

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель Генерального директора
по разработке АТ,

Директор Инженерного центра,

Главный конструктор МС-21

ПАО «Корпорация «Иркут»



К.Ф. Попович

«20» _____ 2019 г.

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертационной работы Н.Н. Брагина
на тему «Особенности развития трехмерного отрыва
пограничного слоя на стреловидных крыльях. Определение
границы начала бафтинга $Su_{баф}$ », представленной
на соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук по специальности 01.02.05 –
«Механика жидкости, газа и плазмы»**

Диссертационная работа Брагина Николая Николаевича посвящена актуальной научно-технической задаче по определению и развитию трехмерного отрыва пограничного слоя на стреловидных крыльях. Важность исследованного режима обусловлена необходимостью определения предельно допустимых режимов крейсерского полета магистральных и транспортных самолетов с целью обеспечения их транспортной эффективности при высоком уровне безопасности полетов.

У современных пассажирских и транспортных самолетов, оптимизированных для полета с большими дозвуковыми скоростями, при которых реализуется трансзвуковое обтекание стреловидных крыльев, углы атаки крейсерского полета близки к условиям начала бафтинга и сваливания. Снижение же угла атаки от его оптимального значения с целью увеличения запаса до начала сваливания и до начала бафтинга может привести к увеличению расхода топлива и к снижению экономической эффективности перевозок. Поэтому для самолетов со стреловидными суперкритическими крыльями актуальными стали вопросы определения развития отрыва

пограничного слоя и, как следствие, появления трансзвукового бафтинга, с целью уточнения запасов по углам атаки на основных крейсерских режимах полета.

Актуальность темы работы определяется необходимостью удовлетворять повышенным требованиям транспортной эффективности, одновременно с сохранением необходимого уровня безопасности полетов в процессе проектирования и создания новых магистральных пассажирских и транспортных самолётов.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- выработана методика расчета аэродинамических характеристик на режимах обтекания крыла близких к началу трехмерного отрыва пограничного слоя при трансзвуковых скоростях полета;
- исследованы особенности обтекания стреловидных крыльев большого удлинения, спроектированных с современными сверхкритическими профилями.
- исследовано влияние основных геометрических параметров крыла самолета на величины коэффициента подъемной силы и соответственно угла атаки начала бафтинга;
- предложена методика определения начала бафтинга стреловидных крыльев большого удлинения с суперкритическими профилями на основе расчета развития трехмерного пограничного слоя.

Достоверность результатов, полученных в численных исследованиях, обосновывается сравнением с большим количеством экспериментальных данных, полученных как весовыми, так и визуальными методами анализа, а также сравнением с результатами летных испытаний.

Практическая значимость работы состоит в том, что:

- результаты исследований расширяют представление о начале режима отрыва на стреловидном крыле и позволяют моделировать этот режим на предварительном этапе проектирования самолета;
- разработана методика определения границы начала бафтинга для стреловидных дозвуковых крыльев пассажирских самолетов;
- результаты исследований использованы при определении летных характеристик самолетов SSJ-100 и MC-21;
- получены расчётно-экспериментальные зависимости, позволяющие определять начало бафтинга на этапе аэродинамического проектирования для стреловидных сверхкритических крыльев.

К недостаткам работы можно отнести следующее:

- Отсутствует оценка влияния упругости на особенности развития трехмерного отрыва пограничного слоя на стреловидных крыльях.
- Отсутствует оценка влияния положения двигателя на величину начала бафтинга.
- В автореферате не выделены основные отличия разработанной автором методики от используемых методик определения бафтинга.
- Большинство выводов, изложенных в автореферате, носят общий характер и не всегда раскрывают конкретные результаты, полученные автором.

Работа прошла достаточную апробацию при проектировании нескольких компоновок пассажирских самолетов, и ее основные результаты опубликованы в печатных изданиях.

Автореферат позволяет заключить, что диссертационная работа выполнена на достаточно высоком научном уровне, ее содержание полностью отвечает требованиям п.9 «Положения о присуждении учёных степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель **Брагин Николай Николаевич** заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы».

Начальник отдела ПАО «Корпорация «Иркут»

« 18 » ноября 2019  Матросов Александр Анатольевич
Ведущий инженер-конструктор ПАО «Корпорация «Иркут», доктор технических наук (20.02.14), профессор

« 18 » мая 2019  Левицкий Сергей Владимирович
Ведущий инженер-конструктор ПАО «Корпорация «Иркут», кандидат технических наук (20.02.15), доцент

« 16 » ноября 2019  Икранныков Евгений Демьянович

Данные об организации:

ПАО «Корпорация «Иркут», 125315 Россия, г.Москва, Ленинградский пр., д.68.

Email: office@irkut.com, <https://www.irkut.com> Тел. +7 (495) 777-21-01

отдел Аэродинамического проектирования Инженерного центра