

VUOTO VACUUM



GUIDA PRATICO ILLUSTRATA ALLA LAMINAZIONE SOTTOVUOTO CON TESSUTO IN FIBRA DI CARBONIO A VISTA

Difficoltà medio/alta

1

La messa a vuoto è la parte più difficoltosa di questo processo, poiché risulta essere molto impegnativo riuscire a sigillare correttamente il sacco ad annullare completamente le perdite. Come in tutti i processi manuali l'abilità è acquisibile con l'esperienza.

2

Come per qualsiasi produzione risulta essere di fondamentale importanza preparare tutti gli strumenti e prodotti necessari, prima di iniziare la lavorazione.

Le istruzioni fornite di seguito permettono di porre l'utilizzatore finale nella condizione di riuscire a stampare un particolare in vera fibra di carbonio ottenendo un'ottima finitura superficiale.

Il primo consiglio che vogliamo fornirvi è quello di leggere attentamente tutta la guida e preparare i prodotti necessari prima di procedere alla lavorazione reale. In questo modo si può già avere un'idea chiara della tempistica e del procedimento da seguire. Consigliamo di eseguire l'intero processo in un luogo ben aerato e di utilizzare le adeguate precauzioni (maschere, guanti ed eventualmente occhiali protettivi).

La laminazione sottovuoto è il primo passo verso la realizzazione di manufatti aventi elevate prestazioni meccaniche, con un effetto estetico ottimo ed una resistenza meccanica difficilmente raggiungibile con una laminazione manuale (hand-layup), grazie ad un bassissimo contenuto di resina nelle fibre

Il nostro staff dopo accurati test tecnici e sul processo è riuscito a selezionare una

serie di prodotti in vendita nel nostro store, consigliati per questa specifica, in modo tale da fornire al cliente un pacchetto completo contenente tutto il necessario per iniziare a laminare sottovuoto.



Indice

- I. PREPARAZIONE STAMPO – pag. 3
- II. SAGOMARE IL TESSUTO – pag. 3
- III. APPLICAZIONE AGGRAPPANTE – pag. 4
- IV. IMPREGNAZIONE FIBRE – pag. 4
- V. APPLICAZIONE AUSILIARI – pag. 5
- VI. TECNOLOGIA DEL VUOTO – pag. 7
- VII. INDURIMENTO RESINA – pag. 8
- VIII. DEMOULDING – pag. 8
- IX. RIFINITURA – pag. 9

Preparazione stampo

Prima di effettuare ogni altra operazione assicurarsi che la superficie dello stampo sia completamente pulita da eventuali tracce di sporco e rimanenze di lavorazioni precedenti (resina, segni lasciati dal distaccante, residui di fibre). Consigliamo comunque di dare una passata con un panno imbevuto di acetone al fine di sgrassare completamente e ripulire la superficie.

La qualità della finitura del manufatto in composito con carbonio a vista dipende molto dalla cura nella preparazione dello stampo. Migliore sarà la superficie interna dello stampo, minore sarà il lavoro di rifinitura del manufatto della lavorazione. Se la superficie interna dello stampo non risultasse troppo regolare, consigliamo di rifinirla con una leggera carteggiatura, passando da una carta a grana medio leggera (800) fino ad arrivare ad una carta leggera (1000) per eliminare le tracce lasciate dalle precedenti.



3 Eliminare qualsiasi traccia di resina, distaccanti e altro dallo stampo, potrebbe compromettere il distacco finale.

Scontornare lo stampo con dello scotch di carta prima di procedere con l'applicazione del distaccante. La funzione principale di questa operazione è quella di lasciare la sezione più esterna dello stampo pulita e inattaccabile dal distaccante, in modo tale da avere una superficie su cui poter applicare il nastro sigillante butilico MSEAL ove non sia possibile utilizzare un sacco tubolare (è il caso di stampi fuori misura o di preferenze personali). Consigliamo comunque di effettuare sempre questa operazione.

Applicare attentamente ed omogeneamente il distaccante all'interno dello stampo pulito. Ricordiamo che ogni distaccante ha una propria modalità di utilizzo riscontrabile sull'etichetta del prodotto utilizzato, all'interno del nostro eBay store o all'interno nostro sito. Tutti i nostri distaccanti sono utilizzabili sia a pennello che a spruzzo, appositamente diluiti come da indicazione su scheda tecnica. Consigliamo di dare almeno due passate di distaccante al fine di evitare di lasciare aree all'interno dello stampo prive di esso; il numero di stesure varia in base alla qualità della finitura dello stampo (migliore sarà lo stampo, minore saranno le mani di distaccante). Ricordiamo di passare il distaccante anche nelle zone limitrofe alla figura da riprodurre, ove vi è possibilità che il laminato si attacchi allo stampo. Il distaccante deve essere lasciato asciugare secondo le tempistiche indicate nella descrizione ma si può accelerare il processo servendosi di un phon a incandescenza. L'applicazione della resina su distaccante ancora fresco può compromettere il distacco finale.



4 In foto uno stampo trattato a pennello con il distaccante SX20; In caso di stesura con metodologia differenti da quella a spruzzo fare attenzione a non lasciare righe date da eccessi di prodotto.

Sagomare il tessuto

Questi tessuti sono abbastanza delicati ed hanno una leggera tendenza a sfilarsi se non vengono maneggiati con la massima cautela. Consigliamo di maneggiare il tessuto con dei guanti specifici, e di effettuare tutte le varie operazioni (preparazione e taglio) su superfici perfettamente lisce. Srotolare il tessuto necessario sulla superficie di lavoro, e sagomare la parte da utilizzare per la laminazione tramite dello scotch di carta.

Sbobinare il tessuto necessario sulla superficie di lavoro, e sagomare la parte da utilizzare per la laminazione tramite dello scotch di carta. Questa operazione ha la funzione di tenere unito il tessuto durante il taglio, mantenendo inalterata la naturale trama del carbonio. Il tessuto dovrà essere sagomato con un'abbondanza di circa 1-2 cm rispetto alle dimensioni originali dello stampo da laminare. Consigliamo in primis il taglio di un rettangolo di tessuto, al fine di testare a secco le corrette dimensioni della pezza rispetto alla superficie.

Tagliare il tessuto seguendo le linee descritte dallo scotch di carta, maneggiandolo con molta cautela e facendo attenzione a mantenere inalterata la trama dello stesso. Quest'operazione è da eseguire con forbici specifiche, onde evitare problemi derivanti da un taglio impreciso o non completo.



5

In figura il tessuto pretagliato a rettangolo appoggiato sopra ad uno stampo pronto per la lavorazione. In questo modo si evita di sprecare del tessuto durante l'applicazione in caso di taglio di dimensioni ridotte.

Applicazione aggrappante

Indossare un paio di guanti prima di lavorare con questi prodotti, evitando di toccare a mani nude la resina e di contaminare la superficie con impronte digitali. Mescolare accuratamente una piccola quantità di resina con il relativo indurente dato in dotazione (non meno di 50-100 gr) fino ad ottenere una soluzione perfettamente omogenea; solitamente vi è il rischio che parte dell'indurente si accumuli sulla superficie interna del barattolo durante la miscelazione, alterando il rapporto corretto resina – indurente.

Lasciare riposare la resina per alcuni minuti al fine di permettere il completo degasaggio delle bolle derivate dalla miscelazione. Al fine di ridurre al massimo gli errori di miscelazione consigliamo l'utilizzo di un bilancino di precisione per ottenere un indurimento ottimale.

Stendere un velo di resina sull'intera superficie interna dello stampo utilizzando un pennello preferibilmente a setola morbida o tramite un rullino. La resina dovrà essere distribuita omogeneamente su tutta la superficie, facendo molta attenzione ad eventuali spigoli vivi ed a rientranze del pezzo. Ricordiamo che questo passaggio (come del resto tutti i passaggi fino all'impregnazione, capitolo IV) è rimpiazzabile mediante l'utilizzo di una colla spray per il posizionamento dei tessuti.

6

Ben visibile in foto la parte di stampo che deriva dal trattamento con il distaccante SX20 (a destra) e la porzione su cui è stesa la resina (a sinistra)



Lasciare asciugare la resina finché non sia diventata leggermente appiccicosa e "filante", in modo tale da favorire l'incollaggio del tessuto sugli spigoli vivi e nelle parti più difficili dello stampo. Il tempo di transizione della resina a questo stato (lo stato di pre-gel) può variare a seconda della temperatura e dell'umidità presenti nell'ambiente di lavoro. Solitamente si passa dai 20 minuti circa nelle stagioni calde con temperature superiori alla temperatura ambiente, ai 50 minuti circa nelle stagioni più fredde. Ricordiamo per fissare la prima pelle di tessuto alla superficie si può anche ricorrere all'utilizzo di un apposito spray per il preposizionamento di tessuti.

Impregnazione fibre

Posizionare il tessuto all'interno dello stampo precedentemente trattato per il distacco. La fibra deve

progressivamente prendere la forma del pezzo in tutte le sue parti, aderendo completamente su tutta la sua superficie. Solitamente si attacca dal centro verso l'esterno, uniformemente in tutte le direzioni di movimento, al fine di non sollevare il tessuto da una parte tirandolo dalla parte opposta. Raccomandiamo di porre molta attenzione ad eventuali punti critici come angoli e rientranze. Anche in questa fase sussiste il rischio di smagliatura della trama, quindi maneggiare la fibra con la massima attenzione.



7

La stesura della prima pelle è il passaggio fondamentale per avere il miglior risultato estetico; se la prima pelle rimane sollevata, sulla superficie finale si avranno bolle ed accumuli di resina

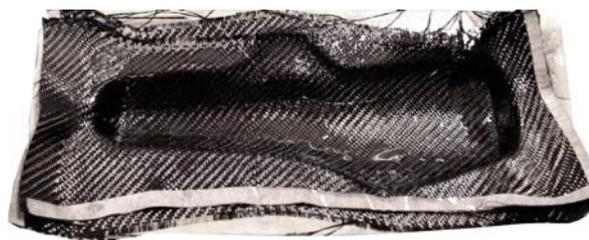
Dopo aver fatto aderire al meglio il tessuto nello stampo, miscelare un nuovo quantitativo di resina per poter procedere all'impregnazione del tessuto. L'utilizzo della resina in pregel risulta molto difficoltoso a causa della sua densità in continuo aumento che impedisce una corretta impregnazione.

Procedere all'impregnazione con un pennello a setole morbide imbevuto di resina. Per favorire un'impregnazione senza errori, utilizzare il pennello perpendicolarmente al tessuto con delicati movimenti verticali (bagando il tessuto), in modo tale che le fibre risultino completamente schiacciate e che fuoriescano eventuali bolle d'aria presenti tra tessuto e stampo. Controllare la corretta ed omogenea impregnazione della fibra, poiché la fibra secca non è dotata di alcuna resistenza meccanica.



In alcuni punti (sotto scalini e sottosquadra) si possono verificare degli accumuli di resina, per questo consigliamo di rimuoverla tramite una spatola morbida. Se vengono usati pennelli di scarsa qualità, a contatto con la resina, potrebbero perdere alcune setole che sono da rimuovere tassativamente a resina non ancora indurita.

Ripetere i passaggi precedentemente descritti fino al raggiungimento del numero di pelli desiderate. Il numero di strati e il posizionamento dei tessuti (inteso come inclinazione in gradi tra i vari strati) dipende molto dalle qualità meccaniche che dovrà avere il manufatto finito. Nel manufatto di esempio abbiamo utilizzato 3 pelli di tessuto carbonio HEXCEL® Hexforce 200 gr 3k twill posizionate a zero gradi l'una rispetto all'altra. Per ultimo consigliamo di assicurarsi che le varie pelli risultino aderenti tra loro nei punti più difficili tastando la zona con le dita, onde evitare un punto di possibile delaminazione tra gli strati che compongono il manufatto.



8

La resistenza meccanica finale di ogni asse di sforzo del manufatto è direttamente proporzionale alla distribuzione delle fibre.

Applicazione ausiliari

Applicare un strato di peelply leggero sopra il tessuto impregnato. Il tessuto sarà da tagliare con una grossa abbondanza rispetto alle dimensioni del manufatto, al fine di permettere una più facile eliminazione a resina indurita. Questo tessuto sarà poi da eliminare (a strappo) ad indurimento avvenuto facilitando di molto le operazioni di finitura superficiale del manufatto.



9

In figura una poco corretta applicazione del peelply da 110; L'utilizzo ottimale di questo prodotto, senza grinze sulla superficie, si ottiene tagliando il tessutino a strisce ed applicandolo trasversalmente allo stampo.

Applicare, in seguito allo strato di peelply, un foglio di film distaccante forato tagliato precedentemente delle dimensioni desiderate (solitamente a misura leggermente maggiore del contorno dello stampo). Il film forato permette il passaggio della resina in eccesso verso l'aeratore, senza che quest'ultimo si incolli al manufatto.

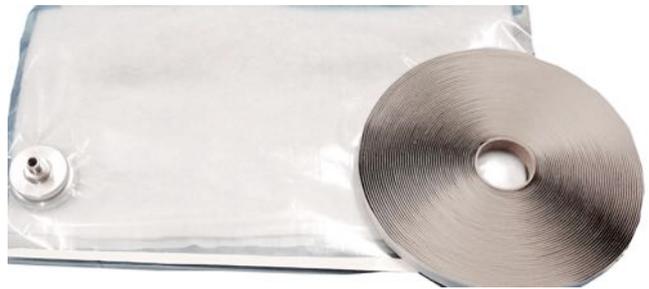
Applicare, in seguito allo strato di film distaccante forato, un foglio di feltro aeratore precedentemente tagliato delle dimensioni desiderate (solitamente a misura leggermente maggiore del contorno dello stampo). Il feltro aeratore ha la funzione di stabilizzare il livello di vuoto lungo l'intera superficie dello stampo, permettendo la massima compressione delle fibre sottostanti. Il tipo di feltro da utilizzare varia in base alle dimensioni dello stampo e allo stato di impregnazione dei tessuti (solitamente per chi è alle prime armi consigliamo di usare feltri dotati di spessori elevati).



8

Lo spessore del feltro aeratore da utilizzare dipende direttamente dalla capacità di impregnazione dell'utilizzatore finale.

L'attacco per l'aspirazione dell'aria è da posizionare sullo stampo in una zona esterna al perimetro del manufatto da produrre. Per questo motivo si realizzano stampi (come in foto) con superfici maggiori rispetto alla figura occupata dal pezzo da realizzare. Prima di inserire l'attacco forare il sacco da vuoto (è sufficiente un foro del diametro di 1 cm circa) nel punto dove poi andrà posizionato l'attacco. Il nostro attacco è composto da due parti (la base e la chiusura a vite); la base è da inserire all'interno del sacco con la parte sporgente filettata che attraverserà il sacco tramite il foro fatto precedentemente, mentre la chiusura (preceduta dalla guarnizione in silicone) è da avvitare dall'esterno sulla parte filettata dell'attacco.



8

Consigliamo di posizionare l'attacco esternamente alla figura creata dal pezzo nello stampo, in modo tale che i flussi d'aria non interagiscano direttamente con il laminato a vista, segnandolo.

Per lo sviluppo della presente guida è stato utilizzato un sacco da vuoto tubolare, scelto per la sua capacità intrinseca per forma di ridurre le perdite d'aria del 50%, essendo presigillato su due lati. Il procedimento sotto descritto è specifico per sacchi tubolari; in caso di sacchi non tubolari è necessario procedere tagliando il sacco in abbondanza (in caso di sacco non elastico) rispetto alla figura dello stampo, e andare a sigillare ogni lato del sacco creando delle clipse sugli eccessi di film, al fine di permettere al sacco di seguire l'intera superficie interna dello stampo.

Inserire lo stampo nel sacco da vuoto tubolare presigillato in una delle sue due estremità. Per sigillare il sacco suggeriamo di risvoltare il lato aperto di circa 5 cm. Procedere applicando una striscia di sigillante MSEAL (lasciando un esubero ai lati di circa 1-2 cm ed ovviamente eliminando una delle due protezioni di carta), successivamente riposizionare l'estremità nella sua posizione originale ed eliminare la protezione di carta rimasta come da foto. Fatto ciò, è sufficiente applicare una forte pressione con le dita sul sacco dove vi è il sigillante per favorirne l'aderenza così da evitare perdite di vuoto durante l'indurimento.

Tecnologia del vuoto

Controllare che non vi siano eccessivi spostamenti tra i vari strati (il feltro aeratore ed il film forato tendono a scivolare l'uno sull'altro). Una volta accertato che tutti gli ausiliari di processo siano disposti correttamente, collegare il tubo da vuoto della pompa all'attacco di aspirazione ed accendere la pompa. Dopo una decina di minuti si potrà già notare la formazione sull'aeratore di zone circolari impregnate di resina. Queste zone danno un' indicazione sulla corretta impregnazione dei tessuti: se i pallini durante il vuoto non superano il cm di diametro, utilizzando un feltro aeratore medio / grosso, allora il tessuto è stato impregnato correttamente; se invece l'aeratore si bagna completamente di resina, si può tranquillamente affermare che è stata utilizzata una quantità eccessiva di resina. In questo caso il pezzo avrà una minore resistenza meccanica a causa dell'eccessiva impregnazione dell'aeratore, che essendo bagnato, ha perso il suo spessore e la sua capacità di schiacciarsi per comprimere e spremere al meglio i tessuti sottostanti assorbendo da essi la resina in eccesso.



9

Se la pompa da vuoto emette un fumo bianco (olio bruciato) e produce un rumore discontinuo, significa che il vuoto nel sacco non è stabile, e quindi vi potrebbero essere delle perdite.

La causa principale della formazione di microporosità sulla superficie a vista di un manufatto è data da un vuoto scarso e con perdite diffuse. Consigliamo di porre particolare attenzione, per avere un vuoto corretto, a

due zone critiche in particolare: gli angoli del sacco e sacco e la parte di sacco sigillata. Nel caso in cui dovessero presentarsi delle perdite di vuoto, quasi sicuramente deriveranno dalla formazione di piccole grinze sulla superficie di sacco sigillata (come da foto); per eliminare il problema è necessario schiacciare bene il sacco in prossimità delle grinze, oppure, se la piega è sufficientemente grande, inserire un pezzo di sigillante tra le due labbra della grinza (clips). Per sigillare l'altra zona critica, come abbiamo precedentemente detto, si deve tagliare il sigillante leggermente più largo rispetto alla misura del sacco, in modo tale che, una volta risvoltato, si presenti negli angoli un esubero di sigillante assicurando una chiusura ottimale.



9

Le grinze sono la causa maggiore di perdite di depressione dal sacco, quindi è necessario eseguire un controllo accurato.

La messa a vuoto è la parte più difficoltosa di questo processo, poiché risulta essere molto impegnativo riuscire a sigillare correttamente il sacco ad annullare completamente le perdite.

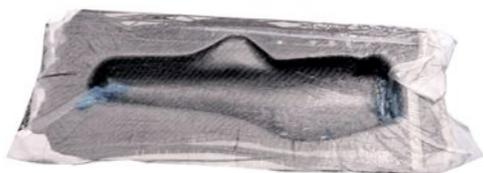
Indurimento resina

I tempi di indurimento sono direttamente proporzionali alla temperatura dell'ambiente di lavoro. Le tempistiche precise dati dalla curva di indurimento delle nostre resine si possono trovare nella scheda tecnica, all'interno del nostro eBay store (<http://stores.ebay.it/MIKE-COMPOSITI>) o nel nostro sito (www.mikecompositi.it). Solitamente per l'indurimento completo di una buona resina epossidica sono necessarie dalle 6 alle 10 ore; è però possibile aggiungere una piccola quantità di accelerante (3%) per dimezzare i normali tempi di indurimento.

Lavorando con l'epossidica è sempre buona norma considerare la possibilità di cuocere la resina anche dopo un effettivo indurimento. Il manufatto in seguito a questo passaggio acquisirà una resistenza meccanica superiore rispetto ad un componente indurito a temperatura ambiente, ed allo stesso tempo sarà in grado di raggiungere picchi di temperatura superiori. I tempi di postcura della resina vengono solitamente indicati nella scheda tecnica.

Demoulding

Separare dal manufatto il peelply. Questo tessuto è da strappare via con forza.



Una volta indurito completamente, separare il manufatto dallo stampo. Procedere partendo dai lati facendo forza verso l'interno, in modo tale che si separino in un primo momento le pareti, e

successivamente la parte piana attaccata al centro dello stampo e quindi completamente. Questa fase risulta abbastanza delicata per pezzi molto leggeri e costituiti da un numero esiguo di strati. Sugeriamo di non inserire come leva tra stampo e manufatto oggetti metallici/acuminati che potrebbero danneggiare lo stampo e lo stesso prodotto, ma cunei di plastica specifici.



9

Il distacco è una parte molto delicata che potrebbe compromettere la qualità finale del manufatto; consigliamo di fare molta attenzione, avere pazienza ed utilizzare strumenti specifici

Rifinitura

Tagliare il tessuto in eccesso a filo con il perimetro della superficie del manufatto, seguendo il più precisamente possibile le forme di quest'ultimo. Esistono strumenti specifici per il taglio di questi tessuti, ricordiamo che rispetto ad altri non specifici hanno lame garantite nella durata, e che non perdono il filo dopo pochi utilizzi.

In seguito all'eliminazione del tessuto in eccesso è possibile procedere con un leggero lavoro di carteggiatura dei bordi al fine di eliminare eventuali residui di taglio e per smussare lo spigolo vivo. Carteggiare leggermente eventualmente (in caso di grosse discontinuità, microrfori o assenze di resina) la superficie con una carta vetrata non troppo aggressiva; è necessario porre una notevole attenzione allo spessore da eliminare, al fine di non rovinare con la carta le fibre sottostanti alla resina (in questa fase lo strato di resina è esiguo, quindi il rischio di strappare il tessuto risulta essere

Elevato. Nel caso siano presenti zone sprovviste di resina si consiglia di applicare una nuova mano di resina coprente le stesse, e di carteggiare il manufatto ad indurimento avvenuto per spianare e pareggiare la superficie.



10

La superficie finale del manufatto rifinito, prima della verniciatura, dovrà presentarsi come il particolare in foto.

Per ottenere una finitura lucida del pezzo consigliamo una verniciatura trasparente con vernici bicomponenti, al fine garantire una migliore durata dello stesso ad intemperie ed ingiallimento. Per indicazioni riguardo i tempi ed i modi di verniciatura consigliamo di rivolgervi direttamente al vostro fornitore di fiducia. Il risultato finale della verniciatura ovviamente dipende dalla qualità della vernice utilizzata. finale della verniciatura ovviamente dipende dalla qualità della vernice utilizzata.



11

Solitamente l'operazione di verniciatura di componentistica in fibra viene effettuata con vernici bicomponenti a base poliestere ad effetto cosiddetto "gloss" (grazie alla loro alta densità possiedono un effetto riempitivo in caso di eventuali microporosità). Si ottengono comunque ottimi risultati utilizzando una comune vernice trasparente in bomboletta.

Crediti

mike compositi

viale Monza, 257
20126, Milano (MI)
Italy

www.mikecompositi.it
info@mikecompositi.it

Design e produzione: Grafic Point srl
Prima edizione: 03/2009
Revisione: 11/2014

Le foto pubblicate all'interno dell'eBay store e su www.mikecompositi.it (ad esclusione delle foto prodotti coperte da copyright © Mike Compositi) ed all'interno delle nostre guide sono in gran parte acquisite da internet e sono state scelte tra quelle per le quali non sia stata espressamente indicata una qualunque forma di copyright. Tali immagini sono state quindi giudicate di pubblico dominio. Nel caso in cui qualcuno che ha legittimamente diritti di copyright su una o più immagini pubblicate nel nostro sito volesse chiederne la rimozione può farlo scrivendoci una e-mail all'indirizzo info@mikecompositi.it. La rimozione della foto o delle foto in questione sarà immediata.

Questo testo è soggetto a copyright © Tutti i diritti sono riservati, incluse eventuali traduzioni, ristampe o copie di parti di esso. Nessuna sezione di questa pubblicazione può essere riprodotta sotto qualsiasi forma (stampata, fotocopiata o con altri mezzi) senza il permesso in forma scritta del editore, valido anche se trasmesso tramite sistemi informatici (email).

