نظام مراقبة تكنولوجيا الصواريخ (MTCR)

الدليل

2017

جدول المحتويات الإلكتروني

المقدمة والملاحظات العامة

المقدمة – نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف (MTCR)
الملحق 1 – قائمة معدات ومواد نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف (MTCR)
الملحق 2 - الوحدات أو الأنظمة والمكونات الرئيسية أو المعدات الخاصة المستخدمة في نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف)
الملحق 3 – جدول التحويلات
إضافة البيانات الفنية إلى نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف
المقدمة، والمصطلحات الواردة في نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف

الفئة 1

البند 1 – نظم الإطلاق الكاملة
البند 2 – نظم الملاحة الجوية الكاملة ونظم التحكم في الطيران

الفئة 2

البند 3 - مكونات ومعدات الدفع
البند 4 - الوقود الصلب والمواد الكيميائية ومواد الوقود الصلب
البند 5 – تم التخلي عنه
البند 6 - مواد الكربون المركبة، ومواد السيراميك والمواد الفلزية، ومواد الطلاء الحراري
البند 7 – تم التخلي عنه
البند 8 – تم التخلي عنه
البند 9 - أجهزة الملاحة وتوجيه الاتجاه
البند 10 - التحكم في الطيران
البند 11 - الإلكترونيات الطيران
البند 12 - دعم الإطلاق
البند 13 – الحواسيب
البند 14 - معدات الاختبار والمعايرة والمحاكاة
البند 15 - منشآت الاختبار ومعداته
البند 16 - النماذج والمحاكاة ومعدات التجميع
البند 17 تم التخلي عنه
البند 18 - الحماية من آثار النووية
البند 19 - نظم الإطلاق الكاملة أخرى
البند 20 - النظم الهجينة الكاملة أخرى

مقدمة
عن نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف
(MTCR)

المقدمة – نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف (MTCR)

الدول الشريكة في نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف

- ألبانيا
- ألمانيا
- أستراليا
- النمسا
- بلجيكا
- بلغاريا
- كرواتيا
- جمهورية التشيك
- الدانمرك
- فنلندا
- فرنسا
- ألمانيا
- اليونان
- المجر
- أيرلندا
- آيسلندا
- إيطاليا
- اليابان
- لوكسمبورغ
- هولندا
- نيوزيلندا
- النرويج
- بولندا
- البرتغال
- جمهورية كوريا
- روسيا
- جنوب أفريقيا
- إسبانيا
- السويد
- سويسرا
- تركيا
- أوكرانيا
- المملكة المتحدة
- الولايات المتحدة الأمريكية

يُعد نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف طوعيةً وغير رسمي تعيّن للدول التي تتشارك أهداف نشر المعلومات المتعلقة بالنظم القادرة على إيصال أسلحة الدمار الشامل (خلاف الطائرات المأهولة)، والتي تسعى إلى تنسيق جهود إصدارات الصادرات المتعلقة بهذه الغاية. وقد أُسس نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف عام 1987 من قبل دول مثل ألمانيا، وفرنسا، وإيطاليا، واليابان، والمملكة المتحدة والولايات المتحدة الأمريكية. ومنذ ذلك الحين، وعدد شركاء نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف آخذ بالزيادة ليصل مجموع الشركاء إلى 35 دولة تحظى كلٌ منها بعضوية كاملة في النظام.

كان الهدف من إنشاء النظام هو الحد من انتشار أسلحة الدمار الشامل (WMD)، لا سيما الأسلحة النووية، والكيميائية والبيولوجية. ومن المعروف جيداً أن خطر انتشار أسلحة الدمار الشامل يشكل تهديداً للسلم والأمن العالمي، وهو ما أقره مجلس الأمن التابع للأمم المتحدة في اجتماع القمة الذي عُقد بتاريخ 31 يناير 1992. وفي حين أن الانتقام كان يُنظر إليه على أنه الدول التي تنشر هذه الأسلحة، فإن أحداث 11 سبتمبر 2001 أظهرت أن الأسلحة قد تقع في أيدي الإرهابيين الذين يسعون إلى الحصول على الأسلحة من مجموعات وأفراد. ومن بين الأهداف الأساسية لنظام مراقبة تكنولوجيا القذائف هو الحد من انتشار المعدات، والمواد والتقنيات ذات العلاقة الخاصة بقذائف والتي تستخدم في النظم القادرة على إيصال أسلحة الدمار الشامل.

يتضمن نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف إلى الالتزام بالتوجيهات العامة لسياسة التصدير (توجيهات نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف المطبقة على الأسلحة والمواد المشمولة بالقائمة المرفقة لنظام مراقبة تكنولوجيا القذائف). ومن ناحية أخرى، لا يتخذ نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف القرارات المتعلقة بقبول أو رفض عمليات التصدير، بل يشجع كل دولة شريكة على تطبيق التوجيهات والمواد وفقاً لتقديرها الوطني وفقاً لسياسات وممارسات الدولة المطبقة محلياً.

فضلاً عن ذلك، يتم اتخاذ القرارات الخاصة بنظام مراقبة تكنولوجيا القذائف بالإجماع، حيث يشارك جميع الشركاء في نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف بالتبادل المعلومات بشأن دور وقرارات إصدار الصادرات الخاصة بالسلع المدرجة في القائمة ذات العلاقة والتي تقع ضمن أهداف النظام التي يسعى النظام لتحقيقها. وقد عُقد أول اجتماع عام لشركاء نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف على أساس التناوب. وقد عُقد النظام مؤخراً عدداً من الاجتماعات العامة في كوريا الجنوبية، والمملكة المتحدة، وأستراليا، وألمانيا (2006)؛ وفنلندا، والبرتغال (2007)؛ وكندا، وأستراليا (2008)؛ وفرنسا، وإيطاليا (2009)؛ وبولندا، وأيرلندا (2011)؛ وبلجيكا، والمجر (2012)؛ روما، إيطاليا (2013)؛ أوسلو، النرويج (2014)؛

وروتردام، لندن (2015)، بوسان، كوريا الجنوبية (2016). فضلاً عن ذلك، تجري مشاورات شهرية بين الدورات من خلال اجتماعات جهات التنسيق في سفارات البلدان المعنية في واشنطن العاصمة، واجتماعات الخبراء التقنيين، واجتماعات تبادل المعلومات، فضلاً عن اجتماعات خبراء الذخائر في حالة ظهور أي ظروف. لا يمكن لأي نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف أن يكون مواكباً للظروف بحسب الوقائع، ولكن نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف يوزع أوراق عمل على نطاق واسع من جهة التنسيق، والتي تتوافق مع موظفي وزارة الخارجية في واشنطن.

مرفق إرشادات الصادرات وقائمة المواد لنظام مراقبة تكنولوجيا القذائف

تتضمن مرفق إرشادات الصادرات وقائمة المواد لنظام مراقبة تكنولوجيا القذائف قائمة المواد لنظام مراقبة تكنولوجيا القذائف – سواء كانت مواداً عرضية أو مواداً مزدوجة الاستخدام – والتي تشمل المعدات، والمواد، والبرامج والتكنولوجيا الرئيسية المستخدمة في تطوير، وإنتاج، وتشغيل النظم القادرة على إيصال الدمار الشامل بمسافة تتجاوز 300 كم. وتم تقسيم المرفق إلى فئتين من الصادرات و هما الفئة 1" و الفئة 2" بناءً على الدول المشاركة بحد أدنى من الظروف المحيطة بالمواد المدرجة في المرفق، وتم تطبيق الظروف المحيطة على أساس كل حالة على حدة. كما تتيح المرفق بشكل دوري أو أكثر من مرة في السنة مراجعة المرفق بحيث تتوافق مع الأخذ بعين الاعتبار التكنولوجيات المتطورة.

يجب تصدير المواد المدرجة في الفئة 1" بموجب سياسة افتراض الرفض. وتشمل هذه المواد نظم الصواريخ الكاملة والقادرة على إيصال أي حمولة مفيدة لمسافة 300 كم على الأقل، ومركبات الإطلاق الفضائية، والصواريخ، ونظم الصواريخ غير المأهولة الجوية (بما في ذلك نظم الطائرات بدون طيار) والتي يمكنها حمل حمولة مفيدة لمسافة 300 كم على الأقل، وطائرات الاستطلاع بدون طيار (والتي يمكنها حمل حمولة مفيدة لمسافة 300 كم على الأقل، وطائرات الإطلاق الفضائية، ونظم الصواريخ غير المأهولة الجوية (بما في ذلك نظم الطائرات بدون طيار)، ومركبات الإطلاق الفضائية، والصواريخ، ونظم الصواريخ غير المأهولة الجوية (بما في ذلك نظم الطائرات بدون طيار)، وطائرات الاستطلاع بدون طيار (غير المشمولة في الفئة 1، والتي يمكنها حمل حمولة مفيدة لمسافة تتجاوز 300 كم. تتضمن هذه الفئة مجموعة واسعة من المعدات، والمواد، والتكنولوجيات التي يمكن استخدامها مع النظم القادرة على إيصال الدمار الشامل. في حين أن الدول الشريكة لا تزال تمارس سياسة افتراض الرفض، إلا أن الدول الشريكة تستطيع مراجعة الطلبات على أساس كل حالة على حدة مع الأخذ بعين الاعتبار التكنولوجيات المتطورة.

تم اعتبار المواد المدرجة في الفئة 2"، والتي تشمل نظم الصواريخ الكاملة والقادرة على إيصال أي حمولة مفيدة لمسافة 300 كم على الأقل، ومركبات الإطلاق الفضائية، والصواريخ، ونظم الصواريخ غير المأهولة الجوية (بما في ذلك نظم الطائرات بدون طيار)، وطائرات الاستطلاع بدون طيار (غير المشمولة في الفئة 1، والتي يمكنها حمل حمولة مفيدة لمسافة تتجاوز 300 كم. تتضمن هذه الفئة مجموعة واسعة من المعدات، والمواد، والتكنولوجيات التي يمكن استخدامها مع النظم القادرة على إيصال الدمار الشامل. في حين أن الدول الشريكة لا تزال تمارس سياسة افتراض الرفض، إلا أن الدول الشريكة تستطيع مراجعة الطلبات على أساس كل حالة على حدة مع الأخذ بعين الاعتبار التكنولوجيات المتطورة.

الدليل المرفق الخاص بنظام مراقبة تكنولوجيا القذائف

تم تصميم هذا الدليل المرفق للمساعدة في تطبيق ضوابط التصدير الخاصة بالبنود الواردة في مرفق نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف. فهو يقدم شرحاً لماهية معدات وتكنولوجيات نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف الخاضعة للمراقبة، وطرق استخدامها، وآليات عملها، إلى جانب مجالات استخدامها الأخرى، وكذلك الشكل الذي تبدو عليه هي. ويغطي المرفق مجموعة واسعة للغاية من البنود في حين يشدد الدليل فقط على هذه التكنولوجيات التي تعد بالغة الأهمية لتصميم وإنتاج نظم الإيصال. يستند الدليل إلى مرفق نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف الذي دخل حيز النفاذ في 20 أكتوبر 2016. يمكن الوصول إلى النسخة الأحدث من مرفق نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف عبر الموقع الإلكتروني لنظام مراقبة تكنولوجيا القذائف www.mtcr.info .

تم اتباع نفس آلية تنظيم مرفق نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف لتنظيم الدليل، وذلك من خلال إدراج مواد ومواصفات فرعية. إذ يتبع كل قسم في الدليل نفس التنسيق بتم إدراج النص الفعلي المأخوذ من مرفق نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف في قسم مظلل، تتبعه غالباً توضيحات حرفية وصور. كما تم إدراج "الملاحظات" التي تتعلق في البنود الفرعية المحددة مع النص الفعلي وذلك لتسهيل عملية القراءة. وتمت مناقشة كل بند فرعي على حدة. لدى مراجعة هذه البنود الفرعية، على القارئ الانتباه إلى النص التحريري الخاص بالبند، والتي من الممكن أن تتضمن توصيفاً إضافياً لكل بند فرعي. وعند الإمكان، تم إدراج صور لمنتجات حقيقية تحدد الدول التي بإمكانها إنتاج أو تصدير البنود الفرعية المحددة إلى جانب النص المظلل. كما تعتبر لائحة الدول التي بإمكانها إنتاج التكنولوجيات أو النظم المحددة الموجودة تحت المواد كل على حدة لائحة تمثيلية وليس بالضرورة لائحة شاملة.

تم إنتاج دليل مرفق نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف من قبل الحكومة الأمريكية بهدف إعداد ضوابط التصدير وتيسير تنفيذها بشأن مواد نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف الخاضعة للمراقبة. وعلى خلاف توجيهات ولوائح نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف، لا يعد الدليل مادةً من المواد الرسمية لنظام مراقبة تكنولوجيا القذائف المخصصة للنشر. فالصور، والمواقع الإلكترونية، وغيرها من المراجع الواردة في هذا الدليل مخصصة لطرح الأمثلة عن المواد والمعدات ومزاياها المشابهة لتلك المذكورة في مرفق نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف. من الجدير بالذكر بأن وجود بعض المواد أو المعدات في صورة ما، أو على موقع إلكتروني ما، أو في مرجع، ليس بالضرورة أن هذه المادة الواردة في الصورة أو المرجع تتوافق مع مواصفات المراقبة الخاصة في نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف. من ناحية أخرى، يتم اتخاذ القرارات الخاصة في حالة مراقبة مادة ما من خلال النظر إلى المواصفات التقنية للمنتج المحدد على أساس كل حالة على حدة.

الملحق ١

توجيهات نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف (MTCR)

الملحق 1 – توجيهات نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف (MTCR) الخاص في عمليات نقل القذائف الحساسة

1- يتمثل الغرض من هذه التوجيهات في الحد من مخاطر انتشار أسلحة الدمار الشامل (مثال، الأسلحة النووية، والإشعاعية، والبيولوجية، والكيميائية)، وذلك بواسطة مراقبة عمليات النقل التي من شأنها أن تكون جزءاً من نظم إيصال (خلاف الطائرات المأهولة) الخاصة بهذه الأسلحة. فضلاً عن ذلك، تهدف هذه التوجيهات أيضاً إلى الحد من المخاطر الناجمة عن وقوع نظم إيصال أسلحة الدمار الشامل والتكنولوجيا الخاصة بها بين أيدي الإرهابيين من مجموعات وأفراد. من جهةٍ أخرى، التوجيهات غير مخصصة لتكون حجر عثرةٍ أمام البرامج الوطنية للاستكشاف الفضائي أو التعاون الدولي في إطار هذه البرامج، طالما أن هذه البرامج لن تساهم في حيازة منظومات إيصال أسلحة الدمار الشامل. كما لن تشكل هذه التوجيهات، جنباً إلى جنب مع الملحق، نطاقاً لمراقبة عمليات النقل لأي جهة خارجة عن نطاق ولاية أو سيطرة الحكومة أو لمراقبة نظم الإيصال (خلاف الطائرات المأهولة) القادرة على إيصال أسلحة الدمار الشامل، والمعدات والتكنولوجيا التي تتعلق بالقذائف التي تتجاوز أداؤها من حيث الحمولة والمدى المعايير المحددة. ينبغي التحلي بضبط النفس عند النظر في طلبات عمليات نقل المواد المذكورة في الملحق، ويتم النظر بكافة عمليات النقل هذه على أساس كل حالة على حدة. وعلى الحكومة تطبيق التوجيهات بما يتوافق مع التشريعات الوطنية.

2- تم تقسيم الملحق إلى فئتين من الأصناف، حيث يتضمن هذا المصطلح المعدات والتكنولوجيا. وتعد أصناف الفئة 1، الواردة جميعاً في ضمن البندين 1 و2 من الملحق، المواد الأكثر حساسيةً. في حال ورود أي من أصناف الفئة 1 في نظام ما، يتم اعتبار ذلك النظام ضمن الفئة 1 باستثناء عند فصل أو إزالة أو استنساخ المادة الواردة. ينبغي التحلي بضبط النفس بشكل خاص عند النظر في عمليات النقل ضمن إطار الفئة 1 بصرف النظر عن الغرض المقصود منها، إذ سيكون من المرجح رفض إجراء مثل عمليات النقل هذه. كما ينبغي التحلي بضبط النفس بشكل خاص عند النظر في عمليات نقل أي من الأصناف الواردة في الملحق، أو أي قذائف (سواءً كانت واردة في الملحق أم لم ترد) في حال اعتبرت الحكومة، استناداً إلى كافة المعلومات المقنعة المتوفرة لديها، والتي يجري تقييمها وفق العوامل المذكورة في الفقرة 3، بأنها مخصصة لاستخدامها في إيصال أسلحة الدمار الشامل، سيكون من المرجح رفض عمليات النقل هذه. وحتى إشعار آخر، لن يؤذن بنقل منشآت إنتاج الفئة 1. بينما لن يؤذن بنقل أصناف الفئة 1 الأخرى إلا في حالات نادرة وعند قيام الحكومة (أ) بالحصول على تعهدات ملزمة من حكومة أخرى تتضمن ضمانات من الحكومة المستلمة على النحو المطلوب بموجب الفقرة 5 من هذه التوجيهات، و(ب) بتحمل المسؤولية عن اتخاذ كافة الخطوات اللازمة للتحقق من وصول المادة تلك إلى مستخدمها النهائي المذكور. ومن المفهوم أن اتخاذ قرار النقل يبقى بيد الحكومة وحدها وفق سلطتها التقديرية.

3- عند تقييم الطلبات الخاصة بعملية نقل المواد الواردة في الملحق، ينبغي أخذ العوامل التالية في الحسبان:

أ- المخاوف المتعلقة بانتشار أسلحة الدمار الشامل؛
ب- قدرات الدولة المتلقية وأهداف برامجها المتعلقة بالقذائف والفضاء؛
ج- أهمية عملية النقل من حيث إمكانية تطوير نظم الإيصال (خلاف الطائرات المأهولة) الخاصة بأسلحة الدمار الشامل؛
د- تقييم الاستخدام النهائي لعمليات النقل، بما في ذلك الضمانات ذات العلاقة الخاصة بالدول المستلمة المشار إليها في الفقرات الفرعية 5.أ و5.ب أدناه.
ه- مدى تطبيق الاتفاقيات متعددة الأطراف ذات العلاقة.
و- خطر وقوع المواد الخاضعة للتحكم في أيدي الإرهابيين من مجموعات وأفراد.

4- يخضع تصدير المعدات والتكنولوجيا المدرجة في الفئة ١ لسياسة خاضعة لافتراض الرفض، بغض النظر عن الغرض أو الاستخدام النهائي المعلن، ويجب أن تكون كل طلبات الترخيص لهذه المعدات والتكنولوجيا مدعومة بوثائق رسمية من المستخدم النهائي تحدد الاستخدام النهائي المعتمد والضمانات ضد إعادة التصدير دون موافقة مسبقة من السلطات الوطنية المختصة في البلد المستورد.

5- في حالة عدم تمكن الدولة من تحديد أن الصادرات المقترحة تتوافق مع سياسة افتراض الرفض، يجوز لها أن تأذن بالتصدير إذا قررت أن المخاطر المحددة لا تتعارض مع أهداف نظام المراقبة، وإذا قررت أن الصادرات المقترحة لا تتعارض مع السياسات الوطنية المتعلقة بالقضايا التالية:

أ- سيادة القانون، والالتزامات الدولية للدولة، والمبادئ والأعراف المعترف بها دوليًا التي تحكم عدم انتشار الأسلحة النووية والكيميائية والبيولوجية، والاتفاقيات والترتيبات الدولية الأخرى ذات الصلة التي تكون الدولة طرفًا فيها؛
ب- الأمن القومي والسياسة الخارجية للدولة، بما في ذلك تلك التي تغطيها المبادئ والمعايير ذات الصلة لاتفاق فاسينار.

6- تعترف الدول بأن الحكم على ما إذا كانت الصادرات المقترحة تتوافق مع سياسة افتراض الرفض يقع على عاتق الدولة المصدرة، وأن هذا الحكم يجب أن يأخذ في الاعتبار جميع المعلومات ذات الصلة المتاحة، بما في ذلك المعلومات المتعلقة بالاستخدام النهائي والمستخدم النهائي المعلن، وأن هذا الحكم يجب أن يتسق مع المبادئ التوجيهية الأخرى لنظام المراقبة.

7- تعترف الدول بأن الحكم على ما إذا كانت الصادرات المقترحة تتوافق مع سياسة افتراض الرفض يقع على عاتق الدولة المصدرة، وأن هذا الحكم يجب أن يأخذ في الاعتبار جميع المعلومات المتاحة، بما في ذلك المعلومات المتعلقة بالاستخدام النهائي والمستخدم النهائي المعلن، وأن هذا الحكم يجب أن يتسق مع المبادئ التوجيهية الأخرى لنظام المراقبة.

أ- ينبغي أن تنص سياسة افتراض الرفض على أن الموافقة على تصدير المعدات والتكنولوجيا المدرجة في الفئة ١ في حالة عدم وجود أي مخاطر تتعارض مع أهداف نظام المراقبة، ولكن يجوز أيضًا الموافقة على تصدير هذه المعدات والتكنولوجيا في حالة وجود مخاطر تتعارض مع أهداف نظام المراقبة، إذا قررت الدولة المصدرة أن هذه المخاطر يمكن التخفيف منها بشكل كافٍ من خلال شروط وأحكام الترخيص، أو من خلال ضمانات أخرى مقبولة من قبل الدولة المصدرة؛
ب- في حالة عدم تمكن الدولة المصدرة من تحديد أن الصادرات المقترحة تتوافق مع سياسة افتراض الرفض، يجوز لها أن تأذن بالتصدير إذا قررت أن المخاطر المحددة لا تتعارض مع أهداف نظام المراقبة، وإذا قررت أن الصادرات المقترحة لا تتعارض مع السياسات الوطنية المتعلقة بالقضايا المدرجة في الفقرة 5 أعلاه، وتتخذ الدولة المصدرة قرارها بعد دراسة متأنية لجميع المعلومات ذات الصلة المتاحة.

8- تعترف الدول بأن الالتزام بسياسة افتراض الرفض لا يعفي أي دولة من التزاماتها بموجب قرار مجلس الأمن التابع للأمم المتحدة رقم ١٥٤٠ (٢٠٠٤) وأي قرارات لاحقة.

الملحق ٢

الوحدات؛ والثوابت؛ والكلمات المركبة والاختصارات

الملحق 2- الوحدات والثوابت والكلمات المركبة والاختصارات المستخدمة في هذا المرفق

ABEC	لجنة مهندسي صناعة الأدوات الدقيقة
ABMA	الرابطة الأمريكية لمصنعي المحامل
ANSI	المعهد الوطني الأمريكي للمقاييس
أرمسترونج	1 جزء من مئة مليون جزء من المتر
ASTM	الجمعية الأمريكية لاختبار المواد
بار	وحدة الضغط الجوي
^0C	درجة مئوية
cc	سنتيمتر مكعب
CAS	أقرام الكتلة الجوية الخاصة بالمركبات الكيميائية
CEP	دائرة الخطأ المحتمل أو دائرة الاحتمالات المتساوية
dB	ديسيبل
g	غ، معامل الجاذبية الأرضية
GHz	جيغاهرتز
GNSS	النظام العالمي للملاحة بالسواتل: "غلوناس" – النظام العالمي للملاحة بالسواتل "نافستار" – النظام العالمي للملاحة بالسواتل "إس بي جي"
h	ساعة
Hz	هرتز
HTPB	بوتادين هيدروكسيلي متعدد البوليمرات
ICAO	منظمة الطيران المدني الدولي
IEEE	معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات
IR	أشعة تحت الحمراء
ISO	المنظمة الدولية للتوحيد القياسي
J	جول
JIS	المعايير الصناعية اليابانية
K	كلفن
kg	كيلوجرام
kHz	كيلوهرتز
km	كيلومتر
kN	كيلونيوتن
kPa	كيلوباسكال
kW	كيلوواط
m	متر
MeV	مليون إلكترون فولت أو مليون إلكترون فولت
MHz	ميغاهرتز
ميلي غال	تعادل وحدة الميلي غال 10 $^{-5}$ م/ث^2 (ويمكن استخدامها بالتبادل مع الغال الذي يعادل سنتيمتر في الثانية المربعة).
mm	ملليمتر
mm Hg	ملليمتر الزئبق
MPa	ميغاباسكال
mrad	ملليراديان
ms	جزء من ألف من الثانية
µm	ميكرومتر

N	نيوتن
Pa	باسكال
ppm	جزء من المليون
راد (ميليكيرون)	جرعة إشعاع ممتص
RF	التردد اللاسلكي
rms	جذر القيمة التربيعية المتوسطة
RNSS	النظام الإقليمي الملاحي الساتلي، مثال:
rpm	عدد الدورات في الدقيقة
RV	المركبات العائدة
s	ثانية
Tg	درجة حرارة التحوّل الزجاجي
تيرا	حجم عيون الشبكة، أو مجموع شبكات فوق مقياس تيرا
UAV	نظم الطائرات غير المأهولة
UV	أشعة فوق البنفسجية

الملحق ٣

جدول التحويلات

المرفق 3 – جدول التحويلات

جدول التحويلات المستخدمة في هذا المرفق		
الوحدة (من)	الوحدة (إلى)	التحويل
النسبة المئوية	النسبة	1 بار = 100 كيلوباسكال
الجاذبية الأرضية (ج)	متر/ثانية مربعة	1 ج = 9.806 65 متر/ثانية مربعة
راديان	درجة (زاوية)	1 راديان ≈ 0.0573 درجة
راد	إرغ/غرام سيليكون	1 راد (سيليكون) = 100 إرغ/غرام من السيليكون (1 0000 غراي)
شبكة قطبية ورقية عيارية 250	مم	شبكة قطبية ورقية عيارية 250، تتبع شبكة 00063 مم

الإضافة

بيان التفاهم

الإضافة – بيان التفاهم

بيان التفاهم

يوافق أعضاء السلطات المختصة المعينة من الحكومات الشريكة في نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف "السلطات المختصة المعينة" على أن تطبق سياسة الرفض المفترض على نقل المواد والتكنولوجيا والمعدات المدرجة في الفئة الأولى من المرفق الخاص بالإرشادات الخاصة بالتصدير الوطني والمدرجة في الفئة الثانية من المرفق الخاص بالإرشادات الخاصة بالتصدير الوطني.

مرفق نظام مراقبة
تكنولوجيا القذائف
المقدمة والتعاريف والمصطلحات

مرفق نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف – المقدمة والتعاريف والمصطلحات

1. المقدمة

أ- تتضمن قائمة المعدات والمواد والبرمجيات والتكنولوجيا الواردة في المرفق، والتي تشكل جزءاً من نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف، "القائمة" أو "التكنولوجيا". وتنقسم القائمة إلى فئتين رئيسيتين: الفئة 1، المعدات الكاملة، والفئة 2، المواد الأكثر حساسية. وفي حال ورود أي من البنود في الفئة 2 في نظام ما، فإن ذلك النظام يعتبر ضمن الفئة 1 بالتبعية. وتتضمن عمليات التصدير أو إزالة أو تسريب المواد الواردة في الفئة 2 أيضاً تلك المواد التي هي جزء من نظام مضمن في الفئة 1 أو مخصصة خصيصاً لتطوير أو إنتاج أو استخدام المعدات الواردة في الفئة 1.

ب- لدى مراجعة التطبيقات المحتملة للبنود 1 و19، يجب أن تأخذ سلطات الترخيص في الاعتبار أن نظم الصواريخ غير المأهولة التي تتجاوز قدرتها على الطيران المدى المحدد في القائمة، أو التي تحمل حمولة تتجاوز الحمولة المحددة في القائمة، تعتبر مشمولة بالقائمة، بغض النظر عن الغرض المعلن من استخدامها النهائي.

ج- **الملاحظة العامة حول التكنولوجيا**

تنطبق الملاحظة العامة حول "التكنولوجيا" المطلوبة لتطوير أو إنتاج أو استخدام السلع الواردة في القائمة على التكنولوجيا المسماة بهذا الاسم في القائمة. وتظل هذه التكنولوجيا تحت السيطرة حتى عندما تستخدم لأغراض غير خاضعة للرقابة، أو عندما تكون السلع التي يتم تصديرها هي الأدنى من السلع الخاضعة للرقابة في القائمة. ولا تنطبق الملاحظة العامة حول التكنولوجيا على التكنولوجيا الحد الأدنى اللازمة للتركيب، أو التشغيل، أو الصيانة، أو إصلاح المواد التي تم تصديرها بموجب أحكام الملاحظة العامة حول التكنولوجيا.

ملاحظة:

لا تنطبق الملاحظة العامة حول التكنولوجيا على التكنولوجيا الموجودة في المجال العام أو على البحث العلمي الأساسي.

د- **الملاحظة العامة حول البرمجيات:**

يجب أن تفي البرمجيات الخاضعة للرقابة بالمعايير التالية:

1- أن تكون معروفة لدى الجمهور بعد:

أ) بيعها من المخزون في نقاط البيع لأي شخص، دون قيود، من خلال:

1- المتاجر التي تبيع بالتجزئة؛
2- المبيعات عن طريق البريد؛ أو
3- المعاملات الإلكترونية؛ أو
4- المكالمات الهاتفية؛ و

ب) التصميم للمستخدم دون الحاجة إلى دعم كبير من المورد؛ أو

2- أن تكون في المجال العام

ملاحظة:

لا تنطبق الملاحظة العامة حول البرمجيات على "البرامج" المطلوبة لتطوير أو إنتاج أو استخدام السلع الواردة في القائمة.

ه) الملاحظة العامة حول الحد الأدنى من البرمجيات:

تخول الملاحظة العامة حول الحد الأدنى من البرمجيات أيضاً تصدير أو إعادة تصدير البرمجيات "الحد الأدنى" بالرغم من أن مصدر البرمجيات قد يطلب أحياناً الوصول إلى الشفرة المصدرية، وذلك لغرض التركيب، والتشغيل، والصيانة، والتحقق من الاستخدام السليم للمواد الخاضعة للرقابة، أو لتحسين الأداء في التطبيقات المستهدفة. ويجب أن تكون البرمجيات المصدرة بموجب الملاحظة العامة حول الحد الأدنى من البرمجيات مقيدة بالاستخدام للمواد المحددة في التطبيقات المستهدفة.

ملاحظة:

تخول الملاحظة العامة حول الحد الأدنى من البرمجيات تصدير البرامج "الحد الأدنى" المخصصة لتحسين أداء الأجهزة الموجودة في المواد التي تتحكم بها هذه الأجهزة، شريطة عدم تسبب التحسينات في زيادة و/أو أداء المواد بما يتجاوز خط الأساس.

و) أرقام التسجيل للمواد الخاضعة للرقابة (CAS)

يجب عرض المواد الخاضعة للرقابة من قوائم الصادرات مصحوبة برقم التسجيل للمواد الخاضعة للرقابة (CAS). وتخضع المواد الخاضعة للرقابة التي تستخدم كأسماء تجارية أو مرادفات لنفس المواد الخاضعة للرقابة بغض النظر عن الاسم أو رقم التسجيل الخاص بالمواد الخاضعة للرقابة (CAS). وتدرج أرقام التسجيل للمواد الخاضعة للرقابة (CAS) في الخانة المخصصة لها في الوثائق الجمركية إذا كانت المادة الخاضعة للرقابة معينة أو إذا كان المصدر على علم بأي خيار عن الأسماء الخاضعة للرقابة. ولا يجوز استخدام أرقام التسجيل للمواد الخاضعة للرقابة كوحدة أو أغراض تعريف، لأنها تعرض مثل هذه المواد المدرجة في القائمة. أرقام التسجيل للمواد الخاضعة للرقابة قد تكون مختلفة في الوثائق الجمركية كما أن الخانة المخصصة للأرقام التسجيل للمواد الخاضعة للرقابة قد تتسع لعدة مواد خاضعة للرقابة مدرجة في القائمة. قد يكون هناك أيضاً أرقام تسجيل مختلفة في تلك الوثائق.

2-التعاريف

لأغراض هذا المرفق تنطبق التعاريف التالية:

"الدقة"
تعني عادةً مدى قرب إصابة القذيفة، أو الإصابة المتوسطة لمجموعة من القذائف، من الهدف المحدد، أي المسافة الأولية بين مركز ثقل الحمولة المفيدة والهدف المحدد.

"النظام الأساسي"
يعني أي مجموعة أو مجموعات من الأنظمة الفرعية المصممة أو المعدلة لتكون متكاملة مع بعضها البعض ومع الأنظمة الفرعية الأخرى المذكورة أدناه لتشكل نظام إيصال كامل.

"المركبات"
تشمل المركبات الصالحة للملاحة "الجوية" ما يلي:
- الطائرات
- المركبات الجوية بدون طيار
- المناطيد
- الطائرات الشراعية
- الطائرات ذات الأجنحة الدوارة
- المركبات الجوية التي تطير بالوصلات
- المركبات الجوية المأهولة
- المركبات الجوية غير المأهولة
- المركبات الجوية الخفيفة
- الأنظمة الصاروخية

"المعالجة"
تعني هذه الكلمة أي تعديل أو تغيير يتم إجراؤه على المادة أو المعدات التي تحقق مستوى أو خاصية أو أداء مماثلين لتلك التي تحققها المادة أو المعدات المستخدمة في التطبيق العسكري (قد تشمل المعالجة "التصنيع" أو "التطوير").

"المركبة الجوية بدون طيار"
هي أي مركبة جوية مصممة للعمل دون طيار بشري على متنها وتستخدم للطيران في الغلاف الجوي أو خارجه. وتشمل المركبات الجوية بدون طيار التي يمكن التحكم فيها بشكل متكامل أو تعمل بشكل مستقل وفقًا لخطة طيران مبرمجة أو أنظمة أكثر تعقيدًا للتنقل الديناميكي. وتشمل المركبات الجوية بدون طيار التي يتم التحكم فيها عن بعد من قبل مشغل بشري، والمركبات الجوية بدون طيار ذات الوظائف المتكاملة أو المستقلة، والمركبات الجوية بدون طيار التي تعمل بالوصلات.

"الحمولة"
تعني الأجهزة المصممة لتثبيتها على المركبة الجوية بدون طيار أو دمجها فيها والتي تهدف إلى تنفيذ مهمة المركبة الجوية بدون طيار (مثل الحمولة المفيدة، والأسلحة، والمعدات العسكرية، والمعدات الاستخباراتية، والمعدات الاستطلاعية، والمعدات المضادة، والمعدات العلمية، والمعدات التجارية).

ملاحظة:

يتوقف نوع المعدات، أو النظم الفرعية، أو البرامج التي يتم تضمينها في "الحمولة" على نوع وإعدادات المركبة التي يتم تركيبها.

الملاحظات التوضيحية:

1. الفئة التشغيلية

أ- تشمل "الحمولة" النظم المزودة بمركبات عائدة القابلة للتحكم التالية:

1. المركبات العائدة المأهولة، بما في ذلك:
   أ- المعدات المصممة أو المعدلة للتشغيل والملاحة، والتحكم؛
   ب- المعدات المصممة أو المعدلة للتشغيل المضادة؛
2. الذخائر (مثل الذخائر العنقودية أو غير العنقودية)؛
3. المعدات والمواد (مثل المعدات المصممة أو المعدلة لاستخدامها مع النظم المركبة العائدة للقذف المذكورة في هذه الفئة)؛
4. الآلات والأجزاء المصممة أو المعدلة للاستخدام في أي من السلامة، أو التسليح، أو الإشعال أو التلغيم؛
5. أي معدات أخرى مصممة أو معدلة للاستخدام (مثل الشراك الخداعية، ووسائل الإعاقة الراديوية ومنظومات الحرب الإلكترونية) للاستخدام مع النظم المركبة العائدة المذكورة في هذه الفئة؛
6. النظم المركبة للقذف المذكورة في هذه الفئة أو وحدة التحكم في الطيران/وحدة الملاحة بالقصور الذاتي دون أن تشمل النظم الفرعية اللازمة للنظم الأخرى

ب) تشمل "الحمولة" النظم المزودة بمركبات عائدة غير مأهولة القابلة للتحكم التالية:

1. الذخائر (مثل الذخائر العنقودية أو غير العنقودية)؛
2. المعدات والمواد (مثل المعدات المصممة أو المعدلة للاستخدام مع الذخائر المذكورة في هذه الفئة)؛
3. الآلات والأجزاء المصممة أو المعدلة للاستخدام في أي من السلامة، أو التسليح، أو الإشعال أو التلغيم؛
4. جميع معدات التحكم في الطيران (مثل الشراك الخداعية، ووسائل الإعاقة الراديوية ومنظومات الحرب الإلكترونية) التي يمكن أن تسمح للمركبة العائدة غير المأهولة بالعمل في أنظمة تعمل دون تدخل بشري؛

2. المركبات الطائرة غير المأهولة

تشمل "الحمولة" ما يلي:

أ- المركبات الطائرة غير المأهولة (بما في ذلك أجهزة القياس عن بعد) القادرة على مدى لا يقل عن ٣٠٠ كم؛

ب- مواد الإطلاق للمركبات الطائرة غير المأهولة بما في ذلك المواد اللازمة لتقليل البصمة الرادارية، ومعدات التحكم في الطيران، ومعدات الملاحة أو نظم الإدارة المتكاملة للطيران ونظم الهبوط.

3. الفئة السابعة

تشمل "الحمولة" ما يلي:

أ- المعدات المصممة أو المعدلة لإنتاج مواد معينة، بما في ذلك المعدات المستخدمة في جماعات الدفع، وأجهزة التسخين أو الإشعال المحددة في الفقرة الخاصة بمواد معينة؛

ب- معدات التجميع (مثل المنظومات) التي يمكن أن تسمح للمركبة العائدة غير المأهولة بالعمل دون تدخل بشري.

4. الفئة الثانية

تشمل "المعدات الحساسة" ما يلي:

أ- الخزانات (بما في ذلك الخزانات المجزأة أو غير المجزأة)؛
ب- الخزانات المطاطية التي يمكن إزالتها دون استخدام أدوات أو إجراءات معقدة، أو التي يمكن سدها ذاتيًا بعد الثقب؛
ج- الآليات والأجزاء المصممة خصيصًا لاستخدامها في أنظمة التعليق، أو التوجيه، أو التحكم في الطيران المذكورة في الفئة ١ (بما في ذلك أنظمة التحكم في الاتجاه) التي يمكن إزالتها دون استخدام أدوات معقدة؛
د- معدات الاختبار والمعايرة المصممة خصيصًا للاستخدام مع أنظمة الملاحة بالقصور الذاتي المذكورة في الفئة ١ (بما في ذلك أنظمة التحكم في الاتجاه) التي يمكن إزالتها دون استخدام أدوات معقدة؛
هـ- معدات المصاطب المصممة خصيصًا لأنظمة الملاحة بالقصور الذاتي المذكورة في الفئة ١ (بما في ذلك أنظمة التحكم في الاتجاه) التي يمكن إزالتها دون استخدام أدوات معقدة.

5. المكونات الأخرى غير المدرجة في الفئة الأولى

تشمل "المعدات الحساسة" ما يلي:

أ- الخزانات (بما في ذلك الخزانات المجزأة أو غير المجزأة)؛
ب- الآليات والأجزاء المصممة خصيصًا لاستخدامها في أنظمة التعليق، أو التوجيه، أو التحكم في الطيران؛
ج- معدات الاختبار والمعايرة المصممة خصيصًا للاستخدام مع أنظمة الملاحة بالقصور الذاتي المذكورة في الفئة ١ (بما في ذلك أنظمة التحكم في الاتجاه) التي يمكن إزالتها دون استخدام أدوات معقدة؛
د- معدات المصاطب المصممة خصيصًا لأنظمة الملاحة بالقصور الذاتي المذكورة في الفئة ١ (بما في ذلك أنظمة التحكم في الاتجاه) التي يمكن إزالتها دون استخدام أدوات معقدة؛
هـ- معدات المحاكاة المصممة خصيصًا لأنظمة الملاحة بالقصور الذاتي المذكورة في الفئة ١ (بما في ذلك أنظمة التحكم في الاتجاه)، أو المعدات المصممة خصيصًا لدمج أجهزة الاستشعار أو الأجهزة الإلكترونية المذكورة في الفئة ١ (بما في ذلك أنظمة التحكم في الاتجاه)؛ و
و- معدات التكامل (بما في ذلك أنظمة التحكم في الاتجاه) المصممة خصيصًا لدمج المعدات المذكورة في الفئة ١ (بما في ذلك أنظمة التحكم في الاتجاه)؛
ز- المعدات المصممة خصيصًا لتثبيت الخزانات المذكورة في الفئة ١ (بما في ذلك أنظمة التحكم في الاتجاه) التي يمكن إزالتها دون استخدام أدوات معقدة.

"الإنتاج"

يعني "الإنتاج" جميع مراحل الإنتاج، مثل:

- التصميم
- التحقق من التصميم
- التكامل
- عمليات التجميع
- المراقبة
- الاختبار
- ضمان الجودة

"معدات الإنتاج"

تعني "معدات الإنتاج" المعدات المحددة أو المعدلة خصيصًا لتطوير أو إنتاج أو إصلاح أو تشغيل أو صيانة المنتجات المدرجة في هذه القائمة. ويشمل ذلك أدوات الإنتاج، والقوالب، والتركيبات، والمشتتات، والمكابس، والمشغلات، والمعدات المشتركة، وأدوات المعايرة، ومعدات الاختبار، وأدوات الصيانة، وأجهزة الاختبار، وغيرها من الآلات.

"منشآت الإنتاج"

تعني "معدات الإنتاج" والمرافق المصممة خصيصاً لأغراض التصنيع أو التجميع لكل جزء أو مكون أساسي لأنظمة القذائف المحددة في الفئة الأولى أو الثانية من هذا "الإنتاج".

"البرامج"

تعني مجموعة من البرامج التي تتضمن واحداً أو أكثر من الأوامر القابلة للتنفيذ عندما يتم تخزينها في أي وسيط قابل لقراءة الحاسوب، أو تكون مخزنة بأي طريقة أخرى.

"الصواريخ الموجهة"

تعني أي أنظمة كاملة أو معدات صواريخ أو مركبات جوية بدون طيار قادرة على إيصال حمولة لا تقل عن 500 كغ (1102 رطل) إلى مدى لا يقل عن 300 كم (186 ميل).

"المدى"

هي أقصى مسافة يمكن للنظام بأكمله أن يقطعها في رحلة واحدة، بغض النظر عن الطريقة التي يتم بها تحديد المسار، من نقطة الإطلاق إلى نقطة الهبوط.

ملاحظات توضيحية:

1. يؤخذ في الاعتبار "المدى" المحتمل للنظام، عندما يتم تصميمه لتحقيق أقصى مدى، بغض النظر عن الحمولة أو القيود المفروضة على الوقود؛
2. يحدد "المدى" بالنسبة لأنظمة الصواريخ الموجهة أو المركبات الجوية بدون طيار بناءً على أقصى قدرة على الدفع أو الوقود، بغض النظر عن أي اعتبارات أخرى، مثل القيود المفروضة على الحمولة، أو انخفاض الأداء، أو الحاجة إلى المناورة، أو استخدام مراحل متعددة؛
3. يحدد "المدى" بالنسبة لأنظمة الصواريخ الموجهة أو المركبات الجوية بدون طيار بناءً على أقصى مدى يمكن تحقيقه في ظروف مثالية، بغض النظر عن أي قيود عملية قد تؤثر على المدى الفعلي الذي يمكن تحقيقه في ظروف التشغيل؛
4. يحدد "المدى" بالنسبة لأنظمة الصواريخ الموجهة أو المركبات الجوية بدون طيار بناءً على المدى الذي يمكن أن تطير فيه، مع مراعاة القيود العملية مثل الوقود والحمولة (بما في ذلك المعدات اللازمة لتلبية متطلبات الطيران المستقل) والموثوقية، بدلاً من الأداء النظري في ظروف مثالية.

"المركبات الجوية"

هي عبارة عن مجموعة أو أكثر من "البرامج" أو "البرامج" المتكاملة اللازمة لتشغيل مركبة جوية بدون طيار بشكل مستقل.

"الوحدات النمطية"

تعني المكونات المحددة "للمعدات" أو "الإنتاج" أو "الاستخدام" التي يمكن أن تأخذ أشكالاً مختلفة اعتماداً على التكوين المحدد "للمعدات" أو "البرامج" المتكاملة.

"الاستخدامات المدنية"

يمكن أن تشمل الأمثلة:

- الزراعة
- الأرصاد الجوية
- البحث والإنقاذ
- المراقبة البيئية
- الخدمات الاستشارية

"المعدات ذات الصلة"

يمكن أن تشمل الأمثلة، على سبيل المثال لا الحصر، ما يلي:

- أنظمة التوجيه بالقصور الذاتي
- مخططات الجاذبية
- أجهزة الاستشعار الزاوية
- النماذج الرياضية
- البرمجيات الخاصة
- أنظمة الملاحة بالأقمار الصناعية
- أجهزة الاستقبال العاملة على نظام تحديد المواقع العالمي أو أجهزة الاستقبال العاملة على نظام الملاحة بالأقمار الصناعية الأخرى، على سبيل المثال لا الحصر:
  - الصمامات
  - الأسطوانات
  - الحلقات الكاملة

"الاستخدام"

يعني:

- الاختبار
- التشغيل (بما في ذلك جميع المستويات الفرعية)
- الإنتاج
- الصيانة
- الإصلاح
- الفحص
- التجديد

3.المصطلحات

لأغراض هذه الوثيقة، تنطبق المصطلحات التالية في النص على النحو المبين أدناه ما لم يقتض السياق خلاف ذلك:

أ- "مصمم خصيصاً" يصف المعدات أو الأجزاء أو المكونات أو المواد أو "البرمجيات"، التي تكون مخصصة، أو معدلة، أو مجهزة للاستخدام في "الطيران"، والتي تحدد مستوى أداءها أو خصائصها بما يتجاوز أو يقل عن المعايير المعمول بها في الاستخدامات غير العسكرية. ولا يشمل هذا التعريف المعدات التي تستوفي المواصفات العسكرية لأن هذه المعدات قد تستخدم في تطبيقات أخرى غير عسكرية. ولا يشمل هذا التعريف أيضاً المعدات التي تستوفي المواصفات العسكرية لأن هذه المعدات قد تستخدم في تطبيقات أخرى غير عسكرية.

ب- "مصمم أو معد" يصف المعدات أو الأجزاء أو المكونات أو المواد أو "البرمجيات" التي تكون مخصصة، أو معدلة، أو مجهزة للاستخدام في "الطيران"، والتي تحدد مستوى أداءها أو خصائصها بما يتجاوز أو يقل عن المعايير المعمول بها في الاستخدامات غير العسكرية. ولا يشمل هذا التعريف المعدات التي تستوفي المواصفات العسكرية لأن هذه المعدات قد تستخدم في تطبيقات أخرى غير عسكرية.

ج- "مصمم للاستخدام في" أو "مصمم للاستخدام من أجل" يصف المعدات أو الأجزاء أو المكونات أو المواد أو "البرمجيات" التي تكون مخصصة أو معدلة أو مجهزة للاستخدام في غرض معين. ولا يشمل هذا التعريف المعدات أو الأجزاء أو المكونات أو المواد أو "البرمجيات" التي تكون مخصصة أو معدلة أو مجهزة للاستخدام من أجل أغراض أخرى. ولا يشمل هذا التعريف أيضاً المعدات التي تستوفي المواصفات العسكرية لأن هذه المعدات قد تستخدم في تطبيقات أخرى غير عسكرية.

د- "معدل" يصف المعدات أو "البرمجيات" التي تختلف عن نظيرتها غير المعدلة في أداءها أو خصائصها أو وظيفتها، ولكن تظل تحتفظ بالخصائص الأساسية لنظيرتها غير المعدلة. ويشمل هذا التعريف أيضاً المعدات التي تستوفي المواصفات العسكرية لأن هذه المعدات قد تستخدم في تطبيقات أخرى غير عسكرية.

الفئة ١ – البند ١

نظم الإيصال الكاملة

الفئة 1 – البند 1

١.أ المعدات والمنظومات والمكونات

١.أ.١ نظم الصواريخ الكاملة (بما فيها القذائف التسيارية، ومركبات الإطلاق الفضائية والصواريخ المسبارية) القادرة على إيصال "حمولة" لا تقل عن ٥٠٠ كغ إلى "مدى" لا يقل عن ٣٠٠ كم.

الإنتاج العالمي

- البرازيل
- الصين
- فرنسا
- الهند
- إسرائيل
- اليابان
- باكستان
- كوريا الجنوبية
- سوريا
- المملكة المتحدة
- كندا
- مصر
- ألمانيا
- إيران
- إيطاليا
- كوريا الشمالية
- روسيا
- إسبانيا
- أوكرانيا
- الولايات المتحدة

الغرض والوظيفة: تستخدم نظم الصواريخ الكاملة لإطلاق مركبات فضائية أو لإنتاج إمكانية إنتاج حمولة لمسافة محددة داخل مدى معين. وتستخدم نظم الصواريخ لإيصال حمولتها إلى هدف محدد. وتتألف نظم الصواريخ عادةً من أي عدد من المراحل (المراحل الأولى والثانية والثالثة، إلخ) التي تستخدم الوقود السائل أو الصلب، وتكون مزودة بالمحركات اللازمة لتوفير الدفع والتحكم في الاتجاه، وتحمل الحمولة المطلوبة، مثل المركبة الفضائية أو الرأس الحربي، وأي آلية لفصل الحمولة. وتستخدم نظم الصواريخ لإطلاق الحمولة على مسار محدد إلى نقطة محددة في الفضاء أو على الأرض.

المكونات: تتكون نظم الصواريخ الكاملة عادةً من أي عدد من المراحل: (1) المرحلة أو المراحل الدافعة؛ (2) المرحلة أو المراحل التي تستخدم الوقود السائل أو الصلب، وتكون مزودة بالمحركات اللازمة لتوفير الدفع والتحكم في الاتجاه؛ (3) نظم الملاحة والتوجيه اللازمة لضمان وصول الحمولة إلى نقطة محددة في الفضاء أو على الأرض بالدقة المطلوبة؛ و (4) آلية لفصل الحمولة التي تستخدم لإطلاق الحمولة بعيداً عن مراحل الصواريخ التي تستخدم لإطلاقها.

يجب أن يشير تعريف نظم الصواريخ الكاملة في هذا البند إلى القدرة على إيصال الحمولة إلى مدى معين. ويمكن أن تتعلق القدرة على إيصال الحمولة إلى مدى معين بالمواصفات المحددة من الحمولة أو عن طريق الحسابات المستندة إلى نماذج رياضية أو اختبارات الطيران الفعلية. ويمكن أن تكون الحمولة المشار إليها في هذا البند أي حمولة مناسبة لنظام الصواريخ الكامل الذي يتسع لحمولة تزن 500 كغ (أو أقل) على مدى لا يقل عن 300 كم.

طريقة التشغيل: يتم تحقيق الدفع في نظم الصواريخ الكاملة من خلال المواد الدافعة الموجودة في المحركات الصاروخية (المعروفة أيضاً باسم المحركات الدافعة). وتستخدم المحركات الصاروخية الوقود السائل أو الصلب، أو مزيجاً من الاثنين في بعض الحالات. وتستخدم المحركات الصاروخية الوقود السائل عادةً في المراحل العليا، حيث تكون الحاجة إلى الأداء العالي مع الحفاظ على الوزن الخفيف أكثر أهمية من الحاجة إلى الدفع الأعلى. وتستخدم المحركات الصاروخية الوقود الصلب عادةً في المراحل الدافعة الأولى، حيث تكون الحاجة إلى الدفع الأعلى أكثر أهمية من الحاجة إلى الأداء العالي. وتستخدم المحركات الصاروخية الوقود السائل أو الصلب في المراحل الوسطى. وتستخدم المحركات الصاروخية الوقود السائل في المراحل العليا، حيث تكون الحاجة إلى الأداء العالي مع الحفاظ على الوزن الخفيف أكثر أهمية من الحاجة إلى الدفع الأعلى. وتستخدم المحركات الصاروخية الوقود الصلب عادةً في المراحل الدافعة الأولى، حيث تكون الحاجة إلى الدفع الأعلى أكثر أهمية من الحاجة إلى الأداء العالي. وتستخدم المحركات الصاروخية الوقود السائل أو الصلب في المراحل الوسطى. وتستخدم المحركات الصاروخية الوقود السائل في المراحل العليا، حيث تكون الحاجة إلى الأداء العالي مع الحفاظ على الوزن الخفيف أكثر أهمية من الحاجة إلى الدفع الأعلى.

يتم التحقق من الإجراءات في الفئة ١ من نظام المراقبة لكل إطلاق، وتتم مراجعة خطة الطيران أو المسار على حدة للتأكد من أن الحمولة الموجودة على متن الصاروخ، والذي يضم عبء الحمولة وتوجيه الصاروخ لإقلاع في مهمة معينة، لا تتجاوز الحدود المفروضة على المسار المقرر. بالإضافة إلى ذلك، يمكن التحقق من الالتزام بالإجراءات المتعلقة بسرعة العودة ومدى النظام الصاروخي من خلال تحليل المسار المقرر.

تشتمل المركبات الفضائية التي تحمل أسلحة دمار شامل على ثلاث مراحل طيران رئيسية وهي: "مرحلة التعزيز" أو "مرحلة الطيران" أو "مرحلة المسار" أو "مرحلة النهاية". خلال مرحلة التعزيز، يوفر المحرك الدافع قوة دفع هدفه إطلاق القذيفة وزيادة سرعتها إلى سرعة معينة. من ناحية أخرى، تشتمل ملفات تعريف الطيران لمدى طويل على مراحل متعددة: تشتمل كل مرحلة على محرك دافع قوي يوفر دفعة أو أكثر لزيادة السرعة والارتفاع. وتبدأ المرحلة التالية عند انفصال المركبة الفضائية عن الصاروخ، وتنتهي

الشكل 1: إطلاق مركبة الإطلاق الفضائية (الولايات المتحدة – الأرض)

أما بالنسبة لملفات تعريف الطيران التي تغادر الغلاف الجوي، فتتوافق هذه المرحلة مع مرحلة التعزيز خلال مرحلة المسار. وخلال الجزء الأولي من هذه المرحلة، يستمر المحرك في العمل، ويزداد الارتفاع وصولاً إلى نقطة الأوج (وهي أبعد نقطة عن الأرض). في حالة التحليق المنخفض، يتم إطلاق الرؤوس الحربية أو نشرها خلال هذه المرحلة. وبما أن هذه الرؤوس الحربية لا تحتوي على أنظمة دفع، فإنها تستمر في التحليق إلى الغلاف الجوي، حيث تتعرض لقوى السحب الهوائية الديناميكية، وتبقى الحمولة الصافية في مسار التحليق الباليستي حتى تدخل الغلاف الجوي.

في حالة المركبات الفضائية التي تحمل أسلحة دمار شامل، يتم الكشف عن المحرك الدافع الأخير وفصله عن الحمولة الصافية، ويتم تحميل الحمولة الصافية داخل مركبة العودة. وبالنسبة لملفات تعريف الطيران التي تتضمن مركبات عودة متعددة، فإن المركبات الفضائية التي تحمل أسلحة دمار شامل تحمل عادةً عدة رؤوس حربية ومركبات عودة مزودة بأنظمة توجيه، والتي تسمى أحياناً المركبات الفضائية التي تحمل أسلحة دمار شامل متعددة الرؤوس الحربية (MIRVs)، حيث يتم تحميل كل مركبة عودة على منصة مركبة فضائية تحمل أسلحة دمار شامل، والتي تتمتع بقدرات دفع خاصة بها تسمح لها بالتحكم في الاتجاه والسرعة لكل مركبة عودة على حدة.

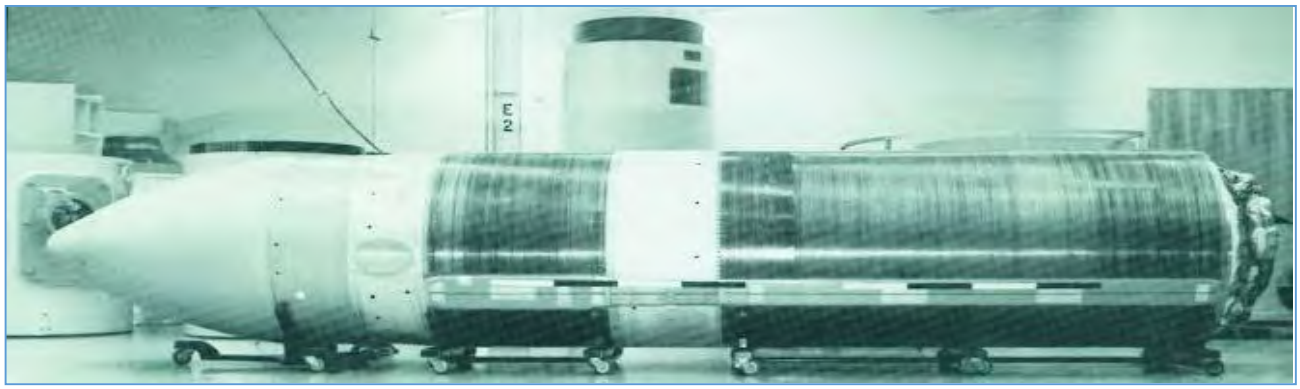
أما "المرحلة النهائية" فتشير إلى الجزء من المسار بعد مركبة العودة أو الرأس الحربي إلى الغلاف الجوي (على ارتفاع أقل من 120 كم).

ومن الجدير بالذكر أن نظم الحمولة و/أو مدى القذيفة تتجاوز الحدود الدنيا والقصوى المحددة في الفئة ١ من نظام المراقبة، إذا كانت تحتوي على مركبات فضائية تحمل أسلحة دمار شامل. إذا كانت نظم الحمولة تتجاوز الحدود الدنيا لمدى الحمولة أو مدى الحمولة، فيمكن تعديلها لتقليل مدى الحمولة أو مدى الحمولة من خلال زيادة أو خفض كتلة الوقود الدافع، أو من خلال إجراءات أخرى يمكن أن تؤدي إلى تغيير هذه المعلمات بحيث تخرج عن إطار المواصفات المحددة في الفئة ١ من نظام المراقبة.

.

الاستخدامات النموذجية مع القذائف: تستخدم مركبات الإطلاق الفضائية والصواريخ السيارة لوضع أقمار اصطناعية في مدار أولي منخفض للأرض. ويمكن استخدام هذه النظم في الغلاف الجوي العلوي لتوفير أهداف للتدريب على أنظمة الدفاع الصاروخي. وتستخدم مركبات الإطلاق الفضائية والصواريخ السيارة لإطلاق القذائف التي تستخدم لأغراض البحث العلمي في الغلاف الجوي العلوي. ويمكن استخدام مركبات الإطلاق الفضائية والصواريخ السيارة لإطلاق القذائف التي تستخدم لأغراض البحث العلمي في الغلاف الجوي العلوي.

الاستخدامات الأخرى: لا يوجد.



الشكل 2: القذيفة الصاروخية السيارة المستخدمة لإطلاق الحمولات العلمية والتكنولوجية لنظام مراقبة تكنولوجيا القذائف، الإصدار الثالث (مايو 2002)

الشكل 1 (تصميم عام): تتألف هذه النظم من صواريخ سيارة ذات مرحلة واحدة أو مرحلتين، وتستخدم في الغالب محركات صاروخية ذات وقود صلب. ويتراوح طول هذه النظم بين 8 م، وقطر 008 م، ووزن يصل إلى 50000 كغ. وتتراوح حمولة الدفع القصوى لهذه النظم بين 1 و2 و3، كما هو مبين في الشكل 1.أ.19. وتستخدم هذه النظم لإطلاق الحمولات الفضائية والمركبات الفضائية دون المدارية التي تستخدم لأغراض البحث العلمي في الغلاف الجوي العلوي (SLBMs). أما الصواريخ السيارة المستخدمة لإطلاق القذائف التي تستخدم لأغراض البحث العلمي في الغلاف الجوي العلوي (الشكل 2.1.أ.1.

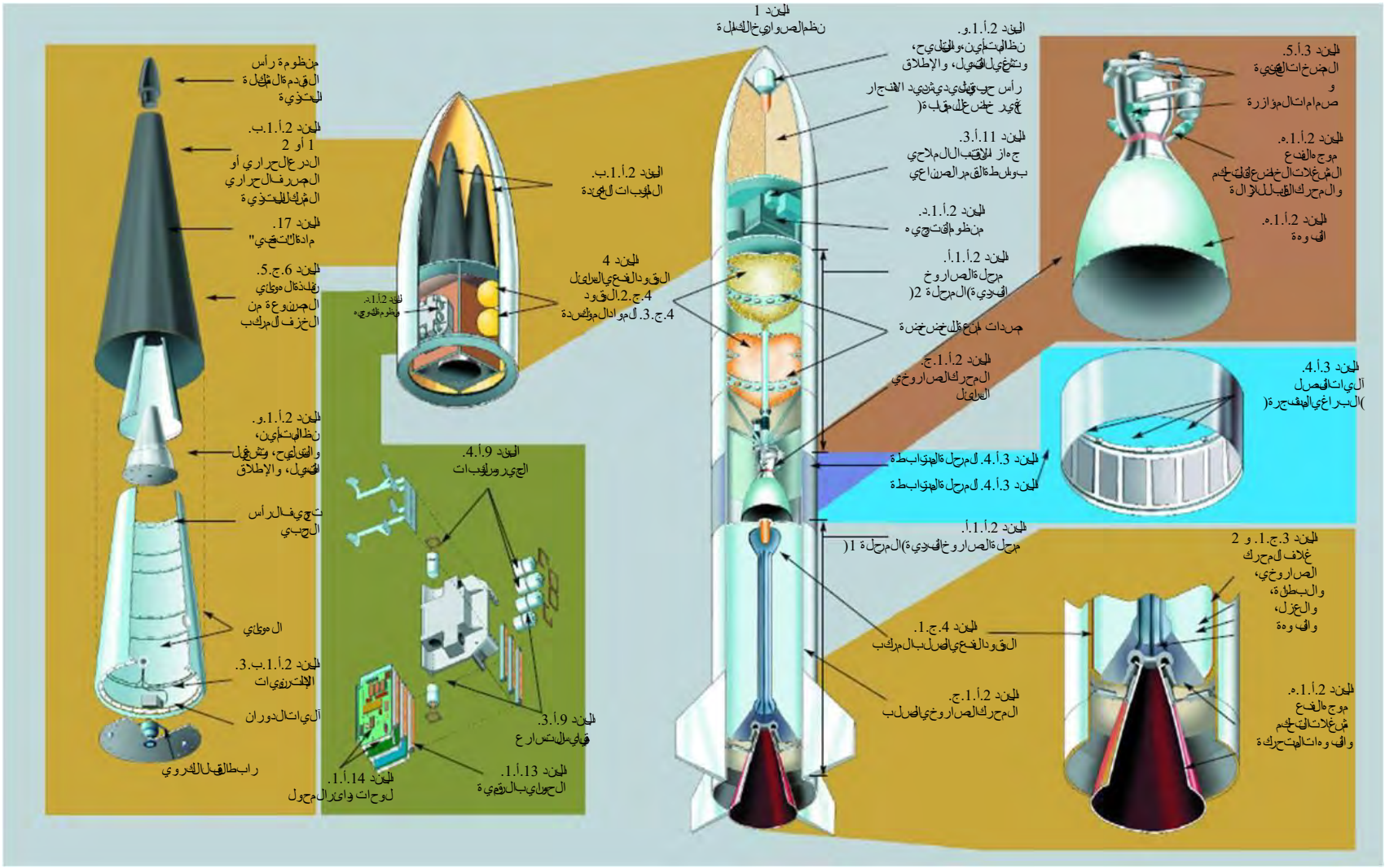
يوفر الشكل 4 رؤية أكثر شمولية للقذائف السيارة التي تستخدم مجموعة من النظم الفرعية الموصوفة في هذه الوثيقة. وتستخدم هذه القذائف أنواعاً من الصواريخ السيارة التي تتألف من مرحلة واحدة أو مرحلتين، كما هو مبين في الشكل 1.أ.19. وتستخدم هذه القذائف أنواعاً من الصواريخ السيارة التي تتألف من مرحلة واحدة أو مرحلتين، كما هو مبين في الشكل 1.أ.19.

تتكون هذه النظم، في أغلب الأحيان، من مرحلة واحدة أو مرحلتين، وتستخدم محركات صاروخية ذات وقود صلب. وتتراوح أقطار هذه المحركات بين 8 م و008 م، ويتراوح وزنها بين 50000 كغ. وتتراوح حمولة الدفع القصوى لهذه النظم بين 1 و2 و3، كما هو مبين في الشكل 1.أ.19. وتستخدم هذه النظم لإطلاق الحمولات الفضائية والمركبات الفضائية دون المدارية التي تستخدم لأغراض البحث العلمي في الغلاف الجوي العلوي (SLBMs). أما الصواريخ السيارة المستخدمة لإطلاق القذائف التي تستخدم لأغراض البحث العلمي في الغلاف الجوي العلوي (الشكل 2.1.أ.1.

الشكل ( ) تعريف الفئة: نادراً ما يتم تصنيع نظام صاروخي كامل أو وحدة تجميع كاملة من هذه النظم لعرضها في متاحف أو استخدامها لأغراض غير عسكرية. وعوضاً عن ذلك، يتم شحن النظام الصاروخي أو وحدة التجميع الرئيسية (مثل المرحلة الأولى أو الثانية) في صناديق أو حاويات مع معدات أخرى إلى موقع الإطلاق، حيث يتم تجميعها واختبارها وتزويدها بالوقود قبل إطلاقها. وفي بعض الأحيان، يتم إجراء عملية التجميع النهائية في موقع الإطلاق الرأسي. وتكون هذه العملية في العادة أقل تعقيداً من خلال تجميع النظام الصاروخي بوضع أفقي.

وكذلك بعض المستلزمات التي تشحن إلى موقع الإطلاق في صناديق منفصلة عن النظام الصاروخي نفسه، مثل وحدة التوجيه الخاصة بالمرحلة الأولى أو الثانية، أو أي مكونات أخرى قد تتعرض للتلف أثناء الشحن. وتشمل هذه المكونات الحساسة للوقت (MEL)، وهي عبارة عن قائمة تحتوي على مكونات ذات عمر تشغيلي محدود، مثل البطاريات الخاصة بالمرحلة الأولى أو الثانية (وهي مكونات تستلزم تعبئة الوقود قبل الإطلاق مباشرة) أو أي مكونات أخرى لا تتحمل البقاء لفترات طويلة في مخزن المرحلة الأولى أو الثانية (مثل بعض أنظمة الدفع الصلب التي تتطلب إعادة شحن البطاريات بشكل دوري).

الشكل 3: على اليسار: مركبة الإطلاق الفضائية (ISRO). وعلى اليمين: النقالة لتحريك القذيفة SS-25، ذات العجلات المخصصة لنقل وتخزين وإطلاق القذائف التي تعمل بالوقود الصلب. بتصريح من شركة أوفبي/جيتي إيميجز.



الشكل 4: نظرة عامة على القيود المفروضة على التجارة الدولية في نظم المركبات الصاروخية الكاملة (دليل مرفق نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف، الإصدار الثالث، يوليو 2002)

2.أ.1 نظم المركبات الجوية غير المأهولة (بما في ذلك القذائف الإنسيابية، والطائرات بدون طيار للتدريب على إصابة الهدف، وطائرات الاستطلاع بدون طيار)، القادرة على إيصال "حمولة" لا تقل عن 500 كغ إلى "مدى" لا يقل عن 300 كم.

الطبيعة والغرض: تعد نظم المركبات الجوية غير المأهولة مركبات جوية نفس نموذجية تستفيد من الرفع الديناميكي الهوائي للطيران (لذلك فهي تنفذ كامل مهامها ضمن الغلاف الجوي للأرض). عادةً ما تعمل نظم المركبات الجوية غير المأهولة بواسطة محرك نفاث صغير أو محركات تعمل بالمكبس تحرك شفرات حرة أو أنبوبية، أو محركات نفاثة صغيرة الحجم، تمت تغطية بعض نظم الدفع هذه بواسطة البند 3 من مرفق نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف). أما بالنسبة للقذائف الانسيابية فهي تعمل بشكل نموذجي بسرعات عالية أقل من سرعة الصوت (أقل من 900 كم/سا) في حين تحلق المركبات الجوية غير المأهولة الأخرى بسرعات تتراوح بين 360 كم/سا وصولاً إلى 640 كم/سا.

يجب أن يأخذ تقييم النظم المشمولة في هذا البند في الحسبان القدرة على استبدال الحمولة والمدى. يمكن أن تختلف القدرة الكامنة الفعلية إلى حد كبير عن المواصفات المحددة من قبل الصانع أو عن المفهوم التشغيلي المقصود.

- أستراليا
- الصين
- فرنسا
- ألمانيا
- إسرائيل
- باكستان
- روسيا
- الولايات المتحدة

الإنتاج العالمي

إن العديد من نظم المركبات الجوية غير المأهولة المشمولة في هذا القسم من نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف هي أنظمة ضخمة قادرة على التشغيل على ارتفاعات تبلغ حوالي 200000 م، ولها القدرة على تحمل الطيران لفترة تتراوح بين 24 و48 ساعة في حين يبلغ أقصى وزن لها عند الانطلاق بين 20500 كغ و 120500 كغ. ويمكن الإشارة إلى نظم المركبات الجوية غير المأهولة هذه باسم "المركبات الجوية غير المأهولة القادرة على التحمل طويلاً على ارتفاعات عالية". كما يشمل البند 2.أ.1 فضلاً عن ذلك العديد من المركبات الجوية غير المأهولة القادرة على التحمل طويلاً على ارتفاعات متوسطة.

تتباين تصميمات القذائف الانسيابية، والتي بمقدورها الطيران على ارتفاعات عالية أو بالقرب من الأرض. بالمقابل، تم تعديل نظم المركبات الجوية غير المأهولة الأخرى لتستطيع حمل رؤوس حربية لمهاجمة الأهداف، لتكون بالتالي قذائف انسيابية ذات فعالية كبيرة في تنفيذ تلك المهمة المحددة. تتشابه هذه النظم في بعض الأحيان مع القذائف الانسيابية في نواحٍ عدة تشمل تكنولوجيا الدفع النفاث الصاروخي، وكذلك القدرة على استلام وإرسال البيانات والأوامر خلال الطيران. أما الفرق الجوهري بين الصواريخ الانسيابية وغيرها من المركبات الجوية غير المأهولة فيتمثل في أن الأخيرة مصممة لإعادة الاستعمال في حين أن المركبات الجوية غير المأهولة الأخرى مصممة للعودة بعد تنفيذ المهام، ما يجعلها تتشارك مع المركبات الجوية المأهولة في العديد من المزايا، مثل آليات الهبوط الآمن والأجنحة كبيرة الحجم التي من شأنها الحفاظ على الارتفاع وتحسين القدرة على التحمل.

الشكل 2: إحدى المركبات الجوية غير المأهولة القادرة على التحمل طويلاً على ارتفاعات عالية (سلاح الجو الأمريكي)

أما الفرق بين نظائر الصواريخ الباليستية ونظائر الصواريخ الجوالة فيكمن في أن نظائر الصواريخ الباليستية تتبع بشكل نموذجي مسارا منحنيا خلال الجزء الأكبر من رحلتها، في حين أن نظائر الصواريخ الجوالة تحافظ على مسار طيران في الغلاف الجوي المنخفض (أقل من 20 كم) طوال فترة تحليقها. وهي قادرة على الوصول إلى مدى أقصى يبلغ 650617 قدم (أي ما يعادل 200 كم) أو أكثر. وتعد نظائر الصواريخ الجوالة أكثر صعوبة من نظائر الصواريخ الباليستية من حيث الاكتشاف والتتبع والاعتراض، وذلك بسبب صغر حجمها وانخفاض بصمتها الرادارية وبصمتها الحرارية. وعلى الرغم من أن بعض نظائر الصواريخ الباليستية، مثل صواريخ سكود، تحلق أيضا على ارتفاعات منخفضة خلال جزء من رحلتها، فإن نظائر الصواريخ الجوالة تحافظ على ارتفاعات منخفضة طوال رحلتها بأكملها تقريبا.

ومن الجدير بالذكر أن بعض نظائر الصواريخ الجوالة تتمتع بقدرة على المناورة و/أو مدى يصل إلى الحد الأدنى البالغ 300 كم و500 كم على التوالي، وهو ما يمكنها من الحفاظ على قدرتها على المناورة والمدى أثناء تحليقها في مسار طيران منخفض. إن القدرة على المناورة أثناء التحليق في مسار طيران منخفض تمكن نظائر الصواريخ الجوالة من تجنب الكشف عنها أو اعتراضها بواسطة أنظمة الدفاع الجوي المنخفض المستوى. وعلى الرغم من أن بعض نظائر الصواريخ الجوالة تتمتع بقدرة على المناورة، فإن بعضها الآخر، مثل نظائر الصواريخ الجوالة التي تستخدم في الهجمات الانتحارية، لا يتمتع بهذه القدرة. وتعتمد نظائر الصواريخ الجوالة التي لا تتمتع بقدرة على المناورة على مسار طيران مسطح للوصول إلى أهدافها.

طريقة التشغيل: يمكن إطلاق نظائر الصواريخ الجوالة غير المأهولة من خلال نظام إطلاق أرضي، أو من على متن سفينة، أو من الجو. وعلى الرغم من أن نظائر الصواريخ الجوالة غير المأهولة يمكن أن تتبع مسار طيران مسطح، فإن بعضها يستخدم نظام ملاحة يعتمد على نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) لتحديد موقعها بالنسبة إلى الهدف المقصود. وتتلقى نظائر الصواريخ الجوالة غير المأهولة التي تستخدم نظام تحديد المواقع العالمي بيانات الإحداثيات الخاصة بالهدف المقصود قبل الإطلاق، وتحافظ على مسار طيرانها من خلال مقارنة موقعها الحالي بموقع الهدف المقصود. وتستخدم نظائر الصواريخ الجوالة غير المأهولة التي لا تستخدم نظام تحديد المواقع العالمي نظام ملاحة بالقصور الذاتي، حيث يتم برمجة مسار الطيران المطلوب في نظام الملاحة بالقصور الذاتي قبل الإطلاق. وتحافظ نظائر الصواريخ الجوالة غير المأهولة التي تستخدم نظام الملاحة بالقصور الذاتي على مسار طيرانها من خلال مقارنة موقعها الحالي بموقع الهدف المقصود، حيث يتم تحديد الموقع الحالي من خلال قياس التغيرات في السرعة والاتجاه منذ الإطلاق. وتتبع نظائر الصواريخ الجوالة غير المأهولة التي تستخدم نظام الملاحة بالقصور الذاتي مسار طيران مسطح من خلال الحفاظ على ارتفاع ثابت فوق مستوى سطح البحر.

الشكل 6: مركبة جوية غير مأهولة مزودة بنظام توجيه أرضي (مركبة جوية من طراز MQ-1 Predator)

تتمتع نظائر الصواريخ الباليستية بقدرة على التحليق في الغلاف الجوي المنخفض لمسافات تصل إلى 20 كم أو 650617 قدم، وهي المسافة التي تتغير باستمرار أثناء الطيران في أي اتجاه أو ارتفاع. وتعد هذه الخصائص – من بين أمور أخرى – هي التي تمنح نظائر الصواريخ الباليستية القدرة على المناورة خلال مسار الطيران الخاص بها. وعلى الرغم من أن نظائر الصواريخ الباليستية والجوالة تتشابه في بعض الخصائص، فإن هناك اختلافات رئيسية بين نظائر الصواريخ الباليستية ونظائر الصواريخ الجوالة. وتتكون نظائر الصواريخ الباليستية من ثلاث مراحل رئيسية، وهي المرحلة الدافعة، والمرحلة الوسطى، والمرحلة النهائية. وفي أثناء المرحلة الدافعة، يتم توجيه نظائر الصواريخ الباليستية على طول مسار طيران منحنٍ خلال الجزء الأكبر من رحلتها. وتتراوح مدة المرحلة الدافعة عادةً بين 300 ثانية و500 ثانية، وتتراوح المسافة التي تقطعها بين 205 كم و610 كم. وتتراوح سرعة نظائر الصواريخ الباليستية في نهاية المرحلة الدافعة بين 3060 كم/ساعة (أي ما يعادل 1900 ميل/ساعة) و7200 كم/ساعة (أي ما يعادل 4500 ميل/ساعة).

يمكن إطلاق نظائر الصواريخ الباليستية من المركبات الأرضية، أو من على متن السفن، أو من الغواصات، أو من الطائرات. وتعد إطلاقها من الأرض أو من البحر هي الأكثر شيوعا. وتتمتع نظائر الصواريخ الباليستية بقدرة على المناورة أثناء مرحلة الانطلاق من الغلاف الجوي، وتتمتع بقدرة على المناورة أثناء مرحلة الانطلاق من الغلاف الجوي، وتتمتع بقدرة على المناورة أثناء مرحلة الانطلاق من الغلاف الجوي.

تستخدم نظم الملاحة بالقصور الذاتي في الطائرات بدون طيار على نطاق واسع لتحديد موقعها وسرعتها واتجاهها. وتعمل هذه النظم عن طريق قياس التغيرات في سرعة الطائرة واتجاهها، وتحسب موقعها بالنسبة إلى نقطة البداية المعروفة. وتتميز هذه النظم بأنها مستقلة عن أي مصدر خارجي للمعلومات، ولا يمكن التشويش عليها أو تعطيلها بسهولة. وتتكون نظم الملاحة بالقصور الذاتي من مستشعرات دقيقة للغاية، مثل مقاييس التسارع والجيروسكوبات، التي تقيس التغيرات في السرعة والاتجاه. ثم تستخدم هذه البيانات لحساب موقع الطائرة بالنسبة إلى نقطة البداية. وتتطلب نظم الملاحة بالقصور الذاتي معايرة دقيقة وتحديثات منتظمة لضمان الدقة، حيث يمكن أن تتراكم الأخطاء بمرور الوقت. وعلى الرغم من هذه القيود، تظل نظم الملاحة بالقصور الذاتي أداة قيمة للملاحة الموثوقة في بيئات مختلفة.

الشكل 7: قاذفة تابعة لشركة بايونيرز مخصصة للأبحاث العلمية، معروضة في متحف الطيران في مدينة سيمي فالي بولاية كاليفورنيا. (المصدر: الأمم المتحدة، نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف، الإصدار الثالث، يوليو 2002)

عادةً ما تتكون نظم الملاحة بالقصور الذاتي من وحدة قياس بالقصور الذاتي (IMU) ووحدة حاسوبية. وتتألف وحدة القياس بالقصور الذاتي من ثلاثة مقاييس تسارع وثلاثة جيروسكوبات، وتقوم بقياس التسارع والسرعة الزاوية على طول ثلاثة محاور متعامدة. وتقوم الوحدة الحاسوبية بمعالجة هذه القياسات لحساب موقع الطائرة وسرعتها واتجاهها. وتتطلب نظم الملاحة بالقصور الذاتي معايرة دقيقة قبل الإطلاق لضمان الدقة، وتحديثات منتظمة أثناء الطيران لتصحيح الأخطاء المتراكمة. وعلى الرغم من هذه المتطلبات، تظل نظم الملاحة بالقصور الذاتي خيارًا شائعًا للطائرات بدون طيار نظرًا لموثوقيتها واستقلاليتها.

الاستخدامات المتوافقة مع نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف

يمكن أن تستخدم المركبات الجوية غير المأهولة ذات القدرة على الطيران لمسافات طويلة في المقام الأول لإجراء عمليات الاستطلاع المتطورة للتضاريس والأهداف الثابتة والمتحركة. وتتطلب هذه الاستخدامات عادةً مركبات جوية غير مأهولة قادرة على الطيران لمسافات طويلة وبسرعات منخفضة نسبيًا، وتتميز بقدرة تحمل عالية لحمل أجهزة الاستشعار والمعدات اللازمة. وتشمل الأمثلة على هذه الاستخدامات المراقبة والاستطلاع البعيد المدى، والاستطلاع الإلكتروني، والاستطلاع البصري، والاستطلاع بالرادار ذي الفتحة التركيبية، والاستطلاع بالأشعة تحت الحمراء، والاستطلاع المغناطيسي، والاستطلاع الكيميائي/البيولوجي/الإشعاعي/النووي.

عادةً ما يتم استخدام القاذفات الاستراتيجية لإيصال حمولات تزن ما بين 300 كجم و 500 كجم.

الاستخدامات الأخرى

يمكن أن تستخدم المركبات الجوية غير المأهولة القادرة على الطيران لمسافات طويلة على ارتفاعات عالية في مجموعة متنوعة من التطبيقات المدنية، مثل مراقبة خطوط الأنابيب والبنية التحتية للطاقة، والمسح الجوي، والاستشعار عن بعد، والتصوير الفوتوغرافي، والاستطلاع البيئي، والاستجابة للكوارث، والبحث والإنقاذ، وإدارة الحدود، والمراقبة البحرية، ومكافحة الحرائق، والمراقبة الزراعية، ومراقبة الحياة البرية، وتتبع الحيوانات، ومكافحة الصيد الجائر، ومراقبة الغابات، ومراقبة الأنهار الجليدية، ومراقبة الأراضي الرطبة، ومراقبة الشعاب المرجانية، ومراقبة الأنواع الغازية، ومراقبة التلوث، ومراقبة الانبعاثات، ومراقبة الغلاف الجوي، ومراقبة المناخ، ومراقبة الطقس، ومراقبة الفضاء، ومراقبة الأقمار الصناعية، ومراقبة الحطام الفضائي، ومراقبة النيازك، ومراقبة الكويكبات، ومراقبة المذنبات، ومراقبة الكواكب، ومراقبة القمر، ومراقبة الشمس، ومراقبة النجوم، ومراقبة المجرات، ومراقبة الكون.

الشكل (عديم التصريح): غالباً ما تظهر المركبات الجوية غير المأهولة بمظهر الطائرات بدون طيار التقليدية على الرغم من أن الهدف، وطائرات الاستطلاع بدون طيار شبه الطائرات بدون طيار، يتطلب تصميم المركبات الجوية غير المأهولة المزودة بأجنحة طويلة ومستقيمة نسبياً لتحقيق أدوار محددة، إلا أن هذه المركبات تشارك عامة في أجنحتها الضخمة (التي تكون في الغالب ذات أبعاد تتراوح بين 20 م و 40 م، إلى جانب العديد من الواجهات الأمامية الإلكترونية للطيران التي تضمن بدون الطائرة وإمكانات الاتصالات بالأقمار الصناعية (SATCOM)، وهوائي الاستقبال/الإرسال الموجود على خط الرؤية، وأجزاء الملاحة والنظام العالمي لتحديد المواقع بالقرب من مركبات الجوية غير المأهولة المزودة بأجنحة قصيرة على أجنحة مخروطية الشكل.

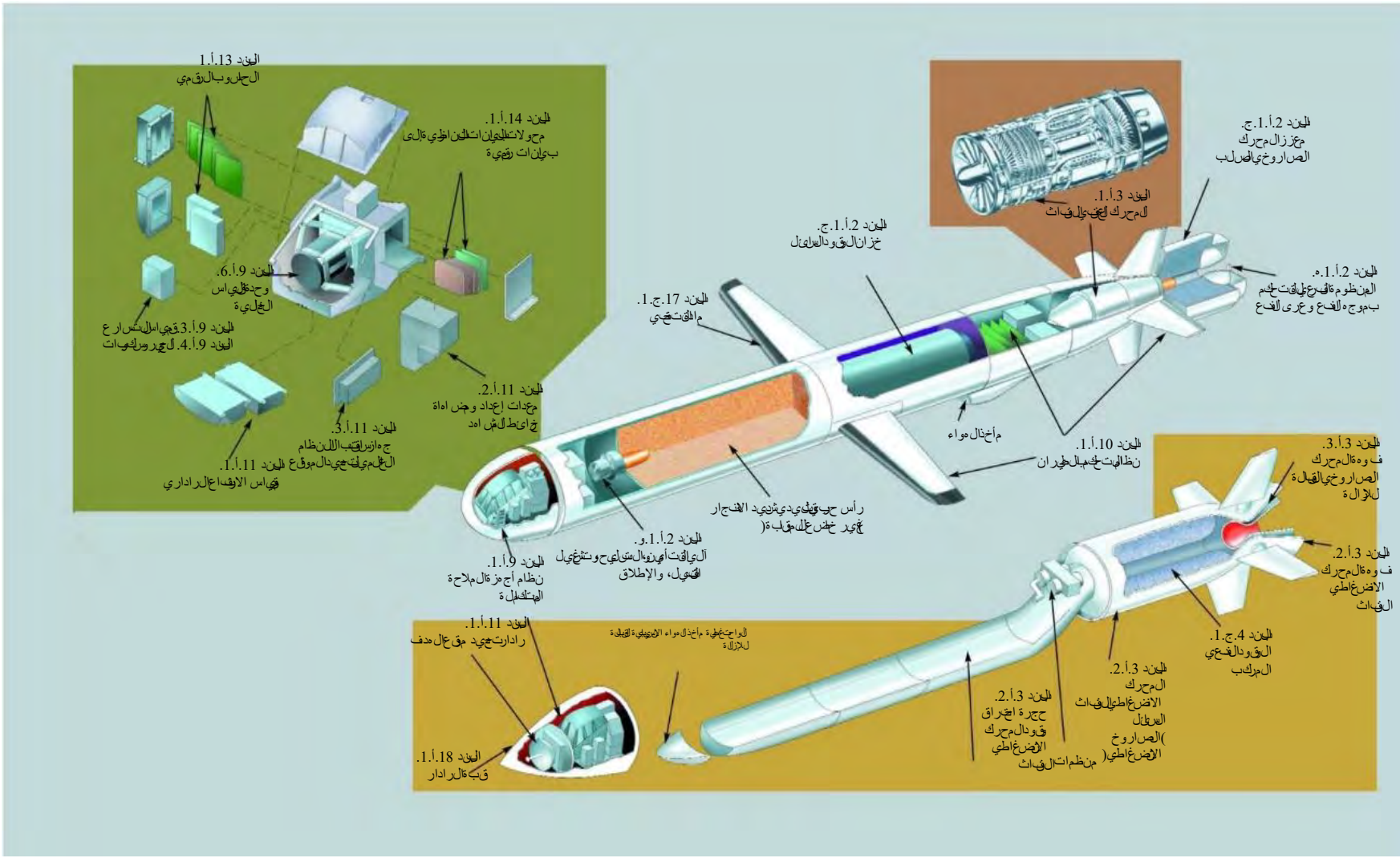
يمكن أن تتضمن أنظمة المركبات الجوية غير المأهولة الخاضعة للرقابة الدولية هذه الطائرات المأهولة التي تعمل بمحركات نفاثة صغيرة للطيران بسرعة دون سرعة الصوت أو محركات إقلاع صاروخية أو محركات نفاثة للطيران خلال الطيران.

الشكل 8: صورة مأخوذة من فيديو تظهر نظام قذيفة صاروخية مضاد للدبابات موجه بالليزر شبه نشط (الجيش الأمريكي)

تتطلب أنظمة الإطلاق الأرضية عادةً قطع أجنحة المركبات الجوية غير المأهولة المزودة بأجنحة طويلة ومستقيمة نسبياً لتخزين طولها الطويل بشكل مضغوط، وتتطلب أنظمة الإطلاق الجوية عادةً طي أجنحة المركبات الجوية غير المأهولة المزودة بأجنحة قصيرة على أجنحة مخروطية الشكل لتخزين طولها الطويل بشكل مضغوط (بين 8 إلى 1 و10 إلى 1). ويتطلب معظم هذه الأنظمة أيضاً أن تكون المركبات الجوية غير المأهولة المزودة بأجنحة طويلة ومستقيمة نسبياً قادرة على الطيران بسرعة دون سرعة الصوت أو بسرعة تفوق سرعة الصوت قليلاً لتقليل السحب الموجي. وتتطلب معظم هذه الأنظمة أيضاً أن تكون المركبات الجوية غير المأهولة المزودة بأجنحة قصيرة على أجنحة مخروطية الشكل قادرة على الطيران بسرعة تفوق سرعة الصوت بكثير لتقليل السحب الموجي. وتتطلب معظم هذه الأنظمة أيضاً أن تكون المركبات الجوية غير المأهولة المزودة بأجنحة طويلة ومستقيمة نسبياً قادرة على الطيران بسرعة دون سرعة الصوت أو بسرعة تفوق سرعة الصوت قليلاً لتقليل السحب الموجي. وتتطلب معظم هذه الأنظمة أيضاً أن تكون المركبات الجوية غير المأهولة المزودة بأجنحة قصيرة على أجنحة مخروطية الشكل قادرة على الطيران بسرعة تفوق سرعة الصوت بكثير لتقليل السحب الموجي. وتتطلب معظم هذه الأنظمة أيضاً أن تكون المركبات الجوية غير المأهولة المزودة بأجنحة طويلة ومستقيمة نسبياً قادرة على الطيران بسرعة دون سرعة الصوت أو بسرعة تفوق سرعة الصوت قليلاً لتقليل السحب الموجي. وتتطلب معظم هذه الأنظمة أيضاً أن تكون المركبات الجوية غير المأهولة المزودة بأجنحة قصيرة على أجنحة مخروطية الشكل قادرة على الطيران بسرعة تفوق سرعة الصوت بكثير لتقليل السحب الموجي.

الشكل (عديم التصريح): تتصرف المركبات الجوية غير المأهولة بمظهر أنظمة الإطلاق الأرضية، من شاحنات أو أساس ثابت في موقع محدد، ومن قاذفات تحت الأرض أو شبه تحت الأرض. ويمكن أن تتنوع أحجام هذه الأنظمة من أقل من 10 كغ و0003 م^3، إلى 150 كغ و001 م^3 إلى 1 م^3، أو أكبر بكثير.

يمكن تكوين المركبات الجوية غير المأهولة، بما في ذلك تلك المصممة للتحليق على ارتفاعات منخفضة أو في حالات مضادة للرادار، بحيث تطلق من مسافة بعيدة عن الهدف، بما في ذلك من طائرات أو سفن سطحية أو غواصات أو من البر. وتتطلب أنظمة الإطلاق الجوية عادةً طي أجنحة المركبات الجوية غير المأهولة المزودة بأجنحة طويلة ومستقيمة نسبياً، وتتطلب أنظمة الإطلاق الجوية عادةً طي أجنحة المركبات الجوية غير المأهولة المزودة بأجنحة قصيرة على أجنحة مخروطية الشكل، وتتطلب أنظمة الإطلاق الجوية عادةً طي أجنحة المركبات الجوية غير المأهولة المزودة بأجنحة طويلة ومستقيمة نسبياً، وتتطلب أنظمة الإطلاق الجوية عادةً طي أجنحة المركبات الجوية غير المأهولة المزودة بأجنحة قصيرة على أجنحة مخروطية الشكل، وتتطلب أنظمة الإطلاق الجوية عادةً طي أجنحة المركبات الجوية غير المأهولة المزودة بأجنحة طويلة ومستقيمة نسبياً، وتتطلب أنظمة الإطلاق الجوية عادةً طي أجنحة المركبات الجوية غير المأهولة المزودة بأجنحة قصيرة على أجنحة مخروطية الشكل.



الشكل 9: نظرة عامة على القذيفة الافتراضية (لا توجد قذيفة محددة في نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف.) (يعرض مكونات وتكنولوجيات نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف، الإصدار الثالث، يوليو 2002)

١.ب معدات الاختبار والإنتاج

١.ب.١ "منشآت الإنتاج" المصممة خصيصاً للنظم المحددة في البند ١.أ.

الغرض والطبيعة: تشمل منشآت الإنتاج المصممة خصيصاً لعمليات الإنتاج المستخدمة في نظم الصواريخ الكاملة ونظم الطائرات غير المأهولة. وتلك المنشآت من أنواع المعدات المصممة خصيصاً لنظم الإنتاج المحددة في البند ١.أ. والتي تشكل هذه المنشآت جزءاً لا يتجزأ من خطوط الإنتاج أو تستخدم لاختبار أو إنتاج، وتشمل منشآت الإنتاج هذه المعدات المصممة خصيصاً لتلك المنشآت. وتشمل المعدات المصممة خصيصاً لتلك المنشآت على سبيل المثال لا الحصر: أدوات التثبيت والقوالب والمقاييس المدخلة في عمليات الإنتاج المحددة في البند ١.أ. وأدوات التثبيت المستخدمة لتثبيت الأجزاء الرئيسية معاً أثناء عمليات التجميع. وتشمل المعدات المصممة خصيصاً لعمليات الإنتاج المحددة في البند ١.أ. المعدات المتخصصة لاختبار المحركات الصاروخية أو المحركات الطائرة غير المأهولة، مثل: منصات الاختبار الأفقية والرأسية التي تتحكم في المحرك أثناء الاختبار وتقيس الأداء، وتستقبل البيانات المقاسة وتعالجها. وتشمل المعدات المصممة خصيصاً لعمليات الإنتاج المحددة في البند ١.أ. المعدات المتخصصة لاختبار المحركات الصاروخية أو المحركات الطائرة غير المأهولة، مثل: منصات الاختبار الأفقية والرأسية التي تتحكم في المحرك أثناء الاختبار وتقيس الأداء، وتستقبل البيانات المقاسة وتعالجها.

طريقة التشغيل: تتم المنشآت المدخلة في عمليات الإنتاج المحددة في البند ١.أ. وأدوات التثبيت والقوالب والمقاييس، وتستخدم في نظم الصواريخ والطائرات غير المأهولة. وتشمل المنشآت المدخلة في عمليات الإنتاج المحددة في البند ١.أ. المعدات المتخصصة لاختبار المحركات الصاروخية أو المحركات الطائرة غير المأهولة، مثل: منصات الاختبار الأفقية والرأسية التي تتحكم في المحرك أثناء الاختبار وتقيس الأداء، وتستقبل البيانات المقاسة وتعالجها. وتشمل المعدات المصممة خصيصاً لعمليات الإنتاج المحددة في البند ١.أ. المعدات المتخصصة لاختبار المحركات الصاروخية أو المحركات الطائرة غير المأهولة، مثل: منصات الاختبار الأفقية والرأسية التي تتحكم في المحرك أثناء الاختبار وتقيس الأداء، وتستقبل البيانات المقاسة وتعالجها.

الاستخدامات الموجودة على قائمة الأطراف: تتم المنشآت المدخلة في عمليات الإنتاج المحددة في البند ١.أ. وأدوات التثبيت والقوالب والمقاييس، وتستخدم في نظم الصواريخ والطائرات غير المأهولة. وتشمل المنشآت المدخلة في عمليات الإنتاج المحددة في البند ١.أ. المعدات المتخصصة لاختبار المحركات الصاروخية أو المحركات الطائرة غير المأهولة، مثل: منصات الاختبار الأفقية والرأسية التي تتحكم في المحرك أثناء الاختبار وتقيس الأداء، وتستقبل البيانات المقاسة وتعالجها. وتشمل المعدات المصممة خصيصاً لعمليات الإنتاج المحددة في البند ١.أ. المعدات المتخصصة لاختبار المحركات الصاروخية أو المحركات الطائرة غير المأهولة، مثل: منصات الاختبار الأفقية والرأسية التي تتحكم في المحرك أثناء الاختبار وتقيس الأداء، وتستقبل البيانات المقاسة وتعالجها.

الإنتاج العالمي

- الأرجنتين
- البرازيل
- كندا
- الصين
- مصر
- فرنسا
- ألمانيا
- الهند
- إيران
- إسرائيل
- إيطاليا
- اليابان
- كوريا الشمالية
- باكستان
- روسيا
- جنوب إفريقيا
- جمهورية كوريا
- السويد
- سويسرا
- أوكرانيا
- المملكة المتحدة
- الولايات المتحدة

الاستخدامات الأخرى: عادةً ما تكون هيئات ومرشدات المجموعة المخصصة للتطبيق لمرة واحدة مصممة لإنتاج نوع واحد من الصواريخ أو نظم المركبات الجوية غير المأهولة. وعادةً لا يكون من الممكن بسهولة إعادة تصميمها للاستخدام في تطبيقات أخرى.

الشكل 10 (المصدر: عادةً ما تكون هيئات ومرشدات المجموعة المستخدمة في نظائر نظم الإنتاج في كل مرحلة تقريباً عن حجم أكبر بنسبة 20% إلى 30% لأن مصممة لأغراض الاختبار وتتطلب إضافة مواد إلى الهيكل لتحمل الأحمال الديناميكية الهوائية):

الشكل 10: من اليسار: مركبة الإطلاق الفضائي مركبة على منصة تجميع (المصدر: ملف شخصي لتكوين المزيد على الويب). من اليمين: ملف شخصي لتركيب دعم القوة الأسيوية في عملية التجميع النهائية.

الشكل 10 (المصدر: تتعرض هيئات ومرشدات المجموعة الخاصة بقذائف الصواريخ ضخمة الحجم لأحمال ديناميكية هوائية عالية أثناء تحركها من مكان تجميعها إلى محطة الإنتاج وكذلك أثناء الطيران في حد أقصى لكل من أجزاء الهيكل التي تحمل شحنة أو تدعم شحنة أو تربط مراحل القذيفة. وعلاوة على ذلك، فإن هيئات ومرشدات المجموعة المستخدمة في الصواريخ ضخمة الحجم لا تتحمل بالضرورة دورات الضغط والتحلل التي تتعرض لها هيئات ومرشدات المجموعة المستخدمة في الصواريخ الأصغر حجماً. ومن ثم، فإن هيئات ومرشدات المجموعة المستخدمة في الصواريخ ضخمة الحجم لا تتطلب بالضرورة نفس مستوى الجودة والتحكم في العملية الذي تتطلبه هيئات ومرشدات المجموعة المستخدمة في الصواريخ الأصغر حجماً في إطار برنامج الصواريخ الأكثر تطوراً.

معلومات إضافية: تتطلب هيئات ومرشدات المجموعة المستخدمة في نظائر نظم الإنتاج التي تحتوي على أجهزة استشعار أو أجهزة إلكترونية حساسة للغاية وجود نظام تبريد سلبي أو نشط لتبديد الحرارة الناتجة عن تشغيل هذه الأجهزة. وفي حالة نظم الإنتاج، يتم تبريد هذه الأجهزة عادةً عن طريق تدفق الهواء البارد عبر الأجهزة أثناء الطيران. وفي حالة نظائر نظم الإنتاج، يتم تبريد هذه الأجهزة عادةً عن طريق تدفق الهواء البارد عبر الأجهزة أثناء الطيران. وفي حالة نظائر نظم الإنتاج، يتم تبريد هذه الأجهزة عادةً عن طريق تدفق الهواء البارد عبر الأجهزة أثناء الطيران.

تنطبق نشرات ومرشدات نظم المركبات الجوية غير المأهولة على نحوٍ واسع تبعاً لدرجة تعقيد نظام الإطلاق المستخدم لعرض نظم المركبات الجوية غير المأهولة طراز شريحة القنابل وطرق بناء طائرة مخصصة للمواقف رغوة الجوية وإجراء عمليات قياس الطيران الجوية غير المأهولة طراز شريحة أو من النوع الذي يستخدم نظم المركبات الجوية غير المأهولة الأكثر تطوراً نشرات ومرشدات مخصصة للإنتاج تلك المستخدمة في عرض المركبات المأهولة طراز شريحة خطط الطيران على سبيل المثال الطيران الجوية بواسطة المركبات الجوية.

١.ج المواد

لا يوجد.

١.د البرمجيات

١.د.١ "البرمجيات" المصممة أو المعدلة خصيصاً لأغراض "استخدام" منشآت الإنتاج المحددة في البند ٢.ب.١.

الطبيعة والغرض: تتكون من وحدات التحكم الرقمي المستخدمة في عرض المركبات الجوية غير المأهولة طراز شريحة وصولاً إلى نظم التحكم الإشرافي وتحصيل البيانات (SCADA) التي تعتمد على الوظائف والعمليات على نطاق واسع في المحطة والتحكم بها. يمكن للمنشآت الأكبر حجماً أيضاً من التشغيل من نظام تنفيذ عرض المركبات الجوية غير المأهولة (MES) الذي يقوم بإدارة جميع وحدات عرض المركبات الجوية غير المأهولة بدلاً من عرض مقترح الإنتاج وصولاً إلى تنفيذ التحكم الرقمي. يمكن نظام تنفيذ عرض المركبات الجوية غير المأهولة نظم التحكم الإشرافي وتحصيل البيانات ومعدات التحكم الرقمي بهدف تنسيق العمليات الإنتاجية.

طريقة التشغيل: توجد وحدات التحكم العددي في وحدة التحكم بالمعدات الآلية وتتكون عادة من عدة مكونات تنفيذ مهمة محددة مثل حركة غلاف المحرك. تتضمن نظم التحكم الإشرافي وتحصيل البيانات أجهزة استشعار تعمل على تسجيل العمليات باستخدام أجهزة حاسوب ووحدات تحكم طرفية قابلة للبرمجة مخصصة لهذا الغرض. من جهةٍ أخرى تتطلب منشآت التفتيش المستمر للوقود الفعلي عملية استرجاع المكونات المختلفة مثل موانع تسرب عدل الخراق أثناء الطيران الوقود الفعلي وقياسه إلى أغطية المحرك. كما تصل

نظام تنفيذ عرض المركبات الجوية غير المأهولة واجهة تعريفية بهدف جدولة الإنتاج، وتتبع سير التقدم الحاصل فضلاً عن الإبلاغ عن التناقضات المتعلقة بالعمليات.

- الأرجنتين
- البرازيل
- كندا
- الصين
- مصر
- فرنسا
- ألمانيا
- الهند
- إيران
- إسرائيل
- إيطاليا
- اليابان
- كوريا الشمالية
- باكستان
- روسيا
- إسبانيا
- جمهورية كوريا
- السويد
- سويسرا
- أوكرانيا
- المملكة المتحدة
- الولايات المتحدة

الإنتاج العالمي

الاستخدامات المأذون بها لمعدات الإنتاج: يتم تصميم المعدات الخاصة بالمرحلة الإنتاجية في المقام الأول لتحويل المواد الخام إلى مكونات أو مجموعات فرعية لمنظومات القذائف. وقد تشمل هذه المعدات الآلات الأوتوماتيكية المستخدمة في خطوط الإنتاج، والمعدات المصممة خصيصاً لهذه المرحلة، والمعدات المتخصصة لاختبار المكونات النهائية للتأكد من أنها تعمل على النحو المنشود، والمعدات المتخصصة لمعايرة الآلات وأدوات القياس الأخرى.

الاستخدامات الأخرى: يمكن استخدام بعض المعدات الخاصة بالمرحلة الإنتاجية في أنشطة أخرى، مثل أنشطة الصيانة أو الإدارة العامة، التي لا علاقة لها بمنظومات القذائف. وقد تشمل أنشطة الصيانة معدات الاختبار والمعايرة المستخدمة في مرحلة الإنتاج، وقد تشمل أنشطة الإدارة العامة أجهزة الكمبيوتر والبرمجيات المستخدمة في إدارة المخزون أو المشتريات.

الشكل (عدد الصور): عادةً ما تتخذ المعدات المستخدمة في المرحلة الإنتاجية شكل وحدات مستقلة أو مجموعات فرعية أو مكونات يمكن تركيبها في منظومات القذائف. وقد تتخذ هذه المعدات أشكالاً مختلفة، اعتماداً على وظيفتها المحددة. على سبيل المثال، قد تكون المعدات المستخدمة في عملية التجميع عبارة عن أدوات يدوية أو آلات أوتوماتيكية، بينما قد تكون المعدات المستخدمة في الاختبار عبارة عن أجهزة استشعار أو أجهزة قياس.

الشكل (عدد العينات): لا يمكن تمييز المعدات المستخدمة في المرحلة الإنتاجية بسهولة عن المعدات المستخدمة في مراحل أخرى من دورة حياة منظومات القذائف. وقد تكون المعدات المستخدمة في المرحلة الإنتاجية متطابقة مع المعدات المستخدمة في مراحل أخرى، مثل مرحلة التطوير أو مرحلة الإنتاج. ومع ذلك، يمكن تحديد المعدات المستخدمة في المرحلة الإنتاجية من خلال وظيفتها المحددة، والتي تتمثل في تحويل المواد الخام إلى مكونات أو مجموعات فرعية لمنظومات القذائف.

الشكل 11: المعدات المستخدمة في مرحلة الإنتاج (مثل أجهزة الكمبيوتر والبرمجيات والمعدات المتخصصة) هي المعدات المستخدمة في مرحلة الإنتاج من دورة حياة منظومات القذائف، وفقاً لدليل نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف (MTCR) الإصدار الثالث (2002).

1.د.2 "البرمجيات" المصممة أو المعدلة خصيصاً لتنسيق وظيفة أكثر من نظام فرعي، في النظم المدرجة في البند 1.أ.

ملاحظة:

بالنسبة للطائرات المأهولة التي يجري تحويلها لكي تعمل بمثابة مركبات جوية غير مأهولة على النحو المدرج في البند ١.أ.٢، يشمل البند ١.د.٢ "البرمجيات" على النحو التالي:

أ– "البرمجيات" المصممة أو المعدلة خصيصاً لدمج معدات التحويل مع وظائف منظومة الطائرات؛

ب– "البرمجيات" المصممة أو المعدلة خصيصاً لتشغيل الطائرات كمركبات جوية غير مأهولة.

الطبيعة والغرض: تعد برمجية نظام مراقبة الطيران البرمجية الأمثل لتنسيق وظيفة النظم الفرعية المتعددة الخاصة بالنظم المحددة في البند 1.أ. يتم دمج برمجية الطيران هذه في الحاسوب الموجود على متن المركبة وتقوم بوظيفة جمع المعلومات حول السرعة والتموضع التي يتم الحصول عليها من نظام الملاحة أو التوجيه وكذلك من التغذية الراجعة من نظام التحكم، ما يتيح للحاسوب حساب وإصدار تصحيحات توجيهية إلى نظم مراقبة الطيران فضلاً عن ذلك تحدد هذه البرمجية توقيت تنفيذ العمليات الأخرى المتعلقة بالطيران، مثل إطفاء المحرك، والعمل على مراحل فصل المركبة العائدة.

تتضمن هذه البرمجية المستخدمة في تحويل المركبات الجوية المأهولة إلى مركبات جوية غير مأهولة عادةً برمجية مصممة خصيصاً لدمج معدات التحويل مع نظم الطائرة الرئيسية كما تتضمن برمجية إضافية لتشغيل المركبة الجوية غير المأهولة التي جرى تحويلها. تتيح هذه البرمجية التكاملية لمعدات التحويل الاتصال بنظم الطائرة الرئيسية بنفس الطريقة التي يتم فيها إيصال الأوامر إلى الطيار. ويمكن أيضاً لبرمجية التشغيل السماح بالتحكم بالطائرة من الأرض أو بالتحكم الذاتي بالطائرة.

الاتجاه العالمي

- الأرجنتين
- أستراليا
- البرازيل
- كندا
- الصين
- فرنسا
- ألمانيا
- الهند
- إسرائيل
- إيطاليا
- اليابان
- باكستان
- البرتغال
- روسيا
- جمهورية كوريا
- سويسرا
- السويد
- المملكة المتحدة
- الولايات المتحدة
- أوكرانيا

طريقة التشغيل: يتم تنصيب برمجية الطيران داخل الحاسوب الخاص بنظام القيادة، ويتم اختبارها قبل التشغيل. وخلال العد التنازلي للإطلاق، يتم تفعيل هذه البرمجية وتصبح هي المتحكمة بعملية الإطلاق، ويتم هذا عادةً خلال مرحلة التشغيل الأولى. وبمجرد تحررها من جميع موصلات الإشارة الخاصة بمنصة الإطلاق تصبح القيادة تحت مراقبة هذه البرمجية فضلاً عن ذلك، يتم إرسال جميع الإشارات المتعلقة بالتموضع والسرعة الصادرة عن نظام الملاحة، جنباً إلى جنب مع التغذية الراجعة من نظام التحكم، إلى حاسوب الطيران الذي يقوم بدوره بتوليد إشارات التصحيح التي يرسلها إلى جهاز التحكم بالطيران. كما تتم مراقبة صحة ضغط المحرك والنظام العام. أما بالنسبة للنظم الصاروخية، وعند الوصول إلى السرعة والوضعية المطلوبة، يتم إغلاق نظام الدفع. وبالنسبة للقذائف التسيارية، عندما يتم تأكيد إشارات التسليح من قبل الرأس الحربي يمكن أن ينفصل المركبة العائدة عن هيكل الطائرة.

تعريف "مركبة إطلاق غير مأهولة" تعني نظم إيصال قادرة على توجيه أو تحكم مسار المركبة بعيداً عن نقطة انطلاقها، وتشمل نظم إيصال بالصواريخ، ونظم إيصال بالقذائف المدفعية، ومركبات جوية غير مأهولة، ومركبات إطلاق فضائية، ومركبات إطلاق صاروخية، ومركبات إطلاق مدارية، ومركبات إطلاق بالمقذوفات الباليستية، ومركبات إطلاق بالمقذوفات الجوالة.

الاستخدامات المأذون بها: تستخدم مركبات الإطلاق الفضائية من كل نظم الإيصال الصاروخية أو نظم الإيصال غير المأهولة الأخرى لإطلاق حمولات الأقمار الصناعية أو الحمولات المدارية الأخرى.

الاستخدامات الأخرى: تعد هذه المركبات لإطلاق أي حمولة أخرى غير الأقمار الصناعية أو الحمولات المدارية الأخرى.

الشكل (عدد الحمولات): عادةً ما تستخدم مركبات الإطلاق لإطلاق حمولة واحدة أو عدة حمولات مصممة خصيصاً لهذه المهمة من نظم الإطلاق المحددة في البند 1.أ.1، أو أي حمولات أخرى لا تندرج تحت البند 1.أ.1 بسبب طبيعتها أو وظيفتها، أو لأنها تتجاوز قدرات نظم الإطلاق المحددة في البند 1.أ.1. ويمكن أن تشمل الحمولات المتعددة الأقمار الصناعية الفردية أو الأقمار الصناعية المتعددة، والأجسام المتطايرة، والأقمار الصناعية المرتبطة بمركبة الإطلاق، وأقمار الاختبار الفرعية المصممة لفصلها عن مركبة الإطلاق. ويمكن أن تخزن هذه الحمولات على وحدة تخزين USB أو الوثائق الورقية.

الشكل (عدد المراحل): لا يمكن أن تتجاوز مركبات الإطلاق المحددة في البند 1.أ.1 أكثر من مرحلة واحدة عاملة مزودة بمحركات صاروخية أو محركات صاروخية مصممة خصيصاً لهذه المهمة من نظم الإطلاق المحددة في البند 1.أ.1 عن أي مراحل أخرى تخزن على وحدة تخزين USB أو الوثائق الورقية. ويمكن أن تشمل المراحل المتعددة المراحل الفردية أو المراحل المتعددة، والأجسام المتطايرة، والأقمار الصناعية المرتبطة بمركبة الإطلاق، وأقمار الاختبار الفرعية المصممة لفصلها عن مركبة الإطلاق. ويمكن أن تخزن هذه الحمولات على وحدة تخزين USB أو الوثائق الورقية.

١.هـ التكنولوجيا

١.هـ.1 "التكنولوجيا" وفق ما هي الواردة في الملاحظة العامة بشأن التكنولوجيا، المستخدمة في "تطوير" أو "إنتاج" أو "استخدام" معدات أو "برمجيات" مدرجة في البند 1.أ أو 1.ب أو 1.د.

الغرض: تشتمل "التكنولوجيا" وفق ما هي الواردة في الملاحظة العامة بشأن التكنولوجيا، المستخدمة في "تطوير" أو "إنتاج" أو "استخدام" معدات أو "برمجيات" مدرجة في البند 1.أ أو 1.ب أو 1.د على "التكنولوجيا التقنية" أو "التكنولوجيا الدفاعية" المباشرة المتعلقة بأي من المواد أو المعدات، أو الخدمات المشتركة إلى دولة مدرجة في البند 1.أ أو 1.ب أو 1.د على "التكنولوجيا التقنية" أو "التكنولوجيا الدفاعية" المباشرة المتعلقة بأي من المواد أو المعدات، أو الخدمات المشتركة إلى دولة مدرجة في البند 1.أ أو 1.ب أو 1.د على "التكنولوجيا التقنية" أو "التكنولوجيا الدفاعية" المباشرة المتعلقة بأي من المواد أو المعدات، أو الخدمات المشتركة إلى دولة مدرجة في البند 1.أ أو 1.ب أو 1.د على "التكنولوجيا التقنية" أو "التكنولوجيا الدفاعية" المباشرة المتعلقة بأي من المواد أو المعدات، أو الخدمات المشتركة إلى دولة مدرجة في البند 1.أ أو 1.ب أو 1.د على "التكنولوجيا التقنية" أو "التكنولوجيا الدفاعية" المباشرة المتعلقة بأي من المواد أو المعدات، أو الخدمات المشتركة إلى دولة مدرجة في البند 1.أ أو 1.ب أو 1.د على "التكنولوجيا التقنية" أو "التكنولوجيا الدفاعية" المباشرة المتعلقة بأي من المواد أو المعدات، أو الخدمات المشتركة إلى دولة مدرجة في البند 1.أ أو 1.ب أو 1.د على "التكنولوجيا التقنية" أو "التكنولوجيا الدفاعية" المباشرة المتعلقة بأي من المواد أو المعدات، أو الخدمات المشتركة إلى دولة مدرجة في البند 1.أ أو 1.ب أو 1.د على "التكنولوجيا التقنية" أو "التكنولوجيا الدفاعية" المباشرة المتعلقة بأي من المواد أو المعدات، أو الخدمات المشتركة إلى دولة مدرجة في البند 1.أ أو 1.ب أو 1.د على "التكنولوجيا التقنية" أو "التكنولوجيا الدفاعية" المباشرة المتعلقة بأي من المواد أو المعدات، أو الخدمات المشتركة إلى دولة مدرجة في البند 1.أ أو 1.ب أو 1.د على "التكنولوجيا التقنية" أو "التكنولوجيا الدفاعية" المباشرة المتعلقة بأي من المواد أو المعدات، أو الخدمات المشتركة إلى دولة مدرجة في البند 1.أ أو 1.ب أو 1.د.

طريقة الشحن الجوي" و"السماح بالشحن الجوي" على التوالي. وفي كلتا الحالتين، يمكن أن تكون "السماح بالشحن الجوي" من الأمور التي يمكن أن تتطلب من المصدر الحصول على تصريح من السلطات المختصة في بلد المنشأ قبل الشحن. وقد يتطلب ذلك أيضاً الحصول على تصريح من السلطات المختصة في بلد المقصد أو بلد العبور، اعتماداً على الظروف المحددة للشحنة. وقد يتطلب الحصول على التصريح تقديم معلومات عن المستخدم النهائي والاستخدام النهائي للمواد المشحونة، وقد يتطلب أيضاً تقديم شهادة المستخدم النهائي. وقد يتطلب الحصول على التصريح أيضاً تقديم معلومات عن المستخدم النهائي والاستخدام النهائي للمواد المشحونة، وقد يتطلب أيضاً تقديم شهادة المستخدم النهائي.

الاستخدامات المحظورة: يجب على المصدر التأكد من أن المواد المشحونة لا تستخدم في أي من الأغراض المحظورة المحددة في المادة 1. وقد يتطلب ذلك الحصول على شهادة المستخدم النهائي من المستخدم النهائي.

الاستخدامات الأخرى: يمكن أن تكون هناك استخدامات أخرى للمواد المشحونة، مثل البحث العلمي أو التطوير أو الاختبار أو الإنتاج أو أي استخدام آخر لا يندرج ضمن الاستخدامات المحظورة.

الشكل (عينة التصريح): لا يوجد.

الشكل (عينة الشهادة): لا يوجد.

الفئة ٢، البند ٢ – نظم فرعية كاملة يمكن استخدامها في نظم الإيصال الكاملة

الفئة 1، البند 2

نظم فرعية كاملة يمكن استخدامها في نظم الإيصال الكاملة

٢.أ المعدات والمنظومات والمكونات

٢.أ.١ نظم فرعية كاملة يمكن استخدامها في النظم المحددة في البند ١.أ، على النحو التالي:

الإنتاج العالمي

- البرازيل
- الصين
- مصر
- فرنسا
- ألمانيا
- الهند
- إيران
- العراق
- إيطاليا
- إسرائيل
- ليبيا
- اليابان
- باكستان
- كوريا الشمالية
- جمهورية كوريا
- روسيا
- أوكرانيا
- سوريا
- الولايات المتحدة
- المملكة المتحدة

الغرض والطريقة: تتألف أي مرحلة من مراحل الصواريخ أو من المركبات الصاروخية التي تحمل الأسلحة النووية من موتور صاروخي صلب الوقود أو سائل الوقود مع خزانات الوقود والأجزاء التي تربط بين هذه الخزانات، ومن فوهة الدفع والتي قد تكون مزودة بوسائل للتحكم في اتجاه الدفع. وتستخدم المركبات الصاروخية ذات المرحلة الواحدة أو المراحل المتعددة لإيصال الحمولة إلى مدى معين. وتستخدم المركبات الصاروخية ذات المرحلة الواحدة أو المراحل المتعددة لإيصال الحمولة إلى مدى معين. وتستخدم المركبات الصاروخية ذات المرحلة الواحدة أو المراحل المتعددة لإيصال الحمولة إلى مدى معين.

عادةً ما تتضمن المركبات الصاروخية ذات المرحلة الواحدة أو المراحل المتعددة التي تعمل بالوقود السائل خزانات الوقود وفوهة الدفع التي تتسم بنسبة عالية من كتلة الوقود إلى كتلة الخزان الفارغ (أي نسبة الوقود المحتمل). وتتسم خزانات الوقود هذه بأنها رقيقة الجدران نسبياً وتعمل بالضغط الداخلي للحفاظ على شكلها. ومن ناحية أخرى، يجب أن تكون جدران الخزانات الفارغة (أي غلاف المركبة الصاروخية التي تعمل بالوقود السائل) سميكة بما يكفي لتحمل الضغوط الميكانيكية الناجمة عن تسارع الدفع. وعادةً ما يكون الوقود السائل أكثر كثافة من الوقود الصلب، وبالتالي فإن الخزانات اللازمة لتخزين الوقود السائل تكون أصغر حجماً من الخزانات اللازمة لتخزين الوقود الصلب.

طريقة التشغيل: تقوم إدارة الإطلاق بإشعال الوقود الدافع الموجود داخل الجزء الداخلي من المركبة الصاروخية، أو بالوقود الدافع الموجود داخل المرحلة الأولى من المركبة الصاروخية ذات المرحلة الواحدة أو المراحل المتعددة التي تعمل بالوقود السائل. وتتسبب الطاقة الناتجة عن الاحتراق في خروج غازات الاحتراق عالية الضغط من فوهة الدفع بسرعة عالية. وتولد الغازات الخارجة دفعاً للمركبة الصاروخية في الاتجاه المعاكس. وتستمر المركبة الصاروخية في التسارع حتى تنفد الغازات الخارجة من فوهة الدفع أو حتى يتم إطفاء المحرك. وتستخدم المركبات الصاروخية ذات المرحلة الواحدة أو المراحل المتعددة التي تعمل بالوقود السائل أجهزة التحكم في الاتجاه لتوجيه المركبة الصاروخية في الاتجاه المطلوب. وتتضمن أجهزة التحكم في الاتجاه المستخدمة في المركبات الصاروخية ذات المرحلة الواحدة أو المراحل المتعددة التي تعمل بالوقود السائل فوهات الدفع القابلة للتحريك أو المحركات الصاروخية الصغيرة التي تعمل بالوقود السائل أو الغاز المضغوط. وتستخدم المركبات الصاروخية ذات المرحلة الواحدة أو المراحل المتعددة التي تعمل بالوقود السائل أجهزة الاستشعار الداخلية والبيانات الخارجية لتحديد الاتجاه المطلوب. وتستخدم المركبات الصاروخية ذات المرحلة الواحدة أو المراحل المتعددة التي تعمل بالوقود السائل أجهزة الاستشعار الداخلية والبيانات الخارجية لتحديد الاتجاه المطلوب.

الاستخدامات النموذجية مع القذائف: تعتبر المراحل المكونة للصواريخ من أهم المكونات الخاصة بمعظم النظم الصاروخية بما فيها القذائف النسيابية. تستخدم المراحل المكونة للصواريخ كذلك في تطبيقات اختبار القذائف ومكوناتها.

من أهم مزايا المراحل التي تعمل بالوقود الدفعي الصلب الجاهزية للإطلاق، لأن الوقود الدفعي الصلب يعد جزءاً لا يتجزأ من المحرك الصاروخي ويتم تصنيعه في حين تتطلب المراحل التي تعمل بالوقود السائل عادةً المزيد من الوقت لتحضيرها للإطلاق، لأنه يتعذر عموماً تحميل الوقود الدفعي مسبقاً عند التخزين في الظروف الرطبة.

كما تستخدم المراحل المكونة للصواريخ من قبل مركبات الإطلاق الفضائية عند مغادرتها الأرض في حين يتم استخدام المراحل التالية الأصغر حجماً (المراحل المتقدمة) للمناورة أثناء الوجود في المدار أو أثناء الوجود بعد المدار المنخفض للأرض.

الاستخدامات الأخرى: لا يوجد

الشكل (عند التصنيع): تأخذ المراحل الصاروخية التي تعمل بالوقود الدفعي الصلب (الشكل 12) التي تتناسب حجمها ما هو مدرج في البند 2.أ.1 من نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف شكلاً أسطوانياً يتراوح عادة من 4 م إلى 10 م من حيث الطول، ومن 0.5 إلى 4 م من حيث القطر، كما يمكن تغطية كل نهايتي قبة بهدف ضمان الاحتواء الكامل والتعامل مع الضغط العالي. يبين الشكل 1 مرحلة الصاروخ العاملة بالوقود الصلب أثناء وضعها على مركبة إطلاق فضائية.

الشكل 12: مكونات مرحلة المحرك الصاروخي العامل بالوقود الدفعي الصلب يتم وضعها على متن مركبة إطلاق فضائية (أعلاه) (وكالة الفضاء الأوروبية).

عادةً ما تحتوي القبة الأمامية على فتحات مرنة أو أغطية لإدخال جهاز إشعال.

يحتوي الجزء المركزي من القبة الموجودة في المؤخرة على فوهة ذات شكل مخروطي، أو (نادراً ما تحتوي على فوهات متعددة. بالعموم، تتم صناعة أسطوانات (أغطية المحرك) من صفائح والفية عالية المقاومة، وهي عبارة عن مركب مصنوع من ألياف الفيبر المغزولة أو نسيج المادة الرابطة، أو من كليهما، كما يمكن أن تتضمن مادة عزل داخلية مثل صفائح خفيفة أو مطاطية. وباعتبار أن المراحل الصاروخية التي تعمل بالوقود الصلب يتم تصنيعها لتحتوي وقوداً دفعياً عالي الكثافة، لذلك تكون ثقيلة الوزن. كما يمكن رؤية حبيبات الوقود الدفعي عبر الفوهة عند عدم وجود أغطية إضافية.

تتألف مكونات المراحل الصاروخية التي تعمل بالوقود الدفعي السائل من خزانات أسطوانية الشكل مجمعة معاً، أحدهما مخصص للوقود والآخر مخصص للمادة المؤكسدة، وهي موضحة بشكل تقريبي في الرسم التخطيطي الخاص بالبند 1.أ.1، كما أنها مبينة من جانبها الخارجي في الشكل 13. تصنع جدران خزان الصاروخ من المعدن الرقيق، وغالباً ما تتضمن دعامات على جانبها (حلقات، وغيرها). تقوم جدران الخزان كذلك مقام الهيكل الخارجي لمكونات المرحلة. يمتلك كل خزان قبة من كلا الجانبين، ويحيط بها هيكل إضافي يمتد خارج أطراف الخزان بغرض ربط الخزانات معاً داخل المرحلة (الخزانات المترابطة) وعلى نحو مشابه لربط المراحل معاً (المراحل المترابطة).

أحياناً يكون طرف الخزان مجوفاً، ويتم تركيبه بالقرب من القبة المحدبة للخزان الآخر.

يوجد محرك أو أكثر في مؤخرة مكونات المرحلة التي تعمل بالوقود الدفعي السائل، ويتلقى كل واحد منها المادة المؤكسدة والوقود بواسطة أنابيب أو قنوات ضخمة، فيما يتم إلحاق فوهة أو فوهات مخروطية الشكل في مؤخرة كل محرك عند مخرج حجرة الاحتراق. تتضمن أجزاء الهيكل العديد من الصمامات وخزانات صغيرة الحجم مخصصة للغازات المضغوطة. أما المواد الأخرى المكونة للمرحلة

لاحتياجات الصواريخ في النظم الكهربائية و/أو الهيدروليكية المخصصة لأغراض التحكم والتوجيه.

الشكل (معد للتعبئة) (بشكل افتراضي يتم شحن كافة المراحل الصاروخية في حاويات أو تركيبات مصممة خصيصاً لها. ويمكن شحن مكونات المراحل الصاروخية التي تعمل بالوقود الدافع الصلب الأصغر حجماً في صناديق خشبية تحتوي على مساند وحوامل ماصة للصدمات في حين يتم شحن المراحل الصاروخية التي تعمل بالوقود الصلب الأكبر حجماً في حاويات معدنية مصممة خصيصاً لهذا الغرض، عادةً ما تتخذ شكلاً أسطوانياً، وفي بعض الأحيان تتم تعبئتها في جو محيط خامل. أما بالنسبة للمراحل الكبيرة جداً فيتم تغليفها ببساطة بأغطية واقية. وينبغي أن تتوافق المراحل الصاروخية التي تعمل بالوقود الصلب مع المتطلبات الدولية الخاصة بالشحن المتعلقة بالمواد المتفجرة وعلى أن تحتوي على العلامات المناسبة. ومع الأخذ بالاعتبار أن المراحل الصاروخية التي تعمل بالوقود الصلب مملوءة بالكامل تقريباً بوقود دافع عالي الكثافة يشبه المطاط فإن كثافتها تتجاوز عادةً واحد طن للمتر المكعب من حجم المرحلة.

يتم شحن المراحل الصاروخية التي تعمل بالوقود السائل بنفس الطريقة، أو في تركيبات مصممة خصيصاً لهذا الغرض دون وجود مواد تعبئة خارجية. ولأنه يجري شحنها دون وقود دافع أو مركبات متفجرة، ويمكن نقلها كما يتم نقل الأجهزة بشكل روتيني بدون قيود أو علامات تحذيرية، ويكون وزنها أقل بكثير من وزن المراحل الصاروخية التي تعمل بالوقود الصلب. وتبلغ كثافة الشحن الخاصة بالمرحلة الصاروخية التي تعمل بالوقود السائل فارغة أقل من 100 كغ للمتر المكعب من إجمالي حجم المرحلة.

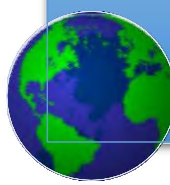
الشكل 13 على اليسار: المرحلة الأولى من صاروخ يعمل بالوقود السائل على عربة قطار. على اليمين: حاوية شحن مخصصة للمرحلة العلوية التي تعمل بالوقود السائل. (دليل معدات وبرمجيات وتكنولوجيا نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف، الإصدار الثالث (يونيو 2002))

2.أ.1.ب. المركبات العائدة، والمعدات المصممة لهذا الغرض، والتي يمكن استخدامها في النظم المحددة في ١.أ، على النحو التالي، باستثناء ما هو منصوص عليه في الملاحظة الواردة أدناه في البند ٢.أ.١ الخاصة بالنظم المصممة لأغراض الحمولات بخلاف الأسلحة:

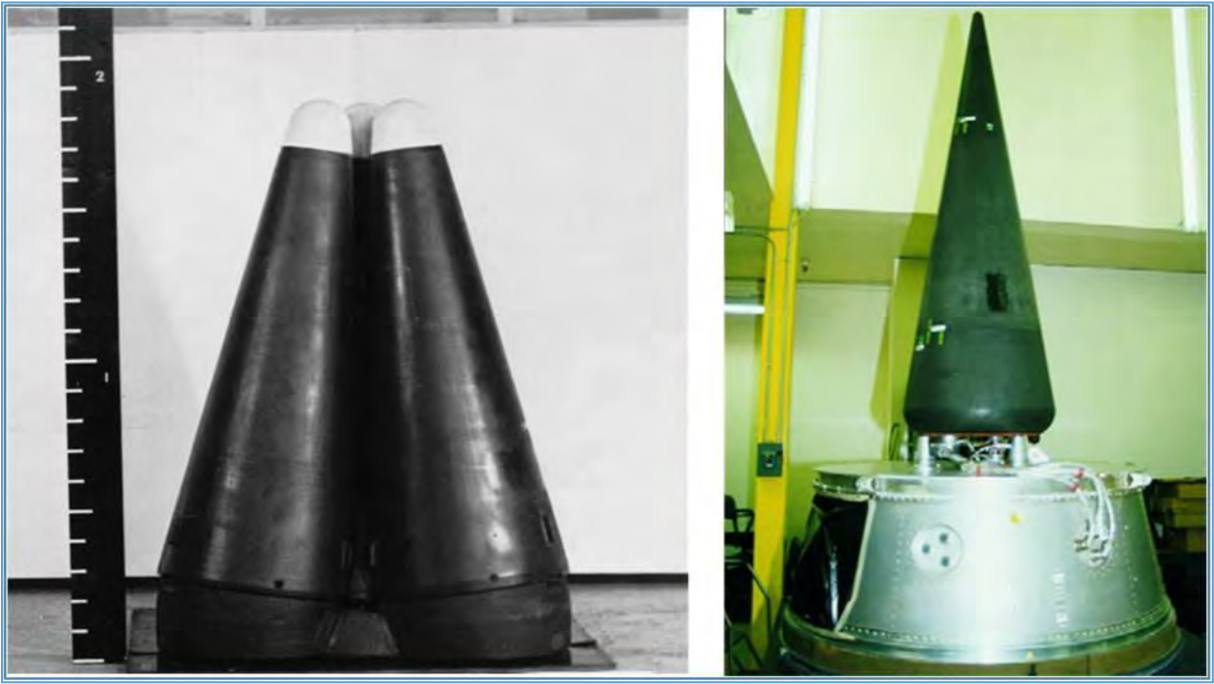
1. الدروع الحرارية ومكوناتها المصنوعة من الخزف أو من مواد التبريد بالتذرية؛
2. المصارف الحرارية ومكوناتها، المصنوعة من مواد خفيفة الوزن، ذات سعة حرارية عالية؛
3. المعدات الإلكترونية المصممة خصيصاً لأغراض المركبات العائدة؛

الإنتاج العالمي

- الصين
- فرنسا
- ألمانيا
- الهند
- إسرائيل
- روسيا
- الولايات المتحدة
- المملكة المتحدة



الطبيعة والغرض: في حين أن العديد من القذائف قصيرة المدى تصل إلى أهدافها قطعة واحدة، تنقسم القذائف طويلة المدى بعد إسقاط المراحل الصاروخية على طول الطريق تاركةً رؤوسها الحربية لتعود بشكل منفصل إلى الغلاف الجوي. وتمتاز المركبات العائدة برؤوس تتراوح بين الحادة والمثلمة، وأجسام مخروطية الشكل (الشكل 14) تحتضن وتحمي حمولة القذيفة، أو الرأس الحربي، من الحرارة العالية والاهتزاز الناتجين عن عملية العودة. فضلاً عن ذلك، تحمل المركبات العائدة معدات لتأمين، وتسليح، وتشغيل، وإطلاق الرأس الحربي عند وصوله للهدف. ينفصل المركبة العائدة عن القسم الذي يحمل الحمولة من القذيفة وتنتقل بواسطة مسار انسيابي، لتدخل المحيط الجوي عند سرعات تتراوح بين 2 و 20 ماخ. تتبع المدى بعض المركبات العائدة التي تسمى المركبات العائدة القادرة على المناورة (MARVs) تحمل أيضاً معدات للتوجيه والتحكم التي تتيح لها المناورة عند الوصول للهدف أو تفادي الدفاعات.



الشكل 14: على اليسار: ثلاثة من المركبات العائدة المنفصلة مع شفة التركيب الخاصة بها. الزعانف الصغيرة الموجودة في المؤخرة تعمل على تثبيت المركبات العائدة عند الدوران لدى عودتها إلى المحيط الجوي. على اليمين: مركبة عائدة حديثة موضوعة على حاجز لدعم الفصل الخاص بحمولتها. (دليل معدات وبرمجيات وتكنولوجيا نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف، الإصدار الثالث (يوليو 2002)

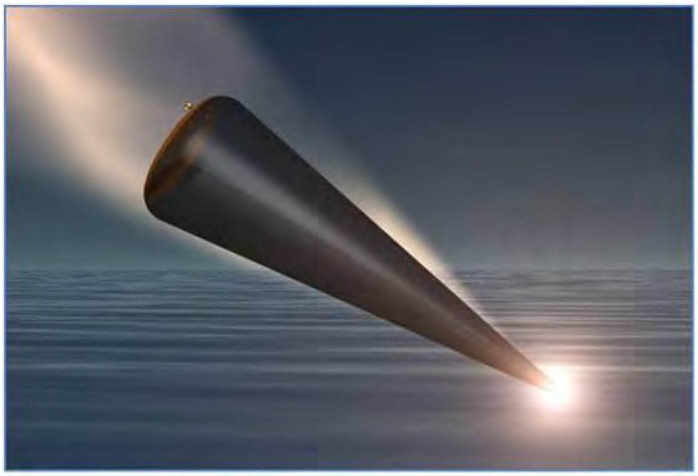
طريقة التشغيل: يمكن للقذيفة أن تحمل مركبة عائدة واحدة أو أكثر في مقدمتها، أو في القسم المخصص للحمولة منها. يمكن أن تكون مركبة عائدة واحدة بمثابة رأس القذيفة. يتم عادةً تغطية مركبتين عائدتين أو أكثر بدرع مخروطي أو بيضوي الشكل أو بألواح تغطية انسيابية أمامية. تغطي كامل قسم الحمولة عند مقدمة القذيفة خلال الإطلاق والارتقاء في المحيط الجوي بعد الارتقاء والسحب والحرارة، يتم قذف الدرع أو لوح التغطية. يمكن لنظام التعزيز اللاحق توجيه كل واحدة من المركبات العائدة بشكل تسلسلي وإطلاقها. عادةً ما تقوم المركبات العائدة التي يتم إعادة توجيهها بالدوران حول محورها الطولي بحيث تتمكن من العودة إلى المحيط الجوي بمسار محدد وسلوك ثابت، ويكون رأسها متجهاً نحو الأمام مما يمكّنها من تحقيق دقة أكبر في الوصول للهدف. أما المركبات غير الموجهة فتتأرجح في مسارها خلال عملية العودة إلى أن تقوم القوى الديناميكية الهوائية بتثبيتها بحيث يكون رأسها متجهاً نحو الأمام. عادةً ما تتم تغطية السطح المخروطي لرأس المركبة العائدة بمواد درع حراري بهدف تحمل الحرارة العالية الناتجة عن عملية العودة.

يمكن للمركبات العائدة القادرة على المناورة والتي تمتلك نظام توجيه خاص بها تنفيذ مناورة عند عودتها للمحيط الجوي لخفض سرعتها، ومن ثم تقوم بتوجيه نفسها بواسطة المستشعر الموجود وصولاً للهدف. يمكن للمركبات العائدة القادرة على المناورة أن تستخدم أسطح تحكم، وأن تقوم بتغيير شكلها الديناميكي الهوائي وتوزيع وزنها، أو تقوم باستخدام طائرات رفع للتحرك في تقنيتها أو اتباع مسار غير متوقع من قبل نظام الدفاع الصاروخي. يمكن أن تكون المركبات الانسيابية التي تفوق سرعتها سرعة الصوت أن تكون نوعاً محتملاً من أنواع المركبات العائدة القادرة على المناورة حيث تبقى على الغلاف الجوي لاختبار دقيق الحركة عبر خفض سرعتها وتؤدي مناورات ديناميكية هوائية.

الاستخدامات النموذجية مع القذائف: يتمثل الغرض الرئيسي من المركبات العائدة في تحقيق التفوق وتوفير حماية حرارية وهيكلية للرأس الحربي ومعدات التأمين، والتسليح، والتشغيل، والتفجير، وإطلاق الرأس الحربي خلال عملية العودة.

الاستخدامات الأخرى: الن تستخدم هياكل المركبات العائدة المخصصة لحمل الأسلحة في تطبيقات غير عسكرية. فبعض مكونات المركبات العائدة تتضمن تطبيقات استخدامات تجارية، أهمها مواد الدرع الحراري المستخدمة في الأفران، وصناعة الفولاذ، والمحركات. لكن تستخدم إعدادات تشبه تلك المستخدمة في المركبات العائدة في المركبات الجوية المأهولة لتسهيل عودتها بتسم المواد والتكنولوجيات بأنها مترابطة، إلا أن هذا النوع منها مصمم ليلائم ظروف العودة المطلوبة لنظم الأسلحة. وقارنةً مع المركبات العائدة التي تحمل القذائف تتعرض عملية عودة الكوادر والحمولة من المدار تدريجياً وصارمة تنطلق وبنواحي تحتاج ذروة التباطؤ والسرعات النهائية. وعادةً ما يشار إلى الدرع الحراري اللازم بنظم الحماية من الحرارة (TPS).

الشكل (عند التصنيع): تتخذ هياكل المركبات العائدة شكلاً مخروطياً، يمتلك بعضها العديد من الزوايا المخروطية، وعادةً ما يكون رأسه نصف دائري. ويمكن أن تكون قاعدة، أو مؤخرة المركبة على شكل نصف دائرة أو بشكل قد يكون مستديراً. يمكن وصل زعانف صغيرة للحفاظ على الثبات التي يمكن العثور عليها في العديد من المواقع في مؤخرة السطح الذي يتخذ شكل المخروط. تغطي السطح المخروطي بدرع حراري، والذي يمكن تلوينه عادةً باللون الأسود للدروع الحرارية الكربونية، وباللون الأسمر الخفيف للصفار أو الأصفر للدروع الحرارية المصنوعة من السيليكا (أو يجوز طلاؤها). عادةً ما تكون المركبات العائدة المجهزة بتقنيات التوجيه المتقدمة تتكون من مخاريط طويلة ورفيعة مع رأس حاد (الشكل 15)، فضلاً عن ذلك، يمكن أن تحتوي أيضاً على علامات من الخزف تعمل كنوافذ هوائية في العديد من المواقع على السطح المخروطي. وعادةً ما يتم وضعها بالقرب من مؤخرة المركبة العائدة لتفادي الحرارة والاصطدام الناتجين عن العودة.



الشكل 12: من اليسار، رسم بياني يوضح مركبة عائدة تحمل صاروخاً عابراً للقارات. (سلاح الجو الأمريكي). من اليمين: الأقسام الوسطى لمركبة عائدة حديثة أثناء التصنيع. (دليل معدات وبرمجيات وتكنولوجيا نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف، الإصدار الثالث (يونيو 2002))

عادةً ما يبلغ طول المركبات العائدة المخصصة لحمل قذائف متعددة الرؤوس الحربية 3 أمتار في حين يبلغ قطر قاعدتها أقل من 1 متر. بالنسبة للمركبات العائدة المستخدمة لحمل رأس حربي واحد، غالباً ما تكون تلك ذات أقطار تساوي أقطار المرحلة العلوية، ويبلغ أطوالها النموذجية بين 1 و 4 أمتار. أما بالنسبة لكتلة المركبات العائدة بما في ذلك الرؤوس الحربية التي تحتويها فتكون أقل بقليل من 100 كغ وصولاً حتى 10000 كغ تقريباً.

يتم عادةً تصنيع هيكل المركبة العائدة في عدة مواقع لسهولة تركيب الرأس الحربي وإيصاله يدوياً. يتضمن القسم الأمامي المتقدم من المركبة بعض أو جميع الإلكترونيات، صمامات التفجير، في حين يحمل القسم الأوسط الرأس الحربي، أما القسم المؤخر فقد يتضمن بشكل عام المؤقتات، والإلكترونيات، نظام التسليح الإضافية، ونظام الدوران الخاص بهذه المركبات العائدة والتي تقوم بالدوران بعد إطلاقها من المعزز، أو المنصة أو الناقلة.

الشكل (عند التعبئة): عادةً ما يتم نقل أقسام المركبة العائدة معاً في حاويات خاصة، إما خشبية أو والتي تكون أطول بكثير من المركبة العائدة نفسها. وتكون معزولة ضد الصدمات ومدعمة بدعامات في مواقع متعددة داخل حاوية الشحن، والتي تكون صديقة للبيئة. وفي الميدان تتم إزالة المركبات العائدة بطريقة خاصة لأنها تحتوي على الرؤوس الحربية. وغالباً ما يتم نقلها بشكل منفصل عن المعزز ويتم وصلها مع المعزز فقط في موقع الإطلاق. في حال تم تحديد موقع إطلاق ثابت، يتم تركيب القذائف مسبقاً على المركبات العائدة، مثال، إذا ما كانت مخصصة لنقلها عبر الطرق أو على متن الغواصات.

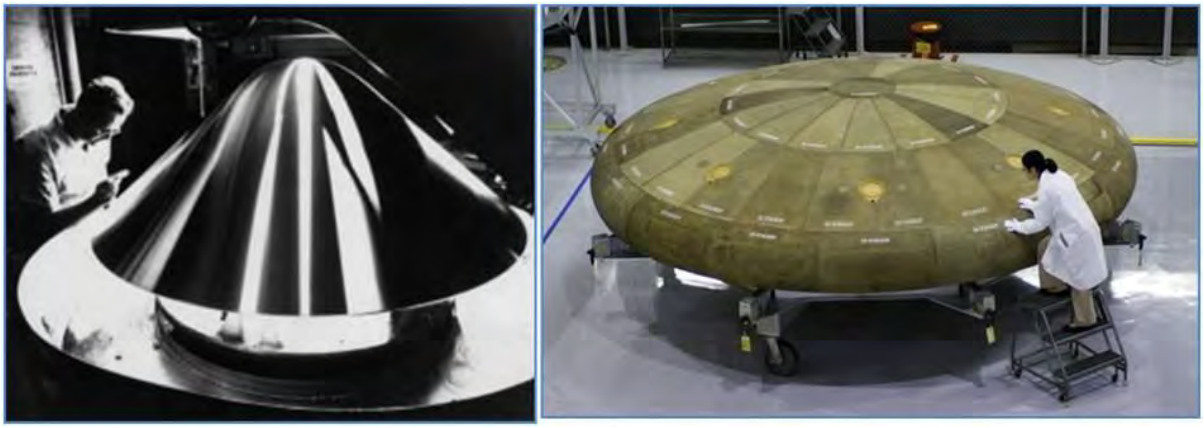
الدروع والصواريخ الحرارية

الطبيعة والغرض: تعمل الدروع الحرارية على إبطاء أو منع امتصاص الطاقة الحركية للمقذوف عن طريق تحويل الطاقة الحركية إلى حرارة. تعد الدروع الحرارية أغطية واقية مصممة خصيصاً للمركبات العائدة. ويتمثل الغرض الرئيسي من هذه الدروع في حماية المركبة العائدة من الدمار الحراري الذي يحدث عند درجات الحرارة العالية الناتجة عن الاحتكاك والتوهج عند عودة المركبة إلى الغلاف الجوي.

طريقة التشغيل: تعمل الدروع الحرارية على حماية المركبة العائدة وحمولتها النافعة أو المعزل في حالة التذرية. في الدرع الحراري المتصاص على سطح مقعر يحيط بالمعزل أو الحمولة النافعة، يتم تحويل الطاقة الحركية للمقذوف إلى طاقة حرارية عن طريق تفتت الهواء المار بقوس الصدمة الناتج أمام المقذوف مباشرة. وتنتقل الطاقة الحرارية إلى الدرع الحراري عن طريق الحمل الحراري والإشعاع الحراري. ويتم تبديد الحرارة المتراكمة في الدرع الحراري عن طريق التذرية والتبخر والإشعاع الحراري. وتعمل هذه العملية على تقليل كمية الحرارة التي تصل إلى المركبة العائدة والحمولة النافعة.

الاستخدامات المحتملة المتعلقة بالمنظومات ذات الصلة: تتوفر الدروع أو المواد الحرارية طيفاً واسعاً من الخيارات للمركبات العائدة التي يمكن أن تقوم بمهام تتراوح بين عودة الحمولة النافعة المأهولة بسرعة تقارب سرعة الهروب إلى عودة الحمولة النافعة غير المأهولة بسرعة أقل من 10000 كم/ساعة. ويمكن أن تقوم المواد الحرارية الواقية البسيطة بمهام تتطلب عودة المركبة العائدة من مدى يزيد عن 10000 كم، أما المركبات العائدة التي تعود من مدى أقل من 10000 كم فقد تتطلب دروعاً حرارية أكثر تعقيداً.

الاستخدامات الأخرى: تستخدم المواد الحرارية في العديد من التطبيقات الأخرى. ويمكن أن تشمل هذه التطبيقات الأخرى الفرامل الحرارية والمحركات الصاروخية. ويمكن استخدام المواد الحرارية في تطبيقات الطاقة النووية والطاقة الشمسية المركزة. ويمكن استخدام المواد الحرارية في تطبيقات الطيران الفضائي والطيران الفرط صوتي.



الشكل 16: على اليسار: مصرف حراري مصنوع من سبائك النحاس البريليوم. (المتحف الذري الوطني). على اليمين: نموذج أولي للدرع الحراري المستخدم في المركبات خلال العودة من المدار المنخفض القريب من الأرض. (بوينغ)

الشكل (عند التصدير): عادةً ما تكون الدروع والمصارف الحرارية ذات حجم وشكل مشابه لحالها حال المركبات العائدة ذات العلاقة. في بعض الحالات تغطي الجزء الأمامي من مخروط رأس المركبة العائدة، ويتراوح طولها عند تطبيقها على القذائف من 1 متر إلى 3 متر وقطر 1 متر. وتتخذ الدروع عادةً شكلاً مخروطياً أو بيضوياً، وتملك رأساً مدبباً أو مستديراً. وهي إما ترتبط مع المركبة العائدة أو يتم تركيبها بشكل منزلق عليها. التحقق وتفقد بعض هذه في بعض الأحيان تحتوي أسطحها على مفاصل أو نتوءات. في بعض الأحيان يتم تزويدها بنوافذ لتوفير تركيب في موقع أو أكثر منها تسمح هذه النوافذ للرادار أو وسائل الإرسال الأخرى بواسطة موجات الراديو بالعمل خلال العودة. يبين الشكل 16 الفرق بين المصارف أو الدروع الحرارية المستخدمة في المركبات العائدة، وبين تشبيهاتها المستخدمة في المركبات الفضائية مخروطية الشكل. تغطي الدروع الحرارية الطرف المخروطي للمركبة العائدة الحاملة للقذائف في حين تتطلب المهام الفضائية التجارية أو المأهولة تركيب الدرع الحراري على الطرف المسطح من الكبسولة الفضائية العائدة لضمان سلامة العودة من الفضاء.

الشكل (عند التعبئة): تشحن الدروع والمصارف الحرارية الخاصة بالمركبات العائدة الحاملة للقذائف ومكوناتها بأنها صغيرة الحجم بما يكفي لتعبئتها في صناديق أو علب شحن تقليدية لحمايتها من التلف. في حال ربط الدروع أو المصارف الحرارية بالمركبة العائدة، تعمل مادة التعبئة على دعم الوزن القائم للمركبة العائدة بهدف حماية كامل حمولتها من الاصطدام والاهتزاز، وأيضاً لحماية سطح الدرع الحراري من التلف أثناء الشحن.

المعدات الإلكترونية المصممة خصيصاً لأغراض المركبات العائدة

الطبيعة والغرض: تتألف المركبات العائدة من أنواع مختلفة من المعدات الإلكترونية. والتي يجب أن تضمن بدورها نظاماً فرعياً للتأمين، والتسليح، والتشغيل، والإطلاق للرأس الحربي (النظام الفرعي SAFF). كما يمكن أن تمتلك رادارات، ومعدات مؤقتة، ومستشعرات، ونظم توجيه، وحواسيب، ونظم فرعية مثل المشوشات الرادارية ونثارات عصف للتضليل. تتميز المعدات الإلكترونية الخاصة بالمركبات العائدة بأنها صغيرة الحجم نسبياً، وبأن لها القدرة على تحمل درجات الحرارة العالية، والتسارع العالي، والاهتزاز القوي التي يتم مواجهتها لدى كل من إطلاق القذيفة والسير خلال العودة إلى الفضاء الجوي. فضلاً عن ذلك، تستفيد المركبات العائدة المخصصة لحمل رؤوس نووية من تقنية النبض الكهرومغناطيسي (MEP) والدارات المحمية ومن الدارات الدقيقة المصلدة لحمايتها من أشعة فوق ما هو مبين في البنود 11.هـ.1 و 18.أ.1، على التوالي.

الإنتاج العالمي

- الصين
- فرنسا
- الهند
- إسرائيل
- روسيا
- المملكة المتحدة
- الولايات المتحدة

الشكل 17: أمثلة لمركبات الهوائي رادار مصممة للمركبة على عجلات مع الشاحن. على اليمين: جزء من معدات الرادارات الإلكترونية لمضخرصة للمركبات على عجلات. (اليمين) معدات وبرمجيات تتألف من نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف، الإصدار الثالث (الجيل 2002)

طريقة التشغيل: تعمل أنواع عديدة ومختلفة من معدات الإلكترونية المضخرصة للمركبات على عجلات بطريقة مماثلة تقريباً. فكل معدات طيران ذات علاقة، لمعدات الإلكترونية المضخرصة للمركبات على عجلات تستمد طاقتها من البطاريات. حيث يعمل مزود الطاقة على تحويل التيار المستمد من البطاريات إلى كل معدات الإلكترونية المختلفة الموجودة داخل المركبة على عجلات فضلاً عن ذلك، يجب تصميم جميع معدات الإلكترونية الموجودة على متن المركبة على عجلات لتعمل في البيئات القاسية.

الاستخدامات المحظورة مع القذائف: على الرغم من أهمية معدات الإلكترونية الموجودة في المركبة على عجلات خصيصاً لها. تعتبر أنظمة SAFF من أهم المكونات الإلكترونية الموجودة فيها، وقد تم توضيح وظيفتها في البند 2.أ.1. وفي حين تعتبر هذه المعدات الإلكترونية أخرى اختيارية بحد ذاتها، إلا أنها تتطلب الاتصالات والتوصيلات الكهربائية التي تمكنها من التواصل مع المعدات الإلكترونية الموجودة على متن المركبة على عجلات المضخرصة للقذائف. كما تتضمن هذه المعدات المساعدة أجهزة الاستشعار والتوصيلات الكهربائية التي تتضمن شبكة إنترنت والتي تتطلب أجهزة استشعار الإلكترونية وأنظمة الحاسوب المضمنة والتي تتمتع بقدرات معالجة عالية، والتي تكون محددة وخاضعة للرقابة.

الاستخدامات الأخرى المحتملة: تستخدم الفضاء الجوي والمركبات الجوية، وأنظمة الطاقة والمركبات غير المأهولة خصيصاً للمركبات على عجلات في الملاحة العامة. كما أن التطبيقات والتوصيلات الكهربائية (تستخدم في آلاف الاستخدامات التجارية بالعموم، من الصعب التمييز بين معدات الإلكترونية التجارية وتلك المضخرصة للمركبات على عجلات التي تم تطويرها على اعتبارات تكنولوجية، من هذا التحليل الدقيق، وحدود التشغيل الخاصة بالحرارة، وتطبيقات الانتقاز التي لا تتم ملاحظتها عادةً.

الشكل (تعريف): تعد مواد التغليف الخاصة بالمعدات الكهربائية الخاصة بالمركبات على عجلات مميزة للغاية. فبالإضافة إلى الأجزاء والأنشطة المنبعثة من البطاريات، والتي يمكن حجمها بصفر حجم البطارية الذي تزال منه، تكون المركبات على عجلات مغلفة بالبلاستيك. أما معظم المكونات الكهربائية فتتوفر بأحجام وأشكال مختلفة وعادةً ما تكون موضوعة في صناديق بلاستيكية. تتجنب معدات SAFF للمركبات على عجلات المضخرصة للقذائف هذا الشكل النموذجي. فهي تتضمن أجزاء معدنية (التي تكون عادةً الألمنيوم) وتتضمن تغليفاً معدنياً. وتتضمن مخارج الطاقة والإشارة مخارج معدنية. يمكن أن تكون هذه المعدات على شكل قرص، أو مخروطية الشكل، أو على شكل جذع مخروط ألمنيوم مصمم خصيصاً للتركيب في داخل المركبة على عجلات. وأي دلالة على وجود دارات خاصة بالتحكم في الانتقاز أو الانتقاز الشديد، مثل سرعات الانتقاز العالية، من شأنه أن يؤدي بالمعدات إلى أن تكون خاضعة للرقابة.

الشكل (عدد المجموعة): تتمتع أجزاء المعدات الإلكترونية المصممة للاستخدام في أي من هذه الأغراض، أو في أي من هذه الأغراض، بأهمية خاصة لتحويل المعدات الإلكترونية من الرطوبة، والصدمات، والاهتزازات الميكانيكية، فضلاً عن استخدام نظام دفع يستخدم فيه وقود دفعي سائل أو وقود دفع هلامي، أو المصممة أو المعدلة لدمجها في نظام مشابه، وتتميز بطاقة دفع إجمالية تساوي ١,١ × ١٠^٦ درجة نيوتن أو أكثر.

٢.أ.١.ج نظم الدفع الصاروخي المستخدمة في النظم المحددة في البند ١.أ، وهي كالتالي:

١. المحركات الصاروخية التي تعمل بوقود دفعي صلب أو المحركات الصاروخية التي تعمل بوقود مختلط وتتميز بطاقة دفع إجمالية تساوي ١,١ × ١٠^٦ درجة نيوتن أو أكثر؛

٢. المحركات الصاروخية التي تعمل بوقود دفعي سائل أو المحركات الصاروخية التي تعمل بوقود دفعي هلامي، المدمجة في نظام دفع يستخدم فيه وقود دفعي سائل أو وقود دفع هلامي، أو المصممة أو المعدلة لدمجها في نظام مشابه، وتتميز بطاقة دفع إجمالية تساوي ١,١ × ١٠^٦ درجة نيوتن أو أكثر.

ملاحظة:

يمكن اعتبار آلات الأوج التي تعمل بوقود دفعي سائل أو محركات ملازمة الموقع المحدد في البند ٢.أ.١.ج.٢، المصممة أو المعدلة لاستخدامها في الأقمار الصناعية، على أنها تندرج ضمن الفئة الثانية، في حال تصدير النظام الفرعي استنادا إلى البيانات التي يقدمها المستخدم النهائي وبالقيود المفروضة على الكمية الملائمة للاستخدام النهائي المستثنى المذكور أعلاه، عندما تكون قوتها الدافعة في الفراغ أقل من كيلو نيوتن واحد.

المحركات التي تعمل بوقود دفعي صلب

الغرض والوظيفة: تحتوي المحركات التي تعمل بوقود دفعي صلب على كل من الوقود المؤكسد والمادة الملدنة داخل غلاف أو غرفة محرك واحدة. وال حاجة لاستخدام الخزانات، أو الأنابيب، أو المضخات، أو الصمامات التي تتطلب أنظمة الوقود السائل. وتتكون شحنة الوقود الدفعي الصلب من مزيج من المؤكسد والمادة الملدنة والوقود المعدني، وتتكون شحنة الوقود الدفعي الصلب، ولتحقيق أداء محدد، من حبيبات بلورية دقيقة من المؤكسد موزعة بشكل متجانس قدر الإمكان في جميع أنحاء الشحنة. وتتكون شحنة الوقود الدفعي الصلب من مادة ملدنة صلبة مطاطية تعمل أيضاً كوقود. ويتم تحميل الشحنة الصلبة مباشرة في غلاف المحرك الذي يعمل كغرفة احتراق. ويمكن تشكيل الشحنة الصلبة بحيث تحتوي على قناة أو قنوات طولية أو غيرها من الأشكال الهندسية لتوفير مساحة سطح احتراق أولية كبيرة. ويمكن أن تكون الشحنة مقيدة بالجدران الداخلية لغلاف المحرك عن طريق طبقة رقيقة من مادة عازلة تسمى مادة التقييد. وتتكون شحنة الوقود الدفعي الصلب، ولتحقيق أداء محدد، من حبيبات بلورية دقيقة من المؤكسد موزعة بشكل متجانس قدر الإمكان في جميع أنحاء الشحنة. وتتكون شحنة الوقود الدفعي الصلب من مادة ملدنة صلبة مطاطية تعمل أيضاً كوقود. ويتم تحميل الشحنة الصلبة مباشرة في غلاف المحرك الذي يعمل كغرفة احتراق. ويمكن تشكيل الشحنة الصلبة بحيث تحتوي على قناة أو قنوات طولية أو غيرها من الأشكال الهندسية لتوفير مساحة سطح احتراق أولية كبيرة. ويمكن أن تكون الشحنة مقيدة بالجدران الداخلية لغلاف المحرك عن طريق طبقة رقيقة من مادة عازلة تسمى مادة التقييد. وتتكون شحنة الوقود الدفعي الصلب، ولتحقيق أداء محدد، من حبيبات بلورية دقيقة من المؤكسد موزعة بشكل متجانس قدر الإمكان في جميع أنحاء الشحنة. وتتكون شحنة الوقود الدفعي الصلب من مادة ملدنة صلبة مطاطية تعمل أيضاً كوقود. ويتم تحميل الشحنة الصلبة مباشرة في غلاف المحرك الذي يعمل كغرفة احتراق. ويمكن تشكيل الشحنة الصلبة بحيث تحتوي على قناة أو قنوات طولية أو غيرها من الأشكال الهندسية لتوفير مساحة سطح احتراق أولية كبيرة. ويمكن أن تكون الشحنة مقيدة بالجدران الداخلية لغلاف المحرك عن طريق طبقة رقيقة من مادة عازلة تسمى مادة التقييد.

طريقة التشغيل: يتم إشعال شحنة الوقود الدفعي الصلب عن طريق جهاز إشعال داخل غرفة المحرك. وتنتج الغازات الساخنة الناتجة عن الاحتراق ضغطاً عالياً داخل غرفة المحرك وتتدفق عبر فوهة التمدد وتخرج بسرعة عالية لتوليد الدفع. وتتحكم أشكال حبيبات الوقود الدفعي الصلب في معدل الاحتراق، ومن ثم في مقدار الدفع الناتج وكيفية تغيره بمرور الوقت. وتتحكم أشكال حبيبات الوقود الدفعي الصلب في معدل الاحتراق، ومن ثم في مقدار الدفع الناتج وكيفية تغيره بمرور الوقت. وتتحكم أشكال حبيبات الوقود الدفعي الصلب في معدل الاحتراق، ومن ثم في مقدار الدفع الناتج وكيفية تغيره بمرور الوقت.

الاستخدامات الموصى بها لتكنولوجيا الصواريخ: توفر المحركات الصاروخية التي تعمل بوقود دفعي صلب وظيفة موثوقة وبسيطة وفعالة من حيث التكلفة للعديد من تطبيقات الدفع الصاروخي، بما في ذلك الصواريخ الموجهة المضادة للدبابات، والصواريخ المضادة للطائرات، والصواريخ الموجهة المضادة للسفن، والصواريخ الموجهة المضادة للطائرات، والصواريخ الموجهة المضادة للسفن، والصواريخ الموجهة المضادة للطائرات، والصواريخ الموجهة المضادة للسفن.

- البرازيل
- الصين
- مصر
- فرنسا
- ألمانيا
- الهند
- إيران
- إسرائيل
- إيطاليا
- اليابان
- النرويج
- باكستان
- روسيا
- جمهورية كوريا
- السويد
- أوكرانيا
- المملكة المتحدة
- الولايات المتحدة

الإنتاج العالمي

تستخدم عرض مركبات الإطلاق الفضائية محركات صاروخية عالية الوقود الدعيمي الصلب للحصول على قوة دفع إضافية في مراحل الإطلاق الأولى. كما يمكن التحقق الفعلي من مدار القمر الصناعي الثابت بالنسبة للأرض (GEO) بواسطة المحركات الصاروخية التي عمل بالوقود الدعيمي الصلب والتي يشار إليها عادةً بـ "محركات الدفع الأوجي".

الاستخدامات الأخرى: تتضمن تطبيقات المحركات الصاروخية التي عمل بالوقود الدعيمي الصلب في مجال الفضاء الهبوط على سطح القمر (مركبة سرفيور 1965)، والدخول إلى مدار كوكب الزهرة (مركبة ماجيلان 1989) في بعثات استكشاف الفضاء. تستخدم المحركات الصاروخية التي عمل بالوقود الدعيمي الصلب لتحقيق تسارع سريع عالي الدفع في الصواريخ التي تعمل على زيادة سرعة أقمار صناعية مصممة للعمل على مدار الأرض.

الشكل (عدد المحركات): تعتبر المحركات الصاروخية التي عمل بالوقود الدعيمي الصلب ذات أهمية بالغة في مجال الفضاء وتتبدو بشكل أسطواني أو مخروطي، وغالباً ما تكون مغطاة بالطلاء الواقي. تحتوي هذه المحركات على غطاء خارجي يمكن أن يتضمن أنبوب فوهة أو فوهة مخروطية أو فوهة مخروطية مقطوعة. تحتوي بعض المحركات على فوهة قابلة للتمدد، أما الفوهة الثابتة فيمكن أن تتضمن فتحة أكبر مخروطية أو فوهة مقطوعة. يمكن تحديد هذه الفوهات بسهولة من خلال الشكل الخارجي للمحرك. في حال عدم توافر هذه المعلومات، يمكن تحديد نوع المحرك من خلال فحص فتحة الفوهة أو المواد الأخرى. عادةً ما يتم وصل الفوهة بالمحرك بواسطة مسمار إغلاق يتم إخراجه من الفوهة بعد إطلاق المحرك. كما يمكن تحديد نوع المحرك من خلال الأجزاء الخارجية ومن غير المحتمل العثور على أي أجزاء داخلية للمحرك بعد الإطلاق. عادةً ما يتم وصل المحرك بالمركبة الفضائية من خلال الوصلة البينية أو الحامل الخلفي للمحرك.

الشكل (عدد المقاطع): عادةً ما تتكون محركات الصواريخ التي عمل بالوقود الدعيمي الصلب من مقطع واحد إلى 18 مقطعاً. تستخدم مركبات الإطلاق الفضائية التي تحمل البشر محركات صاروخية تعمل بالوقود الدعيمي الصلب ذات مقطع واحد فقط. تحتوي بعض المحركات على أكثر من 400 مقطع. تستخدم المحركات الصاروخية التي عمل بالوقود الدعيمي الصلب ذات مقطع واحد فقط في الدفع الأولي. على سبيل المثال، يستخدم المحرك الصاروخي الصلب الأول للمرحلة 2.1.أ.ج. للقاذفة 101 × 610 درجة، ويتكون من مقطع واحد فقط. يبلغ طول المحرك 2750 مم/ث، ويبلغ قطره 2 متر. يحتوي كل مقطع من مقاطع المحرك على 005 م واحد. عادةً ما يتضمن المحرك الصاروخي ذو المقطع الواحد غلافاً واحداً من الزجاج، بالرغم من أن الغلاف المركب من ألياف الكربون، أو ألياف الجرافيت الإيبوكسي، أصبح أكثر شيوعاً.

الشكل (عدد الفوهات): عادةً ما تشتمل محركات الصواريخ التي عمل بالوقود الدعيمي الصلب على فوهة واحدة أو أكثر. تتضمن الفوهات الخارجية فوهة ثابتة، وفوهة قابلة للتمدد، وفوهة مقطوعة. تستخدم بعض المحركات فوهة مركبة من مواد مختلفة. عادةً ما تكون الفوهات المتمددة مصنوعة من مواد مركبة من ألياف الكربون والجرافيت. تستخدم المحركات الصاروخية التي عمل بالوقود الدعيمي الصلب فوهة واحدة أثناء الشحن. يتم تخزين المحركات الصاروخية في بيئة جوية خاضعة للرقابة، وهي مغطاة، وهي مغطاة من الأعلى. يتم تثبيت درجات الحرارة الخاصة بالمحركات بين قيمتين محددتين. هذه الحالات تمنع المحركات من التكثف أو التجمد، مما يضمن عمل المحركات الصاروخية التي عمل بالوقود الدعيمي الصلب بشكل أساسي. مع ذلك، في حال تعرض المحرك لأي من هذه الظروف، يتم تحديد المحرك على أنه غير صالح للاستخدام. يتم شحن المحركات الصاروخية التي عمل بالوقود الدعيمي الصلب في الأرض وصولاً إلى غلاف المحرك. يقوم الشحن الداخلي بتصريف أي مواد عازلة من الداخل. يتم شحن المحرك إلى حالة الشحن، ويتم تغطية الفوهة من الداخل.

الشكل 18: من أعلى اليسار: محرك صاروخي عامل بالوقود الصلب قبل الاستخدام مخصص لمركبات الإطلاق الفضائية. من أعلى اليسار: محرك صاروخي عامل بالوقود الصلب لمحطة فضائية من الدرجة الثانية في الهند. 2. دليل معدات وبرمجيات تكنولوجيا نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف، الإصدار الثالث (يونيو 2002). من اليمين: مغذي تحت ضغط الخاص بمحرك الصاروخي العامل بالوقود الصلب المستخدم في الصواريخ(

المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود السائل

الغرض والموضوع: تعمل المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود السائل على حرق الوقود والمادة المؤكسدة، والتي تتم تغذيتها بواسطة أنابيب إلى غرفة الاحتراق بواسطة مضخات. لذلك، تعتبر هذه المحركات على درجة من التعقيد أكثر من المحركات التي تعمل بالوقود الصلب إذ يمكن أن تتضمن العديد من قطع الحركة والآلات الدقيقة.

وخلافاً للمحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الصلب، يمكن إطفاء المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود السائل وإعادة إشعالها في بعض الحالات إذا تم إعادة استخدام المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود السائل بعد تجاربها الأولية. بالإضافة إلى ذلك، تعتبر المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود السائل أكثر كفاءة من المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الصلب (أي أنها تعطي دفعة أكبر بالنسبة للوقود المستهلك).

من ناحية أخرى، تعتبر صناعة هذه المحركات أصعب بكثير من الصواريخ، وتتطلب الكثير من الوقت أطول للإعداد للإطلاق مقارنةً مع المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الصلب، فضلاً عن ذلك، فهي تعرض العديد من المخاطر المتعلقة بالوقود والمادة المؤكسدة والتي تتطلب احتياطات خاصة للتخزين والمناولة.

طريقة التشغيل: قبل الإطلاق، فإن حاجة المحرك إلى تخزين الوقود والمادة المؤكسدة بشكل منفصل في خزانات الوقود تتطلب أن يتم ضخ الوقود والمادة المؤكسدة إلى غرفة الاحتراق بواسطة مضخات تعمل بالطاقة. أما الوقود فيجب أن يتم تبريده إلى درجات حرارة منخفضة جداً للحفاظ عليه في حالة سائلة. وفي حال تم استخدام مضخة تعمل بالطاقة، فإن المحرك يحتاج إلى مصدر للطاقة لتشغيل المضخة. وفي حال تم استخدام مضخة تعمل بالغاز المضغوط، فإن الوقود يتم إجباره على الدخول إلى غرفة الاحتراق بواسطة الغاز المضغوط. وفي كلتا الحالتين، يتم ضخ الوقود والمادة المؤكسدة إلى غرفة الاحتراق من خلال مجموعة من الفتحات الصغيرة التي تعمل على تشتيت السائل بشكل رذاذ ناعم. وبمجرد دخول الوقود والمادة المؤكسدة إلى غرفة الاحتراق، يتم إشعالهما بواسطة مشعل أو بواسطة مادة كيميائية تعمل على الاشتعال الذاتي عند خلطها مع المادة المؤكسدة. ثم يتم تمرير الغازات الناتجة عن الاحتراق عبر فوهة التمدد لتوليد قوة الدفع.

الاستخدامات المحتملة لتكنولوجيا الصواريخ: توفر المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود السائل القوة اللازمة لدفع الصواريخ إلى سرعة مطلوبة للوصول إلى الهدف المقرر. خلال المرحلة الأولى من الإطلاق، يمكن تجميع عدة محركات صاروخية تعمل بالوقود السائل في حزمة واحدة أو عدة حزم لتوليد قوة دفع كافية. إن حجم الحمولة المراد إطلاقها يحدد عدد المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود السائل والتي يجب استخدامها.

بالإضافة إلى ذلك، يتم استخدام المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود السائل بشكل واسع في مراحل الإطلاق العليا، حيث تتمتع بالقدرة على إعادة التشغيل (عادةً ما تكون عدة مرات) وتوفير درجات متعددة من قوة الدفع. تتمتع المحركات ذات الحجم الصغير التي تعمل بالوقود السائل بالقدرة على تحمل فترات طويلة من الخمول في الفضاء. أما المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود السائل والتي تتطلب فترات خمول طويلة فيجب أن تتضمن أنظمة لإدارة الحرارة للحفاظ على درجات حرارة الوقود ضمن الحدود المقبولة.

الاستخدامات الأخرى: تستخدم المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود السائل بشكل واسع في مراحل الإطلاق العليا، حيث تتمتع بالقدرة على إعادة التشغيل (عادةً ما تكون عدة مرات) وتوفير درجات متعددة من قوة الدفع. تتمتع المحركات ذات الحجم الصغير التي تعمل بالوقود السائل بالقدرة على تحمل فترات طويلة من الخمول في الفضاء. أما المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود السائل والتي تتطلب فترات خمول طويلة فيجب أن تتضمن أنظمة لإدارة الحرارة للحفاظ على درجات حرارة الوقود ضمن الحدود المقبولة.

الشكل (عدد المحركات): تتميز المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود السائل بوجود غرفة احتراق ذات شكل أسطواني أو كروي تتصل بها فوهة تمدد / فوهات تمدد. وهو عادةً ما يكون عبارة عن واحد من الأجزاء الدقيقة للمحرك (الشكل 18 و 20) فضلاً عن ذلك، يمكن أن تتضمن المحركات التي تعمل بالوقود السائل

تبرد هذه بالوقود الدفعي المتدفق إلى داخلها جدراناً مصنوعة من صفائح معدنية تفصل بينها صفائح معدنية مموجة، أو يمكن أن تتكون من حزمة من الأنابيب المعدنية الملتفة. أما الفوهات غير المبردة فيمكن صنعها من معدن مقاوم للحرارة أو من مواد مركبة تعمل بالتذرية. فضلاً عن ذلك، يمكن رؤية الحاقن، وهو عبارة عن صفيحة مسطحة أو مموجة فيها عدد كبير من الثقوب الصغيرة، من خلال النظر داخل الفوهة الموجودة في أعلى غرفة الاحتراق. يبين الشكل 20 صورة للحاقن. كما يتم إرفاق عدد من الأنابيب والقنوات والمضخات في أعلى غرفة الاحتراق وعلى جوانبها. في حين أن الشكل 20 يبين محرك المرحلة الثانية الذي يحتوي على مضخات تعمل بواسطة توربينات الغاز الساخن فإن المحرك السائل المبين في الشكل 18 أصغر حجماً ولا يستخدم المضخات.

الشكل (عند التعبئة): تعد المحركات الصاروخية العاملة بالوقود السائل أجهزة ذات عزم وقوة كبيرين، إلا أنه ينبغي حمايتها من الصدمات والرطوبة. وعادةً ما يتم تخزينها في حاويات تتضمن صناديق خشبية ضخمة وحاويات معدنية.

المحركات الصاروخية الهجينة

الشكل 19: محرك صاروخي سيري هجين. (ناسا)

الطبيعة والغرض: تستخدم المحركات الصاروخية الهجينة (الشكل 19) الوقود الدفعي الصلب والسائل معاً، وعادةً ما تستخدم وقوداً صلباً ومادة مؤكسدة سائلة. ونظراً لإمكانية التحكم بتدفق المادة المؤكسدة السائلة، يمكن إغلاق الصمامات الخانقة للمحركات الهجينة أو إطفائها بشكل كامل ثم إعادة تشغيلها. وهذا ما يجعل المحركات الصاروخية الهجينة تجمع ما بين بساطة المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الصلب وبين قابلية التحكم التي تتمتع بها المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود السائل.

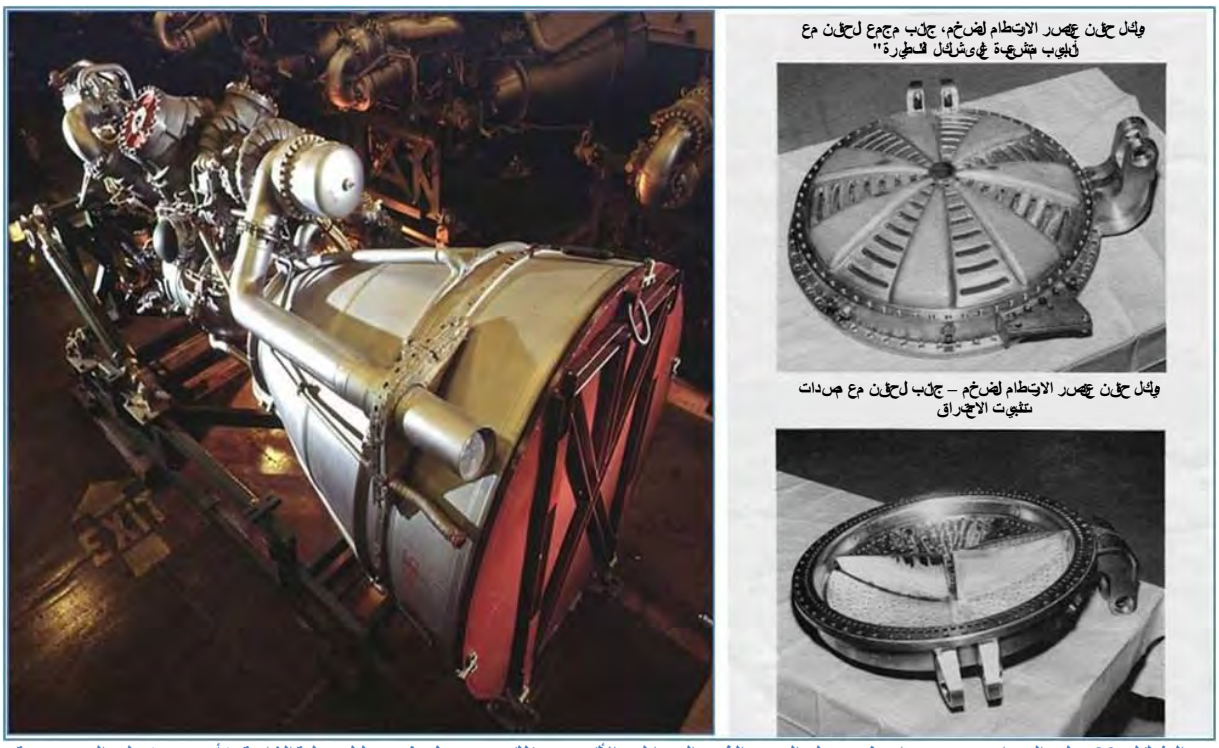
طريقة التشغيل: تتغذى المحركات الصاروخية الهجينة من إما الخزانات المضغوطة أو المضخات التي تغذي حجرة الاحتراق بالمادة المؤكسدة بالتوازي مع الوقود الصلب. ويتم تشغيل المضخات بواسطة مولد غازي يعمل بواسطة الوقود الحيوي الخاص به أو بعض مصادر الوقود الأخرى. تعمل المادة المؤكسدة السائلة على حرق الوقود السائل داخل الحجرة المجوفة في حين يتم دفع الغازات المتمددة عبر الفوهة بسرعة تفوق سرعة الصوت لتولد قوة الدفع. وكما هو الحال في المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الصلب، تتم حماية الغلاف الخارجي لحجرة الاحتراق من مقدار كبير من الحرارة الناتجة عن احتراق الوقود نفسه، لأنه يحترق من الداخل إلى الخارج. فالتشابه كبير بين الفوهات والأغلفة المحرك الموجود في المحركات الهجينة وبين نظيراتها في المحركات التي تعمل بالوقود الصلب، على سبيل المثال ينبغي أن يكون غلافها قادراً على تحمل ضغط الاحتراق.

الاستخدامات النمطية للقذائف: يمكن استخدام المحركات الصاروخية الهجينة لتشغيل مركبات الإطلاق الفضائية والصواريخ المسبارية والصواريخ التسيارية.

الاستخدامات الأخرى: لا يوجد

الشكل (عند التصنيع): تتضمن المحركات الصاروخية الهجينة حاقناً يتم تركيبه في الجزء العلوي من غلاف المحرك عالي الضغط إلى جانب فوهة تقاربية / تباعدية في الجزء السفلي. ويشتمل الحاقن على صمامات وأنابيب إمداد تكون صادرة من خزان الضغط أو من خزان يحتوي على مضخة متصلة معه. عادةً تتم صناعة حجرة الاحتراق إما من الفولاذ أو التيتانيوم، مطلية بلون أسود أو رمادي، أو من الغرافيت المقوى بالفينول أو من زجاج الإيبوكسي المقوى بالألياف، بلون أصفر أو بني. يتم تبطين الحجرة بوقود دفعي سميك وصلب يتألف من مجموعة متنوعة من المكونات التي تبدو على شكل أسطوانة واحدة ذات مركز مجوف، أو أسطوانات متحدة المركز أو عجلة ذات عجلات. أما فوهتها فهي مصنوعة من مادة تتذرية، غالباً ما تكون بنية اللون، أو من معادن تتحمل درجة الحرارة العالية، والتي يمكن أن تتضمن مقاوماً مخصصاً للحرارة العالية في حلقها. (انظر الشكل 9).

الشكل (عدد المجموعة(: يمكن أن تشمل محركات الصواريخ المجمعة أو الجزئية أو الأجزاء والأجزاء المرفقة المعدة لاستخدامها في القذائف التي تندرج ضمن نطاق هذه الفئة، على سبيل المثال لا الحصر، الأشكال التي تتخذ شكل مخاريط أو أسطوانات أو كرات أو أشكال مجوفة أو أشكال مقطعية أو أشكال مستطيلة أو أشكال أنبوبية أو أشكال هيكلية. وقد تكون هذه الأشكال مصممة خصيصاً لمحركات الصواريخ المذكورة في الفئة ١، البند ٢ – نظم فرعية كاملة يمكن استخدامها في نظم الإيصال الكاملة أو قد تكون أشكالاً قياسية. وقد تكون مصنوعة من مواد مختلفة، مثل الجرافيت أو السيراميك أو المعادن.



الشكل 20: على اليسار: محركات صاروخية مجمعة للمرحلة الثانية. على اليمين: حلقة رأس الحلقة الرئيسية (وجهة النظر الداخلية) وحلقة الحلقة (وجهة النظر الخارجية) لمحركات الصواريخ ذات الوقود الصلب المستخدمة في المرحلة الثالثة. (مأخوذة من مرجع تقني لنظام مراقبة تكنولوجيا القذائف، الإصدار الثالث، يوليو 2002).

المحركات المجمعة ذات الوقود الصلب

الغرض والوظيفة: يوفر المحرك المجمع ذو الوقود الصلب، وأجزاؤه المكونة له، وظيفة الدفع الخاصة به، ويتم تصميمه لمهمة معينة، حالة خاصة لنطاق الارتفاع الذي يعمل فيه المحرك ذو الوقود الصلب. وتتميز المحركات ذات الوقود الصلب بأنها مستقرة نسبياً عند تخزينها لفترات طويلة، ولها معدل دفع ثابت نسبياً خلال فترة الاحتراق. وتتميز المحركات ذات الوقود الصلب بأنها مستقرة نسبياً عند تخزينها لفترات طويلة، ولها معدل دفع ثابت نسبياً خلال فترة الاحتراق. وتتميز المحركات ذات الوقود الصلب بأنها مستقرة نسبياً عند تخزينها لفترات طويلة، ولها معدل دفع ثابت نسبياً خلال فترة الاحتراق.

طريقة التشغيل: تتشابه محركات الوقود الصلب وأجزاؤها المكونة لها مع محركات الدفع وحجرات الاحتراق المصممة خصيصاً لهذا الغرض. وتتميز المحركات ذات الوقود الصلب بأنها مستقرة نسبياً عند تخزينها لفترات طويلة، ولها معدل دفع ثابت نسبياً خلال فترة الاحتراق. وتتميز المحركات ذات الوقود الصلب بأنها مستقرة نسبياً عند تخزينها لفترات طويلة، ولها معدل دفع ثابت نسبياً خلال فترة الاحتراق. وتتميز المحركات ذات الوقود الصلب بأنها مستقرة نسبياً عند تخزينها لفترات طويلة، ولها معدل دفع ثابت نسبياً خلال فترة الاحتراق.

الاستخدامات المنوذجية لنظم القذائف: يتم استخدام نظم الملاحة بالقصور الذاتي المستخدمة في نظم القذائف، بشكل أساسي، لتوجيه القذائف من أجل تحقيق دقة عالية في الوصول إلى الهدف. وبالنظر إلى الحاجة الملحة لتقليص حجم ووزن نظم الملاحة بالقصور الذاتي المستخدمة في القذائف، فإن هذه النظم تتسم بمعدلات انجراف منخفضة للغاية. وتتطلب هذه النظم، بالتالي، أجهزة استشعار للقصور الذاتي ذات دقة عالية للغاية.

الاستخدامات الأخرى: لا يوجد

الأشكال المحتملة لعرض المنتج (بما في ذلك المعدات المشتركة): تتشابه مكونات نظم الملاحة بالقصور الذاتي المستخدمة في نظم القذائف مع تلك المستخدمة في نظم الملاحة بالقصور الذاتي المستخدمة في الطائرات المأهولة. إلا أن حجم هذه المكونات يكون أصغر بشكل ملحوظ.

الأشكال المحتملة لعرض المنتج (بما في ذلك المعدات المشتركة): يتم تصميم نظم الملاحة بالقصور الذاتي المستخدمة في نظم القذائف، بشكل خاص، لتلبية متطلبات الأداء الخاصة بالقذائف، ولا يمكن استخدامها في تطبيقات أخرى. ومن المتوقع أن تشارك نظم الملاحة بالقصور الذاتي المستخدمة في القذائف المعدات المشتركة مع نظم الملاحة بالقصور الذاتي المستخدمة في الطائرات المأهولة.

٢.أ.١.د "منظومة التوجيه" يمكن استخدامها في النظم المحددة في البند 1.أ، وهي قادرة على تحقيق دقة نظام بنسبة خطأ تبلغ 3.33% من "المدى" أو أقل (مثال: أن تبلغ "دائرة الاحتمالات المتساوية" 10 كم مثلاً أو أقل في "مدى" يبلغ 300 كم)، باستثناء ما هو منصوص عليه في الملاحظة الواردة في البند 1.أ.2 بخصوص النظم المصممة للقذائف التي يقل "مداها" عن 300 كم أو للطائرات المأهولة.

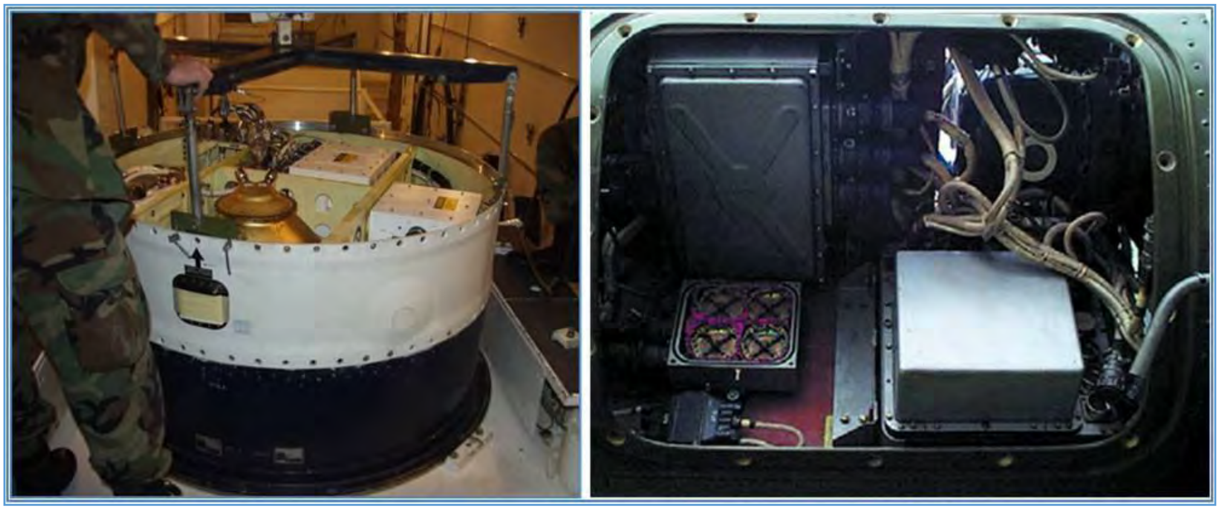
ملاحظات تقنية:

1. تدمج "منظومة التوجيه" عملية قياس وحساب موقع مركبة ما وسرعتها (أي ملاحتها) في عملية الحساب وترسل الأوامر إلى نظم التحكم في طيران لمركبة لتصحيح مسارها.

2. "دائرة الاحتمالات المتساوية" هي قياس لدرجة الدقة، وتُعرف بأنها نصف قطر الدائرة التي يتطابق مركزها مع الهدف، في نطاق محدد، تصطدم فيه سبة ٥٠% من الحمولة.

الطبيعة والغرض: تتعلق منظومات التوجيه في هذا البند بالقدرة على توجيه القذائف الصاروخية طول مسارها أو درب الطيران بتعديل منظومات التوجيه في منظومات القذائف الأولية الحاملة إلى الإلكترونيات الحساسة، وإلى معدات تعمل بالقصور الذاتي، ومعدات بيئية (مثال، الضغط)، فضلاً عن معدات يمكن أن تشمل معدات مراقبة وتوجيه الصواريخ عبر وحدة قياس القصور الذاتي (IMU) التي تستشعر التسارع الخطي في ثلاثة محاور. وتتضمن أجهزة قياس التسارع التي تستخدم في منظومات التوجيه مكونات حساسة تتحرك بتأثير التسارع الخطي وتكون في منظومات التوجيه المتقدمة مصممة لتتبع الاهتزازات الصغيرة في الوقت الحقيقي وتعويضها. وتتراوح مدى هذه الأجهزة بين مئات الآلاف وبضعة ملايين من الدولارات لكل واحدة منها، ولكل منها تصاميم فرعية فريدة من نوعها.

طريقة التشغيل: تتم معايرة منظومات التوجيه وتزويدها بالمعلومات التي تحدد موضعها وسرعتها قبل الإطلاق. وتقوم أجهزة القصور الذاتي بقياس التسارع ودوران المركبة، وإعادة هذه المؤشرات إلى المؤشرات الإلكترونية. وتقوم أجهزة الحاسوب بحساب التصحيحات اللازمة لإبقاء المركبة على مسارها المحدد. ويمكن أن تتضمن منظومات التوجيه أجهزة أخرى، مثل أجهزة قياس الارتفاع أو أجهزة قياس السرعة، لتزويد نظام التحكم بالطيران بمعلومات إضافية. وتتحكم منظومات التوجيه في مسار الطيران من خلال إرسال أوامر إلى أسطح التحكم في الطيران أو محركات الدفع، أو كليهما، لتعديل مسار المركبة. وتتضمن الأمور التي تخضع للمراقبة بموجب هذا البند أدوات التوجيه التي تحدد موقع المركبة بدقة أقل من 3.33% من المدى الذي تقطعه. وتشمل أجهزة الاستشعار الخاصة بالملاحة، أو نظم الملاحة المدمجة التي تزود الحاسوب بالمعلومات اللازمة لتحديد موقع المركبة وسرعتها، أو كليهما، بدقة كافية للتأهل بموجب البند 9.أ.1. ومن أمثلة معدات التوجيه أجهزة الاستشعار بالقصور الذاتي (مثل وحدات القياس بالقصور الذاتي) ومعدات الملاحة بالأقمار الصناعية (مثل أجهزة استقبال نظام تحديد المواقع العالمي).

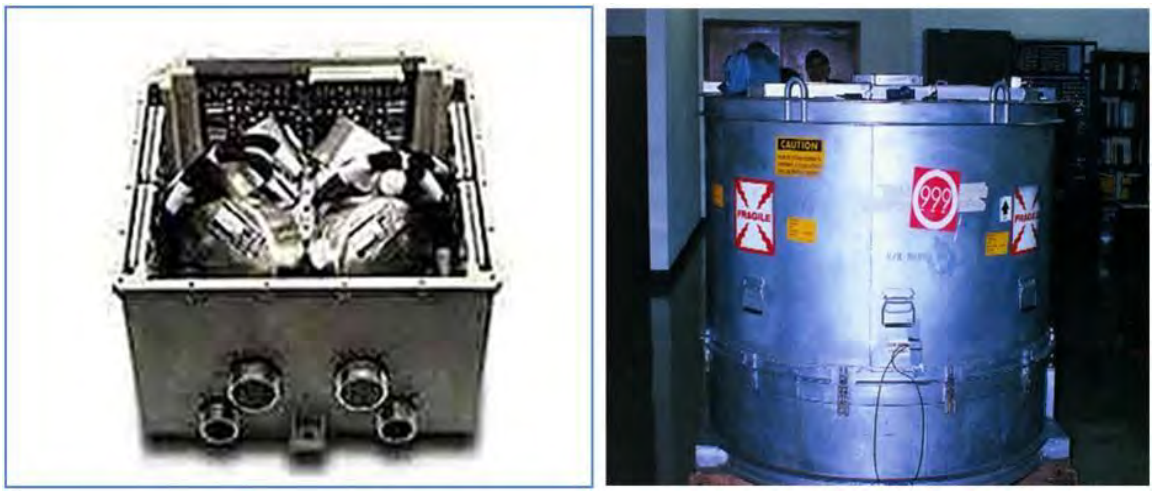


الشكل 21: على اليسار: منظومة توجيه لقذيفة يتم نقلها إلى منشأة الإطلاق. (نورثروب غرومان). على اليمين: منظومة توجيه مع الإلكترونيات المرتبطة بها أقدم، تتألف من عدة مكونات، يتم تركيبها في قذيفة. (دليل معدات وبرمجيات وتكنولوجيا نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف، الإصدار الثالث (يونيو 2002).

الاستخدامات النموذجية مع القذائف: تعتبر منظومة التوجيه من النظم الفرعية التي توجد في أي نظام مخصص للقذائف بشكل طبيعي. بالنسبة لمنظومات توجيه القذائف التسيارية فهي عبارة عن قطع معدات متخصصة، وغالباً ما تتم صناعتها لكي تتلاءم بشكل مناسب مع قذيفة معينة، وذلك لزيادة قدرتها على التحمل في البيئات المعادية، ولزيادة قوة التنفيذ إلى درجة عالية فهي مصممة لتتلاءم مع متطلبات الحجم، والوزن، والطاقة الصارمة إلى جانب متطلبات البيئات القاسية المتعلقة بتطبيقات الإطلاق في أي قذائف تسيارية. بالمقابل لا تزال منظومات توجيه المركبات الجوية غير المأهولة تتسم بأنها أكثر تخصصاً إلا أنها في نفس الوقت أقل تقييداً، وغالباً ما يتم تجهيزها بمستشعرات أخرى عديدة وأجهزة لاستقبال التي تكون جزءاً من منظومة الملاحة المتكاملة. (التفاصيل في البند 9.أ).

الاستخدامات الأخرى: تستخدم نظم التوجيه والملاحة على اختلاف أنواعها على نحو واسع النطاق في المركبات البحرية، والطائرات، إضافةً إلى بعض المركبات الأرضية.

الشكل (عند التصدير): يتنوع حجم، ووزن، وشكل منظومات التوجيه تبعاً لنوع القذيفة وذلك بسبب المزايا العملية للقذيفة وبسبب التغييرات في متطلبات المهمة. كانت التصاميم القديمة تتسم بأنها أكبر حجماً وأثقل وزناً، بحيث تصل إلى حوالي حجم 1 متر من كل جانب وكل قطر في حين يصل وزنها إلى 100 كغ؛ أما النظم الجديدة، التي تعتبر أكثر دقة، تحتاج إلى حجم يبلغ 30 سم فقط من كل جانب وتزن بعض الكيلوغرامات فقط. تتم تعبئة معظم المنظومات في صناديق معدنية مانعة لدخول الهواء تتخذ الصناديق شكلاً مستطيلاً، لكن يمكن أن تتخذ شكلاً أسطوانياً أو يمكن أن تتألف من عدة صناديق بأشكال متعددة، (الشكل 21 على اليسار) تتضمن منظومات التوجيه أيضاً توصيلات كهربائية تتخصص بقياس الجودة، إلى جانب أسطح مركبة تقيس الدقة، وفي بعض الحالات توصيلات تتحكم بالحرارة. بعض النظم تتضمن وحدات قياس قصور ذاتي مركبة على دعامات أو تكون طافية وتوجد في الحجرة الداخلية المركبة في مكان ما بارز في منظومة التوجيه. في حين تمتلك بعض النظم وحدة قياس القصور الذاتي بشكل منفصل عن النظم الإلكترونية.



الشكل 22: على اليسار: نظام التوجيه الملاحي، مصمم للمهام التي تتطلب فترات طويلة الأجل. (إيروجيت بوروغرومان)
على اليمين: حاوية تخزين وشحن لنظام التوجيه الملاحي.

تختلف نظم التوجيه الملاحية الفرعية الكاملة ذاتية التحكم عن نظم التوجيه الملاحية الفرعية الكاملة ذاتية التحكم في أن النظم الأولى تستخدم أجهزة استشعار القصور الذاتي لتحديد الموقع والسرعة، في حين أن النظم الثانية تعتمد على أجهزة استشعار خارجية لتحديد الموقع والسرعة.

الشكل 22 (تابع): انظر أعلاه. لأن معظم نظم التوجيه الملاحية تحتوي على أجزاء متحركة، فإن الصيانة الدورية ضرورية لضمان الأداء الأمثل. وتتطلب بعض نظم التوجيه الملاحية الحديثة صيانة قليلة أو معدومة، ولكن يجب على المستخدمين التأكد من ذلك قبل دمج أي نظام في تصميم المركبة. وتتطلب بعض نظم التوجيه الملاحية الأخرى صيانة دورية، بما في ذلك استبدال البطاريات، وإعادة معايرة أجهزة الاستشعار، وإعادة تحميل البرامج، وتحديث البرامج الثابتة. وقد تتطلب بعض نظم التوجيه الملاحية الأخرى صيانة دورية، بما في ذلك استبدال البطاريات، وإعادة معايرة أجهزة الاستشعار، وإعادة تحميل البرامج، وتحديث البرامج الثابتة.

٢.أ.١.هـ النظم الفرعية للتحكم بعامل الدفع، التي يمكن استخدامها في النظم المحددة في البند ١.أ، باستثناء ما هو منصوص عليه في الملاحظة أدناه في البند ٢.أ.١ بالنسبة للنظم المصممة لأغراض نظم الصواريخ التي لا تتجاوز في "مداها/حمولتها" ما هو محدد في البند ١.أ بالنسبة للنظم المحددة؛

ملاحظة تقنية:

يشمل البند 2.أ.1.هـ الأساليب التالية لتحقيق التحكم في موجه الدفع:

أ. فوهة مرنة؛

ب. حقن السائل أو الغاز الثانوي؛

ج. محرك متنقل أو فوهة متنقلة؛

د. انحراف تيار غاز العادم (أرياش أو مسابر المنفث)؛

الإنتاج العالمي

- الصين
- فرنسا
- ألمانيا
- الهند
- إسرائيل
- إيطاليا
- اليابان
- كوريا الشمالية
- روسيا
- صربيا
- إسبانيا
- أوكرانيا
- المملكة المتحدة
- الولايات المتحدة

الطبيعة والغرض: تعمل النظم الفرعية للتحكم بموجه الدفع (TVC) على إعادة توجيه قوة الدفع المحورية من خلال التغيير الطفيف في وجهة الغازات الساخنة المنبعثة عبر فوهة الصاروخ، مما يمكنه بالتالي من توجيه القذيفة.

طريقة التشغيل: هناك العديد من الطرق المختلفة لتوجيه القذيفة. فهي تعمل بشكل عام على إعادة توجيه قوة دفع المحرك بشكل طفيف بعيداً عن خط الوسط للقذيفة، ما يتسبب في دوران المركبة. من جهة أخرى، يتم تطبيق ضبط التوجيه بموجب هذا المبدأ بصرف النظر عن التصميم أو الاسم المحدد للنظم الفرعية للتحكم بموجه الدفع. بالنسبة لمراحل الصواريخ العاملة بالوقود الدفعي السائل، يتم توجيه قوة دفعها عادةً من خلال دوران محرك واحد أو أكثر بالكامل، تسمى هذه العملية العمل بمحورين (gimbaling) وتنفذ بعد مرحلة عمل سنادات التجميع التي تمتلك حوامل دوران على محور واحد أو أكثر.

بالمقابل، تستفيد المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الصلب الأكثر تقدماً من الفوهات المرنة. يعمل كلا النهجين بواسطة مشغلات المؤازرة الميكانيكية المتصلة بإطار القذيفة والتي يتمثل الهدف منها بدفع وسحب المحرك أو فوهة الصاروخ بشكل طفيف نحو الجوانب. على نحو بديل، يمكن تنفيذ التوجيه من خلال تغيير مسار غازات العادم الموجودة في فوهات الصواريخ الثابتة بواسطة أرياش النفث المتحركة، أو بواسطة إدخال غاز أو سائل إضافي إلى الفوهة من الجانب (الحقن بالسائل).

تعد أرياش النفث ألواحاً قوية مصنوعة من مواد قادرة على تحمل درجات الحرارة الشديدة بسبب تعرضها المستمر في عادم الصاروخ. هناك تجارب بديلة للتشغيل على البارد وهو السرنة الدفع، والتي تتألف عادةً من أربع دولسات تدور داخل وخارج مسار تدفق الغاز الساخن في الفوهة الموجودة في نهايتها. يتم تطبيق أرياش بعد نصف قطر الفوهة عند مخرجها، وتقوم بدورها بالدوران حول وحدة الإدارة الموازية لمحور القذيفة. بدوره يسمح حقن السائل من الجانب بتدفق سائل العادم عبر الفوهة والانعطاف جانباً نحو المحور المركزي، ما يسمح بوجود تدفق غير متماثل وتوجيه قوة الدفع خارج خط الوسط.

هناك طريقة أخرى لتوجيه القذيفة تتمثل في وضع محركات صغيرة تعمل بالوقود الدفعي السائل في أربع نقاط حول المحرك الرئيسي. تمتاز هذه المحركات الورنية بسهولة تشغيلها وإطفائها لتوجيه القذيفة، وهي تشبه إلى حد كبير نظم التحكم بالتفاعل للقمر الصناعي. وكما هو الحال في عملية التطبيق الأخيرة، يمكن أن تكون المحركات الورنية الثابتة قادرةً على توجيه القذيفة من خلال إعادة توجيهها خلال مرحلة الطيران بالقرب من الساحل، دون وجود قوة دفع ثابتة من الفوهة الرئيسية.

الاستخدامات المنوذجية مع الفئة ١: تعمل النظم الفرعية التحكم بموجه الدفع في وجهة موجه الدفع بدفة توجيه القذيفة استجابةً لأوامر الصادرة عن نظومة التوجيه. هذه النظم من النوع المطلوب وجودها في أي نظام إطلاق فضائي وأي قذيفة استراتيجية، كما يتم استخدام نظم التحكم بموجه الدفع في المركبات الجوية غير المأهولة، لاسيما المركبات المعززة للنظائر النووية.

الاستخدامات الأخرى: هناك أنواع مختلفة من النظم الفرعية التحكم بموجه الدفع المستخدمة في الطائرات المقاتلة، وطائرات البحث والمركبات الفضائية المتقدمة.

الشكل (ج) (تصميم نموذجي): يمكن أن تتضمن النظم الفرعية التحكم بموجه الدفع المتوافقة مع المحركات الصاروخية الصلبة (مثل المحركات المعززة للنظائر النووية)، إلى جانب مضخات المشغلات الهيدروليكية، والصمامات، والوصلات أو الأنابيب فضلاً عن أدوات التحكم الإلكتروني المخصصة لهذه المشغلات الهيدروليكية. تعمل مشغلات الهيدروليكية على تشغيل أكثر من مشغلات الهيدروليكية. يبين الشكل 12 مثالاً على صندوق أدوات التحكم الإلكتروني المستخدم في الدفع الصاروخية الصلبة. وهو مقبس يمكن توصيل كابلات التوالي بها. وتتطلب المحركات الصاروخية الصلبة وقوداً صلباً يحترق بسرعة خطية تتناسب مع الضغط المرتفع في غرفة الاحتراق. وهو يتطلب نظاماً لتنظيم الضغط يعمل على تشغيل مضخة الوقود الهيدروليكية بسرعة تتناسب مع الضغط المرتفع في غرفة الاحتراق. وهو يتطلب نظاماً لتنظيم الضغط يعمل على تشغيل مضخة الوقود الهيدروليكية بسرعة تتناسب مع الضغط المرتفع في غرفة الاحتراق.

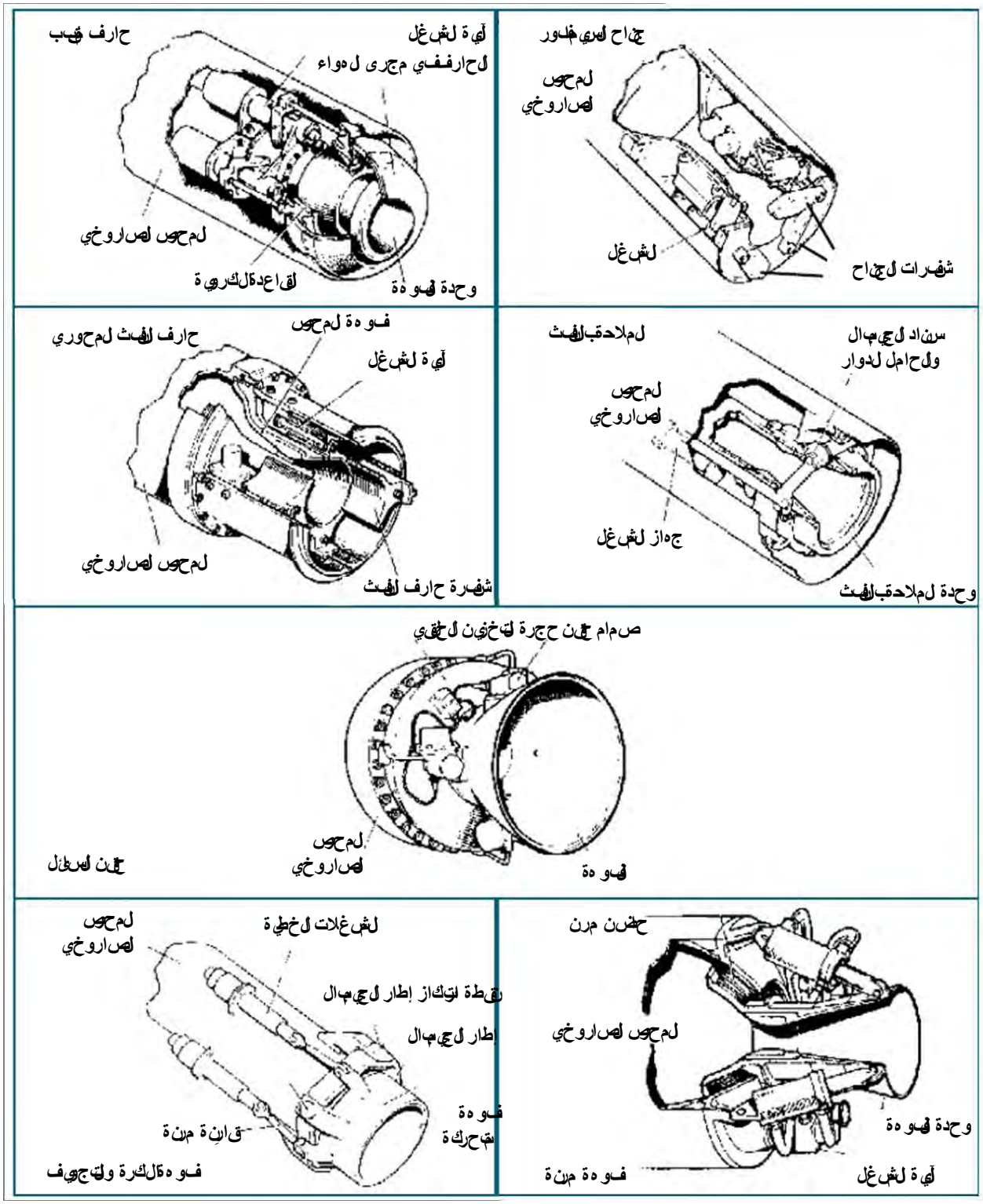
تتراوح أطوال مشغلات الهيدروليكية النموذجية من 15 إلى 45 سم، وقطرها من 3 إلى 8 سم، أو خلاف ذلك بحسب حجم القذيفة (الشكل 23). وتتطلب هذه المشغلات عزم دوران عالٍ وسرعة دوران منخفضة نسبياً. وهو يتطلب نظاماً لتنظيم الضغط يعمل على تشغيل مضخة الوقود الهيدروليكية بسرعة تتناسب مع الضغط المرتفع في غرفة الاحتراق. وهو يتطلب نظاماً لتنظيم الضغط يعمل على تشغيل مضخة الوقود الهيدروليكية بسرعة تتناسب مع الضغط المرتفع في غرفة الاحتراق.

الشكل 23: على اليسار: صندوق أدوات التحكم الإلكتروني الخاص بموجه الدفع المستخدم في تطبيقات مركبات الإطلاق الفضائية. (موووج لك) في الوسط: أحد أنواع المشغلات الهيدروليكية المستخدمة في تطبيقات مركبات الإطلاق الفضائية. (موووج لك). على اليمين: مشغلات مضخات الوقود الهيدروليكية المستخدمة في تطبيقات مركبات الإطلاق الفضائية (موووج لك).

تتمثل الطريقة الأكثر شيوعاً في تطبيق التحكم بموجه الدفع في تخزين الغاز أو السائل في خزانات الغاز أو السائل ومن ثم تمريره في الصاروخ في أنبوب خطوط التغذية، والصمامات، وأجهزة الأنابيب المتشعبة والخزانات. عادةً ما تكون خزانات الخزانات الأسطوانية التي تكون من أوعية ضغط مركبة في غلاف معدني درجة ضغط التشغيل 7 ميغا باسكال (1000 رطل لكل بوصة مربعة) تقريباً. وتتمتع خطوط تغذية الغاز أو السائل بقطر أصغر حجماً 1 سم تقريباً)، وصمامات التحكم، والخزانات من النوع الذي لا يصدأ.

تكون أجهزة الاستشعار الأخرى المستخدمة في أنظمة التوجيه والملاحة والتحكم في الطيران، بما في ذلك أجهزة قياس التسارع أو أجهزة قياس الجيروسكوب، ومواد الكربون المركبة، والمواد الماصة للرادار، والمحركات الصاروخية، ومعدات الاختبار والقياس، والبرمجيات والتكنولوجيا المصممة خصيصًا لتطوير أو إنتاج أي من العناصر المذكورة أعلاه.

الشكل 2 (تابع) يتراوح نطاق الصواريخ الموجهة بين 15 و50 مترًا، ويمكن أن تحمل حمولة تزن أكثر من 500 كجم. وتشمل الأنظمة الفرعية الرئيسية لهذه الصواريخ الموجهة نظام الدفع، ونظام التوجيه والملاحة والتحكم، ونظام الطيران، ونظام الاتصالات، ونظام الأسلحة، ونظام الدعم. ويتكون نظام الدفع من محرك صاروخي واحد أو أكثر، ويمكن أن يكون صلبًا أو سائلًا أو هجينًا، ويمكن أن يشمل أيضًا أنظمة فرعية مثل خزانات الوقود، وأنظمة التحكم في الدفع، وفوهات التوجيه. ويتكون نظام التوجيه والملاحة والتحكم من أجهزة استشعار داخلية مثل أجهزة قياس التسارع أو أجهزة قياس الجيروسكوب، ومعدات الملاحة مثل أجهزة استقبال نظام تحديد المواقع العالمي، وأجهزة الكمبيوتر والبرمجيات التي تعالج البيانات من أجهزة الاستشعار وتحسب مسار الصاروخ. ويتكون نظام الطيران من أسطح التحكم، مثل الزعانف أو الأجنحة، والمشغلات التي تحرك هذه الأسطح. ويتكون نظام الاتصالات من أجهزة الإرسال والاستقبال التي تسمح بالاتصال بين الصاروخ ونظام التحكم في الأرض. ويتكون نظام الأسلحة من الرأس الحربي والصمامات التي تفجره. ويتكون نظام الدعم من المعدات والبرمجيات المستخدمة لاختبار وصيانة وتشغيل الصاروخ الموجه، مثل معدات الاختبار والقياس، والبرمجيات والتكنولوجيا المصممة خصيصًا لتطوير أو إنتاج أي من العناصر المذكورة أعلاه.



الفئة ١، البند ٢ – نظم فرعية كاملة يمكن استخدامها في نظم الصواريخ الكاملة

2. أ.١.و آليات تأمين السلاح أو الرأس الحربي وتسليحه وتشغيل فتيله وإطلاقه، التي يمكن استخدامها في النظم المحددة في البند ١.أ، باستثناء ما هو منصوص عليه في الملاحظة الواردة في البند 2.أ.1 أدناه، الخاصة بالنظم المصممة لأغراض غير تلك المحددة في البند 1.أ.

ملاحظة:

يمكن اعتبار الاستثناءات الواردة في البنود ٢.أ.١.ب، ٢.أ.١.د، ٢.أ.١.ه، و ٢.أ.١.و المذكورة أعلاه بأنها تندرج تحت الفئة الثانية، إذا تم تصدير النظام الفرعي استناداً إلى البيانات التي يقدمها المستخدم النهائي، ووفق القيود المفروضة على الكمية الملائمة للاستخدام النهائي المستثنى المذكور أعلاه.

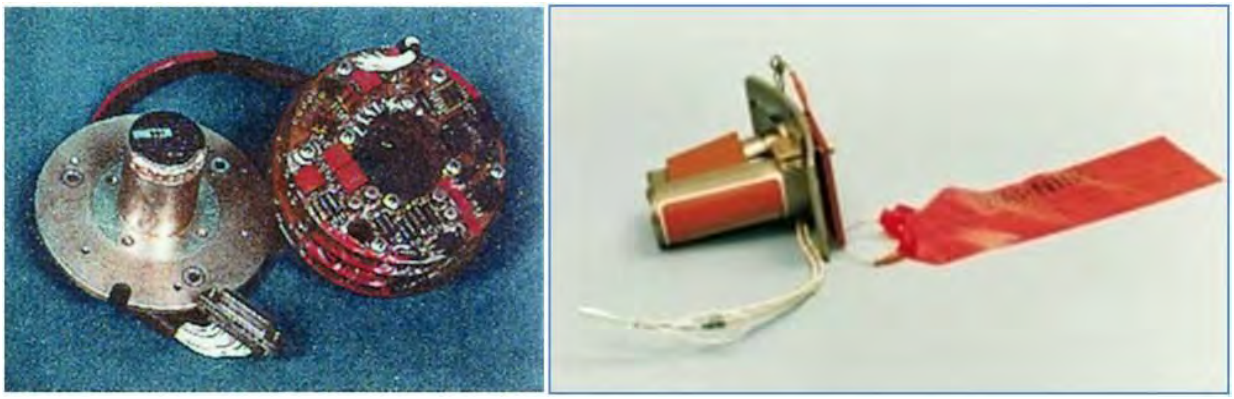
الطبيعة والغرض: تعد آليات تأمين، وتسليح، وتشغيل فتيل، وإطلاق الرأس الحربي (SAFF) عادةً أجهزة إلكترونية أو إلكتروميكانيكية تعمل على إبقاء حمولة القذيفة (الرؤوس الحربية) بدون إطلاق بشكل آمن لغاية وقت قصير قبل وصولها الهدف، وفي ذلك الوقت يتم تشغيل فتيلها وتطلق المتفجرات.

طريقة التشغيل: قبل الإطلاق، تعمل معظم نظم (SAFF) الفرعية على التأكد من سلامة الرأس الحربي (غير قابل للتفجير) عن طريق العزل إما الميكانيكي أو الكهربائي للرأس الحربي عن نظام الإطلاق. بعد الإطلاق، تقوم نظم (SAFF) الفرعية بنزع أقفال التداخل وتسليح الرأس الحربي. يمكن أن يتم التسليح بعد وقت مقرر من الإطلاق أو بعد استشعار تغيير مبرمج في المسار أو في ظروف بيئية معينة مثل التباطؤ المتوقع في حين تستفيد نظم (SAFF) الفرعية من المفاتيح البارومترية في وظائف التأمين والتسليح.

- بخصوص أنظمة تشغيل فتيل المركبات العائدة المتطورة:
  - الصين
  - فرنسا
  - ألمانيا
  - الهند
  - إسرائيل
  - روسيا
  - المملكة المتحدة
  - الولايات المتحدة
- تتوفر أنواع أخرى من مكونات نظام SAFF، لا سيما بخصوص المركبات الجوية بشكل عام.

الإنتاج العالمي

تحدد نظم إشعال الفتيل الموعد الذي يتم فيه استيفاء معايير التفجير. تشمل نظم إشعال الفتيل المعروفة المؤقتات وأجهزة استشعار التسارع وأجهزة استشعار الارتفاع مثل المفاتيح البارومترية أو الرادارات الفعالة. عند استيفاء الحمولة المعايير المحددة مسبقًا، يتم تكوين إشارة وإرسالها إلى منظومة الإطلاق. ثم يتم تشغيل المتفجرات على الحمولة (جهة تفريغها) وإيصال التيار الكهربائي إلى صواعق الرؤوس الحربية. فضلاً عن ذلك، يمكن أن تحتوي الحمولات أيضًا على نظم إشعال الفتيل التي تعمل باللمس أو الاحتكاك التي تستشعر موعد ضرب الأهداف بالحمولة. تبدأ الحمولة بفصل الصب التي تقوم نظم إشعال الفتيل هذه إما بدعم من نظام استشعار الارتفاع أو يتم استخدامها لتنفيذ مهام تتطلب التأثير على الهدف، على سبيل المثال، تقوم القذائف التسيارية بتشغيل الفتيل وإطلاق رؤوسها الحربية أو توزيع ذخائرها الصغيرة في الهواء عند مدى يحدد نظام التوجيه أن الهدف قد تم الوصول إليه. وعلى نحو بديل، يمكنها الاستفادة من أجهزة تحديد الارتفاع التي تعتمد على الرادار أو أشعة الليزر، ونظم إشعال الفتيل عند الاقتراب، أو نظم إشعال الفتيل عند الاحتكاك. يمكن أن يحتوي نظام SAFF الفرعي على بعض أو كل هذه الخيارات من باب الاحتياط.



الشكل 22: على اليسار: قرص استشعار من نظام SAFF خاص بالمركبات الجوية مع معدته الإلكترونية المرفقة على اليمين: مستشعر إشعاع الفتحة مع صفيحة حماية وطقة التحرير. (الصور بإذن من شركة بوسيس كوبوريشن)

تتطلب آليات تشغيل الفتيل التي تستخدم على الرادار في القنابل النووية وجود جهاز إرسال ذو تردد عالٍ نسبياً (النطاق الترددي إس أو جي) فضلاً عن المواد المتفجرة المتفجرة مثل المتفجرات عالية الكثافة التي تولد كمية كبيرة من الحرارة الداخلية من الخارج. في تطبيقات القنابل النووية التي تستخدم مع نظم الفتيل التي تتطلب آليات تشغيل الفتيل المتينة، تتراوح درجات الحرارة بين 100 غ و 500 غ بالمقابل تتطلب آليات تشغيل الفتيل في القنابل النووية التي تستخدم مع مقاييس التسارع وجود أدوات تصل قدرتها إلى 100 غ أو أكثر.

الاستخدامات النموذجية مع القنابل النووية: بعض نظم SAFF الفرعية مطلوب وجوده في جميع نظم الصواريخ التي تحمل رؤوساً حربية، وذلك لضمان توافق الرؤوس الحربية أثناء تخزينها على متن الصواريخ وإطلاقها وفقاً لجدول موعد الإقرار. ونظراً لأن نظم SAFF الفرعية مصممة عادةً خصيصاً للإعداد الداخلي وتشغيل وظائف محددة بالتالي التي يتم تركيبها فيها استخداماً في تطبيقات محددة، تعتبر أمراً فنياً.

الشكل 26: حاوية تشحن خشبية مع بطاقة تحذير لنقل المتفجرات. (دليل عمليات وتكنولوجيات مراقبة تكنولوجيا القذائف، الإصدار الثالث، يوليو 2002).

الاستخدامات الأخرى: تستخدم تقنية تشغيل الفتيل والإطلاق الموجودة في نظم SAFF الفرعية في العديد من القنابل الذكية التي تتضمن رؤوساً حربية متفجرة في جميع المواد الذكية التي تتضمن رؤوساً حربية متفجرة في جميع أنحاء العالم. تستخدم تقنية تشغيل الفتيل الأكثر تقدماً، والتي تتيح تحديد توقيت وتوافق عالي في الطيران على متن الرادارات العالية أو مقاييس التسارع المدمجة في القنابل الفرعية والذخائر الفرعية. من ناحية أخرى، تستخدم تقنية الإطلاق الموجودة في الرؤوس الحربية القنابل من المجال التجاري في جميع أنشطة التي تستخدم فيها الفتيل الذخائر، بناء الطرق، والتعدين، وهدم الأبنية.

الشكل (عنصر اختياري): لا يتم الوصول إلى نظم SAFF الفرعية الخاصة بالقنابل ومواستعيابها كوحدة واحدة، عوضاً عن ذلك، يتم تجميع مكونات نظم SAFF الفرعية على حدة (انظر الشكل 25). هذه المكونات عبارة عن أجهزة صغيرة الحجم تتراوح في طول من 1 سم إلى عدة سنتيمترات. تتضمن نظم تشغيل الفتيل الخاصة بالقنابل النووية التي يتم وضعها على متن الصواريخ/الإدخال قبل الإطلاق أو أثناء الرحلة في الجو عادةً أطول من ذلك بكثير. أما آليات تشغيل الفتيل المتقدمة التي تستخدم مع القنابل الذكية فتتضمن أدوات متطورة مثل مقاييس التسارع أو أجهزة الإرسال والموجات الخاصة بالرادار الخاصة بالطائرة.

ملاحظة:

يمكن اعتبار الاستثناءات الواردة في البنود ٢.أ.١.ب، ٢.أ.١.د، ٢.أ.١.ه، و ٢.أ.١.و المذكورة أعلاه بأنها تندرج تحت الفئة الثانية، إذا تم تصدير النظام الفرعي استناداً إلى البيانات التي يقدمها المستخدم النهائي، ووفق القيود المفروضة على الكمية الملائمة للاستخدام النهائي المستثنى المذكور أعلاه.

الشكل (عند التعبئة): حال معظم النظم الإلكترونية، يتم شحن نظم SAFF الفرعية بواسطة حاويات ذات سنادات، ويكون بعضها مميزاً إذ يتضمن حاويات مانعة لدخول الهواء لتأمين الحماية من الرطوبة. وتتميز هذه الحاويات عادةً بملصقات تشير إلى الحاجة للتعامل معها بعناية. كما يمكن استخدام أشكال متعددة من الحاويات الملائمة بما فيها الأسطوانات، والصناديق، والحقائب المعدنية الخاصة. ويمكن تعبئة أي من هذه النظم في صناديق خشبية (الشكل 26) تتضمن ملصقات تحذيرية من خطر وجود متفجرات (عند اللزوم) أو يمكن شحنها في صناديق عادية من الكرتون.

٢.ب معدات الاختبار والإنتاج

٢.ب.١ "منشآت الإنتاج" المصممة خصيصاً لأغراض النظم الفرعية المحددة في البند ٢.أ.

الأرجنتين	البرازيل
كندا	الصين
مصر	فرنسا
ألمانيا	الهند
إسرائيل	إيطاليا
اليابان	ليبيا
كوريا الشمالية	النروج
باكستان	روسيا
صربيا	جمهورية كوريا
إسبانيا	السويد
سوريا	أوكرانيا
المملكة المتحدة	الولايات المتحدة

الإنتاج العالمي

الطبيعة والغرض: تعد منشآت إنتاج النظم الفرعية مناطق صناعية ضخمة مخصصة لصناعة المنظومات الرئيسية مثل المحركات الصاروخية العاملة بالوقود الدفعي الصلب أو السائل، إلى جانب معدات التوجيه والتحكم والمركبات العائدة. ويتم استخدام قاعات عالية لتحريك المكونات الثقيلة الحجم. كما يمكن أن تتوفر المعدات العاملة بأشعة السينية ضخمة الحجم للتحقق من وجود فجوات أو تشققات في اللحام أو في الوقود الدفعي للقذيفة. غالباً ما تبنى منشآت خلط الوقود الدفعي الصلب في مناطق منعزلة، بعيداً عن المناطق المأهولة بالسكان لغايات الأمن والسلامة. بالمقابل، تتميز المنشآت المخصصة لتصنيع النظم الفرعية الخاصة بالتوجيه والعودة بغرفها النظيفة ومنظومة تنقية الهواء التي تكون عادةً خاضعة للتحكم من حيث درجة الحرارة والرطوبة. إذ يترتب على الفنيين ارتداء ملابس خاصة مقاومة للغبار والوبر والكهرباء الساكنة في حين يعد وجود نظام التصفية الدقيقة من أهم متطلبات تصنيع أدوات التوجيه. حيث يمر الهواء عبر فلاتر تلتقط جسيمات ذات امتصاص عالي الفاعلية (HEPA) تغطي كامل منطقة سقف الغرفة النظيفة.

طريقة التشغيل: يتم تصنيع النظم الفرعية للقذائف التسيارية ويجري اختبارها في منشآت التصنيع قبل أن يتم شحنها إما إلى منطقة التخزين أو التجميع النهائية. أما المواد الأولية مثل صفائح الفولاذ فيتم طيها بالشكل المناسب ويتم لحامها معاً لصناعة الأسطوانات التي تصبح غلاف المحرك الصاروخي الذي يعمل بالوقود الدفعي الصلب. كما يتم لحام القباب الموجودة في المقدمة والمؤخرة مع هذه الأسطوانات بحيث تجمع معاً لتكوين الغلاف الخارجي. بتتضمن كل واحدة من هذه القباب فتحة دائرية معززة لتركيب جهاز الإشعال المرحلة وتوصيل الفوهة بها.

يجري اختبار نهائي لعدد صغير من عينات أغلفة المحركات في منشآت مخصصة للاختبار. ويتم في هذه المنشآت اختبار غلاف المحرك هيدروستاتيكيًا من حيث تشقق طبقات أو انفجارها للتأكد من قدرته على تحمل الضغط وللتحقق من صحة عمليات التصنيع المستخدمة في بناء العديد من أغلفة المحركات. ويتم بعد ذلك إغلاق غلاف المحرك بإحكام، ويتم ملؤه بالماء ويتم ضغطه حتى ينفجر. ويتم توصيل الأدوات على غلاف المحرك، ويتم تسجيل الضغط والإجهاد، وكذلك ضغط الماء أثناء الاختبار. غالبًا ما يتم تسجيل فيديو لدعم تحليل الأعطال التفصيلي.

تعد المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الصلب في الصواريخ أجهزةً بسيطةً ميكانيكيًا لكنها تنطوي على التعقيد لأنها تتطلب العديد من آلات وخطوات تجهيز دقيقة، التي توجد غالبًا في غرف نظيفة. حيث يتم صب الأجزاء الدقيقة صغيرة الحجم، ويتم ضبطها بواسطة آلات، وتجميعها وتنظيفها في حين يتم تصنيع منظومات خزانات الوقود الصلب الضخمة عمومًا في منشآت تشكيل الصفائح التي تعمل على طي الصفائح المستخدمة في الأقسام الأسطوانية التي يتم لحامها معًا بعد ذلك على طول نقاط الربط المحورية الخاصة بها. ويتم بعد ذلك لحام القباب الموجودة في المؤخرة مع الأسطوانات الناتجة. ويمكن أن تؤدي هذه العمليات وعمليات اللحام الأخرى إلى وجود نقاط ضعف في القطعة مما يستدعي معاينتها بدقة. كما يتم استخدام الأشعة السينية غير المدمرة وغيرها من الوسائل لمعاينة عمليات اللحام هذه. فضلاً عن ذلك يتم استخدام الرافعات الكبيرة لتحريك وتثبيت مكونات القذائف هذه إلى ومن معدات التثبيت المستخدمة في عملية المناولة.

وتعتبر منشآت إنتاج نظم التوجيه والتحكم الدقيقة الأكثر تطلبًا من بين جميع منشآت إنتاج القذائف الانسيابية. ويتطلب تصنيع معدات القصور الذاتي عالية الجودة وجود عدد من الأشخاص من ذوي المهارات العالية. لأن إجراءات التصنيع تتطلب انتباهًا تامًا في التفاصيل. إنتاج المكونات الكهروميكانيكية الدقيقة التي تتسم بمواصفات شديدة الدقة. علاوةً على ذلك تتطلب منشآت تصنيع نظم التوجيه والتحكم في القذائف معدات دقيقة وغرفًا نظيفة لتصنيع واختبار أدوات التوجيه كل على حدة ومن ثم تجميعها في نظام التوجيه الفرعي. كما تتوفر معدات الرفع والرافعات لتحريك وتثبيت المكونات إلى ومن معدات التثبيت المستخدمة في عملية المناولة وحاويات الشحن.

الاستخدامات النموذجية مع القذائف: يتم استخدام المكونات والنظم التي يتم تصنيعها في هذه المنشآت لبناء واختبار المواد المدرجة في البند 2.أ.

الاستخدامات الأخرى: لا يوجد

الشكل (عملية التصنيع): يتطلب إنتاج مكونات القذائف العديد من المنشآت الفرعية والمتخصصة. إذ أن التجهيزات المستخدمة في إنتاج المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الصلب عادةً ما تكون كبيرة الحجم وثقيلة الوزن. ويعتبر خلط وصب الوقود الصلب الخاص بالصواريخ خطيرًا، لذلك يتم إنجاز هذا النشاط في موقع معزول تفاديًا للتخفيف من آثار الانفجارات التي يمكن أن تحدث. يمكن أيضًا أن تتواجد حظائر ذات سعة كبيرة تتضمن منشآت مخصصة لسحب الفراغ لأي جزء من المحرك الصاروخي. كما يمكن رؤية تثبيتات دوران لتشكيل النجوم أو متعددة الفترات.

بالمقابل، يمكن أن تحتوي منشآت إنتاج المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود السائل على هياكل أصغر حجمًا، إلا أنها تتطلب عادةً وجود منصات اختبار واسعة النطاق. ويمكن تصنيع القذائف الانسيابية متوسطة المدى والقذائف الأصغر حجمًا في منشآت تشبه إلى حد كبير أي متجر آلات ضخم على درجة عالية من التجهيز. كما أن هناك حاجة لوجود مختبرات في منشأة ضمان الجودة، ويوجد فيها غرف نظيفة، ومقاعد تدفق هواء، وألواح سطح مصنوعة من الجرانيت، وأجهزة قياس القالب فيها مجهر إلكتروني ماسح (SEM) فضلاً عن آلات قياس الإحداثيات، وأدوات استشعار تسرب الغازات تمتلك قدرة على الكشف عما لا يقل عن 5 أجزاء في المليون، إلى جانب أجهزة القياس المتخصصة الأخرى حسب الحاجة. أما محطات تجميع المركبات العائدة المتطورة فتتطلب وجود غرف نظيفة لضمان موثوقية مكونات التسليح وشل الفتيل، ناهيك عن طاولات موازنة لتهيئة مركز الجاذبية والوضعية النهائية. كما تتوفر معدات الرفع والرافعات لتحريك المكونات الحساسة إلى ومن معدات التثبيت المستخدمة في عملية المناولة وحاويات الشحن.

يمكن وضع التصاميم في أي من الأنظمة الفرعية المذكورة أعلاه (AM أو DED أو PBF) وتركيبها في أي آلات صناعية لإضافة المواد أو آلات تصنيع أخرى غير مذكورة في البند ٢.ب.٢ أو ٢.ب.٣ أو ٢.ب.٤ أو ٢.ب.٥ أو ٢.ب.٦ أو ٢.ب.٧ أو ٢.ب.٨ أو ٢.ب.٩ أو ٢.ب.١٠ أو ٢.ب.١١ أو ٢.ب.١٢ أو ٢.ب.١٣ أو ٢.ب.١٤ أو ٢.ب.١٥ أو ٢.ب.١٦ أو ٢.ب.١٧ أو ٢.ب.١٨ أو ٢.ب.١٩ أو ٢.ب.٢٠ أو ٢.ب.٢١ أو

الإنتاج العالمي

- ألبانيا
- ألمانيا
- أنغولا
- أوكرانيا
- إثيوبيا
- إريتريا
- إسبانيا
- إسرائيل
- إندونيسيا
- إيران
- إيرلندا
- بلجيكا
- بلغاريا
- بنغلاديش
- بولندا
- بيلاروسيا
- تايلند
- تركيا
- تشيكيا
- تونس
- جمهورية كوريا
- جنوب أفريقيا
- جورجيا
- الدانمرك
- رومانيا
- روسيا
- سلوفاكيا
- سلوفينيا
- سنغافورة
- سويسرا
- شيلي
- صربيا
- طاجيكستان
- عمان
- فرنسا
- فنلندا
- فيتنام
- قبرص
- قيرغيزستان
- كازاخستان
- كرواتيا
- لاتفيا
- لكسمبرغ
- ليتوانيا
- مالطة
- مصر
- المكسيك
- المملكة المتحدة
- النرويج
- النمسا
- نيجيريا
- هنغاريا
- هولندا
- الولايات المتحدة
- اليابان
- اليونان

تعد محطة خط الوقود الفضي لمعدات الأضخم والأكثر تعقيداً في آلات الصاروخ الأولى، والمواد المؤكسدة، والعوامل الأخرى (التي تتفاعل مع الأطراف المبللة بالوقود الصلب. يجب أن تكون هذه الأنابيب مُصممة لتتسع لكميات الوقود الفضي، والخلاطات، والأدوات الأخرى المستخدمة في صناعة مراحل الصاروخ التي تحتوي على الوقود الصلب الذي يعرف باسم "الحبيبات" (تجاوزاً. وإذا ما كان ذلك إلى الحبيبات لإنتاج الحبيبات في عدة دفعات فإن الوقود يتفاعل مع الهواء المحيط بالحبيبات في أثناء التخزين. وهذا يزيد من حجم الفتحات الداخلية للحبيبات، مما يؤدي إلى زيادة سطح الاحتراق الذي يتسبب في ارتفاع ضغط غرفة الاحتراق. وهذا يمكن أن يؤدي إلى انفجار محرك الصاروخ. ولتجنب ذلك، يتم تصميم غلاف المحرك الصلب بحيث يتحمل الضغط الأقصى المتوقع أثناء الاحتراق).

يمكن تصنيع الكثير من أجزاء المحرك من الفولاذ. وذلك طريقة فعالة من حيث التكلفة لإنتاج هياكل كبيرة الحجم. ويمكن تصنيع أجزاء أخرى من الغلاف، مثل الفوهة، من مواد أكثر تعقيداً، مثل ألياف الكربون المدمجة في مصفوفة الراتنج. ويمكن تصنيع الأجزاء الأكثر تعقيداً، مثل فوهات المحرك، من مواد مركبة أكثر تعقيداً، مثل ألياف الكربون المدمجة في مصفوفة الكربون. ويمكن تصنيع الأجزاء الأكثر تعقيداً، مثل فوهات المحرك، من مواد مركبة أكثر تعقيداً، مثل ألياف الكربون المدمجة في مصفوفة الكربون.

تتعرض أجزاء المحرك لدرجات حرارة عالية أثناء الاحتراق. ويمكن أن تتعرض الأجزاء الأكثر تعقيداً، مثل فوهات المحرك، لدرجات حرارة تصل إلى 3000 درجة مئوية. ويمكن أن تتعرض الأجزاء الأكثر تعقيداً، مثل فوهات المحرك، لدرجات حرارة تصل إلى 3000 درجة مئوية. ويمكن أن تتعرض الأجزاء الأكثر تعقيداً، مثل فوهات المحرك، لدرجات حرارة تصل إلى 3000 درجة مئوية.

يجب عزل الغلاف عن المواد الساخنة لمنع تلف الغلاف. ويمكن عزل الغلاف عن المواد الساخنة باستخدام مواد عازلة، مثل المطاط الإيثيلين بروبيلين ديين مونومر (EPDM). ويمكن عزل الغلاف عن المواد الساخنة باستخدام مواد عازلة، مثل المطاط الإيثيلين بروبيلين ديين مونومر (EPDM). ويمكن عزل الغلاف عن المواد الساخنة باستخدام مواد عازلة، مثل المطاط الإيثيلين بروبيلين ديين مونومر (EPDM).

يتطلب كل المكونات التي من شأنها أن تجعل النظام الفرعي قادرًا على تحمل الصواريخ التي تعمل بالوقود السائل وجود معدات إنتاج خاصة أو إغلاق الوقود الفعلي على سبيل المثال التي تتطلب وجود التفرز، مثل تلك الموضحة في الفئة 27 من هذا الجزء الفرعي مثل الألياف، وقواعد الصمامات وحواجز التآكل. يتم وصل الفتحات كمرونة مع حواف التآكل، ويتم تجميع الصمامات في مجموعات)المشتركات(حيث تتم معدات الحماية بواسطة مجموعات خاصة. كما يتم فصلاً عن تلك التي تنفيذ على الآليات التي تجمع النظام بتخفيض الصمامات المجموعة من على الآليات التي تعمل بتخدام معدات تتضمن في وقاية بتجميع تطلبات الصمامات الصمامات. أما على الآليات التي تستخدم بفتحات وجود الموجود على الخطوط وتوغراف غازي قد تصل إلى خمس أجزاء من المليون بحد أدنى. كما يتم استخدام آلة اختبار تلقائي تنفيذ على الآليات التي تشغل على تكرار الصمامات التي تفتح وإغلاق الوقود الفعلي، وذلك أن اختبار السائل عبر الصمامات الصمامات في داخل دورات التي تفتح وإغلاق المطلوبة. يتم تنفيذ عدد من اختبارات القبول الأخرى خلال على الآليات الإنتاج والتجميع.

نظرًا لأن تلفزيونية التصريح آخذة في التطور فقد تطورت معها طريقة إنتاج الأدوات، والإلكترونيات، والمكونات الوظيفية. كما أن أسلوب التصريح الحقيقي قد تطور ليصل إلى الأبد في حيث تعبر طريقة التصريح المضاف)AM(من أسرع هذه الاختلافات تطورًا في حيث تتضمن "الطباعة" أي عادة" تم تطوير المواد النماذج الأولية بالليزر إلى إنتاج المكونات المواد المعادن والخزف.

تعمل التصريح المضاف للمعدن/الخزف على إنتاج الأجزاء والأدوات باستخدام مصدر المعدن/الخزف أو سلك يتم تذويبه باستخدام التصريح)PBF(وتوجيه الطاقة)DED(أو بواسطة على آلية تتكون على مصدر الليزر/القوس الكهربائي للمعادن غير الحديدية من نوع من الألمنيوم، والنحاس، والتيتانيوم إلى معادن حديدية من فولاذ الذي لا صدأ والسبائك على المعادن/تحمل درجات الحرارة العالية، والتي يتم استخدام الكثير منها في تكنولوجيا صواريخ

اعتبارًا من عام 2016، يفرض الوضع الحالي لصناعة على نظم آلات مصدر التصريح أجزاء بأبعاد 250 × 250 × 325 مم، مع وجود عدد قليل من آلات قادرة على إنتاج أجزاء بأبعاد إلى 800 × 400 × 500 مم. أما نظم مصدر الطاقة الموجه فهي قادرة على تصريح الأجزاء الأكبر حجمًا بواسطة طريقة التصريح بالإضافة بأبعاد إلى 5791 × 1219 × 1219 مم.

يتم استخدام طريقة الانصهار بالتفريغ الكهربائي)EDM(على نطاق واسع في تصريح حركات الصواريخ العالية قبل الوقود الفعلي الصلب. تم تطويرها لأول مرة، كانت تجري التحكم في هذه العلاقة بواسطة تجهيزات إعداد وأدوات التحكم الرقمية بالحاسوب. طريقة الانصهار بالتفريغ الكهربائي بواسطة الحاسوب والتصريح بمساعدة الحاسوب عن هذه أيام.

بعد إجراء الاختبارات على المكونات وإصدارها من طرق التجميع النظام الفرعي يتم إجراء العديد من على الآليات للتحقق من توافق النظام الفرعي المجمع مع التصميم. عدد هذه الطرق، يمكن اختبار نظام الفرعي للتحقق من وفائها بالمتطلبات.

أما المعدات المستخدمة في تصريح معدات الحماية الموجهة للاستخدام في أي درجة على التخصص. يشتمل تطلب استخدام أدوات خاصة تصريح الحواجز، والحوامل، وطرق الانصهار، وأدوات عزم الدوران، والاختبارات التي تدخل في توافق الجهة التصريح وقياسات وقياس التسارع بالإضافة إلى استخدام معدات خاصة للقياس ومعايرة مدى قوة النظومات الفرعية المجزأة. إذ يجب أن تتكون نقطة التصريح الكهربائي الدوارة والغلاف للعائم مصممين وتجميعهما بقوة للوصول إلى سلامة موحدة للجدار، وتشطيب أملس بالسطح. يجب أن تتكون الحوامل ذات الكربات، أو الحوامل الغازية أو الحوامل المرصوفة من مجموعة قوية أيضًا. يعتبر الحوامل المصنوعة من الفولاذ الذي لا يصدأ التي يتم تغطيتها بطرق مثل من بين وصولة، والتي يتم تغطية درجة تحتها عن أجزاء من الليثيوم من الوصولة، من العوامل المطلوبة للتصريح الكهربائي الدوارة.)علاوة على ذلك، تستخدم هذه الأدوات التي يتم تصميمها بالتصوير الذاتي دارات قوية أو صغيرة الحجم تحتوي على معلومات المعايرة التي تشير إلى أي من إجراءات التصريح والتشطيب قد تؤثر إذا كانت أي من هذه المعلومات مفقودة أو تالفة. إن النظام الفرعي يتم تصميمه لكي يسمح بالتحقق من عزم دوران محوري. الذي يؤدي بدوره إلى انحراف من شأنه أن يؤثر على قوة الكهربائي وبالتالي على قوة النظام التوجيه الفرعي.

تعتمد محركات الصواريخ على دوارة أو توربو مضخات لتوفير ضغط عالٍ لحقن الوقود والمؤكسد في غرفة الاحتراق، حيث يتم إشعال الخليط بواسطة وسائل مختلفة. وتستخدم هذه التوربو مضخات عادة دورة غازية مولدة، حيث يتم توجيه جزء من الوقود والمؤكسد المتدفقين من المضخات إلى مولد غازي منفصل، حيث يتم إشعالهما بواسطة وسائل مختلفة. ويتم توجيه الغازات الناتجة عن الاحتراق إلى توربينات تدير المضخات. وبعد ذلك يتم تفريغ غازات العادم من التوربينات إلى غرفة الاحتراق الرئيسية أو إلى فوهة العادم، حيث يتم خلطها مع الغازات الناتجة عن الاحتراق الرئيسي. وتسمى هذه الدورة عادة دورة الاحتراق المرحلي أو دورة الاحتراق المرحلي، وتتضمن مزايا مثل انخفاض ضغوط الاحتراق وانخفاض معدلات تدفق الوقود المؤكسد.

تستخدم دورة المولد الغازي عادة لتوفير ضغط عالٍ للوقود والمؤكسد بأقل قدر من فقدان الأداء. وتتضمن هذه الدورة عادة مولدًا غازيًا صغيرًا يحرق جزءًا من الوقود والمؤكسد المتدفقين من المضخات لتوليد غازات ساخنة لتشغيل التوربينات. وبعد ذلك يتم تفريغ غازات العادم من التوربينات إلى فوهة العادم، حيث يتم خلطها مع الغازات الناتجة عن الاحتراق الرئيسي.

٢.ج المواد

لا يوجد.

٢.د البرمجيات

٢.د.١ "البرمجيات" المصممة أو المعدلة خصيصاً لأغراض "استخدام" منشآت الإنتاج المحددة في البند ٢.ب.١.

الطبيعة والغرض: يزداد استخدام الإجراءات الصارمة للتحكم في الجودة والتي تعتمد عليها محركات الصواريخ ذات الوقود السائل، إلى جانب التحكم العددي بالحاسوب، لتحقيق تفاوتات ضيقة في الأداء. وتعتمد هذه الإجراءات على درجة عالية من التكرار. وتعتمد هذه البرمجيات على خصائص محددة لهذه الإجراءات.

الإنتاج العالمي

- الأرجنتين
- البرازيل
- كندا
- الصين
- مصر
- فرنسا
- ألمانيا
- الهند
- إيران
- إسرائيل
- إيطاليا
- اليابان
- ليبيا
- كوريا الشمالية
- النرويج
- باكستان
- روسيا
- صربيا
- جمهورية كوريا
- إسبانيا
- السويد
- سوريا
- أوكرانيا
- المملكة المتحدة
- الولايات المتحدة

طريقة العمل: تخضع الأدوات الآلية الحاسوبية للتحكم العددي بواسطة الحاسوب (CNC). حيث يعالج الحاسوب الرقيق الموجود في كل آلة على قراءة البرنامج العام بلغة البرمجة الخاصة به، والذي يقوم بدوره بتنفيذ العمليات المبرمجة. يتم استخدام الحاسوب الشخصي لتصميم الأجزاء كما تستخدم أيضاً في الصناعة لإدخال البرامج إما بواسطة الإدخال اليدوي للغة البرمجة الخاصة أو باستخدام برمجيات التصميم بمساعدة الحاسوب (CAM) التي تقوم بإنشاء لغة البرمجة الخاصة بواسطة الخصائص التي يدخلها المستخدم إلى برنامج الإنشاء. وينتهي المعالجة الآلية لبرامج لغة الخاصة التي يتم إنتاجها باستخدام برمجيات التصميم بمساعدة الحاسوب على آلة التحكم العددي بواسطة الكمبيوتر التي يتم استخدامها. كما تتوفر برامج ومكتبات لغة الخاصة ضمن المالك العام.

الاستخدامات النموذجية مع القذائف: تستخدم أدوات آلة التحكم العددي بواسطة الكمبيوتر على نطاق واسع في تصنيع واختبار أجزاء النظام الصاروخي وتعتمد على كل من البرمجيات الداخلية وبرمجيات التصميم بمساعدة الحاسوب لإنشاء الأجزاء المعقدة من نظام القذائف. يوضح الأمثلة عن استخدامات أدوات آلة التحكم العددي بواسطة الكمبيوتر لتصنيع أجزاء نظام القذائف.

كما يتم استخدام أدوات آلة التحكم العددي بواسطة الكمبيوتر وطريقة التصنيع الإضافية لتصنيع المحركات الصاروخية للصواريخ والقذائف بالإضافة إلى أجزاء المحركات الصاروخية الأخرى.

أما عمليات الربط الانشعابي للصفائح الرقيقة فتتطلب استخدام آلات التحكم بواسطة الحاسوب. كما أن عمليات التدريب الخاصة بالاستخدام الآمن لهذه الآلات تتطلب استخدام الحاسوب.

من جهة أخرى، يتم استخدام أجزاء المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود السائل (من الخزانات إلى الحجرات ومن الحجرات إلى فوهات) بشكل نموذجي باستخدام الأجزاء التي يتم استخدامها في الوحدات المخصصة للاختبار على الأرض. في هذه الأيام، تُجرى عمليات الحام "الدوراني" بزاوية 360 درجة حول السطح الأسطواني (خط اللحام) بواسطة الحاسوب وتتطلب وجود برمجيات خاصة لتوليد المسار الخاص بها. علاوةً على ذلك، تُجرى عمليات التصنيع الآلي للمواد المختلفة بواسطة الحاسوب في الخزانات، على سبيل المثال تتوافق الخزانات من سبائك الألومنيوم المقاومة للتآكل بشكل كبير مع الحاجة إلى تقليل الوزن. ومن الجدير بالذكر أن استخدام الحاسوب في عمليات التصنيع الآلي هذه يتطلب برمجيات خاصة.

في حين يتم استخدام المعدات الآلية التحكم في وإدارة عمليات التشكيل الدوراني المستخدمة في تشكيل الغلاف الخارجي للمحرك إلى جانب آلات التشكيل الأخرى التي تتطلب استخدام الحاسوب.

يمكن استخدام المخارط الخاضعة للتحكم العددي بواسطة الكمبيوتر إلى جانب التفريز لتحويل الغرافيت أو قضبان الكربون المخصصة إلى فوهات محركات تعمل بالوقود الصلب وإلى أطراف رؤوس المركبات العائدة.

فهناك حاجة لاستخدام معدات الآلات الدقيقة لإنتاج المكونات الدقيقة التي يتم تركيبها في أدوات التوجيه والقصور الذاتي. بمجرد تجميع هذه المكونات، يجري اختبارها وتقييم أداءها في محطات اختبار تعمل بواسطة الحاسوب. ينتج عن هذه الاختبارات بيانات تستخدم في تحديد معالم الأداة، مثل معدل الانحراف ومعامل القياس، ويمكن أيضاً أن تستخدم في تحديث برمجيات التحكم وتوجيه برمجية الطيران.

الإنتاج العالمي

- الأرجنتين
- البرازيل
- الصين
- ألمانيا
- إسرائيل
- اليابان
- روسيا
- السويد
- المملكة المتحدة
- أستراليا
- كندا
- فرنسا
- الهند
- إيطاليا
- باكستان
- جمهورية كوريا
- أوكرانيا
- الولايات المتحدة

الاستخدامات الأخرى: يمكن أيضاً الاستفادة من البرمجيات المستخدمة في تشغيل المعدات التي تقوم بتصنيع المكونات والمنظومات الفرعية، مع إجراء تعديلات عليها، بهدف التحكم بالمنتجات التي يتم تصنيعها في مجال صناعات الملاحة المدنية والعسكرية على حد سواء.

الشكل (عند التصدير): عادةً ما تتخذ البرمجية المستخدمة في الإنتاج شكل برامج حاسوبي مخزن على وسائل مطبوعة، أو ممغنطة، أو ضوئية أو غيرها من الوسائل. ويمكن لأي من الوسائل الاعتيادية مثل الشريط الممغنط، والأقراص المرنة، والأقراص الصلبة القابلة للإزالة، والأقراص المضغوطة ووحدة التخزين USB والوثائق أن تخزن هذه البرمجية والبيانات.

الشكل (عند التعبئة): لا يمكن تمييز الشريط الممغنط، والأقراص المرنة، والأقراص الصلبة القابلة للإزالة، والأقراص المضغوطة ووحدة التخزين USB والوثائق التي تحتوي على برمجية مرافق إنتاج القذائف عن أي وسائل تخزين أخرى.

فقط الملصقات والوثائق المصاحبة للبرمجية هي الوحيدة القادرة على الإشارة إلى طبيعة استخدامها ما لم تكن البرمجية تعمل على الحاسوب الشخصي. فضلاً عن ذلك، يمكن نقل هذه البرمجية والوثائق إلكترونياً عبر شبكة حاسوب.

٢.د.٢ "البرمجيات" المصممة أو المعدلة خصيصاً لأغراض "استخدام" محركات أو آلات تحريك الصواريخ المحددة في البند ٢.أ.١.ج.

الطبيعة والغرض: البرمجيات المصممة أو المعدلة خصيصاً لاستخدامها في المحركات أو الآلات الصاروخية التي تعمل بالوقود الصلب أو الهجين أو السائل أو الهلامي تكون مدموجة عموماً في برمجية حاسوب الطيران الموجودة على متنها، وتتابع قدرتها على تنفيذ مهام متعددة بالنسبة للمحركات والتحريك الصاروخي. تقوم هذه البرمجية بمراقبة بيانات المستشعر حول الضغوط ودرجات الحرارة وغيرها، كما تقوم بالتحكم بتسلسل الأحداث، مثل تشغيل المحرك وإيقاف تشغيله، وتشغيل مولد الغاز وبدء تدفق الوقود (بواسطة فتح وإغلاق الصمام عدة مرات) وغيرها من الأحداث المفصلة التي تتحقق في الوقت أو بالتسلسل المناسبين على حد سواء.

يمكن أن يتم تنفيذ هذه العمليات إما عن طريق إرسال إشارات داخلية أو خارجية من وسيلة الإطلاق أو من القذيفة المتحركة، أو عن طريق نظام الملاحة بالقصور الذاتي أو المستشعرات الأخرى الموجودة في حاسوب الطيران. أما بالنسبة للمحركات التي تعمل بالوقود الدفعي السائل فيمكن أن تكون بعض نواحي نظام التحكم في المحرك مدموجةً في برمجية حاسوب الطيران مثل التحكم بضغط حجرة الاحتراق، أو نسبة خلط الوقود الدفعي، حيث تتم العملية آليًا عبر وسائط عمليات القياس التي يجريها المستشعر على الكمية المتبقية في الخزانات. وفي نهاية المطاف، يمكن اعتبار عناصر محددة من النظام الفرعي للتحكم بموجه الدفع على أنها أجزاء من المحرك أو آلة التحريك، مثل مشغلات فوهة المزود بنفاثات جيمبال، أو نظم المحرك المزود بنفاثات جيمبال أو منظومات الدفع التي تتحكم بالتوافق مع برمجية حاسوب الطيران الموجودة على متن المركبة. وللتحكم بهذه العناصر الخاص في النظام الفرعي للتحكم بموجه الدفع تتضمن هذه الفئة أيضًا برمجية متخصصة للصيانة والتشخيص تستخدم في عمليات صيانة المحركات والآلات المحركة للصواريخ. يمكن استخدام معظم برمجيات هذه الفئة في إجراء عملية الاختبار الكهربائي التلقائي قبل الطيران.

طريقة التشغيل: يتطلب برنامج التحقيق الإشارات، مثل إشارة الإطلاق الصادرة من منشأة الإطلاق أو القذيفة المتحركة، ومن ثم يقوم بإرسال الإشارات وفق التسلسل المناسب لإنجاز العمل. بالنسبة لبعض المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الدفعي الصلب، يمكن أن تشمل هذه العملية الإشارات الضرورية لبدء تشغيل الشحنة المولدة للحرارة اللازمة لإشعال حبيبات الوقود الدفعي الصلب في غلاف المحرك. أما بالنسبة لبعض المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الدفعي السائل، يمكن أن يقوم حاسوب الطيران بإرسال إشارة لبدء تشغيل مولد غاز الوقود الدفعي الصلب الذي يقوم بدوره ببدء تشغيل النفاثة (النفاثات) الخاصة بالمضخة (المضخات) التوربينية مع فتح الصمامات لبدء تدفق الوقود الدفعي نحو حجرة الاحتراق. يتم دمج جميع هذه الوظائف في برمجية الطيران التي تتحكم بجميع وظائف القذيفة بما فيها الإطلاق. بدوره يقوم حاسوب الطيران، عبر مكونات نظام التحكم الخاص به بإصدار جميع الأوامر والإشارات المطلوبة لتنفيذ الطيران الكامل بما يتوافق مع عبارات التصميم. وفي حين أنه يبدو ممكناً من الناحية النظرية فصل برمجية التحكم في آلة التحريك أو المحرك عن حاسوب الطيران وبرمجياته، إلا أن هذا غير ممكن. يمكن أن توجد برمجية تشغيل آلات التحريك أو المحركات هذه في برمجية منشأة الإطلاق أو القذيفة المتحركة، أو في برمجية التحكم الأرضي الموجودة على متنها أو في معدات التشخيص المتنقلة.

الاستخدامات النموذجية للصواريخ: عادة ما يتم دمج برنامج التحكم في محرك صاروخ الدفع الصلب أو الدفع المختلط أو الدفع السائل ضمن برنامج التحكم على متن الطائرة، بحيث يتم التحكم التسلسلي في كافة أنظمة الصواريخ الفرعية من خلال برنامج الطيران. بينما يمكن أن يوجد برنامج التشغيل في وحدة الإطلاق أو أجهزة الإطلاق المتحركة أو ضمن برنامج التحكم الأرضي على متن الطائرة أو المعدات المتنقلة لتشخيص الأعطال.

الاستخدامات الأخرى: لا يوجد

شكل (عند التصدير): عادةً ما تتخذ البرمجية المستخدمة في آلات التحريك أو المحركات الصاروخية شكل برنامج حاسوبي مخزن على وسائط مطبوعة، أو ممغنطة أو ضوئية أو غيرها من الوسائط. ويمكن لأي من الوسائط العادية مثل الشريط الممغنط، والأقراص المرنة، والأقراص الصلبة القابلة للإزالة، والأقراص المضغوطة ووحدة التخزين USB والوثائق أن تختزن هذه البرمجية والبيانات.

شكل (عند التعبئة): لا يمكن تمييز الشريط الممغنط، والأقراص المرنة، والأقراص الصلبة القابلة للإزالة، والأقراص المضغوطة ووحدة التخزين USB والوثائق التي تحتوي على برمجية مرفقة لا تختلف عن أي وسائط تخزين أخرى، فقط الملصقات والوثائق المصاحبة للبرمجية هي الوحيدة القادرة على الإشارة إلى طبيعة استخدامها ما لم تكن البرمجية تعمل على الحاسوب المناسب. فضلاً عن ذلك، يمكن نقل هذه البرمجية والوثائق إلكترونياً عبر شبكة حاسوب.

٢.د.٣ "البرمجيات"، المصممة أو المعدلة خصيصاً لأغراض تشغيل أو صيانة "مجموعات التوجيه" المحددة في البند ٢.أ.١.د .

ملاحظة:

يشمل البند ٢.د.٣ "البرمجيات" المصممة أو المعدلة خصيصاً لتحسين أداء "منظومات التوجيه" لبلوغ أو تجاوز الدقة المحددة في البند ٢.أ.١.د.

- الأرجنتين
- البرازيل
- الصين
- ألمانيا
- إسرائيل
- اليابان
- البرتغال
- جمهورية كوريا
- السويد
- الولايات المتحدة
- أستراليا
- كندا
- فرنسا
- الهند
- إيطاليا
- باكستان
- روسيا
- أوكرانيا
- المملكة المتحدة

الإنتاج العالمي

الطبيعة والغرض: في نظام الصواريخ، يتم تركيب أدوات التوجيه والتحكم بشكل رئيسي على منصة ثابتة تقع في قسم التوجيه. يتم التحكم بالمنصة الثابتة بواسطة حاسوب الطيران في حين تعمل البرمجية الموجودة في حاسوب الطيران على جمع المعلومات من الأدوات المركبة على المنصة، ومعالجة البيانات، فضلاً عن إصدار الإشارات للمعدات الموجودة على المنصة للحفاظ على تسويتها وتثبيتها. وعند إطلاق الصاروخ، يستمر حاسوب الطيران في التحكم بتوجيه المنصة الثابتة أثناء الطيران. فهو يعمل على جمع المعلومات من مقياس التسارع، كما يقوم بدمج البيانات لتحديد السرعة والوضعية فضلاً عن ذلك، يقوم الحاسوب بتحديد الانحرافات الحاصلة عن مسار الطيران المبرمج ليصدر إشارات تصحيح إلى نظام التحكم بالطيران.

طريقة التشغيل: تعمل مقاييس التسارع والجيروسكوبات على القياس الدائم للتسارع الناتج عن الجاذبية الأرضية وقوى الدوران الناتجة عن دوران الأرض. تتسبب هذه القوى في انحراف المنصة ما لم يتم تصحيحها. من جهتها، تعمل برمجية حاسوب الطيران على جمع ومعالجة بيانات الاستجابة القادمة من كل جيروسكوب، ودمج المعلومات المتعلقة بكل واحدة من الأدوات كل على حدة مثل معدات الانجراف والانحراف والتعويض. وتقوم بعد ذلك بإرسال إشارات إلى محركات الدوران المركبة في أجهزة الجيمبال التي تقوم بدورها بإبقاء المنصة ثابتة أثناء دوران الأرض. عند إطلاق الصاروخ، يستمر حاسوب الطيران في التحكم بتوجيه المنصة الثابتة أثناء الطيران. فهو يعمل على جمع بيانات مقياس التسارع المتغيرة خلال الإطلاق وطيلة فترة الطيران باستخدام الطاقة، ويقوم بدمج البيانات لتحديد السرعة والوضعية. وأثناء قيام حاسوب الطيران بتنفيذ هذه العمليات الحسابية، يقوم الحاسوب بتحديد الانحرافات الحاصلة عن مسار الطيران المبرمج ليصدر إشارات تصحيح إلى نظام التحكم بالطيران. وعندما يقرر الحاسوب بأن السرعة مناسبة وبأن الصاروخ في الوضع الصحيح، يقوم بإصدار عدد من الأوامر المتسلسلة لتحييد قوة الدفع (على بعض النظم) بهدف فصل المركبة العائدة.

يمكن أن تستخدم منظومات التوجيه الفرعية للمركبات الجوية غير المأهولة نظم ملاحة تكميلية تعزز قدرة نظم القصور الذاتي على الطيران إلى الهدف بدقة عالية. يتم دمج مخرجات هذه النظم في حاسوب الطيران لتنفيذ عملية ملاحة تتسم بالدقة العالية. وبمجرد أن يحدد حاسوب الطيران الانحرافات عن مسار الطيران، يقوم بإصدار تصحيحات للأوامر التوجيهية الصادرة إلى نظام التحكم بالطيران للحفاظ على مسار وارتفاع الطيران المناسبين.

الاستخدامات النموذجية المتعلقة بالقذائف: تستخدم هذه البرمجية لتشغيل وصيانة نظام المراقبة الجوية غير المأهولة أو النظام الصاروخي خلال الطيران وصولاً للهدف.

الاستخدامات الأخرى: تعد استخدامات برمجية هذه الفئة مع نظم غير نظم القذائف قليلة، إلا أنه يمكن استخدامها في صناعة الطائرات اللاسلكية بهدف تحسين نظم توجيه الطائرات.

الشكل (عند التصدير): عادةً ما تتخذ هذه البرمجية شكل برنامج حاسوبي مخزن على وسائط مطبوعة، أو ممغنطة، أو ضوئية أو غيرها من الوسائط. ويمكن لأي من الوسائط الاعتيادية مثل الشريط الممغنط، والأقراص المرنة، والأقراص الصلبة القابلة للإزالة، والأقراص المضغوطة ووحدة التخزين USB والوثائق أن تخزن هذه البرمجية والبيانات.

الشكل (عند التعبئة): لا يمكن تمييز الشريط الممغنط، والأقراص المرنة، والأقراص الصلبة القابلة للإزالة، والأقراص المضغوطة ووحدة التخزين USB والوثائق التي تحتوي على برمجية مرتبطة بإنتاج القذائف عن أي وسائل تخزين أخرى فقط البطاقات والوثائق المصاحبة للبرمجية هي الوحيدة القادرة على الإشارة إلى طبيعة استخدامها ما لم تكن البرمجية تعمل على الحاسوب المناسب فضلاً عن ذلك يمكن نقل هذه البرمجية والوثائق إلكترونياً عبر شبكة حاسوب أو الإنترنت.

٢.د.٤ "البرمجيات" المصممة أو المعدلة خصيصاً لأغراض تشغيل أو صيانة النظم الفرعية أو المعدات المحددة في البند ٢.أ.١.ب.٣.

الطبيعة والغرض: تتحكم برمجيات الملاحة الخاصة بالمركبات الجوية غير المأهولة في مركبة الطيران الفرعية، وتتلقى أوامر التوجيه، وتشغل المحرك، وإطلاق الرأس الحربي (SAFF) وتدمج نظم الملاحة الخاصة بالمركبة الجوية غير المأهولة مع خوارزميات التحكم في الرحلة التي تستهدف المركبات الجوية غير المأهولة.

طريقة التشغيل: تتحكم البرمجيات في وظائف المركبة الجوية غير المأهولة على مستوى النظام الفرعي، وتشمل، على سبيل المثال لا الحصر، الدفع، والتوجيه، والتحكم في الطيران، والملاحة، والاتصالات، والتحكم في المهمة، والتحكم في الحمولة، وإدارة الطاقة، والتحكم البيئي، والتحكم في الأعطال، والتكوين، والصيانة، والاختبار. وتتحكم البرمجيات في وظائف المركبة الجوية غير المأهولة على مستوى النظام الفرعي، وتشمل، على سبيل المثال لا الحصر، الدفع، والتوجيه، والتحكم في الطيران، والملاحة، والاتصالات، والتحكم في المهمة، والتحكم في الحمولة، وإدارة الطاقة، والتحكم البيئي، والتحكم في الأعطال، والتكوين، والصيانة، والاختبار. وتتحكم البرمجيات في وظائف المركبة الجوية غير المأهولة على مستوى النظام الفرعي، وتشمل، على سبيل المثال لا الحصر، الدفع، والتوجيه، والتحكم في الطيران، والملاحة، والاتصالات، والتحكم في المهمة، والتحكم في الحمولة، وإدارة الطاقة، والتحكم البيئي، والتحكم في الأعطال، والتكوين، والصيانة، والاختبار.

وتتحكم البرمجيات في وظائف المركبة الجوية غير المأهولة على مستوى النظام الفرعي، وتشمل، على سبيل المثال لا الحصر، الدفع، والتوجيه، والتحكم في الطيران، والملاحة، والاتصالات، والتحكم في المهمة، والتحكم في الحمولة، وإدارة الطاقة، والتحكم البيئي، والتحكم في الأعطال، والتكوين، والصيانة، والاختبار. وتتحكم البرمجيات في وظائف المركبة الجوية غير المأهولة على مستوى النظام الفرعي، وتشمل، على سبيل المثال لا الحصر، الدفع، والتوجيه، والتحكم في الطيران، والملاحة، والاتصالات، والتحكم في المهمة، والتحكم في الحمولة، وإدارة الطاقة، والتحكم البيئي، والتحكم في الأعطال، والتكوين، والصيانة، والاختبار.

الاستخدامات المرتبطة بالوظيفة: يتم التحكم في هذه البرمجيات من خلال نظام الملاحة الموجود داخل المركبة الجوية غير المأهولة، وأيضاً نظام التشغيل والتحكم في الطيران الخاص بالمركبة الجوية غير المأهولة SAFF.

الاستخدامات الأخرى: لا يوجد.

الشكل (عرض تقديمي): عادةً ما تكون هذه البرمجيات مخزنة في محرك أقراص صلبة، أو وسائط مغناطيسية، أو ضوئية أو غيرها من الوسائط. ويمكن أن تكون الوسائط من أي نوع طبقي، بما في ذلك الأقراص المرنة، والأقراص الصلبة، والأقراص الصلبة القابلة للإزالة، والأقراص الضوئية ووحدة تخزين USB. ويمكن أن تخزن هذه البرمجيات على الوثائق.

الشكل (واجهة): لا يمكن أن تكون الأقراص الصلبة، والأقراص المرنة، والأقراص الصلبة القابلة للإزالة، والأقراص الضوئية ووحدة تخزين USB والوثائق جزءاً من أي وسائط تخزين أخرى فيما عدا الوثائق التي تحتوي على برمجيات مرتبطة بالوظائف. وتتحكم البرمجيات في الوظائف على مستوى النظام الفرعي، وتشمل، على سبيل المثال لا الحصر، الدفع، والتوجيه، والتحكم في الطيران، والملاحة، والاتصالات، والتحكم في المهمة، والتحكم في الحمولة، وإدارة الطاقة، والتحكم البيئي، والتحكم في الأعطال، والتكوين، والصيانة، والاختبار.

٢.د.٥ "البرمجيات" المصممة أو المعدلة خصيصاً لأغراض تشغيل أو صيانة النظم المحددة في ٢.أ.١.ه.

الغرض والغرض: تستخدم هذه البرمجيات لتشغيل النظام الفرعي للتحكم بموجه الفضاء (TVC) والتي تستخدم التحكم بمسار الرحلة التي تطير فيها القذائف أثناء مرحلة التعزيز.

طريقة التشغيل: يتم التحكم بمسار الرحلة الفعلية التي تطير فيها القذائف باستخدام النظام الفرعي للتحكم بموجه الفضاء عن طريق توجيه أوامر التحكم بالدفع إلى المحركات الصاروخية لتغيير اتجاه الدفع أو مقداره، أو توجيه المحرك الصاروخي لتغيير اتجاه الدفع بالنسبة إلى جسم القذيفة، أو توجيه المحرك الصاروخي لتغيير اتجاه الدفع بالنسبة إلى جسم القذيفة، أو أي منهما معاً، أو غير ذلك من الوسائل لتغيير اتجاه الدفع بالنسبة إلى جسم القذيفة. وتتضمن البرمجيات المحددة معالجة البيانات في الوقت الفعلي لتحديد الانحرافات عن المسار المرغوب فيه استناداً إلى بيانات الملاحة والتوجيه والتحكم، ثم تحديد الأوامر اللازمة لتصحيح هذه الانحرافات. وتتضمن هذه البرمجيات المحددة أوامر التحكم بالدفع التي يتم توجيهها عبر واجهة البرمجيات التطبيقية التي تربط بين نظام التحكم بالدفع والجزء الذي يتحكم بالمحرك الصاروخي.

الاستخدامات الموثوقة مع القذائف: تستخدم هذه البرمجيات لتشغيل النظام الفرعي للتحكم بموجه الفضاء المستخدم في القذائف التي تطير فيها القذائف الموصوفة.

الاستخدامات الأخرى: يمكن استخدام هذه البرمجيات في صواريخ الأغراض العامة التي تستخدم لأغراض الاستكشاف السلمي للفضاء بواسطة المركبات الفضائية المأهولة أو غير المأهولة.

الشكل (عند التصدير): عادةً ما تتخذ هذه البرمجيات شكل برامج حاسوبية مخزنة على وسائط مادية، أو مدمجة، أو مخزنة على وسائط أخرى من أي نوع. ويمكن أن تشمل الوسائط المادية الأقراص المرنة، والأقراص الصلبة، والأقراص المدمجة القابلة للإزالة، والأقراص المضغوطة ووحدة التخزين USB والوثائق المطبوعة التي تحتوي على هذه البرمجيات.

الشكل (عند التصنيع): لا يمكن تمييز البرمجيات المحددة، والأقراص المرنة، والأقراص الصلبة القابلة للإزالة، والأقراص المضغوطة ووحدة التخزين USB والوثائق المطبوعة التي تحتوي على هذه البرمجيات عن أي وسائط تخزين أخرى فقط للأجهزة والوثائق المصاحبة لهذه البرمجيات المحددة. ومع ذلك، فإن استخدام هذه البرمجيات على أجهزة الكمبيوتر المحمولة أو المكتبية أو الخوادم يتطلب عادةً وجود نظام تشغيل. ويمكن تخزين هذه البرمجيات على أجهزة الكمبيوتر المحمولة أو المكتبية أو الخوادم أو في الوثائق المطبوعة التي تشير إلى هذه البرمجيات.

6.د.2 "المراحيض" المصممة أو المعدلة خصيصاً لأغراض تشغيل أو صيانة النظم المحددة في البند 2.أ.1.و.

ملاحظة:
لا تنطبق الأحكام التي تقيد استخدام المراحيض على المراحيض المستخدمة على متن الطائرات التي تقدم خدمات الركاب على أساس تجاري. يمكن اعتبار "المراحيض" المخصصة المصممة وفقاً للبندين 2.د.2 و 2.د.6 على أنها لا تندرج في إطار هذه الفئة إذا استوفت المعايير التالية:

1. في إطار البند 2.د.2، إذا كانت المراحيض المصممة أو المعدلة خصيصاً لأغراض آلات الأوجه المتحركة التي تعمل بالطاقة، أو المراحيض المتحركة المصممة أو المعدلة لأغراض الصرف الصحي، لا تفي بالمعايير الواردة في البند 2.أ.1.ج.2.
2. في إطار البند 2.د.3، إذا كانت المراحيض المصممة لأغراض الطائرات التي يبلغ الحد الأقصى لوزنها الإجمالي 300 كغم أو أقل؛
3. في إطار البند 2.د.4، إذا كانت المراحيض المصممة أو المعدلة خصيصاً لأغراض الطائرات العاملة بموجب لوائح الطيران المدني؛
4. في إطار البند 2.د.5، إذا كانت المراحيض المصممة لأغراض النظم التي لا تنتج أو تستخدم "المواد المتفجرة" على النحو المحدد في البند 1.أ.1 من النظم المحددة؛
5. في إطار البند 2.د.6، إذا كانت المراحيض المصممة لأغراض النظم المخالفة للنظم المحددة في البند 1.أ.

الموضوع والغرض: تتعلق المراحيض المحمولة على متن الطائرات المستخدمة في مرفق النظم الفرعية التي تم تركيبها، وتشغيلها، وإطلاق الرأس الحربي (SAFF) الموجود في الطائرات العاملة.

طريقة التشغيل: تتعلق المراحيض المحمولة على متن الطائرات العاملة بمرفق نظام SAFF (على سبيل المثال، الطائرات المستأجرة، والطائرات المؤجرة، والطائرات المخصصة للاستخدام الخاص، وما إلى ذلك) بموجب طبيعة الاستخدام المحددة في هذه الفئة. تقرر أن نظام SAFF المتعلق بالمراحيض المحمولة على متن الطائرات العاملة يتضمن أجهزة الاستشعار الإلكترونية، والتي تعمل على تشغيل أو إيقاف تشغيل المراحيض، وإشارات الإنذار المبكر، وإشارات الإنذار، والتباطؤ، وإشارات الإنذار المبكر، وإشارات الصادرة عن الحاسوب المتعلقة بالتحكم في الوصول إلى المراحيض، وغيرها من الإشارات التي يحددها المصممون.

الاستخدامات المتوقعة: تستخدم هذه المراحيض في الطائرات العاملة المحمولة على متن الطائرات العاملة لأغراض السلامة والراحة.

- الأرجنتين
- البرازيل
- الصين
- ألمانيا
- إسرائيل
- اليابان
- البرتغال
- جمهورية كوريا
- أوكرانيا
- الولايات المتحدة
- أستراليا
- كندا
- فرنسا
- الهند
- إيطاليا
- باكستان
- روسيا
- السويد
- المملكة المتحدة

الاستخدامات الأخرى: لا يوجد.

الشكل (عدد) المحتمل: عادةً ما تتخذ هذه المراحيض شكل صندوق يحتوي على وسائل مختلفة، أو مرحاض، أو وعاء أو غيرها من الوسائل. يمكن أن يكون الشكل العام لهذه المراحيض مستطيلاً، والقراص المدمجة، والقراص المرنة، والقراص الصلبة القابلة للإزالة، والقراص الصلبة ووحدة التخزين USB والوثائق أن تخزن هذه المراحيض والبيانات.

الشكل (عدد) المحتمل: لا يمكن تمييز هذه المراحيض، والقراص المدمجة، والقراص المرنة، والقراص الصلبة القابلة للإزالة، والقراص الصلبة ووحدة التخزين USB والوثائق التي تحتوي على أي وسائل تخزين أخرى فقط على المراحيض والوثائق المصممة خصيصاً للاستخدام على متن الطائرات العاملة. ما لم يتم استخدام هذه المراحيض على متن الطائرات العاملة، لا يمكن تمييز هذه المراحيض والوثائق الإلكترونية عن الحاسوب.

يتم تزويد المحركات الصاروخية التي يمكن أن تحمل حمولة لا تقل عن 500 كغ لمسافة لا تقل عن 300 كم أو لأغراض الاستطلاع الجوي بأنظمة توجيه وتحكم تسمح بالوصول إلى هذه المعايير. وتشمل هذه الأنظمة عادة أجهزة استشعار تستخدم مرجعاً قصوراً ذاتياً أو نظاماً مماثلاً يقوم بحساب موقع المركبة وسرعتها دون الحاجة إلى مراقبة خارجية بعد إطلاقها. وتستخدم أجهزة الاستشعار هذه لتوليد أوامر تصحيح تُرسل إلى أنظمة التحكم في الطيران لتوجيه المركبة على طول المسار المطلوب. وتشمل أنظمة التحكم في الطيران عادة أجهزة تحكم في الاتجاه وأجهزة تحكم في الدفع. وتستخدم أجهزة التحكم في الاتجاه لتغيير اتجاه المحرك أو اتجاه المركبة، بينما تستخدم أجهزة التحكم في الدفع لتغيير مقدار الدفع الناتج عن المحرك. وتشمل أمثلة أجهزة التحكم في الاتجاه الفوهات المتحركة، والمراوح الموجهة، والمحركات الصاروخية الصغيرة، والزعانف الديناميكية الهوائية، والدوافع الغازية، والمحركات الصاروخية المتحركة. وتشمل أمثلة أجهزة التحكم في الدفع صمامات الخنق، والمحركات الصاروخية ذات الدفع المتغير، وصمامات قطع الوقود، والمحركات الصاروخية المتعددة التي يمكن إيقاف تشغيلها. وتشمل أنظمة التحكم في الطيران أيضاً أنظمة فرعية لفصل المراحل وأنظمة فرعية لتحديد المدى وتدمير المركبة.

٢.هـ التكنولوجيا

٢.هـ.١ "التكنولوجيا" الواردة في الملاحظة العامة بشأن التكنولوجيا، المستخدمة في "تطوير" أو "إنتاج" أو "استخدام" معدات أو "برمجيات" مدرجة في البند ٢.أ أو ٢.ب أو ٢.د.

الطيف والأغراض: تغطي التكنولوجيا المحددة في البند ٢.هـ.١ جميع التكنولوجيات اللازمة لتطوير أو إنتاج أو استخدام أي من المعدات أو البرمجيات المحددة في البنود ٢.أ أو ٢.ب أو ٢.د.

طريقة التحقق: تتوفر "المساعدة التقنية" التي يمكن تقديمها من خلال أشكال عدة. وتشمل أشكال "المساعدة التقنية" التعليمات التي يمكن تسجيلها على وسائط تخزين مختلفة أو خدمات التدريب أو المشورة التي تتضمن نقل المعرفة أو المهارات أو المساعدة في حل المشكلات. وتشمل أشكال "المساعدة التقنية" أيضاً التعليمات التي يمكن تقديمها من خلال الاتصالات الهاتفية أو أشكال المساعدة الأخرى التي يتم تقديمها داخل البلد المستورد. وقد تتضمن "المساعدة التقنية" نقل "البيانات التقنية" من خلال أشكال مختلفة مثل القراءة أو النسخ أو الأشكال الأخرى لنقل البيانات. وتشمل أمثلة "البيانات التقنية" الرسومات التخطيطية والنماذج والجداول والمخططات والتصاميم والمواصفات والأدلة والإرشادات المكتوبة. وقد تأخذ "البيانات التقنية" أشكالاً مثل القراءات على الأجهزة أو الأدوات أو الأجهزة الأخرى أو القياسات النموذجية أو الأنماط المحفوظة. وقد تتخذ "البيانات التقنية" أشكالاً مثل القراءات على الأجهزة أو الأدوات أو الأجهزة الأخرى أو القياسات النموذجية أو الأنماط المحفوظة. وقد تتخذ "البيانات التقنية" أشكالاً مثل القراءات على الأجهزة أو الأدوات أو الأجهزة الأخرى أو القياسات النموذجية أو الأنماط المحفوظة.

الاستخدامات الخاضعة للرقابة: مع استثناءات محدودة، يتم استخدام "التكنولوجيا" المطلوبة لتطوير أو إنتاج أو استخدام المعدات الخاضعة للرقابة بموجب هذا النظام.

الاستخدامات الأخرى: لا يوجد.

الشكل (الشروط): لا يوجد.

الشكل (الكمية): لا يوجد.

الفئة ٢ – البند ٣

مكونات ومعدات الدفع

الفئة 2 – البند 3: المكونات ومعدات الإنتاج

3.أ المعدات والمكونات والمواد

3.أ.1. المكونات الآتية أو المعدات الإنتاجية المصممة خصيصاً لها والتالي وصفها:

أ- المكونات التي تتميز بجميع الخصائص التالية وصفاً:

1. قادرة على تحمل "أقصى قوة" تساوي أو تزيد على 400 كيلو نيوتن (بالنسبة لمكونات المحرك الصاروخي المصممة لأنظمة الإطلاق التي تتميز بقوة "أقصى قوة" تساوي أو تزيد على 8089 كيلو نيوتن)؛ و
2. مصممة لتعمل في مدى ضغط داخلي يساوي أو يزيد على 15 000 كيلو باسكال (150 بار).

الملاحظات التوضيحية:

في البند 3.أ.1.أ.1، تعني "أقصى قوة" القوة القصوى التي تحددها المعلومات التي يقدمها المصنع عن نوع المحرك المختبر. سوف تكون قيمة "أقصى قوة" المعنية هي القيمة الأعلى لأي من المصنع المحددة للنوع المختبر أو المقدرة.

ب- المكونات المصممة أو المعدة خصيصاً لأنظمة حقن الوقود، أو المحركات الرئيسية، أو أنظمة التحكم المحددة في البند 3.أ.1.أ أو 19.أ.2 بغض النظر عن السرعة، أو السرعة المحددة للمحرك، أو "الوزن بالحزمة"، أو نطاق المهمة أو الدقة.

ملاحظة:

يمكن تصدير المحركات المحددة في البند 3.أ.1.أ بالاقتران مع أجزاء أو مكونات أو معدات إنتاج مخصصة بطائرة مأهولة أو بطائرة مأهولة.

الإنتاج العالمي

- الصين
- جمهورية التشيك
- ألمانيا
- إسرائيل
- روسيا
- السويد
- الولايات المتحدة
- فرنسا
- أوكرانيا
- الهند
- اليابان
- جنوب أفريقيا
- المملكة المتحدة

الغرض والاستخدام: المكونات والمعدات الإنتاجية المحددة في البند 3.أ.1. هي المكونات التي تخضع للرقابة بموجب البند 1.أ.2 والتي تم تصميمها خصيصاً لاستخدامها في أنظمة الدفع الصاروخي التي تتجاوز قدرتها الحد المحدد في البند 1.أ.1.

طريقة التشغيل: يتكون المحرك الصاروخي السائل[1] عادة من مضخة الوقود والتوربين وغرفة الاحتراق والفوهة ومولد الغاز وأنظمة التحكم المرتبطة بها. يتم تخزين الوقود والمؤكسد في خزانات منفصلة. يتم ضخ الوقود والمؤكسد إلى غرفة الاحتراق بواسطة مضخة الوقود التي يتم تشغيلها بواسطة توربين يدار بالغاز الناتج عن احتراق جزء من الوقود والمؤكسد في مولد الغاز. يتم إدخال الوقود والمؤكسد المتبقي إلى غرفة الاحتراق حيث يتم حرقهما لتوليد الغازات الساخنة التي تتمدد من خلال فوهة التمدد لتوليد الدفع.

[1] يمكن استخدام عبارة "المحرك الصاروخي السائل" بشكل متبادل مع عبارة "المحركات الصاروخية السائلة" أو "المحركات الصاروخية السائلة" في هذا السياق.

تعتمد حجرة الاحتراق في هذه المحركات على حرق الوقود بخلطه بالهواء الساخن. وتشمل مكونات الاحتراق التي تستخدم في هذه المحركات الحاقنات التي تعمل على إطلاق الوقود في تيار الهواء الساخن، والشعلات التي تعمل على إشعال الخليط المحترق، والمبطنات التي تعمل على عزل الجدران الخارجية لحجرة الاحتراق عن الغازات الساخنة. وتتألف التوربينات من واحدة أو أكثر من مراحل الريش الثابتة والدوارة التي تعمل على توسيع الغازات الساخنة وتحويل جزء من طاقتها الحرارية إلى طاقة ميكانيكية لتشغيل الضاغط والأحمال الخارجية. وتتألف فوهة العادم من فوهة متقاربة متباعدة تعمل على زيادة سرعة الغازات المحترقة وتوجيهها لتوليد الدفع. وتتألف أنظمة التحكم من أجهزة استشعار تقيس الضغط ودرجة الحرارة والسرعة، وأنظمة تحكم إلكترونية تعالج بيانات المستشعرات وتصدر أوامر إلى المشغلات التي تضبط تدفق الوقود وهندسة المحرك.

الاستخدامات المنوية في المنظمة المعنية بمراقبة تكنولوجيا القذائف: تستخدم المحركات النفاثة النفاذة في الأنظمة المأهولة وغير المأهولة.

الشكل 28: على اليسار: محرك نفاث مروحي صغير مخصص لقياس قياسي يستخدم في مشروع على صلة بالمحركات الصغيرة النفاثة والتوربينية الغازية في نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف، الإصدار الثالث (يوليو 2002) (في أعلى اليمين: محرك نفاث مروحي صغير يستخدم في الطائرات الجوية غير المأهولة القادرة على التحليق لساعات عديدة. (مجموعة رولز رويس) (في أسفل اليمين: محرك نفاث مروحي صغير مخصص لقياس قياسي.

الاستخدامات الأخرى: هذه المحركات غير مصممة خصيصاً للاستخدام في القذائف الانسيابية وأغراض الأخرى للمركبات الجوية غير المأهولة التي يمكن استخدامها بشكل مماثل في التطبيقات الأخرى مثل المركبات الجوية المأهولة وطائرات الهليكوبتر التي تستخدم المحركات النفاثة التي تعمل بالغاز أيضاً في الصناعات الجوية وصناعات توليد الطاقة في محطات المركبات الأرضية فضلاً عن تطبيقات المحركات النفاثة في مجال الجوية غير المشغلة الجوية والمدنية.

الشكل (عدد التصريح): يتخذ المحركات النفاثة النموذجية الصغيرة التي تعمل بالغاز شكلاً أسطوانياً يبلغ طوله أقل من 1 متر في حين يبلغ قطره أقل من 500 متر. كما تتبدد المركبات الجوية مثل الطائرات النفاثة، والمضخات النفاثة، وضخات الوقود، ومضخات الهواء، إلى جانب الأنابيب والأنابيب المرفقة، ظاهرة على جانب المحرك. عادةً ما يتراوح وزن المحركات الصغيرة التي تعمل بالغاز بين 30 إلى 130 كغ؛ أما المحركات الأكبر حجماً، مثل تلك المبينة في الشكل 28 فهي أعلى اليمين في الصورة، فيبلغ طولها 3 أمتار ويبلغ طول الأنبوب 1 متر. وتتألف أجزاء المحرك الصغيرة من عدد مختلف من المواد المعدنية وغير المعدنية التي تتضمن المواد المعدنية الأكثر شيوعاً، والسبائك الفائقة، والتيتانيوم، والفولاذ، والسبائك المعدنية الخاصة. أما المواد غير المعدنية فتتضمن المطاط، والكربون، والزجاج، والمطاط والتي تستخدم لأغراض الإغلاق والعزل.

الشكل 29: عرض لعدة صور لشحنات الدفع المستخدمة في المحركات الصاروخية. تم إعداد هذه الصور لتوضيح عدة خطوات. تم إدخال المحرك الصاروخي في غلاف خارجي، وتم تثبيته بالصواميل والمسامير، وتم تغطيته بشريط لاصق. كما تم تغطية فوهة المحرك بورق رقيق، وتم إلصاق شريط لاصق على الفاصل بين غلاف المحرك وفوهته. تم إدخال مادة عازلة في الجزء الخلفي من المحرك، وتم تغطيته بشريط لاصق. تم وضع المحرك في صندوق من الورق المقوى، وتم تغليفه بأوراق مموجة، وتم وضع علامات على الصندوق لتحديد نوع المحرك الصاروخي الموجود بداخله. وتم تغليف الصندوق بشريط لاصق لإغلاقه. ونظراً لأن محركات الصواريخ تحتوي على مواد متفجرة، فإن عملية شحن المحركات الصاروخية تتضمن عادة العديد من الخطوات الخاصة بالسلامة. وتتطلب هذه الخطوات عادة وجود أفراد مدربين على التعامل مع المواد المتفجرة.

الشكل 29: على اليسار: صندوق شحن محرك صاروخي مفتوح يظهر المحرك بداخله. يتم تخزين المحركات الصاروخية في صناديق شحن مماثلة لهذا الصندوق أثناء نقلها. وسط الصورة: محرك صاروخي مروحي مغلف بالبلاستيك داخل صندوق الشحن الخاص به. يتم تخزين المحركات الصاروخية في صناديق شحن مماثلة لهذا الصندوق. على اليمين: محرك صاروخي مغلف بالبلاستيك.

٢.أ.٣ المحركات الانضغاطية النفاثة، أو المحركات الانضغاطية فوق الصوتية، أو المحركات النفاثة النبضية، أو المحركات التفجيرية أو المحركات ذات الدورة المشتركة، بما في ذلك أجهزة تنظيم الاحتراق، والمكونات المصممة خصيصاً لها، والتي يمكن استخدامها في النظم المحددة في البند ١.أ أو ١٩.ألف.٢.

ملاحظات تقنية:

١. في البند ٢.أ.٣، "المحركات ذات الدورة المشتركة"، هي المحركات التي تستخدم دورتين أو أكثر من **أنواع المحركات** التالية: محرك التوربينات التي تعمل بالغاز (العنفية النفاثة، التي تعمل بالدفع التربيني، العنفية المروحية، وعمود الإدارة)، المحركات الانضغاطية النفاثة، المحركات الانضغاطية فوق الصوتية، المحركات النفاثة النبضية، المحركات التفجيرية، ومحركات الصواريخ (التي تعمل بالوقود الدفعي السائل/الصلب والهجين).

الطبيعة والغرض: المحركات الانضغاطية النفاثة، أو المحركات الانضغاطية فوق الصوتية، أو المحركات النفاثة النبضية هي عبارة عن محركات نفاثة تعمل بالهواء داخلها. وتعتمد هذه المحركات على حركة الهواء الداخل إليها بالنسبة للمحرك لضغطه. ثم يتم خلط الهواء المضغوط مع الوقود وحرقه داخل غرفة الاحتراق. وتستخدم الغازات الناتجة عن الاحتراق لتوليد قوة دفع للمحرك الصاروخي. وتحتوي هذه المحركات على عدد من الأجزاء المتحركة التي تعمل على ضغط الهواء الداخل إليها. وتتطلب المحركات النفاثة النبضية أقل عدد من الأجزاء المتحركة. وتتطلب المحركات النفاثة التفجيرية أو المروحية عدداً أكبر من الأجزاء المتحركة. وتتطلب المحركات الانضغاطية النفاثة أكثر من المحركات النفاثة النبضية أو التفجيرية أو المروحية. وتعمل المحركات الانضغاطية فوق الصوتية على ضغط الهواء الداخل إليها عن طريق سرعة المحرك الصاروخي. أما المحركات ذات الدورة المشتركة، فهي تستخدم مزيجاً من تقنيات المحركات الصاروخية المختلفة. وتعمل المحركات الانضغاطية النفاثة أو المحركات الانضغاطية فوق الصوتية على ضغط الهواء الداخل إليها عن طريق سرعة المحرك الصاروخي. وتعمل المحركات النفاثة النبضية على ضغط الهواء الداخل إليها عن طريق سرعة الصوت. وتعمل المحركات النفاثة التفجيرية على ضغط الهواء الداخل إليها عن طريق سرعة أعلى من سرعة الصوت. وتعمل المحركات النفاثة المروحية على ضغط الهواء الداخل إليها عن طريق سرعة أقل من سرعة الصوت. وتعمل المحركات النفاثة ذات الدورة المشتركة على ضغط الهواء الداخل إليها عن طريق مزيج من سرعات المحرك الصاروخي المختلفة.

طريقة تشغيل: تتطلب المحركات الصاروخية الخاصة بالقذائف الموجهة التي تعمل بالهواء المتنفس أن يتحرك الهواء الداخل إلى المحرك بسرعة عالية نسبياً. ويتم ضغط الهواء بواسطة "ضاغط" يتألف من سلسلة من الريش الدوارة التي تزيد من سرعة الهواء وضغطه. ثم يتم خلط الهواء المضغوط بالوقود وحرقه في غرفة الاحتراق. وتستخدم التوربينة الغازية الطاقة المستخلصة من الغازات الساخنة لتشغيل الضاغط. وتعمل المحركات الصاروخية الخاصة بالقذائف الموجهة التي تعمل بالهواء المتنفس بكفاءة في نطاق سرعات الطيران من 2 إلى 3 ماخ، إلا أن بعضها قادر على العمل في نطاق أوسع من سرعات الطيران يتراوح بين 0 و 4 ماخ. وتتطلب المحركات الصاروخية الخاصة بالقذائف الموجهة التي تعمل بالهواء المتنفس سرعة انطلاق أولية تبلغ 150 كيلومتراً في الساعة أو أعلى. وتستخدم المحركات الصاروخية الخاصة بالقذائف الموجهة التي تعمل بالوقود الصلب عادةً لتعزيز سرعة الانطلاق اللازمة، والتي عادةً ما تكون 650 كيلومتراً في الساعة أو أعلى. وتستخدم المحركات الصاروخية الخاصة بالقذائف الموجهة التي تعمل بالوقود السائل هذا المعزز بعد انتهاء الوقود الصلب من عمله، أو المحركات الصاروخية الخاصة بالقذائف الموجهة التي تعمل بالوقود السائل فوق الصوتية.

تتطلب المحركات الصاروخية الخاصة بالقذائف الموجهة التي تعمل بالوقود السائل فوق الصوتية من "المحركات الصاروخية الخاصة بالقذائف الموجهة التي تعمل بالهواء المتنفس فوق الصوتية" أن تعمل بسرعة تفوق سرعة الصوت. ويتم تحقيق ذلك من خلال مسار الهواء الداخل الذي يتم تصميمه بطريقة تسمح بتباطؤ تدفق الهواء المار عبر المحرك إلى سرعة أقل من سرعة الصوت. ويتم تحقيق ذلك في الأولى من خلال مسار الاحتراق الذي يتم فيه تباطؤ سرعة الهواء الموجود في المحرك بسرعة تفوق سرعة الصوت. وتعمل المحركات الصاروخية الخاصة بالقذائف الموجهة التي تعمل بالوقود السائل فوق الصوتية عادةً بسرعات تتراوح بين 5 و 7 ماخ. وتتطلب المحركات الصاروخية الخاصة بالقذائف الموجهة التي تعمل بالوقود السائل فوق الصوتية سرعة انطلاق أولية تبلغ 4 ماخ على الأقل.

تتمتع المحركات الصاروخية الخاصة بالقذائف الموجهة التي تعمل بالوقود السائل بقوة دفع محددة أعلى بشكل عام من تلك الخاصة بالمحركات الصاروخية الخاصة بالقذائف الموجهة التي تعمل بالوقود الصلب. وتتمتع المحركات الصاروخية الخاصة بالقذائف الموجهة التي تعمل بالوقود السائل بكثافة دفع أعلى. وتتمتع المحركات الصاروخية الخاصة بالقذائف الموجهة التي تعمل بالوقود السائل بالقدرة على إيقاف تشغيلها وإعادة تشغيلها بسهولة عن طريق التحكم في تدفق الوقود. ويمكن تحقيق نطاق واسع من معدلات الدفع المحددة، وذلك من خلال تعديل نسبة الخلط بين الوقود والهواء، وتعديل ضغط الاحتراق، وتعديل مساحة فتحة الخانق.

الشكل 30: من الأعلى: محرك الضغط فوق الصوتي (يتم تشغيله في مختبر أرنولد للتطوير الجوي) محرك الضغط فوق الصوتي يصل إلى سرعة 2 ماخ في الاختبار الذي جرى في نفق أقل من ثانية واحدة (يتم تشغيله لأول مرة في الثانية الأولى من الاختبار) من الأسفل: محرك الضغط فوق الصوتي يعمل بالهيدروجين السائل. (تم تزويد المحرك بالوقود لمدة 20 ثانية تقريباً.)

- الصين
- ألمانيا
- إسرائيل
- روسيا
- السويد
- فرنسا
- الهند
- اليابان
- جنوب أفريقيا
- الولايات المتحدة

الإنتاج العالمي

من جهةٍ أخرى، تشتمل وظيفة صمامات السحب في منع انعكاس اتجاه التدفق عند المدخل. ولا يمكن منع انعكاس اتجاه التدفق دون استخدام الصمامات بواسطة استخدام المناسب لمنطقة تصميم قناة الإدخال وفهم ظواهر الموجات. ومن خلال تمديد طول قناة السحب أو استخدام معدلات التدفق (مثال، الممرات التي تكون مقاومتها في اتجاه واحد أقل من مقاومتها في الاتجاه المعاكس)، يمكن الحيلولة دون حدوث آثار انعكاس التدفق. فضلاً عن ذلك، تختلط بعض نماذج المحركات النفاثة النبضية التي لا تملك صمامات أيضًا على الدفع عن طريق تحويل قناة السحب 180 درجة نحو مجرى التيار الحر (يكون اتجاهها للخلف عوضاً عن الأمام). وعادةً ما تعمل المحركات النفاثة النبضية بسرعات دون سرعة الصوت.

يعمل المحرك التوربيني النفاث/المحرك النضغاطي النفاث/المحرك ذو الدورة المشتركة كمحركات توربينية نفاثة ذات حارق خلفي حتى تصل إلى درجة ماخ عالية، وعند بلوغ هذه النقطة، يرتفع تدفق الهواء حول الضاغط وصولاً إلى الحارق الخلفي بعد ذلك يعمل المحرك النضغاطي النفاث حيث يعمل الحارق الخلفي بمثابة حارق المحرك النضغاطي النفاث.

الاستخدامات النموذجية مع القذائف: يمكن استخدام هذه المحركات لتشغيل القذائف الانسيابية إضافةً إلى أنواع أخرى من المركبات الجوية غير المأهولة. تزود المحركات النضغاطية النفاثة والمحركات ذات الدورة المشتركة المحركات التوربينية النفاثة والمروحية بسرعة وأداء تمييزي بالحد الأدنى من الحجم والوزن، إلا أنها لا تتسم بكفاءة استهلاك الوقود من الناحية العملية. تولد المحركات النضغاطية النفاثة كمية طاقة أكبر بكثير لكل وحدة، وعادةً ما توفر مدى أكبر و / أو حمولة أكبر بكثير من محركات الصواريخ التي تعمل بالوقود الصلب. أما المحركات النفاثة النبضية فتتسم بأداء ضعيف نسبيًا وكفاءة منخفضة في استهلاك الوقود، إلا أنها بالمقابل تتسم بالسهولة النسبية في التصميم والتصنيع.

الاستخدامات الأخرى: يتم استخدام المحركات النضغاطية النفاثة والمحركات ذات الدورة المشتركة (نضغاطية نفاثة) لتشغيل المركبات الجوية المأهولة عالية السرعة.

الشكل (عند التصدير): يتم تركيب المحركات النضغاطية النفاثة إما في قضبان أسطوانية تتصل بالقذيفة في موقع خارجي أو تكون مدمجة مع هيكل القذيفة. تحاكي هذه المحركات في شكلها شكل الأنبوب المعدني الذي يتخذ عادةً شكلاً مخروطيًا في مدخله للتحكم في تدفق الهواء، ويتخذ أيضًا فوهة مخروطية الشكل على شكل قمع على الطرف المقابل. يمكن أن يصل طول المحركات النضغاطية النفاثة المستخدمة في القذائف من 2 متر إلى 4.5 متر، قطرها من 0.3 متر إلى 1.0 متر في حين يصل وزنها إلى 200 كغ. يبين الشكل 30 (من الأعلى) مثالاً على محرك نضغاطي نفاث ضخم نسبيًا. بالمقابل تبدو المحركات النضغاطية فوق الصوتية على شكل صندوق معدني ذو مداخل حادة، يبين الشكل 30 (في الوسط) مثالاً عن محرك نضغاطي فوق صوتي قيد التطوير لتشغيل قذيفة مخصصة للإطلاق من الجو. أما المحركات النفاثة النبضية فتتسم بتجويف رنان طويل أسطواني الشكل متصل مع آلية تحكم صمامية الشكل تتجه نحو المقدمة.

الشكل (عند التعبئة): يتم تعبئة هذه المحركات بنفس طريقة تعبئة المحركات التوربينية النفاثة والمروحية التي تمت تغطيتها تحت البند 3.أ.1 أعلاه، إلا أنها يتم شحنها على الأرجح في صناديق خشبية أو معدنية.

أجهزة تنظيم الاحتراق في المحركات النضغاطية النفاثة، أو المحركات النضغاطية فوق الصوتية، أو المحركات النفاثة النبضية، أو المحركات ذات الدورة المشتركة

الطبيعة والغرض: عادةً تتطلب المحركات النضغاطية النفاثة، أو المحركات النضغاطية فوق الصوتية، أو المحركات النفاثة النبضية،

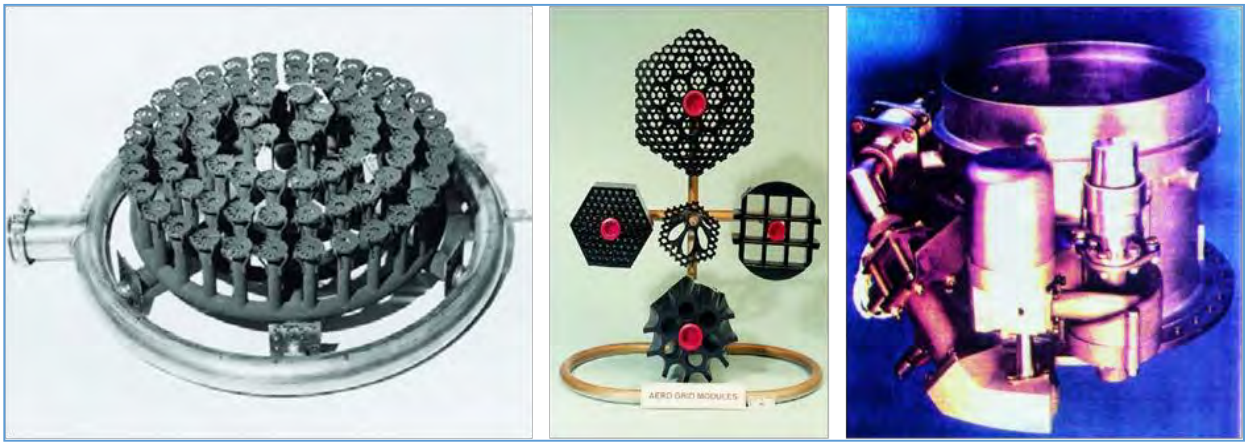
أو المحركات ذات الدورة المتكررة العاملة بالوقود الصلب، يمكن أن تتسبب بعض مجموعات الشرارات في اشتعال الوقود الصلب، مما يؤدي إلى زيادة أداء المحرك. كما تتضمن هذه المحركات أجزاء تتآكل بمرور الوقت من خلال تدفق الغازات الساخنة، مما يؤدي إلى تغيير خصائص الأداء. أما المحركات التي تعمل بالوقود السائل فتتضمن المحركات التي تستخدم مضخات توربينية لتزويد الوقود، أو المحركات التي تستخدم نظم الضغط الذاتي لتزويد الوقود، أو المحركات التي تستخدم نظم الضغط الخارجي لتزويد الوقود، بما في ذلك المحركات التي تستخدم نظم الضغط الخارجي لتزويد الوقود بالطاقة.

طريقة التشغيل: يؤدي نظام التحكم بالمحركات الصاروخية ذات الوقود الصلب وظيفتين رئيسيتين هما: الحفاظ على أداء المحرك الموثوق به، وإيقاف المحرك بطريقة آمنة. ويتحقق ذلك عن طريق خفض الضغط في غرفة الاحتراق خلال مدة زمنية محددة.

الاستخدامات المحتملة لتكنولوجيا التحكم بالمحركات الصاروخية: يمكن أن تستخدم هذه المحركات في العديد من تطبيقات الصواريخ الموجهة، بما في ذلك الصواريخ الموجهة المضادة للدبابات، والصواريخ الموجهة المضادة للسفن، والصواريخ الموجهة المضادة للطائرات، والصواريخ الموجهة المضادة للصواريخ الباليستية، والصواريخ الموجهة المضادة للأقمار الصناعية، والصواريخ الموجهة المضادة للأهداف الأرضية.

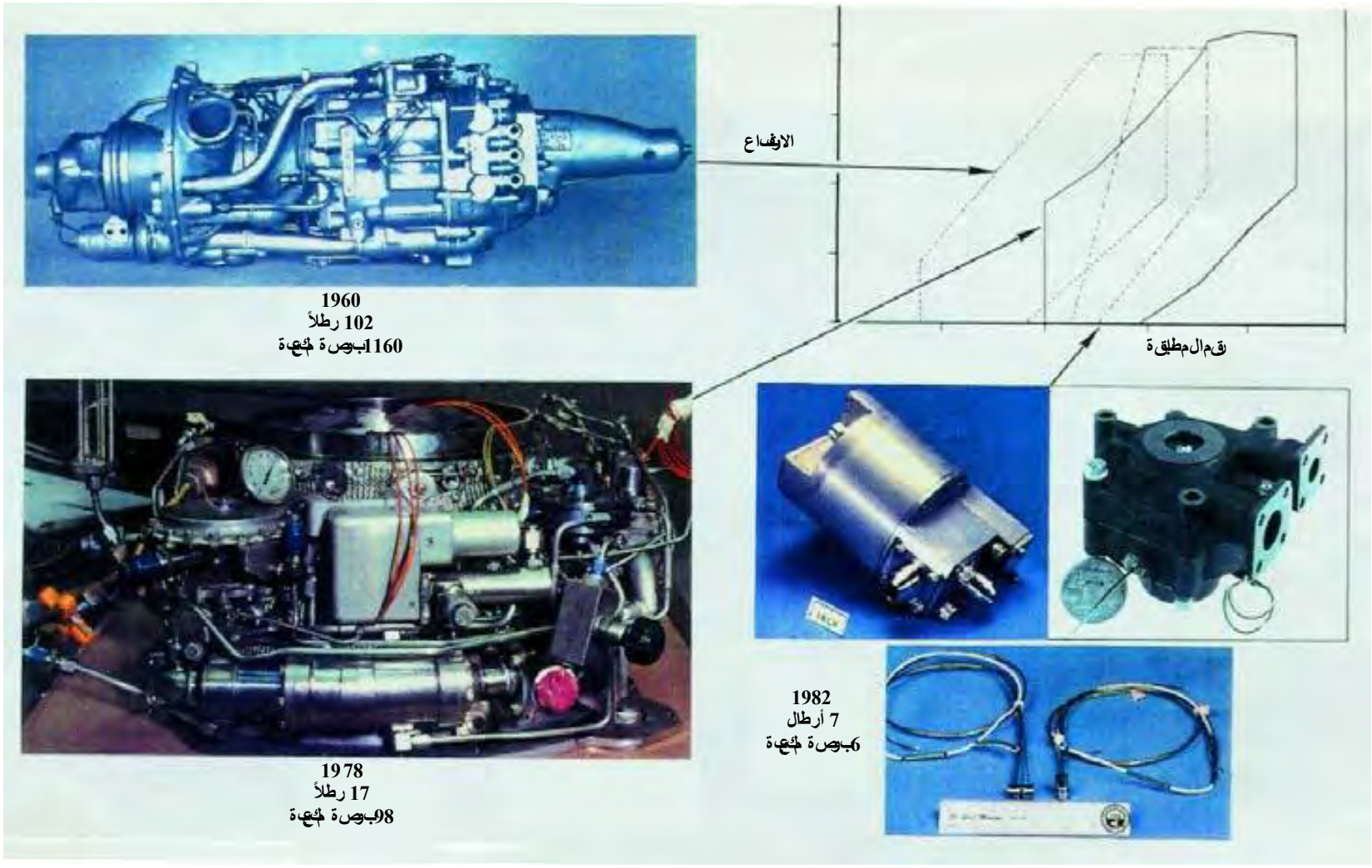
الاستخدامات الأخرى المحتملة: يمكن استخدام هذه المحركات في العديد من تطبيقات الصواريخ الموجهة، بما في ذلك الصواريخ الموجهة المضادة للدبابات، والصواريخ الموجهة المضادة للسفن، والصواريخ الموجهة المضادة للطائرات، والصواريخ الموجهة المضادة للصواريخ الباليستية، والصواريخ الموجهة المضادة للأقمار الصناعية، والصواريخ الموجهة المضادة للأهداف الأرضية.

المكونات الرئيسية (المكونات التي تشكل جزءاً من أو تتحكم في أو تختبر المحركات الصاروخية): تتكون المحركات الصاروخية من عدة مكونات رئيسية، بما في ذلك غرفة الاحتراق، والفوهة، والوقود الصلب، والوقود السائل، والمضخات التوربينية، ونظم الضغط الذاتي، ونظم الضغط الخارجي، ونظم التحكم بالمحركات الصاروخية، ونظم التحكم بالوقود، ونظم التحكم بالضغط، ونظم التحكم بالحرارة، ونظم التحكم بالاهتزاز، ونظم التحكم بالضوضاء، ونظم التحكم بالانبعاثات، ونظم التحكم بالسلامة، ونظم التحكم بالجودة، ونظم التحكم بالموثوقية، ونظم التحكم بالصيانة، ونظم التحكم بالتدريب، ونظم التحكم بالتوثيق، ونظم التحكم بالتصميم، ونظم التحكم بالتطوير، ونظم التحكم بالإنتاج، ونظم التحكم بالتجميع، ونظم التحكم بالاختبار، ونظم التحكم بالتشغيل، ونظم التحكم بالصيانة، ونظم التحكم بالإصلاح، ونظم التحكم بالتخزين، ونظم التحكم بالنقل، ونظم التحكم بالتوزيع، ونظم التحكم بالبيع، ونظم التحكم بالخدمة، ونظم التحكم بالدعم الفني، ونظم التحكم بالتدريب، ونظم التحكم بالتوثيق، ونظم التحكم بالتصميم، ونظم التحكم بالتطوير، ونظم التحكم بالإنتاج، ونظم التحكم بالتجميع، ونظم التحكم بالاختبار، ونظم التحكم بالتشغيل، ونظم التحكم بالصيانة، ونظم التحكم بالإصلاح، ونظم التحكم بالتخزين، ونظم التحكم بالنقل، ونظم التحكم بالتوزيع، ونظم التحكم بالبيع، ونظم التحكم بالخدمة، ونظم التحكم بالدعم الفني.



الشكل 31: على اليسار: منظومة تحكم في الاتجاه مع دفع جانبي وآخر رئيسي لمركبة إطلاق الأقمار الصناعية. شركة كليزر مارك واردت (فك المحركات الأولى الصلبة). شركة كليزر مارك واردت (على اليسار: نظام إدارة الاتجاه في المحركات الأولى السائلة). شركة كليزر مارك واردت (

الشكل) على اليمين: تصميم شبكي للمراوح الموجية، والحراقات، وشبكات الحماية من الجزيئات الصلبة من المحرك الأولي الصلب، لكن يمكن استخدام أي من هذه الأجزاء بشكل منفصل أو مع أجزاء أخرى من نظام التحكم بالاتجاه. يمكن إنتاج هذه الأجزاء من مجموعة متنوعة من المواد المقاومة للحرارة.



الشكل 32: شركة تيلدين كونتينينتال موتورز لمحركات الطائرات الصغيرة طورت أول محرك توربيني لها في عام 1960. (شركة تيلدين كونتينينتال موتورز)

٣.أ.٣ أغلفة المحركات الصاروخية، ومكونات "العزل"، والفوهات الخاصة بها، المخصصة للوقود الدفعي الصلب أو محركات الصواريخ الهجينة والتي يمكن استخدامها في النظم الفرعية المحددة في البند ٢.أ.١.ج.١ أو ٢.أ.١.ب.١.

ملاحظة تقنية:

في البند ٣.أ.٣، يشتمل "العزل" الذي يعتزم تطبيقه على مكونات المحرك الصاروخي، أي الغلاف ومداخل الفوهات وأغطية الأغلفة، على مكونات مطاطية مركبة خاضعة لمعالجة كاملة أو نصفية، تصمم مخزوناً من الصفائح التي تحتوي على مادة عازلة أو حرارية. ويمكن أن تدمج أيضاً باعتبارها أكعاب أو سدائل لتخفيف الإجهاد.

ملاحظة:

يرجى الرجوع إلى البند ٣.ج.٢ فيما يخص مادة العزل المتوفرة بحالة غير معبئة أو على شكل صفائح.

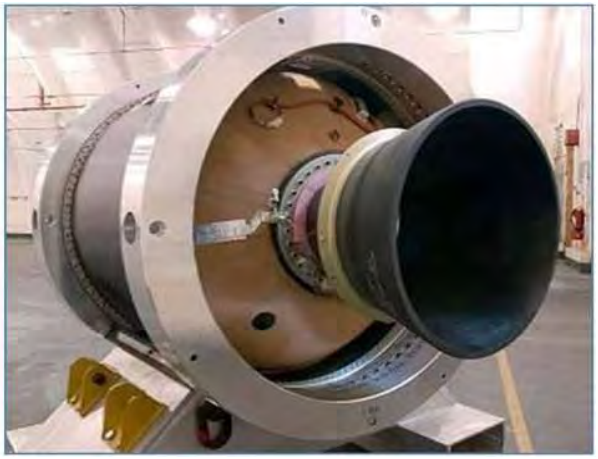
الطبيعة والغرض: تعتبر أغلفة المحركات الصاروخية المكونة لهياكل الصواريخ الباليستية أو مركبات الإطلاق الفضائية أو صواريخ الاستشعار عن بعد أو صواريخ الأبحاث أو الأنظمة الفرعية المتخصصة لها، عبارة عن هياكل أسطوانية أو كروية مصممة لتحمل ضغوط عالية. وتتكون أغلفة المحركات الصاروخية من ألياف أو شرائط مسبقة التشريب بالراتنج وتصنع من مواد خام مختلفة مثل الألياف أو الخيوط المصنوعة من الجرافيت أو الزجاج أو الكيفلار. ويتم تشكيل الغلاف عن طريق لف الألياف أو الشرائط المسبقة التشريب بالراتنج على قالب أو نواة بالشكل المطلوب، ثم معالجة الراتنج عند درجة الحرارة وضغط المستوى المطلوبين.

أما فوهة المحرك فتتعرض لظروف خورنة شديدة وتآكل وتحرش شديد بسبب درجات الحرارة العالية والتدفقات الغازية المتآكلة والجسيمات الصلبة التي تحملها. وتتكون فوهة المحرك الصاروخي الصلب أو محرك الصاروخ الهجين من عدة مكونات، بما في ذلك الغلاف الخارجي والعازل الداخلي والمدخل والحلق والمخروط المتباعد. وتصنع هذه المكونات من مواد مختلفة مثل الجرافيت المعالج بالراتنج الفينولي أو الكربون المقوى بألياف الكربون أو مركبات السيليكا أو مركبات الكربون-الكربون أو المعادن الحرارية مثل التنغستن أو السبائك القائمة على النيوبيوم، وذلك حسب متطلبات التصميم المحددة.

طريقة التشغيل: تعتبر أغلفة المحركات الصاروخية المكونة لهياكل الصواريخ الباليستية أو مركبات الإطلاق الفضائية أو صواريخ الاستشعار عن بعد أو صواريخ الأبحاث أو الأنظمة الفرعية المتخصصة لها، عبارة عن هياكل أسطوانية أو كروية مصممة لتحمل ضغوط عالية. وتتكون أغلفة المحركات الصاروخية من ألياف أو شرائط مسبقة التشريب بالراتنج وتصنع من مواد خام مختلفة مثل الألياف أو الخيوط المصنوعة من الجرافيت أو الزجاج أو الكيفلار. ويتم تشكيل الغلاف عن طريق لف الألياف أو الشرائط المسبقة التشريب بالراتنج على قالب أو نواة بالشكل المطلوب، ثم معالجة الراتنج عند درجة الحرارة وضغط المستوى المطلوبين. وتتكون فوهة المحرك الصاروخي الصلب أو محرك الصاروخ الهجين من عدة مكونات، بما في ذلك الغلاف الخارجي والعازل الداخلي والمدخل والحلق والمخروط المتباعد. وتصنع هذه المكونات من مواد مختلفة مثل الجرافيت المعالج بالراتنج الفينولي أو الكربون المقوى بألياف الكربون أو مركبات السيليكا أو مركبات الكربون-الكربون أو المعادن الحرارية مثل التنغستن أو السبائك القائمة على النيوبيوم، وذلك حسب متطلبات التصميم المحددة.

الاستخدامات المحتملة ومعايير الأداء: تتضمن أغلفة المحركات الصاروخية المكونة لهياكل الصواريخ الباليستية أو مركبات الإطلاق الفضائية أو صواريخ الاستشعار عن بعد أو صواريخ الأبحاث أو الأنظمة الفرعية المتخصصة لها، عبارة عن هياكل أسطوانية أو كروية مصممة لتحمل ضغوط عالية. وتتكون أغلفة المحركات الصاروخية من ألياف أو شرائط مسبقة التشريب بالراتنج وتصنع من مواد خام مختلفة مثل الألياف أو الخيوط المصنوعة من الجرافيت أو الزجاج أو الكيفلار. ويتم تشكيل الغلاف عن طريق لف الألياف أو الشرائط المسبقة التشريب بالراتنج على قالب أو نواة بالشكل المطلوب، ثم معالجة الراتنج عند درجة الحرارة وضغط المستوى المطلوبين. وتتكون فوهة المحرك الصاروخي الصلب أو محرك الصاروخ الهجين من عدة مكونات، بما في ذلك الغلاف الخارجي والعازل الداخلي والمدخل والحلق والمخروط المتباعد. وتصنع هذه المكونات من مواد مختلفة مثل الجرافيت المعالج بالراتنج الفينولي أو الكربون المقوى بألياف الكربون أو مركبات السيليكا أو مركبات الكربون-الكربون أو المعادن الحرارية مثل التنغستن أو السبائك القائمة على النيوبيوم، وذلك حسب متطلبات التصميم المحددة.

الاستخدامات الأخرى تدخل مواد غلاف المحرك في تطبيقات الضغط العالي مثل الأنابيب في عمليات التشكيل المعدني التي يتم فيها تعريض المواد المستخدمة في الطلاءات أو العزل الداخلي للمحركات الصاروخية في التطبيقات الكيميائية أو التجارية التي تتطلب وجود مواد مقاومة للحرارة. وقد جرى استخدام محركات الصواريخ (وأيضاً المواد) في تطبيقات الطائرات الفوق صوتية لمهمة طويلة مثل طائرات إكس 1 وإكس 15 المستخدمة في إجراء أبحاث.



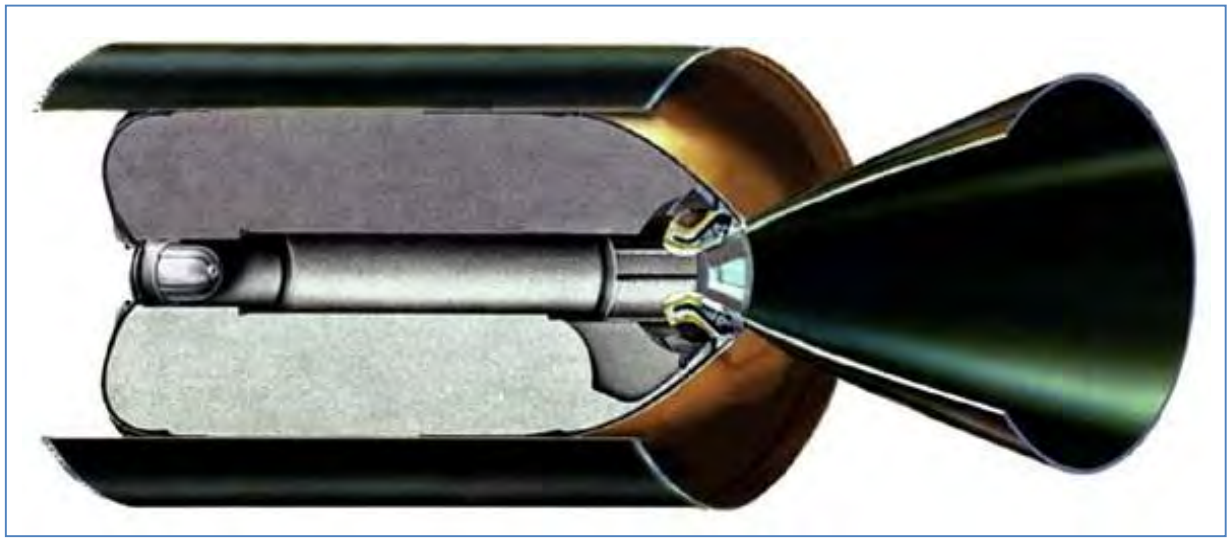
الشكل 33: على اليسار: مجموعة مختارة من أغلفة المحركات الصاروخية المركبة المصممة للاستخدام في المراحل الأولى والثانية والثالثة من مركبات الإطلاق الفضائية التي تحمل شهادة. على اليمين: محرك صاروخي مركب في غلاف مركب شهادة المحرك الصاروخي المركبة الثالثة من مركبات الإطلاق الفضائية التي تحمل شهادة.

الشكل (عزل المحرك الصاروخي) يتكون غلاف المحرك الصاروخي من قضيب مضغوط طويل من نوع الوالذ أو من مركبات تفتل فوق بعضها أكثر فأكثر أو إطلاق الشكل في الشكل. تشمل المحركات المركبة في الغالب طول 2.1.1.ج.يا.غ يبلغ قطره 005 بوصة وتتضمن كل قطعة أنبوب مخروطي الشكل تقريباً في الموجود في الجزء الأمامي من المحرك. وتشمل أكثر من أربعة أنابيب مخروطية الشكل في الموجود في الجزء الخلفي من المحرك 33 مجموعة مختارة من أغلفة المحركات الصاروخية التي تتطلب هذه المواد الداخلية لغلاف المحرك من بطانة داخلية مقاومة للحرارة تعمل على عزل غلاف المحرك من الغازات الساخنة المتولدة أثناء عملية الاحتراق. وتتكون البطانة عادةً من مادة عازلة للحرارة مقواة بالألياف.

يجب أن تكون مادة العزل الداخلي أو مادة العزل المطاطية المستخدمة في المحرك من مطاط الإيثيلين والبروبيلين والمطاط المونومر (EPDM)، أو مطاط البيوتيل، أو مطاط البولي سلفايد أو السيليكون أو المطاط الطبيعي المخلوط مع مواد مالئة مثل السيليكا أو الكربون بسماكة تتراوح من 2 إلى 6 مم.

أما الشكل فهو عبارة عن إطار معدني أو مادة مركبة (أو في بعض الحالات مزيج من المعدن والمركب) يتم لصقه بالطرف الخلفي للمحرك الصاروخي الذي يعمل بالوقود الصلب.

يبين الشكل 34 صورة لفوهة المحرك الصاروخي الذي يعمل بالوقود الصلب وهي عبارة عن مركب في الطرف الخلفي للمحرك. وبالنسبة لمعظم المحركات الصاروخية الذي يعمل بالوقود الصلب فإن الغالبية العظمى من المواد المستخدمة في فوهة المحرك هي مركبات تتكون من مواد الكربون أو الجرافيت أو مواد السيليكا المقواة بألياف الكربون أو السيليكا، أما مواد الكربون المركبة فتتكون من ألياف الكربون المقواة بالراتنج الفينولي.

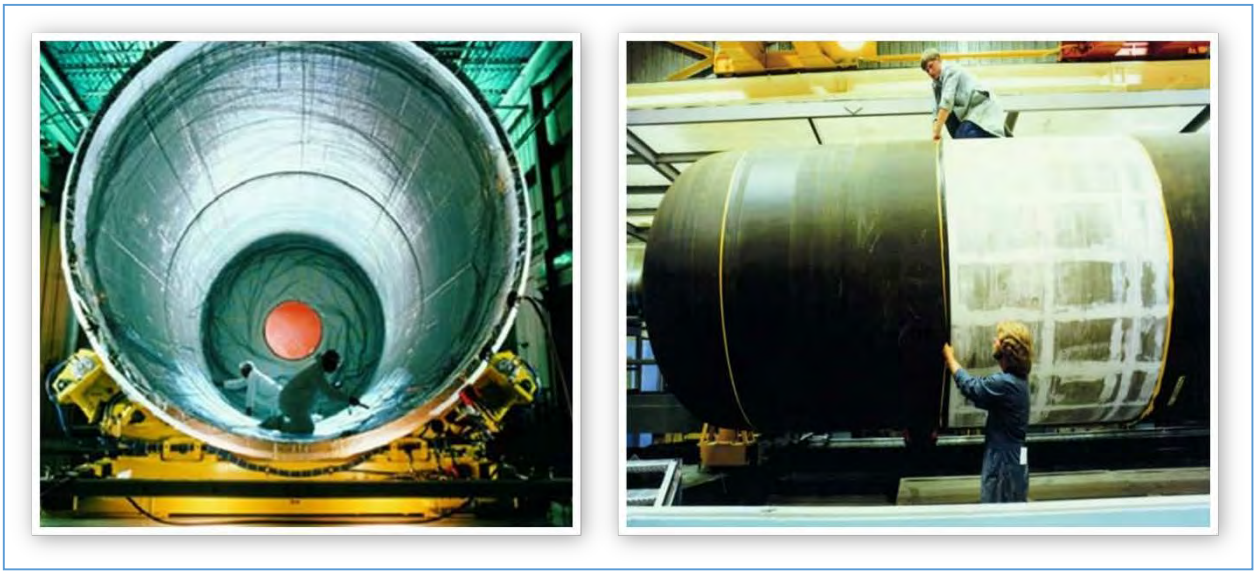


الشكل 34: صورة ملتقطة للمحرك الصاروخي الذي يعمل بالوقود الصلب في وضع الاختبار الثابت. وهو يظهر الفوهة الموسعة في أعلى المحرك. (يُرجى التوجه)

يعمل المحرك الصاروخي ذو الوقود الصلب على مبدأ أن الاحتراق مع الأكسدة لمادة الوقود الصلب يولد غازات ساخنة بضغط عالٍ. وخلال هذه العملية، تُحرق المادة الدافعة الصلبة في غرفة الاحتراق، ويتم تسريع الغازات الناتجة عبر فوهة موسعة لتوليد الدفع. ويمكن أن تتضمن هذه المحركات مرحلة واحدة أو مرحلتين أو أكثر، ويمكن أن يتراوح عدد المراحل من 2 إلى 4 أو أكثر. وتتكون المرحلة الواحدة من غرفة الاحتراق والفوهة والهيكل الخارجي. وتتكون المحركات متعددة المراحل من مراحل متعددة مرتبة على التوالي، حيث تعمل كل مرحلة بعد احتراق المرحلة التي تسبقها مباشرة.

الشكل 32: محرك صاروخي يتضمن فوهة مثبتة وهو مخصص لاستخدامه في مركبة الإطلاق. (يُرجى التوجه)

الشكل 36 (عينة لتعريف المنتج): يتكون المحرك الصاروخي الصلب الموضح في الشكل من شحنة دافعة صلبة واحدة أو أكثر مع فوهة مخروطية متقاربة متباعدة. وتتكون الشحنة الدافعة من مادة دافعة صلبة مخلوطة أو مصبوبة أو مضغوطة. وتتراوح أقطار الشحنات الدافعة الصلبة من 1 متر إلى 5 أمتار، ويتراوح طول الشحنة الدافعة الصلبة من 5 أمتار إلى 30 مترًا.



الشكل 36: على اليسار بتركيب مادة العزل داخل غطاء خارجي مصنوع من ألياف الكربون (على اليمين: غلاف خارجي مصنوع من ألياف الكربون قبل تطبيق العزل الحراري. في وقت لاحق)

تتدرج شاحنات الحاويات والصهاريج في حجمها وفي عددها من المحاور. وتتراوح سعة الحاويات المستخدمة في شحن المواد الخطرة من 20 قدماً إلى 50 قدماً، وتصل سعة الصهاريج المستخدمة في شحن المواد الخطرة إلى 45000 لتر. وتتراوح سعة الصهاريج المستخدمة في شحن المواد الغذائية بين 20000 و 30000 لتر. وتصنع الحاويات والصهاريج من مواد مختلفة، بما في ذلك الفولاذ المقاوم للصدأ والألومنيوم والفولاذ الكربوني والألياف الزجاجية. وتستخدم أيضاً مواد مختلفة لتغطية الحاويات والصهاريج، بما في ذلك الطلاء والمطاط والبلاستيك.

4.أ.3 آليات التجميع، وآليات الفصل، والأطوار البينية المعدة لتلك الأغراض، والتي يمكن استخدامها في النظم المحددة في البند 1.أ.

ملاحظة:
أنظر أيضاً البند 4.أ.11

ملاحظة تقنية:
قد تتضمن آليات التجميع وآليات الفصل المدرجة في البند 4.أ.3 بعض المكونات التالية:

- البراغي والصواميل وحلقات الربط النارية؛
- محابس الكريات؛
- أجهزة القطع النارية؛
- الحشوات المرنة ذات الشكل الخطي.

- الصين
- فرنسا
- ألمانيا
- الهند
- إسرائيل
- إيطاليا
- اليابان
- كوريا الشمالية
- روسيا
- المملكة المتحدة
- الولايات المتحدة

الإنتاج العالمي

الطبيعة والغرض: تتضمن آليات التنفيذ على مراحل فصلاً آمناً وموثوقاً بين مرحلتي القذيفة بعد انتهاء وقود دفع المرحلة الأولى. يتحقق عادة الفصل هذه من خلال آليات الفصل البسيطة نسبياً، والتي تعتبر البراغي المتفجرة والحشوة الخطية المرنة (FLSC) النوع الأكثر شيوعاً منها. تعمل البراغي المتفجرة على ربط مراحل القذيفة معاً بواسطة مراحل مترابطة لتحويل الحمولة يتم بناؤها خصيصاً لهذا الغرض، ومن ثم يتم وصلها مع فواصل الوصل الموجودة في الأطراف، وتنفجر عند الإشارة لإتاحة المجال لفصل المرحلتين عن بعضهما. كما تستخدم الحشوة الخطية المرنة المدمجة لإحداث شرخ فعلي خلال الطبقة الخارجية للمراحل المترابطة وهيكلها لإتاحة المجال أمام فصل المراحل عن بعضها. فضلاً عن ذلك، يمكن استخدام الأجهزة الميكانيكية، أو الهيدروليكية، أو العالية الضغط للهواء للمساعدة في فصل المراحل. وعلى نحو مشابه، يتم استخدام آليات مثل أقفال الكرويات في فصل الحمولة عن مرحلة القذيفة العليا في نهاية مرحلة الطيران بواسطة الطاقة.

تتكون المرحلة المترابطة عادة على شكل مخروط مقطوع أسطواني الشكل (الشكل 37، على اليسار في الوسط). تعتبر المرحلة المترابطة في المقام الأول قطعة معدات بسيطة، إلا أن التوصيلات الكهربائية المطلوبة، وآليات الفصل، ونسب المقاومة للوزن تجعلها بغاية التعقيد. تتكيف مع أنواع القذائف المحددة. يمكن أن يكون هيكل المرحلة المترابطة أيضاً عبارةً عن إطار مرن دون طبقة خارجية. يتمثل الهدف من المرحلة المترابطة الحفاظ على تكامل القذيفة أثناء الإطلاق والطيران، ولضمان الفصل بين المراحل دون التسبب بضرر لأي من مكونات القذيفة أو دون التأثير العكسي على السرعة.

طريقة التشغيل: عند استنفاذ الوقود الدافع لأي قذيفة، تصدر منظومة التوجيه أو الحاسوب أوامر لأجهزة فصل وإطلاق المرحلة العليا التي تم الانتهاء منها عن المرحلة التي تتوسطها المرحلة التالية. تقوم الإشارات الإلكترونية بتشغيل الصواعق، والتي تقوم بدورها ببدء تشغيل آليات الفصل مثل البراغي المتفجرة أو الحشوة الخطية المرنة التي تقوم مقام أداة الوصل الميكانيكية والكهربائية وبالتالي تتخلص من مرحلة الصاروخ التي تم الانتهاء منها. في حال لم تكن قوى السحب الجوي قوية بدرجة كافية لضمان عملية الفصل، يتم تركيب النوابض العالية الضغط الميكانيكي، أو الهيدروليكي، أو الهوائي بين المرحلتين لفصلهما. يمكن أن تتطلب المراحل التي يتم الانتهاء منها وجود منظومات دفع احتياطية أو إلهاء لقوة الدفع المتبقية دون اصطدام المراحل ببعضها قبل تشغيل المرحلة التالية.

وعرّفت مراقبة التكنولوجيا المرتبطة بالمركبات الفضائية على أنها "المعلومات الضرورية لتطوير أو إنتاج أو استخدام سلعة خاضعة للرقابة". وتشمل هذه التكنولوجيا المعلومات المرتبطة بالمركبات الفضائية التي تتجاوز المعلومات المتاحة للجمهور أو المعلومات الأساسية العلمية أو المعلومات المتعلقة بالتسويق.

الشكل 37: على اليسار، مسقط رأسي لمركبة إطلاق فضائية (في الوسط) مع مخطط لمركبة إطلاق فضائية مماثلة. على اليمين: مجموعة مختارة من المعدات المصممة خصيصاً لاستخدام في مركبة إطلاق فضائية (على سبيل المثال لا الحصر). تُستخدم هذه المعدات في التطبيقات الفضائية.

الاستخدامات الموضحة لنظام القذائف: تُطبق ضوابط نظام القذائف على جميع المركبات الفضائية بغض النظر عن وجود حمولة على متنها. وتشمل أمثلة المركبات الفضائية التي تخضع لنظام القذائف أحياناً المراحل العليا التي تبقى في المدار بعد إطلاق الحمولة.

تستخدم المراحل العليا لإطلاق القذائف الباليستية من المراحل العليا لإطلاق الأقمار الصناعية (SLV) لوضع الحمولات في المدار. وتشمل الأمثلة على ذلك المراحل العليا لإطلاق الأقمار الصناعية التي تستخدم لإطلاق الأقمار الصناعية في مدار أرضي منخفض أو مدار أرضي متزامن. وتشمل الأمثلة أيضاً المراحل العليا لإطلاق الأقمار الصناعية التي تستخدم لإطلاق الحمولات في مدار أرضي متوسط أو مدار أرضي عالٍ. إن هذه المراحل العليا لإطلاق الأقمار الصناعية هي مركبات فضائية تخضع لنظام القذائف (إلا أن هذه المراحل العليا لإطلاق الأقمار الصناعية لا تخضع لنظام القذائف عندما تكون مرتبطة بالحمولة دون انفصال أو عندما تنحرف عن مسارها).

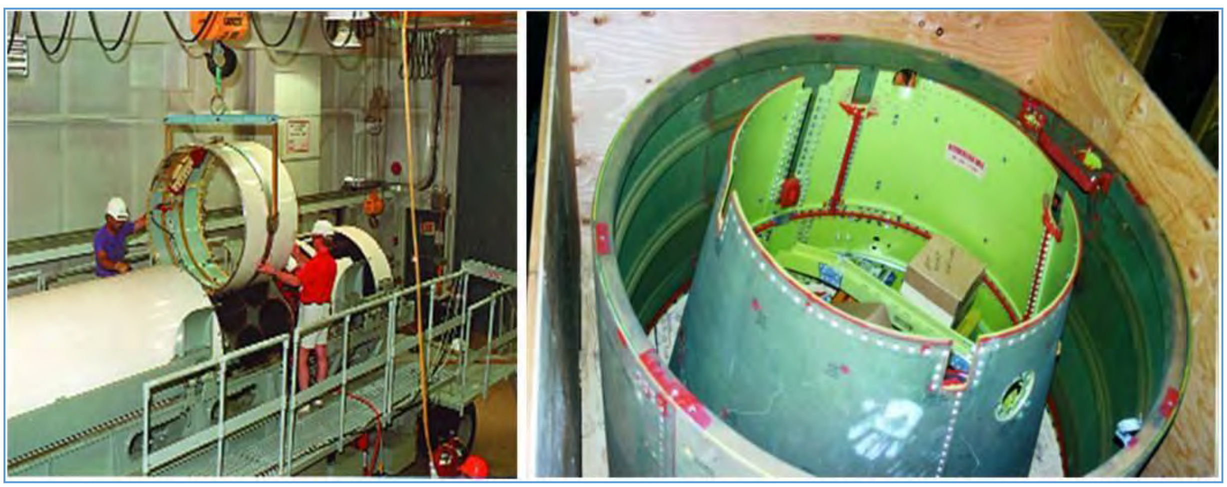
الاستخدامات الأخرى: يمكن استخدام المركبات الفضائية لأغراض أخرى، مثل إطلاق الصواريخ أو الأقمار الصناعية في مدار أرضي منخفض أو مدار أرضي متوسط أو مدار أرضي عالٍ. وتشمل الأمثلة على ذلك استخدام المركبات الفضائية لإطلاق الأقمار الصناعية في مدار أرضي منخفض أو مدار أرضي متوسط أو مدار أرضي عالٍ.

الشكل 38: مخطط لمركبة إطلاق فضائية: تتكون المركبة الفضائية من هيكل أسطواني يبلغ طوله 7 إلى 10 أمتار وقطره 1 إلى 2.5 متر. وتزن المركبة الفضائية ما بين 50 و75 كغ. وتتكون المركبة الفضائية من إطار مستوي الجوانب (انظر الشكل 37، على اليمين) يحتوي على أنظمة الدفع والتحكم في الاتجاه والتحكم في الموقف والطاقة الكهربائية والاتصالات. وتشمل المكونات الداخلية الموجودة على متن المركبة الفضائية خزانات الوقود والأكسدة، ومحركات الدفع، وأجهزة الاستشعار، وأجهزة الكمبيوتر، والبطاريات، وأجهزة الإرسال والاستقبال، وأجهزة الاستقبال، وأجهزة الإرسال والاستقبال. وتشمل المكونات الخارجية الهوائيات، والألواح الشمسية، وأجهزة الاستشعار، والمحركات، والمكونات الأخرى التي تتطلب التعرض للفضاء الخارجي. وتشمل المكونات الخارجية أيضاً المكونات التي تتطلب التعرض للفضاء الخارجي، مثل الهوائيات والألواح الشمسية وأجهزة الاستشعار والمحركات والمكونات الأخرى التي تتطلب التعرض للفضاء الخارجي.

الذي يتضمن مرحلتين للقذيفة معاً، وعند تشغيل الصاعق صغير الحجم تقوم الشحنة بقص الهيكل والطبقة الخارجية فتفصل المراحل. يميل لون الأنبوب إلى الرمادي المعدني، أما المتفجرات الموجودة داخله فيميل لونها من اللون الأبيض إلى اللون الأبيض المائل إلى الرمادي. يعتمد عرض، وارتفاع، ووزن كل وحدة طول على سماكة المواد المخصصة للقص.

لا تحتوي الأقفال الكروية على متفجرات وتستخدم أحياناً في نظم فصل الحمولة. من داخلها، تستفيد الأقفال من حوامل الملف اللولبي/النابض/الحوامل الكروية التي يتمكن منها من تنفيذ عملية فصل بهدوء، ومن الخارج تتشابه أشكالها بالبراغي المتفجرة، كما تتشابه ببراغي الآلات من حيث وجود إطار تثبيت سلكي فيها. أما نوابض الضغط المستخدمة في فصل المراحل فتتميز بأنها أجهزة طويلة الشوط (من 10 إلى 20 سم)، وذات قطر صغير (من 2 إلى 4 سم) يتم تثبيتها في العادة في مواقع متعددة (ثلاث مواقع على حد أدنى) ضمن إطار المرحلة المترابطة. تتضمن هذه الهياكل نوابض أو مكابس والتي كما تتشابه وصل مدمجة لتوصيل المراحل المترابطة. من جهتها تمتلك المكابس الهيدروليكية والهوائية خزانات ووسائل مدمجة تعمل على ضغط الوحدات عند تجميع المراحل.

المرحلة المترابطة عبارة عن هيكل مخروطي أو أسطواني الشكل يتم تصنيعه عادةً من مكونات الغرافيت، وتمتلك نفس القطر الخارجي الذي تمتلكه المراحل الصاروخية التي تصل بينها (الشكل 11) فهي تمتلك إطارات توصيل في كل طرف كما تمتلك موقعاً مخصصة لفصل الأجهزة الموجودة في كل طرف. يوجد داخل المرحلة المترابطة سنادات يمكن تمييزها بوضوح داخل الجدران الداخلية إلى جانب حلقات أو إطارات طرفية تستخدم في وصلها مع مراحل القذيفة. وعادةً ما يكون طول المرحلة المترابطة مساوياً لنصف القطر الخارجي لفوهة المحرك الموجود في المرحلة التالية في الأعلى تقريباً. وكما ذكرنا أعلاه، يمكن أن تتضمن المرحلة المترابطة إطار جانبي يكون مفتوح بدون بطاقة خارجية.



الشكل 38: على اليسار: مرحلة مترابطة في وضعية التوصيل. (دليل معدات وبرمجيات وتكنولوجيا نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف، الإصدار الثالث (يونيو 2002). على اليسار: مرحلتين مترابطتين داخل حاوية الشحن. (يونيو)

الشكل (عند التعبئة): يتم شحن البراغي المتفجرة في صناديق ورقية مقوى بسيطة تحتوي على كمية قليلة من الرغوة أو في وسائل تعبئة أخرى لتخفيف تأثير الصدمات. يتم وضع علامة على صناديق الشحن تنص على أن متفجرات "خطيرة" أو شعارات "الذخائر الخطيرة" ويتم شحنها مع مراعاة القيود المتعلقة بالمواد المتفجرة في حين يتم شحن الشحنة الخطية المرنة بأطوال مختلفة في صناديق خشبية مبطنة ومحمية. وينبغي أن تحمل نفس الملصقات التي تنص على أنها مواد "خطيرة" لأنها تخضع لنفس قيود الشحن كما هو الحال في أي ذخائر. يمكن تعبئة الأقفال الكروية وشحنها دون التقيد بقيود الذخائر والتي تتضمن بطاقات تتضمن مزاياها على مواصفاتها في حين يتم شحن النوابض في صناديق من الورق المقوى وهي بحالة غير مضغوطة. أما المراحل المترابطة فيتم شحنها عادةً في حاويات خشبية مصممة خصيصاً لها من منشأة التصنيع وصولاً إلى منشآت تجميع القذيفة.

5.أ.3. نظم مراقبة الوقود الدفعي للصواريخ أو المركبات الجوية بدون طيار (أو الأنظمة الملاحية بالقصور الذاتي) (أو الأنظمة المرجعية) المصممة خصيصاً لذلك، والتي يمكن استخدامها في النظم القادرة على تحقيق دقة نظام (أي خطأ مرجح) أقل من (أفضل) 1 ميل بحري (nm) بعد سير لمدة 1 ساعة، والمصممة أو المعدلة لتحمل أي بيئة اهتزاز تزيد عن 10 جرام (rms) بين 20 هرتز و 2 كيلوهرتز.

ملاحظات:

1. فيما يلي مصممات ومضخات المؤازرة والأغراض العامة الموجهة للأغراض المحددة في البند 3.أ.5.:
   أ- مصممات المؤازرة المصممة أو المعدلة للتشغيل في مدى تدفق يتراوح بين 24 لتر في الدقيقة أو أكثر في ظل ضغط مطلق يساوي أو يفوق 7 ميغاباسكال تتميز بتناسب التدفق مع السرعة بما لا يقل عن 100 جزء من ألف جزء من الكمال؛
   ب- المضخات الخاصة بالوقود الدفعي للصواريخ، التي تتميز بسرعة عمود إدارة تساوي أو تفوق 8000 دورة في الدقيقة بطريقة التشغيل المستمر في ظل ضغط يساوي أو يفوق 7 ميغاباسكال؛
   ج- المضخات الخاصة بالوقود الدفعي للصواريخ، التي تتميز بسرعة عمود إدارة تساوي أو تفوق 8000 دورة في الدقيقة بطريقة التشغيل المتقطع.

2. يمكن للنظم المذكورة في البند 3-أ-5-ب أن تتضمن أجزاء من الصمامات الرقمية.

الموضوع والغرض: تتعلق النظم المتحكمة بالوقود الدفعي على إدارة ضغط وكمية الوقود الدفعي للصواريخ، أو المركبات الجوية بدون طيار، أو الأنظمة الملاحية بالقصور الذاتي، وهي تتضمن خزانات الضغط العالي، وصمامات المؤازرة، وخطوط الضغط العالي، وخزانات الوقود الدفعي، وصمامات الأمان والتحكم في الضغط، وصمامات الإطلاق، وفوهات الدفع. وتستخدم المضخات الدفعية لزيادة ضغط الوقود الدفعي للوصول إلى سرعات الدفع العالية، وعدل التدفق العالي الذي يطلبه محرك الصاروخ. يمكن استخدام صمامات المؤازرة للتحكم بسرعة المضخة الدفعية وبالتالي قوة الدفع.

- الصين
- فرنسا
- ألمانيا
- الهند
- إسرائيل
- إيطاليا
- اليابان
- كوريا الشمالية
- روسيا
- الولايات المتحدة
- المملكة المتحدة

الإنتاج العالمي

طريقة التشغيل: تستخدم نظم خزانات الضغط العالي، التي تسمى أحياناً "القارورة" والتي تحتوي أو لا تحتوي على مواد لتخزين الغاز تحت ضغط عالٍ يصل إلى 70،000 رطل بسلك الكربون، لتخزين الوقود الدفعي بضغط عالٍ. وتتحكم صمامات المؤازرة في ضغط الوقود الدفعي وتدفقه في غرفة الاحتراق. وتتحكم صمامات الإطلاق في تدفق الوقود الدفعي إلى فوهات الدفع. وتتحكم صمامات الأمان في ضغط الوقود الدفعي وتحميه من الضغط الزائد. وتتحكم صمامات الإغلاق في تدفق الوقود الدفعي بين خزانات الوقود الدفعي وغرفة الاحتراق.

في حين تتضمن صمامات المؤازرة في بعض الأحيان مكونات إلكترونية، فإن الوظيفة الأساسية لصمامات المؤازرة هي التحكم في تدفق الوقود الدفعي. ويتم التحكم بالصمام عن طريق تغيير موازنة القوى على الصمام. وتتحكم صمامات المؤازرة الخطية في الموقع النسبي لعنصر التحكم في التدفق، بينما تتحكم صمامات المؤازرة الدورانية في الموقع الزاوي لعنصر التحكم في التدفق. وتتحكم صمامات المؤازرة في الموقع النسبي لعنصر التحكم في التدفق عن طريق تغيير موازنة القوى على الصمام. وتتحكم صمامات المؤازرة في الموقع النسبي لعنصر التحكم في التدفق عن طريق تغيير موازنة القوى على الصمام.

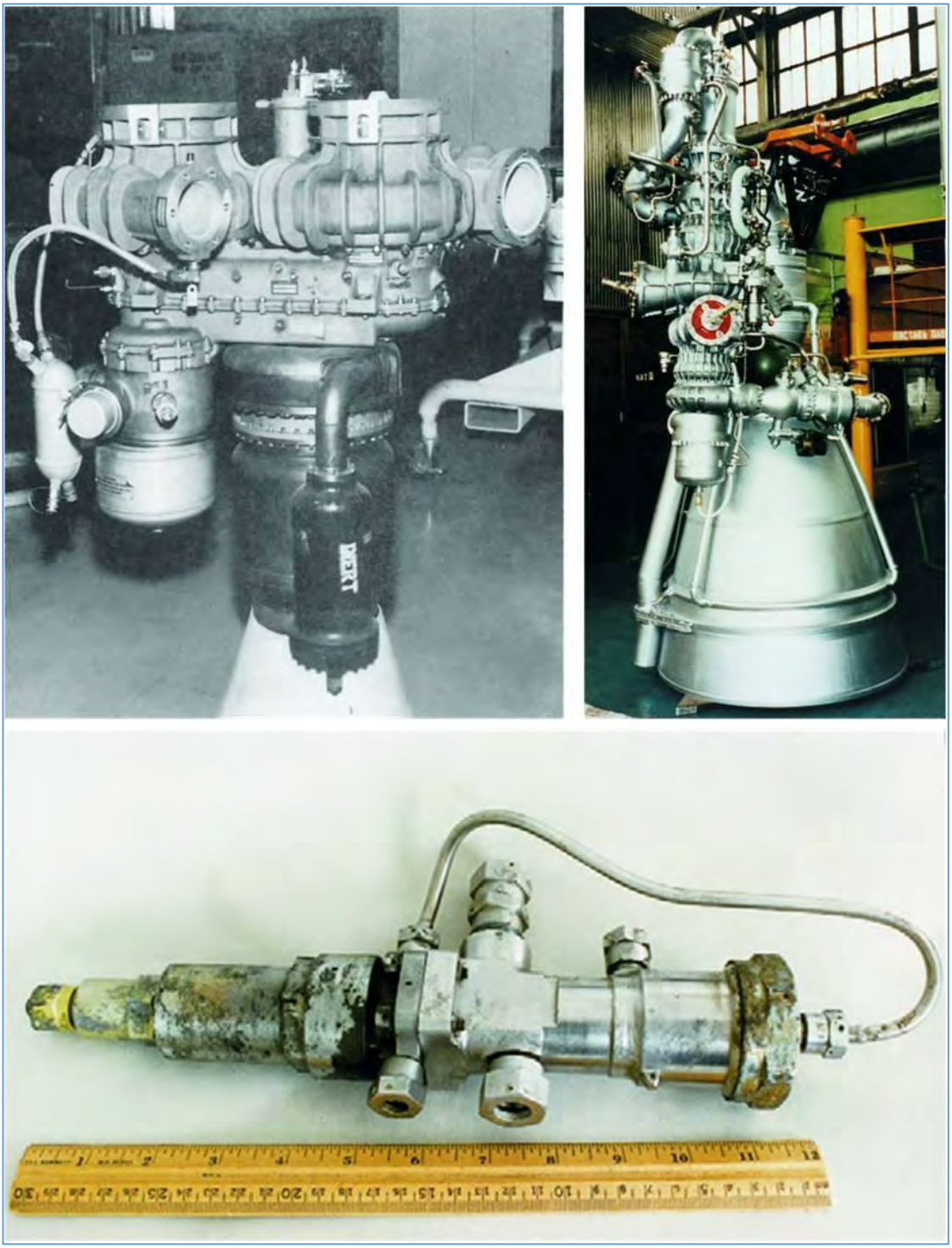
من المحتمل أن تخضع المحركات الصاروخية الموجهة التي تستخدم محركات الصواريخ الصلبة لضغوط عالية أثناء التخزين أو الاستخدام. وعادةً ما تتضمن هذه المحركات الصاروخية جزءًا من الوقود الصلب الذي يحترق بسرعة كبيرة، ويدور المحرك الصاروخي في الجو بسرعة تزيد عن 80000 دورة في الدقيقة. وعادةً ما تتضمن المحركات الصاروخية التي تشتغل بالوقود الصلب أجهزة استشعار ضغط داخلية أو خارجية تقيس ضغط الغاز الداخلي (الغازات الناتجة عن احتراق الوقود الصلب) أثناء الاستخدام، وهي ضرورية لضمان سلامة المحرك الصاروخي وأدائه.

الاستخدامات النموذجية مع أنظمة الدفع بالوقود الصلب: تستخدم الصواريخ الباليستية التي تطلق من الغواصات والصواريخ الباليستية العابرة للقارات التي تطلق من الصوامع محركات صاروخية تعمل بالوقود الصلب. وتتضمن هذه الصواريخ عادةً مرحلة واحدة أو مرحلتين أو ثلاث مراحل، ويمكن أن تحمل رأسًا حربيًا واحدًا أو رؤوسًا حربية متعددة قابلة للاستهداف بشكل مستقل (MIRV). وتتضمن الصواريخ الباليستية التي تطلق من الغواصات والصواريخ الباليستية العابرة للقارات التي تطلق من الصوامع عادةً مرحلة أولى أو مرحلة ثانية أو مرحلة ثالثة تعمل بالوقود الصلب.

الاستخدامات الأخرى: يمكن استخدام المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الصلب في أنظمة الصواريخ الموجهة المضادة للدبابات والصواريخ الموجهة المضادة للسفن والصواريخ الموجهة المضادة للطائرات والصواريخ الموجهة المضادة للصواريخ الباليستية والصواريخ الموجهة المضادة للأقمار الصناعية. وتتضمن الصواريخ الموجهة المضادة للدبابات والصواريخ الموجهة المضادة للسفن والصواريخ الموجهة المضادة للطائرات والصواريخ الموجهة المضادة للصواريخ الباليستية والصواريخ الموجهة المضادة للأقمار الصناعية عادةً مرحلة واحدة أو مرحلتين أو ثلاث مراحل تعمل بالوقود الصلب.

الشكل (39): عينات من المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الصلب (من اليسار إلى اليمين: صورة لمحرك صاروخي يعمل بالوقود الصلب مزود بفوهة دفع مرنة. صورة لمحرك صاروخي يعمل بالوقود الصلب مزود بفوهة دفع ثابتة. صورة لمحرك صاروخي يعمل بالوقود الصلب مزود بفوهة دفع مرنة).

تتوجد المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الصلب بمجموعة متنوعة من الأحجام والأشكال والتطبيقات المحددة. وعلى الرغم من أن الشكل الخارجي للمحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الصلب يمكن أن يكون أسطوانيًا أو مخروطيًا، إلا أن حجم المحرك الصاروخي وكتلته يمكن أن يتراوحا من بضعة كيلوجرامات إلى عشرات الأطنان. وتتضمن المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الصلب عادةً غلافًا خارجيًا (جسم المحرك الصاروخي) يحتوي على الوقود الصلب (الشحنة الدافعة) وفوهة دفع واحدة أو أكثر. وتتضمن المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الصلب عادةً أيضًا مكونات داخلية (مثل العازل الحراري) وأجهزة استشعار الضغط ومكونات أخرى (مثل أجهزة الإشعال) التي تتوافق مع تصميم المحرك الصاروخي المحدد.



الشكل 40: أعلى اليسار: منظومة دفع صلبة متعددة مدة إدارة دفع. أعلى اليمين: دفع سائل قابل للتخزين مدة إدارة واحد. أسفل: دفع سائل قابل للتخزين متعدد مدة إدارة دفع. (من الأعلى: صمام موازرة صاروخ كود.. دليل عمليات وبرمجيات تكنولوجيا نظام مراقبة القذائف، الإصدار الثالث يونيو 2002).

الشكل (عند التعبئة): يتم تعبئة صمامات المؤازر بطريقة تشبه تعبئة الصمامات الأخرى، ولا سيما صمامات الفتح والإغلاق. كما يتم وضع سدادة على مداخلها ومخارجها لمنع تعرضها للتلوث. ويتم وضع الصمامات في أكياس بلاستيكية لمنع دخول الهواء أو في أكياس بلاستيكية مغلقة بإحكام مملوءة بالنيتروجين أو الأرجون لإبقاء الصمامات بحالة نظيفة وجافة. ويمكن في بعض الأحيان وضع الصمامات في أكياس مزدوجة وعادةً ما يتم شحنها داخل حاويات مصنوعة غالباً من الألومنيوم ويتم تبطينها ببطانة من الرغوة. أما المضخات التوربينية الصغيرة فيتم تعبئتها وشحنها ضمن حاويات شحن مصنوعة من الألومنيوم تبعاً لحجمها ومزايا سطحها البيني. ويمكن تعبئة وشحن المضخات التوربينية الضخمة في صندوق شحن مصنوع خصيصاً لهذا الغرض، مع وجود دعامات مدمجة في المضخة. ويمكن أيضاً شحن المضخات التوربينية على أجزاء حيث يتم تعبئة المكونات منفصلة وتجميعها بعد الاستلام.

٣.أ.٦ المكونات المصممة خصيصاً للمحركات الصاروخية الهجينة المحددة في البنود ٢.أ.ج.١ أو ٢٠.أ.١.ب.١.

تستخدم المحركات الصاروخية الهجينة الوقود الدفعي الصلب والسائل معاً، وعادةً ما تستخدم وقوداً صلباً ومادةً مؤكسدةً سائلة. ونظراً لإمكانية التحكم بتدفق المادة المؤكسدة السائلة، يمكن إغلاق الصمامات الخانقة للمحركات الهجينة أو إطفاؤها بشكل كامل ثم إعادة تشغيلها. وهذا ما يجعل المحركات الصاروخية الهجينة تجمع ما بين بساطة المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الصلب وبين قابلية التحكم التي تتمتع بها المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود السائل.

الشكل 41: محرك صاروخي هجين. (ناسا)

طريقة التشغيل: تتم تغذية المحركات الصاروخية الهجينة من إما الخزانات المضغوطة أو المضخات لتغذية حجرة الاحتراق بالمادة المؤكسدة بالتوازي مع الوقود الصلب. ويتم تشغيل المضخات بواسطة مولد غازي يعمل بواسطة الوقود الحيوي المخصص له، أو ببعض مصادر الوقود الأخرى. وتعمل المادة المؤكسدة الصلبة على حرق الوقود السائل داخل الحجرة المجوفة في حين يتم دفع الغازات المتمددة عبر الفوهة بسرعة تفوق سرعة الصوت لتوليد قوة الدفع. وكما هو الحال في المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الصلب، تتم حماية الغلاف الخارجي لحجرة الاحتراق من مقدار كبير من الحرارة الناتجة عن احتراق الوقود نفسه، لأنه يحترق من الداخل إلى الخارج. فالهيكل تشبه الفوهات وأغطية المحرك الموجودة في المحركات الهجينة تلك الموجودة في المحركات التي تعمل بالوقود الصلب، مثال، إذ ينبغي على الغلاف أن يتحمل ضغط الاحتراق.

- اليابان
- روسيا
- جمهورية كوريا
- الولايات المتحدة

الانتاج العالمي

الاستخدامات النهائية للقذائف: يمكن استخدام المحركات الصاروخية الهجينة لتشغيل مركبات الإطلاق الفضائية والصواريخ المدارية والصواريخ التسيارية.

الاستخدامات الأخرى: لا يوجد

الشكل (عند التصنيع): تتضمن المحركات الصاروخية الهجينة خزاناً يتم تركيبه في الجزء العلوي من غلاف المحرك علاوة على الضغط إلى جانب فوهة تقاربية / تباعدية في الجزء السفلي. ويشتمل الخزان على صمامات وأنابيب إمداد تكون صادرة من خزان الضغط أو من خزان يتصل بمضخة ذلك متصلة معه. وعادةً ما تصنع حجرة الاحتراق إما من الفولاذ أو التيتانيوم مطلية بلون أسود أو رمادي،

أو من الفولاذ المقاوم للصدأ أو من زجاج السيليكا أو أوبتي. يتم تطبيق تشحيم مجموعة متنوعة من مواد التشحيم الصلبة والسائلة والشحوم، أو للأطواق ذات الوحدة الواحدة ذات المركز المزدوج أو عجلات. أما الأقفاص فهي مصنوعة من مجموعة متنوعة من المواد المعدنية وغير المعدنية، اعتمادًا على درجة الحرارة العالية التي يمكن أن تتعرض لها. (انظر الشكل 41).

الشكل 41: تصميم نموذجي لمحامل الكرة الشعاعية يمكن أن تشمل مكونات المحامل حلقة داخلية أو خارجية، وكرات، وقفص، وختم أو واقي، وتشحيم صلب. يمكن أن تكون الحلقات والكرات مصنوعة من الفولاذ المقاوم للصدأ أو السيراميك.

7.أ.3 المحامل الكروية الشعاعية ذات درجات التحمل المحددة وفقًا للمعيار ISO 492 أو ما يعادلها، من الفئة 2 أو أعلى من الفئة ABEC-9 أو ما يعادلها من المعيار الأمريكي الوطني ANSI/ABMA Std 20، أو ما يعادلها من المعايير الوطنية، أو أفضل، التي تتميز بجميع الخصائص التالية:
- قطر داخلي يتراوح بين 12 و 50 مم؛ و
- قطر خارجي يتراوح بين 20 أو 155 مم، و
- عرض يتراوح بين 15 و25 مم.

الوصف والغرض: تتكون المحامل الكروية الشعاعية التي تم تصميمها وفقًا لأعلى المواصفات من مكونات دقيقة للغاية، في حالة تطبيقات مجال الطيران، في المضخات الجزيئية والتوربينات الغازية وأيضًا في المحركات الكهربائية التي تشغل المركبات الجوية.

طريقة التشغيل: يتم استخدام المحامل الكروية الشعاعية بشكل أساسي في التطبيقات التي تتطلب دقة عالية وحوامل للتلامس الزاوي، أما أشرطة الفولاذ المقاوم للصدأ فهي الأكثر شيوعًا في جميع أنواع الآلات. إن تحديد الحمل المحوري لهذه المحامل للأجزاء المتحركة من الآلة يعمل بشكل سلس بالحد الأدنى من الاحتكاك بتضمن المحامل الداخلية والخارجية، وتتكون من الكرات التي يتم تثبيتها في إطار يتم تشكيله بشكل دائري، لحلقة داخلية وخارجية، وتتضمن الكرات عادةً وضع إحدى هذه الحلقات في وضع ثابت داخل الآلة، في حين تدعم الأخرى عمود الإدارة الدوار. تتمتع الكرات الموجودة بين الحلقات بحرية الدوران بسلاسة مع الحد الأدنى من الاحتكاك، وتدعم عمود الإدارة المتحرك فضلاً عن أي أحمال شعاعية أو محورية أو مجموعة من الأحمال.

الشكل 42: محامل كروية شعاعية مصممة وفقًا للمعيار ISO 492 والتي تفي بالحد الأدنى من متطلبات التحمل المحددة في البند 7.أ.3 (جي إن إم)

الاستخدامات النموذجية مع وظائف الأسلحة: تطبيقات المحامل الكروية الشعاعية في الأسلحة النارية هي كما يلي: المضخات الجزيئية ومحركات الصواريخ التي تعمل بالوقود السائل، وجميع أعمدة الإدارة الرئيسية والأجزاء المتحركة الأخرى في محرك الصاروخ، ومحركات الدفع الجزيئية ومحركات الدفع الجزيئية التي تعمل بالوقود السائل.

الإنتاج العالمي

- الأرجنتين
- كندا
- فرنسا
- الهند
- إيطاليا
- ماليزيا
- بولندا
- روسيا
- السويد
- المملكة المتحدة
- البرازيل
- الصين
- ألمانيا
- إندونيسيا
- اليابان
- المكسيك
- رومانيا
- سنغافورة
- تايلاند
- الولايات المتحدة

الاستخدامات الأخرى: يمكن تطبيق الحوامل الكروية الشعاعية عالية الحمولة في مجموعة واسعة من الآلات في المجالات الصناعية، والنقل، والزراعة، والتصنيع، والطب وغيرها.

الشكل (عند التصدير): تتشكل الحوامل بهيئة مزدوجة الحلقة عادة ومعبأة بنطاق ضيق، ومن الممكن إدخال أنواع تقريباً كثيرة في علب وإرساله عادة في شكل مجموعات بالأحجام المطلوبة.

الشكل (عند التصدير): تتشكل الحوامل الكروية الشعاعية عادة في صناديق صغيرة من الورق المقوى، والتي تحمل العلامة التجارية للصانع.

٨.أ.٣ خزانات الوقود الدفعي السائل أو الهلامي المصممة خصيصاً لأغراض أنواع الوقود الدفعي الواردة في البند ٤.ج، أو غيرها من أنواع الوقود الدفعي السائل أو الهلامي المستخدم في النظم المحددة في البند ١.أ.١.

الإنتاج العالمي

- الصين
- الهند
- فرنسا
- ألمانيا
- اليابان
- الولايات المتحدة
- روسيا

الطبيعة والغرض: تستهلك المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الدفعي السائل المادة المؤكسدة والوقود بسرعة كبيرة. ولذلك من الضروري ضغط خزانات السوائل التي تحمل الوقود الدفعي أثناء الطيران، لتغذية المحركات بتدفقات سوائل عالية. ويشغل الوقود الدفعي الغالبية العظمى من كتلة المرحلة الصاروخية، لأن أداء الصاروخ (المدى والحمولة) يعتمد على شغل الوقود الدفعي نسبة من الكتلة أكبر من النسبة التي يشغلها القسم الذي لا يتضمن الوقود الدفعي. لذلك، تصمم خزان الوقود الدفعي ليكون خفيف الوزن للغاية بما يتناسب مع الكمية الموجودة فيه. ولكي تتحمل الضغط الداخلي بفعالية وكفاءة عالية، تتخذ خزانات الصواريخ شكلاً أسطوانياً وتحتوي أطرافاً على شكل قبة، وأحياناً شكلاً كروياً في بعض الأحيان مخروطياً فضلاً عن تشكيلة من هذه الأشكال.

في مرحلة الصواريخ التي تعمل بالوقود السائل والخاص في إطلاق القذائف التسيارية أو مركبات الإطلاق الفضائية، يتم استخدام خزانات منفصلة لحمل المادة المؤكسدة والوقود، والتي ينبغي ألا يتم الاتصال بينها إلى حجرة (حجرات) احتراق المحرك. وتستخدم المراحل الصاروخية الضخمة أو كسجين سائل لحرق الكيروسين أو وقود الهيدروجين السائل. تستخدم هذه المراحل مع هذه الأنواع من الوقود الدفعي عادة في مركبات الإطلاق الفضائية، أو بشكل محتمل في القذائف التسيارية. من ناحية أخرى يعتبر الأوكسجين والهيدروجين من السوائل شديدة البرودة، لذلك تتم خسارة الوقود بفعل التبخر حتى بوجود مادة عزل، مع تجمع الجليد على الجانب الخارجي للخزانات بين استخدامات القذائف التسيارية بشكل أكبر الوقود الدفعي الذي يتم مراقبته بموجب البند 4.د م من مرفق نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف، والذي يمكن تحميله مسبقاً وتخزينه داخل القذيفة ضمن إجراءات إطلاق مستمرة. تتضمن الأمثلة على الوقود حمض النتريك، ورباعي أكسيد ثنائي النتروجين، والكيروسين أو الهيدرازين.

يورد الشكل 43 مثالين على خزاني وقود دفعي مشمولين تماماً، كلاهما يخضع للمراقبة بموجب البند 3.أ.8. يوجد على اليسار خزان وقود دفعي أحادي يبلغ حجمه متراً واحداً مكعباً تقريباً، وهو مناسب للمرحلة العلوية أو للمركبات الفضائية. وعلى الجانب الأيمن من الشكل 43، يوجد رسم تخطيطي لخزان مزدوج مدمج مخصص لمركبة إطلاق فضائية. يجري ربط خزان المادة المؤكسدة والذي يبلغ قطره 4.08 متر وخزانات الوقود ببعضها بواسطة بنية تقوية، والتي توضع عليها الخزانات (انظر التموجات الخاصة بالتقوية في الجانب الداخلي). في حين جرى تصميم الواجهة الأمامية لخزان المادة المؤكسدة بشكل يتناسب مع الطيران الأيروديناميكي، عادةً ما تكون خزانات القذائف مرفقة بمرحلة أخرى أو حمولة فوق الخزان الأمامي العلوي).

الشكل 43: على اليسار: خزان وقود دفعي سائل نموذجي مطور لمجموعة من الاستخدامات في مجال الفضاء. (إي إي دي إس) على اليمين: رسم بياني يظهر الخزان الخارجي المستخدم في محور مركبة إطلاق فضائية، يبين خزانات المادة المؤكسدة والوقود المفصولة عن بعضها. (ناسا)

في حين أن الصواريخ التي تعمل بالوقود الدفعي الصلب تتسم بسهولة أكبر في التخزين والنقل إلى أي وجهة، إلا أنها تشكل بشكل أساسي جاهزة للإطلاق، كما أن خزانات الوقود الدفعي ونظم الصواريخ التي تشكل جزءاً جوهرياً فيها تتسم ببعض المزايا غير الموجودة في نظم الوقود الدفعي الصلب. ينتج الوقود السائل سرعات عادم أعلى للصواريخ، وهي ميزة إضافية تحقق خفضاً لكتلة المركبة أو زيادة المدى والحمولة المحتملة. أضف إلى ذلك أن الوقود السائل يمكن التحكم به بصمامات، وإغلاقه، وإعادة تشغيله في وقت متطلبات أهداف المهمة، وتوفر قدرة كبيرة جداً للمناورة والتحكم بأداء النظام الصاروخي. كما تجعل المكونات الفرعية المطلوبة للوصول إلى هذا المستوى من التحكم من خزانات ومحركات الوقود الدفعي السائل شديدة التعقيد.

طريقة التشغيل: بالكون خفيفة الوزن، يتعين على الخزانات الضخمة للمراحل الصاروخية الرئيسية العمل بضغط منخفض للغاية، أدنى من 0.35 ميغاباسكال (5.0 رطل لكل بوصة مربعة). يعد مستوى الضغط هذا غير كافٍ لتغذية نوع المحركات الصاروخية التي تستخدم المضخات لزيادة الضغط، والذي يكون عادةً فوق 7 ميغاباسكال (1000 رطل لكل بوصة مربعة) (ما يجعل حجرات الاحتراق والفوهات مضغوطة نسبياً). بالمقابل، تبلغ نسبة ضغط الخزانات الأصغر حجماً المخصصة للمراحل العلوية والمركبات الفضائية عادةً بين 2 إلى 4 ميغاباسكال (من 300 إلى 600 رطل لكل بوصة مربعة)، بهدف تغذية حجرات الاحتراق الصاروخية بشكل مباشر دون الحاجة للمضخات. إذ يعمل وضع التشغيل الأخير "التغذية بالضغط" على إيجاد حلول توافقية تشمل الضغوطات المتوسطة للخزانات والمحركات على حد سواء. في تلك حالة خاصة واحدة تتعلق في الوقود الدفعي الهلامي الذي يتسم بلزوجة عالية، لذلك تنشأ الحاجة لوجود ضغوطات عالية قادرة على دفع المواد خارج الخزان. في حين يترتب على خزانات الوقود السائل تحمل الضغط الداخلي، إلا أنه لا يشار إليها عموماً في مجال هندسة الصواريخ باسم "أوعية ضغط" وهو المصطلح الذي يطلق على الحاويات التي تخزن الغازات في ضغوط عالية جداً.

بمجرد خروج القوود الدفعي للسرائل من الخزانات أثناء الطيران، يتم الحفاظ على ضغط ملء كي تظل قوة الدفع ثابتة. يُسمى انخفاض الضغط "المواد المضافة". على سبيل المثال، يمكن استبدال ألوكسجين السائل بالأوكسجين، أو الهيدروجين الذي يتبخر أقل كفاءة. وذلك أحد الاعتبارات التي يجب أن يأخذها المصمم في الاعتبار عند تحديد الوقود الدفعي للسرائل إلى أنابيب الخزانات التي تعمل على تقليل الاضطرابات التي تحدث في السرائل أثناء الطيران، ال أن الخزانات قد تحتاج إلى وجود حواجز داخلية أو لوحات تحكم لخفض حركة السائل بالقرب من صمامات الخزان أو المحركات الدافعة على الأرجح. تستخدم هذه الخزانات "أجهزة إدارة الوقود الدفعي" (PMDs) التي يجب أن تضمن خروج السائل من الخزان بمعدل ثابت وبدون فقاعات غاز أو حواجز في السائل.

يُسمى المواد المؤكسدة والوقود "الوقود الدفعي الثنائي" تستخدم عضو الصمام الخاص بالخزان الأصغر حجماً خزان وقود دفعي واحد، أو وقود دفعي واحد، على التوالي. وعوضاً عن الاختلاف، يقوم الوقود الدفعي أحادي السائل بتوفير طاقة كيميائية أقل لكل وحدة كتلة، وتبدأ هذه العملية عادةً بضغط موجود في الخزان يدفع السائل إلى المحرك. تحتاج الخزانات إلى الحفاظ على ضغط ثابت أثناء استنفاد السائل، وغالباً ما يتم ذلك باستخدام غاز خامل مثل الهيليوم. وهو يذيب بسهولة أقل في السائل من الغاز الذي يحل محله، لذلك يتم إطلاقه في الخزان بمعدل أقل من السائل الذي يتم استبداله.

الاستخدامات المذكورة في نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف تعتبر الخزانات المصممة خصيصاً من أهم المكونات التي تخضع للرقابة في كل صاروخ، والتي تشغل معظم الكتلة المتبقية بعد احتراق المرحلة الأولى. وتشغل الخزانات معظم الكتلة المتبقية بعد احتراق كل مرحلة في خزانات المراحل العليا، وتشغل الخزانات الصغيرة جزءاً من طول المرحلة في المراحل العليا. وتكون الخزانات الأولى في المراحل العليا أقل كفاءة من الخزانات اللاحقة التي تعمل لفترة أطول، ومن المحتمل أن تكون أكبر حجماً من الخزانات الأخرى. وتستخدم المركبات الإطلاق الفضائية خزانات الوقود الدفعي للسرائل المصممة خصيصاً لهذا الغرض. ومع ذلك، يمكن استخدام خزانات الوقود الدفعي للسرائل في المراحل العليا لتكون خزانات داخلية، وهي ليست مصممة خصيصاً لهذا الغرض.

الاستخدامات الأخرى تستخدم خزانات الوقود الدفعي للسرائل في العديد من أقمار الصناعية، والمركبات الفضائية، والمركبات الفضائية.

الشكل (عنصر التصميم) تتألف خزانات الوقود الدفعي للمراحل العليا الصغيرة من أسطوانات طويلة، يتراوح طولها بين عدة أقدام واحد، ومن جدران رقيقة أو عديدة. يبلغ طول هذه الخزانات عادةً أكثر من ضعف قطرها، وتكون أكثر عرضة للانحناء أو الانهيار تحت الضغط الخارجي. وتكون هذه الخزانات عادةً من الألومنيوم، وأحياناً من الفولاذ المقاوم للصدأ أو التيتانيوم. وتكون جدران الخزانات المصممة خصيصاً للطيران رقيقة جداً، إذ تتراوح سماكتها بين ٠.٠٠٥ بوصة أو أقل. وتكون الخزانات المصممة خصيصاً للطيران رقيقة جداً، إذ تتراوح سماكتها بين ٠.٠٠٥ بوصة أو أقل. وتكون الخزانات المصممة خصيصاً للطيران رقيقة جداً، إذ تتراوح سماكتها بين ٠.٠٠٥ بوصة أو أقل.

يمكن أن تتراوح قطر خزانات الوقود الفضائي الرئيسية للمراحل العليا، والتي قادرة على إيصال حمولة تزن 100 كغ أو أكثر إلى مدار أرضي منخفض، ما بين أقل من متر واحد إلى أكثر من 5 أمتار. عادةً ما تتكون خزانات المراحل العليا الصغيرة من خزانات كروية الشكل. يتم عادةً تصنيع خزانات الوقود الكروية من نصفين يتم لحامهما معاً على طول خط الاستواء. وتتميز الخزانات الكروية بأفضل نسبة بين الحجم والسطح، ما يجعلها أكثر كفاءة في تخزين الوقود. ويمكن أن تتراوح سماكة جدران الخزانات الكروية الصغيرة بين 1 مم و5 مم، وذلك اعتماداً على ضغط التصميم وخصائص المواد المستخدمة.

تتكون خزانات الوقود الفضائي الرئيسية من مواد مركبة تتكون عادةً من ألياف الكربون وراتنج الإيبوكسي. وفي هذه الحالة، تتكون جدران الخزانات المركبة من طبقات متعددة من ألياف الكربون المستمرة المشبعة براتنج الإيبوكسي. وتتميز الخزانات المركبة بنسبة عالية بين القوة والوزن، ما يجعلها مناسبة للاستخدام في التطبيقات التي تتطلب تخزين الوقود تحت ضغط مرتفع. وتتراوح سماكة جدران الخزانات المركبة عادةً بين 1 مم و10 مم، وذلك اعتماداً على ضغط التصميم وخصائص المواد المستخدمة. وتتميز الخزانات المركبة بأنها أخف وزناً من الخزانات المعدنية المكافئة لها، ولكنها أكثر تكلفة في التصنيع.

الأشكال غير الكروية: تتميز خزانات الوقود الفضائي غير الكروية بأنها تستغل الحيز المتاح بشكل أكثر كفاءة من الخزانات الكروية، ما يجعلها مناسبة للاستخدام في المراحل العليا التي تتطلب تخزين كميات كبيرة من الوقود. وتتميز الخزانات غير الكروية بأنها أكثر تعقيداً في التصنيع من الخزانات الكروية، ما يجعلها أكثر تكلفة. وتتراوح سماكة جدران الخزانات غير الكروية بين 1 مم و10 مم، وذلك اعتماداً على ضغط التصميم وخصائص المواد المستخدمة. وتتميز الخزانات غير الكروية بأنها أخف وزناً من الخزانات الكروية المكافئة لها، ولكنها أكثر تكلفة في التصنيع.

> 9.أ.3 نظم محركات الدفع الصاروخي، المصممة خصيصاً لمنظومات الواردة في البند 2.أ.1 أو 2.أ.19 والمكونات المصممة خصيصاً، التي يمكنها أن تحقق أو تصمم لتحقق هذه الطاقة الدفعية على مدى 10 ثوانٍ أو أكثر، والتي تكون مصممة للعمل في مدى ارتفاعات أعلى من 50 كم (مدار أرضي منخفض أو أعلى).
>
> *ملاحظة فنية:*
> لأغراض البند 9.أ.3، تتضمن نظم محركات الدفع الصاروخي "المصممة خصيصاً" المكونات التالية:
> أ. محرك عمود الإدارة، و
> ب. نظام التحكم في اتجاه الدفع.

الغرض والوظيفة: تتحكم نظم محركات الدفع الصاروخي في مسار المركبة الفضائية بعد انفصالها عن المرحلة العليا. وتتحكم نظم محركات الدفع الصاروخي في اتجاه المركبة الفضائية بعد انفصالها عن المرحلة العليا. وتتحكم نظم محركات الدفع الصاروخي في سرعة المركبة الفضائية بعد انفصالها عن المرحلة العليا.

طريقة التشغيل: تعمل محركات الدفع الصاروخي عن طريق إطلاق الغازات الساخنة، التي يتم الحصول عليها من احتراق الوقود والمؤكسد، من خلال فوهة. وتتحكم نظم محركات الدفع الصاروخي في اتجاه المركبة الفضائية بعد انفصالها عن المرحلة العليا. وتتحكم نظم محركات الدفع الصاروخي في سرعة المركبة الفضائية بعد انفصالها عن المرحلة العليا.

الإنتاج العالمي

- كندا
- جمهورية التشيك
- روسيا
- أوكرانيا
- الولايات المتحدة

في محركات الدفع التوربيني، تتصل المروحة بالدفع بواسطة علبة التروس. ولدى مقارنتها مع المحركات النفاثة التوربينية، والتي تعتمد على الطاقة الحركية العالية الناتجة عن الغازات المنبعثة داخل المحرك النفاث بعد القوة الموجودة في مؤخرته، تستقطب محركات الدفع التوربيني المزيد من الطاقة المتمددة التي يولدها الاحتراق مما يساعد في تشغيل الدفع. ولتحقيق هذا الغرض، يجري تصميم المراوح الخاصة بمحركات الدفع التوربيني بمراحل إضافية مقارنةً مع المحركات النفاثة التوربينية، ليقوم محرك الدفع التوربيني بإنتاج قوة الدفع النفاثة المتبقية المنخفضة فقط، وفي هذه الحالة يتم تشغيل الدفع بواسطة مروحة منخفضة الضغط تلك المراحل الإضافية. وبسرعة بسيطة يقوم محرك الدفع التوربيني بتحريك كتلة كبيرة من الهواء البارد ببطء خارج المحرك بواسطة الدفع يتحرك ببطء نسبي، مقارنةً مع المحرك النفاث والذي يمرر في هواء ضخ كمية بسيطة من الغازات الساخنة بسرعة عالية بعد ضخ الوقود داخل المحرك. يعتبر محرك الدفع التوربيني الخيار الأمثل للمركبات الجوية التي تتنقل بسرعة تصل إلى 400 ميل بالساعة (645 كم/سا، 378 عقدة). عند هذه السرعة يكون محرك الدفع التوربيني فعالاً بشكل ملحوظ في استهلاك الوقود، ويعد الخيار الأمثل للرحلات طويلة المدى أو التي تتطلب قدراً عالياً من التحمل فهو يمتلك مزايا أداء واضحة مقارنةً بمحركات البنزين التبادلية. عند العمل ضمن هذا النظام كمحرك ديناميكي حراري فإنه يمتلك عمر خدمة أطول من محركات المكابس.

تتطلب جميع محركات الدفع التوربيني علبة تروس خفض سرعة ذات نسبة عالية لخفض سرعة التوربين إلى سرعة يمكن أن يعمل الدفع بواسطتها، وتكون علبة تروس السرعة هذه مدمجة مع المحرك. يعد الدفع وحدةً منفصلة، ويكون عادةً تصميمه أكثر تطوراً من تصميم الدفاعات متغيرة الخطوة التي تمتاز بسرعتها الثابتة، والتي تعتمد على آليات ثنائية الاتجاه لتغيير خطوة الشفرات عند تشغيل الطاقة وأيضاً للتحكم بالسرعة الخاصة للدفع. لذلك تعتبر نظم محركات الدفع التوربيني مع دفعها وعلبة تروسه أكثر تكلفةً من المحركات النفاثة التوربينية، وتعتبر أقل ملاءمةً للاستخدامات الأخرى.

يشكل استخدام محركات الدفع التوربيني لدفع المركبات الجوية بسرعات قريبة من سرعة الصوت مشكلة لأن الدفاعات تفقد فعاليتها عند السرعات العالية بسبب تأثير يعرف باسم "سحب الأمواج". يتطلب الحصول على طاقة أعلى للمحرك وجود عدد أكبر من شفرات الدفع أو زيادة قطر الدفع، إلا أنه يجب الحفاظ على نسبة سرعة طرف الريش في مدى دون سرعة الصوت. ويزداد الوزن والتعقيدات عند استخدام دفاعات متحدة المحور تدور في اتجاه معاكس (CRP). تعتبر المحركات النفاثة التوربينية والمروحية أكثر ملاءمةً للحصول على قوة دفع قريبة من سرعة الصوت. نظرياً، من المعروف أن تصميم محركات الدفع التوربيني يتضمن دوار دفع مفتوح أو مروحة دفع تستخدم شفرات دفع شراعية الانتشار، ويوفر نطاق سرعة عالية قريب من السرعات التي تصل إليها الطائرات النفاثة، إلا أن تكنولوجيا محركه لا تزال قيد التطوير.

يمكن تشغيل محركات الدفع التوربيني لتشغيل المركبات الجوية غير المأهولة، السيما تلك التي تتطلب العمل لمسافات طويلة المدى أو لمهام تتطلب تحملاً طويلاً. لا تمتلك محركات الدفع التوربيني المزايا المطلوبة لتشغيل القذائف التسيارية أو القذائف الانسيابية عالية السرعة، إلا أن باستطاعتها تزويد المركبات الجوية بمجموعة من الخصائص المفيدة مثل السرعة المعقودة، والهدوء النسبي، وخصائص حمل حمولة جيدة، إضافةً إلى فعاليتها في استهلاك الوقود أثناء الرحلات طويلة المدى أو المدة. كما أن هناك جهود واضحة تبذل لتطوير تقنية طائرة تعمل بمحرك دفع توربيني مخصصة للمركبات الجوية غير المأهولة التي تعمل بسرعات متوسطة ومدى طويل جداً.

الاستخدامات الأخرى: تقوم مجموعة واسعة من الطائرات العسكرية والمدنية الخفيفة والمتوسطة الحجم بتشغيل محركات الغاز المروحية التوربينية التي تستخدم توربينات الغاز المرتبطة ارتباطًا وثيقًا بمحركات الغاز التوربينية المصممة للطائرات في نطاق واسع من الأحجام والمواصفات.

الشكل (ج): يتراوح مدى طول محركات الغاز التوربينية (الشكل 44) بين أقل من 1 متر إلى أكثر من 4 أمتار. ويتراوح قطرها بين 0.5 متر إلى 2 متر. وتتراوح أوزانها بين أقل من 100 كيلوغرام إلى أكثر من 900 كيلوغرام. ويمكن أن تصل قدرة الخرج إلى 500 كيلوواط أو أكثر. وتستخدم محركات الغاز التوربينية المصممة للطائرات المروحية على نطاق واسع في الطائرات العسكرية والمدنية الخفيفة والمتوسطة الحجم.

الشكل 44: على اليسار، محرك توربيني غازي صغير يستخدم في الطائرات المروحية الخفيفة. في الوسط: محرك توربيني غازي يستخدم في الطائرات المروحية المتوسطة الحجم. على اليمين: محرك توربيني غازي يستخدم في الطائرات المروحية الخفيفة. (رولز رويس)

تتمتع المحركات التي تعمل بالغاز بنسبة عالية من الطاقة إلى الوزن. وتتمتع محركات الغاز التوربينية بسرعة عالية للطاقة الخارجة. وتتراوح سرعة الخرج من 5000 دورة في الدقيقة إلى 30000 دورة في الدقيقة. ومن أجل تطبيقات الدفع، يتراوح قطر المروحة من 2 متر إلى 5.0 متر. ويمكن أن تصل قدرة الخرج إلى 900 كيلوواط. وتستخدم المحركات التوربينية الغازية الصغيرة في تطبيقات الدفع المساعد. ومن ناحية أخرى، يبلغ طول محركات الغاز التوربينية المتوسطة الحجم 3.0 متر ووزنها أكثر من 1 طن. وتستخدم هذه المحركات في تطبيقات الدفع الرئيسية.

الشكل (د): من الطبيعي تركيب محركات الغاز التوربينية على قاعدة أو منصة محركة أو منصة خدمة تتطلب عادة (ذات عجلات أحياناً) وحدة دعم المحرك التي تحتوي على وصلات الدفع والتبريد والتحكم والطاقة الكهربائية والهيدروليكية والميكانيكية. ويمكن أن تتضمن وحدة دعم المحرك أيضاً مبادلات حرارية لتبريد الزيت وفلاتر الزيت ومضخات الزيت ومضخات الوقود ومرشحات الوقود ومضخات الماء ومرشحات الماء ومضخات الهواء ومرشحات الهواء وأجهزة الاستشعار والتحكم. ويمكن أن تتضمن وحدة دعم المحرك أيضاً أجهزة لتخزين الطاقة الكهربائية. ويمكن أن تتضمن وحدة دعم المحرك أيضاً أجهزة لتخزين الطاقة الكهربائية.

لديها فصل عن الحركة، أو أجهزة تحكم في الاتجاه، مدعومة من محور. في معظم الحالات، يمكن أن تكون الفوهة الخارجية للفوهة الحركة وثيقة مع أعمال التوصيل الخارجية وخيوط الصمام.

10.أ.3 حركات الخراطيش أو الصمامات الحركية الخاصة بها أو أنظمة التحكم في الاتجاه أو الأنظمة الحركية المتعلقة بها والمصممة لأنظمة الصواريخ الموجهة الكاملة أو الكاملة أو طائرات بدون طيار القادرة على تحقيق نطاق 300 كم على الأقل.

الغرض والوظيفة: تستخدم الحركات الخراطيش في أنظمة الصواريخ الموجهة لتوجيه الدفع عن طريق تغيير اتجاه المحرك بالنسبة إلى جسم الصاروخ. وهي تتألف من أسطوانة مغلقة بإحكام تحتوي على شحنة متفجرة وقضيب مكبس. عند تفجير الشحنة، يتحرك المكبس بسرعة، مما يؤدي إلى إزاحة سائل الخراطيش من الأسطوانة عبر فتحة إلى مشغل الصمام الحركي. وتستخدم هذه الإزاحة السريعة للسائل لتشغيل الصمام بسرعة، مما يسمح بتعديل سريع لاتجاه الدفع.

الوظيفة الأساسية: تتكون الحركة الخراطيش عادةً من أسطوانة واحدة، أو أكثر، مملوءة بسائل الخراطيش. وتتكون الأسطوانة من مادة مركبة خفيفة الوزن ومقاومة للحرارة، مثل ألياف الكربون المدمجة في مصفوفة الراتنج. وتحتوي الأسطوانة على شحنة متفجرة ومكبس يفصل بين السائل والشحنة. وعند تفجير الشحنة، يتحرك المكبس بسرعة، مما يؤدي إلى إزاحة السائل عبر فتحة إلى مشغل الصمام الحركي. وتستخدم هذه الإزاحة السريعة للسائل لتشغيل الصمام بسرعة، مما يسمح بتعديل سريع لاتجاه الدفع. وتتكون الأسطوانة من مادة مركبة خفيفة الوزن ومقاومة للحرارة، مثل ألياف الكربون المدمجة في مصفوفة الراتنج. وتحتوي الأسطوانة على شحنة متفجرة ومكبس يفصل بين السائل والشحنة. وعند تفجير الشحنة، يتحرك المكبس بسرعة، مما يؤدي إلى إزاحة السائل عبر فتحة إلى مشغل الصمام الحركي. وتستخدم هذه الإزاحة السريعة للسائل لتشغيل الصمام بسرعة، مما يسمح بتعديل سريع لاتجاه الدفع.

طريقة التشغيل: تؤدي الحركة الخراطيش دوراً حيوياً في نظام التحكم في اتجاه الدفع. وعند تفجير الشحنة، يتحرك المكبس بسرعة، مما يؤدي إلى إزاحة السائل عبر فتحة إلى مشغل الصمام الحركي. وتستخدم هذه الإزاحة السريعة للسائل لتشغيل الصمام بسرعة، مما يسمح بتعديل سريع لاتجاه الدفع. وتتكون الأسطوانة من مادة مركبة خفيفة الوزن ومقاومة للحرارة، مثل ألياف الكربون المدمجة في مصفوفة الراتنج. وتحتوي الأسطوانة على شحنة متفجرة ومكبس يفصل بين السائل والشحنة. وعند تفجير الشحنة، يتحرك المكبس بسرعة، مما يؤدي إلى إزاحة السائل عبر فتحة إلى مشغل الصمام الحركي. وتستخدم هذه الإزاحة السريعة للسائل لتشغيل الصمام بسرعة، مما يسمح بتعديل سريع لاتجاه الدفع.

من أهم المعايير التي يجب مراعاتها عند اختيار حركة الخراطيش هو قدرتها على تحمل درجات الحرارة العالية التي يمكن أن تواجهها أثناء عملية الدفع. ومع ذلك، فإن الحركة الخراطيش مصممة عادةً لتحمل درجات حرارة عالية لفترة قصيرة فقط، وهي المدة التي يستغرقها الدفع. وتستخدم بعض الحركات الخراطيش مواد عازلة حرارية متقدمة لحماية السائل والمكونات الداخلية من درجات الحرارة العالية. وتستخدم بعض الحركات الخراطيش أيضاً أنظمة تبريد نشطة، مثل دوائر تبريد السائل، للحفاظ على درجة حرارة السائل ضمن نطاق التشغيل المطلوب.

لأن الطاقة الحرارية الناتجة عن الاحتراق تؤدي إلى تمدد الغازات داخل حجرة الاحتراق، مما يزيد من الضغط داخل حجرة الاحتراق. وهذا يؤدي إلى تحسين أداء المحرك النفاث، حيث يتم تسريع الغازات المتمددة خارج فوهة العادم بسرعة أكبر. ويتم تحقيق هذا التحسين في الأداء على حساب زيادة استهلاك الوقود.

من أكثر التحديات التي تواجه مصممي محركات الاحتراق النفاث هو تحقيق توازن دقيق بين الحاجة إلى تحقيق أقصى قدر من الطاقة الحرارية داخل حجرة الاحتراق، وبين الحاجة إلى الحفاظ على درجة حرارة جدران حجرة الاحتراق ضمن حدود آمنة. فإذا ارتفعت درجة حرارة جدران حجرة الاحتراق بشكل مفرط، فإن ذلك يؤدي إلى تلف المواد المستخدمة في بناء المحرك، مما يقلل من عمره الافتراضي ويزيد من احتمالية حدوث أعطال مفاجئة. ولتجنب هذه المشكلة، يتم تبريد جدران حجرة الاحتراق باستخدام أنظمة تبريد متطورة، مثل التبريد بالسائل أو التبريد بالهواء. في التبريد بالسائل، يتم ضخ سائل تبريد خاص عبر قنوات صغيرة مصممة بعناية داخل جدران حجرة الاحتراق، حيث يقوم السائل بامتصاص الحرارة الزائدة ونقلها بعيدًا عن المناطق الحرجة. أما في التبريد بالهواء، فيتم توجيه تيار من الهواء البارد عبر سطح خارجي لحجرة الاحتراق، مما يساعد على تبديد الحرارة وتقليل درجة حرارة جدران حجرة الاحتراق. وتعتمد فعالية هذه الطرق على عوامل مثل سرعة تدفق الهواء أو السائل، ودرجة حرارته، وتصميم القنوات أو الزعانف المستخدمة لزيادة مساحة السطح المتاحة للتبادل الحراري.

تعتبر عملية احتراق الوقود داخل حجرة الاحتراق عملية معقدة للغاية، حيث يتم خلط الوقود مع الهواء المضغوط القادم من الضاغط، ثم يتم إشعال هذا الخليط بواسطة شرارة كهربائية. وبمجرد بدء الاحتراق، فإنه يستمر في الحدوث بشكل مستقر طالما أن هناك إمدادًا مستمرًا بالوقود والهواء. ويتم التحكم في معدل تدفق الوقود بدقة عالية لضمان الحفاظ على نسبة الخليط المثالية، والتي تختلف باختلاف ظروف التشغيل المختلفة، مثل السرعة والارتفاع ودرجة الحرارة المحيطة.

الاستخدامات المحظورة تشمل استخدامات حجرات الاحتراق المحظورة أي استخدام يتعلق بالقذائف الموجهة أو أنظمة الدفع الخاصة بها، بما في ذلك المحركات النفاثة التوربينية والمحركات النفاثة النبضية والمحركات النفاثة الصاروخية. كما تشمل الاستخدامات المحظورة أي استخدام يتعلق بالطائرات بدون طيار أو أنظمة الدفع الخاصة بها، بما في ذلك المحركات النفاثة التوربينية والمحركات النفاثة النبضية والمحركات النفاثة الصاروخية. وتعتبر هذه الاستخدامات محظورة بغض النظر عن نوع الوقود المستخدم، سواء كان وقودًا سائلًا أو صلبًا أو هجينًا.

الاستخدامات الأخرى تشمل استخدامات حجرات الاحتراق النفاثة الموجهة لأنظمة الدفع الخاصة بالقذائف الموجهة أو الطائرات بدون طيار أو أنظمة الدفع الخاصة بها، بما في ذلك المحركات النفاثة التوربينية والمحركات النفاثة النبضية والمحركات النفاثة الصاروخية. كما تشمل الاستخدامات الأخرى أي استخدام يتعلق بالطائرات بدون طيار أو أنظمة الدفع الخاصة بها، بما في ذلك المحركات النفاثة التوربينية والمحركات النفاثة النبضية والمحركات النفاثة الصاروخية.

الشكل 42: أعلى اليسار: محرك صاروخي يعمل بالوقود السائل ويتألف من فوهة ضخمة يتم تبريدها بشكل متجدد. (دليل معدات وبرمجيات وتكنولوجيا نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف، الإصدار الثالث (يوليو 2002). أسفل اليمين: مشهد جانبي لفوهة صاروخ يعمل بالوقود السائل يتم تبريدها بشكل متجدد، موصول بحجرة الاحتراق

الشكل (عرض توضيحي): يبين الشكل 45 حجرة ضخمة تعمل بنظام الدفع النفاث، إلى جانب محرك صاروخي كامل يعمل بالوقود السائل يمتلك حجرة دفع شبيهة بالنسبة للإنسان، الحجم الكلي للمحرك وحجم قسم التباعد للفوهة. ولكن ليس بالضرورة في تلك الصورتين، يمكن رؤية الجدار المصنوع من العديد من الأنابيب الصغيرة (مخصص لتدفق السائل البارد) التي تجري من مخرج الفوهة وصولاً إلى الحلق، مدعوم بحلقات تقوية من خارجها. على نحو بديل، يمكن أن تحتوي حجرات دفع القذائف على قنوات تبريد داخلية توجد بين الطبقات، وفي هذه الحالة تبدو الأسطح المرئية ملساء. بصرف النظر عن بنية جدار الحجرة، من المرجح أن تظهر ممرات التدفق (القنوات، الخراطيم، الأنابيب) التي تغذي الجدار بالوقود الدافع. وبالنسبة للمراحل الرئيسية للقذائف التسيارية ومركبات الإطلاق الفضائية والصواريخ التي تعمل بالوقود الدافع السائل، من المعروف أن حجم غرف الدفع فيها يتراوح من حوالي واحد إلى ستة أمتار، في حين يبلغ قطرها من 0.3 إلى 4 أمتار عند الطرف الخارجي للفوهة. ما يولد قوة دفع تصل من 5 أطنان تقريباً إلى ما يزيد عن 500 طن لتتوافق مع هذه المجموعة الواسعة من الأحجام.

الشكل 46: قذيفة صاروخية غير مأهولة تستخدم الوقود السائل في المرحلة الأخيرة من الإطلاق. أما جزء الحمولة في هذا النوع من القذائف فلا يتضمن أي وسائل توجيه أو تحكم. وتستخدم هذه القذائف عادةً لحمل الأسلحة الكيميائية أو البيولوجية أو الذخائر العنقودية. يبقى الجزء العلوي من المرحلة الأخيرة بأكمله متصلاً بالمرحلة الأخيرة من السائل عبر الخزان. أما طول هذه القذيفة فيبلغ 0.1 متر تقريباً. (مع الشكر لـ ي. روجوزين دون وجود أي مقياس رسم محدد.)

تستخدم الأنواع الأكثر تقدماً من الأسلحة الكيميائية السائلة المعبأة في القذائف مواد كيميائية سامة ذات درجات غليان منخفضة، أي أقل من 150 درجة مئوية، وتتمتع بثبات حراري جيد وبلزوجة منخفضة بما يكفي لتمكينها من المرور بسرعة عبر فوهات صغيرة. وتتمتع هذه المواد بقوة تدميرية عالية، حيث تبلغ كتلة الحمولة الكيميائية السامة في القذيفة الواحدة 500 كيلوغرام أو أكثر. وتتراوح كتلة القذيفة الكاملة بين 1000 كيلوغرام أو أكثر (أي ما يعادل طناً واحداً أو أكثر). وتتراوح أقطار هذه القذائف بين 0.5 متر و1.5 متر، ويبلغ طولها الإجمالي بين 4 أمتار و12 متراً. وتستخدم الأنواع الأكثر تقدماً من هذه القذائف "أجزاء الحمولة القابلة للانفصال" التي تتكون من عدة حمولات صغيرة يتم إطلاقها في وقت واحد. ويمكن أن تحتوي هذه الحمولات الصغيرة على ما يصل إلى 500 كيلوغرام من المواد الكيميائية السامة. وتستخدم الأنواع الأكثر تقدماً من هذه القذائف أجهزة توجيه بالقصور الذاتي أو بنظام تحديد المواقع العالمي (GPS) لتحقيق دقة عالية في التصويب. وتستخدم الأنواع الأكثر تقدماً من هذه القذائف عادةً لحمل الأسلحة الكيميائية أو البيولوجية أو الذخائر العنقودية.

تستخدم الأنواع الأكثر تقدماً من الأسلحة الكيميائية السائلة المعبأة في القذائف مواد كيميائية سامة ذات درجات غليان منخفضة، أي أقل من 150 درجة مئوية، وتتمتع بثبات حراري جيد وبلزوجة منخفضة بما يكفي لتمكينها من المرور بسرعة عبر فوهات صغيرة. وتتمتع هذه المواد بقوة تدميرية عالية، حيث تبلغ كتلة الحمولة الكيميائية السامة في القذيفة الواحدة 500 كيلوغرام أو أكثر. وتتراوح كتلة القذيفة الكاملة بين 1000 كيلوغرام أو أكثر (أي ما يعادل طناً واحداً أو أكثر). وتتراوح أقطار هذه القذائف بين 0.5 متر و1.5 متر، ويبلغ طولها الإجمالي بين 4 أمتار و12 متراً. وتستخدم الأنواع الأكثر تقدماً من هذه القذائف "أجزاء الحمولة القابلة للانفصال" التي تتكون من عدة حمولات صغيرة يتم إطلاقها في وقت واحد. ويمكن أن تحتوي هذه الحمولات الصغيرة على ما يصل إلى 500 كيلوغرام من المواد الكيميائية السامة. وتستخدم الأنواع الأكثر تقدماً من هذه القذائف أجهزة توجيه بالقصور الذاتي أو بنظام تحديد المواقع العالمي (GPS) لتحقيق دقة عالية في التصويب. وتستخدم الأنواع الأكثر تقدماً من هذه القذائف عادةً لحمل الأسلحة الكيميائية أو البيولوجية أو الذخائر العنقودية.

الشكل 47: قذيفة صاروخية غير مأهولة تستخدم الوقود السائل في المرحلة الأخيرة من السائل. أما جزء الحمولة في هذا النوع من القذائف فلا يتضمن أي وسائل توجيه أو تحكم. وتستخدم هذه القذائف عادةً لحمل الأسلحة الكيميائية أو البيولوجية أو الذخائر العنقودية. يبقى الجزء العلوي من المرحلة الأخيرة بأكمله متصلاً بالمرحلة الأخيرة من السائل عبر الخزان. أما طول هذه القذيفة فيبلغ 0.1 متر تقريباً. (مع الشكر لـ ي. روجوزين دون وجود أي مقياس رسم محدد.)

٣.ب معدات الاختبار والإنتاج

3.ب.1 "منشآت الإنتاج" المصممة خصيصاً لأغراض المعدات أو المواد المحددة في البنود 3.أ.1، 3.أ.2، 3.أ.3، 3.أ.4، 3.أ.5، 3.أ.6، 3.أ.8، 3.أ.9، 3.أ.10، أو 3.ج.

الطبيعة والغرض: عادةً ما تكون منشآت تصنيع النظم الفرعية عبارةً عن مدن صناعية مصممة لتصنيع المنظومات الرئيسية المدرجة في البنود 3.أ.1، 3.أ.2، 3.أ.3، 3.أ.4، 3.أ.5، 3.أ.6، 3.أ.8، 3.أ.9، 3.أ.10 فضلاً عن المواد المدرجة في البند 3.ج. كما يمكن أن توجد معدات الاختبار هذه ألأجهزة من ناحية المكونات والمنظومات قبل نقل النظم الفرعية إلى المخازن أو إلى منشأة التجميع الرئيسية. كما يمكن تصنيع المحركات النفاثة التوربينية المروحية والمحركات النفاثة التوربينية المصممة للطائرات الجوية بدون طيار في منشآت إنتاج الطائرات المدنية والعسكرية. حيث عادةً ما تتضمن هذه المنشآت فئات إجرائية تحقق السلامة من الخطر والتفجرات.

طريقة التشغيل: تستخدم مرشدات ومثبتات الدعم، ومحاذاة وتجميع المكونات الفرعية مثل المحركات النفاثة التوربينية المروحية ومحركات الدفع التوربيني، وخزانات الوقود والمادة المؤكسدة، وأغلفة المحركات ومنظومات المحركات. كما يتم تصميم القوالب وقوالب التشكيل وقوالب القطع خصيصاً لإنتاج أجزاء المكونات فضلاً عن ذلك تستخدم الرافعات العلوية لتحريك وتثبيت المواد الأولية من حاويات الشحن والمنصات ذوات العجلات إلى مثبتات التجميع. ويتم تركيب الأجهزة النارية على الأقسام الموجودة بين المراحل في المنشآت التي تقع في أماكن نائية. وتعتبر المواد وإجراءات التصنيع المناسبة أمراً جوهرياً لإنتاج مضخات الوقود الدافع السائل وصمامات الموازنة الموثوق بها.

الاستخدامات النموذجية مع القذائف: تستخدم منشآت إنتاج تصنيع أو إنتاج المركبات الجوية غير المأهولة ونظم الصواريخ الفرعية من مواد خام أو يتم تجميعها من مكونات يتم استيرادها من مصادر خارجية. ويتم تحويل النظم الفرعية المنجزة في مستودعات كل على حدة أو في مناطق صناعية ويتم شحنها إلى المنشآت المخصصة للتخزين لفترة طويلة أو لمنشآت التجميع والاستخدام النهائي.

الاستخدامات الأخرى: يمكن استخدام منشآت الإنتاج المستخدمة لتصنيع محركات المركبات الجوية غير المأهولة ولبناء المحركات والآلات التحريكية الصاروخية، ومعدات الاختبار الخاضعة للمراقبة بموجب نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف في تصنيع المنتجات التي تعد جزءاً من الطائرات المدنية والعسكرية.

الشكل (عقود التصنيع): يمكن أن تحتوي المنشأة على رافعات علوية لتحريك المركبات الجوية غير المأهولة ونظم الصواريخ الفرعية من مثبت أو منطقة إلى أخرى. عادةً ما تكون مثبتات ومرشدات التجميع المستخدمة في إنتاج نظم القذائف عبارةً عن هياكل ضخمة وثقيلة. ويبلغ طولها وعرضها الكلي حجماً أكبر من نظام الصاروخ بنسبة 20% إلى 30% لأنها مصممة لتجميعها. وقد يبلغ وزنها الإجمالي مئات لا بل آلاف الكيلوغرامات. تتضمن منشآت تصنيع المراحل المترابطة أخطارات تحقق بحدوث تفجرات وتتضمن إجراءات تخفيف الخطر مثل الأرضيات الملائمة وغيرها. كما تحتوي منشآت تصنيع المراحل المترابطة مناطق لتخزين المواد المتفجرة والتي يمكن أن تكون في مناطق نائية غير مأهولة بالسكان في حين تتطلب مضخات الوقود الدافع السائل وصمامات الموازنة مواداً متخصصة ومعدات مكونة من آلات دقيقة لإنتاج منتجات موثوق بها.

أصبحت منشآت إنتاج محركات الصواريخ التي تعمل بالوقود الدافع السائل حالياً أصغر حجماً مما كانت عليه قبل عدة عقود مضت، حيث كان يتم تصنيع عدد ضخم من القذائف والنظم.

يمكن تصريع الفوهة التي يتم فيها تحميل الوقود في منطقة الأغراض العامة إلى حد يجيز أي تجاوز لآلات ضخ درجة على درجة من الحجم. كما أن هناك حاجزاً مضاداً للإشعاع يوجد في الجزء العلوي من الفوهة، وقاعدة مستديرة للوقود، وأحواض لمصائد الرمال من نوع الترمومتر (SEM)، فضلاً عن آلات قياس الإحداثيات، وأدوات استرجاع الخازوق بدرة قدرتها على رفع ما لا يقل عن 5 أجزاء في المليون، إلى جانب أجزاء قياس المتضررة الأخرى حسب الحاجة.

الشكل 3.ب.2 مرافق الإنتاج المصممة خصيصاً لأغراض المواد أو المواد المحددة في البنود 3.أ.1، 3.أ.2، 3.أ.3، 3.أ.4، 3.أ.6، 3.أ.8، 3.أ.9، 3.أ.10، أو 3.ج.

الطبيعة والغرض: يتكون كل واحد من مرافق الإنتاج المصممة للمواد المدرجة في البنود 3.أ.1، 3.أ.2، 3.أ.3، 3.أ.4، 3.أ.5، 3.أ.6، 3.أ.8، 3.أ.9، 3.أ.10، أو 3.ج على المعدات والمرشحات المتضررة اللازمة لتشغيل وتوجيه واختبار نظام الدفع ومعدات الظروف المحددة في البنود 3.أ.1، 3.أ.2، 3.أ.3، 3.أ.4، 3.أ.5، 3.أ.6، 3.أ.8، 3.أ.9، 3.أ.10، أو 3.ج. فضلاً عن ذلك، يتم استخدام معدات المتضررة التي تعمل من خلال محركات الدفع الصاروخي الصلبة، ومحركات الدفع الصاروخي السائلة ومحركات الدفع التوربيني. ويمكن استخدام المتضررة باعتباره غازاً آخذاً في التطور إلى حد كبير. كما يمكن أن تتوفر معدات المتضررة في مرافق الإنتاج المحددة أو في مرافق قريبة منها. (انظر البند 5.ب.15 من نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف). كما يتم استخدام معدات المتضررة لاختبار المحركات الكهربائية والتوربينية وغيرها من المكونات الفرعية ووظائف التشغيل.

طريقة التشغيل:

تستخدم محركات الدفع الصاروخي السائلة ومحركات الدفع التوربيني لتشغيل نظم الدفع الخاصة بالمركبات الجوية غير المأهولة (أي تلك التي يتم استخدامها لتوجيه حمولة إلى حد كبير للمسافات الطويلة) ومحركات الدفع الصاروخي الصلبة المستخدمة في المركبات الجوية المأهولة بتستخدم من مواد مقاومة للحرارة من درجات الحرارة العالية المتضررة وأدوات وإجراءات قياس دقيقة.

تستخدم محركات الدفع الصاروخي السائلة المتضررة في بناء خزانات الدفع الصاروخي السائلة المتضررة، ومن المعادن التي تتشكل بسهولة لتلائم معدات استخدام المتضررة.

تتميز أغلفة محركات الدفع الصاروخي السائلة المتضررة من معادن عالية القوة وفق حجم الغلاف وتصميمه، أو يمكن تشكيلها من ألياف كربونية متضررة أو مواد مركبة خفيفة الوزن تتمتع بقوة أغلفة محركات الدفع الصاروخي السائلة.

تستخدم عوازل المواد / الحماية المتضررة في محركات الدفع الصاروخي السائلة المتضررة وجود مواد عازلة بين جدار الغلاف والوقود الدفعي السائل بسبب تفاعل جدار الغلاف مع درجات الحرارة العالية الناتجة عن الاحتراق. تكون مواد العزل هذه عادةً عبارة عن طبقة مطاطية أو طبقة من الوقود العازل دون أن تكون المادة المؤكسدة للمادة المتضررة (والتي تعرف أيضاً باسم "الوقود الدفعي المتضرر").

الفوهات: يتم صنع فوهات المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الدفعي الصلب من مواد مركبة من الغرافيت، وهي تتطلب وجود معدات خاصة لإنشائها. يتم بناء الفوهات من نسائك مركبة من فتائل ألياف الكربون التي يتم معالجتها بالحرارة لتحويل الراتنج والألياف إلى الشكل المطلوب. تخضع هذه النسائك إلى تكثيف إضافي من خلال إضافة راتنج التشرب وتتم معالجته في أعلى درجة حراراتها العالية، ولكن تحت ضغوط تتزايد ضمن جوٍ خامل. يمكن تكرار العملية مرات عدة لزيادة كثافة المادة النهائية بحيث تفي بمعايير التصميم. ويمكن استخدام المكابس متساوية الضغط خلال هذه العملية. وبمجرد إنتاج النسائك، يتم تصنيعها بالآلات لتأخذ شكل الفوهة المصممة باستخدام منشآت صناعية مخصصة للتصنيع الميكانيكي تتضمن معدات تجميع الغبار

المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الدفعي السائل: يتم استخدام برمجيات التصميم أو التصنيع بمساعدة الحاسوب على نحو واسع هذه الأيام في صناعة الصواريخ والمنشآت المساعدة لها والتي تقوم بتصنيع الأجزاء المكونة لجهاز التكامل الخاص بنظام المحرك. فعلى سبيل المثال، تتطلب صمامات الفتح والإغلاق وجود آلات فرز لتصنيع الأجزاء المعدنية منها مثل ألسنة القفل في قواعد الصمامات، ومحاور ارتكازها. يتم توصيل الكرات الكهرومغناطيسية على محاور الارتكاز، ويتم وضع الصمامات في مثبتات التجميع (المرشدات) ليتم لحامها بواسطة معدات متخصصة. تمر الصمامات التي يتم تجميعها بعمليات معاينة متعددة لضمان وفائها بالمواصفات المطلوبة، حيث يتم إجراء المعاينات بواسطة معدات معاينة متخصصة. أما عمليات فحص التسرب فتتطلب وجود الهيليوم عالي الضغط وكروموتوغراف غازي بقدرة تصل إلى خمس أجزاء من المليون بحد أدنى. ويتم تنفيذ عدد من اختبارات القبول الأخرى خلال عملية الإنتاج والإيصال.

يتم استخدام طريقة التشغيل بالتفريغ الكهربائي (EDM) على نطاق واسع في تصنيع حاقنات المحركات الصاروخية. عند تطويرها لأول مرة، كان يجري التحكم في هذه العملية بواسطة تجهيزات الإعداد وأدوات التحكم اليدوية. تصبح طريقة التشغيل بالتفريغ الكهربائي بواسطة الحاسوب والتصميم/التصنيع بمساعدة الحاسوب المعيار السائد في هذه الأيام. وقد ظهرت آلات التصنيع المضاف (AM) وتطورت لتصبح أحد الخيارات المستخدمة في تصنيع الحاقنات.

يمتلك كل مكون من مكونات نظام الدفع السائل مجموعة مماثلة من معدات الإنتاج المخصصة لتصنيع مكوناته والتحقق من وفائها بالمتطلبات المحددة بعد إجراء الاختبارات على المكونات وإيصالها إلى منطقة التجميع النهائية، يتم تجميع نظام الدفع ويتم إجراء العديد من عمليات القياس والتحقق من توافق النظام المنجز مع مواصفات التصميم.

عند هذه النقطة، يمكن تركيب النظام في منشأة الاختبار للتحقق من وفائه بالمتطلبات المطلوبة من خلال تشغيل النظام. يتم تصنيع أجهزة فصل بين المراحل التي تربط في مناطق بينية وينبغي أن تتضمن إجراءات السلامة من المتفجرات. كما يتم اختبار أجهزة الأمان والتسليح لضمان التعامل الآمن مع الأجهزة النارية التي تعتمد عليها عند صدور الأوامر فقط. ولدى اختبار الأسلاك الجسرية، ينبغي التحقق من توصيل الأسلاك الكهربائية على الصواعق المتفجرة لإكمال الدائرة الكهربائية المتصلة مع أجهزة الأمان والتسليح.

الاستخدامات النموذجية مع القذائف: يتم استخدام المكونات والمنظومات التي يتم تصنيعها في هذه المنشآت لبناء واختبار المحركات التوربينية النفاثة والمروحية، والمحركات الانضغاطية النفاثة، والمحركات الانضغاطية فوق الصوتية والمحركات النفاثة النبضية والمحركات ذات الدورة المشتركة، وأغلفة المحركات الصاروخية، ونظم التحكم بالوقود الدفعي السائل والخزانات والبطانة ومادة العزل المستخدمة في المحركات التي تعمل بالوقود الدفعي الصلب. وتعد كل واحدة من هذه المواد مطلوبة لتصنيع أو تجميع المركبات الجوية غير المأهولة أو نظم الصواريخ الخاضعة للمراقبة وفق نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف.

الاستخدامات الأخرى: يمكن استخدام محركات الصواريخ التي تستوفي معايير نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف لإطلاق مركبات فضائية أو أقمار اصطناعية.

الشكل (عديم الصلة): محركات الصواريخ التي تستوفي معايير نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف والمستخدمة في مركبات الإطلاق الفضائية أو الأقمار الاصطناعية.

الشكل (عديم الصلة): مركبات الإطلاق الفضائية أو الأقمار الاصطناعية التي تستوفي معايير نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف.

3.ب.3 آلات التشكيل الانسيابي، ولا سيما ما يلي:

أ- آلات التشكيل الانسيابي التي يمكن، بفضل وظائف المعالجة الخاصة بها، تنفيذ عمليات تشكيل أو صنع الأجزاء بأحد الأشكال التالية: أسطوانية أو مخروطية أو بيضاوية؛ و

ب- آلات التشكيل الانسيابي التي يمكن تزويدها بوحدات تحديد المحاور بالتحكم العددي أو الحاسوبي، بما يمكنها من تشكيل أجزاء أسطوانية أو مخروطية أو بيضاوية، إذا كان لديها القدرة على تحديد المحاور في أكثر من محورين متزامنين.

ملاحظة:

لا يشمل هذا البند الآلات المستخدمة في "إنتاج" مكونات ومعدات الإنتاج (مثل الأغلفة والمراوح والمحركات) المطابقة للمواصفات الأصلية.

ملاحظة فنية:

١ - لأغراض هذا البند، تشمل آلات التشكيل الانسيابي آلات التشكيل بالدحرجة التي يمكنها تنفيذ عمليات الضغط والثني والتشكيل بالدحرجة.

الشكل (عديم الصلة): آلات التشكيل الانسيابي المستخدمة في إنتاج مكونات ومعدات الإنتاج لمحركات الصواريخ التي تستوفي معايير نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف والمستخدمة في مركبات الإطلاق الفضائية أو الأقمار الاصطناعية.

الإنتاج العالمي

• أستراليا	• بلجيكا
• الصين	• مصر
• فرنسا	• ألمانيا
• الهند	• إيطاليا
• اليابان	• بوراندا
• روسيا	• إسبانيا
• سويسرا	• الإمارات العربية المتحدة
• المملكة المتحدة	• الولايات المتحدة

الغرض المقصود: تستخدم آلات التشكيل الانسيابي القادرة على إنتاج مكونات المحرك المحددة في البند 1.أ.1 أو مكونات الهيكل في إنتاج أسطوانات الوقود الصلب أو المحركات الصاروخية، وتتطلب عادةً خصائص تحكم عالية الدقة لتلبية المتطلبات الصارمة للتحمل والوزن. وتشمل هذه الآلات أيضاً آلات التشكيل بالدحرجة القادرة على تشكيل الأسطوانات والأقماع والأقواس لإنتاج مكونات الهيكل الخفيف والمتين.

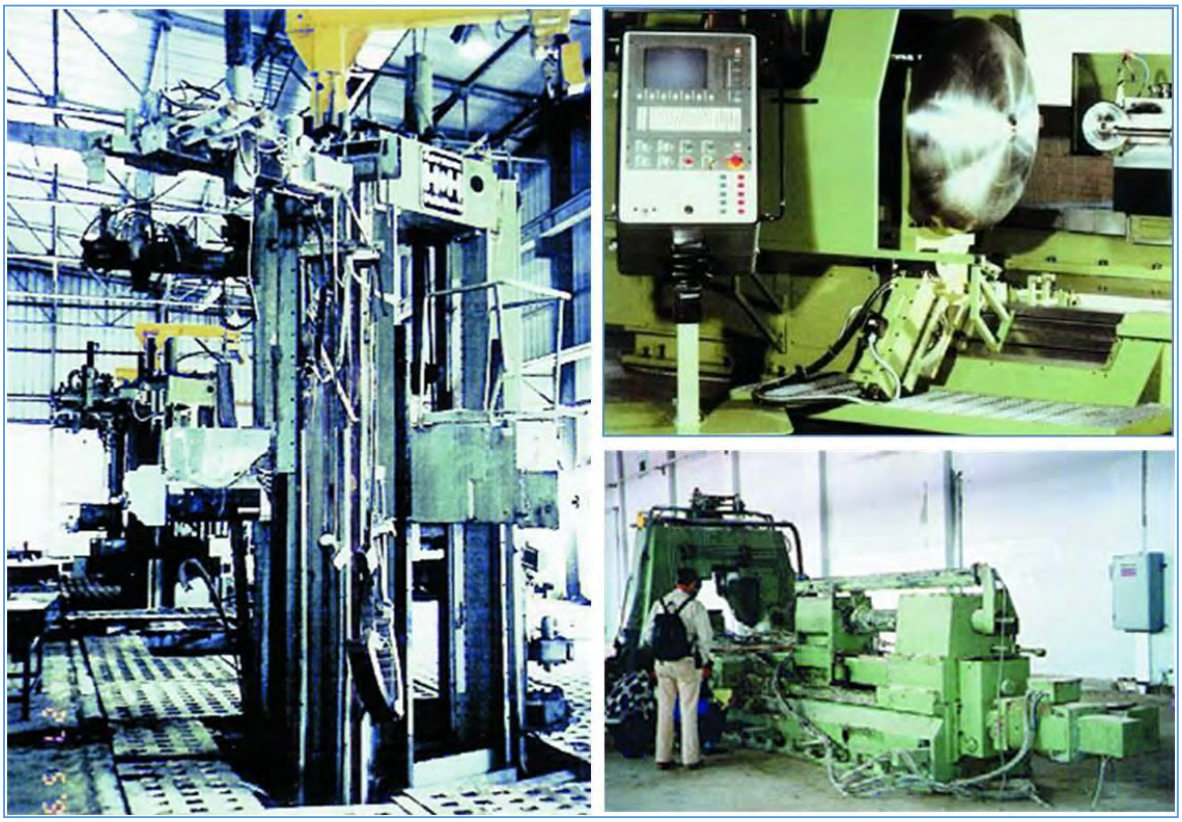
طريقة التشغيل: تعمل آلات التشكيل الانسيابي باستخدام عملية تشكيل بالدحرجة يتم فيها تثبيت قالب على محور دوار أو يتحرك بمحاذاة محور دوار، بينما تضغط أداة أو بكرة على المادة الخام لتشكيلها على شكل القالب.

الاستخدامات المأذون بها للفئة ٢: تستخدم الآلات الكاشطة الدوارة المتعددة المحاور في تشكيل أجزاء الطائرات والمركبات الفضائية، وكذلك في تشكيل أجزاء المحركات النفاثة والتوربينية. وتستخدم أيضاً في صناعة عجلات الهبوط والمكونات الهيكلية للطائرات، وكذلك في تشكيل أجزاء المحركات الصاروخية والمركبات الفضائية.

الاستخدامات الأخرى: تستخدم الآلات الكاشطة الدوارة المتعددة المحاور في تشكيل أجزاء الطائرات والمركبات الفضائية، وكذلك في تشكيل أجزاء المحركات النفاثة والتوربينية. وتستخدم أيضاً في صناعة عجلات الهبوط والمكونات الهيكلية للطائرات، وكذلك في تشكيل أجزاء المحركات الصاروخية والمركبات الفضائية.

الآلات الكاشطة الدوارة المتعددة المحاور (عدد المحاور المتزامنة): يمكن أن تكون الآلات الكاشطة الدوارة المتعددة المحاور ذات محور واحد أو أكثر. ولا تشمل هذه الآلات الكاشطة الدوارة المتعددة المحاور ذات المحاور الإضافية التي تستخدم لتشكيل أجزاء أخرى من النظام. وتعتبر الآلات الكاشطة الدوارة المتعددة المحاور ذات المحاور المتزامنة التي يمكن برمجتها بواسطة الحاسوب لتشكيل أجزاء ذات أشكال هندسية معقدة (مثل الأسطح المنحنية) من الآلات الكاشطة الدوارة المتعددة المحاور ذات المحاور المتزامنة التي يمكن برمجتها بواسطة الحاسوب لتشكيل أجزاء ذات أشكال هندسية بسيطة (مثل الأسطح المستوية). ويمكن أن تكون الآلات الكاشطة الدوارة المتعددة المحاور ذات المحاور المتزامنة التي يمكن برمجتها بواسطة الحاسوب لتشكيل أجزاء ذات أشكال هندسية معقدة (مثل الأسطح المنحنية) من الآلات الكاشطة الدوارة المتعددة المحاور ذات المحاور المتزامنة التي يمكن برمجتها بواسطة الحاسوب لتشكيل أجزاء ذات أشكال هندسية بسيطة (مثل الأسطح المستوية). إلا أن الآلات الكاشطة الدوارة المتعددة المحاور ذات المحاور المتزامنة التي يمكن برمجتها بواسطة الحاسوب لتشكيل أجزاء ذات أشكال هندسية معقدة (مثل الأسطح المنحنية) تتطلب مهارة عالية من المشغل لإعداد البرنامج وتنفيذه بشكل صحيح.

الآلات الكاشطة الدوارة المتعددة المحاور (عدد المحاور المتزامنة): تتطلب الآلات الكاشطة الدوارة المتعددة المحاور ذات المحاور المتزامنة التي يمكن برمجتها بواسطة الحاسوب لتشكيل أجزاء ذات أشكال هندسية معقدة، وكذلك الآلات الكاشطة الدوارة المتعددة المحاور ذات المحاور المتزامنة التي يمكن برمجتها بواسطة الحاسوب لتشكيل أجزاء ذات أشكال هندسية بسيطة، وكذلك الآلات الكاشطة الدوارة المتعددة المحاور ذات المحاور المتزامنة التي يمكن برمجتها بواسطة الحاسوب لتشكيل أجزاء ذات أشكال هندسية معقدة (مثل الأسطح المنحنية) من الآلات الكاشطة الدوارة المتعددة المحاور ذات المحاور المتزامنة التي يمكن برمجتها بواسطة الحاسوب لتشكيل أجزاء ذات أشكال هندسية بسيطة (مثل الأسطح المستوية). إلا أن الآلات الكاشطة الدوارة المتعددة المحاور ذات المحاور المتزامنة التي يمكن برمجتها بواسطة الحاسوب لتشكيل أجزاء ذات أشكال هندسية معقدة (مثل الأسطح المنحنية) تتطلب مهارة عالية من المشغل لإعداد البرنامج وتنفيذه بشكل صحيح.



الشكل 47: أجهزة الضغط الهيدروليكية المستخدمة لصنع خزانات الوقود الفضائي. (أسفل اليمين: آلة الضغط الهيدروليكية الفولاذية. (دليل مجموعة موردي المواد النووية لمفاتيح، رقم الكتالوج: LA-13131-M الصادر عام 1996 (على سبيل المثال: آلة الضغط الهيدروليكية الشاقولية. (بإيجاز)

٣.ج: المواد

3.ج.1 "القبطين الداخلي" الذي يمكن استخدامه أو أغراض أخرى في نظم الصواريخ الموجهة المحددة في البند 1.ج.1.أ.2 أو المصممة خصيصاً لأغراض نظم الصواريخ الموجهة المحددة في البند 1.ب.1.أ.20.

ملاحظة توضيحية:

في البند 3.ج.1، عادة يكون "القبطين الداخلي" المواجه للمحرك عبارة عن مواد مختلفة حرارية أو عازلة تتكون من مواد مختلفة مثل مطاط مملوء أو غير مملوء أو بلاستيك أو مواد مركبة تحتوي على ألياف أو مسحوق معدني أو غير معدني لتوفير الحماية الحرارية أو العازلة أو التحكم في التآكل.

- الأرجنتين
- أذربيجان
- البرازيل
- الصين
- فرنسا
- الهند
- إسرائيل
- اليابان
- ماليزيا
- نيوزيلندا
- باكستان
- البرتغال
- روسيا
- جمهورية كوريا
- السويد
- تركيا
- الولايات المتحدة
- أستراليا
- بلجيكا
- كندا
- جمهورية التشيك
- ألمانيا
- إيران
- إيطاليا
- كازاخستان
- هولندا
- النرويج
- بولندا
- رومانيا
- جنوب إفريقيا
- إسبانيا
- سويسرا
- المملكة المتحدة

الإنتاج العالمي

القبطين ولغرض هذه المجموعة: يتكون القبطين أو الطبقة الداخلية من طبقة من مواد مختلفة حرارية أو عازلة تتكون من مواد مختلفة تستخدم لمنع تآكل غلاف المحرك وتسمح بتدفق الغاز أو الجسيمات الصلبة من محرك الدفع الصلب. وعادةً ما يتم تصنيع القبطين من مادة عازلة مملوءة أو غير مملوءة مثل المطاط الطبيعي أو المطاط الاصطناعي (EPDM) أو البولي بوتادين المطاطي (CTPB) أو البولي بوتادين المطاطي (HTPB) أو مواد البولي أميد. وعادةً ما يتم تطبيق القبطين كسائل أو معجون ويتم تشكيله في شكل أسطواني أو مخروطي ويتم معالجته على سطح الغلاف الداخلي لمحرك الدفع الصلب. وعادةً ما يكون سمك القبطين بين 10 و 20 مم وهو عبارة عن طبقة مطاطية مرنة تعمل على ربط الوقود الدافع الصلب بالغلاف الداخلي لمحرك الصواريخ وتمنع الغلاف من التآكل أثناء الاحتراق. ويتم تطبيق القبطين على الغلاف الداخلي لمحرك الصواريخ قبل صب الوقود الدافع الصلب. ويتم تطبيق القبطين على الغلاف الداخلي لمحرك الصواريخ قبل صب الوقود الدافع الصلب. ويتم تطبيق القبطين على الغلاف الداخلي لمحرك الصواريخ قبل صب الوقود الدافع الصلب.

طبقة العازل: طبقة المطاط الداخلية لمحرك الصواريخ هي عبارة عن مادة عازلة تستخدم لحماية الغلاف الداخلي لمحرك الصواريخ من الحرارة والغازات الساخنة الناتجة أثناء الاحتراق. وعادةً ما تكون طبقة العازل مصنوعة من مادة مطاطية مرنة مثل المطاط الطبيعي أو المطاط الاصطناعي (EPDM) أو البولي بوتادين المطاطي (CTPB) أو البولي بوتادين المطاطي (HTPB) أو مواد البولي أميد. وعادةً ما يتم تطبيق طبقة العازل على الغلاف الداخلي لمحرك الصواريخ قبل صب الوقود الدافع الصلب. ويتم تطبيق طبقة العازل على الغلاف الداخلي لمحرك الصواريخ قبل صب الوقود الدافع الصلب. ويتم تطبيق طبقة العازل على الغلاف الداخلي لمحرك الصواريخ قبل صب الوقود الدافع الصلب.

الاستخدامات المتوقعة لهذه المواد: تستخدم المواد المستخدمة في طبقة العازل والقبطين في محركات الصواريخ الموجهة لحماية الغلاف الداخلي لمحرك الصواريخ من الحرارة والغازات الساخنة الناتجة أثناء الاحتراق. وتستخدم طبقة العازل لمنع تآكل الغلاف الداخلي لمحرك الصواريخ، بينما يستخدم القبطين لحماية الغلاف الداخلي لمحرك الصواريخ من الحرارة والغازات الساخنة الناتجة أثناء الاحتراق. وتستخدم طبقة العازل والقبطين في محركات الصواريخ الموجهة لحماية الغلاف الداخلي لمحرك الصواريخ من الحرارة والغازات الساخنة الناتجة أثناء الاحتراق.

الاستخدامات الأخرى: بعض المواد المستخدمة في طبقة العازل والقبطين في محركات الصواريخ الموجهة لحماية الغلاف الداخلي لمحرك الصواريخ من الحرارة والغازات الساخنة الناتجة أثناء الاحتراق. وتستخدم طبقة العازل والقبطين في محركات الصواريخ الموجهة لحماية الغلاف الداخلي لمحرك الصواريخ من الحرارة والغازات الساخنة الناتجة أثناء الاحتراق.

الشكل (عنوان الشكل): يتكون محرك الصواريخ الموجه من طبقة العازل والقبطين التي تحمي الغلاف الداخلي لمحرك الصواريخ من الحرارة والغازات الساخنة الناتجة أثناء الاحتراق. وتستخدم طبقة العازل لمنع تآكل الغلاف الداخلي لمحرك الصواريخ، بينما يستخدم القبطين لحماية الغلاف الداخلي لمحرك الصواريخ من الحرارة والغازات الساخنة الناتجة أثناء الاحتراق. وتستخدم طبقة العازل والقبطين في محركات الصواريخ الموجهة لحماية الغلاف الداخلي لمحرك الصواريخ من الحرارة والغازات الساخنة الناتجة أثناء الاحتراق.

الشكل (عنوان الفقرة): نظراً لأن الطلاء الداخلي يتصل عادةً من المادة اللاصقة المستخدمة في الوقود الصلب، فإن الوقود الصلب "المرتبط بأي طريقة أخرى" (انظر الملاحظة التقنية) يعني الوقود الصلب الذي يتكون من مادة مؤكسدة معرفة بدقة مع أو بدون مواد مضافة أخرى، مثل الألومنيوم، التي يمكن أن تحتوي أيضاً على مادة لاصقة مستخدمة لربط المواد المؤكسدة معاً.

2.3.ج.2 المادة العازلة الواقية أو مواد الربط التي يمكن تصنيعها من المواد المذكورة في البند 2.3.ج.1 أو أي مزيج منها.

ملاحظة تقنية:

في البند 2.3.ج.2 تشتمل مادة "العزل" الواقية على مواد مطاطية مركبة يمكن حشوها بالألياف أو الألياف الخزفية، وأنواع مطاطية مركبة يمكن تصفيحها، ومواد مطاطية مركبة يمكن تشكيلها بالقولبة أو بالبثق، بما في ذلك المواد التي يمكن استخدامها كمواد عازلة أو مواد حرارية. ويمكن أيضاً استخدام هذه المواد كمواد لاصقة لتلائم أو تتصل بأنواع أخرى من الوقود الصلب.

الإنتاج العالمي

- الأرجنتين
- أستراليا
- أذربيجان
- بلجيكا
- البرازيل
- كندا
- الصين
- جمهورية التشيك
- فرنسا
- ألمانيا
- الهند
- إيران
- إسرائيل
- إيطاليا
- اليابان
- كازاخستان
- ماليزيا
- هولندا
- نيوزيلندا
- النرويج
- باكستان
- بولندا
- البرتغال
- رومانيا
- روسيا
- جنوب إفريقيا
- جمهورية كوريا
- إسبانيا
- السويد
- سويسرا
- تركيا
- المملكة المتحدة
- الولايات المتحدة

الغرض من المادة العازلة: تتمثل وظيفة مادة العزل في حجز غلاف المحرك من نواتج الاحتراق الساخنة (أثناء الاحتراق) لأن المعادن لا تحترق بسهولة. كما يغطي العازل جزءاً من الطلاء الداخلي. ومن الناحية المثالية، يغطي العازل أيضاً جزءاً من أغطية الفتحات، ويغطي مادة العازل بالغلاف الداخلي للمحرك. ويجب أن يحتفظ العازل بسلامته الهيكلية عند درجات الحرارة المرتفعة التي يتعرض لها أثناء تشغيل المحرك، ووزن الوقود الذي يحترق خلال الاحتراق، والتسارع الذي يتعرض له المحرك أثناء الطيران.

طريقة التشغيل: يتم حقن مادة العازل في الفجوة بين الغلاف الخارجي للمحرك والوقود الصلب. ويجب أن يغطي العازل كل الغلاف الداخلي الذي يتعرض لدرجات حرارة عالية أثناء الاحتراق. ويتم تحقيق ذلك عن طريق تغطية الغلاف بالعازل قبل صب الوقود الصلب. ويتم تحديد سمك العازل بناءً على مدة الاحتراق ومعدل تآكل العازل. ويجب أن يكون سمك العازل كافياً لمنع وصول درجة حرارة الغلاف الخارجي إلى مستويات تؤثر على سلامته الهيكلية. ويجب أن يكون العازل مرناً بما يكفي لتحمل التشوه الناتج عن الضغط الداخلي للمحرك أثناء الطيران. عادةً ما تتكون مادة العازل من مواد مطاطية مركبة يمكن حشوها بالألياف أو الألياف الخزفية، أو مواد مطاطية مركبة يمكن تشكيلها بالقولبة أو بالبثق، أو مواد مطاطية مركبة يمكن تصفيحها. وتتضمن المواد المطاطية المركبة المستخدمة كمواد عازلة المطاط الطبيعي أو المطاط الصناعي مثل مطاط إيثيلين بروبيلين دايين مونومر (EPDM)، أو مطاط البيوتايل، أو مطاط النيوبرين. وتتراوح ألوان المواد العازلة من الأبيض أو الرمادي إلى الأسود.

الاستخدامات المذكورة في الفئة ٢: تشمل الغرض المقصود من مادة الزركونيوم في غلاف محرك الصاروخ الذي يعمل بالوقود الصلب أو السائل من أجل الحد من تراكم الطبقات الحرارية أثناء الطيران.

الاستخدامات الأخرى: بعض المواد تستخدم في صناعة المحركات الصاروخية ذات الوقود الصلب وتتطلب وجود مواد قادرة على مقاومة الحرارة العالية جداً لفترات طويلة أو تطبيقات أخرى.

الشكل (عرض): يعبر عن مادة الزركونيوم على شكل مسحوق أو حبيبات من مادة مطاطية تتراوح أحجامها بين 3 إلى 10 ميكرومتر أو أقل من 1 ميكرومتر، عادةً الزركونيوم مادة رمادي، أو أسود، أو غامق.

الشكل (الكثافة): يتم ضغط مسحوق الزركونيوم إلى أشكال صلبة بكثافة تزيد عن 5.5 جرام/سم مكعب.

٣.د البرمجيات

٣.د.١ البرمجيات المصممة أو المعدلة خصيصاً لأغراض "الاستخدام" في "منشآت الإنتاج" وآلات تشكيل الانسياب المحددة في البنود ٣.ب.١ أو ٣.ب.٣.

الموضوع والغرض: تستخدم البرمجيات الخاضعة للمراقبة بموجب البند 3.د. في تشغيل آلات أو آلات التشكيل النموذجية المستخدمة لإنتاج محركات الصواريخ الصلبة والسائلة، والمحركات الهجينة، والمحركات الفضائية الخاضعة للرقابة والمكونات الخاصة بها، والأغلفة المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الصلب، ومكونات ومواد مادة العازل، ومواد الطاقة الداخلية لوقود، وآليات العمل على مراحل والآليات الفصل وألقاب المراحل، ومضخات الوقود الصلب السائل أو الهلامي، وصمامات المؤازرة، وحجرات الاحتراق، لوقود والخزانات، والمكونات المصممة خصيصاً لمحركات الصواريخ المذكورة.

طريقة التشغيل: تخضع الأدوات الآلية الحديثة للتحكم العددي بواسطة الحاسوب (CNC). يتم إدخال برنامج المعالجة الذي يحدد موقع كل آلة على قراءة البرنامج المعالج بالغة برمجة جي كود الذي يقوم المستخدم بتشغيله، يتم تحميل البرنامج في الذاكرة الداخلية للآلة ويتم تنفيذه بعد التحقق من صحته. تستخدم أيضاً في الصناعة برامج الإدخال اليدوي للغة البرمجة جي كود أو برامج خاصة بالصناعة تعمل على الحاسوب (CAM) التي تقوم بإنشاء برنامج بلغة جي كود يمكن استخدامه لتشغيل آلات متعددة المحاور. وينتج برنامج المعالجة اللاحقة للغة برمجة جي كود بواسطة الحاسوب لتعمل آلة التحكم العددي بواسطة الكمبيوتر التي يتم تحميلها في الآلة. وتتوفر برامج المعالجة اللاحقة من قبل العديد من مصنعي الآلات.

الاستخدامات النموذجية المتعلقة بالقذائف: تستخدم أدوات آلة التحكم العددي بواسطة الكمبيوتر في تصنيع حاويات المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الدافع السائل التي تتطلب مكونات من عناصر الحاويات صغيرة الحجم. كما يتم استخدام آلات التصنيع المذكورة في تصنيع الحاويات الرئيسية للمحركات الصاروخية العاملة بالوقود الدافع السائل إلى جانب حاويات الحارق المسبقة متعددة العناصر.

أما عمليات الربط الانتشاري للصفائح الرقيقة فنادراً ما يتم التحكم بها بواسطة الحاسوب. كما أن عملية ترسيب الترذيذ بالبلاسما وغيرها من العمليات التي تستخدم في طلي المواد تخضع للتحكم بواسطة الحاسوب.

من ناحية أخرى، يتم لحام أجزاء المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الدافع السائل (من الحاويات إلى الحجرات ومن الحجرات إلى الفوهات) بشكل نموذجي باستثناء تلك الأجزاء التي يتم استخدامها في الوحدات المخصصة للاختبار على الأرض. وفي هذه الأيام، أصبحت عمليات اللحام "المداري" (نطاق 360 درجة حول السطح الأسطواني) خاضعة للتحكم بواسطة الحاسوب، وهي تتطلب وجود "برمجيات" مصممة خصيصاً لها.

علاوةً على ذلك، أصبحت عملية معاينة المواد المنتجة تخضع بشكل متزايد للتحكم بواسطة الحاسوب. فالحاويات، على سبيل المثال، تحتوي على مئات من ثقوب الحقن بحجم يعادل حجم الخرطوم، وتتطلب التحقق من موضعها ومن وجهتها. لذلك يتم استخدام أسس المقارنة البصرية لتنفيذ عملية معاينتها بجانب "برمجيات" مصممة خصيصاً لهذا الغرض.

الاستخدامات الأخرى: تستخدم "البرمجيات" لتصنيع محركات الفضاء التوربينية التي تعمل بالغاز، وأغلفة فوهات المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الدافع الصلب، والمحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الدافع السائل، ومعدات الاختبار الخاضعة للمراقبة بموجب نظام مراقبة تكنولوجيا الصواريخ، كما يمكن استخدامها في تصنيع المنتجات الخاصة بالطائرات المدنية والعسكرية، والصواريخ المدارية المستخدمة في دراسة ظروف الطقس والجو في ارتفاعات مختلفة. يمكن استخدام هذه "البرمجيات" أيضاً، مع إجراء تعديلات عليها في التحكم بالعمليات الصناعية الأخرى.

الشكل (عند التصدير): عادةً ما تتخذ البرمجيات المستخدمة في آلات التحريك أو المحركات الصاروخية شكل برنامج حاسوبي مخزن على وسائط مطبوعة، أو ممغنطة، أو ضوئية أو غيرها من الوسائط. ويمكن لأي من الوسائط العادية مثل الشريط الممغنط، والأقراص المرنة، والأقراص الصلبة القابلة للإزالة، والأقراص المضغوطة ووحدة التخزين USB والوثائق أن تخزن هذه البرمجيات والبيانات.

الشكل (عند التعبئة): لا يمكن تمييز الشريط الممغنط، والأقراص المرنة، والأقراص الصلبة القابلة للإزالة، والأقراص المضغوطة ووحدة التخزين USB والوثائق التي تحتوي على برمجيات مراقبة إنتاج القذائف عن أي وسائط تخزين أخرى فقط بالملصقات والوثائق المصاحبة للبرمجية هي الوحيدة القادرة على الإشارة إلى طبيعة استخدامها ما لم تتمكن البرمجيات من العمل على الحاسوب المناسب، فضلاً عن ذلك يمكن نقل هذه البرمجيات والوثائق إلكترونياً عبر شبكة حاسوب.

3.د.2 "المركبات الهوائية" المصممة أو المعدلة خصيصاً لأغراض استخدام المركبات الهوائية المحددة في البنود 3.أ.1، 3.أ.2، 3.أ.4، 3.أ.5، 3.أ.6، 3.أ.9.

الملاحظات:

1. "المركبات الهوائية" المصممة أو المعدلة خصيصاً لأغراض "الاستخدام في المركبات الهوائية" المحددة في البند 3.أ.1.ب.ا هي طائرة أو أي جزءاً من طائرة أو أي نظام "مركبات هوائية" آخر.
2. يشمل "المركبات الهوائية" المصممة أو المعدلة خصيصاً لأغراض "الاستخدام في المركبات الهوائية" المحددة في البند 3.أ.5.ب.ا هي أحد الأنظمة الفرعية أو أي من الأجزاء المركبة "مركبات هوائية" آخر.

الطبيعة والغرض: تستخدم هذه "المركبات الهوائية" لتشغيل، وتوجيه، وصيانة، وإصلاح، وتجميع، وتشغيل اختبار المركبات الهوائية المروحية والمروحية ومركبات الفضاء الجوي؛ ومركبات الطائرة الشراعية/المركبات الهوائية الخفيفة/المركبات الهوائية المروحية/المركبات الهوائية المروحية الدوارة، والآلات العاملة على مراحل الطيران والآلات المصممة للتعامل مع المراحل، ومضخات الوقود الخفي للسائل أو الهلامي، ومصمامات المؤازرة، والمكونات المصممة خصيصاً لهذه المركبات الهوائية.

طريقة التشغيل: قبل الإطلاق، تتحقق "المركبات الهوائية" المذكورة في هذا الموضوع من أداء الطيران في أدوات التحكم بالصواريخ ومركبات الإطلاق المضيفة أثناء الطيران والعمليات الجوية أثناء الطيران، مثل مراحل الطيران، وتعمل وظائف التحكم البرمجية.

الاستخدامات الشائعة: تستخدم هذه "المركبات الهوائية" في المركبات الهوائية المروحية والمروحية ومركبات الفضاء الجوي؛ والمركبات الهوائية الخفيفة/المركبات الهوائية المروحية/المركبات الهوائية المروحية الدوارة، وآلات العمل على مراحل الطيران والآلات المصممة للتعامل مع المراحل، ومضخات الوقود الخفي للسائل أو الهلامي ومصمامات المؤازرة. عادةً ما يتم تشغيل هذا النوع من "المركبات الهوائية" بواسطة نظام تحكم آلي لتوجيه المركبات الهوائية.

الاستخدامات الأخرى: لا يوجد.

الشكل (عرض عينة): عادةً ما تستخدم "المركبات الهوائية" المستخدمة في آلات التحكم أو المركبات الهوائية الصاروخية شكل من أشكال البرامج المخزنة في وسائط مطبوعة، أو مثبتة، أو مضغوطة أو غير ذلك من الوسائط. ويمكن أن تشمل الأشكال الأخرى من الوسائط الأقراص المرنة، والأقراص الصلبة القابلة للإزالة، والأقراص المضغوطة ووحدة التخزين USB والوثائق التي تخزن هذه "المركبات الهوائية".

الشكل (عرض عينة): لا يمكن تمييز الشكل المطبوع، والأقراص المرنة، والأقراص الصلبة القابلة للإزالة، والأقراص المضغوطة ووحدة التخزين USB والوثائق التي تحتوي على "مركبات هوائية" مروحية أو أي وسائط تخزين أخرى عن الوثائق والمخططات الخاصة بالمركبات الهوائية المروحية الدوارة التي تشير إلى طريقة استخدام هذه "المركبات الهوائية" على الحاسوب بالرغم من أن الوثائق الإلكترونية تشير عادةً إلى الحاسوب.

٣.د.٣ "البرمجيات" المصممة أو المعدلة خصيصاً لأغراض "تطوير" المعدات المحددة في البنود ٣.أ.٢ أو ٣.أ.٣ أو ٣.أ.٤.

الطبيعة والغرض: تستخدم هذه "البرمجية" لإجراء الأبحاث وأعمال التصميم بخصوص المحركات النضغاطية النفاثة/المحركات النفاثة النضغاطية فوق الصوتية/المحركات النفاثة النبضية، والأغلفة المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الفعلي الصلب، مع مواد العزل والبطانات، والفوهات، وآليات العمل على مراحل وآليات الفصل وأقسام الترابط للمراحل في إجراءات الإنتاج التجريبي، في برامج التشغيل والدمج الخاصة بهذه المواد.

طريقة التشغيل: تستخدم "البرمجية" المذكورة في هذا القسم على أجهزة الحواسيب لإعداد إجراءات التصنيع التسلسلية والمتوازية بشكل تفصيلي، وتصميم العديد من المكونات المدرجة في هذا القسم، وتشغيل الآلات التي يتم التحكم بها بواسطة الحاسوب المستخدم في تصنيع العديد من المنظومات، وتصميم برامج التصميم والنمذجة والتشغيل والدمج الخاصة بهذه المواد.

الاستخدامات النموذجية مع القذائف: يتم تركيب هذه "البرمجية" على الحواسيب المخصصة للأغراض العامة للقيام بتصميمها، وتركيبها على المعدات الأوتوماتيكية بهدف تطوير المحركات النضغاطية النفاثة/المحركات النفاثة النضغاطية فوق الصوتية/المحركات النفاثة النبضية، والأغلفة المحركات الصاروخية التي تعمل بالوقود الفعلي الصلب، مع مواد العزل والبطانات، والفوهات، وآليات العمل على مراحل وآليات الفصل وأقسام الترابط للمراحل. يتم عادةً امتلاك مثل هذه المهمة بواسطة سلسلة تتضمن من أعمال التخطيط، والمحاكاة، ونمذجة التدفق، وغيرها من مجموعات "البرمجيات". من جهة أخرى، تستخدم "البرمجيات" الأخرى الموجودة في هذا البند لتطوير برامج التصميم والنمذجة والتشغيل والدمج الخاصة بهذه المواد.

الاستخدامات الأخرى: بشكل عام، تمتلك برمجيات التصميم نفس العديد من الاستخدامات في حين يمكن استخدام "برمجيات" الإنتاج والتطوير، مع بعض التعديلات عليها، لتصميم واختبار العمليات التصنيعية الأخرى في المؤسسات الصناعية الضخمة، مثل مؤسسات إنتاج وتوزيع النفط.

الشكل (عند التصدير): عادةً ما تتخذ البرمجية المستخدمة في آلات التحريك أو المحركات الصاروخية شكل برنامج حاسوبي مخزن على وسائل مطبوعة، أو ممغنطة، أو ضوئية أو غيرها من الوسائل. ويمكن لأي من الوسائل العادية مثل الشريط الممغنط، والأقراص المرنة، والأقراص الصلبة القابلة للإزالة، والأقراص المضغوطة ووحدة التخزين USB والوثائق أن تخزن هذه البرمجية والبيانات.

الشكل (عند التعبئة): لا يمكن تمييز الشريط الممغنط، والأقراص المرنة، والأقراص الصلبة القابلة للإزالة، والأقراص المضغوطة ووحدة التخزين USB والوثائق التي تحتوي على برمجية مراقبة إنتاج القذائف عن أي وسائل تخزين أخرى فقط بالملصقات والوثائق المصاحبة للبرمجية هي الوحيدة القادرة على الإشارة إلى طبيعة استخدامها ما لم تكن البرمجية تعمل على الحاسوب المناسب. فضلاً عن ذلك، يمكن نقل هذه البرمجية والوثائق إلكترونياً عبر شبكة حاسوب.

٣.هـ التكنولوجيا

٣.هـ.١ "التكنولوجيا" الواردة في الملاحظة العامة بشأن التكنولوجيا لأغراض "استحداث" أو "إنتاج" أو "استخدام" المعدات أو "البرمجيات" المحددة في البنود ٣.أ.١، أو ٣.أ.٢، ٣.أ.٣، ٣.أ.٤، ٣.أ.٥، ٣.أ.٦، ٣.أ.٨، ٣.أ.٩، ٣.أ.١٠، ٣.ج، أو ٣.د.

الطبيعة والغرض: تغطي "التكنولوجيا" المحتفظ بها بموجب البند 3.هـ.1 المعلومات والمعرفة المطلوبة في "تطوير" أو "إنتاج" أو "استخدام" أية معدات أو مواد أو "برمجيات" محددة في البنود 3.أ.1، أو 3.أ.2، 3.أ.3، 3.أ.4، 3.أ.5، 3.أ.6، 3.أ.8، 3.أ.9، 3.أ.10، 3.ج، أو 3.د.

طريقة التشغيل: تتوفر التكنولوجيا "المساعدة للتكنولوجيا" بأشكال عدة. وتتكون "المساعدة للتكنولوجيا" من المعلومات التي يمكن تجسيدها في سجلات خطية أو أشرطة مغناطيسية أو أقراص مرنة أو أشكال أخرى قابلة للقراءة بواسطة الحاسوب أو الآلة (مثل الذاكرة للقراءة فقط أو الذاكرة المبرمجة أو الذاكرة المبرمجة قابلة للمسح) أو الوسائل الضوئية أو الإلكترونية. وقد تتخذ المعلومات شكل المساعدة الفنية أو المشورة التي تقدم من خلال التعليم أو التدريب أو من خلال إعادة التدريب وقد تتضمن نقل المعلومات الفنية أو البيانات أو المعرفة التكنولوجية من خلال الوسائل التشخيصية المستخدمة لتقييم المواد غير المجهزة من خلال اختبار عمليات التصنيع أو من خلال اختبار المواد والمعدات. وتتضمن "المساعدة التكنولوجية" أشكال مساعدة مثل التوجيه والتدريب والتعليم والمعارف العملية والخدمات الاستشارية وقد تتضمن نقل المعلومات التكنولوجية من خلال قنوات الاتصال البعدي. وتتضمن "المساعدة التكنولوجية" أيضاً نقل المعلومات التكنولوجية من خلال طلب إرسال المعلومات إلى دول أخرى إلى جانب التدريب والاختبار والمهارات اللازمة لبناء المصانع والمعدات والمواد التي تتحكم بها البند 1. وتتحكم "البيانات التكنولوجية" التي يمكن أن تتخذ شكل المخططات أو النماذج الأولية أو الرسومات أو المواصفات التقنية أو الدلائل والأدلة المكتوبة.

الاستخدامات النموذجية المتعلقة بالتكنولوجيا: مع الاستثناءات المحدودة التي تم تحديدها، يتم تطوير "المساعدة التكنولوجية" المطلوبة لتمكين استخدام المعدات أو المواد غير المدرجة في قائمة المعدات والمواد المحددة. ويمكن تحديد الوصول إلى "المساعدة التكنولوجية" المستخدمة في بعض الحالات عن طريق اتفاقيات الترخيص، مع إجراءات عمل تضمن أن "التكنولوجيا" المستخدمة في التطبيقات النهائية المصرح بها لا تتجاوز تلك التي تمت الموافقة عليها في الأصل.

الاستخدامات الأخرى: يمكن الاستفادة من بعض "التكنولوجيات" المستخدمة في التصميم، والتصنيع، واختبار المواد المجهزة غير المدرجة في قائمة المعدات والمواد المحددة أو غير المصممة خصيصاً للاستخدام في المعدات المحددة.

الاستخدامات المتعلقة بالتكنولوجيا: يمكن الاستفادة من بعض "التكنولوجيات" المستخدمة في التصميم، والتصنيع، واختبار المواد المجهزة غير المدرجة في قائمة المعدات والمواد المحددة أو غير المصممة خصيصاً للاستخدام في المعدات المحددة. كما أن "التكنولوجيا" التي تتحكم فيها الفقرة 1 تتضمن النطاق الكامل للأنشطة المطلوبة لتطوير أو إنتاج أو استخدام المواد المحددة في البند 1.

المراجع المتقاطعة (داخل القائمة): لا يوجد.

المراجع المتقاطعة (خارج القائمة): لا يوجد.