



Павел Булат. 41 год.

Закончил в 88 году БГТУ “ВОЕНМЕХ”,
им.Устинова” (бывший Ленинградский
механический институт)

Кандидат наук.

Механика жидкости, газа и плазмы.

Динамика полета и управления

F-22 - ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ

Ведь у павлинов видят люди злые

Не красоту, а ноги их кривые.

Саади (1213-1292 гг.)

Благодарности.

При подготовке статьи использованы материалы, любезно предоставленные Григорием Омельченко (Flateric).

Введение

В последнее время в сети и печати появилось масса публикаций о F-22, которые преимущественно делятся на два лагеря. В первый входят восторженные псалмы о чуде оружия, которое способно вести бой с любым по численности противником на море, суше, в воздухе и под водой. Малоаметном, сверхманевренном, как на дозвуковой, так и на сверхзвуковой скорости самолете, воевать с которым летательные аппараты предыдущего поколения просто не способны. Второй лагерь объединяет статьи и высказывания типа того, что Рэптор - это чемодан с крыльями, набитый за 200 млн. всякой электроникой, летать который в принципе может, но это ему не очень то и нужно. Правда, непонятно, как он при этом на авиашоу демонстрирует все эти фокусы, а может это и не он? Может все это в студии сняли проклятые американцы, как и высадку на Луну?

А между тем, в тени жарких споров и брызг слюны остался незамеченным тот важный факт, что американцы создали принципиально новый класс боевой авиационной техники, о чем мы подробно поговорим в конце. А сейчас обещанные ответы на вопросы по аэрогазодинамике F-22.

Как F-22 сохраняет хорошую устойчивость и управляемость на больших углах атаки, не используя такие аэродинамические ухищрения, как наплывы, ПГО, уступы на передней кромке крыла и другие аэродинамические элементы, характерные для истребителей 4-ого поколения?

На самом деле, у Рэптора такая же вихревая аэродинамика, как и у истребителей 4-ого поколения. Требования малозаметности наложили на нее чрезвычайно жесткие ограничения. За формирование вихревой системы отвечает ребро на боковой поверхности носовой части фюзеляжа, вихреобразующая верхняя кромка воздухозаборника и небольшой наплыв в корневой части крыла (рис.1). Особенно сложной оказалась экспериментальная отработка верхней кромки воздухозаборника. Здесь сошлись сразу несколько противоречивых требований: малозаметность, работа воздухозаборника, генерирование вихревого жгута, путевая устойчивость и т.д.



Рис.1. Вид снизу на элементы вихреобразования F-22.

На рис.2, 3 показана вихревая система, которая формируется носовой частью фюзеляжа F-22. На левом рисунке показана вихревая система в условиях безотрывного обтекания. Вихревые жгуты от верхней кромки воздухозаборника и ребра носовой части обтекают с двух сторон вертикальные кили, а вихри от наплывов - крыло и горизонтальное оперение. При развитии отрывных явлений (темная область на правом рисунке) картина течения изменяется. Вихревой жгут отрывается от кромки воздухозаборника и превращается в вихревую пелену, которая не дает развиваться области отрывных течений и тем самым сохраняет эффективность вертикального оперения до углов атаки порядка 30 гр. На больших углах атаки начинает положительно сказываться свойство крыльев малого удлинения, связанное с большим углом стреловидности передней кромки. Из-за большой разницы давления газ начинает перетекать с нижней поверхности крыла на его верхнюю поверхность через переднюю кромку, это формирует вихрь, предотвращает отрыв с верхней поверхности крыла и сохраняет эффективность оперения (рис. 4).

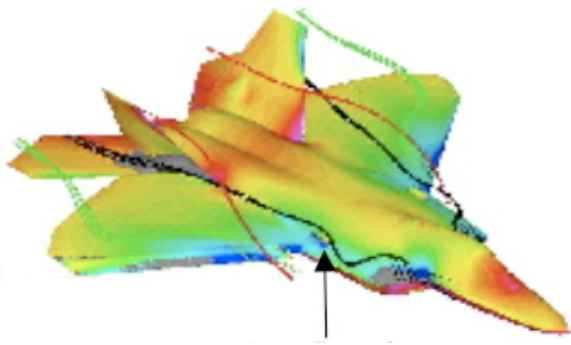


Рис.2. Стабилизация путевой устойчивости при помощи вихревых жгутов. Угол атаки 22 гр.

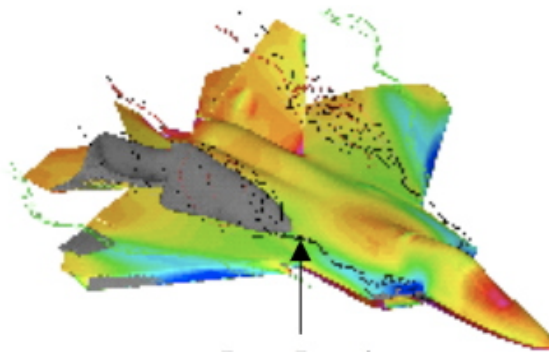


Рис. 3. Подавление срыва в штопор при помощи вихревой пелены. Угол атаки 22 гр.



Рис. 4. Вихри, срывающиеся с передней кромки крыла

Конечно, классический наплыв крыла был бы лучше. Ведь он решает еще одну задачу. При переходе через скорость звука аэродинамический фокус смещается назад, в результате, увеличивается запас статической устойчивости и возникает дополнительное балансирующее сопротивление. Наплыв на сверхзвуковой скорости создает подъемную силу (на дозвуке она мала), что ослабляет смещение фокуса назад и уменьшает балансирующее сопротивление (рис. 5). У Рэптора во главу угла поставлена малозаметность. А как же дополнительное сопротивление? Двигатель - то мощный, топлива много, так что с ним можно смириться.

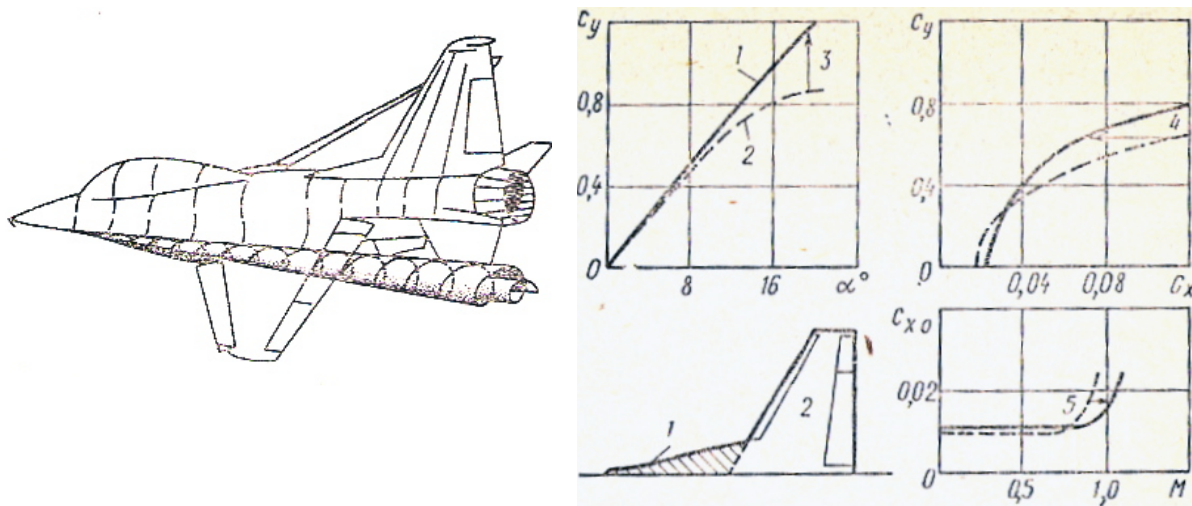


Рис.5. Классический корневой наплыв крыла и его влияние на аэродинамические характеристики

Другое дело, что на российских истребителях 4+ поколения применен весь комплекс аэродинамических усовершенствований, позволяющий повысить аэродинамическое качество в широком диапазоне чисел Маха и углов атаки. Об этом подробно было рассказано во второй части работы [1]. Почти от всех из них разработчикам Рэптора пришлось отказаться в пользу малозаметности.

Откуда у Рэптора такая угловая скорость крена и вращения, которую он демонстрирует на выставках, ведь это характерно, вроде бы, для самолетов схемы “бесхвостка”? Может дело в дифференциальном отклонении вектора тяги?

На самом деле, для всех самолетов с небольшим удлинением крыла, а не только схемы “бесхвостка”, характерно более благоприятное распределение аэродинамических нагрузок по размаху, чем для крыльев с небольшой стреловидностью, таких как у МиГ-29, F-16/18. Лучшей же в этом плане аэродинамической схемой является “утка” с ближне расположенным передним горизонтальным оперением (ПГО). Таковым оно считается, если основное крыло находится в зоне действия схода потока от оперения. Такая схема также иногда называется “биплан - тандем”. Пионером внедрения стали шведы со своим “Виггеном” (Рис. 6). По такой же схеме построен и израильский “Лави”.

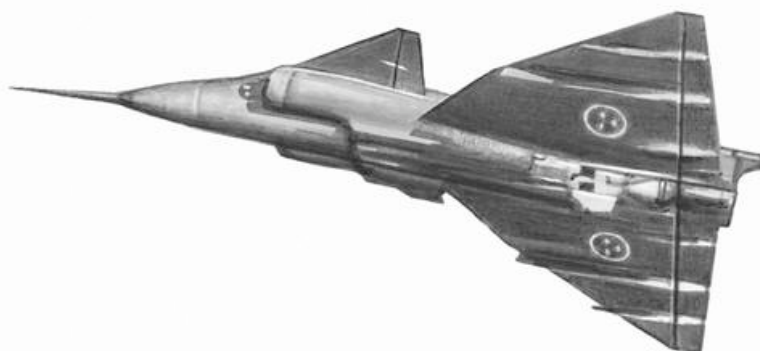


Рис. 6. Пример аэродинамической схемы биплан-тандем. “Сааб-Вигген”.

Сочетание небольшого момента инерции относительно продольной оси у однодвигательных самолетов и большой площади органов поперечного управления, размещенных вдоль всей задней кромки крыла позволяет получить высокую скорость вращения. Лучшим среди них является Мираж-2000. В этом плане интересно сравнить по скорости крена F-15, F-16 и F-22 (рис.7, кружочками отмечены данные с выключенным управлением вектором тяги (УВТ), квадратиками с включенным УВТ). Поскольку F-15 двухдвигательный и имеет крыло с умеренной стреловидностью, а F-16 однодвигательный, то Фалкон должен иметь преимущество. У Рэптора двигатели размещены вблизи центра масс, крыло малого удлинения, большая стреловидность передней кромки и очень большое хвостовое оперение. Теоретически он должен оказаться где-то посередине.

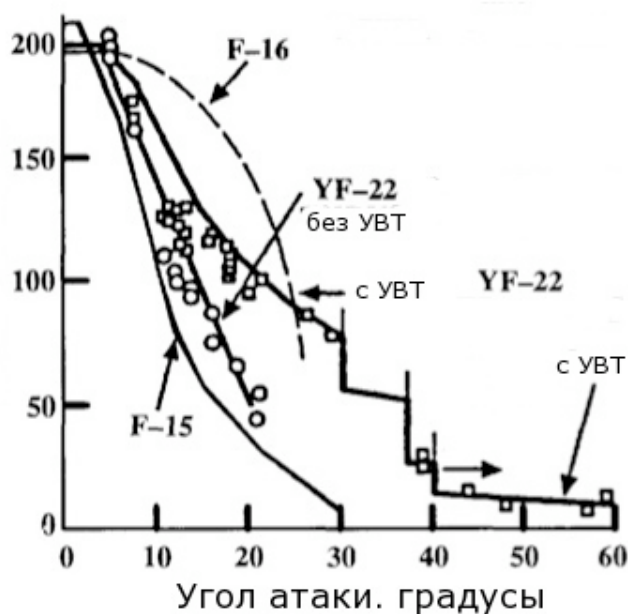


Рис. 7. Зависимость скорости угла крена от угла атаки.

При нулевом угле атаки все три истребители по этому показателю примерно равны (около 200 гр/с). По мере увеличения угла атаки вперед выходит F-16 и сохраняет свое преимущество вплоть до углов 30 гр даже в случае применения Рэптором управления вектором тяги. И только на больших углах атаки преимущество переходит к F-22. Аутсайдером, как и ожидалось, оказался F-15.

На рис. 7 видно, что скорость крена F-22 без УВТ уже при угле атаки около 20 гр практически равна таковой у F-15. Известно, что сопла двигателей Рэптора застопорены как раз до углов атаки 20 гр. Для управления по углу рыскания и углу крена на больших углах атаки подключается УВТ. При этом сопла отклоняются в одну сторону, а не дифференциально, как это не странно может показаться на первый взгляд. На больших углах атаки при изменении угла крена изменяется и угол скольжения. При вращении вокруг вектора скорости сопла отклоняются вверх и самолет ведет себя подобно заднемоторному автомобилю в повороте с управляемым заносом. Скорость крена при этом значительно возрастает. Если необходимо осуществить вращение вокруг продольной оси самолета, то этот маневр выполняется без изменения угла атаки. Ранее эти маневры были отработаны на X-31. Вращение выполняется за счет дифференциального отклонения хвостового оперения и отклонения створок сопла, то в одну, то в другую сторону.

Как F-22 так хорошо управляется по углу рыскания, когда выполняет маневры на больших углах атаки со скольжением? Создается впечатление, что он свободно выполняет управляемый плоский штопор. Дело в разном тяге двигателей?

То что показывает на шоу Рэптор это не плоский штопор, а вращение вокруг вектора скорости (рис.8) на углах атаки более 55 гр. Поскольку скорость крена при таких углах атаки составляет всего несколько градусов в секунду, а скорость прецессии несколько десятков гр/с, то создается впечатление, что самолет падает как кленовый лист, а это похоже на штопор, но это не штопор.



Рис. 8. Маневр “Динамический разворот”, использующий вращение вокруг вектора скорости.

Повторив маневр, показанный на рис.8 несколько раз, летчик может создать у зрителя иллюзию плоского штопора, чем и пользуются американцы на авиашоу. Напомним еще раз, что сопла при вращении Рэптора отклоняются только синхронно. Теоретически ничто не мешает отклонять сопла дифференциально. Никаких специальных механических связей, препятствующих этому нет. Однако с точки зрения динамики полета F-22 это совершенно не эффективно. Сопла размещены слишком близко друг к другу и к центру тяжести. Кроме того, сопла начинают работать только на углах атаки больше 20 гр, при это предельный угол отклонения как раз и составляет 20 гр, т.е. отклонять их в разные стороны особого смысла не имеет. Плотные расположенные плоские сверхзвуковые расчетные струи обладают высокой эжекционной способностью, поэтому отклонение обоих сопел вверх стабилизирует течение около верхней поверхности хвостовой части фюзеляжа между вертикальным оперением, что способствует путевой устойчивости, а также эффективности горизонтальных рулей.

Как F-22 использует УВТ в ближнем бою и может ли это “утюг” выиграть ближний бой у истребителя 4 поколения без использования УВТ?

Рэптор отличается низкой нагрузкой на крыло и высокой тяговооруженностью, чистыми аэродинамическими формами, внутренним отсеком вооружений. Однако его крыло имеет высокое индуктивное сопротивление, плоские профили с плохими несущими свойствами. Фюзеляж переразмерен в области центроплана из-за необходимости размещения четырех отсеков вооружений.

Из теории известно, что преимущество на малых углах атаки будет иметь истребитель с высоким C_{y0} , а на больших углах атаки - с малым C_{y0} . Следовательно, Рэптору в бою сразу же надо выходить на углы порядка 20 гр. , где за счет высокой тяговооруженности он должен иметь превосходство. Причем делать это как можно быстрее, т.е. скорость увеличения угла атаки должна быть максимально большой. Сравнивая балансирующие схемы разных истребителей (рис. 9), можно сделать вывод, что создатели F-22 об этом тоже знали.

У Рэптора предельно близко к центру масс расположенные сопла двигателей и очень большое горизонтальное оперение, вынесенное назад. Такая аэродинамическая схема обеспечивает вдвое больший момент по углу атаки, чем у F-16 без всякого УВТ (рис.10). Применение отклонения сопел только увеличивает преимущество.

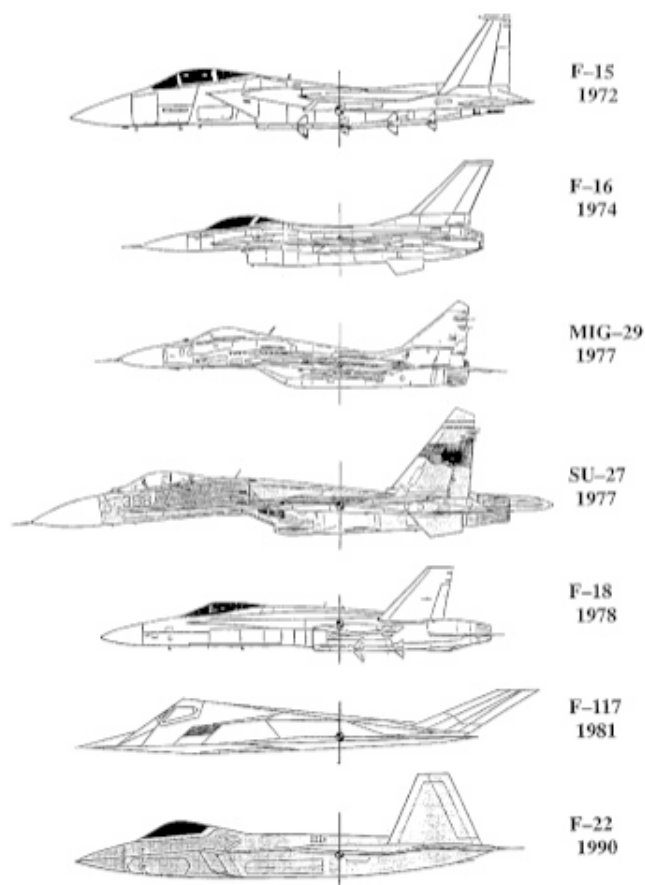


Рис.9. Сравнение балансирующей схемы F-22 и других истребителей

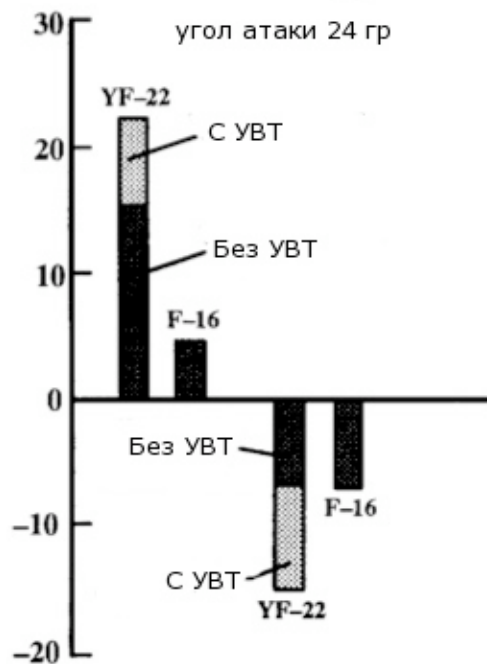


Рис. 10. Скорость изменения угла атаки

Таким образом, Рэптор имеет возможность, как войти в ближний маневренный бой с истребителем 4 поколения на выгодном для себя режиме, так и выйти из него. Более того, высокая тяговооруженность дает ему преимущество в установившихся виражах, которые он выполняет вплоть до углов атаки 16 - 22 гр (большинство истребителей четвертого поколения до 10-12 гр), при числах Маха $M=0.5-0.8$. У F-16 максимальная скорость установившегося разворота достигается на угле атаки около 11 гр.

Американцы добились достаточно высокого результата, т.е. смогли придать своему истребителю новые качества (сверхзвуковую скорость и возможность маневрировать при $M>1$), при этом обеспечили ему преимущество и на традиционных режимах. Другое дело, что заявлено было совсем другое. Обещали решающее превосходство.

Иначе обстоит с истребителями поколения 4+ и 4++. Многие из них освоили маневры на закритических углах атаки и угловые скорости разворота до 30 гр/с. Борьба с ними на установившихся виражах Рэптору будет трудно. Единственное, что продемонстрировали на Рэпторе из арсенала сверхманевренности - это "временное увеличение угла тангажа" для наведения оружия (рис. 11). Всего с двумя ракетами на борту самолета за 200 млн. долл. в ближнем бою может и не повезти.

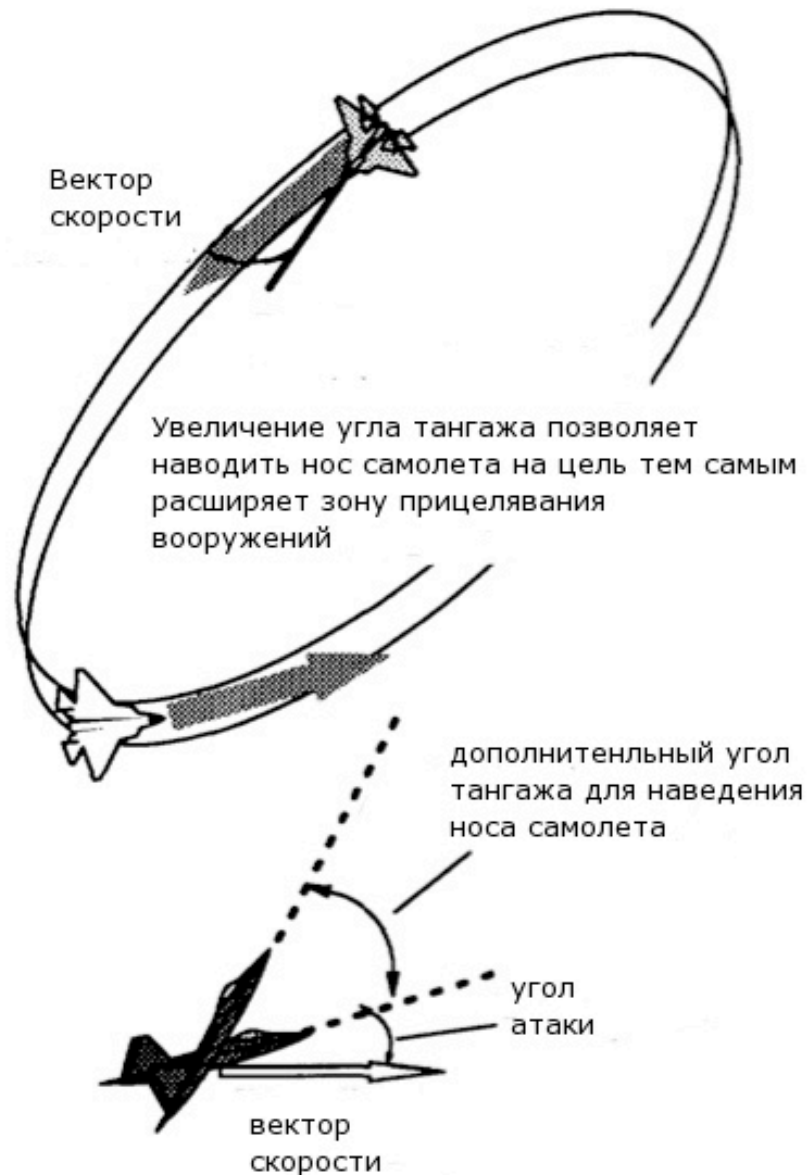


Рис. 11. Временное увеличение угла атаки для наведения оружия на цель

Является ли F-22 сверхманевренным, используется ли УВТ на F-22 для увеличения маневренности (уменьшения радиусов разворота, увеличения угловых скоростей разворота), и почему УВТ не применяется на сверхзвуковой скорости?

УВТ не используется на сверхзвуковых скоростях, потому что у истребителя для этого не хватает тяги двигателя. Напомним, что располагаемая перегрузка при $M \gg 1$ падает на порядок [1]. В баллистических ракетах, например, управляемые сопла - это обычное техническое решение, но и отношение тяги к площади омываемой поверхности на порядок больше.

У F-22 отклоняемые сопла используются только на малых скоростях и больших углах атаки, когда эффективности аэродинамических рулей не хватает (рис.12).



Рис. 12. Использование УВТ на больших углах атаки для балансировки.

Симметричное отклонение обоих сопел применяется для управления по тангажу и крену, чтобы усилить действие горизонтального хвостового оперения на малых скоростях и больших углах атаки. Применение отклоняемых сопел увеличило массу конструкции на 15...25 кг, в то же время эквивалентное увеличение площади горизонтального оперения повысило бы эту массу на 180 кг.

Для создания эффектов сверхманевренности УВТ не используется. Здесь необходимо напомнить, как представлялся сверхманевренный самолет 5-ого поколения в 80-е годы. Считалось, что это будет относительно небольшой, недорогой и очень маневренный самолет (рис.13).



Рис.13. Рисунок экспериментального самолета AMDAC с непосредственным управлением боковой аэродинамической силой и эффектом суперциркуляции.

УВТ должен был использоваться для создания непосредственных боковых усилий, т.е. участвовать совместно с аэродинамическими органами управления в управлении пространственным положением самолета независимо от траектории движения (рис.14) и траекторией независимо от пространственного положения самолета (рис.15).

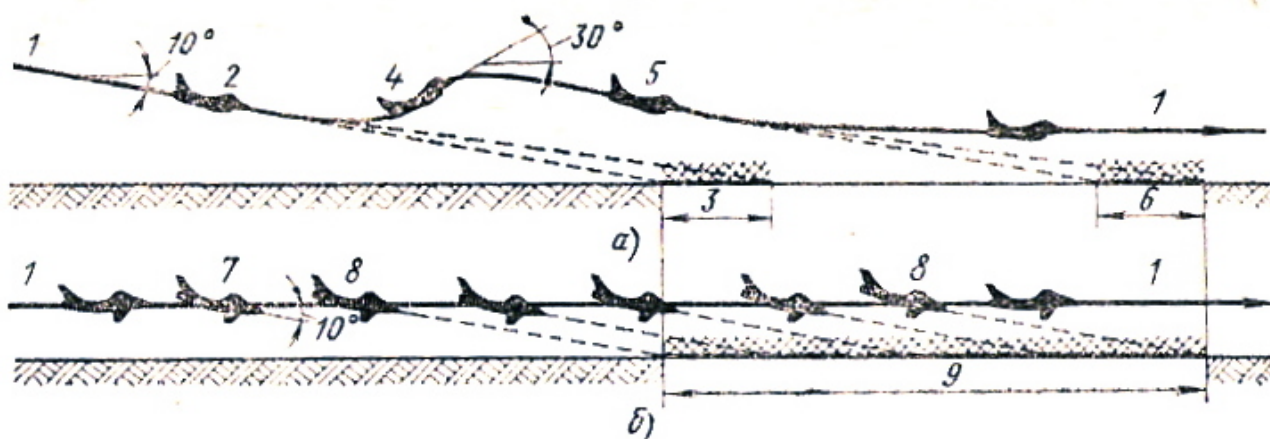


Рис.14. Сверхманевренность. Управление положением самолета на траектории.

Сверхманевренность позволяет уменьшить перегрузки, действующие на самолет и пилота, а также расширить область применения оружия. Особенно широкий спектр возможностей проектировщикам предоставляет всеракурсное сопло. Оснащенный такими соплами самолет теоретически способен выполнять весьма нетрадиционные виды маневров, например, уклонения от УР "воздух-воздух". Ничего этого Рэптор делать не умеет и уметь никогда не будет, ему это просто не нужно, он был задуман совсем другим, сверхзвуковым, малозаметным и просто сравнительно маневренным.

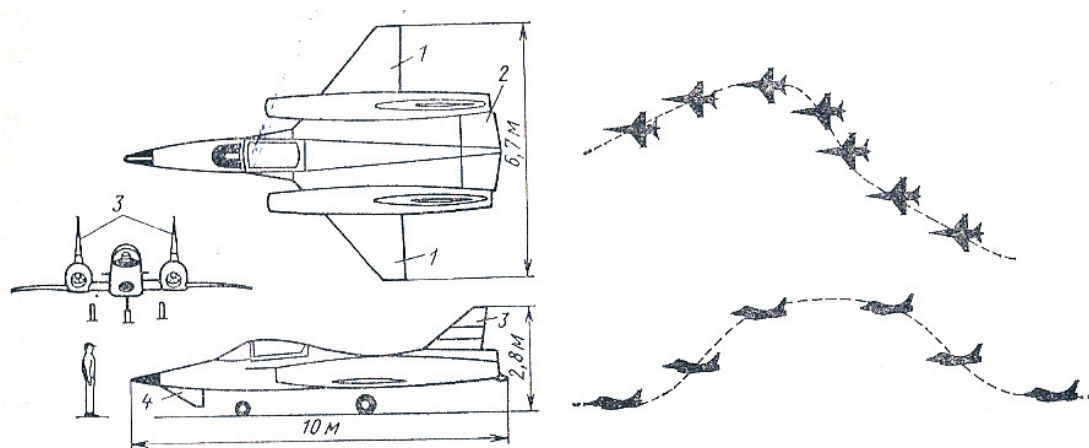


Рис. 15. Сверхманевренность. Управление траекторией.

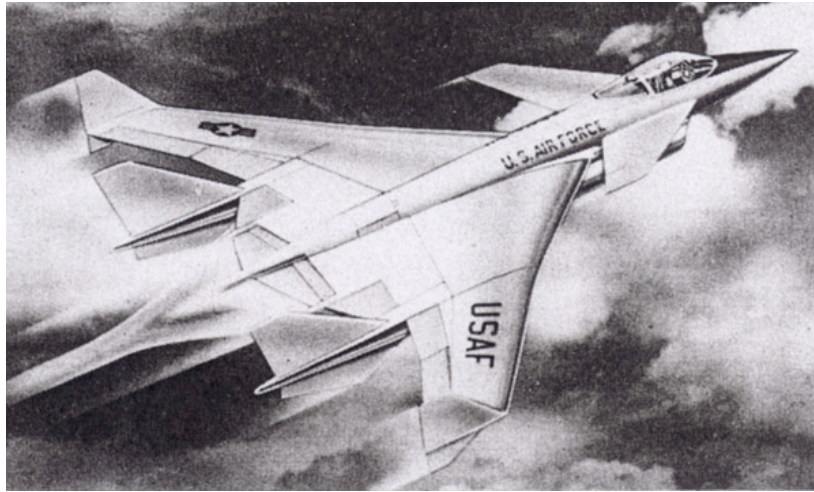


Рис. 16. Облик перспективного истребителя, разрабатывавшийся по программе HiMAT.

Затем возобладали несколько другие тенденции. К началу 80-х годов истребитель 5-ого поколения стали представлять уже крупным, где-то за 35 т, но сверхманевренным самолетом, на котором должны были быть применены сопла с УВТ и самые разнообразные аэродинамические органы управления (рис. 16). Для исследования их эффективности были разработаны радиоуправляемые модели в масштабе 1:2 (рис. 17).

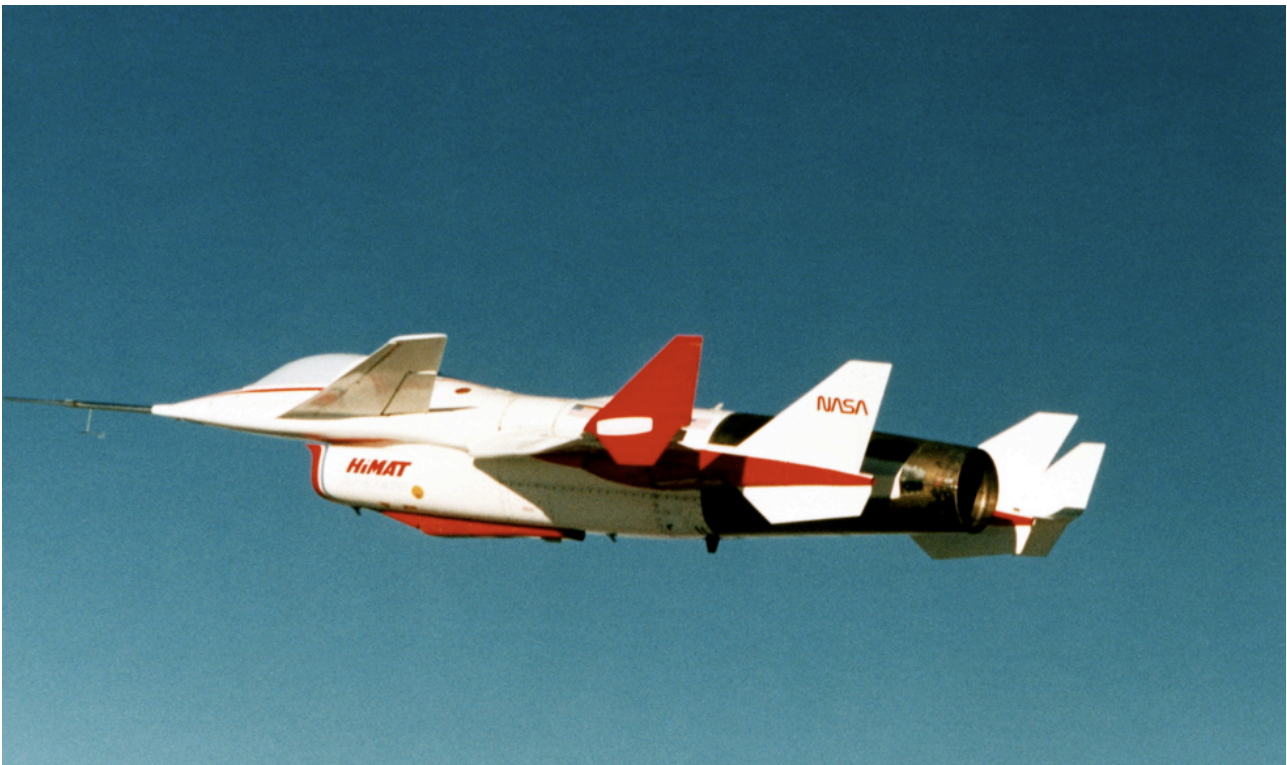


Рис. 17. Радиоуправляемая модель HiMAT.

Следующим приближением к окончательной отработке концепции истребителя 5-ого поколения стала программа AFTI, в ходе которой предполагалось построить экспериментальные летательные аппараты по модульному принципу (Рис. 18).

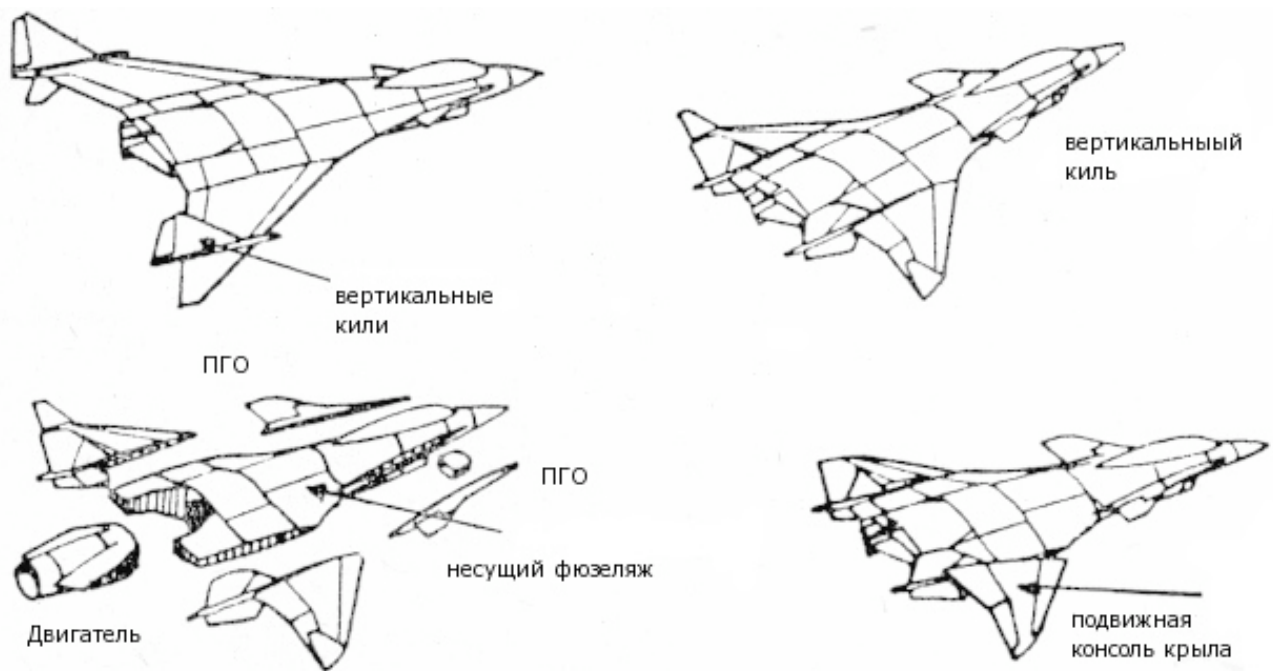


Рис. 18. Концепция модульной сравнительной отработки высокоманевренных истребителей АFTII.

В процессе исследований сравнивались круглые и плоские сопла, разные варианты органов управления, в том числе цельноповоротное крыло. Обязательным считалась схема “триплан” для непосредственного управления боковыми аэродинамическими силами. Все эти новшества сулили истребителю нетрадиционные возможности в маневренном бою, а крупные размеры - большую дальность и значительный боекомплект.

На уровне технологий 4-ого поколения получался самолет массой 35-37 т, вооруженный 12-14 ракетами малой, средней и большой дальности, оснащенный двумя двигателями тягой по 20-22 т с УВТ, 10-14 управляющими аэродинамическими поверхностями, системой самообороны с круговым обзором. Выглядеть он мог примерно так, как на веселых картинках китайских товарищей (Рис. 19,20). Сейчас, кстати, эта модель используется в компьютерной игре.

Концепция применения в те далекие годы виделась примерно такой. Истребители, оснащенные мощнейшей РЛС, маневрируя на сверхзвуковой скорости, залпом обстреливают противника. О малозаметности особо не заботились, т.к. считалось, что для навязывания своей инициативы в бою нужно включить РЛС, а там уже не до малозаметности. Считалось, что крылатые ракеты такой истребитель мог атаковать с дистанции не менее 25 км, а истребители противника с дистанции 50-70 км. В ближнем бою сверхманевренность и круговой комплекс самообороны должны были обеспечивать пуск ракет, как в переднюю полусферу, так и в заднюю.



Рис. 19. Китайские представления о сверхманевренном истребителе



Рис. 20. Непосредственное управление аэродинамическими силами

Постепенно стало ясно, что перейдя к новым технологиям и убрав оружие внутрь отсеков вооружений, самолет можно сделать значительно более компактным. Большая степень интеграции крыла и фюзеляжа позволяла увеличить долю топлива в массе самолета, а новые достижения в аэродинамике - сократить крейсерский расход топлива. В результате, получился самолет размерности от 20 до 30 т по схеме "утка", с сильно приплюснутым несущим фюзеляжем. При такой схеме имело смысл применять плоские сопла, т.к. можно было рассчитывать на эффект суперциркуляции. Пример изображен на рис. 21, неправда ли немного похож на наш МиГ - 1.42.

И, что из всего этого богатого задела использовала фирма Локхид в проекте F-22.

НИЧЕГО. РОВНЫМ СЧЕТОМ НИЧЕГО. РЭПТОР НЕ СВЕРХМАНЕВРЕННЫЙ

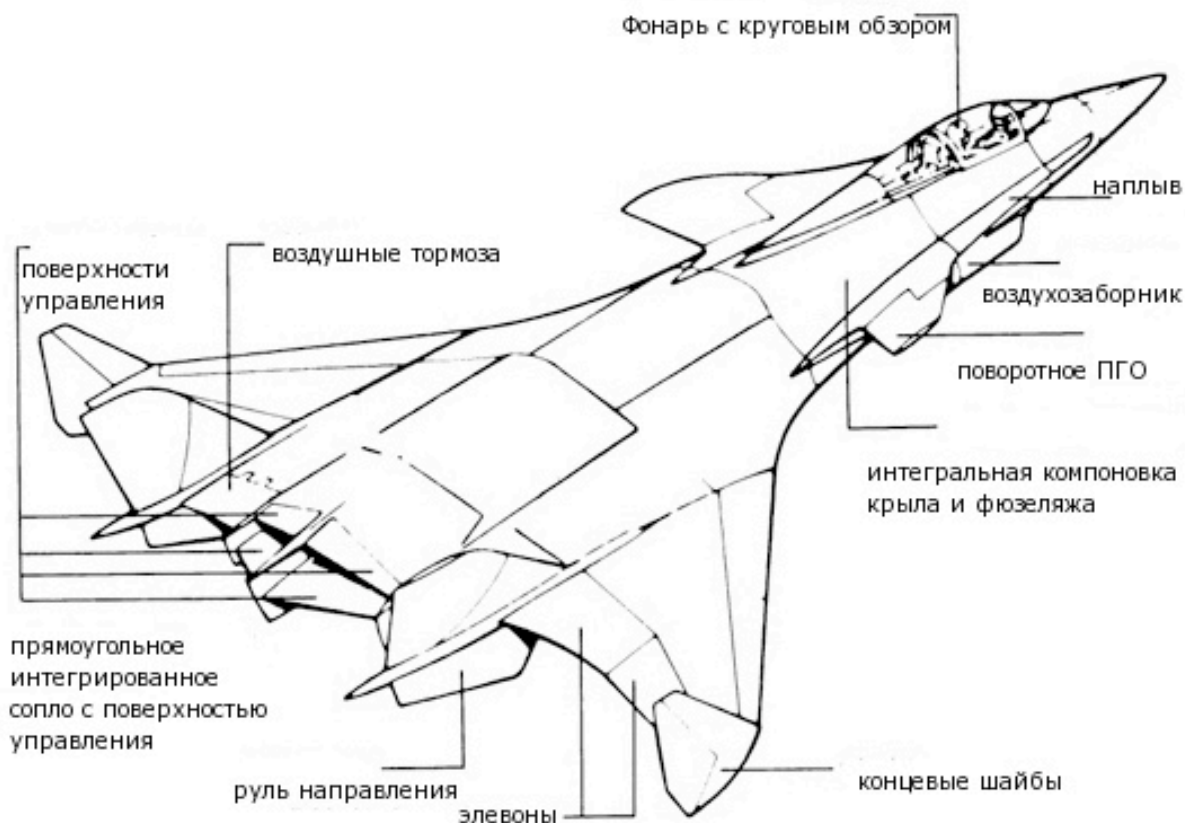


Рис.21. Истребитель 5-ого поколения в представлении фирмы Рокуэл, разработанный по программе AFTII.

Пишут, что значительную часть тяги создает воздухозаборник. А как же тогда уравниваются и куда приложены силы при отклонении створок плоского сопла.

Действительно, на сверхзвуковой скорости воздухозаборник создает значительную тягу. Это нетрудно объяснить, рассмотрев конструкцию сверхзвукового воздухозаборника (рис.22). За прямым замыкающим скачком уплотнения течение дозвуковое. В расширяющейся части воздухозаборника (диффузоре) поток продолжает тормозиться. Поскольку давление в нем выше, чем в окружающей среде, то распределение давления на внутренних стенках дает равнодействующую направленную вперед.

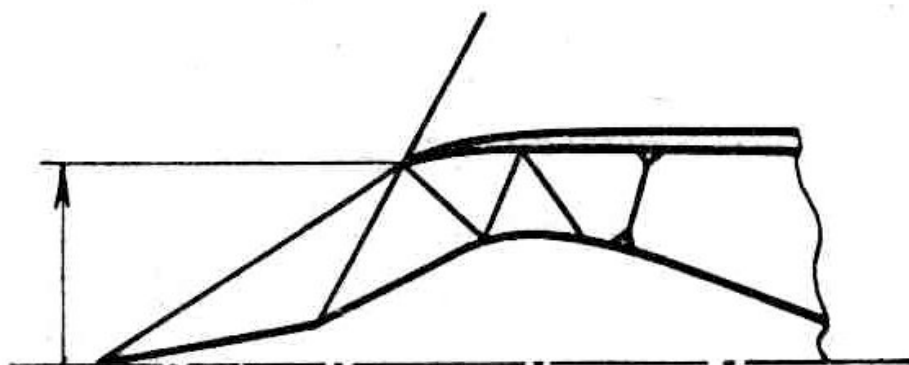


Рис. 22. Конструкция воздухозаборника.

За создание тяги двигателя отвечает закон сохранения импульса. Самолет не отталкивается от воздуха реактивной струей, винтом или компрессором, как многие думают до сих пор. Лучшее всего принцип действия ВРД в том числе и с УВТ описан в довольно старой книге [2], но, по мнению двигателистов, с тех пор лучшего учебника так и не было опубликовано. В общих чертах он состоит в следующем. Воздухозаборник и компрессор служат для сжатия воздуха. Это необходимо для его подачи в камеру сгорания в количестве достаточном для сжигания топлива в оптимальном с ним соотношении. Получившиеся в результате продукты сгорания вращают газовую турбину, которая через вал приводит в действие компрессор. Далее газы поступают в сопло. Для того, чтобы самолет двигался необходимо, чтобы скорость истечения струи из сопла была больше скорости полета самолета.

К каким частям двигателя приложены силы тяги не так уж и важно, но это удобно проследить на диаграммах $P-v$ (давление - приращение скорости). На участках двигателя, где скорость растет, возникает сила тяги. Видно, что основную долю тяги создает сопло (рис. 23).

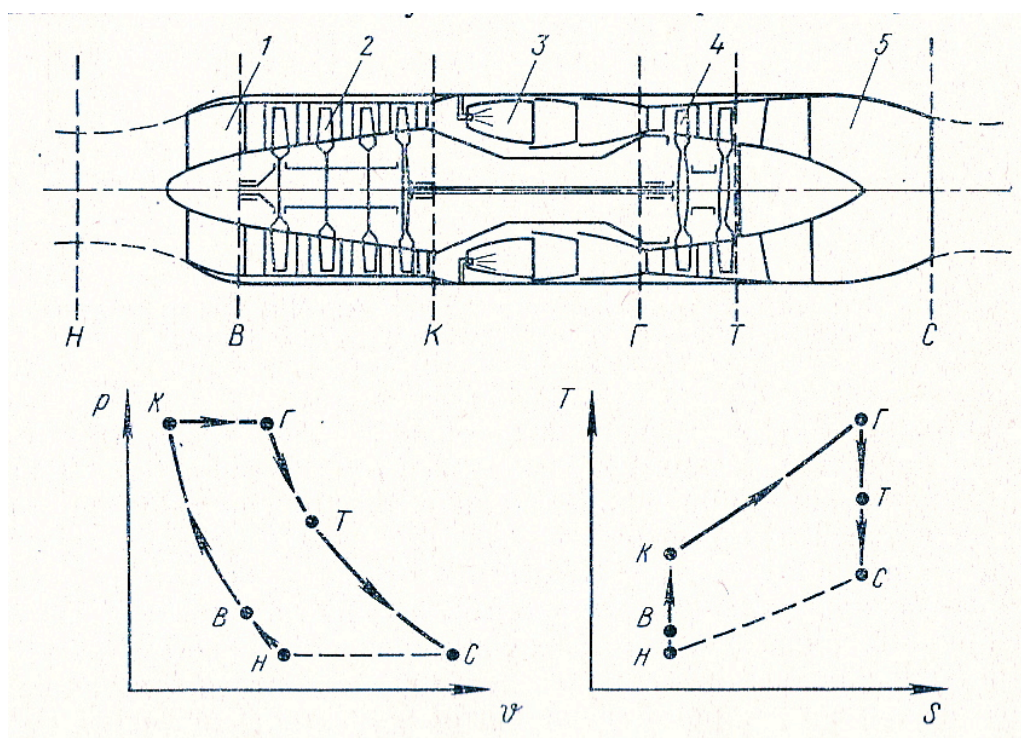


Рис. 23. Создание силы тяги разными участками ТРД

Компрессор (участок В-К), напротив, создает сопротивление. Поскольку, закон сохранения импульса векторный, то отклонение струи позволяет получить тягу, направленную в противоположную сторону. Сила приложена к стенкам и створкам сопла. Вот Вам подтверждение тому, что УВТ на F-22 непосредственно для увеличения маневренности не используется. Балансировать возникающие моменты нечем. Наоборот УВТ используется для балансировки. На МиГ-29УВТ этой проблемы нет, т.к. оси сопел разнесены, а сами сопла всеракурсные, вектор тяги можно направить через центр масс. Нет проблем и на самолетах схемы "утка". Здесь для балансировки используется ПГО.

Почему всеракурсные сопла с УВТ эффективны только на форсаже.

Это, пожалуй, из области курьезов. Речь, видимо, идет о МиГ-29 и системе УВТ КЛИВТ НПО им. Климova. В этой системе управления вектором тяги отклоняется не все сопло, как у Су-30, например, а только створки закритической части сопла. При выключении форсажа, у сопла РД-33 уменьшают диаметр критического сечения. При такой конфигурации створки его сверхзвуковой части просто не отклонить.

Напомним также, что УВТ имеет смысл там, где не хватает эффективности аэродинамических рулей. На таких режимах летать без форсажа вряд ли кому придет в голову.

Чтобы понять, что собственно форсажная камера не имеет отношения к эффективности УВТ, надо вспомнить принцип ее действия. Форсажная камера устанавливается за турбиной и только подогревает продукты сгорания, увеличивая их внутреннюю энергию. Дополнительное топливо можно было бы сжигать и перед турбиной, если бы она выдерживала и не надо было бы при этом регулировать компрессор. А можно было бы, теоретически, поставить электрический подогреватель. Главное, какими будут полное давление и температура газа перед соплом.

Почему на F-22 применено плоское сопло, а на F-35 круглое, какие у них преимущества.

Недостатки плоского сопла хорошо известны: большой вес, потери тяги, нагрузки на изгиб. В варианте F-35 для морской пехоты эти факторы критически важны, а вот малозаметность, как раз отходит на второй план. Поэтому выбрано круглое сопло (рис. 24).



Рис.24. Двигатель СВВП F-35.

Газодинамики знают еще один серьезный недостаток плоских сопел, который осложняет их применение на самолетах с КВП. В местах перехода круглого сечения в прямоугольное возникают сильные сопловые скачки уплотнения (рис.25).

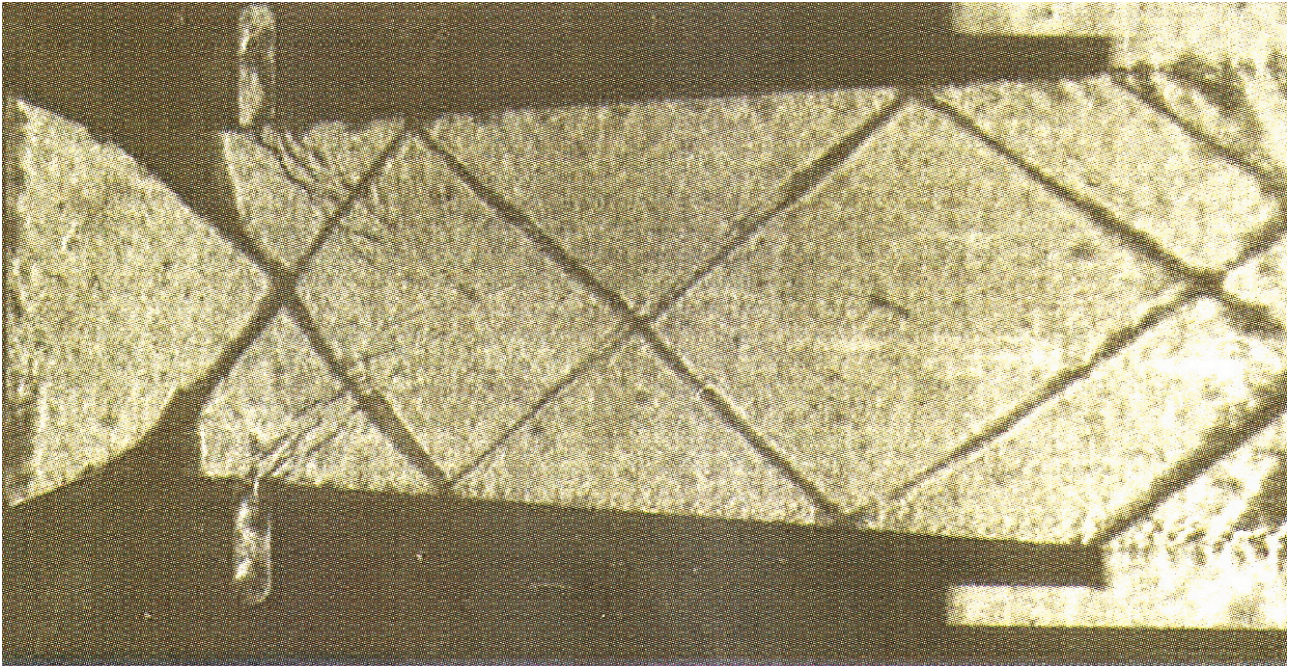


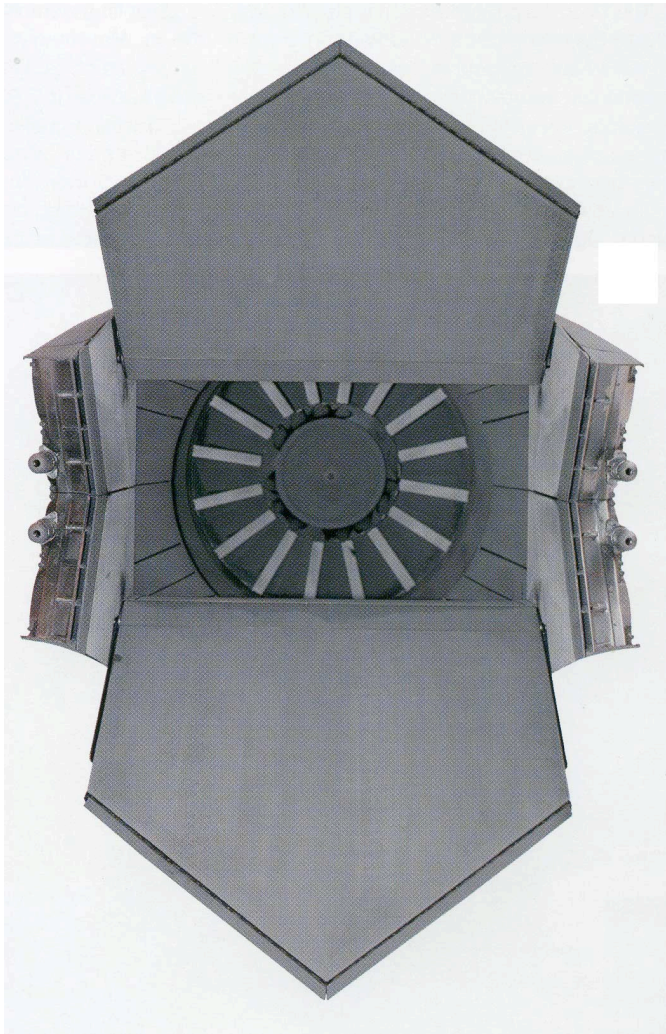
Рис. 25. Сопловые скачки уплотнения внутри плоского сопла.

В круглых соплах также могут возникать сопловые скачки, но более слабые. Для разрушения сопловых скачков в плоских соплах могут устанавливаться продольные перегородки, как на F-117. На самолетах укороченного взлета и посадки сопловые скачки вызывают сильную эрозию покрытия аэродромов.

В то же время, плоские сопла хорошо компонуются на сверхзвуковых самолетах с плоскими фюзеляжами. Они позволяют существенно снизить на сверхзвуковой скорости донное давление, которое может создавать до 40% сопротивления. Для F-22 это имеет решающее значение. Кроме того, плоские сопла относительно просто позволяют использовать такие аэродинамические эффекты, как эффект Коанда (прилипания струи к близкой поверхности) и эффект суперциркуляции, которые существенно повышают аэродинамическое качество самолета. Частично это было использовано на YF-23.

Что представляет собой пресловутый радар - блокер внутри F119, насколько он влияет на потери силы тяги?

Это устройство изображено на рис. 26 и представляет собой своеобразную крыльчатку. Оно закрывает от радиолокационной станции противника лопатки турбины. Лопатки турбины профилированные и отражают волны во все стороны не хуже угловых отражателей. Заодно лопасти, которые видны на фото, прикрывают и горячие элементы форсажной камеры головок ракет с инфракрасным наведением. Поскольку газ разгоняется, в основном, в сопле, а радар - блокер установлен перед ним, в области, где скорости потока невелики, то потери тяги сравнительно небольшие. Во всяком случае они меньше, чем потери, вызванные переходом от круглого сопла к плоскому.



У F-119 не понятно куда девается воздух из второго контура. Вроде бы классическая схема ДТРДФ предполагает отбор воздуха во второй контур за вентилятором и смешение потоков первого и второго контуров за турбинами, перед форсажными форсунками. А у F-119 воздух второго контура используется только для охлаждения. Получается, что он одноконтурный? Или рисунки, опубликованные на сайте производителя - дезинформация?

Есть две схемы ДТРД, со смешением потоков и без. Поскольку основной режим полета бесфорсажный, что же тут удивительного в том, что выбрана схема без смешения потоков? Вентилятор создает некоторую часть силы тяги. Далее воздух из второго контура сбрасывается в окружающую среду, но двигатель от этого не становится одноконтурным. В двигателях, для которых форсажный режим является основным, например, в Д-30Ф потоки смешивают перед форсажной камерой.

Рис. 26. Радар-блокер.

Выводы. F-22 как новый класс боевой авиационной техники.

В ПЫЛУ ДИСКУССИЙ О СУТИ ИСТРЕБИТЕЛЯ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ В ТЕНИ ОСТАЛСЯ ВАЖНЕЙШИЙ ФАКТ - АМЕРИКАНЦЫ СОЗДАЛИ НОВЫЙ КЛАСС АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ. По аналогии с основным танком F-22 можно было бы назвать основным самолетом. Этой первый боевой летательный аппарат, который практически в равной степени может выполнять роль и перехватчика и фронтового бомбардировщика. Мировая авиация шла к этому событию 40 лет. Как этого удалось добиться и почему не получалось раньше?

Первая попытка создать универсальный самолет закончилась появлением первоклассного бомбардировщика F-111, который не превзойден в США до сих пор. Затем многоцелевую машину попытались создать на базе истребителя F-15. Получившийся в результате F-15E приобрел способность атаковать наземные цели, сохранив высокий потенциал в воздушном бою. Он долго не имел прямых аналогов, пожалуй, вплоть, до появления Су-27МКИ. Однако, низкая нагрузка на крыло и умеренная стреловидность передней кромки ведет к неприемлемой тряске при полете на малой высоте. В результате, ударные возможности F-15E считаются посредственными.

В начале 80-х годов стал складываться новый облик ударного самолета. Это должен был быть самолет способный совершать сверхзвуковой бросок для ухода

из-под удара истребителей, достаточно маневренный для выполнения противоракетного маневра без бомбовой нагрузки. Дело в том, что опыт войны на Ближнем Востоке показал, что истребители - бомбардировщики до 80% потерь несут на выходе из атаки. Таким образом, бомбардировщику требуется большое крыло и высокая тяговооруженность. Это, в свою очередь, позволило спроектировать бомбардировщик, как эффективное транспортное средство, т.е. масса бомбовой нагрузки и топлива может составлять значительную часть массы самолета. Увеличивается радиус действия.

Но, как в случае большим крылом бороться с повышенной турбулентностью атмосферы при полете на предельно малых высотах. Проще всего это делается с помощью ПГО в схеме утка. Автоматическая система управления парирует колебания. В дальнейшем были найдены решения и для нормальной аэродинамической схемы. Крыло с большой стреловидностью передней кромки само по себе устойчиво к вертикальным порывам ветра.

Итак, если из всего, что сказано в этом пункте изъять бомбовую нагрузку, что получится. Правильно, перехватчик, к тому же с очень большим радиусом действия и боезапасом. Поняв это, в Израиле начали проектировать "Лави", который они назвали ударным самолетом с высоким уровнем маневренности. В СССР в это же время разрабатывался Су-37 (первый с этим названием) с еще более высокими данными, который рассматривался как замена штурмовикам, истребителям - бомбардировщикам и фронтовым истребителям.

F-22 представляет в этом направлении настоящий прорыв. АФАР одинаково хорошо работает и по наземным и по воздушным целям. Внутренние отсеки вмещают бомбы и ракеты "В-В". Помните сколько лет писали, что не удалось вывести породу универсальных пилотов. А и не надо. Достаточно, что в атаку будут идти бомбардировщики и перехватчики с идентичным планером и летными данными. И пусть одни летчиков будут мастерами ближнего маневренного боя, а вторые будут только обучены, сбросив бомбы, оторваться от противника на сверхзвуковой скорости. И это будет большим шагом вперед.

Странные люди эти американцы. Заявили о создании единого самолета для разных родов войск F-35 и получили машину с общностью конструкции не более 35%. Создали самолет, который на базе единого планера и оборудования впервые в мире реально заменяет фронтовой перехватчик и фронтовой бомбардировщик и молчат. Единый планер был: МиГ-25П и МиГ-25РБ, но единый самолет это точно впервые. Во всю отработывают на учениях тактику применения F-22 варианте истребителя и бомбардировщика в одном строю и помалкивают. Странно, однако.

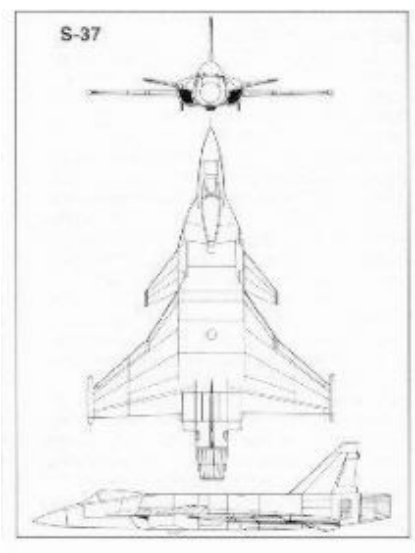


Рис.27. Су-37.

Литература

1. П.В. Булат. О проблеме запуска ракет из отсеков на сверхзвуковой скорости.
2. Теория воздушно-реактивных двигателей. Под ред. д-ра техн. наук С.М. Шляхтенко, М., "Машиностроение", 1975, 568 стр.