

Traduzione dell'articolo "CREATING A BREEZE", di Ron Alexander tratto dalla rivista Sport Aviation di novembre 2000.

La scelta dell'elica per il vostro velivolo autocostruito.

COME SI GENERA LA TRAZIONE

SOMMARIO

L'autore indica le ragioni che dovrebbero guidare la scelta dell'elica e quali possono essere i limiti della scelta stessa.

I costruttori dei velivoli indirizzano molta della loro attenzione nella scelta del motore per il loro velivolo autocostruito, ma che fanno riguardo all'elica? E' una riflessione tardiva o la sua scelta ha la stessa attenzione? La scelta dell'elica adeguata comporta una decisione molto importante, proprio come per il motore. Certamente, senza elica il motore non può fare ciò che deve (a meno che sia un jet, naturalmente).

Molti tipi di elica hanno generato la trazione, nell'arco degli anni, da quelle costituite da un telaio di legno e centine ricoperte di tela, a quelle in legno pieno, metallo, e materiali compositi. I fratelli Wright avevano considerato elica come un'ala che ruota e le pale dell'elica con sezione a profilo generano una portanza maggiore di quelle a sezione piatta, quando si avvitano nell'aria.

Costruttori e scienziati hanno studiato l'aerodinamica e la costruzione delle eliche, il legno ha aperto la strada al metallo e le pale a passo fisso hanno aperto la strada a quelle con due calettamenti fissi e, poi, a quelle con il calettamento variabile controllato dal pilota, nell'ambito dell'intervallo consentito. Il progetto delle eliche continua ancora oggi con l'uso e lo sviluppo di compositi avanzati.

Le eliche devono sopportare sollecitazioni elevate, specialmente il mozzo. Dal momento che ruotano, la forza centrifuga aumenta in proporzione al numero dei giri e le pale sono soggette alla somma della tensione dovuta alla centrifuga e alla flessione derivante dalla forza traente da essa stessa prodotta. Un'elica deve essere rigida da precludere ogni tipo di flutter che potrebbe determinarsi se le estremità delle pale si torce avanti e indietro, durante il normale funzionamento. Per questi fattori, la sicurezza è una delle principali preoccupazioni nella scelta dell'elica per il vostro velivolo.

Le FAR 35 e 23, rispettivamente, definiscono i requisiti per la certificazione delle eliche e le modalità di uso sui velivoli. I velivoli autocostruiti sono esenti da questi requisiti, ma essi rappresentano una buona linea guida, poiché tutti gli aeroplani sono sottoposti alle stesse sollecitazioni di volo, senza riguardo a chi li costruisce. Tenendo questo in mente, assicuratevi che le vostre eliche siano conformi a queste regole.

La FAR 35 elenca i seguenti requisiti che devono essere soddisfatti da un'elica, affinché possa essere certificata per l'uso su un velivolo di produzione:

- ⊕ Deve avere i manuali d'installazione, operativo e di manutenzione;
- ⊕ Deve essere costruita con materiali autorizzati;
- ⊕ devono essere definiti tutti i limiti operativi;
- ⊕ deve essere in grado di sopportare un fuori giri del 41% (il doppio della forza centrifuga di targa) senza rompersi;
- ⊕ devono essere condotte le prove di fatica sul mozzo e sulle pale;
- ⊕ deve superare una prova di durata, installata su un motore;
- ⊕ prove funzionali richiedono delle operazioni di oltre 1500 cicli di variazione del calettamento;

⊕ prove di durata devono essere condotte per almeno 1000 hr di funzionamento.

Possono essere stabilite delle condizioni speciali. Per le pale in composito, sono generalmente richieste, prima della certificazione, prove d'impatto del pollo e del fulmine.

Come potete vedere, la FAA vuole essere certa che un'elica sia sicura. La rottura di un'elica o di un suo componente durante un volo, di solito, è una catastrofe. Se una pala, o parte di essa, si separa dal velivolo, lo sbilanciamento determina delle vibrazioni che possono strappare il motore dalla struttura di supporto. La scelta, il funzionamento e la manutenzione dell'elica di un velivolo sono argomenti seri.

Per scegliere l'elica corretta per il vostro velivolo, dovete conoscere la sua nomenclatura, sapere cos'è disponibile per il vostro velivolo e, importantissimo, conoscere che cosa suggerisce il progettista del velivolo.

Terminologia dell'elica.

L'elica tipica consiste di due o più pale, attaccate al mozzo dell'elica, che è il punto dove l'elica si vincola all'albero motore. Analogamente alle ali, le pale dell'elica hanno un profilo con bordo d'entrata e bordo d'uscita. Le pale stesse hanno un fusto, un'estremità, un dorso e un ventre (fig. 1).

Il passo è spesso usato nel senso di calettamento, ma sono due cose diverse, anche se un aumento o diminuzione di uno influenza direttamente l'altro. Passo è la distanza percorsa, in avanti, dalla pala in un giro completo.

Il calettamento è l'angolo reale, in gradi, tra la corda della pala e il piano di rotazione (fig. 2). La corda della pala è determinata nella stessa maniera della corda dell'ala.

L'angolo d'incidenza è lo stesso come per l'ala. Esso è l'angolo con cui l'aria, vento relativo, colpisce la pala. Per i nostri scopi, la trazione è il risultato della forma dell'elica insieme con l'angolo di attacco di ogni pala. L'angolo della pala dell'elica determina quanta aria essa elabora in ogni rotazione. Come potete vedere, il calettamento è il modo utilizzato per cambiare l'angolo di incidenza della pala. Infatti, la trazione prodotta dall'elica è il risultato diretto della sua forma, dell'angolo di incidenza delle sue pale e della potenza del motore.

Eliche a passo fisso

Le eliche a passo fisso sono proprio questo; il calettamento della pala è realizzato nella pala e il pilota non può cambiarlo. Le pale raggiungono la loro migliore efficienza a un valore di giri e di velocità di avanzamento; la loro efficienza massima può essere stabilita in condizione di decollo, salita, o crociera. Per il fatto che il passo dell'elica realizza la massima efficienza solo in una condizione di volo, nelle altre l'efficienza e le prestazioni saranno ridotte. Per esempio, un'elica progettata per una buona prestazione in salita dà una prestazione in crociera al di sotto di un'elica ottimizzata per la crociera.

Molto diffuse sui velivoli leggeri di ogni genere, le eliche a passo fisso sono economiche, leggere, e richiedono una manutenzione ridotta. Sono costruite in legno, in metallo o in composito. Quelle in legno più diffuse sono in betulla, ma alcune sono in mogano, ciliegio, noce o quercia. Alcune tavole dello spessore di circa $\frac{3}{4}$ in. sono incollate insieme in un semilavorato, che è lavorato con l'angolo desiderato. Un rivestimento di tessuto protegge le parti esterne di ogni pala e un rivestimento metallico protegge il bordo d'entrata.

Le eliche metalliche a passo fisso sono, di solito, fabbricate in lega di alluminio e l'unico calettamento è forgiato dal fabbricante. Quelle in composito stanno guadagnando popolarità sugli homebuilt e sono fabbricate utilizzando materiali come il kevlar o la fibra di carbonio, spesso laminati su un supporto di legno.

Non importa il materiale con cui è fatta l'elica a passo fisso, nulla cambia il fatto che essa è più efficiente in un campo di volo rispetto agli altri. Il tipo che scegliete dipende dalle vostre necessità di volo. Se decollate da piste corte, potreste scegliere un'elica ottimizzata per la salita per superare meglio gli alberi a fine pista. Se fate voli di trasferimento e utilizzate piste lunghe, un'elica da crociera potrebbe essere meglio. Per raggiungere entrambi gli scopi, alcuni costruttori comprano un'elica per la salita e una per la crociera e installano quella che meglio si adatta al volo da fare.

Elica regolabile a terra

Un modo per evitare la doppia elica è di comprare un'elica regolabile al suolo, che ha il mozzo che permette a voi stessi di scegliere, *solo a terra* angoli diversi. Non potete cambiarlo in volo. Questo tipo di elica è disponibile per vari velivoli sperimentali ed è quella che si vede più spesso sui velivoli antichi e classici. Quantunque sia regolabile, l'elica è essenzialmente a passo fisso, poiché scegliete il passo prima di avviare il motore.

Elica a passo controllabile

L'elica a passo controllabile permette al pilota di cambiare il calettamento mentre il motore è in funzione, allo scopo di ottenere la migliore efficienza per la fase interessata. Diffusa sui velivoli durante gli anni '40, essa è conosciuta anche come elica a passo regolabile in volo; l'installazione utilizza un interruttore sotto guardiola, per variare elettricamente il passo.

Elica a giri costanti

Molto diffusa oggi, l'elica a giri costanti utilizza un regolatore o un sistema di controllo che automaticamente regola il calettamento dell'elica per mantenere gli rpm selezionati dal pilota con il comando in cabina. In altre parole, il pilota adatta il regolatore che comanda il calettamento dell'elica. Il risultato è il massimo di efficienza in tutte le fasi di volo. Il mozzo dell'elica contiene il meccanismo di variazione del passo, che utilizza l'olio in pressione del motore, tramite il regolatore, per variare il calettamento delle pale.

Eliche trattive e propulsive

Installate sul naso dei velivoli, l'elica trattiva è il tipo più comune che si trovi oggi sui velivoli. Esse "tirano" il velivolo attraverso l'aria. Il primo vantaggio è di ruotare nell'aria indisturbata, che determina sollecitazioni inferiori nell'elica.

Quelle propulsive sono installate dietro il velivolo e molti kit di velivoli e idrovolanti le usano. Uno svantaggio è dato dai detriti sollevati dalle ruote che urtano le pale. Il raffreddamento adeguato del motore è un'altra sfida da superare, talvolta, con questa configurazione.

Tipi di installazione

Le eliche sono collegate al motore in uno di tre modi caratteristici: albero flangiato, albero scanalato e albero conico, riferiti al tipo di montaggio sull'albero motore. I tre tipi si spiegano da soli. L'installazione a flangia richiede l'imbullonamento dell'elica alla flangia dell'albero motore (figura 3). Alcune flangie sono filettate per fissare i bulloni, altre hanno semplicemente dei fori per bulloni.

Gli alberi scanalati si usano principalmente sui motori radiali, e le scanalature si accoppiano con quelle del mozzo dell'elica (figura 4). L'installazione su alberi conici richiede l'uso di un mozzo adatto e sono comuni sui velivoli più vecchi, con motori di bassa potenza (figura 5). L'elica

stessa è montata su un mozzo progettato apposta per quell'albero. L'intero assieme è, poi, installato sull'albero stesso.

Scelta dell'elica

Il vostro primo passo, per scegliere l'elica per il vostro velivolo, è di comprendere che cosa raccomanda il progettista. Il progettista avrebbe dovuto provare la combinazione elica/motore che consente la migliore prestazione per il progetto. Ascoltatelo. Non provate delle eliche.

Il passo successivo è decidere tra un'elica a passo fisso e una a giri costanti. Se decidete per quella a passo fisso, avete necessità di conoscere quale materiale è stato usato, legno, metallo, composito.

La Hartzell Propeller ha sviluppato una guida facile per assistere il cliente, che si costruisce il velivolo, nella scelta dell'elica. Potete scaricarlo come .pdf dal suo sito, www.hartzellprop.com. Ora, io mi baserò su alcuni dati contenuti in questo documento. In seguito alla discussione, vedremo altri fattori che influiscono sull'acquisto dell'elica.

Approvazione alle vibrazioni

La Hartzell insiste molto che l'elica che voi scegliete abbia una specifica approvazione per il vostro motore. Potete trovare quest'informazione sul Type Certificate Data Sheet (specifica tecnica del tipo rilasciata dalla FAA, ndt) di velivoli in produzione, motori ed eliche. Anche se i velivoli sperimentali non sono elencati, le informazioni trovate qui sopra possono servire come riferimento per un velivolo sperimentale simile. Il vostro specialista meccanico autorizzato dalla FAA (A&P-IA) o una stazione di servizio approvata FAA hanno accesso a queste informazioni. Potrete controllare la vostra installazione rispetto a un velivolo di produzione similare al vostro, che abbia lo stesso motore e prestazioni analoghe.

Il "vibration(wise) approval" è uno dei più importanti fattori che interessano la certificazione di tipo. La Hartzell sostiene che "quest'approvazione è il più importante argomento per la sicurezza nella scelta dell'elica per un velivolo".

Quando un'elica sta funzionando, le forze agenti su di essa causano la vibrazione delle pale e il progetto dell'elica deve compensarle. Una vibrazione eccessiva causa delle flessioni che fanno lavorare molto un'elica di metallo. Il risultato può essere un'elica che si rompe in volo.

Molte combinazioni di eliche, motori e cellule eliminano le sollecitazioni da vibrazione. Ma il progetto della pala, associato alle condizioni operative, come i giri e la pressione di alimentazione, può influenzare le forze vibratorie. Anche il progetto del mozzo, i contrappesi del motore possono indurre delle vibrazioni sull'elica. Tutti questi elementi si combinano in una situazione che induce vibrazioni eccessive a certi valori di potenza.

Un motore che gira bene non significa che sia esente da vibrazioni. E' possibile avere una combinazione motore/elica che gira liscia, in cui l'elica è soggetta a vibrazioni elevate che la portano a rompersi, nel tempo. Al contrario, una combinazione motore/elica che non gira liscia può non essere indicativa di un problema vibratorio. Per questa ragione, è estremamente importante che disponiate di un'approvazione alle vibrazioni per la combinazione elica/motore. Spesso, certi intervalli di rpm devono essere evitati per prevenire delle vibrazioni (pericolose ndt). Chiamato "intervallo critico", l'intervallo di giri deve essere indicato sul contagiri con un arco rosso.

Diametro dell'elica

E' possibile disporre dell'elica adeguata per il vostro velivolo, che non va bene perché è troppo grande. La distanza dal suolo è un parametro effettivo e la FAR 23 dispone le linee guida.

Per i velivoli di produzione con carrello triciclo anteriore, la distanza dell'elica dal suolo non deve essere inferiore a 7 in. (17,8 cm), con il velivolo nell'assetto con la prua più bassa possibile. Nel caso di velivolo con ruotino in coda, la distanza minima è di 9 in. (23 cm) dal bordo dell'elica al suolo, nell'assetto di decollo. Voi dovrete tenere in conto queste linee guida per il vostro velivolo sperimentale.

Peso e centraggio

Mentre costruite il vostro velivolo, dovete considerare che tutto ciò che installate sul velivolo influenzerà peso e centraggio e l'elica incide parecchio. Ovviamente, l'elica è posizionata nel punto anteriore più distante dal CG del velivolo e il suo peso influenza decisamente la posizione del CG. Generalmente, l'elica in metallo pesa molto di più di una in legno. O composito.

Usata o nuova?

Spesso potete trovare eliche usate come un affare, ma dovete essere molto cauti. Prima di mandarla in volo, cercate una stazione di servizio, certificata FAA, che la ispezioni e, se necessario, la revisioni. Anche se l'elica appare, a vista, in buone condizioni, può avere della corrosione interna o qualche danno non visibile. Elemento molto importante nel caso di eliche a giri costanti. Danni o corrosione possono essere presenti nel mozzo, che è visibile solo dopo lo smontaggio. Così, se volete un'elica usata, fatevi almeno il favore di comprarla revisionata.

Se comperate un'elica con il cartellino giallo (in Italia è verde, ndt), il cartellino giallo indica che una stazione di servizio ha ispezionato l'elica e l'ha trovata efficiente ed è pronta all'installazione. Se l'elica ha il cartellino verde, l'elica non è efficiente, ma è riparabile.

Se l'elica è danneggiata, attenti che sia riparabile. Prima di acquistarla, informatevi presso una stazione di servizio certificata sulla possibilità di un suo ritorno in servizio. Ogni intervento importante su un'elica è al di fuori delle capacità di un amatore medio. *Lasciate che sia un professionista a raddrizzarla, a ridarle la forma e a bilanciarla.*

Ancora, i velivoli sperimentali non sono obbligati, legalmente, all'uso di eliche revisionate o che abbiano il cartellino giallo, ma il buon senso e la sicurezza stabiliscono che gli standards sono gli stessi per i velivoli sperimentali e quelli di produzione.

Eliche non certificate

Molte eliche sono fabbricate per l'uso su velivoli sperimentali e non sono certificate per l'uso sui velivoli di produzione. Molti di queste sono costruite da aziende note e sono certamente sicure per l'uso sul vostro velivolo, ma dovete ancora accoppiare l'elica con il motore e la cellula. Usate l'elica progettata per il vostro velivolo. Alcuni velivoli sperimentali richiedono un'elica non certificata, poiché non ce ne sono in produzione che vadano bene. Cercate, per quanto vi è possibile, informazioni sul costruttore e la sua reputazione, prima di installare l'elica sul velivolo.

Altro punto relativo all'uso di eliche non certificate, è l'esecuzione delle prove in volo sul vostro velivolo. Se utilizzate un'elica non certificata, anche su un motore certificato, aumentate il tempo di prova da 25 a 40 FH.

Quando scegliete un'elica per il vostro velivolo, seguite sempre le indicazioni del progettista. La scelta errata dell'elica può ridurre la sicurezza di volo e, perciò, sperimentatela o modificatela. I fabbricanti di eliche hanno delle tabelle che elencano le applicazioni diverse per i loro prodotti e sono ben felici di aiutarvi a decidere quale elica sia quella adatta per il vostro progetto.

In dicembre, continueremo la discussione sull'elica, presentando le tecniche d'installazione, le procedure di ispezione e manutenzione.

