

Utilizzo di materiali compositi nella costruzione di sedili per la nautica

Use of Composites in the Construction of Marine Seats

I. Crivelli Visconti, C. Cigliano, A. Langella, M. Durante, G. Coccia - Università di Napoli

Sommario

La nota riportata rappresenta un breve riassunto di alcune fasi delle ricerche in corso presso il Laboratorio Compositi del DIMP, Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e della Produzione della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Napoli Federico II, che comprendono attività di vario indirizzo tra cui di particolare impegno sono quelle rivolte alle applicazioni dei materiali compositi nella industria nautica a partire dai primi anni '80.

In particolare si riportano alcuni risultati ottenuti in un progetto di ricerca finanziato dal Miur sulla possibilità di ottimizzare progetti di sedili in composito per applicazioni nel trasporto navale veloce, mentre si rimanda a note successive per la dimostrazione di ulteriori risultati ottenuti su specifiche tecnologie di fabbricazione e relative sperimentazioni di altri elementi di interesse nautico. Dopo aver esaminato gli aspetti progettuali completi di sedili in composito per applicazioni nel trasporto navale veloce e cioè necessità strutturali da normative e da sperimentazione sul campo,

aspetti ergonomici e di sicurezza, aspetti strutturali di elasticità e resistenza, l'attenzione si è focalizzata sulle possibilità di realizzazione tecnologica, di uso di materiali economici e di soluzioni tecniche di assemblaggio e finitura che potessero soddisfare le necessità di progetto e gli obiettivi preposti.

La nota riporta quindi una serie di dettagli sui risultati ottenuti durante la sperimentazione progettuale e tecnologica ancora in corso, con dimostrazione dei primi prototipi sperimentati.

Premessa

Negli ultimi anni il settore dei trasporti navali veloci ha mostrato un notevole incremento; questa circostanza, unitamente alle attese di un ulteriore sviluppo del settore, ha determinato una crescita dello sviluppo tecnologico, sia in termini di tecnologie di fabbricazione sia in termini di tipologia dei materiali impiegati, al fine di ottimizzare il risultato in termini di pesi e costi globali delle strutture di sedili, spinti a ciò dalla crescita del volume di passeggeri e mate-

Abstract

The note is a short summary about some phases of the researches undergoing at the Department of Materials and Production Engineering (DI MP), University of Naples Federico II.

The research involves various activities focalised particularly on the composites application in the marine industry.

Here we report some results obtained by a research project financed by MIUR directed to the development and optimisation of composite seats for high speed marine transportation.

Other notes provide further results obtained on manufacture technologies and tests pertaining the nautical industry. After a survey of all the design aspects of composite seats for high speed marine transportation from ergonomic, safety, structural and experimental point of view, we focalised on the technological realisation, the use of low price materials and assembling and finishing solutions satisfying both the project and the defined objectives.

In this note reported are some details obtained during the projectual and technological experimentation, still going on, complete of demonstration of the first experimented prototypes.

Introduction

The sector of the marine hi-

gh-speed transportation is quickly expanded in the last years.

This is why new technologies and materials have been developed in order to optimise the structure's weight and costs to meet market's requirements.

These considerations demonstrated the usefulness of studying the seats, among the other components, as a research topic particularly considering the use of new materials.

Due to the technological and design studies on composites acquired by DIMP in the last years, we reached the conviction that the use of composite materials offers the chance to obtain high mechanical properties, low weight thus representing the most favourable alternative to metals used up to now to reach the aims of low weight and low price not forgetting the piece durability.

Research elements

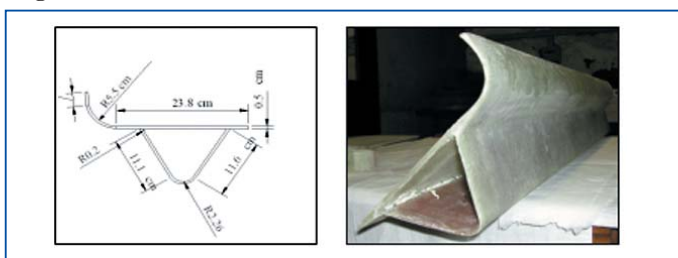
The focal points of the research are:

1. Weight reduction.
2. Design from regulations point of view.
3. Unpredictable design aspects.
4. Low price technologies.
5. Assembling and mounting ease.
6. Ergonomics
7. Dimensions optimisation
8. Fire resistance

The main objective has been the weight reduction.

In fact, to reduce the boat's

[Fig. 1] - Seduta del sedile / Seat's seat



riali. Queste considerazioni hanno messo in luce l'utilità di considerare i sedili, tra gli altri componenti critici, come elemento di studio e di ricerca puntando soprattutto all'utilizzo di nuovi materiali con cui realizzarli, che costituisce un aspetto poco esaminato in passato.

Considerando le esperienze di studio tecnologico e di progettazione sui compositi acquisite dal DIMP nel corso degli ultimi decenni, si è facilmente arrivati alla convinzione che l'utilizzo dei materiali compositi offra la possibilità di ottenere elevate proprietà meccaniche unitamente ad un basso peso specifico, e rappresenti, pertanto, l'alternativa più vantaggiosa rispetto ai materiali metallici finora utilizzati per la realizzazione degli obiettivi di basso peso e basso costo valutando anche l'intera vita degli elementi.

Elementi della ricerca

I punti principali su cui sono state concentrate le attività di ricerca sono:

1. Riduzione del peso;
2. Aspetti progettuali prevedibili secondo normative;
3. Aspetti progettuali non prevedibili;
4. Tecnologie a basso costo;
5. Semplicità di assemblaggio e montaggio;
6. Aspetti ergonomici;
7. Ottimizzazione delle dimensioni e degli ingombri;
8. Caratteristiche di autoestinguenza dei materiali impiegati;

La riduzione del peso tuttavia, ha rappresentato l'obiettivo primario da realizzare; infatti l'alleggerimento degli allestimenti delle imbarcazioni può comportare una notevole riduzione del carico complessivo del natante e la possibilità quindi di trasportare un numero maggiore di passeggeri e carico utile nel tempo.

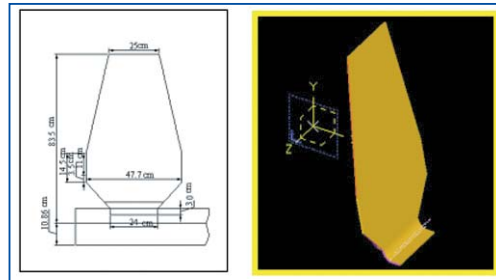
Questo consente, alle compagnie di trasporto, di avere un maggiore margine opera-

tivo, permettendo di ammortizzare in pochi anni l'eventuale spesa di sostituzione dei sedili in metallo con quelli in composito.

Realizzare tecnologie con accorgimenti che consentano di ridurre in maniera sempre più marcata il peso è oggi dunque l'impegno più sentito e quello che, più di altri, consente di beneficiare in brevissimo tempo dei vantaggi che ne derivano.

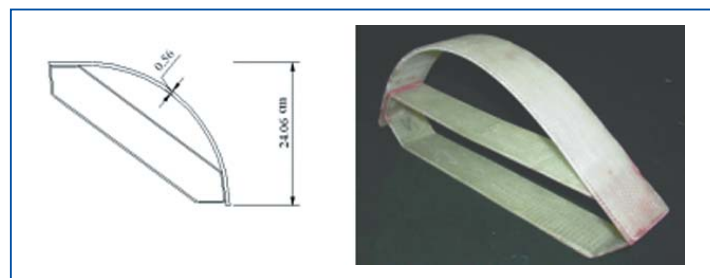
Risulta evidente che qualunque soluzione, nel rispetto delle rigide normative vigenti e delle più elementari considerazioni di carattere ergonomico, deve consentire di contenere le dimensioni di ingombro dei sedili per disporre di un numero maggiore possibile di posti a sedere; tale esigenza nasce inoltre dall'obbligo, imposto alla categoria delle imbarcazioni veloci, di non avere passeg-

[Fig. 2] - Schienale del sedile / Back of the seat



geri in piedi. Al fine di standardizzare i montaggi degli allestimenti si è focalizzato l'attenzione sulla necessità di realizzare non solo il sedile ma una struttura sedile, auto-portante, che raggruppasse anche da 2 a 4 sedili montati su una base comune.

[Fig. 3] - Bracciolo del sedile / Arm rest



Risultati preliminari
Nella struttura sedile considerata, indipendentemente dal numero di posti a sedere, s'individua uno scheletro portante sul quale viene poi montato un rivestimento di schiuma espansa e tessuto che conferisce il voluto design.

fittings weight can give a remarkable decrease in the whole boat weight thus increasing the passenger and cargo.

This gives to the freight companies a better margin which permits the amortment of the expenses to change the metal seats with the composites ones.

Today, realising weight saving technologies is the most important task and also the one that permits to gain in the shortest time the deriving benefits.

It is clear that any solution respecting the strict requirements now in force and the most basic ergonomic consi-

derations, must be able to reduce the seats dimensions in order to have more sitting places, moreover for high speed boats is forbidden to have passenger not seated.

To standardise the assembling of furniture we point out the necessity of realise not only the seat but also all the self-carrying seat structure grouping 2 to 4 seats on a common base.

Results

In the considered seat structure, apart from the seats number, we can see a carrying skeleton on that the foam and material cover is fitted

providing the requested design. The preliminary study concentrate on the different configurations of the skeleton and, consequently, on the correct technologies to realise it.

The simpleness of the structure must be linked to the use of low price technologies. Between the different skeleton prototypes examined and designed, the best configuration is the one made by a supporting horizontal box structure realised by pultrusion, hereby indicated as "seat's seat" on which all the other components are mounted: 1 to 3 back pieces with head rests, arm rests and the foots connections with the boat platform.

The seat structure must comply with the RINA specification of 1 January 1995 that regulates the high-speed boats construction and classification.

Referring to the static tests for the seats the specification states that: the tests applies to the seats for passengers and crew of a boat having impact acceleration less than 3g. The seats to be tested as well as the bases and connections must be designed to bear at least one of the forces statically applied on the boat direction.

Forces are:

1. fore: a force of 2.25KN
2. aft: a force of 1.5 KN
3. transverse: a force of 1.5 KN
4. overhand: a force of 2.25-KN
5. lowhand: a force of 1.5 KN

Forces toward front or back of the seats must be applied horizontally on the back at 350 mm over the seat.

Transversal forces must be applied horizontally in correspondence of the seat.

Lowhand vertical forces must be distributed evenly on the corners of the support structures of the seats.

The overhand forces must be evenly distributed on the seat.

Lo studio preliminare si è concentrato sulle diverse configurazioni che può assumere lo scheletro portante e conseguentemente, sulle tecnologie eleggibili per la realizzazione dello stesso.

La semplicità della struttura si deve quindi coniugare con la possibilità d'impiegare tecnologie a basso costo. Tra i vari prototipi di scheletro di strutture sedile esaminate e progettate, la configurazione risultante al momento di maggiore rendimento complessivo è costituita da una struttura orizzontale scatolare di supporto da realizzare mediante pultrusione, che di seguito indicheremo come "seduta del sedile", su cui si innestano gli altri componenti della struttura e cioè da uno a tre uno schienali comprensivi di poggiatesta, dei braccioli e dei piedi di collegamento al pianale dell'imbarcazione.

La struttura sedile deve soddisfare alle condizioni di cui alla norma del RINA che regola la Costruzione e Classificazione Delle Unità Veloci in vigore dal 1° gennaio 1995. Con riferimento alle prove statiche cui devono essere sottoposti i sedili la norma specifica che: le prove statiche si applicano alle poltroncine per passeggeri ed equipaggio di una unità progettata con un'accelerazione dovuta alla collisione minore di 3g.

Le poltroncine alle quali si applicano le prove statiche, così come i loro supporti e i collegamenti, devono essere progettati per sopportare almeno le sotto elencate forze applicate staticamente con riferimento alla direzione di marcia dell'unità.

Le forze sono le seguenti:

1. verso prora: una forza di 2. 25 KN;
2. verso poppa: una forza di 1.5 KN;
3. in direzione trasversale: una forza di 1.5 KN;
4. verticalmente verso il basso: una forza di 2.25 KN;
5. verticalmente verso l'alto: una forza di 1.5 KN.

Le forze verso il lato anteriore o posteriore delle poltroncine devono essere applicate orizzontalmente sullo schienale 350 mm sopra la seduta.

Le forze nella direzione trasversale rispetto alle poltroncine devono essere applicate orizzontalmente in corrispondenza della seduta. Le forze verticali verso l'alto devono essere uniformemente distribuite agli angoli delle strutture di supporto del sedile.

Le forze verticali verso il basso devono essere uniformemente distribuite sopra il sedile.

Nel caso di più poltroncine collegate insieme a costituire un complesso unico durante la prova, le predette forze devono essere applicate contemporaneamente a tutte le poltroncine del complesso.

La poltroncina è considerata accettabile se: sotto l'azione delle forze la deformazione permanente misurata nel punto di applicazione della forza risulta non superiore a 400 mm.

Dall'analisi della normativa si evince che la zona critica della struttura sedile è quella dello schienale e la zona di attacco dello stesso alla seduta; per quanto concerne la seduta una opportuna disposizione dei piedi di collegamento al pianale dell'imbarcazione consente il rispetto della normativa senza particolari problemi.

La fase preliminare della ricerca si è quindi concentrata sulla progettazione dello schienale della struttura.

Individuata una geometria dello schienale, tale da rispettare i vincoli ergonomici e adatta al successivo inserimento degli altri componenti della struttura e del rivestimento finale, si è cercato di ottimizzare il peso del componente individuando allo stesso tempo i materiali e la tecnologia di fabbricazione più economica.

Il progetto è stato sviluppato con l'ausilio di tecniche nu-

[Fig. 4] - Piede del sedile / Seat foot



If more seats are connected together during the test, these forces must be applied simultaneously on all seats. The seat is considered acceptable if: under the forces the permanent deformation measured on the point of application is not over 400 mm.

From the analysis of rules can be inferred that the seat's structure critical zone is the back and the connection with the seat.

Concerning the seat itself, a correct placing of the foot's connections with the platform allows the complying of with the rules without problems.

The first part of the research has been therefore focused on the design of the seat back. Defined the seat's back geometry, respecting the ergonomic restrictions and apt to receive all the pieces completing the structure and the final cover, we tried to optimise the weight of the component finding in the same time the most economic materials and technology.

The project has been developed using a numerical approach to the finished elements utilising the code I-DEAS(r).

In detail 2 typologies of seat's backs have been studied:

- a) back completely in FRP
- b) back in sandwich structure whit FRP skins and a PVC core

The choice was determined as the FRP and the PVC are materials quite cheap but at the same time they show good characteristics of structural strength.

The survey and structural analysis have been done on different structures each one with a different number of GFRP layers in order to define the best number.

Moreover, for the sandwich structures we tried to optimise also the PVC thickness. Analysis has been carried out both on backs with and without armrests, in order to evaluate the advantages deriving from the use of such parts as support to the back. The design plan began considering backs made of GFRP only with and without arm rests passing afterwards to the backs in sandwich structure with and without arm rests.

The analysis of different structures enabled to single out the best design solution that optimise costs, weights and ease of assembly in compliance with the regulations.

The best configuration is the one where the back, supported by arm rests is made by a sandwich structure with two peels one superior the other inferior made by a glass mat of 0.90 weight of 600 and hand laminated epoxy resin.

Core of PVC of 5mm thickness and density of 80kg/m³. This solution represents the best compromise between local deformation structural strength and global weight.

In the course of the design process, the armrest, no more a mere complement, became real structural elements. The armrests are realised too by a sandwich structure with Parabeam® core and FRM surfaces.

meriche agli elementi finiti usando il codice di calcolo I-DEAS(r).

In particolare sono state indagate due tipologie di schienali:

- a) Schienale interamente in vetroresina
- b) Schienale realizzato tramite struttura sandwich con 'pelli' in vetroresina e 'core' in PVC espanso. La scelta è ricaduta su tali tipologie, poiché la vetroresina e il PVC espanso, sono materiali relativamente economici, ma allo stesso tempo mostrano di avere caratteristiche di resistenza strutturale sufficientemente elevate.

L'indagine e le analisi strutturali sono state effettuate su diverse strutture ognuna delle quali presentava un determinato numero di strati in GFRP, onde determinarne il numero ottimale; sulle strutture sandwich inoltre si è cercato di ottimizzare anche lo spessore del PVC espanso.

Le analisi inoltre sono state effettuate sia su schienali dotati che privi di braccioli, onde poter valutare i vantaggi derivanti dall'impiego di tali elementi come supporto dello schienale.

Lo schema progettuale è partito dal considerare gli schienali costituiti esclusivamente da vetroresina senza braccioli e con i braccioli passando, successivamente, a schienali costituiti da una struttura sandwich. anche in questo caso sono state esaminate le varianti senza e con braccioli.

L'analisi delle diverse strutture ha consentito di individuare la soluzione progettuale che consente di ottimizzare costi, peso e semplicità realizzativa, nel rispetto della normativa vigente.

La configurazione maggiormente indicata per gli scopi del progetto è quella in cui lo schienale, ulteriormente supportato dai braccioli laterali è realizzato con una struttura sandwich, con due pelli, una superiore, l'altra inferiore,

realizzate con un tessuto di vetro 0°/90°, grammatura 600 e resina epossidica laminata a mano; un core in PVC espanso da 5 mm di spessore di densità pari a 80 Kg/m3.. Tale soluzione rappresenta il compromesso ottimale fra deformazione locale, resistenza strutturale e peso globale.

Di seguito sono riportati i grafici delle simulazioni delle tensioni e delle deformazioni, cui è soggetta la struttura descritta nelle condizioni previste dalla normativa del RINA, effettuate con il codice di calcolo I-DEAS(r).

Per quanto concerne i braccioli questi, da elementi di corredo della struttura, sono diventati, nel corso della progettazione, veri e propri elementi strutturali.

I braccioli sono realizzati anch'essi con una struttura sandwich con anima in Parabeam(r) e facce in vetroresina.

I piedi del sedile che rappresentano un semplice collegamento della struttura al suolo sono stati concepiti come parti di uno scatolato.

La struttura complessiva assemblata presenta un peso complessivo per singolo posto pari a circa 5 kg mentre per le strutture tradizionali il peso per seduta varia tra 7 e 10 kg, e talvolta anche oltre. Le considerazioni successive ai risultati attuali sembrano indicare che, con accorgimenti leggermente più complessi tecnologicamente ed in termini di materiali, si possono ottenere risultati maggiormente interessanti, ma su cui occorrerà procedere ad una ottimizzazione economica relativamente alle tecnologie e materiali impiegabili.

Attualmente sono in corso le prove di caratterizzazione meccanica a cui seguiranno dimostrazioni finali del progetto con la realizzazione di sedili completi anche della tappezzeria progettata.

Per ulteriori informazioni contattare la redazione.

[Fig. 5] - Prototipo / Prototype



The seat foots are a simple connection to the floor structure and were designed as part of a box.

Shown on fig5 is the prototype of the whole seat's structure.

The whole assembled structure weights 5kg for each seat while the traditional seats

weight 7/10 kg, sometimes even more.

The evaluations made after these results indicate that, utilizing methods slightly more complex from the technological and materials point of view, more interesting results can be obtained to be economically optimised concerning the technologies and the materials.

Currently, tests of mechanical characterisation are underway.

To follow, the final realisation of the seats completed with the designed upholstery.

We wish to thank Della Beta Group and T&T Metalli for supplying some of the utilised material.

For further information please contact the editorial office.



Timonerie meccaniche
Assi timone, cuscinetti
Boccaporti filo coperta
Accessori speciali per la nautica



SOLIMAR srl - Accessori speciali per la nautica
 Sede legale - Amm. e Stabilimento: Via Gegioni 3-5/A 47100 Forlì
 Tel. 0543.777204 - Fax 0543.722914 - E-mail: solimar@tin.it