The first international magazine for surface treatments

ipcm™

ERNATIONAL PAINT&COATING MAGAZINE

2010
1st YEAR
Bimonthly
N°6-November
www.eosmarketing.eu

s.a.s.

Per noi la verniciatura è un'arte...

IMPIANTI DI VERNICIATURA CON VERNICI LIQUIDE

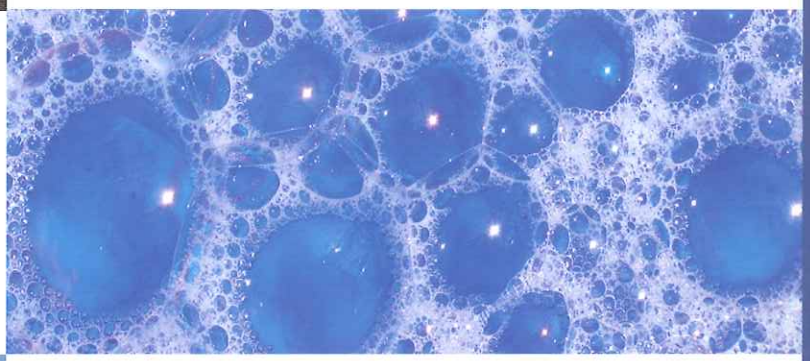
LIQUID COATING PLANTS

IMPIANTI DI VERNICIATURA CON VERNICI IN POLVERE

POWDER COATING PLANTS

IMPIANTI E SISTEMI DI LAVAGGIO

PLANTS AND EQUIPMENT FOR INDUSTRIAL CLEANING



ANTI DI VERNICIATURA PACKAGING PER L'INDUSTRIA COSMETICA

TING PLANTS FOR COSMETIC PACKAGING

...da quarant'anni
progettiamo e costruiamo
i vostri impianti

as Via dei Ronchi 8 20050 Calò Fraz. Besana Brianza (Mb) ITALY - tel. +39 (0)362 994357 fax +39 (0)362 942197 - tecnico@misas.it www.misas.it

eosmarketing.eu

MICROWAVE METHOD FOR DRYING WATER-PAINT LAYERS ON METALLIC SUPPORTS (AQUEOUS COMPONENT REMOVAL)

Tecnologia con microonde per l'asciugatura di vernici base acqua su supporti metallici (rimozione della componente acquosa)

A. Sonego - Microglass srl, San Quirino (PN) Italy

Copyright AIDIC Servizi, 2008

Traditional techniques in drying water-paint layers involve long drying time and risk of surface filming over. Furthermore, massive metallic means absorbs most of thermal energy which impinges the painted layer, with consequent poor efficiency in process.
Microwave energy is absorbed throughout the whole thickness of paint-layer, acting efficiently only on the aqueous component and providing a fast evaporation.
As the drying process occurs in a different period from the polymerization, there are no risk of filming over the surface and greater paint adherence to the support. Moreover, as metallic surfaces do not absorb microwaves, energy wastes are avoided. Several pilot plants have been realized, with results of process time reduced and efficiency increased.
Particular attention to electromagnetic shielding and safety devices has been given.

Le tecniche tradizionali per l'asciugatura di vernici a base acqua implicano lunghi tempi di asciugatura e il rischio di opacizzazione della superficie. Inoltre, supporti metallici molto grandi assorbono la maggior parte dell'energia termica che incide lo strato verniciato, con una conseguente scarsa efficienza di processo. L'energia delle microonde, invece, è assorbita completamente dall'intero spessore dello strato di vernice, e agisce efficacemente solo sulla componente acquosa procurandone la rapida evaporazione. Dal momento che l'asciugatura avviene in un momento diverso rispetto alla polimerizzazione, non ci sono rischi di opacizzazione della superficie e si verifica una maggiore adesione della vernice al supporto. Inoltre, dal momento che le superfici metalliche non assorbono le microonde, si evitano sprechi di energia.
Sono stati realizzati parecchi impianti pilota, che hanno mostrato tempi ciclo ridotti e una maggiore efficienza; particolare attenzione è stata posta alle schermature elettromagnetiche e ai dispositivi di sicurezza.

INTRODUCTION

The different phases of painting process consist on layer application, solvent or water removal, resin polymerization and finally support cooling to handle it, if thermoplastic resin. The use of water-based paints, promoted by recent politics of environment sustainability, would involve incredibly long time process with traditional technologies, as air convection or IR radiation. The quality of the treated workload with conventional methods is variable (e.g. with weather conditions) and frequently inferior to what is desired. In fact the surface directly exposed to IR radiation or air flow risks to film over. Furthermore, because in conventional heating all the heat energy required in the workpiece must pass through its surface, and the rate of heat flow to within is limited by temperature and the thermal diffusivity, the larger the workpiece, the longer the heating takes. Everyone's experience is that surface heating is especially slow in a thick material. The poor efficiency of traditional technologies is even increased on drying paint layer on massive metallic means, where most

INTRODUZIONE

Le diverse fasi di un ciclo di verniciatura consistono nell'applicazione di uno strato di vernice, nella rimozione del solvente o dell'acqua, nella polimerizzazione della resina e infine nel raffreddamento del supporto per poterlo maneggiare. L'utilizzo di vernici a base acqua, promosso dalle recenti politiche di sostenibilità ambientale, implicherebbe tempi ciclo incredibilmente lunghi con le tecnologie tradizionali, ad esempio convezione d'aria o irraggiamento IR.
La qualità del carico di lavoro trattato con i metodi convenzionali è variabile (ad esempio, in relazione alle condizioni atmosferiche) e spesso è inferiore rispetto alle aspettative. Infatti, la superficie esposta direttamente all'irraggiamento IR o al flusso d'aria rischia di opacizzarsi. Per di più, poiché nel riscaldamento convenzionale tutta l'energia termica richiesta dal pezzo deve passare attraverso la sua superficie, e la velocità della trasmissione di calore verso l'interno è limitata dalla temperatura e dal coefficiente di diffusione termica, più è grande il pezzo da lavorare, maggiore sarà la durata del riscaldamento.
Esperienza comune è che il riscaldamento superficiale è particolarmente lento in un materiale spesso.

of thermal energy is absorbed by metallic support not by paint layer.

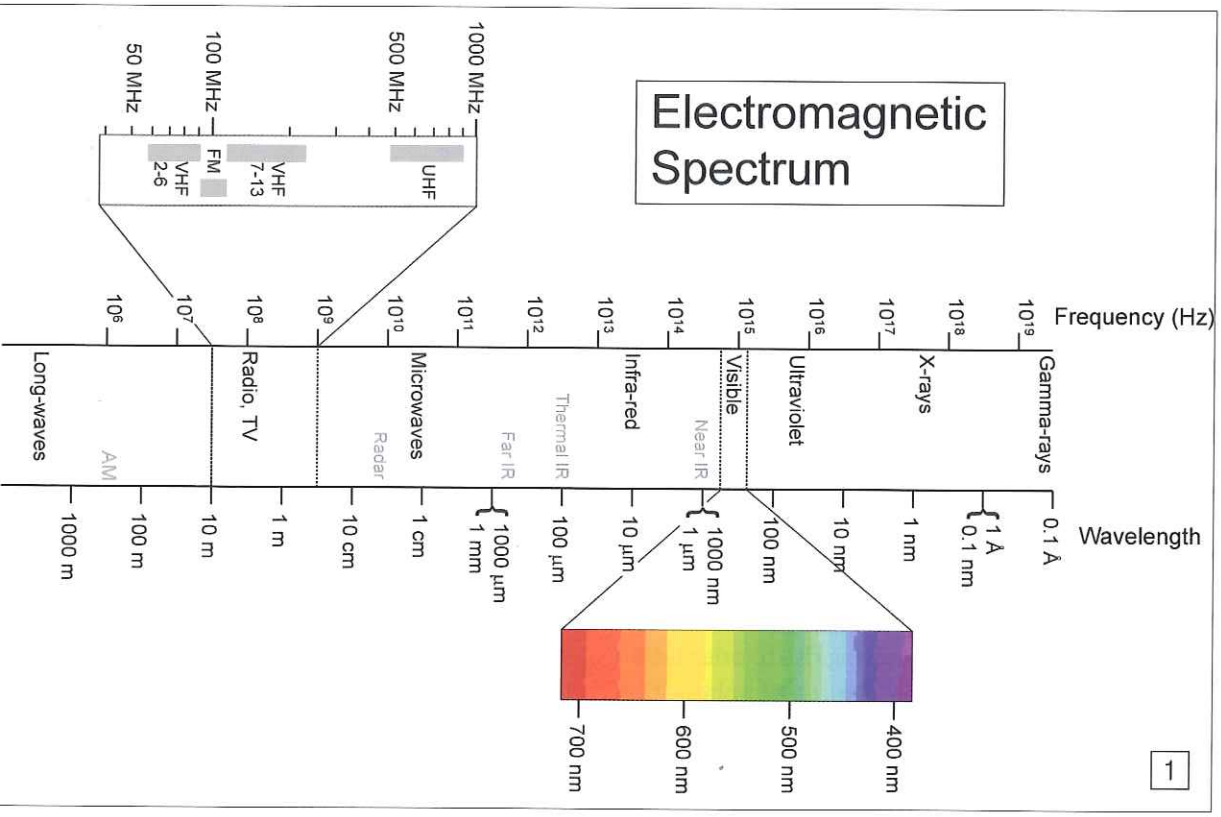
In process of massive metallic supports, long wait after the treatment is necessary in order to handle the supports, which reach high temperature in conventional process; this wait implies large covered spaces to stock painted material.

In water removal phase, these problems can be effectively solved with microwave heating.

Some of the well established advantages of microwave energy over conventional techniques consist in the reduction of drying times, a deeper penetration of microwave energy, which is absorbed throughout the whole thickness of paint-layer and the nearly total reflection of radiation by metallic surfaces of the supports, leading a high efficiency process.

In fact the electromagnetic energy (fig. 1), fed into the cavity, interacts only with the aqueous part, providing a fast evaporation of water.

La scarsa efficienza delle tecnologie tradizionali è ancora maggiore su supporti metallici massivi, dove la maggior parte dell'energia termica è assorbita dal supporto metallico e non dallo strato di vernice. Nel trattamento di questo tipo di supporti, è necessaria una lunga attesa dopo il trattamento per poter movimentare i supporti, che raggiungono temperature elevate nei cicli convenzionali; questa attesa obbliga ad avere grandi spazi coperti per lo stoccaggio del materiale verniciato. Nella fase di rimozione dell'acqua, questi problemi possono essere risolti efficacemente con il riscaldamento a microonde. Alcuni dei vantaggi delle microonde rispetto alle tecniche tradizionali risiedono nella riduzione dei tempi di asciugatura, nel maggior potere di penetrazione dell'energia, che è assorbita dall'intero spessore della vernice e la quasi totale riflessione delle radiazioni da parte delle superfici metalliche dei supporti, il che porta ad avere cicli ad alta efficienza. Infatti l'energia elettromagnetica (fig. 1) interagisce solo con la parte acquosa, fornendo una rapida evaporazione dell'acqua.



1 - Electromagnetic spectrum

1 - Lo spettro elettromagnetico

Besides these clear advantages, at the beginning of its evolution, about sixty years ago, industrial microwave was often difficult to justify against the relative expensive cost of power generators and the natural reticence of many industrialists to change existing systems. Together with the requirement of having a wide range of professional engineering capability, it has resulted in the slow growth of microwave heating industry. Recently microwave technology has been finding several uses in many industrial fields, from food processing to curing, thawing, etc. However microwave drying is still seldom or never adopted for industrial applications which imply metallic supports, for different problems as, first of all, possible electrical arcs within the cavity.

Nonostante questi vantaggi ben definiti, all'inizio della sua evoluzione, circa 60 anni fa, era spesso difficile giustificare l'utilizzo delle microonde industriali a causa dei costi relativamente elevati dei generatori di energia e della naturale reticenza di molti industriali a cambiare i sistemi esistenti. Questo ha determinato la lenta crescita dell'industria del riscaldamento a microonde. Recentemente la tecnologia delle microonde ha trovato parecchie applicazioni in molti settori industriali, dai trattamenti alimentari fino alla reticolazione, fusione, ecc. comunque l'asciugatura a microonde è utilizzata ancora raramente, o per nulla, nelle applicazioni industriali che coinvolgono supporti metallici, per problemi diversi quali, innanzitutto, la possibile formazione di archi elettrici all'interno della cavità.

Microwave Drying Mechanism

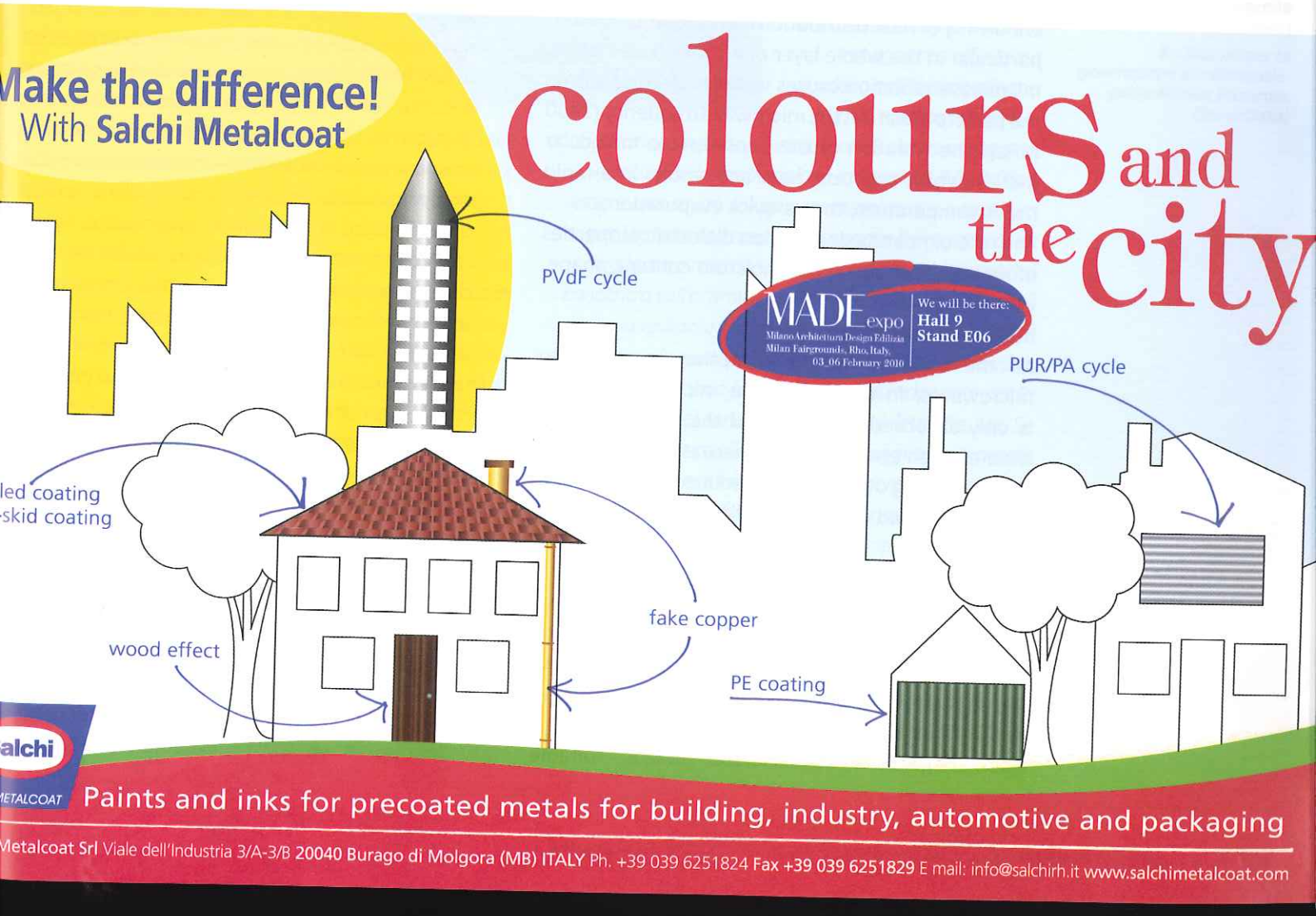
It has long been known that an insulating material can be heated by applying energy to it as high frequency electromagnetic waves. The origin of this heating lies in the capability of the electric field to polarize the charges in the material and the inability of this polarization to follow extremely rapid reversals of the electric field. The displacement of these charge particles from their equilibrium positions gives rise to induced dipoles which respond to the applied field. Such induced polarization arises mainly from the displacement of electrons around the nuclei (electronic polarization) or due to the relative displacement of atomic nuclei, because of the unequal distribution of charge in molecule formation (atomic polarization). In addition to induced dipoles some dielectrics, known as polar dielectrics, contain permanent dipoles due to the asymmetric charge distribution of unlike charge partners in a molecule (e.g. water molecule) which tend to reorientate under the influence of a changing electric field, thus giving rise to orientation polarization. Finally, another source of polarization arises from charge build-up in interfaces between components in heterogeneous systems, termed interfacial or space charge polarization.

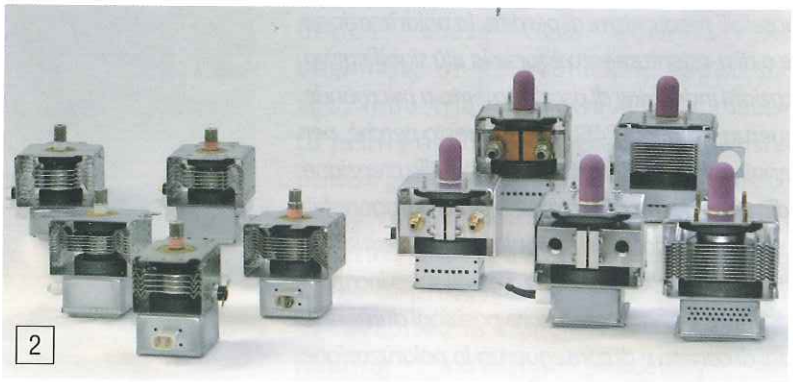
Il meccanismo di asciugatura con microonde

Da tempo sappiamo che è possibile riscaldare un materiale isolante applicando ad esso dell'energia sottoforma di onde elettromagnetiche ad alta frequenza. L'origine di questo riscaldamento consiste nella capacità del campo elettrico di polarizzare le cariche nel materiale e nell'incapacità di questa polarizzazione di seguire inversioni estremamente rapide del campo elettrico. Lo spostamento di queste particelle cariche dalle loro posizioni di equilibrio da origine a dipoli indotti che reagiscono al campo applicato. Tale polarizzazione indotta deriva principalmente dal dislocamento di elettroni intorno ai nuclei (polarizzazione elettronica) o grazie allo spostamento dei nuclei atomici, a causa della distribuzione della carica nella formazione di molecole (polarizzazione atomica). Oltre ai dipoli indotti, alcuni dielettrici, conosciuti come dielettrici polari, contengono dipoli permanenti dovuti alla distribuzione asimmetrica delle coppie di particelle con carica opposta all'interno di una molecola (es. molecole d'acqua) che tendono a ri-orientarsi sotto l'influenza di campi elettrici variabili, dando così origine a una polarizzazione per orientamento. Infine, un'altra sorgente di polarizzazione deriva dall'accumulo di cariche in legami tra componenti in sistemi eterogenei, definita polarizzazione di carica interfacciale o spaziale.

Of all the possible forms of loss mechanisms, dipolar or reorientation polarization is perhaps the most significant in industrial microwave heating applications (at usual frequency of 2450MHz). This is because for many polar materials the time constants for the establishment and decay of the polarizations occur at times comparable to the periods of oscillation of the high frequency signal. As the frequency increases the dipoles are unable to fully restore their original positions during field reversals and as a consequence the dipolar polarization lags behind the applied field. As the frequency increases further a point is reached where the reorientation polarization fails to follow the applied field and contributes less to the total polarization. Energy is now drawn from the system and is dissipated as heat into the material. The processing of many industrial materials with electromagnetic energy in the frequency range 10MHz < f < 3 GHz is a practical

Di tutti i possibili meccanismi di perdita, la polarizzazione dipolare o di ri-orientamento è forse la più significativa nelle applicazioni industriali di riscaldamento a microonde (alla frequenza usuale di 2450MHz). Questo perché, per molti materiali polari, le costanti di tempo della creazione e del decadimento della polarizzazione sono paragonabili ai periodi di oscillazione del segnale ad alta frequenza. Con l'aumentare della frequenza, i dipoli sono incapaci di ripristinare pienamente le loro posizioni durante le inversioni di campo e di conseguenza la polarizzazione "resta indietro" rispetto al campo applicato. Con l'ulteriore aumento della frequenza si raggiunge un punto in cui la polarizzazione di ri-orientamento non riesce a seguire il campo applicato e contribuisce in misura minore alla polarizzazione totale. L'energia quindi è attratta dal sistema ed è dissipata sottoforma di calore all'interno del materiale. Il trattamento di molti materiali industriali con energia elettromagnetica nel range di frequenza 10MHz <f<3GHz è una "proposizione pratica"





2 - Systems for microwave generation: Magnetron (patented)

2 - Sistemi per la generazione di microonde: Magnetron (brevettato)

3 - Systems for microwave generation: Power supply (patented)

3 - Sistemi per la generazione di microonde: alimentatore (brevettato)

proposition primarily due to two absorption mechanisms: dipolar and interfacial relaxation. As microwaves have high penetration depth, volumetric heating is possible because the heat energy injected into the material is transferred through the surface lectromagnetically, and does not flow as a heat flux, as in conventional heating.

The rate of heating is no longer limited by thermal diffusivity and surface temperature, and the uniformity of heat distribution is greatly improved. In particular in the whole layer of a water-based paint, microwave radiation causes water molecules within the paint to vibrate at the microwave frequency (2450 MHz). The vibration causes considerable molecular friction which produces heat and results in a rapid rise in temperature, then a quick evaporation.

The rate of heating depends on dielectric properties of material but also on its moisture content, shape, volume and

mass of the sample.

As the resin is not as receptive as water to microwaves, in the first phase microwave energy is only absorbed by water and the resin does not have enough energy for polymerization. The risk of surface filming over is greatly reduced and the water can be removed without any blisters on surface.

Applications In Plants

The radiation system in a typical industrial application consists in a microwave source (magnetron - fig. 2) controlled by an appropriate power supplier (fig. 3), which sets the output power and verifies any security and alarm.

The magnetron is inserted in a suitable

principalmente dovuta a due meccanismi di assorbimento: rilassamento dipolare e interfacciale. Dal momento che le microonde possiedono un elevato potere di penetrazione, è possibile un riscaldamento volumetrico poiché l'energia termica all'interno del materiale è trasferita a livello elettromagnetico attraverso la superficie, e non scorre come per flusso di calore, come accade invece nel riscaldamento convenzionale. La velocità di riscaldamento non è più limitata dal coefficiente di diffusione termica e dalla temperature di superficie e l'uniformità di distribuzione del calore è di gran lunga migliorata. In particolare, nell'intero strato di vernice a base acqua, le radiazioni a microonde determinano la vibrazione delle molecole d'acqua all'interno della vernice alla frequenza delle microonde (2450 MHz). La vibrazione causa una considerevole frizione molecolare che produce calore e sfocia, dapprima, in un rapido innalzamento della temperatura, poi in una veloce evaporazione. Il grado di riscaldamento dipende dalle proprietà dielettriche del materiale ma anche dal contenuto di umidità, forma, volume e massa del campione. Dal momento che la resina non è così ricettiva come l'acqua alle microonde, nella prima fase l'energia a microonde è assorbita solo dall'acqua e la resina non ha sufficiente energia per polimerizzare.

Il rischio di opacizzazione della superficie è grandemente ridotto e l'acqua può essere rimossa senza formazione di bolle sulla superficie.

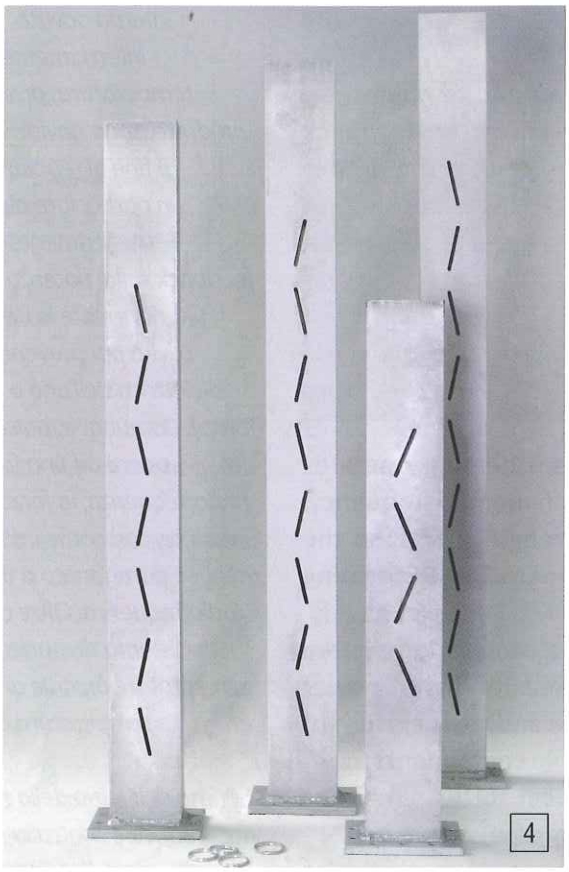
Applicazione negli impianti

Il sistema di radiazione in una applicazione industriale tipica consiste in una sorgente di microonde (magnetron - fig. 2) controllata da un generatore di potenza (fig. 3) adeguato, che regola la potenza in uscita e verifica sicurezza e allarmi. Il magnetron è inserito in una apposita

waveguide (fig. 4), which transmits the microwave radiation where workload is located without significant losses. Usually industrial application is a multimode oven, a cavity where the microwaves can be released in several methods, as slotted waveguide, horn antenna, launcher, etc. connected to first waveguide. A multimode oven is basically a metallic walls structure which is several wavelengths long in at least two dimensions.

As multiple reflections occur at metallic walls, the electric and magnetic fields within the cavity will rearrange in a large number of definite configurations, termed electromagnetic modes. Depending on industrial application, the oven can be a closed box for batch process or a continuousoperating system for a conveyor system (fig. 5, next page). The design of a microwave plant is focused on the optimizing the coupling between the radiation system and the oven cavity, selecting the fittest kind and position of multiples antennas (horn, slotted waveguide, etc.) for workload geometry, dielectric properties, etc. If optimum matching has not been achieved, power is reflected back to the source from the load. In order to get maximum power transfer, an important parameter to be controlled is the ratio between forward and reflected power, for each source. The measurement is made by special probes, mounted on devices (isolators or circulator) which permit to distinguish between forward and reflected signals.

Another relevant variable is workload temperature, controlled to avoid destructive damage to workload from excessive internal



4 - Systems for microwave application: Wave guide (patented)

4 - Sistemi per la generazione di microonde: guide d'onda fessurate (brevettato)

guida d'onda (fig. 4) che trasmette, senza perdite significative, le radiazioni a microonde laddove il carico di materiale da trattare è posizionato. L'applicazione industriale tipica è un forno multimodale, una cavità dove le microonde possono essere emesse in molti modi, (attraverso guide d'onda fessurate, antenne ad horn, etc.) connesse alla prima guida d'onda. Fondamentalmente, un forno multimodale è una struttura fatta di pareti metalliche lunga svariate lunghezze d'onda per almeno due dimensioni. Grazie alle rifrazioni multiple sulle pareti metalliche, i campi elettrico e magnetico all'interno della cavità si riordinano in un elevato numero di configurazioni definite, chiamati modi elettromagnetici.

A seconda dell'applicazione industriale, il forno può essere una cavità chiusa per sistemi statici o continuo per i sistemi con nastri di trasporto. Il progetto di un impianto a microonde (fig. 5, a pagina seguente) si concentra sull'ottimizzazione dell'accoppiamento tra il sistema radiante e la cavità del forno, selezionando la tipologia e la posizione di antenne multiple (a tromba, guide d'onda fessurate, etc.) più adeguate per la geometria del carico, le proprietà dielettriche, etc. Se l'accoppiamento migliore non viene raggiunto, l'energia dal carico viene riflessa verso la sorgente. Per ottenere il massimo trasferimento di energia, un parametro importante da controllare è il rapporto fra energia trasmessa e riflessa, per ogni sorgente.

La misurazione è effettuata con sonde speciali, montate su dispositivi (isolatori o circolatori) che consentono di distinguere fra segnale trasmesso e riflesso. Un'altra variabile rilevante è la temperatura del carico, controllata per evitare danni distruttivi ai pezzi in trattamento per un eccessivo stress

Brianza (Mb) ITALY - tel. +39 (0)362 994357 fax +39 (0)362 942197 - tecnico@misas.it www.misas.it

mechanism stress due, for example, to internally generated steam.

The signals of reflected power and temperature, from isolators and workload sensors, are feedback to magnetron suppliers in order that the output power is adjusted by particular algorithm to obtain maximum transfer and heating uniformity. The feedback on power output permits to further control the power density within the cavity in order to prevent electric arcs due to dielectric breakdown of the air or gas (i.e. vapour mixture in the oven).

However, because microwave heating operates at a much higher frequency than radio frequency, the applied electric field strength is less, so the risk of arcing is less if compared to RF heating plants.

Besides to cavity controls, a monitoring system is needed for magnetron and its digital power supplier (i.e. current, voltage and temperature of several electric and electronic components).

Before radiation starting, main software verifies any control signals, including safety devices.

For a continuous operating system particular care is taken to design conveyor system.

Belt, chain or other transport means are possible to install but adequate shielding have to be installed where high fretting fatigue and moving mechanical mating are present, in order to avoid local arcing or microwave leakage.

Both designing a brand new plants (fig. 6) and an installation of radiation system in existing plants have been realized; in any case it is fundamental to consider any component, present within the cavity (mechanical or electronic parts) which could be reactive to microwave in order to shield it if necessary.

Safety

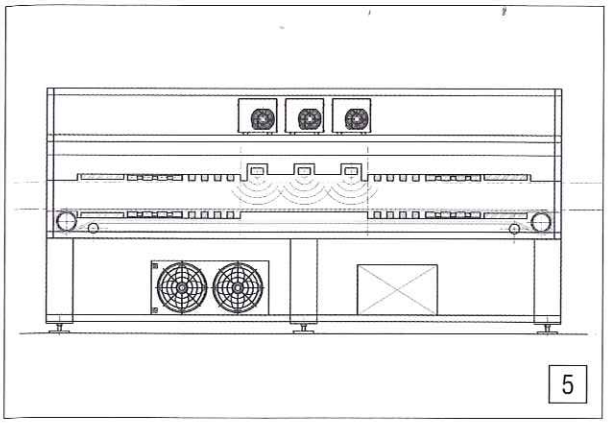
Industrial microwave ovens are provided with access doors for cleaning and maintenance, as well as loading doors for batch ovens, or open aperture ports forcontinuous-flow ovens. All have to be furnished of filters to limit microwave leakage under worst-case conditions to a safe level for

interno dovuto, ad esempio, al vapore generato internamente. I segnali di energia riflessa e di temperatura, provenienti da isolatori e sensori sul prodotto, sono rinviati agli alimentatori dei magnetron al fine di regolare la potenza in uscita attraverso un particolare algoritmo per ottenere il massimo trasferimento e uniformità di riscaldamento. Il feedback sulla potenza in uscita consente di controllare ulteriormente la densità di potenza all'interno della cavità per prevenire archi elettrici dovuti a rottura dielettrica dell'aria o del gas (es. miscele di vapori nel forno). Comunque, poiché il riscaldamento a microonde opera ad una frequenza molto più elevata della radiofrequenza, la forza del campo elettrico applicato è inferiore, così come inferiore è il rischio di formazione di archi, se paragonato a un impianto con riscaldamento a radiofrequenza. Oltre ai controlli in cavità, è necessario un sistema di monitoraggio per il magnetron e il suo alimentatore digitale di potenza (es. corrente, voltaggio e temperatura di diversi componenti elettrici ed elettronici).

Prima dell'inizio della radiazione, il software principale verifica e controlla i segnali, compresi i dispositivi di sicurezza. Per un sistema in continuo un'attenzione particolare viene posta alla progettazione del sistema di trasporto. È possibile installare nastro, catena o altri mezzi di trasporto ma devono anche essere installate schermature adeguate laddove siano presenti fenomeni di fatica da fretting o movimenti meccanici, al fine di evitare formazione di archi localizzata o emissioni di microonde. Sono stati realizzati sia impianti nuovi (fig. 6) sia installazioni di sistemi di irradiamento su impianti esistenti; in ogni caso è fondamentale considerare ogni componente presente all'interno della cavità (parti elettroniche o meccaniche) che potrebbe essere sensibile alle microonde al fine di schermarla, se necessario.

Sicurezza

I forni industriali a microonde sono provvisti di accessi per la manutenzione e la pulizia, di ingressi di carico per i sistemi a batch, o di aperture per i forni con flussi in continuo. Tutto deve essere provvisto di schermature per contenere la fuoriuscita di microonde, nelle condizioni più estreme per ricondurle a un livello di sicurezza per



5 - Example of plant (longitudinal section)

5 - Esempio di impianto (sezione longitudinale)

6 - Radiating system production plant

6 - Impianto di produzione del sistema di radiazione

personnel, and in many cases to the extremely low levels demanded for EMC.

The easiest door is a plain metal plate screwed to the wall of the oven, with a conducting gasket forming the microwave seal. In some chokes the gasket is replaced by a strip of lossy material (e.g. water pipe, carbon-loaded rubber or plastics) which does not have to form a direct contact to the mating surfaces.

Usually the door choke has a special geometry to provide reflection back to the cavity of any microwave leakage. Design door choke has to foresee that there is a much greater risk of arcing and overheating of lossy material incorporated in c hoking systems, due to high surface currents. In case of a continuous operating system which consists of a conveyor belt or other transport system, at the entrance and exit ports of the conveyor belt, there are filter zones in order to attenuate microwave leakage.

The aperture size, especially the height, is critical because the leakage of microwave power rises rapidly with increasing height, particularly as the height approaches $\lambda/4$ reactive (reflective) chokes are to be used. There are different methods of choking large open apertures: to apply some reactive choke or to line the walls of the choke tunnel with absorbent material.

The best practice is to use reflective chokes adjacent to the oven and reduce the power density, and then to alternate between absorptive and reflective techniques until the desired attenuation is achieved. Secure, failsafe

*il personale, e ai livelli estremamente bassi richiesti dalla Direttiva per la compatibilità elettromagnetica (EMC). L'apertura più semplice è un pannello metallico piano avvitato alle pareti del forno, con una guarnizione conduttiva sigillo come schermatura delle microonde. In alcuni schermi la guarnizione è sostituita da una striscia di materiale non conduttivo (ad es. tubi dell'acqua, plastica o gomma) che non deve creare un contatto diretto fra le superfici appaiate. Di solito la schermatura della porta possiede una geometria speciale (*chocke*) per riflettere verso l'iterno della cavità eventuali fuoriuscita di microonde. Il progetto delle schermature per le aperture deve prevedere l'esistenza di un rischio maggiore di formazione di archi e di surriscaldamento del materiale non conduttivo inserito nei sistemi* chocke*, a causa delle elevate correnti superficiali. Nei sistemi in continuo formati da un trasportatore a nastro o da altro sistema di trasporto, in prossimità delle aperture di ingresso e uscita ci sono zone di schermatura per attenuare la fuoriuscita di microonde. La dimensione delle aperture, specialmente l'altezza, è un fattore critico poiché l'emissione di energia a microonde aumenta notevolmente con l'aumentare dell'altezza; in modo particolare se l'altezza si avvicina a $\lambda/4$, si devono utilizzare schermi reattivi (riflessione). Ci sono metodi diversi per la schermatura di aperture di notevoli dimensioni: applicare qualche chocke reattivo o profilare le pareti del* chocke *di materiale assorbente. Il metodo migliore è utilizzare* chocke *reattivi adiacenti al forno, ridurre la densità di energia, e poi alternare tecniche di assorbimento e di riflessione finché non si ottiene l'attenuazione desiderata. Sono forniti*

7 - Analysis of the results of the paint drying

7 - Analisi dei risultati di asciugatura della vernice

interlocks are provided to prevent high-power microwave being switched-on in the absence of workload.

Techniques used for such interlock include optical (or infrared) beams interrupted by the workload, microwave sensors near the aperture of the choke tunnel set to nip an emergency stop if the level of leakage exceeds a preset limit. In batch-oven, mechanical and electrical double interlocking is provided to prohibit radiation if any door is open.

Microwave heating equipment is designed, constructed and operated to provide adequate protection against radiation hazards due to microwave leakage.

All equipment, where accessibility to the applicator by a part of the human body is possible with a risk of exceeding the admissible microwave leakage limit, is provided with protective measures such further barriers and special signs.

dispositivi di sicurezza di interblocco per prevenire l'accensione di microonde ad alta potenza in assenza di carico nel forno. Le tecniche utilizzate per questi dispositivi di blocco comprendono fotocellule (a infrarossi), all'ingresso del carico, o sensori di microonde vicino alle aperture del tunnel impostati per attivare un arresto d'emergenza, se il livello di emissione supera il limite impostato. Nei forni statici vengono forniti doppi interblocchi, meccanici ed elettrici, per impedire la radiazione se qualche porta è aperta. L'apparecchiatura di riscaldamento a microonde è progettata e costruita per assicurare adeguata protezione contro i pericoli dovuti a rilascio di microonde. Tutti i sistemi in cui l'applicatore a microonde è accessibile da una parte del corpo dell'operatore con rischio di esposizione alle emissioni, sono dotati di misure di protezione aggiuntive, come ad esempio ulteriori barriere o segnaletica speciale.

With painted metallic supports, particular care has to be taken considering possiblereflections on the support next to apertures, designing special shielding geometry in correspondence of pointed parts. Furthermore, during a microwave treatment of painted metallic support, the last period is characterized of a low lossy workload, as almost of water is already evaporated.
The reflected power feedback and output power regulation is a protection mechanism reducing power density in order to avoid arcing, product damage and to reduce leakage risk.

Con i supporti metallici verniciati, un'attenzione particolare deve essere posta alle possibili riflessioni sul supporto in prossimità delle aperture, progettando schermature dalle geometrie speciali in corrispondenza delle parti appuntite. Per di più, durante il trattamento a microonde di supporti metallici verniciati, l'ultima fase è caratterizzata da un carico a basso potere assorbente, dal momento che la maggior parte dell'acqua è già evaporata. Il feedback della potenza riflessa e la regolazione della potenza in uscita è un meccanismo di protezione che riduce la densità di energia per evitare la formazione di archi, danni al prodotto e per ridurre il rischio di fuoriuscita di microonde.

RESULTS

Several pilot plants have been realized for different companies, international market leaders in painting field, but design characteristics and results are still strictly confidential.

RISULTATI

Svariati impianti pilota sono stati realizzati per diverse aziende, leader internazionali di mercato nel settore della verniciatura, ma le caratteristiche di progettazione e i risultati sono ancora strettamente

As indicative improvement, with traditional plant the process of water paint on massive metallic supports lasted 40 minutes with hot air (90°C) and it was necessary one day long of wait to handle them because the drying process was not completed; after microwave system installation 20 minutes process (20kW of microwave power, combined with hot air at 90°C) is enough to have free-tack paint and after 2 hours the support can handled by the operator (fig. 7, previous page).

In all pilot plants, it has been seen that microwave method allows increased throughput, more compact systems than conventional ones, selective energy absorption by lossy constituents without energy waste in heating massive metallic supports, quick energy absorption throughout the whole layer of paint due to its deeper penetration, no risk of surface filming over and greater paint adherence to the support.

Of course, after the drying period, additional thermal energy (by infraredradiation or hot air) is required in order to obtain the resin polymerization.

If process time is reduced and process quality increased, also the reliability of a microwave system is guaranteed by all control system, avoiding arcing risk and product overheating: under correct use conditions, the only limit consists in magnetron life, established by the constructor as 4000-5000 operating hours.

Thus the maintenance costs are relatively low, because just an ordinary cleaning is necessary with periodic substitutions of only magnetrons.

confidenziali. A titolo indicativo, con gli impianti tradizionali il ciclo di verniciatura all'acqua su supporti metallici massivi durava 40 minuti con aria calda (90°C) ed era necessario un giorno intero di attesa per la movimentazione poiché il ciclo di asciugatura non era completo; con il sistema a microonde sono sufficienti 20 minuti di ciclo (20kW di potenza a microonde, combinata con aria calda a 90°C) per ottenere una vernice fuori polvere e dopo due ore il supporto può essere movimentato dall'operatore (fig. 7, pagina precedente). In tutti gli impianti pilota, il metodo a microonde consente di aumentare la produttività; è un sistema più compatto rispetto a quelli convenzionali; rende possibile l'assorbimento selettivo dei materiali assorbenti senza spreco di energia nel riscaldamento di pezzi metallici massivi; rende possibile il rapido assorbimento dell'energia nell'intero strato di vernice grazie al suo potere di penetrazione, nessun rischio di opacizzazione della superficie, e maggior aderenza al supporto. Ovviamente, dopo il periodo di asciugatura, è necessario un apporto ulteriore di energia termica (con infrarossi o aria calda) per la polimerizzazione della resina. Se il tempo ciclo è ridotto e la qualità di processo migliorata, anche l'affidabilità del sistema a microonde è garantita da tutto il sistema di controllo, evitando così il rischio di formazione di archi e il surriscaldamento del prodotto: nelle corrette condizioni di utilizzo, l'unico limite consiste nella durata del magnetron, determinata dai costruttori di tale dispositivo in 4000-5000 ore di lavoro.

Ne consegue che i costi di manutenzione sono relativamente bassi, perché è necessaria solo la pulizia ordinaria con la sostituzione periodica dei soli magnetron.

REFERENCES

A. C. Metaxas, R. J. Meredith (1983). Industrial Microwave Heating, IEE Power Eng. Series 4.

R. Meredith (1998). Engineers' Handbook of Industrial Microwave Heating. IEE Power Eng. Series 5.

RIFERIMENTI

A. C. Metaxas, R. J. Meredith (1983). Industrial Microwave Heating, IEE Power Eng. Series 4.

R. Meredith (1998). Engineers' Handbook of Industrial Microwave Heating. IEE Power Eng. Series 5.