اختبارات ناجحة لمضخة وقود صاروخ تمهد الطريق لصناعة المحرك كلياً بواسطة الطباعة ثلاثية الأبعاد

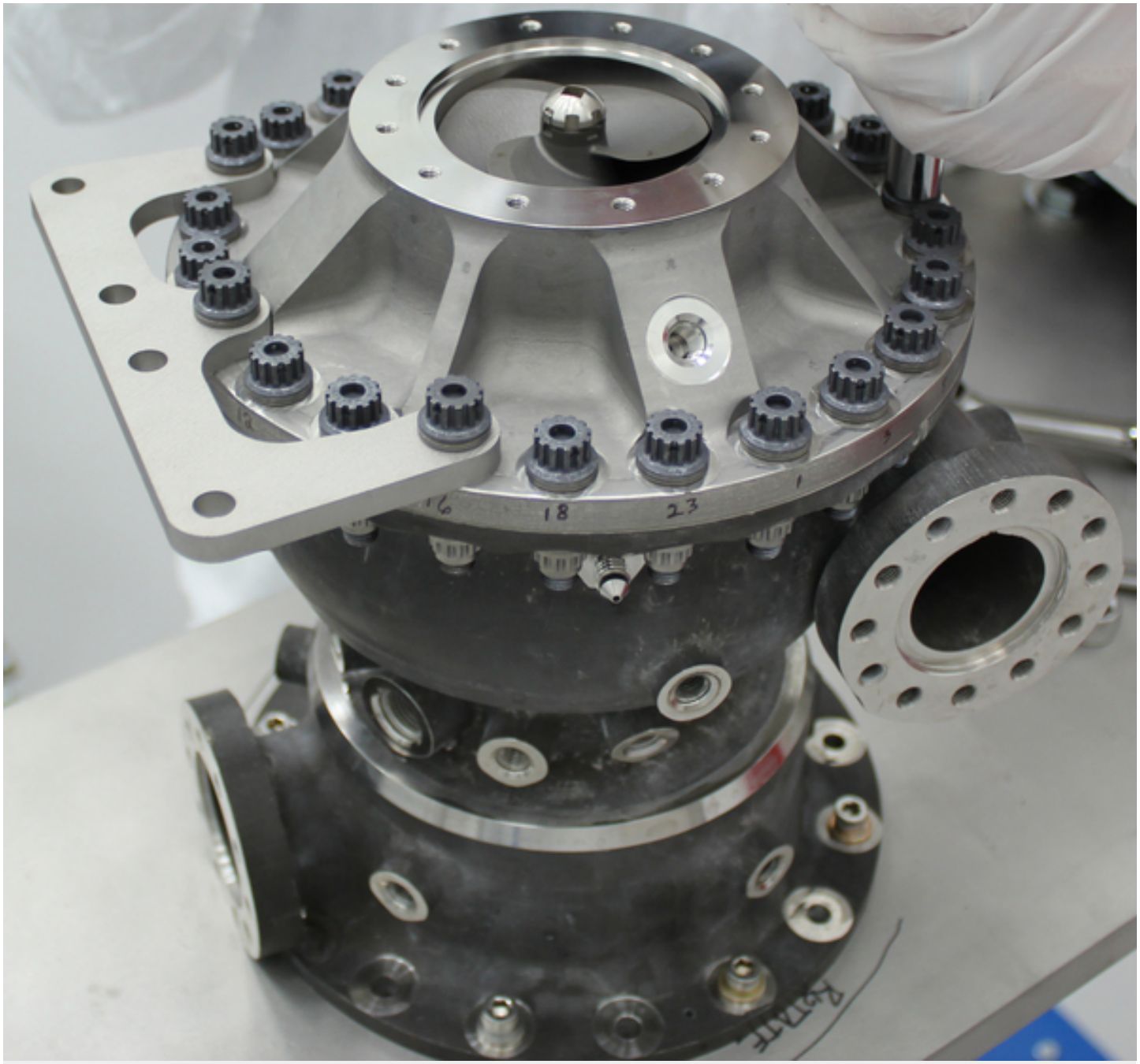
يحضر المهندسون المضخة التربونية ـالمصنفة بالطابعة ثلاثية الأبعادـ لإجراء اختبار في مركز مارشال لرحلات الفضاء في هونتسفيلـ ألاباما. تم اختبار المضخة التوربينية عند القوة القصوى لها، حيث أنها تضخ 1200 غالون من الهيدروجين السائل في الدقيقة، وهذا يكفي لكي يكون المحرك قادراً على توليد 35 ألف باوند من قوة الدفع.

Credits: NASA/MSFC/David Olive

تعتبر المضخة التوربينية إحدى العناصر الأكثر تعقيداً من أجزاء محرك الصاروخ التي صُنعت يوماً بواسطة الطباعة ثلاثية الأبعاد، حيث

وصلت سرعتها الدورانية إلى أكثر من 90 ألف دورة في الدقيقة عند بدء تشغيلها، وذلك ضمن سلسلة اختبارات لدافع وقود الهيدروجين السائل، في مركز مارشال لرحلات الفضاء التابع لناسا في هونتسفيل، ألاباما.

هذه الاختبارات وبالإضافة إلى عملية تصنيع واختبار حواقن الوقود وقطع محرك الصاروخ الأخرى، تمهد الطريق لصناعة محركاتٍ أكثر تعقيداً وأكثر كفاءة لأجزاء مركبات الفضاء المستقبلية.



تملك مضخة وقود هذا الصاروخ مئات الأجزاء متضمنة التوربين الذي يدور 90 ألف دورة في الدقيقة. صنعت هذه المضخة التوربينية (turbopump) بطريقة التصنيع المضاف وتحوي أجزاء أقل بنسبة 45 بالمئة من المضخات المصنوعة بالطريقة التقليدية. وأتمت بنجاح اختبار ظروف الطيران الواقعية في مركز مارشال لرحلات الفضاء التابع لناسا في هونتسفيل بولاية ألاباما. Credits: NASA/MSFC

التصنيع المضاف (**Additive manufacturing**) أو ما يعرف بالطباعة ثلاثية الأبعاد، هي التكنولوجيا الرئيسة لتحسين تصاميم مركبات الفضاء وتمكين إرسال المهمات إلى المريخ بأسعار مقبولة. تعتبر المضخة التوربينية عنصراً مهماً من محرك الصاروخ، مع التوربين الذي يدور ويولد أكثر من 2000 قدرة حصانية، يعتبر هذا ضعف القدرة الحصانية الذي تولده محركات سيارات سباق الناسكار.

وعلى مدار خمسة عشر اختباراً، وصلت المضخة التوربينية إلى قوتها القصوى، موصلة 1200 غالون من وقود الهيدروجين السائل المبرد بالدقيقة الواحدة، وهذا يكفي لتزويد المحرك العلوي لصاروخ الدفع بالوقود لتوليد 35 ألف باوند من قوة الدفع.

يقول بيت كولبيل **Beth Koelbl** نائب مدير قسم نظام الدفع في مركز مارشال: "اعتبر تصميم وبناء واختبار جزء معقد من الصاروخ، كمضخة الوقود هذه، باستخدام الطابعة ثلاثية الأبعاد أمراً حاسماً في الاختبارات القادمة لتظاهرة التصنيع المضاف لتصنيع محركات أغلب أجزائها مصنعة بالكامل باستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد في مركز مارشال". ويضيف أيضاً: "من خلال اختبار مضخة الوقود وأجزاء المحرك الأخرى والمصنوعة باستخدام التصنيع المضاف، تهدف ناسا إلى تقليل المخاطر والتكلفة وذلك باستخدام طريقة جديدة كلياً لبناء محركات الصاروخ".

تملك المضخة التوربينية أجزاء أقل بنسبة 45 بالمئة من المضخات المشابهة باستخدام طريقة اللحام والتجميع التقليدية. صمم مهندسو مركز مارشال مضخة الوقود ومكوناتها واستعانوا بخبرات أربعة موردين لبناء الأجزاء باستخدام عمليات الطباعة ثلاثية الأبعاد.

بعملها الذي يشابه عمل القلب البشري، المضخة التوربينية للصاروخ هي عنصر معقد من المحرك والتي تضخ الوقود إلى داخله. هذا

الوصف في الإنفوغراف يوضح الأداء العالي المطلوب من مضخة الوقود والذي يكفي لتزويد المحرك العلوي لصاروخ الدفع بالوقود لتوليد 35 ألف باوند من قوة الدفع. كان أداء المضخة جيداً خلال 15 اختباراً منفصلاً في مركز مارشال لرحلات الفضاء في هونستفيل، ألاباما. Credits: NASA/MSFC

ولصناعة كل جزء، يدخل التصميم إلى جهاز الحاسوب للطابعة ثلاثية الأبعاد. ثم تبني الطابعة كل جزء بواسطة تمديد مسحوق معدني وصهره بواسطة الليزر، تعرف هذه العملية باسم التذويب الليزري الانتقائي (**selective laser melting**).

قول مارتي كالفيرت **Marty Calvert** قائد عملية تصميم مضخة الوقود في مركز مارشال: "من خلال هذا العمل، تحقق ناسا تطويرات كبيرة بحقل التصنيع المضاف". ويضيف أيضاً: "العديد من الشركات أشارت إلى أنَّ الأجزاء المصنوعة لهذه المضخة كانت أكثر الأجزاء التي صنعت تعقيداً باستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد".

خلال الاختبارات، تم تعريض المضخة التوربينية إلى تجارب البيئة القاسية داخل محرك الصاروخ حيث يحترق الوقود ويصل إلى أكثر من 6000 درجة فهرنهايت (3315 درجة سيليسيوس) لإنتاج قوة الدفع. تنقل المضخة التوربينية الوقود على شكل هيدروجين سائل مبرد إلى ما دون 400 درجة فهرنهايت (ـ240 درجة سيليسيوس). يساعد الاختبار على التأكد من أن الأجزاء المطبوعة بالطابعة ثلاثية الأبعاد تعمل بنجاح تحت هذه الظروف القاسية.

إن بيانات اختبار المضخة التوربينية متاحة للشركات الأميركية والتي تعمل على إنقاص تكلفة استخدام هذه العملية لتصنيع أجزاء تطابق معايير الطيران. تم جمع جميع بيانات الخصائص المعدنية والأداء في نظام بيانات تقنيات الإنتاج والمعادن (**Materials and Processes Technical Information System**) التابع لناسا، اختصاراً **MAPTIS**، و المتوفرة للمستخدمين المسجلين.

يقول نيك كايس **Nick Case**، وهو مهندس نظم دفع وقائد الأنظمة لعمل المضخة التوربينية: "صمم فريقنا واختبر مضخة الوقود وأجزاء أخرى، مثل الحواقن والصمامات، من المحرك المصنوع باستخدام تقنية التصنيع المضاف في سنتين فقط". ويضيف أيضاً: "إذا استعملنا عمليات التصنيع التقليدية، فإنه سيستغرق منا ضعف ذلك الوقت. وإن استخدام تقنية تصنيع جديدة كلياً سيسمح لناسا بتصميم المحرك باستخدام تظاهرة التصنيع المضاف بشكل جديد تماماً."

بالإضافة إلى مشاركة بيانات الاختبار مع الشركات الصناعية، يسمح توفير تصاميم الصاروخ للشركات الأمريكية بتطوير محركات لرحلات الفضاء المستقبلية. تم تصميم درجة قوة الدفع والدافع للمضخة التوربينية من خلال بيانات الأداء المطبقة على التكوين المتقدم لنظام الإطلاق التابع لناسا، والمشار إليه بـ **Block II**. ستكون مركبة الاطلاق المستخدمة لهذه المضخة التوربينية أقوى من أي مركبة بنيت قط، حيث ستوفر قدرة رفع غير مسبوقة قدرها 130 طن متري (143 طن) لتمكين البعثات من الوصول إلى أماكن أبعد في نظامنا الشمسي مثل المريخ.

يبين هذا الفيديو الاختبار للمضخة التوربينية المصنوعة بالطابعة ثلاثية الأبعاد حيث أنها تملك أجزاء أقل بنسبة 45 بالمئة مقارنة مع المضخات المصنوعة بالطريقة التقليدية. خلال الاختبار، يدور توربين المضخة عند عدد دورات أكثر من 90 ألف دورة في الدقيقة، وهذا أسرع بنسبة 9،8 مرات من سيارة السباق الفورميلا 1.
تعزى الاهتزازات في هذا الفيديو إلى الدوران السريع للمضخة التوربينية. تنقل المضخة التوربينية 1200 غالون من الهيدروجين السائل بالدقيقة. وقود الهيدروجين السائل مبرد إلى ما دون ـ400 درجة فهرنهايت، والتشغيل عند درجة الحرارة المتدنية للغاية هو ما

يسبب تشكل الجليد وتشققه خلال الاختبار.

- التاريخ: 2015-12-12
- التصنيف: تكنولوجيا الفضاء

#الطباعة ثلاثية الأبعاد #ارسال رواد الفضاء الى المريخ #المضخة التوربينية

المصادر

- ناسا

المساهمون

- ترجمة
  - محمد مرعش
- مُراجعة
  - محمد جهاد المشكاوي
- تحرير
  - ليلاس قزيز
  - دعاء حمدان
- تصميم
  - نادر النوري
- نشر
  - مي الشاهد