LA CONSTRUCTION COMPOSITE – 5/11

Travailler la fibre de carbone

Le mois dernier, nous avons appris à construire des pièces planes et courbes à partir de moules. Cette fois, voyons ce qu'il faut pour construire un réservoir de carburant en fibre de carbone. Dans ce cas, il s'agit d'un réservoir de 325 gallons. Six livres par gallon (OK, 5,85) multipliés par 325 gallons… c'est plus lourd que les 1320 lb autorisées, pour un aéronef léger de sport entier !



Examinez attentivement la bride verte. C'est le secret pour réaliser un congé en fibre de verre sur tous les angles intérieurs d'une boîte fermée.



Utilisation de deux bâtonnets pour aider à tasser complètement l’époxy-flox dans l’espace. Vous pouvez voir qu’il a périodiquement raclé l’excédent des surfaces extérieures. Il est acceptable de remettre ces raclures dans l’espace.



Des modules d’amplification gravitationnelle newtonienne (briques) sont utilisés pour maintenir le dessus en place.



Du basketball sur une table de ping-pong ? Non, disposition des pièces avec du ruban de masquage pour peinture.



Vous avez raté votre ligne ? Ne vous inquiétez pas, recoupez-la simplement. Si l’écart est inférieur à environ deux fois la largeur de la lame, vous aurez du mal à maintenir la lame en coupe sur la ligne. Utilisez plutôt une ponceuse à bande.



Modules de disposition interactifs autoréférentiels doubles avec base numérique écologique (deux gars avec un bâton). Leçon : ne vous laissez pas intimider par le jargon technologique.

Bien que cela semble être un véritable projet « hors norme », il faut considérer que les techniques de construction sont les mêmes que pour un réservoir de 32 gallons. Une fois que l'on connaît les bases, il s'agit fréquemment simplement d'une question de mise à l'échelle vers le haut ou vers le bas des projets qui paraissent intimidants.

Tout d'abord, les matériaux ici coûtaient environ 3500 $ pour plusieurs feuilles de fibre de carbone deux plis par face avec une âme en nid d'abeille de 3/8″, parfois appelée two-core-two (deux-coeur-deux), ce qui signifie deux plis de matériau puis l'âme puis encore deux plis. N'êtes-vous pas content que j'aie dit que cela pouvait être mis à l'échelle vers le bas ? Cela me rappelle un peu le gars qui disait : « J'ai un budget illimité et je l'ai déjà dépassé. » L'avantage pour nous est qu'il est beaucoup plus facile de voir ce qui se passe dans un projet de cette taille.

La première étape est, bien sûr, de disposer d'un ensemble de dessins qui peuvent être transférés sur la fibre de carbone à l'aide d'un compas, d'une règle, de crayons ordinaires et de beaucoup de ruban de masquage bleu. N'utilisez pas de crayon gras ; il contaminerait la surface pour le collage ultérieur. S'il s'agit d'un projet important (lire « coûteux »), une maquette réalisée avec des matériaux moins chers et plus faciles à manipuler est une bonne idée.

LA VALEUR DE LA FIBRE DE CARBONE

Vous vous souvenez que dans un numéro précédent, nous avons parlé de prendre une pile de quatre planches de 1″ d'épaisseur et de se tenir debout dessus. Elles se pliaient assez facilement jusqu'à ce que nous enfoncions quelques clous à travers elles, et alors elles ne fléchissaient plus autant. Ces clous forçaient la planche inférieure à prendre un rayon de courbure beaucoup plus important et, par conséquent, plaçaient presque toute la charge de traction sur cette planche. Inversement, la planche supérieure était en compression.

En réfléchissant à cet empilement, vous réaliserez que la deuxième planche était moins comprimée que la planche supérieure, et que la troisième planche était moins en tension que la planche inférieure. Imaginez maintenant que vous retiriez ces deux planches du milieu de l'empilement tout en conservant l'écartement entre la planche supérieure et la planche inférieure. Vous auriez toujours la planche supérieure en compression et la planche inférieure supportant toute la charge de traction.

C'est exactement ce que fait le nid d'abeilles en fibre de carbone. Le papier entre les deux maintient la séparation entre le dessus et le dessous, de sorte que le dessous reprend toute la charge de traction. C'est entièrement réversible, bien sûr. Le dessus et le dessous ne sont que des identifiants des couches ; si l'on

fléchit la fibre de carbone dans l'autre sens, cela fonctionne de la même manière. À partir de cet exemple seulement, on peut voir pourquoi toutes les structures composites modernes sont construites ainsi, en utilisant une forme de noyau pour séparer les couches porteuses en fibre de verre ou en fibre de carbone. Non seulement c'est une manière solide de construire, mais cela peut être étonnamment léger.

DÉCOUPE

Nous avons maintenant le gabarit tracé, mais comment découper ce matériau ? Le noyau n'est que du papier, donc tout outil qui coupe la fibre de carbone va traverser le noyau comme s'il s'agissait, eh bien… de papier. Une lame dentée peut le faire, mais une lame à bord abrasif le fait mieux, surtout si la pièce est trop grande pour aller sur la scie à ruban.

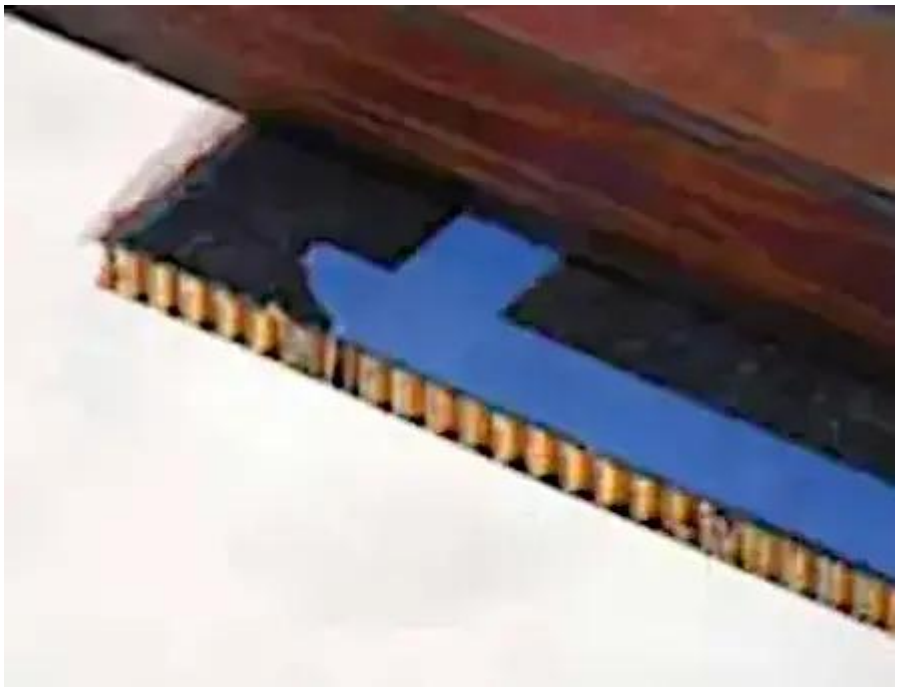
Le ponçage des bords est également un peu différent. Les ponceuses orbitales ou à mouvement alternatif ont tendance à soulever la fibre de carbone du papier et à effilocher les bords. Une ponceuse à bande de petite taille convient, mais il faut la positionner de manière à ne pas soulever la fibre de carbone.

Lorsqu'il s'agit d'obtenir un ajustement serré, pensez à un sac plastique ; il peut être difficile à déchirer jusqu'à ce que vous créiez une petite entaille. Cette entaille est connue sous le nom de concentrateur de contraintes et sert à diriger toute la force vers une petite zone, rendant la déchirure assez facile. C'est pourquoi vos dents, bien qu'elles ne coupent pas le matériau, sont plus efficaces que vos doigts souples et arrondis pour déchirer un sachet de chips.

Il semble assez évident que pour éliminer les concentrateurs de contraintes, nous devons répartir la charge. Dans ce cas, cela signifie faire en sorte que la résine époxy-flox adhère des deux côtés de la plus grande surface possible. Pour ce faire, il suffit d'écraser le noyau en papier d'environ 3/8″, en exposant les faces internes des deux feuilles de fibre de carbone. Cette opération surprend la première fois qu'on la voit, simplement parce que frapper la fibre de carbone avec un marteau paraît peu technologique. Comme je l'ai dit, il ne faut pas être intimidé par la technologie ; une partie peut relever de la science des fusées, mais pas celle dont nous nous occupons ici.

Une fois les faces internes de la fibre de carbone exposées, il faut ajouter l'époxy-flox, mais pour garantir l'adhérence il est préférable d'enduire les surfaces d'époxy pur. Cette procédure est appelée « mouillage » et consiste simplement à verser l'époxy dans la rainure. Là encore, cela sert à éviter les concentrateurs de contraintes sous forme de vides entre la fibre de carbone et l'époxy-flox.

Pour rappel, le flox est une fibre de coton courte et est assez résistant lorsqu'il est mélangé à l'époxy. Le micro, en revanche, est constitué de microbilles de verre qui ne sont pas aussi résistantes. Elles sont très utiles lorsqu'un matériau léger est nécessaire comme remplissage dans un coin ou un vide.



La découpe est prête pour le ponçage.



Lorsque la fibre de carbone coûte 3500 $, une maquette du réservoir de carburant est une précaution judicieuse.



Réaliser le tracé avec un simple crayon fonctionne très bien, mais le carbone de la mine de crayon disparaît pratiquement sur le matériau en fibre de carbone. Complétez ensuite avec du ruban de masquage bleu, puis marquez le ruban pour indiquer le bord de coupe.



Notez l’orientation de la ponceuse à bande de 1" de large utilisée ici. Cela permet d’éviter de créer des fibres pelucheuses sur le bord.



Les planches de 2" x 2" placées sur le dessus servent à maintenir les parois en place pendant le séchage de l’époxy. Il est important que les surfaces soient propres lors de la mise en place des parois.



La coupe d’une ligne droite est facilitée par l’utilisation d’un guide de coupe. Il suffit de se rappeler de couper du bon côté du ruban.



Cette paroi verticale (celle avec le trou) est un renfort interne ainsi qu’une cloison anti-ballottement. Notez à quel point le contour s’ajuste bien.



N’est-ce pas une jonction propre et nette ? Difficile de croire qu’elle est aussi solide.



Une scie à ruban peut couper le nid d’abeilles en fibre de carbone, mais elle a aussi tendance à arracher les fibres, créant un bord pelucheux qui doit être poncé.

ENTRER DANS LA RAINURE

Une fois le matériau mouillé, nous pouvons remplir la rainure avec l’époxy-flox. Il doit avoir une consistance épaisse, car la pièce sera installée sur chant et nous ne voulons pas que l’époxy-flox coule. Il est important de remplir complètement la rainure, en créant un bourrelet qui dépasse du bord de la fibre de carbone d’environ la moitié de la distance entre les couches de fibre de carbone. Autrement dit, si l’espace entre les couches de fibre de carbone est de 3/8″, l’époxy-flox doit dépasser d’environ 3/16″ au-dessus du bord. Cette règle générale vous indiquera la quantité d’époxy-flox à mélanger. L’excédent sera expulsé et retiré, il ne faut donc pas en mettre trop.

Vous remarquerez que c’est de la fibre de verre, et non de la fibre de carbone, qui est utilisée pour réaliser les rayons de raccordement entre les surfaces planes. Cela s’explique par le fait que l’avantage de la fibre de carbone est annulé si l’on ne peut pas mettre sous vide la jonction.

Une fois la paroi en place et l’époxy-flox ayant eu le temps de durcir, il suffit d’ajouter une bande de fibre de verre au niveau de la jonction. Nous avons décrit cette opération dans un numéro précédent, et la procédure est la même ici : réaliser un rayon dans l’angle avec de l’époxy-micro, mouiller la surface, poser la bande, lisser les bulles éventuelles, et laisser sécher. C’est en train de devenir facile, n’est-ce pas ?

Le dessus est la partie délicate. Une fois que vous avez reporté le tracé des parois sur la face inférieure du dessus et placé quelques triangles, vous pouvez appliquer un peu d’époxy et espérer que toutes les pièces se mettent en place.



L’utilisation de l’outil est simple : il suffit de le frapper avec un marteau. Le nid d’abeilles en papier est simplement comprimé et repoussé.



La construction de l’outil est tout aussi simple : une pièce d’aluminium d’une épaisseur correspondant à l’espacement de la fibre de carbone, et une paire de plaques rivetées dessus pour limiter la profondeur à une distance égale à l’écartement entre les couches de fibre de carbone.



L’imprégnation de la rainure garantit que l’époxy-flox entre en contact avec toutes les surfaces.



C’est salissant, mais il est essentiel de remplir complètement la rainure.



Comme cela a été fait avant de remplir la rainure d’époxy-flox, il est nécessaire d’imprégner la surface. Ce petit triangle de couleur claire est maintenu en place avec de la colle chaude et sert à positionner le bord inférieur de la paroi.



Ajouter une couche de fibre de verre pour arrondir le coin le rend encore plus solide.



La paroi (à gauche) est en place et vérifiée à l’aide d’une équerres de charpentier. Une fois que l’époxy-flox a durci, les triangles peuvent être grattés.



Raclez l’excédent du mieux possible.

L’HISTOIRE INTÉRIEURE



Nous avons terminé avec les parois intérieures. Tout assembler demande un peu de planification, mais pas un doctorat.

« Alors, comment le meurtrier a-t-il pu faire cela ? » demanda le Dr Watson. « Toutes les portes et fenêtres sont verrouillées de l'intérieur. » La même incrédulité s'applique ici : comment renforcer toutes les jonctions internes sans être à l'intérieur d'une boîte fermée ?

Vous commencez par mettre du ruban de démoulage sur la dernière surface à installer. Ensuite, vous construisez les parois dessus, en stratifiant toutes les jonctions. Puis vous retirez cette surface finale protégée par le ruban, et vous découvrez que vous avez créé des rebords en stratifié. Placez la paroi opposée, stratifiez les angles, et laissez durcir. Enfin, appliquez une couche d'époxy sur le rebord et sur cette soi-disant dernière surface, puis assemblez le tout. Élémentaire, mon cher Watson.

À ce stade, vous vous demandez sans doute à quoi sert un réservoir de 325 gallons. Eh bien, voici un non-indice : il y en a quatre, et ils ont tous des formes différentes. Mais c'est un projet secret. Nous vous en dirons plus lorsque le propriétaire donnera son accord.

Le mois prochain, nous aborderons un projet plus petit, un jeu de cales de roue en fibre de verre.