão UV, e não predominantemente da faixa UVA.

Isto fica claro no emprego de lâmpadas dopadas com haletos metálicos a fim de se obter algumas linhas de emissão em comprimentos de onda maiores que 400nm. As tintas UV sensibilizadas nesta faixa tem demonstrado melhor qualidade, aspecto e principalmente podem ser desenvolvidas à custos mais acessíveis.

O processo de secagem das tintas UV não é uma simples evaporação de um diluente, como no caso das tintas a base d'água, por uma fonte de calor infravermelho.

A emissão UV desencadeia uma reação em cadeia, com o auxílio do fotoiniciador, que vai polimerizando todo o material. Com a devida permissão da ciência química, para que o processo se faça compreensível entre os leigos, a polimerização é uma espécie de endurecimento do material. A tinta líquida, ao ser submetida a uma dosagem de UV, vai formando uma série de cristais. Quando todo o material se cristaliza temos uma superfície brilhosa, rígida e resistente ao riscamento.

A correta combinação de fotoiniciadores, pigmentos, monômeros e/ou oligômeros acarretará em uma formulação de sucesso. Entendo como formulação de sucesso aquele que depende de pequena dosagem para obter boa polimerização, porém sem adição de grandes quantidades de fotoiniciadores.

A alteração da formulação de uma tinta pode torná-la mais ou menos fácil de polimerizar. Todavia o maior dilema para os desenvolvedores de aplicações UV é a determinação por parte dos fabricantes de tintas e vernizes acerca da janela de cura.

Janela de cura é a determinação dos parâmetros mínimos e máximos de dosagem (em mj/cm²) para que não tenhamos subcura ou sobrecura. A subcura é a secagem incompleta da tinta e a sobrecura é a secagem em excesso, ocasionando por muitas vezes a queima do filme superficial. Ambos os fenômenos danificam o produto, ocasionando deslocamento.

Deveria ser obrigação do fabricante de uma tinta ou verniz UV informar qual dosagem requer seu produto para polimerização completa, sempre levando em conta aspectos como a base de aplicação, gramatura de material aplicado e tipo de pigmentação. Infelizmente são poucos os fabricantes que publicam tais parâmetros e a maioria dos usuários de tintas UV têm de definir sua janela de cura empiricamente.

Há cerca de um ano tenho desenvolvido dois modelos de lâmpadas dopadas (ou aditivadas) para substituir as lâmpadas dopadas com gallium. Mesmo sabendo que a dopagem com gallium fornece boas linhas de emissão no campo UVV, em torno de 415-420nm, desejo incrementar a concentração de energia nesta faixa e não somente criar picos de intensidade.

O objetivo do desenvolvimento destes dois modelos de lâmpadas visa possibilitar aos usuários operarem suas linhas em velocidades superiores a 20 metros/min garantindo a total polimerização de suas tintas UV. Além disto, as emissões em linhas acima dos 415nm, com dosagens razoáveis, possibilita reduzir o uso de fotoiniciadores e/ou substituí-los por outros de menor custo. Enfim, minhas pesquisas em torno de novos aditivos objetiva tornar os processos mais eficazes, minimizando custos de produção. Em breve publicarei os resultados desta pesquisa.