

Konstruktion des Modells des Schwenkrotorflugzeugs AW609 für Unter- und Überschalltests im Windkanal mittels 3D-Druck und Windform XT 2.0

CRP Technology hat für LEONARDO HD einige Außenteile des neuen Prototyps des Schwenkrotorflugzeugs AW609 für den Windkanal gebaut. Das Modell im Maßstab 1:8,5 ist für eine Reihe von Windkanaltests mit niedriger Geschwindigkeit vorgesehen.

Zu den interessantesten und bedeutendsten Anwendungen im Bereich der Luft- und Raumfahrt, die in Zusammenarbeit mit unseren Partnern entwickelt wurden, gehört zweifellos das neue Windkanalmodell des Schwenkrotorflugzeugs AW609, das von CRP Technology für die Leonardo Helicopter Division (Leonardo HD, früher Agusta Westland) hergestellt wurde.

Diese Anwendung hat einmal mehr die perfekte Verbindung zwischen dem 3D-Druck mit dem Verfahren der Pulverbettfusion mit faserverstärkten Polymerverbundwerkstoffen (insbesondere dem selektiven Lasersintern) und den Windform®-Verbundwerkstoffen gezeigt.

Dank dieser Materialien war es möglich, das Modell AW609 in sehr kurzer Zeit fertigzustellen und im Windkanal zu testen, und zwar mit hervorragenden Ergebnissen in Bezug auf die mechanischen und aerodynamischen Eigenschaften.

Ziele

Die Hauptziele von Leonardo Helicopter Division und damit die Gründe, warum sie sich an CRP Technology gewandt haben, waren im Wesentlichen die folgenden drei Aspekte:

- Die Notwendigkeit kurzer Vorlaufzeiten aber mit einem Höchstmaß an Zuverlässigkeit für die Realisierung der Außengeometrien des Modells für den Windkanal.
- Die Suche nach Materialien mit hervorragenden mechanischen und aerodynamischen Eigenschaften für die Komponenten, die normalerweise aus klassischem Verbundwerkstoff hergestellt werden würden
- Entwurf und Herstellung einer inneren Struktur aus einer Aluminiumlegierung, die sich leicht mit neuen Geometrien für zukünftige Flugzeugversionen oder verbesserte Lösungen umsetzen lässt

Der kritischste Aspekt des Projekts ist daher die Widerstandsfähigkeit gegenüber den Belastungen, aber auch die Notwendigkeit, gute Maßtoleranzen bei einem so groß dimensionierten Bauteil unter Belastung einzuhalten.

Es ist wichtig, dass sich die Komponenten der Außenverkleidungen unter Last nicht zu stark durchbiegen. Darüber hinaus muss das Produkt auch ohne äußere Belastung die in den Spezifikationen angegebenen Abmessungen aufweisen.

Es darf nicht vergessen werden, dass die Leistung dieser Komponenten die endgültige Leistung des gesamten Objekts beeinflusst, insbesondere weil die Außenverkleidungen die vom Rumpf erzeugten aerodynamischen Lasten auf den Innenrahmen übertragen müssen.

Planung

Um sicherzustellen, dass das Modell den während der verschiedenen Windkanal-Testphasen zu erwartenden Belastungen standhält, wurden Spannungs- und Dehnungsberechnungen durchgeführt.

Diese strukturellen Festigkeitsbewertungen wurden für alle kritischen Modellkomponenten und unter den zugewiesenen Belastungsbedingungen durchgeführt.

Das Hüllkurvendiagramm war für die erforderliche strukturelle Bewertung und die endgültige Auslegung der Modellkomponenten unerlässlich, um eine vollständige Kompatibilität des Modells sowohl mit den Einschränkungen des Windkanals (z. B. Stützen) als auch mit der Ausrüstung (z. B. interne/externe Waagen) zu gewährleisten.

Die Materialien für die Modellkomponenten und die damit verbundenen Belastungsgrenzen, Belastungskonzentrationen, Ermüdung usw. wurden während der Entwurfsphase erörtert.

Herstellungstechnik für das Windkanalmodell

In der Vergangenheit wurden die in Frage kommenden Bauteile aus herkömmlichen Verbundwerkstoffen oder einer Aluminium-Leichtmetalllegierung vom Typ 7075 T651 ausgeführt. Die Grenzen dieser Technologien lagen jedoch vor allem in den recht langen Herstellungszeiten. Die Realisierung ähnlicher Bauteile mit den klassischen Verbundwerkstoffen hätte nämlich die Entwicklung spezieller Konstruktionszeichnungen erfordert, was eine gewisse Zeit in Anspruch genommen hätte. Hinzu käme die Produktionszeit, ganz zu schweigen von der Tatsache, dass auch die Gussform hätte hergestellt werden müssen.

Das erste Modell für den Windkanal von Leonardo HD bestand aus Holz- und Metallteilen, bevor man zu einer Mischlösung aus Holz und Faserverbundwerkstoffen überging.

Heutzutage werden alle Modelle mit CAD-CAM hergestellt.

Die innere Struktur aus der Aluminiumlegierung ALU50 und Edelstahl 17-4 PH wird aus dem Vollen gefräst und dann zusammengebaut, und alle äußeren Geometrien werden mit professioneller 3D-Drucktechnologie hergestellt.

Der Verbundwerkstoff Windform® XT 2.0 in Kombination mit dem 3D-Druck von faserverstärkten Polymerverbundwerkstoffen, die beide von CRP Technology geliefert werden, hat Leonardo HD dank seiner sehr kurzen Herstellungszeit und der hohen Leistung, die das Material garantiert, sofort überzeugt.

Vorgehensweise, Materialwahl und Ergebnis

Die Tätigkeiten von CRP Technology waren von Anfang an auf die Optimierung und die Erreichung der geforderten Ziele ausgerichtet.

Die Arbeit begann mit einer sorgfältigen Analyse der vom Kunden übermittelten dreidimensionalen Zeichnungen.

Dank der langjährigen Erfahrung von CRP Technology auf diesem Markt und der umfassenden Kenntnisse über Werkstoffe und die selektive Lasersinter-Technologie war es möglich, den Kunden bei der Auswahl des besten Materials zu unterstützen: Windform® XT 2.0.

Bei der Wahl des Materials Windform® XT 2.0 wurden die vom Kunden geforderten Ziele berücksichtigt, wie z. B. die Wichtigkeit, sich auf kürzere Lieferzeiten, ausgezeichnete mechanische Leistungen und Maßgenauigkeit verlassen zu können.

Windform® XT 2.0 ist ein angesehener und ausgezeichneter Verbundwerkstoff auf Polyamidbasis mit Kohlefasern, der aufgrund seiner thermischen Eigenschaften (HDT = 173,40 °C; Prüfmethode = ISO 75-

2 TYPE A) auch für viele aerodynamische Anwendungen verwendet wird, die in Windkanälen getestet werden.

Windform® XT 2.0 ist ein Material der neuen Generation, das das vorangegangene Produkt Windform® XT in der Familie der Windform® – Materialien ersetzt. Windform® XT 2.0 zeichnet sich durch bemerkenswerte Verbesserungen im Hinblick auf die mechanischen Leistungen aus: +8 % bei der Bruchlast, +22 % beim Elastizitätsmodul und +46 % bei der Bruchdehnung.

Da die meisten Komponenten in ihren Abmessungen das Bauvolumen der SLS-Maschinen bei weitem übersteigen, mussten die einzelnen Teile separat gefertigt werden.

Die langjährige Erfahrung und die fundierten Kenntnisse dieser Verfahren der Mitarbeiter von CRP Technology ermöglichten die Analyse, die Studie und die anschließende perfekte Umsetzung eines derart komplexen Projekts ohne Verzögerungen oder Probleme für den Kunden.

Von Anfang an wurde auf Grundlage der Zeichnungen der Anwendung gearbeitet und die Abschnitte unter Berücksichtigung der Arbeitsbedingungen und der Belastungen, denen die Teile ausgesetzt sein würden, korrekt zugeschnitten.

Sobald die zu schneidenden Bereiche festgelegt waren, wurden die Schnitte mit Hilfe von CAD vorgenommen, wobei die nützlichen Abmessungen des Arbeitsvolumens, aber auch die Möglichkeit der Optimierung des Volumens selbst zur Minimierung der Produktionszeit und -kosten bewertet wurden.

Der CAD-Schnitt wurde mit einer speziellen Technik durchgeführt, um die Kontaktfläche an der Stelle, an der der strukturelle Klebstoff aufgetragen wird, zu maximieren, so dass selbst bei sehr großen Teilen mit relativ geringer Stärke eine ausgezeichnete Beständigkeit gegenüber den Belastungen gegeben ist, denen der Prototyp dann ausgesetzt wird.

Dadurch blieben die einzigartigen technischen Eigenschaften von Windform® XT 2.0 also absolut erhalten.

Die Herstellungszeit der einzelnen Teile war wirklich kurz: kaum mehr als ein Tag wurde benötigt, um die Aufträge für die Herstellung auf den SLS-Maschinen umzusetzen, und nach nur 4 Herstellungstagen waren alle verschiedenen Teile der Komponenten bereits physisch hergestellt.

Dank verschiedener geheimer Verfahren, die zum spezifischen Know-how von CRP Technology gehören, konnten die Lieferfristen verkürzt und die bei dieser Technologie üblichen Toleranzen auf ein Minimum reduziert werden, so dass es keine Probleme mit Verformungen und Toleranzüberschreitungen gibt.

Der letzte Schritt war die Oberflächenbearbeitung des gesamten Schwenkrotorflugzeugs, das direkt auf die Schablone montiert wurde, um die kleinen Unregelmäßigkeiten zu optimieren, die durch das Zusammenfügen der einzelnen Komponenten entstanden sein könnten. Auch diese Phase konnte dank des Know-hows von CRP Technology in kürzester Zeit durchgeführt werden: Es genügte, die Oberfläche des gesamten Modells zu glätten und mit einer speziellen Flüssigkeit zu behandeln, die die doppelte Funktion hat, es wasserdicht zu machen und die Oberfläche für eine problemlose Lackierung vorzubereiten.

Alle Teile des Modells wurden zusammengebaut und mit Hilfe einer speziellen Schablone an die Struktur des Hauptmodells angepasst.

Die Montage wurde von der Firma Metaltech S.r.l. durchgeführt.

Das Endergebnis, das mit dem Zeitplan und den Eigenschaften des Teils übereinstimmt, wurde schließlich in der Windkanalanlage von Leonardo HD in Bresso (Mailand) getestet.