INSTALLER LA CLOISON PARE-FEU

Faites-le correctement, après tout c’est la seule chose entre vous et le feu moteur.

Installation d'un pare-feu temporaire en acrylique en préparation de la détermination de l'emplacement des pénétrations finales du pare-feu. Certains constructeurs trouvent cette technique utile lorsque leur kit ne comprend pas d'instructions de disposition du pare-feu.

La construction du compartiment moteur commence avec le pare-feu. Si vous travaillez à partir d’un kit, le pare-feu peut déjà être découpé pour vous. Au minimum, le matériau pour le pare-feu est probablement inclus, ainsi qu’un plan ou un gabarit à utiliser pour le découper à la bonne dimension. Votre kit peut même inclure des suggestions pour la disposition des divers éléments qui passeront à travers le pare-feu ou qui y seront fixés.

Si vous construisez à partir de plans, il y a quelques décisions supplémentaires que vous devez prendre, telles que la manière de le disposer, le matériau et l’épaisseur à utiliser et la manière de faire passer les éléments à travers le pare-feu ou de les y fixer. Nous examinerons chacun de ces points à tour de rôle.

MATÉRIAUX DES PARE-FEU

La plupart des kits sont livrés avec des pare-feu en acier inoxydable ou avec le matériau pour en fabriquer un, et les constructeurs à partir de plans utiliseront généralement le même matériau. L’alliage d’acier inoxydable le plus populaire est le 304, mais le 301 demi-dur fonctionnera également. Le 301 est environ deux fois plus résistant que le 304 et, par conséquent, il est plus difficile à couper, ce qui fait du 304 l’alliage préféré. L’épaisseur minimale pour un pare-feu en acier inoxydable est de 0.016″. La découpe et le perçage de l’acier inoxydable demandent de la patience. Des vitesses lentes de foret ou de lame et des pressions plus élevées sont la règle, en comparaison avec l’acier ordinaire ou l’aluminium. Essayer de pousser un foret ou une lame de scie à travers l’inox trop rapidement aura simplement pour résultat un outil brûlé et peu de progression. Lubrifier la coupe avec de l’huile ou un fluide de coupe aide également. Allez deux fois moins vite, et vous en ferez davantage.

Des nervures ont été réalisées dans ce pare-feu en acier inoxydable pour le rigidifier et empêcher le flambage local de la tôle.

Le rivetage des pare-feu en acier inoxydable devrait être réalisé avec de l'acier inoxydable massif, des rivets Monel ou des rivets aveugles CherryMAX en acier inoxydable, le Monel étant le choix le plus courant. De petites plaques écrous sont souvent installées avec des rivets aéronautiques AN en aluminium de 3/32″, mais les rivets en aluminium ne conviennent pas pour fixer des composants majeurs du pare-feu tels que les brides du pare-feu, les joints ou les pièces de réparation. Le pare-feu doit être capable de contenir un incendie dans le compartiment moteur, et la température de fusion des rivets en aluminium est simplement trop basse pour remplir ce rôle. Les rivets pop en acier inoxydable de quincaillerie sont également un mauvais choix parce que les tiges ne sont pas fixées de manière fiable et pourraient tomber, laissant un trou à travers lequel des gaz chauds pourraient passer.

Voici un GlaStar en cours de construction avec un pare-feu transparent en place, prêt à commencer le processus de positionnement des éléments sur le pare-feu.

L’acier inoxydable est le matériau le plus courant pour les pare-feu, mais il existe d’autres choix disponibles. De l’acier doux, de l’acier chromoly ou de l’acier galvanisé peuvent être utilisés. Ceux-ci nécessitent un revêtement de prévention contre la rouille, mais avec l’acier galvanisé cela est inclus dans le matériau. L’acier doux ou l’acier chromoly nécessitent une peinture sur les deux côtés. L’épaisseur minimale pour l’acier galvanisé est de #26. Une tôle d’acier ordinaire (non galvanisée) d’au moins #26 peut également être utilisée ; elle a une épaisseur de 0.018″.

Lorsque vous découpez de la tôle, assurez-vous de porter des gants et d’ébavurer les pièces au fur et à mesure. Les bords tranchants laissés après la découpe sont particulièrement désagréables et dangereux pour vos mains. Si vous n’ébavurez pas les pièces après les avoir découpées, vous créez également un danger potentiel futur.

Ce pare-feu de Super Cub est fabriqué en titane pur et permet d’économiser environ 2 livres par rapport à un pare-feu en acier inoxydable.

TERRES EXOTIQUES

Pour les constructeurs qui sont obsédés par l’économie de poids et qui ont la place dans leur budget, le titane est une alternative qui mérite d’être considérée. Dans un projet d’avion typique, un pare-feu en titane peut économiser environ 2 livres par rapport à l’acier inoxydable. Une pièce de rebut de titane suffisamment grande pour fabriquer un pare-feu coûtera environ 200 $ plus l’expédition. Le titane commercialement pur est de loin le meilleur choix. Il est beaucoup plus facile à couper et à plier que n’importe lequel des alliages de titane, tels que le 6AL-4V. Cependant, il peut ne pas être aussi facilement disponible comme rebut. Recherchez une épaisseur de 0.016 à 0.020″.

Ce pare-feu de GlaStar montre des raccords orientables pour les câbles, un support ajouté pour un refroidisseur d’huile et une indentation « en gamelle de chien » pour permettre le dégagement d’un régulateur d’hélice.

Comme l’acier inoxydable, le titane est plus difficile à couper et à fabriquer, mais pas exactement de la même manière. Le titane est sujet au grippage et au collage sur les outils, il est donc important d’utiliser des outils affûtés et des vitesses de coupe lentes. Il dissipe également mal la chaleur, il est donc important d’utiliser suffisamment de fluide de coupe pour refroidir la pièce pendant le perçage ou la découpe. Si vous pouvez obtenir des rivets pleins en titane, ce serait le mieux, mais les rivets Monel fonctionneront très bien et sont beaucoup plus faciles à trouver. Voir le Tableau A (ci-dessous) pour une comparaison des matériaux de pare-feu.

Matériau	Résistance en tension	Température de fusion
304 stainless steel	150000 psi	2590°F
302 stainless steel 1/2H	70-75000 psi	2650°F
Com. Pure titanium	55-70000 psi	3040°F
6AL-V4 titanium	130-134000 psi	3000-3100°F
1008 steel (tendre)	44-52000 psi	2600-2700°F
4130 steel (A)	85000 psi	2600-2760°F
4130 steel (heat treated)	125-180000 psi	260-2760°F
Inutilisable pour une cloison pare-feu		
2924-T3 aluminium	64000 psi	950-1180°F
6061-T6 aluminium	42000 psi	1080-1200°F
7975-T6 aluminium	77000 psi	890-1180°F

Tableau A

MAINTENIR L'INTÉGRITÉ DU PARE-FEU

Cela n'a pas beaucoup de sens de fabriquer un beau pare-feu et ensuite d'y percer un tas de trous, mais c'est ce que vous devez faire pour faire passer les fils, les câbles de commande et le chauffage cabine d'un côté du pare-feu à l'autre. Il existe cependant de meilleures et de pires façons de procéder pour pénétrer le pare-feu tout en maintenant son intégrité.

Tout avion avec une hélice à vitesse constante aura au moins trois câbles de commande traversant le pare-feu : gaz, hélice et mélange. Si vous avez un carburateur, vous pouvez ajouter un câble de réchauffage carburateur à cette liste. Certains avions feront passer tous ces câbles ensemble et les pousseront à travers un seul trou avec un passe-câble en caoutchouc, l'enduire de RTV rouge et considérer que c'est bon. Cela peut vous permettre de passer votre inspection initiale de navigabilité, mais si un incendie se déclarait un jour dans la zone de cette pénétration, vous aurez des pieds assez bien grillés en peu de temps. Ce passe-câble en caoutchouc tiendra environ 30 secondes lorsqu'il sera exposé à des flammes directes, tout comme le RTV rouge, qui n'est homologué que pour 500°F en exposition continue. L'utilisation d'un produit d'étanchéité homologué pour le feu à 2000°F aidera, mais il existe une solution encore meilleure. Un ensemble de passe pare-feu à rotule, disponible auprès d'*Aircraft Spruce & Specialty* et d'autres fournisseurs, réalise une étanchéité étanche autour de toute pénétration de câble, même une pénétration sous un angle allant jusqu'à 50°. Les modèles en acier dureront aussi longtemps que le reste du pare-feu en cas d'incendie et permettent une installation propre et professionnelle. Ce n'est pas la solution au coût le plus faible, mais c'est la plus sûre.

Tous les joints et tous les interstices du pare-feu doivent être remplis avec un matériau de calfeutrage homologué pour 2000°F.

Une alternative est le kit de pénétration de pare-feu de *Plane Innovations*, qui est similaire à un système utilisé par Glasair Aviation dans son programme Two Weeks to Taxi. Dans ce système, un tube en acier inoxydable avec une bride est riveté au pare-feu. Faites passer les fils ou les câbles à travers le tube et enveloppez-le dans une gaine *Aeroquip Firesleeve*. Scellez le tout avec un produit d'étanchéité *Flamesafe*.

Les fils passant à travers des trous avec des passe-câbles nécessitent leur propre protection. La plupart des détaillants de fournitures aéronautiques vendent des écrans de protection de passe-câble de pare-feu qui minimisent l'exposition des passe-câbles en caoutchouc à tout incendie potentiel. Ceux-ci sont recommandés lorsque des passe-câbles en caoutchouc doivent être utilisés.

Un raccord traversant coudé à 90° en acier AN833-6, avec un écrou AN924-6 et une rondelle AN960-916. Ces éléments conviennent bien pour faire passer une conduite de carburant à travers un pare-feu.

LES CONNECTEURS CANNON

Certaines personnes utilisent des connecteurs *Cannon* pour faire passer des fils à travers le pare-feu, et ils permettent une installation d'aspect propre, mais un gros connecteur *Cannon* en plastique est presque aussi mauvais qu'un trou ouvert dans votre pare-feu. Une chaleur importante fera rapidement fondre un raccord en plastique. Réalisez que des pénétrations comme celle-ci signifient arriver à une sorte de compromis, et essayez de minimiser la taille et le nombre de ces trous. Des corps et des boîtiers de connecteurs *Cannon* métalliques sont disponibles, mais ils sont relativement lourds et coûteux. (N'oubliez pas que les logements non remplis dans un connecteur *Cannon* sont comme des trous ouverts ; pour de meilleurs résultats, remplissez chaque logement dans le connecteur, même si la broche n'est pas utilisée.)

Les vannes de chauffage cabine sont les plus grandes responsables de la perte d'intégrité du pare-feu sur de nombreux avions. Dans la plupart des cas, un tube en aluminium d'un diamètre de 2″ perce un grand trou à travers le pare-feu, n'offrant presque aucune protection contre un incendie moteur. Heureusement, *Aircraft Spruce* dispose maintenant d'un boîtier de chauffage cabine entièrement en acier inoxydable qui devrait contribuer largement à résoudre ce problème. C'est quelque chose que chaque fabricant de kits et constructeur d'avion devrait examiner attentivement. Il serait difficile de poser un avion avec une chaleur intense se déversant à travers le trou où se trouvait auparavant un boîtier de chauffage cabine en aluminium.

Les conduites de carburant sont des pénétrations de pare-feu particulièrement dangereuses. Le risque qu'elles présentent peut être minimisé en utilisant des raccords traversants en acier, tels qu'un raccord union traversant droit AN832 ou un coude traversant AN833. Chacun de ces raccords peut être fixé avec un écrou AN924, également en acier. Toutes les conduites de carburant du côté moteur du pare-feu doivent être protégées avec une gaine *Aeroquip Firesleeve* ou un produit similaire. Faire passer une conduite de carburant en aluminium à travers un passe-câble en caoutchouc dans un trou du pare-feu ne représente pas une bonne pratique et devrait être évité, même si cela a été fait sur certains avions certifiés.

Les raccords traversants orientables de pare-feu offrent une protection maximale contre le feu au niveau des pénétrations des câbles et permettent au câble de passer à travers sous des angles allant jusqu'à 50°.

POSITIONNEMENT DES PÉNÉTRATIONS DU PARE-FEU

Certains kits auront des instructions détaillées pour la disposition des pénétrations du pare-feu, tandis que d'autres peuvent être livrés avec les trous nécessaires déjà poinçonnés dans le pare-feu. Les projets construits à partir de plans et certains kits peuvent ne disposer d'aucune information concernant la disposition du compartiment moteur et les pénétrations du pare-feu. Les kits *GlaStar* originaux étaient livrés avec une instruction pour l'installation du moteur qui disait simplement : « Installez tout ce qui se trouve en avant du pare-feu. » Si vous vous trouvez dans une situation similaire, vous aurez besoin d'une stratégie pour décider quoi mettre où.

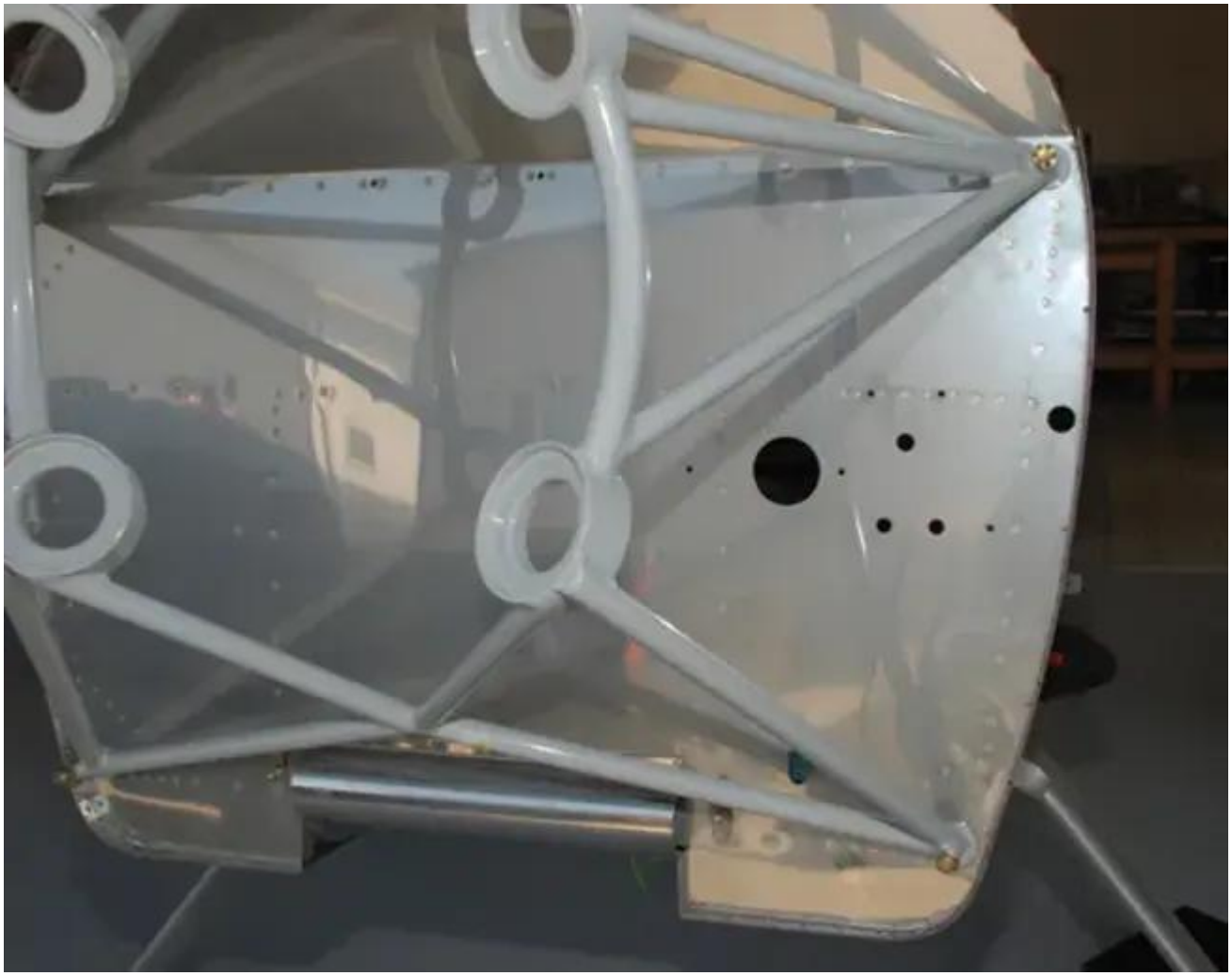
Glasair Aviation utilise un manchon en acier inoxydable avec un morceau de gaine pare-feu Aeroquip Firesleeve fixé dessus pour faire passer les câbles à travers le pare-feu du Sportsman. Après le passage des câbles ou des fils, le manchon est rempli de produit d'étanchéité Flamesafe FS 1900.

Le gros problème avec la disposition d'un pare-feu est que vous ne pouvez pas voir à travers le pare-feu pour savoir où se trouvent les supports structurels ou où les commandes se montent du côté cabine et se fixent au moteur à l'autre extrémité. Cependant, il existe des solutions possibles. L'une d'elles est que vous pouvez trouver quelqu'un avec un avion et une installation moteur similaires et copier ce qu'il a fait (en supposant qu'il l'a bien fait). C'est là que les associations de constructeurs peuvent être utiles.

Ou vous pouvez fabriquer un gabarit de la structure cachée par le pare-feu et le transférer du côté moteur, où elle peut être vue plus facilement. Une autre idée qui fonctionne bien est de fabriquer un pare-feu temporaire à partir d'une feuille d'acrylique d'un huitième de pouce. Vous pouvez y percer des trous jusqu'à ce que vous soyez complètement satisfait de l'emplacement de tout, puis l'utiliser comme gabarit pour faire les trous dans le pare-feu permanent. L'inconvénient de cette méthode est que vous devrez retirer le moteur et le bâti moteur de l'avion pour enlever le pare-feu temporaire, mais le compromis peut en valoir la peine.

Cessna utilise un tube de pare-feu rempli de calfeutrage résistant aux flammes pour la pénétration des fils dans le Skycatcher.

La plupart des gens feront passer les fils en hauteur à travers le pare-feu. Les radiateurs d'huile doivent être montés là où ils ont un bon support et où l'air peut entrer et sortir facilement. La batterie est volumineuse, elle ira donc généralement du côté opposé au radiateur d'huile, là où il y a plus de place, ou à l'extérieur du compartiment moteur, comme l'imposent les considérations de masse et centrage. Le gascolateur ira en bas et généralement du côté gauche, afin qu'il soit facile à vidanger pendant la visite prévol. Les câbles de commande passeront généralement à travers le pare-feu en bas et au centre, parce que c'est là qu'ils doivent être pour se fixer au moteur. La vanne de chauffage cabine doit être suffisamment haute pour éviter d'interférer avec les palonniers. Tout cela est logique quand on y pense, mais il peut être frustrant de faire tout tenir là où vous pouvez encore y accéder pour la maintenance plus tard. C'est pourquoi un pare-feu temporaire a beaucoup de sens.



Ce RV-8 était livré avec un pare-feu préfabriqué avec les trous principaux déjà en place dans le cadre de l’option de construction rapide.

FIXATION DES ÉLÉMENTS AU PARE-FEU

Un pare-feu métallique mince peut supporter assez bien des éléments légers qui y sont fixés, particulièrement si un renfort est utilisé pour donner une résistance supplémentaire au pare-feu. Certains éléments qui peuvent être supportés par le pare-feu comprennent les régulateurs de tension, les solénoïdes de démarreur et les gascolateurs. Les éléments qui ne peuvent pas être supportés par le pare-feu comprennent des choses telles que les radiateurs d’huile et les batteries. Ces éléments plus grands doivent être supportés par une structure derrière le pare-feu et boulonnés à de tels supports pour être correctement sécurisés. Si des éléments suffisamment robustes ne sont pas commodément situés dans la structure de l’avion, il peut être nécessaire de relier des points de fixation avec une ossature en cornière d’aluminium pour monter des éléments plus lourds à des endroits où ils fonctionneront bien avec les autres objets qui se disputent l’espace dans le compartiment moteur. Une telle ossature peut également être un endroit pratique pour monter des éléments tels que des capteurs de pression d’huile et de carburant.

Lors de la fixation d’éléments au pare-feu, vous avez le choix d’utiliser des écrous et des boulons ou des boulons et des écrous prisonniers. Les écrous prisonniers demandent davantage de travail à installer initialement, mais ils vous permettent de retirer des boulons sans l’aide d’un assistant à l’intérieur du cockpit dans le futur. Tout en étant sur le sujet des écrous et des boulons, tous les écrous utilisés dans le compartiment moteur ou sur le pare-feu des deux côtés doivent être des écrous autofreinés entièrement métalliques (AN363 ou MS21042), et non ceux avec des inserts en nylon (AN364 ou AN365), car la chaleur du moteur pourrait facilement ramollir les inserts en nylon de tels écrous.

Lorsque vous construisez le pare-feu de votre avion, gardez toujours à l’esprit ce qu’il est destiné à faire : Maintenir un incendie moteur hors du cockpit afin que vous puissiez poser l’avion. Gardez les trous au minimum et protégez-les aussi bien que vous le pouvez. Lorsque cela est nécessaire, prenez également les mesures supplémentaires pour protéger toute structure vulnérable derrière le pare-feu. Votre pare-feu ne sera peut-être

jamais mis à l’épreuve, mais s’il l’est, vous serez heureux d’avoir pris le temps de faire un bon travail.

Un foret étagé ou Unibit facilite grandement le perçage de trous de taille moyenne dans la tôle.

FAIRE DES TROUS

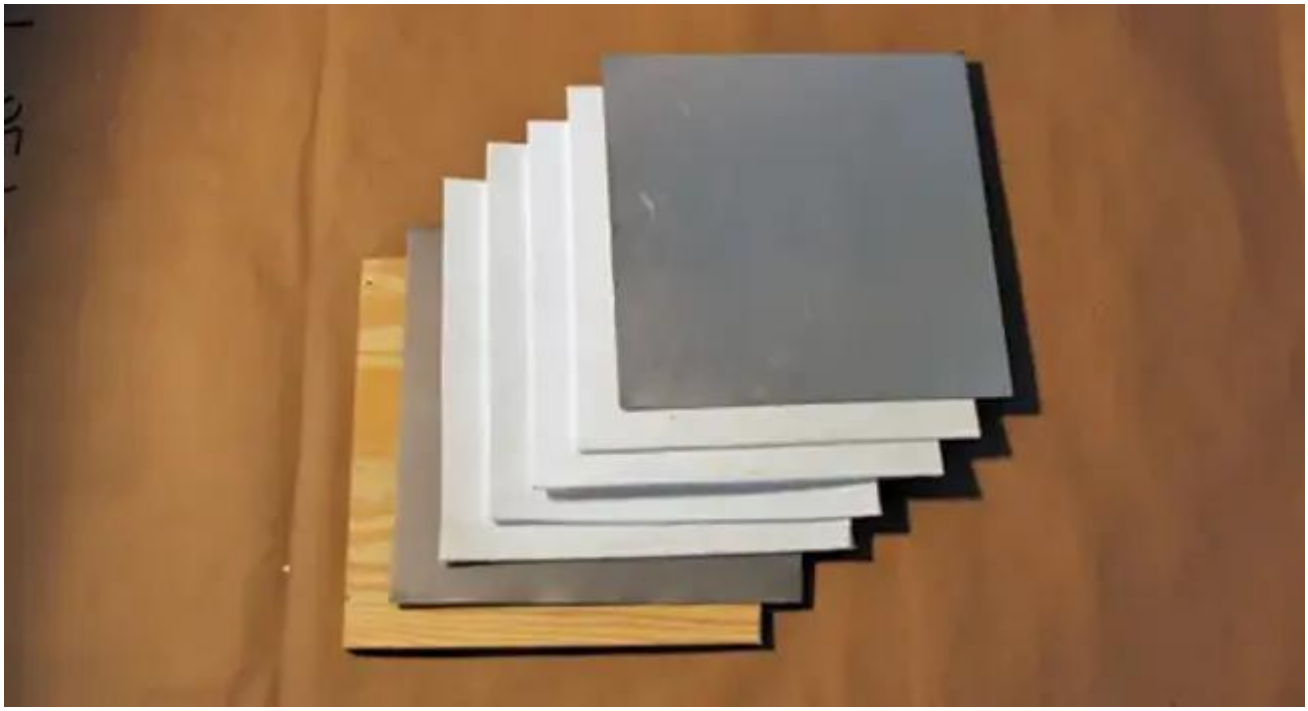
Faire des trous dans des pare-feu n’est pas difficile si les trous font moins de 1″. Percez un trou de départ en utilisant un foret n°30 puis agrandissez-le jusqu’à environ un quart de pouce avec un foret plus grand. Pour des trous plus grands allant jusqu’à 1″, un foret étagé ou Unibit fonctionne le mieux. C’est beaucoup plus sûr et plus facile que d’essayer d’utiliser un foret conventionnel pour faire un grand trou dans du métal mince.

Pour la vanne de chauffage cabine, où un trou de 1-1/2″ ou 2″ sera nécessaire, un emporte-pièce réalise un trou particulièrement propre. Les scies-cloches fonctionnent également pour des trous plus grands, mais elles ne réalisent pas un trou aussi propre, et les modèles moins chers peuvent ne pas couper correctement les alliages plus durs. Cependant, une bonne scie-cloche peut être utilisée si vous êtes prudent et patient. Chaque fois que vous percez dans de la tôle, assurez-vous de fixer la pièce qui est percée. Il est facile pour les forets d’accrocher le métal lorsqu’ils essaient de déboucher.

Un emporte-pièce réalise un trou beaucoup plus propre qu'une scie-cloche. Voici les deux types de trous côte à côte, le trou réalisé avec l'emporte-pièce étant celui du bas. Malheureusement, les emporte-pièces coûtent considérablement plus cher que les scies-cloches.

PARE-FEU POUR LES AVIONS COMPOSITES OU EN BOIS

Un pare-feu métallique en tôle d'acier inoxydable de 0.016″ d'épaisseur empêchera un incendie d'entrer dans le cockpit mais il n'empêchera pas la chaleur de traverser le pare-feu. Donc, si le pare-feu est fixé à des matériaux inflammables tels que le bois ou la fibre de verre, vous devez ajouter une autre couche de protection pour empêcher la chaleur de se transférer à travers le pare-feu et d'enflammer, ou au moins de carboniser, le reste de l'avion. Le bois tel que l'épicéa ou le sapin prendra feu à moins de 500°F. Le matériau en fibre de verre s'enflammera entre 700°F et 800°F, selon la résine utilisée. L'arrière d'un pare-feu métallique peut facilement atteindre cette température en quelques minutes pendant un incendie moteur.



Voici un exemple de l’empilage des matériaux nécessaires pour le pare-feu d’un avion en bois. Les couches : contreplaqué, acier inoxydable (0.016″), quatre couches de Fiberfrax d’un huitième de pouce et une feuille de protection en aluminium (0.020″).

La FAA indique qu’un pare-feu doit résister à 2000°F pendant 15 minutes. Des essais ont révélé que la température du côté arrière d’un pare-feu en acier inoxydable atteignait environ 1600°F après 8 minutes, suffisante pour enflammer les structures en fibre de verre de l’avion. Des essais supplémentaires ont montré qu’une couche d’un demi-pouce d’isolant *Fiberfrax* réduirait les températures du côté arrière du pare-feu à environ 130°F, bien dans les limites sûres pour la fibre de verre qui le supporte. Le matériau *Fiberfrax* est délicat et absorbera les huiles moteur, il doit donc être protégé par une couche d’aluminium de 0.020″ du côté avant. En cas d’incendie, l’aluminium de protection fondrait rapidement, mais le *Fiberfrax* accomplira son rôle d’isolation. De longs rivets aveugles en aluminium ou des vis n°6 peuvent maintenir le *Fiberfrax* et la feuille d’aluminium en place contre la structure composite. Les pénétrations des commandes et des fils devraient toutes être protégées avec du calfeutrage homologué pour le feu. Ces recommandations relatives aux structures en fibre de verre s’appliquent également au bois.

Un écran de passe-câble de pare-feu est ouvert pour montrer le passe-câble. Les fils avec des connecteurs appliqués en usine nécessitent souvent des trous surdimensionnés dans les pare-feux. L’écran protège le remplissage du passe-câble dans le trou.

Certains fabricants de kits d’avions composites fournissent maintenant une protection de pare-feu préfabriquée et résistante au feu pour leurs clients. Lancair, par exemple, inclut une telle protection de pare-feu dans ses kits. Si une telle protection est fournie, il est essentiel que vous l’installiez conformément aux instructions du fabricant. Si elle n’est pas fournie, vous devrez la fabriquer vous-même.

Installation du moteur dans un Lancair Evolution. Notez la couverture de pare-feu fournie par l’usine, fabriquée pour protéger la structure composite de l’avion.

Les constructeurs d’avions entièrement métalliques peuvent également bénéficier d’une couverture de pare-feu en Fiberfrax pour empêcher une chaleur excessive d’entrer dans le cockpit pendant un incendie moteur. Une couche plus mince d’un quart de pouce peut fournir une protection supplémentaire bienvenue pour le pilote et les passagers des avions métalliques tels que les RV, et peut-être aider à réduire un peu les niveaux sonores également. Dans un avion entièrement métallique, le *Fiberfrax* peut être fixé sur le côté cabine du pare-feu.

ISOLATION PHONIQUE

De nombreux constructeurs aiment ajouter une isolation phonique sur le côté cabine de leur pare-feu. Cela convient, mais il est absolument essentiel que tout matériau isolant utilisé soit résistant aux flammes et de qualité aéronautique. Souvenez-vous que le pare-feu peut devenir extrêmement chaud lors d’un incendie moteur, et qu’il pourrait éventuellement enflammer des matériaux non approuvés ou les amener à émettre des fumées nocives qui pourraient intoxiquer le pilote.

Un matériau anti-bruit non inflammable est fixé sur le côté cabine du pare-feu avant que celui-ci soit mis en place au Centre d’assemblage client de Glasair.

Un pare-feu bien construit est un élément de sécurité important dans tout avion. Prenez le temps de réfléchir au vôtre et construisez-le soigneusement. Vous n’aurez probablement jamais besoin de la protection pour laquelle il est conçu mais si vous en avez besoin, vous serez heureux d’avoir pris le temps de bien le construire.