الباب الخامس
طائرات الاختبار

نظرة عامه الى ما توصلت اليه التقنية للطائرات التاريخية ذات السلسة(X)، التقنيات المختلفة المستخدمة في الطائرات الحديثة اليوم، كانت نتيجة لجهود المهندسين العاملين في مجال الفضاء، وذلك لسنوات عدة في مجال التصميم والتطوير للطائرات التجريبية ذات السلسلة (X)، عديد المعرفة تم اكتسابها في مجال، الديناميكا الهوائية، اجهزة تحكم الطائرة، المواد بمختلف انواعها ذات الصلة، وقوة الدفع. تقنيات الديناميكا الهوائية مثل الطيران لسرعه تفوق الصوت، والسرعة الفائقة، الأجنحة المائلة للخلف والامام، وسيطرة التدفق الانسيابي ثم استكشافها لهده الطائرة. تجارب الاقلاع والهبوط العمودي للطائرة (VTOL)، استخدمت لاستكشاف اجهزة التحكم وقوة الدفع، ان العمل على هده الطائرات التجريبيه، قد ساهم في الحصول على المزيد من المعلومات لصناعه الفضاء وزيادة الخبرة في مجال صناعه الصواريخ الباليستيه، وإطلاق المركبات الفضائية. والتقدم المستمر في هده السلسلة للطائرة التجريبيه سوف يقودنا الى تقنيات ابداعيه جديدة للمركبات المستقبلية.

*الطائرة (X-1) ذات الدفع الصاروخي الاسرع من الصوت للأبحاث، صنعت بواسطة شركه Bell لصناعه الطائرات، تحت الاشراف المشترك لسلاح الجو الامريكي واللجنة الوطنية لعلوم الطيران (NASA)، وكان غرضها للتحقق من طيران تفوق سرعته سرعه الصوت (1ماخ)، وارتفاع 90,000 قدم، انها طائرة مصنوعة من الالومنيوم، وأطلقت لأول مرة من على ظهر القذيفة (B-29) وذلك في شهر يناير 1946، هذا وقد اخترقت حاجز الصوت في 14 اكتوبر 1947 بقيادة الكابتن chuck Yeager.

لقد تم انتاج 3هياكل متماثله للطائرة (X-1)، كل منها ذات طول 31 قدم، وارتفاع 11 قدم وطول الجناحان 28 (wingspan) قدم، ووزن فارغ 6500 باوند. لكل من

openkandil.com

الطائرتين الاولى والثانية وزن كلي 13,500 باوند، وقد تم تركيب محرك توربيني بخاري (هيدروجين بيروكسيد) ليضيف قوة مقدارها 1,500 باوند للطائرة الثالثة.

الطائرة الثانية من المجموعة عدلت واعيد تصميمها(X-1E)، والتحسينات شملت كرسي القدف (ejection seat)، ومنظومه لضغط المنخفض للوقود، وجناح رقيق للسرعة العالية، وقد استخدمت الطائرة للحصول على معلومات اثناء الطيران عند سرعه (2ماخ)، هذا ولقد تحقق تحسن للطائرة ذات الجناح عال السرعة، وقد صنعت هده الأجنحة بواسطة شركه (Stanley) لصناعه الطائرات، ولقد ركب بها 343 عداد وذلك لقياس الاحمال على الهيكل والتسخين الديناميكي الهوائي.

النماذج المتطورة من الطائرة (X-1D, X-1B, X-1A) لها طول اضافي مقداره 5 اقدام مع منظومه دفع صاروخي متطورة، جميع النماذج المتطورة شغلت بواسطة قوة دفع 6000 باوند (lb). محرك صاروخي 4 غرف احتراق من طراز (XLR-11) الدي انتجته شركه (motors reaction).

الطائرتان (X-1B, X-1A) طورتا وزودتا بكراسي قدف، وكذلك الاستمرار في الدراسة عند السرعات والارتفاعات العالية، الطائرة (X-1A) كانت الاولى التي بدأت بالتجارب بعد تحطم (X-1D) في انفجار اثناء الطيران، وذلك قبل قيامها باي طيران اختباري. الطائرة (x-1A) طارت بسرعه 1612 ميل /ساعة (2.5ماخ)، وعلى ارتفاع 90440 قدم. الطائرة (X-1B) زودت بأجهزة خاصه لاستكشاف التسخين الناتج عن الديناميكا الهوائية. اكتر من 300 مقارن حراري thermocouples وضعت بالطائرة، وهي الاولى التي طارت بنظام سيطرة رد الفعل، واستخدم هذا النظام لاحقا على الطائرة (X-15)، وعدة طائرات اخرى مأهولة، اما الطائرة (X-1C) فإنها الغيت قبل الانتاج.

*الطائرة (X-2)، تحت اشراف السلاح الجوي الامريكي واللجنة الوطنية الاستشارية لعلوم الطيران (NASA)، وشركه Bell لصناعه الطائرات تمت صناعه طائرات الأبحاث (X-2)، كان في 18 نوفمبر 1955، حيث وصلت سرعتها (0.99ماخ)، وكانت اول طائرة تصنع من السبائك المتقدمة والحديد المقاوم للصدأ، وذلك لغرض مقاومه الحرارة الناتجة عن الاحتكاك، وكانت مزودة بأول محرك صاروخي بواسطة شركه Curtis-wrightxlr25-cw-1، يمكن التحكم في سرعته throttlable، وفي 23 يوليو 1956، حلقت على ارتفاع 75,000 قدم وبسرعة 1900 عقدة kts. وفي 7 سبتمبر من نفس العام، حلقت على ارتفاع 126,200 قدم، وفي رحلتها الثالثة عشرة (13) سجلت سرعه مقدارها (3.196 ماخ)، ولكن الطائرة تحطمت وقتل الطيار.

*الطائرة (X-3), تم بنائها بواسطه شركه Douglas لصناعه الطائرات, وذلك وفقا للعقد المبرم مع سلاح الجو الامريكي عام 1945 , والغرض الرئيسي كان للتحقق من تصميم ميزات الطائرة المناسبة لتحمل السرعات التي تفوق سرعه الصوت, والموضوع الثاني كان لاختبار استخدام مواد جديدة " في ذلك الوقت " متل التيتانيوم titanium المستخدم في صناعه الطائرات ذات السرعة العالية, وهده الطائرة معروفه بحجمها وطولها الرفيع, ومقدمتها المدببة, فإن طولها كان 66.75 قدم, وارتفاعها 12.5قدم ,وطول جناحيها 22.7 قدم, وبسبب التوقع في انحراف الدفع العكسي وحركه الضغط عند السرعات فوق الصوتية, فان جناح الطائرة(X-3), صمم لان تكون النسبة بين السمك thickness وطول المقطع chord للجناح (الوتر) فقط 45% , لقد شعر المصممون بان السمك الرفيع للجناح يتطلب تركيب قوي ومتصلب, ليقلل "اللي" twist بسبب تأثير مرونة الهواء aeroelasticity ,ولذلك فان اساسيات الجناح صنعت من سبيكة الألمونيوم بما فيها القطاعات الطولية والعرضية .

وعلى خلاف الطائرة الصاروخية الدفع (X-1)، فان الطائرة (X-3)، يمكنها الصعود والهبوط معتمدة على نفسها، القوة الدافعة بها (powerplant)، تتكون من عدد اثنين 2 محرك نفاث من نوع Westinghouse J34-we-17، وكل منهما بقوة 3370 باوند، وتصل قوة المحرك الى 4850 باوند عند اعادة الاحتراق. ويبلغ وزنها الكلي 22100 باوند، اول طيران للطائرة (X-3) كان بتاريخ 15 اكتوبر 1952، اخر رحله لها كانت بتاريخ 23 مايو 1956، حيت قامت بعدد 51 رحله، منها 25 بواسطة طيارين من شركه Douglas و6 بواسطة السلاح الجوي و20 بواسطة NASA، هذا ولقد صنع نموذج واحد من هذه الطائرة فقط.

وتعتبر الطائرة (X-3)، الاولى من نوعها التي امدتنا ببيانات عن ميزات العزوم الذاتية بشأن الطائرات الاسرع من الصوت، كذلك فان البيانات اشارت بان العزوم الشديدة زاوجت بين الحركات الطولية والجانبية التي وجدت اثناء القيام ببعض الرحلات، نتيجة لان الطائرة كان محمله على مدى الرحلة، ومع التوزيع البسيط للأحمال (بالنسبة لصغر مساحة الجناح) الملازم للطائرة ذات (الهياكل الطويلة والأجنحة القصيرة).

وكنتيجة للتجارب التي قامت بها الطائرة(X-3)، فان العديد من المشاكل تم تفاديها عند انتاج الطائرة (F-100) المقاتلة، (الزعنفة العمودية الطويلة، وزيادة مساحة سطح الجناح)، ان البيانات المتحصل عليها من(X-3)، تم الاستفادة منها في تصميم وصناعه الطائرة (F-104) المقاتلة ذات الجناح الرفيع.

*الطائرة (X-4)، طائرة تم تصميمها وتصنيعها بواسطة شركه Northrop لصناعه الطائرات. إنها طائرة ذات جناح منخفض، صممت لاختبار طائرة ذات ذيل نصف معدوم (semi-tailless) عند سرعات فوق سرعه الصوت. ولقد اشارت الدراسات انه عند ازاله أسطح الذيل الافقي، فان المشاكل الموجودة والتي جاءت بسبب تفاعل تدفقات

السرعة العالية، بين الأجنحة والزعنفة الأفقية (horizontal stabilizers)، في نظام السرعة الفائقة (transonic) سوف تتقلص بشكل ملموس.

لقد كانت الطائرة (X-4)، أحد أصغر الطائرات المأهولة من هذه السلسلة، حيت طولها 23 قدم، وطول الجناح 27 قدم، مع وزن كلي يبلغ 7800 باوند، وكانت مزودة بمحركين من نوع Westinghouse xj-30 توربيني نفاث، كل يعطي قوة مقدارها 1600 باوند، والجزء الخلفي من جناح الطائرة منفصل مجرجر، وهو يعمل لكبح السرعة، وتساعد في عمليه الهبوط، وكانت مجهزة بأدوات تساعد الطائرة عند الدوران والمناورة (elevens)، اما الهيكل فهو مصنوع من الالومنيوم القياسي، وقامت الشركة المصنعة (Northrop)، بالتجارب على مدار سنتين.

وفي عام 1950 انتقلت طائرتان من هذا النوع الى السلاح الجوي، الاولى قامت بعدد 10 رحلات فقط. واستخدمت كقطع غيار للطائرة الثانية، وانتقلت الى مركز ابحاث الطيران ذو السرعة العالية الدي يتبع (NASA).

خلال السنوات الاربع التالية، فان الطائرة (X-4)، قامت بعدة اختراقات لنظام الطيران الفائق، حيت حلقت عل ارتفاع يربو على 42,000 قدم، البيانات المتحصل عليها من هذه الرحلات، استخدمت لعمل بعض التعديلات التي من شانها تحسين عمل الطائرة.

الطائرة عدلت، بحيث الاجزاء الخلفية المتحركة للجناح وضعت بصفه دائمة عند 5 درجات (degrees) فوق وتحت مستوى الجناح، وهذه هي الوضعية المناسبة للأجزاء الخلفية المتحركة لجناح الطائرة. الرحلات الناجحة برهنت على نجاح التعديلات حيت تم الوصول الى (0.91) ماخ.

واخيرا فان (elevens)، تم تعديله ودمجه مع الاجزاء الخلفية السميكة للجناح، ليس لخدمه استقرار الطائرة (stability) فحسب، بل لزيادة كفاءة معدل دورانها (roll)، وازدادت السرعة القصوى من (0.88 الى 0.94) ماخ، وفي الربيع فان الطائرة الثانية اعيدت الى السلاح الجوي بعد ان قامت بعدد 82 رحله.

*الطائرة (X-5), اول طائرة يمكنها تحريك اجنحتها الى الامام والى الخلف اثناء الطيران, واستخدمت كمعمل طائر من قبل (NASA), لاختبار تأثيرات الديناميكا الهوائية عند تغيير درجة حركة الجناح للخلف (sweepback), طائرتان من هذا النوع تم تصنيعهما بواسطة شركة Bell لصناعة الطائرات, وكانت الرحلة الاولى في يونيو 1951 ,وهي ذات محرك واحد وطولها 36 قدم, وطول الجناحان 33 قدم, وتزن عشرة الاف رطل, محملة بالوقود ومزودة بمحرك من نوع ALLISSON J-45-A , وبقوة مقدارها 4900باوند, وحلقت على ارتفاع 49,919 قدم, وبسرعة قصوى 716mph ميل/ساعة.

كابينة القيادة موجودة على بعد بضعة اقدام وراء مقدمة الطيارة, والفتحة الخاصة بالمحرك ممددة باستقامة من مقدمة الطائرة الى المحرك, حيث يكون الهواء المفقود اقل ما يمكن, المحرك موجود بالمنتصف وماسورة العادم تحت الطائرة, انجازات رئيسيه في التصميم, كانت الالية لتغيير حركه الجناح اثناء الطيران , وكل جناح صمم بشكل انسيابي خاص وسطح ناعم, لكي تكون الاجزاء الخلفية للجناح ذات كفاءة بغض النظر عن درجه حركه الأجنحة الى الامام والخلف, اما الاجزاء الأمامية من الجناح فإنها زودت بالواح حيت تكون جزءا مكملا للسطح العلوي عندما لا تكون ممددة , وعندما تكون ممددة فإنها تزيد من قوة رفع الطائرة, النتائج المتحصل عليها من الأبحاث الخاصة بالطائرة, حققت تنبؤات النفق الهوائي التي يتبع (NASA), لتقليل المقاومة (drag), وتحسين اداء عمل الطائرات ذات القابلية لتحريك الأجنحة بزوايا مختلفة .

*الطائرة (X-10)، انتجت بواسطة (north American) للطيران، وهي طائرة اختبار بحت أسرع من الصوت، صممت للحصول على بيانات خاصه بالديناميكا الهوائية لاستخدامها في تطوير منظومه صواريخ ارض–ارض (Navaho"SM-64") وهي موجهة باللاسلكي من قبل مشغل بالأرض اثناء طيرانها، وهي مزودة بعدد محركين 2 نوع Westinghouse xj40. وكل منها ينتج قوة دفع 10000 باوند، وهذه المحركات بإمكانها حمل الطائرة الي سرعة 1300 ميل /ساعة، لمسافه 400 ميل، وعلى ارتفاع 45000 قدم، وكانت رحلتها الاولى بتاريخ 13 اكتوبر 1953، وتوقف برنامج الأبحاث لهذه الطائرة عند الغاء صاروخ Navaho.

*الطائرة (X-13)، قامت بصناعتها شركهRyan لصناعة الطائرات لحساب السلاح الجو الأمريكي، وفقا للعقد المبرم بتاريخ 28 يوليو 1954، لتطوير الطائرة النفاثة للأبحاث التي تقلع وتهبط عموديا (VTOL).

سلاح البحرية الأميركية و(NASA)، التحقا بالبرنامج بعد ذلك بقليل كمشرفين على المراحل المختلفة للمشروع. والطائرة طولها 24 قدم، وطول جناحيها 21 قدم فقط. وتزن 7200 باوند، حيت انها ليست لديها عجلات هبوط او فرامل. الطائرة لها مساحة محدودة للعدادات، ولا تحمل اسلحه، وحجم الوقود محدود، والطائرة على هيئة دلتا (delta wing)، ومعدومة الذيل. وحينما تكون في حاله (mode) الطيران العمودي، فان اجزاء تحكم الطيران التقليدي لا تعمل. لذلك قام المهندسون بتجهيز الطائرة بأداة لإبقائها في وضع افقي، وقد وضعت بالطائرة وذلك للتحكم في الحركة الى اعلى والى أسفل pitch, وكذلك الى اليمين والى اليسار yaw. وعند الاطلاق فإنها توضع على عربه التي ترفع هيدروليكيا لمستوى عمودي، ومقعد الطيار يمكن ان يدور الى اعلى بزاوية 45 درجه، وبإمكان الطائرة الاقلاع من هذا الموقع لبضعه مئات من الاقدام، ثم ينطلق على هيئه قوس من الفضاء.

وعند الهبوط تقترب الطائرة من العربة، ويقوم الطيار بتوجيه الطائرة الى اعلى وتنخفض السرعة تدريجيا الى الصفر، وعلى ارتفاع بضع اقدام فوق الأرض، عندها تتحرك الطائرة الى ان تتوقف بواسطة سلسله اعدت لذلك، ويتوقف المحرك وتستقر الطائرة في وضعها الافقي، طائرتان من هذا النوع تم انتاجهما، وحلقت لأول مرة بتاريخ 11 ابريل 1957.

*الطائرة (X-14)، قامت شركة bell لصناعه الطائرات وتحت اشراف السلاح الجوي الأمريكي، بصناعه هذه الطائرات لاستكشاف الطائرة النفاثة، ثابته الجناح والتي تصعد وتهبط عموديا (VTOL)، سيطرة رد فعل الذيل تستخدم الهواء من المحرك للتحكم في الدوران والانحراف اثناء التحويم (hover)، محركان نفاثان من طراز siddeley asv ARMSTRONG – 8 وضعا جنبا الى جنب في المقدمة. وقامت بأول تحويم لها في 19 فبراير 1957، وبعد تلاته أشهر صار بإمكانها الطيران من الحالة العمودية الى الأفقية تم العمودية مرة اخرى.

وفي اكتوبر 1959، انتقلت هذه الطائرة الى مركز (NASA) للأبحاث، حيت تم استبدال المحركان بمحركين نفاثين نوع GE J85-GE-5، وكذلك قامت (NASA) بتركيب نظام سيطرة واستقرار متغير، الذي يتطلب مجموعه ثانيه من خراطيم سيطرة رد الفعل النفاثة، في الهيكل والجناحان. كذلك استخدمت (NASA) تصميم جديد للطائرة (X-14A)، لتحديد متطلبات التحسين القصوى للطائرة اثناء التحويم. اختبارات الطيران شملت التحقق عن مدى قوة السيطرة لهذه الطائرة، وفي 1971 فان شركه NORTHROP اكملت تعديل آخر بحيث جهز الطائرة بجهاز كمبيوتر رقمي. والطائرة (X-14B) اصبحت طيران تشبيهي (Flying simulator) خصائص الطيران المتعددة للطائرة يمكن ان تقلد بشكل مجرد من قبل برمجه الكمبيوتر.

*الطائرة (X-15)، وهي طائرة ذات محرك صاروخي، واول طيران لها في العام 1959، وقد طورت للحصول على بيانات عن الديناميكا الهوائية، الهياكل، اجهزة تحكم، والظواهر الفسيولوجية للسرعة الشديدة والطيران المرتفع. الهيكل صنع بواسطة NORTH AMERCIAN للطيران، والمحرك الصاروخي YLR-99 صنع بواسطة شركهMORTON THIOKOL. وكان يمكن السيطرة عليها كالطائرة في الجو وكالصاروخ في الفضاء. انها كانت طائرة صغيرة نسبيا وتقيس 50 قدم طولا، وطول الجناحان 22 قدم، وكان لها شكل تقليدي، ولكن الوتد العمودي الخلفي غير مألوف، وجناح قصير وجانب انسيابي يمتد على طول الطائرة. وتزن وهي فارغه 14000 باوند، عند الاقلاع 34000 باوند، والمحرك الصاروخي له قوة مقدارها 60000 باوند قوة دفع. للطيران في الجو فان الطائرة تستخدم وسائل سيطرة ديناميكيا هوائية تقليديه وتشمل، اداة التوازن العمودي (Vertical Stabilizer)، للانحراف واداة التوازن الافقي (Horizontal Stabilizer)، للصعود والهبوط (حركه التزاميه)، والتحكم في الدوران بشكل تفاضلي وللطيران في الهواء الخفيف خارج الغلاف الجوي.

الطائرة تستخدم نظام سيطرة باليستي. وعدد ثمان صواريخ "هيدروجين بيروكسيد " للتحكم في الانحراف، والصعود والهبوط، وأربع صواريخ على الجناح للتحكم في الدوران. والشكل غير المألوف للطائرة، هو المزلاج الفولاذي الذي حل محل جهاز الهبوط الرئيسي "الخلفي" التقليدي (لها جهاز هبوط امامي عادي)، ونظرا لمعدل استهلاكها الكبير للوقود، فإن (X-15) أطلقت من على الطائرة B-52 من على ارتفاع 45000 قدم، وعند سرعه 500mph ميل/ساعة.

المحرك الصاروخي يزود الطائرة بالقوة اللازمة خلال الدقيقتين الاوليتين من الطيران، اما الوقود فانه من الامونيا غير المشبع بالماء، والاكسجين السائل والمحرك يمكن التحكم في قوته Throttlable من (نصف القوة الى القوة الكاملة)، وكان يمكن توقيف

المحرك واعادة تشغيله اثناء الطيران، وعندما يتوقف المحرك فان باقي الرحلة تكون بدون قوة دافعه، وتهبط كطائرة شراعيه، والطائرة الاخرى من نفس النوع تم تعديلها. وذلك بإضافة عدد (2) خزانات وقود اضافيه يمكن التخلص منها في الجو والتي تعطي قوة اضافيه مقدارها 13500 رطل، وآلية الهبوط زيد في طولها بحيث تكون الرؤية واضحة. كما انه اضيفت مقصورة عند مركز الثقل مما ادى الى زيادة في طول الطائرة بمقدار 29 قدم، وقامت الطائرة بعدد 199 رحله على مدى 9 سنوات، وسجلت ارقام غير رسميه في السرعة (6.7ماخ)، عند استخدام الخزانات الإضافية، وسرعه (6.06 ماخ) بدون ذلك.

وفي العام 1963، استطاع الكابتن جوزف والكر التحليق بالطائرة على ارتفاع 354,200 قدم، والذي يعادل 67 ميل (108) كم، وبلغ مجموع ساعات الطيران اكتر من 30 ساعة، منها 90 دقيقه سرعه فائقة (اعلى من 5 ماخ). وتعتبر أسرع طائرة في العالم، الى حين ظهور المركبات الفضائية في العام 1989.

*الطائرة (X-17)، وهي طائرة ذات دفع صاروخي من تلات مراحل ووقود صلب، وهذه الطائرة البحثية طورت بواسطة شركه لوكهيد LOCKHEED للطيران، وذلك لاختبار تأثير الحرارة على مقدمه الصاروخ الباليسيتي، وهذه المركبة طولها41 قدم، ووزنها 10,650 باوند. والطائرة أطلقت بواسطة المرحلة الاولى من الدفع في مسار منحن. ومرحله الدفع الاولى كانت بواسطة المحرك الصاروخي THIOKOL XM-20 الدي قدرته (48,000) رطل، واحترق محرك المرحلة الاولى على ارتفاع 90,000 قدم، ولكن الطائرة ارتفعت 500,000 قدم، وعند عودتها الى الارض فان مقدمتها اتجهت نحو الأسفل، والمرحلة الثانية من الدفع بدأت في التشغيل بواسطة تلات محركات صاروخيه من الوقود الصلب، من نوع THIOKOL XM-19 والذي يعطي كل منها 39,000 رطل قوة.

واثناء التخلص من المرحلة الثانية، فان المرحلة الثالثة وهي عبارة عن محرك صاروخي واحد من نوع THIOKOL XM-19EI، ويستخدم الوقود الصلب وقدرته 35,950 رطل، تبدأ في التشغيل والتي تدفع الطائرة الى أسفل عند سرعات تتراوح من (11.2 الى 14.5 ماخ).

ثلاثة نماذج من هذه الطائرة أطلقت بنجاح اثناء مراحل تطوير الطائرة بين مايو 1955 ويوليو 1956، اربعه وعشرون رحله اضافيه قامت بها الطائرة كجزء من مشروع البحث. مشروع اختبار الطيران عمل في مارس 1957، وفي اغسطس من نفس العام تم الحصول على المزيد من البيانات حول اهتزاز مقدمه الطائرة. وفي العام 1958 فإن السلاح الجوي الامريكي أطلق المركبة (X-17) في ثلاث مناسبات لحساب مشروع (ARGUS)، لحمل رؤوس نووية الى ارتفاع 300 ميل.

*الطائرة (X-19)، صنعت بواسطة شركة Curtis-wright لعرض ميزات وقدرات الطائرة العمودية (VTOL)، ذات السرعة العالية وهذه الطائرة مصنعة من مواد نصف معدنية، وآلية هبوط متحركة (retractable). أربع ريشات مائله مصنوعة من الالياف الزجاجية قد وضعت عند رؤوس الاجنحة الامامية والخلفية، والطائرة مزودة بمحركين من نوع T-55-L5 من صنع شركة Lycoming، وتعطي قوة مقدارها 2250shp قوة حصان.

بالإمكان تركيب محركين من نوع T-55-L7 بقوة 2650shp قوة حصان، وصندوق التروس المزدوج بالمحرك جهز بفواصل اثناء السرعة العالية، بحيث يمكن فصل المحرك العاطل، وبالتالي يمكن مواصلة الرحلة بسلام بالمحرك الاخر. وسرعه المحرك (15,000rpm دورة/الدقيقة) خفضت عند الصندوق المزدوج وعند صندوق المحرك, ونسبه التخفيض هي 3.05:1 عند صندوق التروس المزدوج المحرك,

ويعطي سرعه نهائية مقدارها 1202rpm دورة/دقيقة, وقد استخدمت اداة لتحريك المروحة وتتحرك بواسطه عمود مرن بمحرك هيدروليكي, لتعطي اقصى ميلان للسرعة 2,5درجة /ثانيه ,وأن الطائرة ذات المروحة المائلة كانت قادرة على العمل باستمرار عند اي سرعه من الصفر الى سرعتها القصوى , وفي الطيران تحسنت بواسطة المروحة المائلة المقفلة والتي تؤدي الى سلامة والدوران والهبوط في حالة التعطل المشغل, وبالإضافة الى ذلك فقد اضيف لها ساعد يدوي لتحريك المروحة يدويا, والذي يجعل السرعة عند الهبوط شبه معدومة تحت الظروف الطارئة .

الاجنحة الامامية والخلفية لطائرة (X-19)، صممت لمركز جاذبية بحيث تكون المسافة بين مقدمة الجناح ودعامته الخلفية متساوية، لذلك فان القدرة على التحويم عند كل دعامة تقريبا ثابتة بسبب موضع الثقل، ومن الضروري ان تكون مساحة الجزء الخلفي من الجناح تساوي ضعف مساحة الجزء الامامي من الجناح لتعطي استقرار طولي ثابت. لذلك فان الاجزاء الخلفية للجناح تعمل ثنائية الغرض، حيث تعطي القوة التي ترفع الطائرة وتقوم بدور تقليدي لغرض الاستقرار.

سيطرة قوة العزوم اثناء التحويم يمكن الحصول عليها باستخدام ريشات ذات زاوية متغيرة، والعزوم الخاصة بالصعود والهبوط يمكن الحصول عليها بواسطة زيادة او نقص زاوية الريشة، وعزوم الانحراف ايضا يمكن الحصول عليها بواسطة تغيير زاوية الريشة عند الجوانب المتقابلة للطائرة، الجنيح (aileron) والمصعد (elevator) وضعت في مؤخرة الجناح، لأن مقدمة الجناح سوف تنهار عند زاوية صعود عالية.

*الطائرة (X-21), في العام 1960 ابرم عقد بين السلاح الجوي الامريكي وشركة Northrop لصناعة الطائرات, لتطوير عدد (2) طائرة WB-66 من صنع شركه دوغلاس Douglas ,وذلك لغرض التحقق من عمل سيطرة الطبقة المتاخمة, موضوع

برنامج البحث هو لاستطلاع كيف يمكن انهاء مقاومة الاحتكاك الشديدة على الطائرة, ولب منظومة السيطرة للتدفق الانسيابي للهواء LFC ,يتكون من وحدة ضخ ثنائية الاطوار, طورت بواسطة air-research وركبت تحت الاجنحة, وهي تتكون من وحدة ذات ضغط منخفض, والتي تأخذ الهواء عبر انبوب من السطح العلوي من الجناح, ثم تضغطه وتضيفه الى الهواء القادم من الثقوب الاخرى, التدفق الكلي يتجه الى ضاغط ذو ضغط مرتفع, والتربين والضاغط ينفثان الى الخلف عبر فوهات نفاثه مزدوجة, والجناح به ثقوب شفط والتي يتراوح عرضها من 0.003 الى 0.010 بوصه , وهذه الثقوب على طول الجناح وعلى جانبيه العلوي والسفلي, وفي كل ثقب حيز صغير لتجميع الهواء ثم ينقل الهواء بعد ذلك عبر فتحات صغيرة الى انابيب, والتي تتصل بضواغط تحت الجناح. والجناح يحتوي على 815,338 فتحة و67,944 انبوب دفع، والطائرة (X-21) طولها75.5 قدم، وارتفاعها 23.5 قدم، وطول الجناحان 39.5 قدم، ووزنها الكلي 83,000 رطل، وسرعتها القصوى mph560 ميل/ساعة، وهي مزودة بمحركين من صنع General Electric من نوع J79-GE-13. وتعطي قوة مقدارها 9400 رطل.

وهذان المحركان حلاّ محل المحركين WB-66 Allison J71-A-13، ومن الاشياء التي تم اكتشافها خلال رحلات اختبار الظواهر غير المتوقعة، تدفقات الهواء المضطربة غير الانسيابية عند مقدمة الاجنحة، والذي حول الى الخارج قبل ان يتحرك الى الخلف في شكل لولبي، ويلقي عبر سطح الجناح، وهذا التدفق العجيب للهواء يلوث مقدمة الجناح كما انه يؤثر على المقاطع الامامية للجناح.

المهندسون صححوا ذلك بتمديد وتر الثقوب الى الاجزاء الأمامية للجناح، والتي تضخ الهواء الذي امتص من هذا المقطع الى المنظومة الشفط الرئيسية. وكانت نتيجة هذه التجارب، تطور صناعه المعدات والادوات التي تساعد على تصنيع هيكل الجناح ذو

السطوح الناعمة وغير المتموجة، فانه يستخدم honeycomb ولصق المعادن بالحرارة للأسطح حيث تستخدم مادة غراء خاصة، عملية حفر ثقوب الشفط تتم ذاتيا وبتحكم الكتروني في عملية السرعة، حيث يمكن ثقب 90 ثقب /الدقيقة.

خلال رحلات الاختبار فان الطائرة (X-21)، برهنت بشكل حاسم بان نظامLFC (سيطرة التدفق الانسيابي للهواء) يمكن ان يكون ناجحا وفعالا، ومع ذلك فان هذا النظام يسبب ارتفاع كلفة الصيانة والوقت، بالإضافة الى ذلك فان التكنولوجية المستخدمة لصناعه أسطح LFC كانت غير اقتصادية عند الانتاج.

*الطائرة (X-22)، طائرة ابحاث صنعت بواسطة شركة Bell لصناعة الطائرات تحت اشراف NASA، والغرض منها عرض كفاءة المرواح ذات الريشات المجوفة، وتزود منصة اختبار الاقلاع والهبوط العمودي بنظام توازن متغير، أربع وحدات دفع قابلة للدوران تعطي القوة لرفع الطائرة عند الطيران العمودي، كما تعطي القوة الدافعة اثناء الطيران الافقي.

الطائرة لها أربع محركات من صنع General Electric من نوع T58-GE-8B، كل منها ذو قوة مقدارها 1250hp، ومزودة بسياقه النهاية الخلفية، ونظام قوة دفع يمنع القوى غير المتجانسة للمروحة في حالة تعطل المحرك. والوقود موجود بخزان في بطن الطائرة بشكل متجانس حول مركز الثقل، وهذا يجعل التغير في مركز الثقل بسيط جدا عند استهلاك الوقود وصعود وهبوط الطائرة.

زودت الطائرة بمنظومة متغيرة للتحكم في توازن الطائرة، اضافة الى النظام الميكانيكي الهيدروليكي البدائي، وهذا جعلها تحاكي طائرة اخرى تصعد وتهبط عموديا (VSTOL)، الطائرة طولها 36قدم، وارتفاع هيكلها 8.4 قدم، وطول جناحيها 39.2 قدم، ووزنها الكلي 15,000 رطل، وسرعتها القصوى 325ميل / ساعة.

*الطائرة (X-24)، طائرة صنعت بواسطة شركة Martin Marietta، ولها القدرة على الطيران بسرعة عالية، والقدرة على المناورة في الارتفاعات العليا، وكانت احدى المركبات التي استخدمت بواسطة السلاح الجوي الامريكي وNASA في برنامج ابحاث الطيران، والطائرة كانت تحمل على ظهر الطائرة B-52 ثم تنفصل عنها عند ارتفاع 45,000 قدم، ومنها الى ارتفاع مائة ألف قدم، بواسطة صاروخ وبسرعة تفوق mph1000 مبل/ساعة.

الطائرة (X-24A) على هيئة مثلث، ولها قمة دائرية وقاع مسطح وثلاث زعانف عمودية، وهي مزودة بمحرك صاروخي من نوع Thiokol XLR-11، وبقوة دفع 8000 باوند، وهي مصنعة من الالومنيوم. ويبلغ طولها24.5 قدم، وارتفاعها 10 اقدام، وطول جناحيها 13.7 قدم، وتزن وهي مملوءة بالوقود 11000 رطل، وقامت بعدد 28 رحلة من العام 1969 الى العام 1971، اما الطائرة (X-24B)، فهي تحمل نفس المواصفات من حيث المقصورة cockpit والمحرك والهيكل. أما التعديلات فهي متمثلة في الشكل الخارجي الجديد على هيئة دلتا DELTA، اضافة الى زيادة في الطول مقدارها 13 قدم، بالمقدمة وزيادة في طول الجناحين بمقدار 5.5 قدم، وبوجه عام فإن التغييرات الخارجية ضاعفت مساحة الاسطح التي تعمل على رفع lifting الطائرة، واستمرت التجارب حتى العام 1975.

*الطائرة (X-29)، طورت هذه الطائرة لاختبار ميزات تصميم متعددة، هدفت الى صناعة جيل جديد لطائرة صغيرة مقاتلة ذات كفاءة في استخدام الوقود، والبرنامج اسس بواسطة وكالة مشاريع بحوث متقدمة لشؤون الدفاع (DARPA)، وتحت ادارة قسم اجهزة الطيران بالسلاح الجوي الأمريكي، ولقد فازت شركة Grumman لصناعة الطائرات بالعقد لصناعة هذه الطائرة في العام 1981. طول الطائرة 48 قدم،

وارتفاعها 14 قدم، وطول جناحها 27 قدم، ومساحة سطح الجناح الكلية 185 قدم مربع. والوزن الكلي لإقلاع الطائرة 17,600 باوند، ومزودة بمحرك قوته6000باوند قوة دفع، من صنع شركةGeneral electric من نوعGE-400 F404 واحد المواضيع الرئيسية لهذه الطائرة هي معرفة مزايا الجناح المتجه الى اعلى -Forward swept wing، والتقنيات المصاحبة لذلك. ومفهوم هذا النوع من الاجنحة طوّر بهدف تحقيق كفاءة عالية على مدى سرعات عالية تفوق سرعة الطائرات التجارية. الجزء الامامي من الجناح متجه الى الامام بزاوية 30 درجة بينما الجزء الخلفي للجناح متجه الى الامام بزاوية مقدارها 45 درجة.

المهندسون في الشركة أوضحوا انه اثناء الطيران, فإن الهواء على الجناح يتحرك الى الداخل باتجاه جسم الطائرة اكثر منه الى الخارج, باتجاه اطراف الجناح كما هو الشأن بالنسبة للأجنحة المتجهة الى الخلف, وهذا التدفق المعكوس للهواء, يسمح لأطراف الجناح المزودة بالجنيح ailerons لأن تبقى في حالة عدم انهيار unstalled عند زاوية صعود عالية .لهذا فان أي انهيار يحدث يقود الى تطوير عند جذر الجناح حيث يمكن من السهل التحكم في ذلك, ولهذا السبب فإن مهندسين في الشركة اعتقدوا بان الطائرة ستكون اكثر استجابة لسرعات منخفضة, وزاوية صعود عالية, والقابلية للمناورة, اكثر منها عند الطائرة ذات الجناح المتجه الى الخلف.

هذه الطائرة لم تكن الأولى التي تستخدم هذا النوع من الاجنحة. واثناء الحرب العالمية الثانية فإن الالمان صنعوا طائرة قاذفة قنابل ذات جناح متجه الى الامام، وهي الطائرة جونكرزJunkers JU281. وهذه الطائرة لها تحكم جيد عند السرعة المنخفضة ولكن لها مشاكل عند السرعات العالية، بسبب تدفق الهواء حول الجناح المتجه الى الامام، وكلما طارت الطائرة بسرعة عالية، فإن الجناح يكون أكثر قابلية للف TWIST. وعند

بعض السرعات فان الاجنحة في الحقيقة تلفّ بعيد عن الهيكل. ولقد أمكن التغلب على هذه المشكلة بواسطة تكنولوجيا المواد المركبة المتقدمة لهذه الطائرة.

جناح هذه الطائرة يتكون من اغطية مركبة وقنطرة امامية front SPAR من التيتانيوم، وجذور الاضلع RIBS، الجناح مصنوعة من الألومنيوم، واغطية الجناح مكونة من 752 من الخطوط المتقاطعة والملتصقة على هيئة شبكة، والتي اضافت 156 طبقة عند اقصى سمك، والاغطية ذات المواد المركبة composite materials قادرة على منع حدوث تشققات بالهيكل، لأنها من الممكن ان تثنى في اتجاه محدد بتأثير قوة الديناميكا الهوائية.

استخدام المواد المركبة في صنع اغطية الجناح من الممكن ان تؤخر في حدوث الصدمة التموجية shock wave، او تجعلها مرنة، تلك التي تتكون على الجناح عندما تصل سرعة الصوت، الجناح يقدم فعالية جيدة عند السرعات العالية، والجناح له وتر طويل للطيران بسرعة فائقة. لذلك فان المهندسين ابتكروا الة دائرية مزدوجة ذات عوارض مقوسة متغيرة، والتي يمكنها تغيير العارضة المقوسة، وذلك بتحريك الأجزاء الخلفية للجناح وهذه الالة تعمل كجنيح.

مجموعة من المثبتات الافقية المزدوجة أضيفت الى الطائرة للتحكم في حركتها الى اعلى والى أسفل، ولتشارك في تحمل القوة الناتجة عن الديناميكا الهوائية. الأجزاء الامامية للمثبتات الافقية CANARDS، لها القدرة على الحركة بزاوية 30 درجة الى الأعلى وزاوية 60 درجة الى الأسفل، مزيدا من السيطرة على الحركة الى الأعلى والى الأسفل اكتسبت بواسطة استخدام الاجنحة الرفيعة، وهي أسطح افقية تمتد على جانبي مخرج المحرك. ولأن الطائرة كانت غير ثابتة بنسبة 35% عند السرعات العالية، فان نظاما متقدما للتحكم في أجهزة الطيران تم تطويره. وبها جهاز كمبيوتر

للتحكم اثناء الطيران، والذي يرسل ما يقرب من 40 أمرا / ثانية لأجهزة التحكم والسيطرة للحصول على التوازن المطلوب.

*الطائرة (X-31)، وهي اول طائرة مقاتلة محسنة لها القدرة على المناورة، وقد طورت بواسطة شركة ROCKWELL العالمية لصناعة الطائرات. وشركة Messerchmitt-Bolkov-Bolhm(mbb)، في تعاون مشترك بين الحكومتين الامريكية والألمانية، وتصميم هذه الطائرة كان يعتمد على مخططات مقترحة من شركة (MBB) للطائرة المقاتلة الأوروبية (EFA) ومن شركة ROCKWELL للطائرة المقاتلة ذات القدرة على المناورة. الجناح الأصلي طوله (8.25) متر، صنع من قبل MBB EFA، استعمل على طائرة (X-31)، التي بلغ وزنها الكلي 13 طن، وطولها 13.74 متر، بحيث تعطي حل جيد لمتطلبات المقاومة البسيطة عند السرعات التي تفوق سرعة الصوت (1.5) ماخ. واقصى قوة رفع LIFT عند هذه السرعة واقل مقاومة عند نقاط المناورة، والموازنة بين الاستقرار البسيط عند زاوية صعود بسيطة، ولحظة تحسن تحرك الطائرة الى الأسفل والى الأعلى من زاوية اقلاع عالية.

من خلال الدراسات المتعددة فان المهندسين أكدوا ان قوة الدفع كانت ضرورية لتحسين قدرة المناورة. ولمقابلة متطلبات المناورة التقليدية مع الأداء المستهدف للطيران الأسرع من الصوت، فان المهندسين طوروا الجناح البسيط، والتصميم الناتج كان صندوق جناح مقوس مثبت، وجناح الطائرة على هيئة دلتا DELTA مزدوج بزاوية ميلان الى الخلف 56.6 درجة من أجزاء الجناح الامامية، هيكل الجناح skin، صنع من الجرافيت graphite " نوع من الكربون"، والشكل الانسيابي طور بحيث يغطي تركيبات ارتباط الجناح مع بقية الهيكل. وهذا يخلق سمك إضافي قدرة 7% عند جسم الطائرة الخارجي اثناء السرعات العالية. المقطع المركزي لهيكل الطائرة اظهر انخفاض كلفة التصميم.

من خلف المقصورة الى نهاية الأجزاء الخلفية للجناح، فان هيكل الطائرة العلوي له مقطع عرضي ثابت يسمح بان تصنع إطارات frames المعادن الرفيعة من hydropress (مواد تتحمل الضغط)، خط المنتصف العلوي لهيكل الطائرة، اظهر منحدر سلبي الذي ولّد مساحة لتقليل المقاومة عند السرعة الفائقة، لذلك فان الطائرة صممت بان تكون غير مستقرة طوليا.

بسبب متطلبات السيطرة، فانه قد ركب لها بالخارج جنيح canard، وذلك لتحسين الأداء عندما تكون مقدمة الطائرة الى أسفل او في زاوية صعود عالية، واستعمل الجنيح canard بداية كأداة للسيطرة بدلا من أداة للرفع lift.

الطائرة (X-31) لها فتحة معدنية متحركة، والتي بإمكانها تقليل distortion (التشوه) عند زاوية الصعود العالية. ووضع مشتت للطبقة المتاخمة BOUNDARY LAYER فوق الفتحة، لغرض دخول الهواء الى نظام السيطرة والى مبرد الزيت والوقود، وبسبب الصعوبات التي نتجت عن التصميم، فان مدخلا اخرا طور للحصول على المزيد من التدفق الهوائي.

نظام الوقود في الطائرة جعل بحيث يتم تغدية المحركات بكميات مناسبة، ونتيجة لذلك فان كل نظام الوقود قد وضع في خزان كبير يمكن ان يغدي المحركات بالجاذبية، وهذا الخزان وضع فوق مركز ثقل الطائرة. ومركز الثقل عندما تكون الطائرة فارغة او مملوءة فانه يتحرك بمقدار 2% من(MEAN AERODYNAMIC CENTER (MAC.

خزان الوقود به عدد (2) مضخة مزدوجة المخرج، مغمورة في خلايا على ارضية الخزان، احداهما في الجانب الايسر من مقدمة الخزان، والاخرى في الجانب الايمن من مؤخرة الخزان، والخزان مبطن بمادة تمنع تسرب الوقود. وظهرت بعد ذلك

الطائرة (X-32)، وهي ذات جناح طوله 36 قدم، وطولها 47 قدم، لأجل اختبار إمكانية الإقلاع باستخدام مهبط قصير.

*الطائرة (X-37)، وهو مشروع بلغت تكلفته 173$ مليون دولار، بين NASA وشركة البوينج، وهذا المشروع سيعمل كسرير اختبار لتقنيات أكثر من 41 هيكل، وقوة دفع، وصممت تقنيات العمليات لجعل النقل في الفضاء رخيصا. وهي تطلق من على ظهر B-52. وحجمها حوالي 120% من حجم (X-40A). وهذه المركبة يبلغ طولها 27.5 قدم، وطول جناحها 15 قدم، ومزودة بمحرك من نوع AR-2l3 والذي يستخدم الهيدروجين بيرو كسيد ووقود JP-10، وذلك للحصول على قوة دفع تفوق 700رطل، وتنبعت منه غازات اقل خطورة على البيئة، هذا ولقد تمت عملية التجميع والاختبارات على المركبة في العام 2000، بمعمل شركة البوينج، أطلقت من قاعدة Edwards الجوبة بولاية كاليفورنيا في العام 2001.

*الطائرة (XB-70)، كانت أكبر طائرة تجارب في العالم صنعت بواسطة North American وRockwell، وكان طولها 189 قدم، وارتفاعها 30 قدم، وطول جناحها 105 قدم، وذلك لتجميع المعلومات اثناء الطيران لاستخدامها في تصميم الطائرات الأسرع من الصوت في المستقبل. خاصة المواضيع ذات الصلة ببرامج بحث الطيران لدراسة ميزات التحكم والاستقرار، وتقييم استجابتها لتدفقات الهواء الشديدة في الجو، وتقيس الديناميكا الهوائية وقوة الدفع وكفاءة العمل، بداية استعملت كقاذفة متقدمة للسلاح الجوي الأمريكي وانتاجها كان محدودا "2" طائرة فقط، عندما تقرر تشغيلهما وفقا لبرنامج بحث الطيران التابع لكل من(NASA) والسلاح الجوي الأمريكي. أول رحلة كانت في العام 1964، احداهما تحطمت في الجو في 1966. والأخرى استمرت في العمل حتى فبراير 1969، وهذه الطائرة ذات طول كبير امام الاجنحة، واداة

التوازن الافقي HORIZONTAL SATBILIZER مثبتة FIXED خلف كابينة القيادة بقليل، وهيئة الجناح تعطي قوة تصحيح علوية عند السرعات المنخفضة.

وعندما طارت الطائرة عند زاوية صعود كبيرة وسرعة تفوق سرعة الصوت، فان مركز الثقل الديناميكي الهوائي يتحرك الى الخلف، وبالتالي فان مقدمة الطائرة تتجه الى الأعلى، فان ذلك يستوجب تصحيحا لغرض الاتزان. وبتقليل الحاجة الى تصحيح الاحمال فان تصميم المؤخرة أولا جعل من المحتمل تصميم جناح أصغر، والجناح على هيئة مثلث Delta متجه الى الخلف بزاوية 65.5 درجة، الجزء الخارجي للجناح يمكن ان يطوي أكثر من نصف المسافة أسفل أثناء الطيران، لكي يزيد في تحسن الاستقرار الجانبي.

الجزء الامامي من الهيكل مصنوع من إطارات frames من التيتانيوم مبرشمة (riveted). وباقي الطائرة بما فيها الاسطح (skins) مصنوعة من الحديد غير قابل للصدأ، وكل طائرة مزودة بعدد 6 محركات نفاثة من نوع YJ-93 ,صنعت بواسطة شركة GENERAL ELECTRIC ,وكلا منها تعطي 30,000 رطل والمحرك استخدم وقود من نوع JP-6 ممزوج بالنيتروجين الجاف. الشكل الهندسي لمداخل المحركات يمكن التحكم فيها بحيث يسمح بمرور هواء كاف ومناسب للمحرك.

وفي أكتوبر 1965، فان الطائرة حققت الرقم (3) ماخ لأول مرة، وكانت اقصى سرعة لها 3.08 ماخ، واقصى ارتفاع 74,000 قدم، وقامت بعدد 125 رحلة، وبمعدل ساعتين / رحلة، وتم الحصول على بيانات يمكن ان تستخدم في التصميمات المستقبلية لطائرات عملاقة ذات سرعة فائقة.

*الطائرة (X-43A)، هذه المركبة صنعت بواسطة شركتا البوينج وGASL ATK لحساب NASA.حيث أقلعت B-52 وعلى متنها (X-43A) من قاعدة Edwards

الجوية في مارس 2003، وهي مزودة بصاروخ Pegasus المتطورة. لأجل أبحاث السرعات الفائقة، والصاروخ حمل المركبة الى ارتفاع 95,000 قدم، حيث يتم الانفصال، وطارت طيرانا حرا لعدة دقائق، وحققت بنجاح (7) ماخ، ولقد عملت الشركتان على تطويرها، البوينج صممت المركبة، الهيكل، نظام حماية حراري، أجهزة التحكم والملاحة، بينما ATK GASL كانت مسئولة عن التصنيع والتجميع والاختبار وتوفير المحرك.

ولقد كانت الرحلة تعتبر خطوة مهمة في سبيل تحديث تكنولوجيا الدفع الهوائي لإنجاز الرحلات ذات السرعات الفائقة. مثل هذه التقنيات تساعد في مجال الطيران المدني والعسكري، وتفتح افاق جديدة في عالم الفضاء، ويبلغ طولها 12.3 قدم، والمحرك أجزاءه المتحركة اقل تأثيرا عنها في المحركات التوربينية التقليدية، وهي لا تحتاج الى مؤكسد (Oxidizer) على متنها للاحتراق، ويعرف الطيران الفائق بانه الطيران لسرعة تفوق 5 اضعاف سرعة الصوت، عند تلك السرعات، فان المعادن من الممكن ان تنصهر وتتبخر وتحدث (shockwave) موجات تصادمية قوية، والتي تحدث حرارية عالية جدا.

ولمجابهة هذه المشاكل، فان المربكة تستخدم نظام حماية حراري يتعامل مع المتغيرات السريعة للقوى والحركة المتوقعة عند 7 ماخ، وتقنية تحكم خاصة للتحسس ومنع العراقيل لاندفاع الهواء الأسرع من الصوت، عبر مدخل المحرك والذي من الممكن ان يقلل من قوة الدفع. بعض المشاكل يجب التغلب عليها خصوصا في تطوير المحركات ذات الأداء والكفاءة العالية، لتحقيق الطيران فائق السرعة.

*الطائرة(X-45)، تتابعت التجارب وتم انتاج أنواع جديدة من هذه الطائرات غير المأهولة من اجل اختبار القنابل الموجهة، وأنتج منها نموذجان من فئة A وكان طول كل منهما 27 قدم، وارتفاعه 7 اقدام، اما العرض فقد بلغ 34 قدما. ووزن هيكلها 8,000 رطل، اما عن وزن الوقود فقد بلغ

2690 رطل، ووزن الأغراض الأخرى لا يتعدى 1500 رطل، وزودت بمحرك من صنع شركة HONEYWELL من نوع F-124-GA-100، وحلقت في مايو من العام 2002، ووصلت الى ارتفاع 35,000 قدم، وبسرعة قدرها 0.8 ماخ. النموذج الأول طار 25 ساعة على مدى 27 طلعة. اما النموذج الثاني فقد طار 7 ساعات على مدى 8 طلعات. كما تم انتاج نموذج اخر B حيث زيد في كمية الوقود المستخدمة بحيث أصبحت 5400 رطل، والمحرك من صنع شركة جنرال الكتريك من نوع GE-F404-120D، والارتفاع الى 40,000 قدم. وفي أكتوبر من عام 2004 ابرم عقد بين الحكومة الامريكية ممثلة بمؤسسة (DARPA) وشركة البوينغ لإنتاج 3 نماذج من الفئة C، والتي من المتوقع ان تحلق لأول مرة في العام 2007 [8].

obeikandl.com