

# Механизация крыла

## Общие сведения

К основным взлетно-посадочным характеристикам относятся: скорость от (V<sub>омр</sub>) , скорость посадки (V<sub>пос</sub>), скорость захода за посадку (V<sub>зах.пос</sub>), длина ребра разбега (L<sub>р</sub>), длина пробега (L<sub>пз</sub>), взлетная дистанция (L<sub>взл</sub>), посадочная дистанция (L<sub>пос</sub>).

Они зависят от:

- аэродинамических свойств крыла (планера) самолета,
- наличия и свойств изменения продольного ускорения самолета,
- Наличия средств обеспечения вертикальной тяги.

Классификация средств для улучшения взлетно – посадочных характеристик представлена на рисунке 1



Рисунок 1 Классификация средств улучшающих взлетно – посадочные характеристика самолета

## Механизация крыла

Механизация крыла – устройства для изменения аэродинамических свойств крыла.

К ним относится:

- устройства для увеличения несущей способности крыла при взлете посадки
- устройства для увеличения лобового сопротивления при пробеге и гасители подъемной силы.

### Принципы увеличения несущей способности крыла

- увлечение кривизны профиля, что приводит к смещению кривой  $C_y=f(\alpha)$  влево и увеличения до известных пределов  $C_{y\max}$ ,
- увеличение площади крыла,
- отсос пограничного слоя (ПС),
- сдув пограничного слоя,
- увеличение циркуляции за счет уменьшения стреловидности в полете.

### Механизация, увеличивающая несущую способность крыла

**Щитки** – это отклоняемая вниз часть нижней поверхности крыла, расположенная вдоль его задней кромки (рис. 2 а). Прирост подъемной силы происходит за счет увеличения эффективной кривизны профиля. Кроме того, происходит отсос пограничного слоя верхней поверхности крыла в зону разрежения между крылом и щитком, что также повышает  $C_{y\max}$  и несколько уменьшает  $\alpha_{кр}$ .

Более эффективными являются выдвижные щитки, так как отклонение их вниз с одновременным смещением к задней кромке крыла увеличивает площадь крыла (рис. 2 б). Конструкция выдвижных щитков более сложная.

Отклоненные щитки существенно увеличивают сопротивление самолета, поэтому на взлете приходится отклонять их на меньший угол, хотя этим и снижается  $\Delta C_y$ . На стреловидных крыльях щитки не принимаются, так как увеличение угла стреловидности резко снижает  $\Delta C_y$ .

**Закрылки** – это хвостовая часть крыла, отклоняемая вниз. Эффективность крыла с простыми закрылками (рис. 2 в) сравнительно невелика, так как  $\Delta C_{y_{max}}$  рост происходит только за счет изменения кривизны исходного профиля.

При отклонение щелевых закрылков (рис. 2 г, е) между ними крылом образуется профилированная щель.

Выдвижной щелевой закрылок (рис. 2 д) увеличивает также площадь крыла. Щелевые закрылки можно и на взлете. При небольших углах отклонения у  $C_y$  эчение вызывает  $\Delta C_{y_{max}}$  прирост. При увеличении угла отклонения эффективность закрылков возрастает. Однако при больших углах отклонения однощелевых закрылков (более  $40^\circ$ ) возникает срыв потока, проводящий к падению и могущий вызвать тряску. Поэтому на большинстве современных гражданских самолетов принимаются высокоэффективные двух щелевые и трех щелевые закрылки, работающие без срыва потока до углов отклонения  $50...60^\circ$  (рис. 2 е).

Использование закрылков всех типов приводит к некоторому снижению критического угла атаки.

**Предкрылки** – располагаются вдоль передней кромки крыла, образуя при выпуске профилированную щель (рис. 2 ж), обеспечивающую более устойчивое обтекание крыла на больших углах атаки.

Собственная подъемная сила подкрылка обслуживает образование за ним заметного схода потока. Срыв и увеличение скорости пограничного слоя препятствуют срыву потока и приводят к

$C_{y_{max}}$  и  $\alpha_{крит}$  крыла. Концевые подкрылки обеспечивают эффективность элеронов на больших углах

атаки. Кроме того, увеличивая  $C_{y_{max}}$  концевых участков крыла, они ограничивают потери подъемной силы, когда начинается срыв потока с его корневой части. У крыла с положительной стреловидностью (с тенденцией к концевому срыву потока) предкрылки гелеобразно устанавливают на большей части размаха крыла. Различают предкрылки фиксированные, автоматические  $C_{y_{max}}$  и  $\alpha_{крит}$  авляемые.  $C_y$

Разновидности предкрылок являются передние щитки, отклоняемые на  $120...150^\circ$  (предкрылки Крюгера), с простой конструкцией (рис. 2 з). Они увеличивают кривизну носовой связи профиля крыла и повышают  $C_{y_{max}}$ . Однако достигнутый при помощи этих средств  $C_{y_{max}}$  довольно резко снижается при превышении  $\alpha_{крит}$ . Отклоняемые носки устанавливаются на крыльях, где

Обычно предкрылки используют совместно со щитками или закрылками, что дает увеличение  $C_{y\ max}$  без большого расхода  $\alpha_{крит}$  (кривая 9 рис. 3 б).

**Зависающие элероны.** Площадь, занимаемая закрылками обычно ограничена. Для компенсации этого на легких самолетах принимают «зависающие» элероны или элероны – закрылки, которые могут дополнительно брать  $\delta_z < \delta_{пред}$  угол  $\delta_{пред} < \delta_{крит}$ , где  $\delta_{пред}$  – предельный угол отклонения элерона, еще не приводящий к срыву потока  $\delta_{пред} - \delta_z$  углов, определяет отклонение элеронов – закрылков как элеронов и должна обеспечивать требуемую поперечную управляемость.

Функции элеронов – закрылков могут выполнять флапероны – элероны, хвостовые части которых отклоняются, как закрылки.

В таблице 1 приведены некоторые аэродинамические характеристики для различных видов механизации при размещении  $\alpha_{крит}$  всем  $C_{y\ max}$  на  $C_x$  стреловидн  $C_{y\ max}$  ыла, имеющего удлинение  $\lambda=6$ , относительную толщину  $c=0,17$ ,  $\delta_{пред}=17^\circ$ ,  $\delta_{крит}=1,4$ ,  $\delta_z=0,14$  (при  $\delta_z=0$ ). Относительная хорда закрылков щитков  $b=0.3$  предкрылков – 0.05.

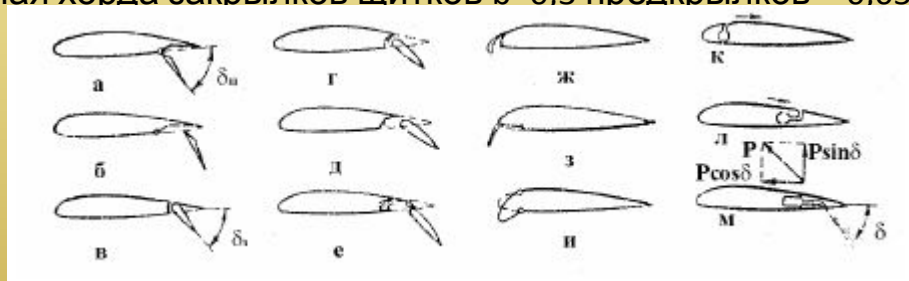


Рисунок 2 Виды механизация крыла, повышающие  $C_y$

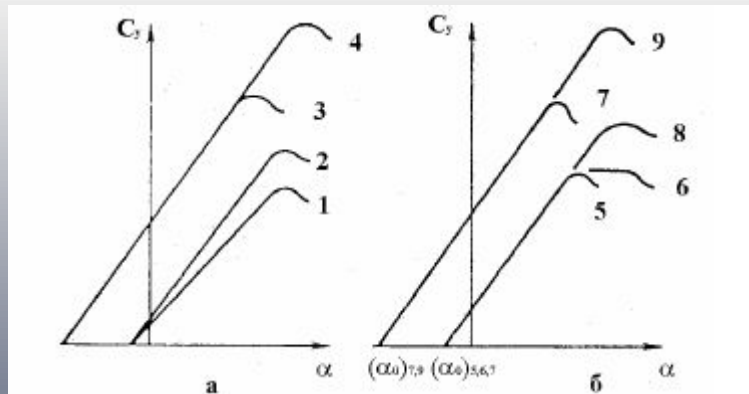


Рисунок 3 зависимости  $C_y = f(\alpha)$  для крыльев с различными принципами механизации (а) и различными видами средств механизации (щитки и закрылки установлены на части крыла, незанятой элероном) (б): 1 – для исходного крыла; 2 – при увеличении площади крыла; 3 – при увеличении кривизны профиля; 4 – при затягивание срыва потока; 5 – для крыла без механизации; 6 – для крыла с концевым предкрылком; 7 – для крыла с закрылком; 8 – для крыла с предкрылком по всему размаху; 9 – при совместном использовании предкрылка и закрылка.

Виды механизации	$\delta_{опт}^0$	$\alpha_{крит}^0$	$\Delta C_{у,мах}$	$C_x$ при $C_{у,мах}$
Щиток				
- простой	50	14	0,87	0,05
- выдвигной	60	13	1,10	0,06
Закрылок				
- простой	45	12	0,66	0,02
- щелевой	45	18	0,70	0,01
- выдвигной	40	13	1,54	0,01
однощелевой				
- выдвигной	60	12	1,7	0,005
двухщелевой				
Предкрылок	-	28	0,4	0,02
Выдвигной щелевой закрылок предкрылок	60	24	1,95	0,045

Примечание:  $\delta_{опт}$  - оптимальный угол отклонения щитка или закрылка, при превышении которого интенсивно рас

$\Delta C_{у,мах}$  и  $C_x$  даны для  $\delta_{опт}$ .

Большинство средств механизации обычно размещаются в центральной части крыла, свободной от элеронов. Чем больше участок площади крыла, на обтекание которого они влияют, тем выше их эффективность. увеличивается при большом  $\eta$  крыла и за счет наплывов.



## Механизация, увеличивающая лобовое сопротивление и уменьшающая подъемную силу

Аэродинамические тормоза или тормозные щитки – щитки, расположены над или под крылом, реже на фюзеляже, отклоняемые для уменьшения пробега.

Интерцепторы (спойлеры)- щитки, расположены на верхней поверхности крыла, при отклонении которых увеличивается  $C_x$  и одновременно уменьшается  $C_y$  за счет возникающего при отклонении его срыва потока (рис. 4)

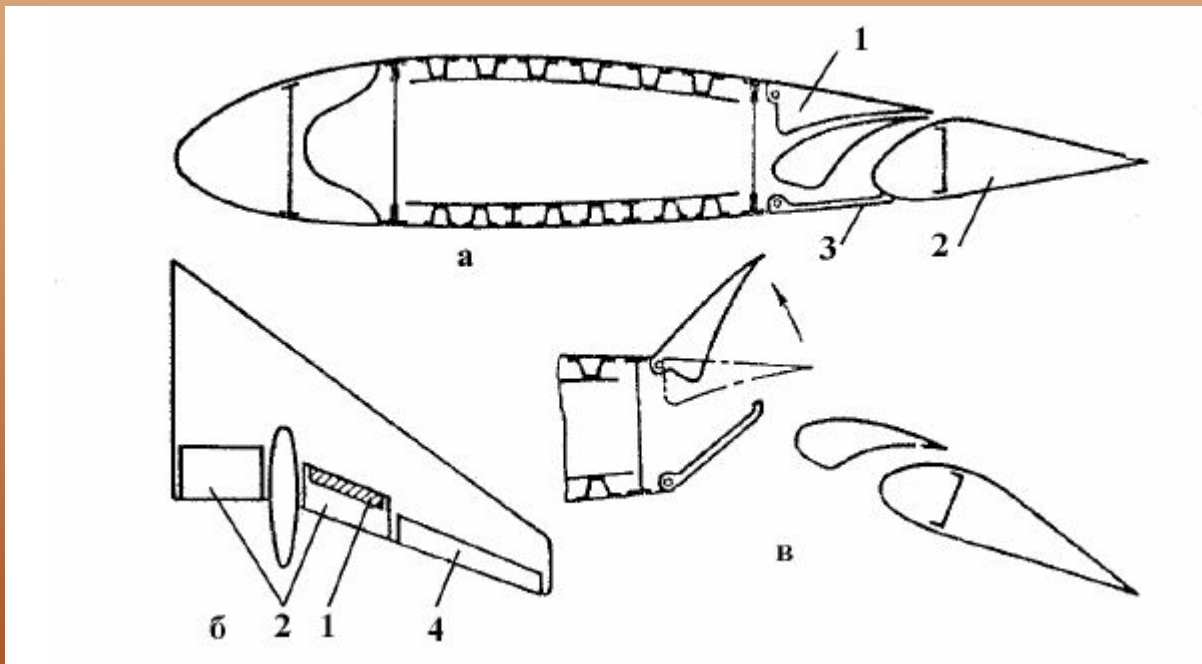


Рисунок 4 размещение интерцептора и других средств механизации на крыле (а,б) и схема открытия интерцептора (в): 1 – интерцептор; 2 – закрылок; 3 – подвижная створка; 4 – элерон.

Они используются для для увеличения угла снижения, а также как гасители подъемной силы при приземлении, что сказывается на эффективности торможения колес. В ряде случаев интерцепторы используются для поперечного управления самолетом, когда они работают совместно с элеронами при достаточно большом угле отклонения последних.

### Средства увеличения продольного ускорения

Эти средства не влияют на скорость отрыва, но приводят к уменьшению времени и дистанции разбега. К ним относятся:

- форсирование двигателей при разбеге дополнительным впрыском топлива,
- применение стартовых ускорителей.

Перечисленные средства в гражданской авиации применяются редко.

### Средства уменьшения продольного ускорения

Кроме средств механизации, служащих для этой цели, используются:

- тормозные парашюты,
- реверс тяги – устройство, позволяющее изменить направление тяги двигателей (рис. 4.1), тот же эффект достигается переводом лопастей винта на отрицательные углы атаки.

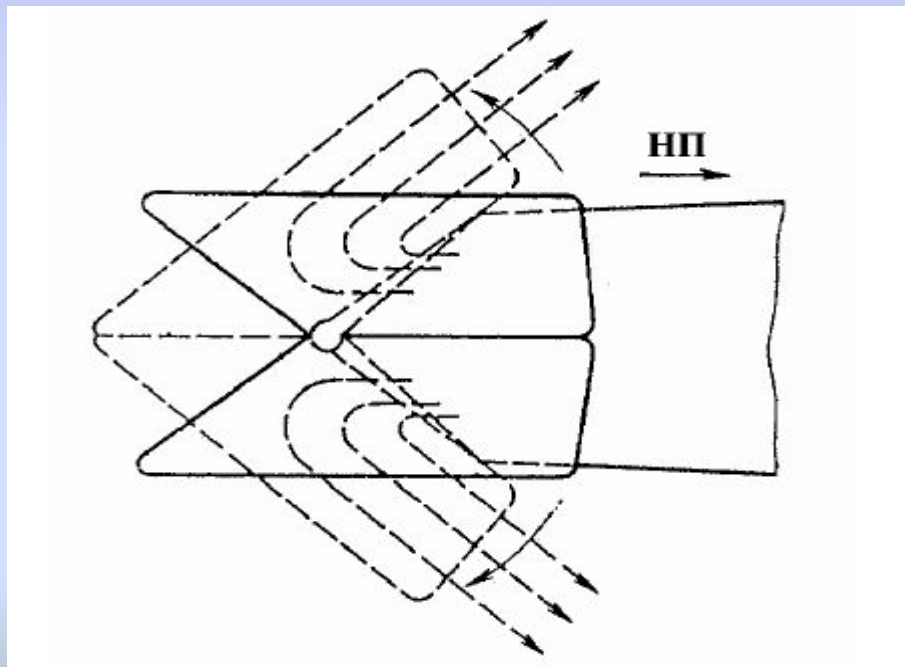


Рисунок 4.1 схема реверса тяги

- Торможение колес, которое является основным средством гашения поступательной скорости самолета.

### **Особенности конструкции нагрузки средств механизации крыла**

Крыло современных гражданских самолетов имеет мощную механизацию по передней и задней кромкам. В качестве примера приводится схема крыла самолета (рис. 5)

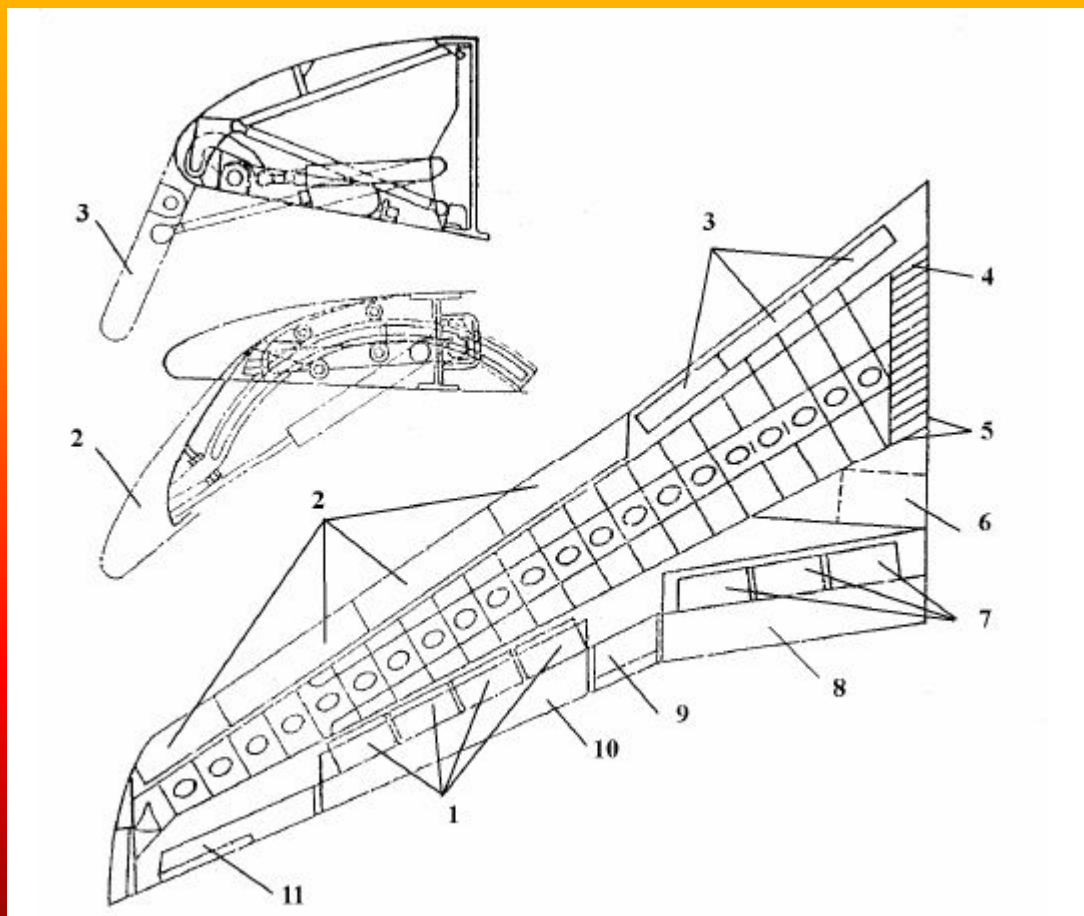


Рис. 5 схема крыла и конструкция предкрылков самолета: 1 – интерцепторы, служащие для управления полета; 2 – щелевые предкрылки; 3 – щитки Крюгера; 4 – передний лонжерон; 5 – задний лонжерон; 6 – люк главных опор шасси; 7 – спойлеры – воздушные тормоза; 8 – внутренний щелевой закрылок; 9 – внутренний элерон; 10 – внешний двухщелевой закрылок; 11 – внешний элерон.

Оно имеет щитки Крюгера 3 в корневой части крыла, предотвращающие выход на закритические углы атаки, предкрылки 2 двухщелевые закрылки 8, 10, увеличивающие несущую способность крыла; интерцепторы 1 для управления в полете спойлеры – воздушные тормоза 7.