

## 5. В поисках схемы.

(Задумаемся о продольной устойчивости самолета)

Не знаю, у кого как, а у меня при слове «равновесие» перед глазами возникает натянутый над пропастью канат, по которому, покачиваясь из стороны в сторону, идет человек.

Специалисты различают три вида равновесия: устойчивое, неустойчивое и безразличное. Чтобы тебе было легче понять между ними разницу, вообрази себя пилотом самолета.

Ночь. Ты ведешь свой воздушный корабль на посадку, ориентируясь по едва пробивающимся сквозь пургу посадочным огням.

Вдруг резкий порыв ветра задрал нос многотонной машины...

**ЕСЛИ твой САМОЛЕТ УСТОЙЧИВ, ТО после того, как порыв стихнет, ОН САМ, без твоего вмешательства, ВЕРНЕТСЯ В ПРЕЖНЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ. ЕСЛИ же ОН не только НЕ ВОЗВРАЩАЕТСЯ В ПРЕЖНЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ, но И ВСЕ БОЛЬШЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ ОТ НЕГО, ТО такой САМОЛЕТ НЕУСТОЙЧИВ. Ну а если ОН НАХОДИТСЯ В БЕЗРАЗЛИЧНОМ РАВНОВЕСИИ, ТО ОН ПОЛЕТИТ ТУДА, КУДА ЕГО РАЗВЕРНУЛ ПОРЫВ ВЕТРА.**

Надо заметить, что виды равновесия одного и того же самолета могут меняться в зависимости от режимов полета. На одних режимах самолет устойчив, на других - нет. Причем, не всегда режим, соответствующий состоянию устойчивого равновесия, совпадает с горизонтальным полетом.

### О двух концах одной палки.

Во мне два Я, два полюса планеты

Два разных человека, два врага...

В.С. Высоцкий

Когда разрабатывается новая техника, ее всегда хочется сделать самой мощной, самой быстрой, самой грузоподъемной, самой удобной в эксплуатации, и, вообще, самой лучшей. Сложности начинаются тогда, когда мы свои благие пожелания начинаем воплощать в жизнь.

Допустим, мы решили сделать самолет, которому не страшны никакие перегрузки. Такой самолет должен быть очень прочным. Но когда мы его сделаем, то с удивлением обнаружим, что он не может оторваться от земли - слишком тяжел.

- Хорошо, - говорим мы себе. - Тогда мы сделаем этот самолет самым легким, и он будет летать лучше других самолетов.

Сказав так, мы снова принимаемся за работу, и вскоре самый легкий в мире самолет уже разбегается по полосе. Но, не успев взлететь, он развалился от легкого ветерка - оказался не прочен.

И так до бесконечности. Если мы захотим сделать самолет, способный летать дальше всех, то в нем не находится места для пассажиров, если самолет берет на борт самое большое число пассажиров, то горючего ему хватает только на то, чтобы с огромным трудом перемахнуть через забор в конце аэродрома, и т.д. Где же выход?

Для того чтобы найти выход, прежде всего, нужно смириться с одной простой мыслью: **МЫ НИКОГДА НЕ СМОЖЕМ СОЗДАТЬ ТАКУЮ МАШИНУ, У КОТОРОЙ ВСЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЫЛИ БЫ САМЫМИ ЛУЧШИМИ, НО МЫ МОЖЕМ СОЗДАТЬ МАШИНУ С САМЫМ ЛУЧШИМ СОЧЕТАНИЕМ ХАРАКТЕРИСТИК.**

Дело в том, что многие характеристики подобны двум половинам одной веревки: тянешь за одну половину, надеясь увеличить ее длину, - вторая половина тут же укорачивается. Поясню на примере. Существуют два очень важных для каждого самолета понятия: устойчивость и управляемость. Устойчивость - это стремление самолета сохранять положение равновесия, а управляемость - это возможность это положение равновесия изменять. Получается так, если мы делаем самолет с большой устойчивостью, то им трудно управлять, а если у него будет хорошая управляемость, то он неустойчив.

Выход заключается в том, что прежде, чем мы будем делать самолет, мы должны понять, для чего он предназначен.

Если, скажем, самолет будет перевозить пассажиров на большие расстояния, то его лучше сделать более устойчивым, поскольку ему в полете не требуется выполнять различные фигуры пилотажа. А если же мы создаем самолет-истребитель, то нам просто необходимо сделать его хорошо управляемым, т.к. в воздушном бою жизнь пилота зависит от того, как быстро он сможет выполнить ту или иную фигуру, выходя из-под удара противника. Большая устойчивость в этом случае не только не нужна, она просто опасна.

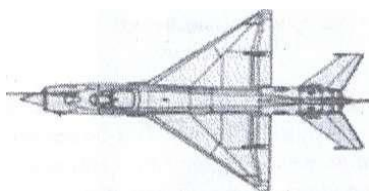
### **Что такое аэродинамическая схема?**

Схема самолета определяется формой и взаимным расположением его частей. От нее зависят его аэродинамические, тактико-технические и эксплуатационные свойства.

Схемы самолетов различаются по разным признакам: по типу корпуса; по количеству, форме и расположению крыльев; по числу и характеру размещения двигателей; по схеме шасси; и т.д. Аэродинамическая схема самолета определяется по местоположению оперения относительно крыла. Выбор аэродинамической схемы влияет на продольную (т.е. в направлении нос - хвостовая часть) устойчивость самолета.

Специалисты выделяют три основные аэродинамические схемы: классическую, «утка» и «бесхвостка». Ниже будет подробнее рассказано о каждой из них.

Классическая схема. Ее иногда еще называют схемой Пено, по имени изобретателя. В этой схеме стабилизатор находится позади крыла (если смотреть по направлению полета). Она получила самое широкое распространение в мире благодаря тому, что позволяет наиболее просто обеспечить продольную устойчивость.

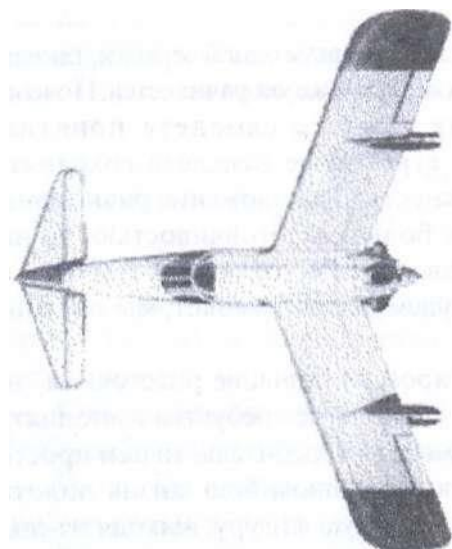


Истребитель МиГ-21

По этой схеме построено немало отличных самолетов, хотя ей присущи некоторые недостатки: во-первых, приходится жертвовать частью подъемной силы для обеспечения устойчивости; а во-вторых, на некоторых режимах полета вихри, сходящие с крыла, встречают на своем пути стабилизатор и начинают раскачивать его (это явление называется бафтинг), что приводит к разрушению самолета.

### Схема «утка».

Представь себе самолет классической схемы, летящий задом-наперед. Это и есть самолет, выполненный по схеме «утка». (Правда, надо сказать, что это не совсем так. Киль у самолета - «утки», все же обычно находится сзади).



Экспериментальный самолет  
МиГ-8

Впервые схему «утка» применили братья Райт на своем самолете «Флайер». В этой схеме их привлекли два момента: во-первых, более эффективное управление самолетом с помощью горизонтального оперения, а во-вторых, добавочная подъемная сила, на этом оперении возникающая.

«Флайер» был первым взлетевшим летательным аппаратом тяжелее воздуха. Это произошло в 1903г.

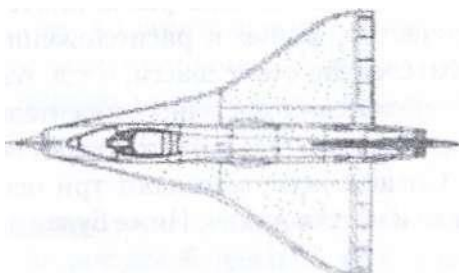
В дальнейшем некоторые конструкторы в разных странах также обращались к этой схеме, но дальше экспериментов дело не пошло. Сказался самый большой недостаток «утки» - продольная неустойчивость.

Прошло много лет. В 70-х - 80-х годах к ним снова вспыхнул интерес.

«Да, самолет «утка» неустойчив, - рассуждали конструкторы - но зато он обладает высокой маневренностью, а это очень важное качество для истребителя».

Многие перспективные истребители выполнены по этой схеме. Продольная устойчивость в них достигается за счет применения автоматических систем управления.

#### Схема «бесхвостка».



Экспериментальный самолет  
Миг-Аналог

По замыслу изобретателя применение схемы «бесхвостка» позволит существенно снизить вес самолета за счет полного отказа от горизонтального оперения. А, кроме того, можно пойти и дальше: вообще отказаться от фюзеляжа. Тогда аэродинамическое сопротивление самолета существенно снизится, а пассажиров и грузы можно разместить внутри крыла (такая схема называется «летающее крыло»). Тем более что имеется превосходный природный аналог - семя тропического растения дзанония. Оно, сорвавшись с ветки, способно планировать на

значительное расстояние.

Но оказалось, что «бесхвостки» обладают двумя принципиальными недостатками, которые вполне способны свести на нет присущие этой схеме достоинства. Первым из этих недостатков является продольная неустойчивость.

Можно добиться, чтобы «бесхвостка» была устойчивой в каком-то одном режиме полета, но заставить ее быть устойчивой на всех режимах (или, по крайней мере, в большинстве) практически невозможно. Вторым недостатком этой схемы являются трудности в управлении этим самолетом и большее сопротивление (об этом позднее).

Эти недостатки весьма охладили пыл конструкторов, и длительное время «бесхвостки» строились в основном только ради экспериментов. Но полеты со сверхзвуковой скоростью потребовали новых решений, и эта схема пришлась как нельзя кстати, многие реактивные самолеты строились именно по схеме «бесхвостка».

Ну а теперь практическая работа.

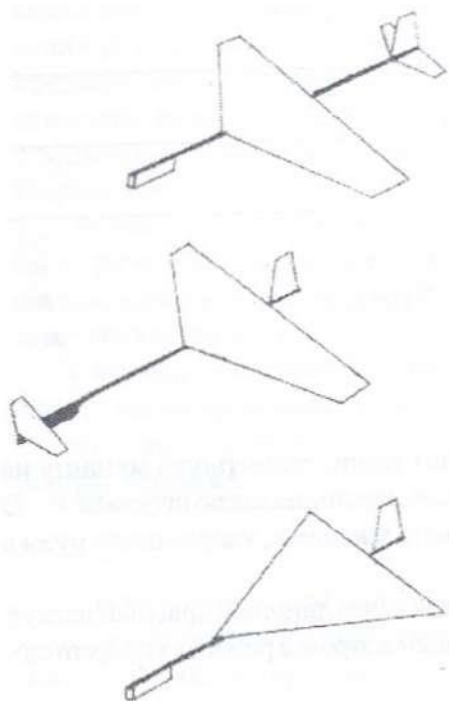
#### Практическая работа 5

Цель работы: показать различия между основными аэродинамическими схемами: нормальной, «уткой» и «бесхвосткой».

Модель планера нормальной схемы у нас уже есть (см. работу 3), теперь изготовим по рисунку к практической работе модели схем «утка» и «бесхвостка». Размеры и форму несущих поверхностей рекомендуется брать такими же, как и у планера нормальной схемы. Исключение составляет крыло планера схемы «бесхвостка», оно имеет треугольную форму, поэтому его размеры могут быть произвольными, но должно соблюдаться одно условие: площадь крыла должна быть равна 8600 кв. мм. (концевую хорду можно принять равной 0). Технология изготовления описана в работе 3.

#### ХОД РАБОТЫ:

1. Произвести несколько запусков планера нормальной схемы, передвигая крыло, добиться



нормального полета и отметить положение центра тяжести. Где находится центр тяжести? (под крылом, перед крылом, позади крыла) \_\_\_\_\_

2. То же самое проделать с планером схемы «утка». Где находится центр тяжести? \_\_\_\_\_

То же самое проделать с планером схемы «бесхвостка». Где находится центр тяжести? \_\_\_\_\_



Су-37 выполнен по пока еще редкой аэродинамической схеме - «тандем»

ВЫВОД: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

—