

3D-Druck oder MIM-Verfahren: Welche Technologie hebt in der Luftfahrt wirklich ab?

In der Luftfahrtindustrie ist die ständige Suche nach präziseren und kostengünstigeren Fertigungsmethoden von zentraler Bedeutung. Der 3D-Druck hat in den letzten Jahren viel Aufmerksamkeit erregt. Doch das Metal Injection Molding (MIM) zeigt gerade in der Luftfahrtindustrie entscheidende Vorteile – insbesondere bei Präzision, Materialvielfalt und Serienfertigung. In diesem Artikel werden wir die beiden Technologien im Kontext der Luftfahrtindustrie vergleichen.

3D-Druck in der Luftfahrt: schneller von der Idee zum Bauteil

Der 3D-Druck hat die Luftfahrtbranche revolutioniert: Komplexe Geometrien, schnelle Prototypenfertigung und grosse Designfreiheit beschleunigen Entwicklung und Produktion erheblich.

Einer der grössten Vorteile des 3D-Drucks liegt bei der direkten Herstellung von Bauteilen aus computerunterstützten Design-Modellen (CAD). Sie beschleunigt den gesamten Entwicklungsprozess erheblich, da Änderungen am Design schnell umgesetzt und ohne umfangreiche Werkzeuge oder Formen direkt getestet werden können. Prototypen, deren Fertigung früher Wochen dauerte, entstehen heute in wenigen Tagen oder Stunden. Diese Geschwindigkeit ermöglicht es Ingenieuren, iterative Designs schneller zu evaluieren und zu optimieren, was wiederum die Markteinführungszeiten für neue Flugzeugmodelle verkürzt.

Komplexität trifft Leichtigkeit

Die Flexibilität, die der 3D-Druck bietet, ist ein weiteres Plus, das ihn für die Luftfahrtindustrie attraktiv macht. Komplexe Bauteile, die mit herkömmlichen Methoden schwierig oder unmöglich zu fertigen wären, können so leicht produziert werden. Diese Komponenten weisen oftmals interne Strukturen auf, die stärker und gleichzeitig leichter sind als traditionelle Konstruktionen. Die Designfreiheiten ermöglichen die Entwicklung von Bauteilen, die besser auf spezifische Belastungen und aerodynamische Anforderungen zugeschnitten sind.

Gewichtseinsparungen und Treibstoffeffizienz

Ein besonders hervorzuhebender Aspekt des 3D-Drucks ist die Fähigkeit, Gewicht einzusparen. Durch die Verwendung von Techniken wie dem Topologie-Optimierungsdesign können Materialien nur dort platziert werden, wo sie mechanisch notwendig sind. Die strategische Platzierung sorgt für eine signifikante Reduktion des Gesamtgewichts der Flugzeugkomponenten. Leichtere Flugzeuge verbrauchen weniger Treibstoff, was zu grossen Einsparungen bei den Betriebskosten führt. Über die Lebensdauer eines Flugzeugs gesehen, können diese Einsparungen erheblich sein.

Diese Punkte machen den 3D-Druck in der Luftfahrt heute zu einer Schlüsseltechnologie, die den Flugzeugbau verändert und zu einer

erheblichen Effizienzsteigerung geführt hat.

Wie aber schlägt sich das MIM-Verfahren im direkten Vergleich?

Metal Injection Molding: Eine noch präzisere und effiziente Alternative

Trotz seiner Stärken stösst der 3D-Druck an Grenzen - insbesondere bei hohen Stückzahlen und bei Anforderungen an höchste Präzision und Materialdichte. Hier überzeugt das MIM-Verfahren. Es ermöglicht nicht nur die Verarbeitung einer breiten Palette von Metallen und Legierungen, sondern liefert dabei Bauteile mit besonders hoher Dichte, homogener Mikrostruktur und engen Toleranzen - Eigenschaften, die im 3D-Druck nur bedingt oder mit grossem Aufwand erreicht werden.

Die Palette umfasst auch Speziallegierungen, die für ihre hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Hitzebeständigkeit bekannt sind, wie zum Beispiel Inconel, Stainless Steel und Titanlegierungen. Weil die Teile in der Luftfahrt extremen Umgebungsbedingungen standhalten müssen, sind diese Materialien im Flugzeugbau besonders wichtig.



Abbildung 1: mit modernen Messmaschinen wird die Genauigkeit und Qualität von MIM-Komponenten sichergestellt

Die Präzision, die durch MIM erreicht wird, ist bemerkenswert und übertrifft den 3D-Druck. Der Prozess erlaubt es, Teile mit komplexen Geometrien und sehr engen Toleranzen herzustellen, die für die Einhaltung der strengen Sicherheits- und Funktionsanforderungen in der Luftfahrtindustrie unerlässlich sind.

Kosteneffizienz bei hohen Stückzahlen

Während der 3D-Druck bei der Herstellung einzelner Teile oder kleiner Serien wirtschaftlich sein kann, zeigt MIM seine Stärken besonders in der Produktion hoher Stückzahlen (ab etwa 5000 Stück p.a.). Der MIM-Prozess ist stark automatisierbar, was zu geringeren Arbeitskosten und einer höheren Durchlaufgeschwindigkeit führt. Zudem minimiert MIM Materialverschwendung, da die Teile nahezu in ihrer endgültigen Form gefertigt werden, was die Notwendigkeit für nachträgliche Bearbeitungsschritte reduziert.

Ein grosses Plus: die Skalierbarkeit des Prozesses. Einmal entwickelt, können die Werkzeuge und Formen immer wieder verwendet werden, um Tausende oder sogar Millionen identischer Teile zu produzieren. Das senkt die Stückkosten signifikant. Dies ist besonders wichtig in der Luftfahrtindustrie, wo grosse Mengen identischer hochpräziser Teile benötigt werden, wie zum Beispiel für Sitzmechanismen, Befestigungselemente und Instrumentierungskomponenten.

Praxisbeispiele: wo MIM im Flugzeugbau überzeugt.

Motorbauteile: Turbinenblätter und -schaufeln: Hohe Dichte und komplexe Geometrie - ideal für extreme thermische und mechanische Belastung. MIM ermöglicht den Einsatz von Superlegierungen wie Inconel und Titan,

die höchste Festigkeit und Temperaturbeständigkeit bieten.

Strukturkomponenten und

Befestigungselemente: In der Struktur von Sitzgurtschlösser, Türverriegelungen: Leichter, stabiler, präziser - MIM spart Gewicht und erhöht Sicherheit. Die hohe Materialeffizienz und Formgenauigkeit verbessern Zuverlässigkeit und Kraftstoffverbrauch.

Instrumentierung und

Steuerungssysteme: Sensorgehäuse, Steckverbinder, elektronische Bauteile: Höchste Präzision und Materialkonsistenz - essenziell für die fehlerfreie Funktion kritischer Mess- und Steuersysteme. MIM ermöglicht miniaturisierte, komplexe Geometrien bei gleichbleibend hoher Qualität.

Parmaco verleiht der Luftfahrt Flügel



Abbildung 2: Unsere Entwickler überprüfen Materialstrukturen, um höchste Qualitätsstandards sicherzustellen

Parmaco entwickelt das MIM-Verfahren kontinuierlich weiter - mit neuen Materialien, optimierten Prozessen und innovativen Anwendungen für die Luftfahrt. Unser Ziel: Komponenten, die leichter, stärker und effizienter sind als je zuvor.