

*Белова С.Е., кандидат технических наук,  
доцент кафедры «Авиационные двигатели»,  
Рыбинский государственный авиационный технический университет  
имени П.А. Соловьёва,  
Россия, г. Рыбинск*

*Нахджаван Р.Д.,  
студент,  
2 курс, факультет «Авиадвигателестроение»,  
Рыбинский государственный авиационный технический университет  
имени П.А. Соловьёва,  
Россия, г. Рыбинск*

## **ПОВЫШЕНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СОВЕРШЕНСТВА БОМБОВОГО ОТСЕКА БОМБАРДИРОВЩИКА**

***Аннотация.** В статье дана оценка аэродинамических особенностей существующих конструкций люка, описан характер взаимодействия вторичных течений, возникающих на створках и турбулентного потока, генерируемого передним краем люка. Предложена новая конструкция створок, данная разработка актуальна для перспективных самолетов стратегической авиации.*

***Ключевые слова:** бомбардировщик, самолет, бомбовый отсек, бомболок, аэродинамика, турбулентность, авиация, аэродинамическое совершенство.*

***Annotation.** The aerodynamic features of existing bomb bay doors designs are estimated, the nature of the interaction of secondary flows arising on the bomb bay doors and the turbulent flow generated at the front edge of the bomb bay. A new design of the bomb bay doors is proposed; this innovation is relevant for promising strategic aircrafts.*

***Keywords:** bomber, aircraft, bomb bay, aerodynamics, turbulence, aviation, aerodynamic perfection.*

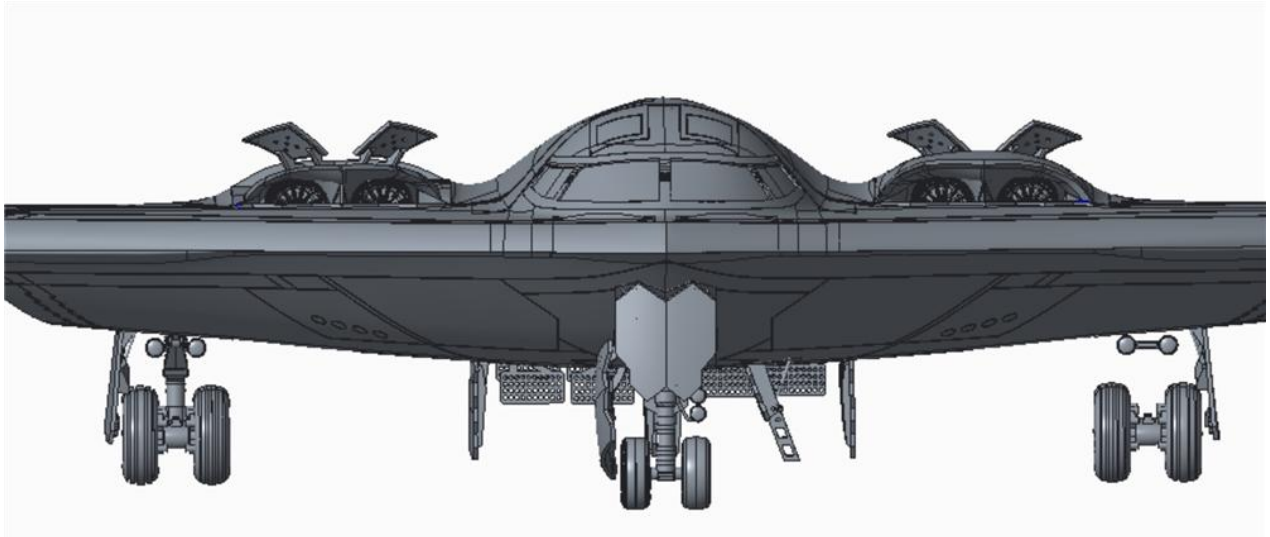
Аэродинамическое совершенство самолета, бомбардировщика в частности, складывается из многих составляющих, среди которых немаловажное значение имеет обтекание фюзеляжа и открытого бомбового отсека.

Бомбовый отсек – это отсек сбрасываемого вооружения самолета-бомбардировщика, в нем располагаются свободнопадающие бомбы. Для обеспечения возможности сбрасывания бомб в конструкции бомбового отсека предусмотрены дверцы-створки, которые открываются, обеспечивая возможность бомбам покинуть отсек и направляться по определенной траектории к цели.

У существующих моделей бомбардировщиков створки бомбового отсека располагаются на нижней части фюзеляжа, открываются наружу и в открытом состоянии располагаются под определенным углом к миделевому сечению фюзеляжу самолета.

Такая конструкция створок используется с самого начала применения самолетов для перевозки бомбового вооружения, т.е. бомбардировщиков, – с 10-20 годов 20 века. Конструкция створок в своей основе практически не претерпела изменения – такую конструкцию имеет, например, бомбардировщик Т-95, построенный в середине 50-х и успешно эксплуатирующийся по настоящее время.

При переходе на технологии малозаметности боевых самолетов, из их конструкций «ушли» многие элементы, отражающие радиосигнал. Но открывающиеся перпендикулярно образующей фюзеляжа створки остались (рис. 1), несмотря на то, что они демаскируют боевую машину. Таким образом, при открытии бомболюков он виден не только высокочастотными, но и обычными радарными, а значит, после «засечки» может быть легко сбит [1].



*Рисунок 1. Модель бомбардировщика, выполненного по технологии «steals», с открытыми дверцами бомболюка*

Наиболее часто встречающиеся конструкции створок бомбового отсека показаны в научном отчете «Wind tunnel investigation of bomb-bay configurations intended to minimize the tumbling of light-weight bombs» (NACA, USA, 1947 г.) [2, с. 12-13].

Следующим этапом развития конструкции створок стали складные створки, различные концепции которых описаны в патентах [3, 4]. Конструкция створок отличается тем, что их поверхность образована сочлененными друг с другом и взаимоподвижными элементами, что позволяет створке складываться определенным образом в момент раскрытия. Описываемые створки в открытом состоянии располагаются под фюзеляжем и активно взаимодействуют с набегающим потоком (рис. 2). С позиций аэродинамического совершенства это более удачная конструкция, но при её реализации также увеличивается сопротивление самолета и растет турбулентность в полости бомбового отсека, которая влечет за собой неконтролируемое смещение траектории падающей бомбы и снижение точности её попадания в цель.

Если рассмотреть аэродинамику обтекания открытого бомболюка, то становятся очевидными два фактора. Во-первых, створки вносят свой вклад, хоть и весьма небольшой, в увеличение коэффициента сопротивления самолета.



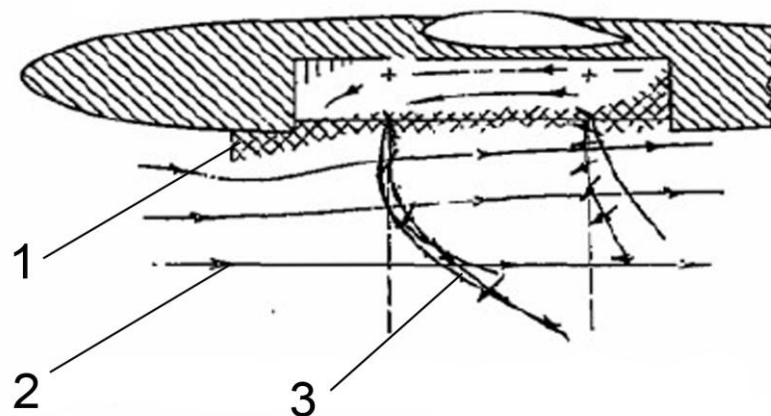
*Рисунок 2. Примеры складных створок бомболюка, фото с сайта [5]*

Принимая во внимание модель обтекания потоком плоской пластины, минимальное сопротивление соответствует нулевому углу атаки пластины и равномерному её обтеканию набегающим потоком. Но реальное расположение створок не соответствует этим условиям, поэтому, створки имеют некоторое сопротивление. Вместе с этим, на их поверхностях генерируются турбулентные течения, срывающиеся в основной поток, взаимодействующие с ним, усиливающие нестационарность потока на срезе открытого отсека и вызывающие вибрации консольно расположенных створок. На основании проведенных экспериментов известно [2, с.27-33], что обтекание основным потоком переднего края открытого люка также вызывает появление значительного турбулентного течения.

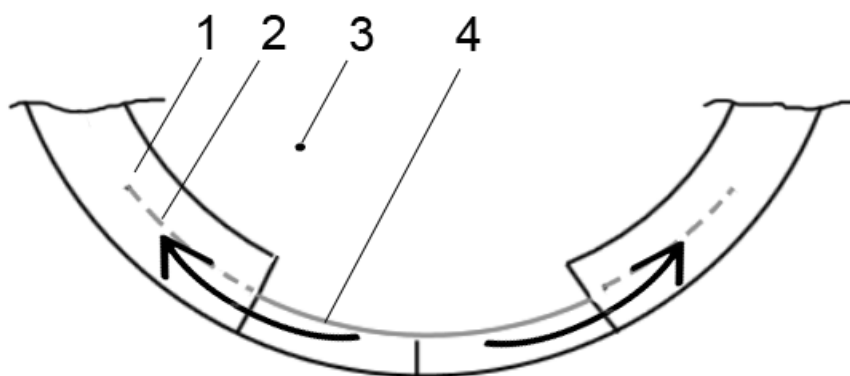
Во-вторых, пограничный слой, срывающийся с внутренних поверхностей створок, неизбежно вступает во взаимодействие с турбулентным течением, возникающим за передней кромкой открытого люка (рис. 3.). Из-за этого происходит усиление турбулентного течения. Рост степени турбулентности и увеличение масс, вовлеченных в турбулентный поток в условиях нестационарного течения в бомбовом отсеке [6, с.19-21] неизбежно сказывается на динамике падающей бомбы, изменяя её траекторию и нарушая точность бомбометания.

Для устранения вышеописанных недостатков предлагается конструкция створок бомбового отсека (рис. 3), которые раздвигаются в стороны и,

открываясь, попадают в специальные полости, находящиеся внутри корпуса фюзеляжа самолета. Тем самым раздвигающиеся в стороны створки обеспечивают снижение коэффициента сопротивления самолета. Такая конструкция позволяет избежать дополнительной турбулизации потока в области бомбового отсека, т.к. в момент раскрытия люка отсутствуют попадающие в поток поверхности, на которых генерируются мощные вихревые образования.



**Рисунок 5. Схема обтекания открытого бомболюка:**  
**1 – турбулентное течение, 2 – линии тока набегающего потока, 3 – смещение траекторий падения бомб [2, с. 30]**



**Рисунок 6. Схема обтекания открытого бомболюка:**  
**1 – полости в фюзеляже для размещения раздвижных створок, 2 – положение створок при открытом люке, 3 – бомболюк, 4 – положение створок при закрытом люке.**

Таким образом, конструкция позволяет снизить степень отклонения бомбы при падении из бомбового отсека. Также, задвигаясь внутрь корпуса, створки не повышают радиозаметность самолета в момент бомбометания, что, несомненно, важно для стратегической авиации.

Концепция конструкции и принцип действия раздвижных створок заключаются в следующем. Перед бомбометанием створки бомбового отсека раздвигаются в стороны, убираясь в полости, расположенные в фюзеляже.

Створки состоят из соединенных между собой пластин, сконструированных таким образом, чтобы створка могла по дугообразным направляющим задвигаться в соответствующую полость в нижней части фюзеляжа. Таким образом, створки в раскрытом состоянии полностью убираются, не выступая наружу, не взаимодействуя с основным потоком и не создавая дополнительных вихревых образований, вызывающих потери и неконтролируемое смещение траектории падения бомбы.

#### **Использованные источники:**

1. Божов О. Запасной план: почему технологии «стелс» зашли в тупик. «ТВ «Звезда» [Электронный ресурс]. - <https://tvzvezda.ru/news/forces/content/201604090848-7wy7.htm>

2. Kuhn, R.E., Polhamus, E.C. Wind tunnel investigation of bomb-bay configurations intended to minimize the tumbling of light-weight bombsю – NACA, USA. –1947. – 48 p.

3. патент US6385910B1– [Электронный ресурс] <https://patents.google.com/patent/US6385910>

4. патент US2604281A – [Электронный ресурс] <https://patents.google.com/patent/US2604281A/en>

5. Святая святых бомбардировщика. – Warspot [Электронный ресурс] – <https://warspot.ru/808-svyataya-svyatyh-bombardirovshika>

6. Rossiter, J.E., Kurn, A.G. Wind tunnel measurements of the unsteady pressures in and behind a bomb bay. – London, Majesty’s stationery office. –1965.