

Determining layer thicknesses of adhesives without contact in Automotive Industry

Determinare lo spessore degli strati degli adesivi senza contatto nel settore automotive

Andor Bariska - COATMASTER AG

 The coatings of vehicle components must be measured to the micrometre to avoid damage and complaints. The automotive supplier AAM has long been using traditional methods based on microscopy and magnetic induction. Yet these methods show some disadvantages. Thanks to Lord Corporation's, the manufacturer of the Chemosil and Chemlok rubber-to-metal adhesives AAM has successfully implemented the coastmaster technology.

The precise measurement of the coating thickness is particularly important within the car industry, especially for those components which are subject to heavy loading like those of the powertrain. Improperly coated components can wear out more quickly and eventually fail, causing high repair costs.

An example of such heavily loaded components is the so-called torsional vibration damper.

These circular elements are located on the crankshaft and protect the mechanism from peak loads that occur in the shock-like power transmission from the piston to the crankshaft. Torsional vibration dampers consist of an external flywheel and an inner hub, which in turn is mounted on the crankshaft. To effectively damp the vibrations of the crankshaft, a rubber compound is glued between the hub and the outer flywheel ring with a thin adhesive layer of a few micrometers through a

 I rivestimenti dei componenti del veicolo devono essere misurati al micrometro per evitare danni e reclami. Il fornitore delle maggiori case automobilistiche AAM utilizza da tempo procedimenti tradizionali basati sulla microscopia e sull'induzione magnetica. Eppure questi metodi presentano dei punti deboli. Con il supporto di Lord Corporation, produttore degli adesivi gomma-metallo Chemosil e Chemlok, AAM ha convertito la misurazione del rivestimento in tecnologia coastmaster - con successo.

L'esatta misurazione dello spessore del rivestimento è di particolare importanza nell'industria automobilistica, specialmente nei componenti soggetti a carichi pesanti, come quelli presenti nel gruppo propulsore. I componenti rivestiti in modo errato possono consumarsi più rapidamente e alla fine cedere, e possono causare costi elevati di riparazione. Un esempio di tali componenti fortemente caricati è il cosiddetto smorzatore di vibrazioni torsionali. Questi elementi circolari si trovano sull'albero motore e proteggono il meccanismo dai carichi di punta che si verificano nella trasmissione di energia simile ad un urto dal pistone all'albero motore. Gli smorzatori di vibrazioni torsionali sono costituiti da un volano esterno e da un mozzo all'interno, che a sua volta è montato sull'albero motore. Per smorzare efficacemente le vibrazioni dell'albero motore, viene incollata una miscela di gomma tra il mozzo e l'anello del volano esterno con uno strato adesivo sottile di pochi micrometri



vulcanization process.

The adhesive is applied inside the flywheel ring and hub before the torsional vibration damper is mounted. The thickness of the adhesive layer must be carefully monitored: if it is applied too thick, the layer can tear. If the layer is too thin, the adhesion becomes too low. If the rubber mass breaks, this leads to unwanted noise and damage to the car transmission.

PROCESS OPTIMIZATION WITH NON-CONTACT COATING THICKNESS MEASUREMENT

Monitoring the coating thickness during production process is very important.

The automotive component supplier AAM, based in Detroit, Michigan, USA, has recently introduced the reliable, non-contact measurement system by coatmaster AG in Lyon, France, in the production of torsional vibration dampers. Using this method, the coating thickness can be determined very quickly and without contact. To take full advantage of the equipments's capabilities, the new technology has been further developed in close collaboration with the adhesive manufacturer Lord and coatmaster

AG, Switzerland. For the coating application, the challenge is roughening the surfaces of the hub and the flywheel before applying the adhesive so that the coating holds securely. This creates a micrometre-fine "mountain and valley landscape". These irregularities of both substrate and coating (Fig. 1) lead to a strong dispersion of the measured values if measured with the contact-type magnetically inductive method, since the magnetic fields of the probes vary according to the measurement position. This dispersion leads to uncertainty about the quality of the coating.

NO MORE REJECTS

This is the reason why AAM has decided to monitor



tramite un processo di vulcanizzazione. L'adesivo viene applicato all'interno dell'anello del volano e del mozzo prima del montaggio dello smorzatore di vibrazioni torsionali. Lo spessore dello strato adesivo deve essere monitorato meticolosamente: se l'adesivo applicato è troppo spesso, lo strato può strapparsi. Se lo strato è troppo sottile, l'adesione diventa troppo bassa. Se la massa di gomma si rompe, ciò determina rumori indesiderati e danni alla trasmissione dell'auto.

OTTIMIZZAZIONE DEL PROCESSO GRAZIE ALLA MISURAZIONE DELLO SPESSORE DEL RIVESTIMENTO SENZA CONTATTO

Il monitoraggio dello spessore dello strato durante la produzione è pertanto di fondamentale importanza. Il fornitore di componenti automobilistici AAM, con sede a Detroit, Michigan, USA, ha recentemente introdotto il sistema di misurazione affidabile e senza contatto di Coatmaster a Lione, in Francia, nella produzione di smorzatori di vibrazioni torsionali. In questo metodo, lo spessore dello strato viene determinato molto rapidamente e senza contatto.

Per sfruttare appieno le capacità delle apparecchiature, la nuova tecnologia è

stata ulteriormente sviluppata in stretta collaborazione con il produttore di adesivi Lord e la strumentazione di Coatmaster, Svizzera. Nella misurazione dello spessore dello strato intermedio, la sfida consiste nell'irruvidire le superfici del mozzo e del volano prima di applicare l'adesivo in modo da assicurare il rivestimento. Questo crea una "montagna di sabbia fine e micrometrica".

Queste irregolarità sia di base che di rivestimento (Fig. 1) comportano nella misurazione con il tradizionale procedimento magneto-induttivo impiegato a contatto, una dispersione troppo elevata dei valori misurati, poiché i campi magnetici delle sonde variano a seconda del luogo di installazione. Tale dispersione porta all'incertezza sulla qualità del rivestimento.

Fig. 1 - The adhesive layer rough surfaces lead to high deviation on contact measurement

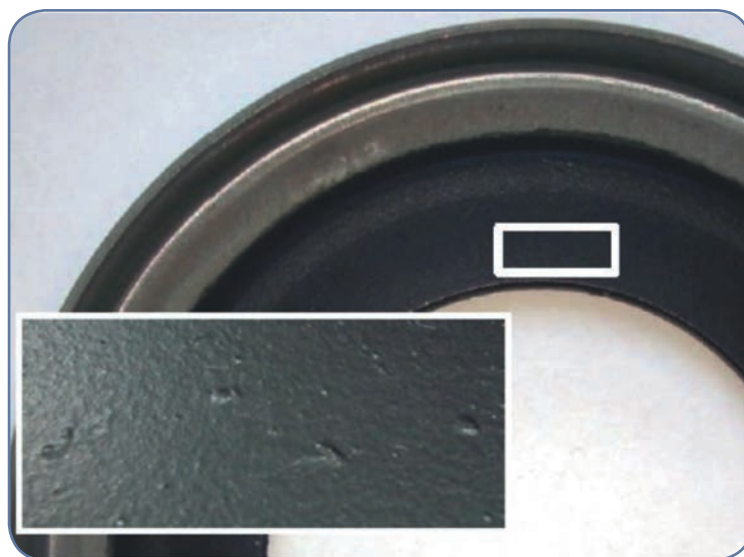


Fig. 1 - Le superfici ruvide dello strato adesivo provocano un'elevata deviazione sulla misurazione a contatto



steadily its production and to measure the coating thickness on each component. In this context, the Chemosil/Chemlok experts of Lord have directed AAM's attention on coatmaster technology.

Fig. 2 - At AAM Lyon, every torsional vibration damper is measured using the coatmaster. The layer thickness and other parameters are lasered as a QR code.



Fig. 2 - Da AAM Lyon ogni smorzatore di vibrazioni torsionale prodotto viene misurato con il coatmaster. Lo spessore dello strato e altri parametri di produzione sono riportati nel codice QR mediante marcatura laser

Meanwhile, coatmaster AG (Fig. 2) has been working for AAM successfully for longer than four years. Since every component is inspected, the manufacturing process deviations can be immediately identified. "No matter if there is a clogged nozzle when applying the adhesive or a change in the material viscosity: as soon as the coating thickness deviates from the target, the coating process can be readjusted. "So, nowadays, AAM virtually removes rejects", says Andor Bariska, member of the coatmaster AG Executive Committee. coatmaster devices measure the thickness of a coating by heating the surface at a distance with a light source using an infrared sensor to measure the time required for the coating to heat up and cool down. The thicker the layer, the slower it will cool down. The devices operate at a speed of up to one measurement/second (1 Hz). Therefore, it is possible to make several measurements



NIENTE PIÙ SCARTI

Ecco perché AAM ha deciso di monitorare la sua produzione costantemente in futuro, e di misurare lo spessore del rivestimento su ciascun componente.

In questo contesto, gli esperti Chemosil/Chemlok della società Lord e AAM hanno attirato l'attenzione sulla tecnologia del coatmaster. Nel frattempo, il coatmaster (Fig. 2) è in azione ad AAM da oltre quattro anni - con successo. Poiché viene controllato ogni componente, le deviazioni nel processo di produzione possono essere immediatamente riconosciute. "Non importa se è presente un ugello otturato quando si applica l'adesivo o una modifica della viscosità del materiale: non appena i valori dello spessore del rivestimento si discostano dall'obiettivo, può essere riadattato il processo di rivestimento. Oggi AAM elimina virtualmente l'esclusione", afferma Andor Bariska, membro del comitato esecutivo di Coatmaster. I dispositivi misurano lo spessore di un rivestimento in cui la superficie viene riscaldata a distanza da una fonte di luce e utilizzano un sensore a infrarossi per misurare il tempo necessario affinché il rivestimento si riscaldi e si raffreddi. Maggiore è lo spessore dello strato, più lentamente si raffredderà. I dispositivi funzionano a velocità fino a una misurazione/secondo (1Hz). Pertanto, è possibile effettuare diverse misurazioni in breve tempo.

Fig. 3 - The microscopic cross-section image of the coating shows that the punctual coating thickness measurement is subject to a high fluctuation

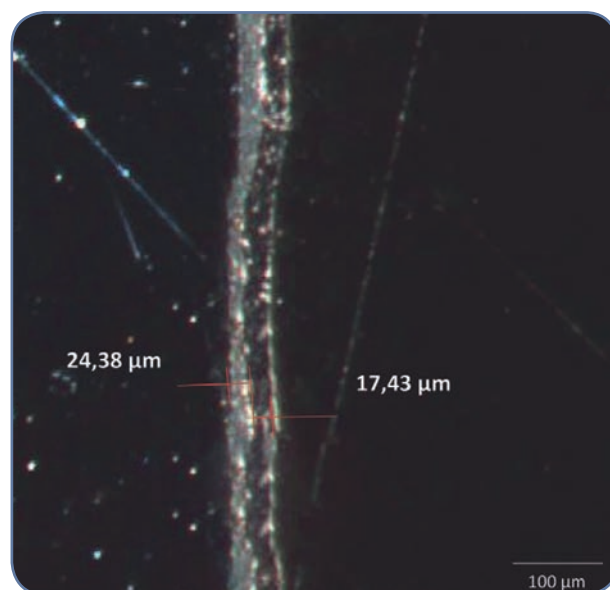


Fig. 3 - L'immagine microscopica della sezione trasversale del rivestimento a due strati mostra che la misurazione per punti dello spessore dello strato è soggetta a un'alta fluttuazione



within a short time.

Even with rough surfaces an overall picture of the coating thickness can be quickly obtained. Compared with the coatmaster, established measurement methods show several disadvantages.

The microscopic method simply provides information about this very small area, obtained from the component.

As shown in Figure 3, the thickness of the layer cannot be clearly derived from this point of view. In addition, the process takes a long time. The sample must be cut, embedded in resin and polished so that a clean cross section is available for testing. This can take several hours or even days and it is therefore not suitable for process control.

BETTER THAN MAGNETIC-INDUCTIVE METHODS

The coating industry also uses the magnetic-inductive method. In this case, a magnetic probe is placed on the coated metallic component. Depending on the



Ne consegue che anche con superfici ruvide si ottiene rapidamente un quadro generale dello spessore dello strato. Rispetto al coatmaster, i metodi di misurazione stabiliti hanno diversi vantaggi. Il procedimento microscopico fornisce semplicemente informazioni sui punti da quel campione che è stato ricavato dal componente.

Come mostrato in Figura 3, lo spessore dello strato non è chiaramente derivabile da questo punto di vista. Inoltre, il procedimento richiede molto tempo. Il campione deve essere prima versato in una resina di supporto, quindi levigato in modo che sia disponibile una sezione trasversale pulita per l'analisi. Ciò può richiedere diverse ore o addirittura giorni e pertanto non è adatto per il controllo del processo.

MEGLIO DEI PROCEDIMENTI MAGNETICO-INDUTTIVI

L'industria del rivestimento oggi utilizza anche il procedimento magnetico-induttivo. In questo caso, una sonda magnetica viene posizionata sul componente metallico rivestito. Lo spessore dello strato modifica il campo magnetico, la variazione del campo magnetico consente quindi



thickness, the magnetic field is changed, which allows obtaining the thickness of the layer. However, the use of these probes for rubber-metal adhesives shows the following two problems:

- on the one hand, the high dispersion on the rough surface, as described above;
- on the other hand, at the time of measurement, the layer is still elastically deformable.

In contact-measurement, the layer can be dented, so the measurement data is falsified. As shown in comparative studies, the measured values of the magnetic-inductive method disperse significantly more than in the non-contact measurement with the coatmaster.

Also in the opinion of Guillaume Carre, Manager of Application Engineering at Lord, the ability to measure without contact is one of the great strengths of the devices. "It is even possible to measure the thickness of the layer from a greater distance and angle, which facilitates the integration of the coatmaster in a production line".

Furthermore, the devices are very easy to use and calibrate, without requiring specific knowledge. The measurements are fast, allowing complete monitoring of all products. Automotive suppliers must be able to rely on the correct measurement of the coating thickness. This is especially important for critical components. The methods used to measure these components undergo special tests. For this purpose, the cg value was introduced in the automotive sector. This value relates two important measurement parameters: first, the tolerance range of the coating process, which is the allowed range of the coating thickness, and second the dispersion of the instrument itself, defined by repeated measurements. The ratio of the tolerance of the coating process and the instrument deviation must not be below a certain threshold. The ratio is specified by the cg value, which represents a measure of the reliability of an instrument. For the use in the automotive industry the cg value of a coating thickness measurement must be at least 1.33, which represents a ratio between tolerance range and instrument dispersion of at least 40. The coatmaster reaches values up to 4.5. The magnetic induction gauge previously used in AAM, in turn, usually reaches a value of cg which is lower than 0.4. Therefore, it is clear that these gauges are not capable of the process control.

PRODUCTION IN THE CONTROL LOOP

The coatmaster facilitates the production at AAM



di dedurre lo spessore dello strato. Tuttavia, l'uso di tali sonde per gli adesivi gomma-metallo presentano i due seguenti problemi:

- da un lato, l'alta dispersione sulla superficie ruvida, come descritto sopra;
- dall'altro, al momento della misurazione, lo strato è ancora deformabile elasticamente.

Nella misurazione di contatto, lo strato può essere ammaccato, per cui i valori misurati sono falsificati. Come è stato dimostrato in studi comparativi, i valori misurati del procedimento magnetico-induttivo si disperdono in modo significativo più che nella misura senza contatto con il coatmaster. Anche per Guillaume Carre, Manager of Application Engineering di Lord, la possibilità di misurare senza contatto è uno dei grandi punti di forza dei dispositivi. "È possibile persino misurare lo spessore dello strato da una distanza e angolazione maggiore, il che può facilitare notevolmente l'integrazione del coatmaster in una linea di produzione". Inoltre, i dispositivi sono stati molto facili da utilizzare e calibrare, senza richiedere conoscenze specifiche. Per di più, le misurazioni sono veloci, per cui è possibile il monitoraggio completo di tutti i prodotti. I produttori di automobili devono poter contare sul fatto che la misura dello spessore dello strato sia corretta. Ciò vale in modo particolare per i componenti critici. I procedimenti utilizzati per la misurazione di tali componenti sono quindi sottoposti a prove speciali. Per questo scopo nel settore automobilistico è stato quindi introdotto già da tempo il parametro della capacità di qualità cg. Questo valore mette in relazione due importanti parametri della misurazione: innanzitutto il range di tolleranza del processo di rivestimento, che indica quanto è ampio il range consentito dello spessore dello strato e in secondo luogo la deviazione dello strumento stesso, misurato mediante ripetute misurazioni. Il rapporto tra la tolleranza del processo di rivestimento e la deviazione della misurazione non deve essere inferiore a una determinata soglia. Il rapporto è specificato dal valore cg, che rappresenta una misura dell'affidabilità di un metodo. Per l'uso nell'industria automobilistica il valore cg di una misurazione dello spessore del rivestimento deve essere almeno 1.33 che rappresenta un rapporto tra intervallo di tolleranza e dispersione dello strumento di almeno 40. Il coatmaster raggiunge valori fino a 4,5. Il metodo di induzione magnetica precedentemente utilizzato in AAM, a sua volta, raggiunge solitamente un valore di cg inferiore a 0,4. Pertanto, diventa chiaro che questo metodo non è adatto per il controllo del processo.

PRODUZIONE NEL CIRCUITO DI CONTROLLO

Il coatmaster semplifica la produzione di AAM sotto diversi



in various ways, for example regarding the traceability of torsional vibration dampers. Currently, AAM prints a QR code on all the components with important characteristics including the thickness of the coating measured with the coatmaster. "In case of complaints, it is possible to quickly prove that a component has the correct layer thickness", explains coatmaster AG founder Andor Bariska.

In other cases it can be determined whether or when an error occurred in production. According to Jean-Philippe Caillot of AAM, another strength of the coatmaster is that the production can be managed in a closed loop: "At AAM Lyon, we use the coatmaster to guarantee the traceability of our products. The coating thickness measurement is integrated in a closed loop, which immediately corrects the deviations of the process. This is part of a continuous development to adapt our production to the standards of Industry 4.0".



aspetti ad esempio per quanto riguarda la tracciabilità degli smorzatori di vibrazioni torsionali. Oggi AAM incide tutti i componenti con un codice QR che contiene importanti caratteristiche del componente, incluso lo spessore del rivestimento misurato con il coatmaster. "In caso di reclami, è possibile dimostrare velocemente che un componente presenta il corretto spessore dello strato", spiega Andor Bariska. In altri casi si può determinare se o quando in produzione si è verificato un errore. Secondo Jean-Philippe Caillot di AAM, un altro punto di forza del coatmaster è che la produzione può essere gestita in un circuito chiuso: "In AAM Lyon, usiamo il coatmaster per garantire la tracciabilità dei nostri prodotti. La misurazione dello spessore del rivestimento in linea è integrata in un circuito chiuso, che corregge immediatamente le deviazioni del processo. Questo fa parte della continua evoluzione per adeguare la nostra produzione agli standard per l'Industria 4.0".