



La révolution des hélices d'avion en matériaux composites :

Technologie de pointe de pales d'hélice en fibre de carbone en matériaux composites de Hartzell

La révolution des hélices d'avion en matériaux composites : Technologie avancée des pales d'hélice en matériaux composites de Hartzell

Avec une histoire qui remonte aux frères Wright, Hartzell Propeller est depuis longtemps à la pointe de la technologie des hélices d'avion. Alors que les avions deviennent de plus en plus complexes - et avec l'émergence de la mobilité aérienne avancée (AAM) et des vols électriques/hybrides - Hartzell a continué à mener l'industrie avec des pales d'hélice structurales composites innovantes utilisant des matériaux de pointe et des processus d'ingénierie et de fabrication d'avant-garde.

L'évolution des pales composites Hartzell

En 1944, Hartzell a lancé des pales d'hélice en « Hartzite », un composite phénolique renforcé de fibres. Ces hélices ont été installées sur le Republic Seabee, le North American Navion, sur d'autres également.

En 1978, Hartzell Propeller a produit la première pale d'hélice en matériaux composites à structure primaire certifiée, une véritable conception monocoque avec du Kevlar®/époxy moulé par compression sur un noyau en mousse. Certifiée pour la première fois sur l'avion CASA 212, la technologie des premières pales composites de Hartzell représentait une percée industrielle qui allait façonner l'avenir de la propulsion aéronautique.

Les pales du CASA 212 a été la première de la famille des pales composites Hartzell « Legacy ». Il existe seize conceptions aérodynamiques uniques « Legacy » différentes, utilisées sur 24 installations différentes certifiées, y compris les Beech 1900C et D, les Shorts SD3-60, les Dornier Do328 et les Pilatus PC-21. La gamme Legacy est toujours en production avec plus de 20 000 pales produites. Un grand nombre des pales d'origine de la CASA 212 sont encore en service et totalisent plus de 50 000 heures de vol. Dans les années 1990, le stratifié carbone/époxy a été introduit dans la famille. L'ajout de carbone a augmenté les capacités de la conception, ce qui a permis d'utiliser des pales en matériaux composites sur des installations plus exigeantes. Les modèles en carbone sont également en cours de production pour les grands aéroglisseurs.



*Première hélice en matériaux
composites de Hartzell*

Technologie composite de la prochaine génération : ASC-II

Alors que les premières hélices en matériaux composites étaient lentement adoptées par les industries de l'aérospatiale et de la défense, il est devenu évident que des améliorations étaient nécessaires pour réduire le coût élevé du processus de fabrication. L'équipe technique de Hartzell Propeller a relevé le défi en affinant les matériaux et les techniques de fabrication pour produire des pales en matériaux composites plus rentables.

En 2006, Hartzell a lancé la deuxième génération de pales d'hélice en composite structural avancé (ASC-II), qui utilise un processus de moulage par transfert de résine et des matériaux composites en fibre de carbone de qualité aérospatiale.

L'hélice ASC-II est constituée d'une structure monocoque unique composée de stratifiés en fibre de carbone sur un noyau en mousse de faible densité et intégrée dans un boîtier en acier inoxydable tige en acier inoxydable co-moulé. Le bord d'attaque à l'extérieur de la botte de dégivrage est protégé par un bouclier d'érosion en nickel électroformé co-moulé afin d'atténuer les dommages causés par l'eau et les corps étrangers (FOD). En plus de supporter des charges de fatigue exténuantes, les pales sont conçues et testées pour résister aux effets directs de la foudre. Des tests contre la foudre sont également effectués sur des hélices dégivrées afin de s'assurer que le système aéronautique est protégé contre les effets indirects de la foudre. Chaque nouveau modèle de pale est soumis à un test d'impact afin de démontrer sa capacité à tolérer les chocs avec les oiseaux.

La technologie innovante ASC-II de Hartzell a été lancée avec le Cirrus SR-22T et a depuis été utilisée sur 35 numéros de pièces de pales différentes, 14 certificats de type d'hélice différents et 30 certificats de type d'aéronef différents. À ce jour, plus de 45 000 pales d'hélice en composite ASC-II (et ce n'est pas fini) ont été produites à l'aide de ces matériaux avancés et de procédés de fabrication exclusifs.

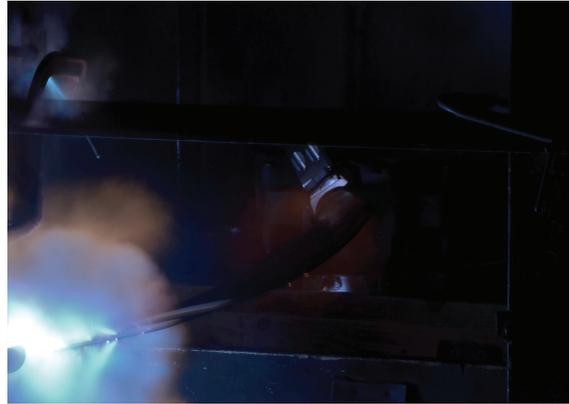


Hélice composite ASC-II

Technologie de matériaux composites de Hartzell

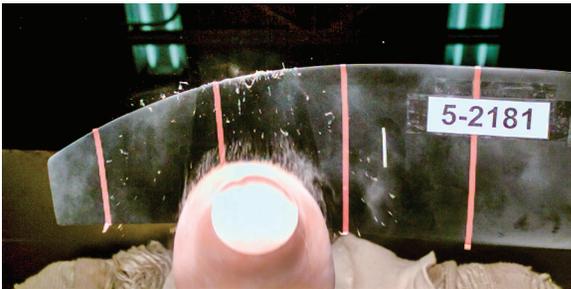


Test d'impact de foudre à haute tension

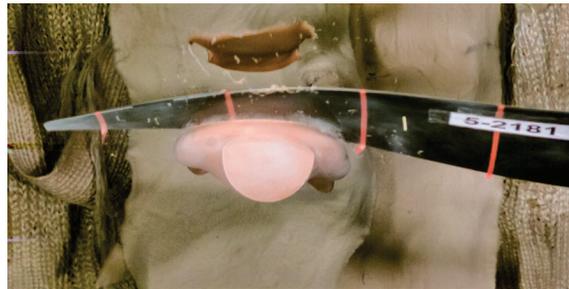


Test d'impact de foudre à haute intensité

20
QUALIFICATIONS
POUR LES TESTS
CONTRE LA FOUDRE



Test d'impact sur les oiseaux avec un poids de 4 lbs



Impact réel sur les oiseaux

PLUS DE 200
TESTS D'IMPACT
SUR LES OISEAUX

AVEC
PLUS DE 50 000 HEURES
DE VOL ENCORE EN COURS
AUJOURD'HUI

PALES DE L'ÉQUIPE DÉDIÉE À LA CONCEPTION, À LA FABRICATION
ET AUX SERVICES EN MATÉRIAUX COMPOSITES,

Les matériaux sont importants : Matériaux composites en fibre de carbone pour l'aérospatiale ou noyau de bois

Les pales d'hélice en matériaux composites ne sont pas toutes fabriquées de la même manière. Contrairement à certaines hélices sur le marché, les pales en composite de Hartzell Propeller sont conçues à partir de matériaux aérospatiaux modernes, tels que la fibre de carbone structurale sur des noyaux en mousse d'uréthane - et non de minces couches environnementales de composite sur un noyau de bois.

De meilleurs matériaux pour de meilleures performances

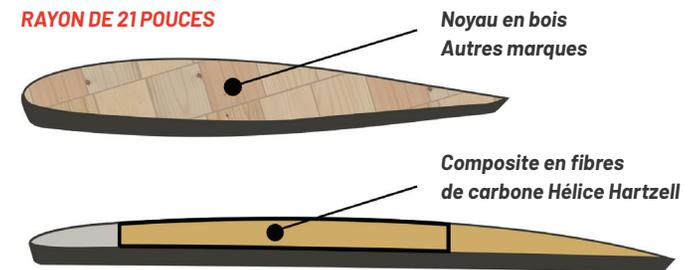
L'utilisation de matériaux en fibre de carbone tressée permet à Hartzell de fournir des hélices optimisées à ses clients tout en répondant à des exigences strictes en matière de résistance et de durabilité. La fibre de carbone sélectionnée par Hartzell est 10 fois plus résistante que l'épicéa et 5 fois plus résistante que les noyaux en hêtre sélectionnés par les autres fabricants. Cet avantage en termes de résistance permet aux concepteurs de Hartzell de construire des hélices plus solides et plus efficaces que celles des autres fabricants d'hélices.

Conception aérodynamique

Les pales en fibre de carbone sont nettement plus fines que les pales en bois stratifié, ce qui réduit la traînée. Les matériaux composites avancés de Hartzell permettent d'obtenir des profils aérodynamiques plus larges et plus minces qui peuvent encore supporter la charge structurale requise pour un fonctionnement optimal de l'aéronef et permettent également des conceptions populaires telles que les pales cimenterres à bouts effilés.

Ainsi, les pales aérodynamiques en composite de Hartzell peuvent produire plus de poussée et offrir de meilleures performances en matière d'accélération et de montée.

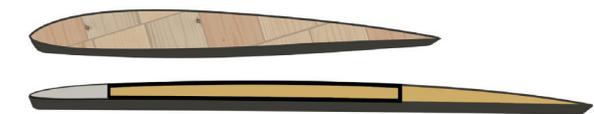
RAYON DE 21 POUCES



RAYON DE 24 POUCES



RAYON DE 35 POUCES



Économies de poids

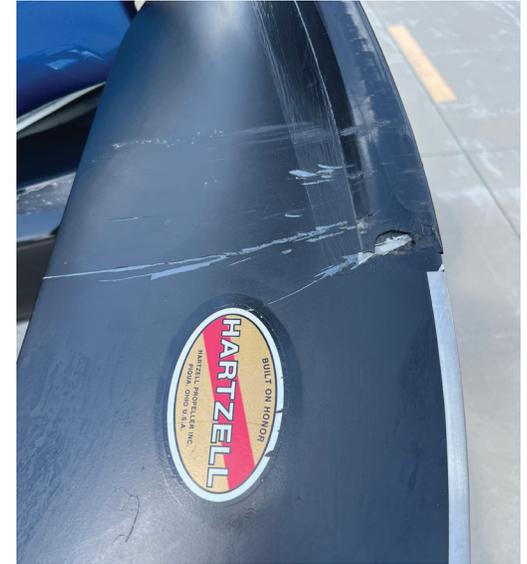
Par rapport aux hélices en aluminium, les hélices en matériaux composites de Hartzell offrent une solidité et une résistance aux dommages supérieures, ainsi qu'une réduction de poids significative. En raison de leur poids inférieur et du moment d'inertie plus faible qui en découle, les hélices à pales en matériaux composites peuvent également permettre un plus grand nombre de pales, ce qui peut améliorer les performances sur tous les spectres de vol, en particulier pour les aéronefs de plus grande puissance.

Durabilité

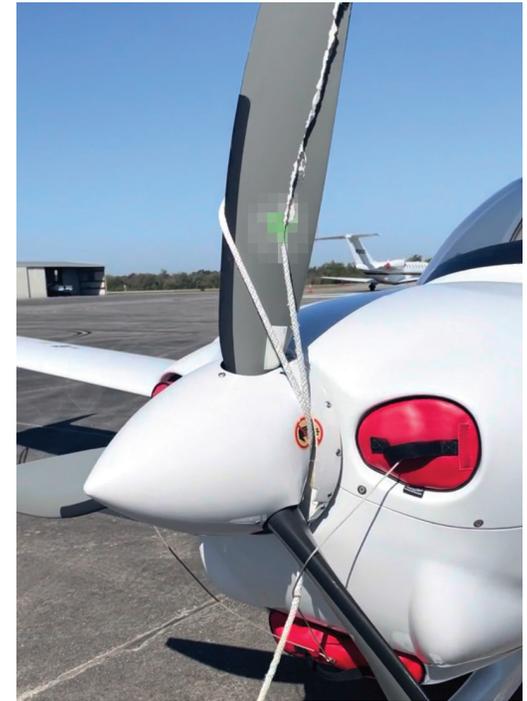
Les pales d'hélice en matériaux composites de Hartzell sont conçues pour être solides et résistantes aux chocs, ce qui les rend idéales pour les opérations hors aéroport et dans l'arrière-pays. En particulier, le système de rétention de la cale et les tiges en acier inoxydable sont beaucoup plus durables que l'alternative aluminium/boulon de lag.

Absorption de l'humidité

Les hélices à noyau de bois sont très sensibles à l'absorption d'humidité, ce qui peut entraîner un déséquilibre et une réduction significative de la résistance du bois. C'est pourquoi certaines pales à noyau en bois doivent être renvoyées à l'usine si le revêtement protecteur est usé ou endommagé au point d'exposer le bois.



Dommages réparables causés par les collisions avec les oiseaux



Dommages irréparables causés par une corde d'arrimage du concurrent

Facilité de réparation

L'avantage en termes de maintenance offert par les pales d'hélice en matériaux composites de Hartzell ajoute à la valeur de l'appareil. Très souvent, des entailles, des rayures et des bosses mineures sur les pales en matériaux composites de Hartzell répondent aux critères de navigabilité. Cela permet de poursuivre le vol jusqu'à ce que des réparations mineures puissent être effectuées sur l'aile par un A&P ou un réparateur d'un atelier Part 145 à l'aide d'outils et de kits couramment disponibles auprès de Hartzell.

Lorsque des réparations importantes ou des réparations en usine sont nécessaires, les pales en matériaux composites de Hartzell peuvent être remises à l'état neuf, ce qui permet d'augmenter considérablement la durée de vie utile par rapport aux pales en métal ou à noyau de bois. En fait, les pales structurales des matériaux composites Hartzell sont certifiées pour une durée de vie illimitée et peuvent être réparées sur le terrain ou dans plus de 30 ateliers de révision dans le monde, y compris le centre de service de pointe de Hartzell.



Exemples de dommages aux pales en matériaux composites en état de navigabilité

Passer à l'action : Un regard plus attentif sur les conversions d'hélices en matériaux composites

Les hélices en fibre de carbone constituent aujourd'hui le segment de la technologie des hélices qui connaît la croissance la plus rapide, en raison des avantages qu'elles offrent en termes de gain de poids, de performances, de résistance et de durabilité.

En conséquence, de nombreux constructeurs aéronautiques choisissent désormais des hélices en composite comme équipement standard sur leurs avions, et des milliers de propriétaires et d'opérateurs d'avions ont choisi de remplacer les hélices en aluminium par les pales en matériaux composites les plus récentes grâce au programme de conversion d'hélices Top Prop STC de Hartzell. En outre, plusieurs entreprises qui proposent des conversions ou des modifications de moteurs collaborent avec Hartzell pour faire approuver une hélice Top Prop avec leur STC de modification de moteur.

La voie de la certification des hélices d'avion en matériaux composites

Le système de gestion de la qualité de Hartzell est approuvé par la FAA et certifié AS9100C afin de maintenir les normes de qualité et de sécurité les plus élevées tout au long des processus de conception, d'ingénierie, de fabrication et de test.

Les hélices Hartzell pour les avions certifiés répondent aux normes rigoureuses de sécurité, de performance et de navigabilité définies par les organismes de réglementation. Toutes les hélices certifiées sont conformes au Code des réglementations fédérales, Titre 14, Partie 35, « Normes de navigabilité : Hélices ». Les certifications étrangères ultérieures sont validées par l'autorité de l'aviation civile de chaque pays.

Hélices pour installations expérimentales

Hartzell applique les mêmes normes de qualité et de résistance aux hélices destinées au marché expérimental qu'à celles destinées au marché certifié.



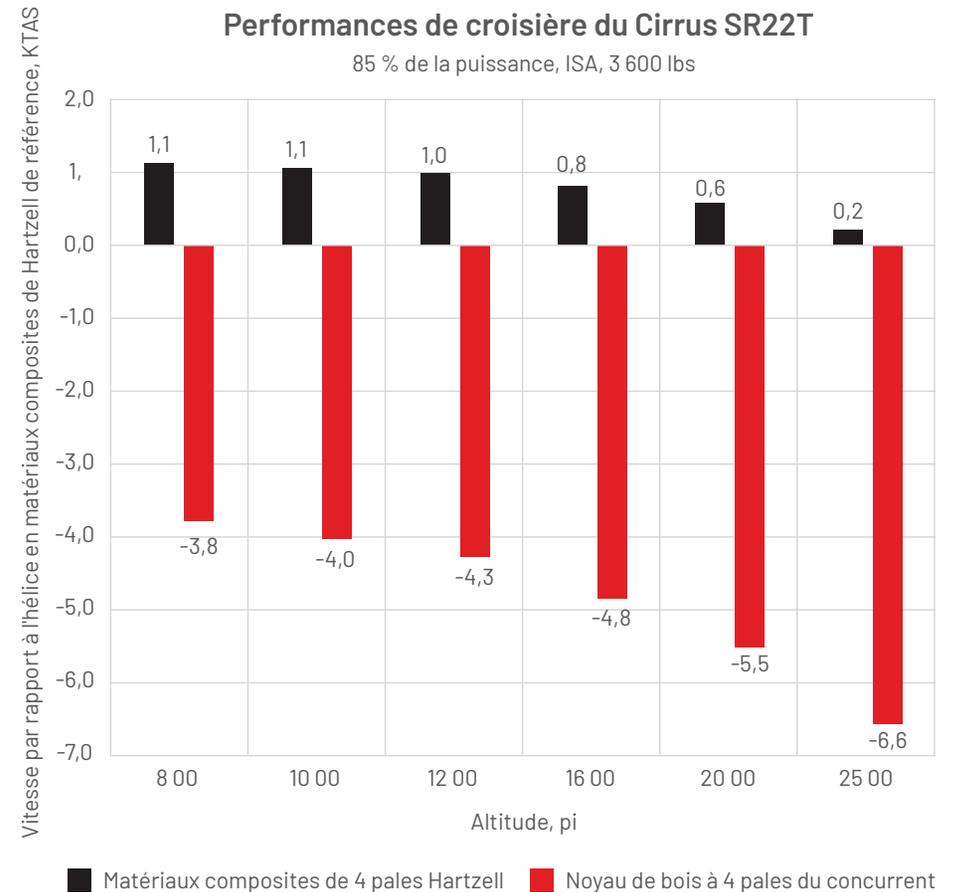
Le processus de test en vol de Hartzell

Grâce à une équipe dévouée d'experts en certification et à une autorisation de désignation d'organisme (ODA) de la FAA, Hartzell a réussi à naviguer dans le processus méticuleux de certification pour produire des centaines d'hélices certifiées en état de navigabilité.

Par exemple, dans le cadre d'un récent STC pour une ailette composite à 4 pales, Hartzell a effectué des essais en vol sur trois avions Cirrus SR22T différents, pour un total de près de 100 heures de vol. Le processus de test méticuleux a permis de comparer quatre modèles d'hélice différents, dont l'hélice de base Hartzell en composite à 3 pales de l'avion, un nouveau prototype à 3 pales, la nouvelle hélice à 4 pales en matériaux composites et l'hélice à 4 pales en bois STC d'un concurrent.

La nouvelle hélice à 4 pales a surpassé les autres hélices dans plusieurs domaines clés du vol, notamment en améliorant de 5 % les performances de montée, en réduisant le bruit de 2 dB(A) et, surtout, en augmentant de 4 kts la vitesse de croisière par rapport à l'autre hélice à 4 pales, comme l'indique le tableau ci-joint.

En effectuant des essais en vol dans des conditions réelles, Hartzell s'assure que ses hélices en matériaux composites sont optimisées pour la sécurité, la fiabilité et l'efficacité dans tous les scénarios et toutes les phases de vol.



Propulser l'avenir du vol : Solutions d'hélices en matériaux composites pour la mobilité aérienne avancée

Forte de plusieurs décennies d'expérience dans la conception et la fabrication de pales structurelles en matériaux composites, Hartzell Propeller continue d'innover et d'optimiser ses processus, en tirant parti d'analyses techniques sophistiquées et de capacités d'essais en vol pour concevoir de meilleurs profils aérodynamiques pour les aéronefs de la prochaine génération.

Depuis 2019, Hartzell a consacré des dizaines de milliers d'heures d'ingénierie et de développement aux aéronefs électriques, hybrides et à hydrogène, avec plusieurs programmes importants en cours. Les hélices en matériaux composites se sont déjà avérées essentielles pour les avions électriques/hybrides tels que l'Alice d'Eviation et l'eBeaver de Harbor Air, qui nécessitent une solution de propulsion légère pour compenser le poids supplémentaire des batteries.

Le mélange innovant d'analyses techniques sophistiquées, de compétences en matière de certification et de technologies de fabrication de classe mondiale continue de faire de Hartzell Propeller le leader mondial de la conception et de la fabrication d'hélices - et un partenaire idéal pour les programmes AAM à la recherche de solutions de propulsion



L'eBeaver de Harbor Air



Eviation's Alice



Demande d'information

Pour en savoir plus sur la dernière technologie d'hélice en matériaux composites de Hartzell Propeller et sur les applications STC, veuillez [nous contacter](#) et nous vous mettrons en contact avec nos experts en hélices.

Pour toute question concernant les systèmes d'hélice en fibre de carbone en matériaux composites de pointe de Hartzell, envoyez un courriel à Mitch Heaton à l'adresse mheaton@hartzellprop.com.

