



Carbon fibre printing cylinder's evolution: the SCYPRI project



Dario Comand - Reglass



Flexographic printing (Flexo), for its simplicity, flexibility and easiness, has gained an increasing importance among other printing technologies like offset or rotogravure mainly in packaging industry in which there are small print productions with rapid changes of the printing subjects.

Flexo printing, unlike roto and offset printing, uses a relatively thick polymeric plate (or cliché), similar to a stamp, wrapped on a cylinder rotating over the web to be printed. Until recently the quality of printing has been not comparable to the other printing methods mainly because of vibrations induced by the plate on the

cylinder limiting, moreover, the printing speed.

The coming use of sleeves and adapters, the peculiar plate changing system and the use of carbon fibre cylinders has, however, made this technology much more performing allowing it to conquer a noticeable part of the market of the other technologies.

There are, nevertheless, still many problems which need a solution and that Reglass, together with some other European SMEs and with three Research Institutes (CERICT, CNR-IMCB and Bath University), has decided to face setting out a research project which has been considered worthy of

funding by the European Commission within the 7th Framework Program and under the SME actions.

From those premises the SCYPRI^[1] Project was born. Its purpose is the development of a smart and innovative carbon fibre plate cylinder to make the flexo printing industry a step forward.

There are many problems the project intends to solve including:
- obtain, through the integration of an innovative sensorized system within the cylinder carbon fibre body, the running behavior and the possible anomalies of the cylinder itself. That system can transmit to the press control system the data needed to possibly modify in real time the process

driving parameters independently for each printed color. So a higher printing speed, a better print quality, a lower waste material and reduced printing times can be achieved.

- improve the cylinder-adapter connection: to print different formats many different diameters are necessary so some adapters (a sort of light tubes to be inserted on the cylinder) are used which allow to increase the plate diameter up to the desired value. Since the cylinder tolerances are very precise (about 0.01 mm) while the adapters, due to different materials, are less accurate, such devices are introducing noise and uncertainties in the dynamic response of the cylinder. Furthermore the

L'evoluzione nei cilindri da stampa in fibra di carbonio: il progetto SCYPRI

Ing. Dario Comand - Reglass

La stampa flessografica (Flexo), per la sua semplicità, flessibilità e facilità d'uso, ha conquistato una crescente importanza fra le altre tecnologie di stampa quali la stampa offset o la stampa rotocalco soprattutto nell'industria del packaging in cui spesso vi sono lavori con piccole produzioni e rapido cambio del soggetto.

Questo tipo di stampa, al contrario di rotocalco e offset, utilizza un cliché positivo in polimero di un certo spessore (simile a un timbro) avvolto su un cilindro che ruota sul film che deve essere stampato. La qualità di stampa non era, fino a poco fa, comparabile con gli altri

metodi principalmente a causa delle vibrazioni indotte dal cliché sul cilindro, il che, oltretutto, non permetteva nemmeno alte velocità di stampa

L'utilizzo di sleeves e adattatori, il particolare sistema di cambio dei cliché e l'impiego di cilindri in fibra di carbonio ha però reso questo tipo di stampa molto più performante consentendogli di erodere parte del mercato delle altre tecnologie.

Vi sono tuttavia ancora diversi problemi che devono essere risolti e che Reglass, insieme con alcune PMI, partner internazionali, e con tre istituti di ricerca (CERICT, CNR-IMCB e Università di Bath), ha deciso di

affrontare avviando un progetto di ricerca che la Commissione Europea ha giudicato meritevole di finanziamento nell'ambito del 7° Programma Quadro nelle azioni per le PMI.

È così nato il progetto SCYPRI^[1] che si propone lo sviluppo di un cilindro cliché in fibra di carbonio innovativo e intelligente per far compiere un passo avanti all'industria della stampa flessografica.

I problemi che il progetto intende risolvere riguardano diversi punti fra cui:

- ottenere, attraverso l'integrazione di un innovativo sistema sensorizzato all'interno del corpo in fibra di carbonio del cilindro i dati del

comportamento in marcia e le eventuali anomalie del cilindro. Lo stesso può comunicare con il sistema di controllo della macchina trasmettendo i dati necessari per modificare in tempo reale i parametri guida del processo indipendentemente per ogni singolo colore. In questo modo si può ottenere una velocità di stampa più alta, una qualità di stampa migliore, minori scarti di materiale e tempi più ridotti.

- migliorare la connessione fra cilindro e adattatori: per stampare differenti formati sono necessari parecchi diametri diversi per cui vengono usati degli adattatori (una sorta di tubi relativamente leggeri



commonly used type of connection between the cylinder and the adapter doesn't guarantee a good loads transmission.

- optimize carbon fibre cylinder through some activities dedicated to solving the most complex problems deriving from the high temperature polymerization of a close and thick structure as this high stiffness carbon fibre cylinder is. In fact, due to physical and geometrical characteristics of the tube (high thickness, noticeable quantity of very high modulus fibre, high curing temperature) the composite stratification suffers from some restrictions due to the need to avoid significant thermal residual stresses.

This last point is the most closely related to composite technologies. What are the reasons to use carbon fibre?

Flexo printing, due to the type of plate it is using, is subjected to rotating stresses much higher than with other printing technologies. The plate cylinder requires, therefore, a suitable stiffness and a good dynamic response otherwise the printing quality comes out very poor and you can print only at a very low speed leading to high costs. Thus, plate cylinders (fig. 1a, 1b, 2, 3) need to have an extremely high stiffness (with axial Young modulus over 300 GPa) to minimize the deflections coming from the plate pulse excitations, and an excellent damping coefficient (obtained through peculiar nanocharges within



Fig. 1a
Carbon flexo
cylinder sleeve
inserting side
*Cilindro flexo
in carbonio
Lato inserimento
sleeve*



Fig. 1b
Carbon flexo cylinder machine side
Cilindro flexo in carbonio – Lato macchina

da inserire sul cilindro di stampa) che permettono l'incremento del diametro del cliché fino al valore desiderato. Dato che le tolleranze del cilindro sono molto precise (nell'ordine di 0.01 mm) questi adattatori, meno precisi e spesso costruiti con materiali diversi da quelli del cilindro di stampa, introducono incertezze e rumore nella risposta dinamica del cilindro, inoltre il sistema normalmente usato per bloccare il cilindro con l'adattatore non garantisce una buona trasmissione dei carichi.

- ottimizzare il cilindro in fibra di carbonio attraverso una serie di azioni dedicate a risolvere i più complessi problemi che derivano dalla polimerizzazione in alta temperatura di una struttura chiusa e spessa come quella di un cilindro in fibra di carbonio di altissima rigidità. La stratificazione del composito infatti, a causa delle caratteristiche fisiche e geometriche del tubo in fibra di carbonio (grande spessore, considerevole quantità di fibra ad altissimo modulo elastico, alta temperatura di cura) soffre di



Fig. 2
Carbon flexo
cylinder
Cilindro flexo in carbonio
Vista complessiva



Fig. 3
Flexo cylinder – Other type
Cilindro flexo – Altro
modello

the resin formulation (fig. 4) to reduce the vibration damping time. No other type of material, up to now, can compete with the carbon fibre composite performances and very high modulus fibres and very thick cylinder walls are used. This construction leads to important internal stresses during the curing cycle with a risk of cracks both interlaminar and in-lamina (fig. 5, 6).

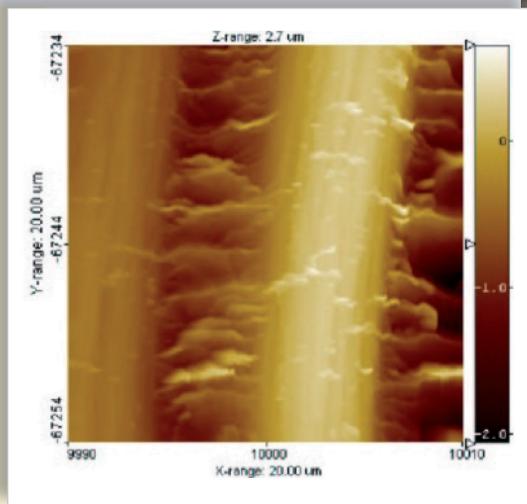
alcune limitazioni dovute alla necessità di evitare significativi stress termici residui.

Quest'ultimo punto è quello che più da vicino riguarda le tecnologie dei compositi.

Per quale motivo infatti si utilizza la fibra di carbonio?

La stampa flexo, a causa del tipo di cliché che utilizza, è sottoposta più delle altre a sollecitazioni rotanti in alcuni casi molto intense.

Fig. 4
Atomic force
microscope -
Nanocharges linked
to an elementary
carbon fibre
Microscopio a forza
atomica - Immagine
di nanocariche
legate a una fibra di
carbonio elementare



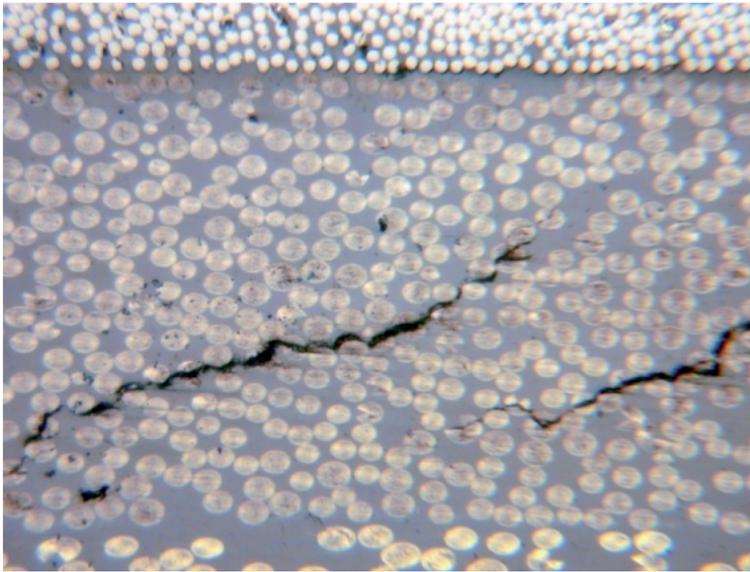


Fig. 5
Micro-cracks caused by internal tensions (250 X - max width 4 µm)
Micro-cricche provocate da tensioni interne (250 X - larghezza max 4 µm)

It is not so simple to define the stress levels could be expected in the cylinder wall, giving that three different thermal expansion coefficients are present on the three main directions for each composite layer. It has been

therefore decided to develop a dedicated software which can, a priori and in an easier way than with a FEM analysis, define the internal stress behavior during the curing process. The possibility to perform many different

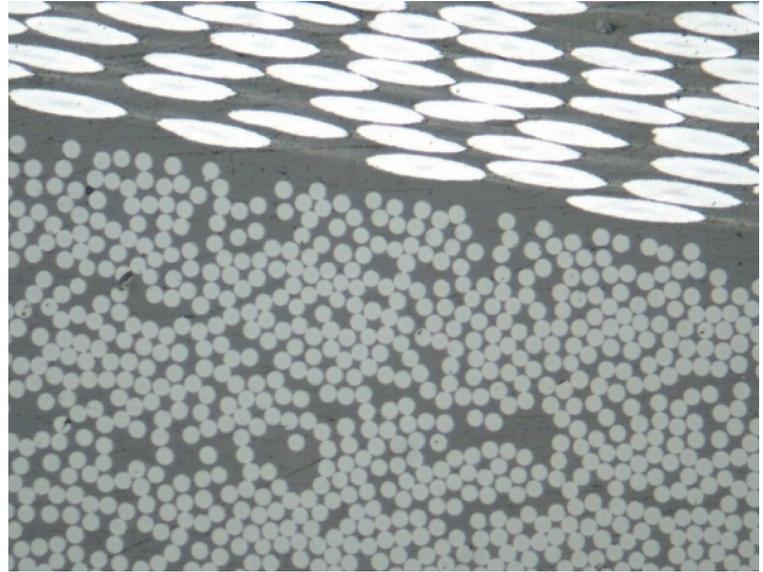


Fig. 6
Undamaged section of the composite (250 X)
Sezione integra del composito (250 X)

simulations can allow to optimize the layers arrangement, to reduce the stresses and to increase the cylinder performance. Reglass technology comes from the prepreg (which is produced inside the company) and uses

mandrels around which many layers of different prepreps are wrapped with different fibre orientations (fig. 7, 8). The process is completed with an autoclave curing using defined pressure and temperature cycles.



Fig. 7
Pipe section for the printing cylinder
Sezione di tubo per cilindro da stampa

Se il cilindro non ha un'adeguata rigidità e una buona risposta dinamica, la qualità di stampa ne risente moltissimo rendendo inutilizzabile il materiale stampato, a meno che non si riduca di parecchio la velocità della macchina con conseguenti aumenti di costi.

I cilindri da stampa (fig. 1a, 1b, 2, 3) devono quindi avere un'estrema rigidità (con moduli elastici longitudinali del tubo superiori a 300 GPa) per minimizzare le frecce d'inflessione derivate dagli impulsi prodotti dal cliché e un ottimo coefficiente di damping (ottenuto con nanocariche particolari nella resina - fig. 4) per ridurre al massimo i tempi di smorzamento della vibrazione.

Nessun materiale, per il momento, può competere con le prestazioni date dal composito in fibra di carbonio; si impiegano pertanto fibre ad altissimo modulo elastico e i cilindri

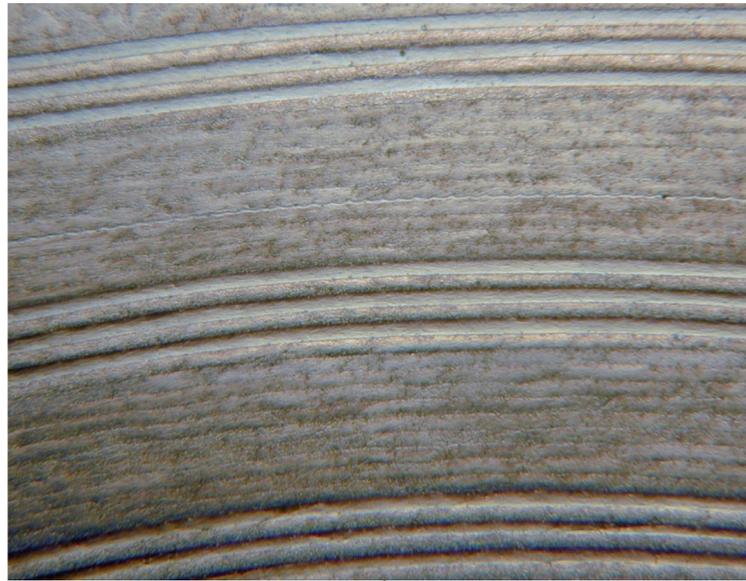
devono essere costruiti con spessori molto elevati che portano, durante i cicli di curing, a tensioni interne importanti con rischio di cricche sia interlaminari, sia in-lamina (fig. 5, 6).

Non è semplice definire il livello di stress che si può attendere dato che vi sono 3 diversi coefficienti di dilatazione termica nelle 3 direzioni principali per ciascuno strato di laminato. Pertanto, per risolvere questo aspetto, si è deciso di sviluppare un software dedicato che possa, a priori e in modo più semplice di un'analisi FEM, definire lo stato delle tensioni interne durante il processo di polimerizzazione. La possibilità di eseguire diverse simulazioni può permettere un'ottimizzazione della stratificazione, una riduzione delle tensioni e un incremento delle prestazioni del cilindro.

La tecnologia utilizzata da Reglass,

Fig. 8
Section new of a typical cylinder (10 X)
Vista sezione tipica cilindro (10 X)

At the current state the SCYPRI project is at an intermediate stage in which the prototype of the cylinder sensors system (fig. 9) has been defined and all the parameters necessary to the simulation software development are on the acquisition phase. Many different cylinder samples have been sensorized with FBG (Fibre Bragg Grating) sensors within their thickness and introduced in the autoclave in order to record the temperature variation, compared to the set values, in different autoclave locations to characterize the thermal behavior in different conditions. Such a characterization will allow to build the simulation system



with very good approximations compared to the real conditions the composite cylinder will find during the cure. In the first months of 2014 the final

che autoproduce il proprio preimpregnato, è quella dell'avvolgimento di molteplici strati, con vari prepreg in diverse orientazioni, attorno a un mandrino (fig. 7, 8). Il curing avviene

in autoclave con rampe di temperatura e pressione predefinite.

Allo stato attuale il progetto è in uno stadio intermedio in cui è stato definito il prototipo del sistema di sensorizzazione del cilindro (fig. 9) e si stanno acquisendo tutti i parametri necessari allo sviluppo del software di simulazione. Sono stati impiegati diversi campioni di cilindri, sensorizzati con fibre ottiche (sensori a reticolo di Bragg) all'interno del loro spessore e inseriti in autoclave in modo da registrare le variazioni di temperatura, rispetto a quelle impostate, in vari punti dell'autoclave per caratterizzarne il comportamento termico in diverse condizioni. Questo consentirà di procedere a costruire un sistema di simulazione con ottime approssimazioni rispetto alle reali condizioni in cui si troverà il cilindro in composito.

Nei primi mesi del 2014 verrà



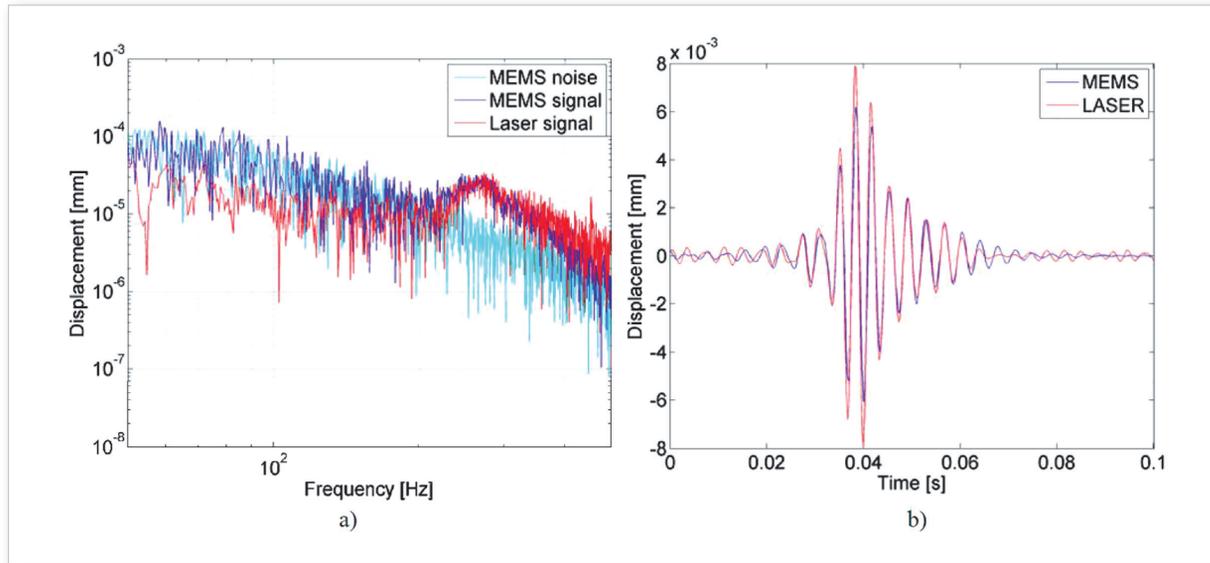


Fig. 9 - Characterization test vibration sensors
 Caratterizzazione di prova sensori di vibrazione

prototype will be built and tested in laboratory conditions. After the needed adjustments it will be tested on field in a real printing press. Flexographic printing is about to take an important step that

precedes further developments. In fact this innovation will allow to reach the precision needed for a massive "Printed Electronics" for which flexo printing technology is a very good candidate.

costruito il prototipo definitivo che sarà testato prima in laboratorio e successivamente in campo su macchina da stampa reale. La stampa flessografica sta per compiere un passo importante che prelude a ulteriori sviluppi, con questa innovazione si potranno infatti raggiungere le precisioni necessarie a una "Printed Electronics" di massa per la quale la flexo è un ottimo candidato.

ABOUT THE AUTHOR

Ing. Dario Comand

Classic studies, degree in Mechanical Engineering, 38 years of experience in structural mechanics and systems dynamics, 35 years experience in advanced composite materials. After a long career in the wind energy sector is, since 1999, Reglass Technical Director and Coordinator of all the research programs

Ing. Dario Comand

Maturità classica, ingegnere meccanico, 38 anni di esperienza in meccanica strutturale e dinamica dei sistemi, 35 anni di esperienza nei materiali compositi avanzati. Dopo una lunga attività nel settore eolico è, dal 1999, Direttore Tecnico di Reglass e Coordinatore di tutti i programmi di ricerca