

## ОТЗЫВ

научного руководителя зав. лаб, д.ф.-м.н. Козлова Виктора Владимировича на диссертацию Каприлевской Валерии Станиславовны «Исследование возникновения и развития продольных вихрей и их вторичной неустойчивости на модели летающего крыла» представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы

В авиации широкое распространение получили стреловидные и скользящие крылья, сценарий ламинарно-турбулентного перехода на которых отличается многообразием механизмов. Несмотря на высокую сложность разработки ламинаризованного профиля, именно увеличение области течения с ламинарным режимом течения имеет потенциал для снижения сопротивления летательного аппарата. В работах предшественников, внимание уделялось исследованию влияния распределенной шероховатости поверхности и регулярно расположенных элементов шероховатости. Поскольку в области благоприятного градиента давление волны Толлмина - Шлихтинга затухают, то эта область, для скользящих крыльев, не привлекала внимания исследователей. Однако, в жизни ситуация осложняется наличием как уединенных элементов шероховатости на поверхности модели летающего крыла так и двумерных ступенек (насекомые, разбивающиеся о переднюю кромку крыла, грязь, снег) происхождения, так и двумерных ступенек (стык предкрылка и крыла), когда образуются продольные структуры на которых развиваются вторичные возмущения приводящие к переходу к турбулентности.

В диссертационной работе Каприлевской В. С. вскрыты физические механизмы, приводящие к ламинарно-турбулентному переходу за уединенным двумерной и трёхмерной шероховатостью на модели летающего крыла. Результаты, полученные в работе, являются новыми и получены с использованием апробированных методик.

В диссертации решались следующие задачи:

1. Адаптация методики жидкокристаллической термографии и методики определения области максимальной восприимчивости для исследований на модели трапециевидного летающего крыла.
2. С помощью термоанемометрии исследование течения и внутреннего строения продольных структур за трехмерными элементами шероховатости.
3. Изучение влияние распределенного отсоса пограничного слоя через мелкоперфорированную поверхность на течение, формирующееся за элементом шероховатости.

Наиболее существенные научные результаты диссертации состоят в следующем:

1. Адаптирована методика жидкокристаллической термографии для исследования процесса ламинарно-турбулентного перехода на скользящем крыле и

модели трапециевидного летающего крыла (при натуральных скоростях полёта и числах Рейнольдса).

2. Отработана методика обнаружения области максимальной восприимчивости продольных структур к шероховатости на передней кромке скользящего крыла и модели трапециевидного летающего крыла (при натуральных скоростях полёта и числах Рейнольдса).

3. Показано, что двумерная ступенька приводит к появлению периодических продольных структур на модели скользящего крыла.

4. Исследование течения на наветренной стороне модели летающего крыла с установленным на поверхности трехмерным элементом шероховатости и найдено:

а) продольная структура состоит из двух стационарных возмущений;

б) стационарные возмущения имеет разный размер, обусловленный наличием поперечного течения;

в) при движении вниз по течению размеры возмущений увеличиваются, а частотный состав пульсаций смещается в область низких частот, что хорошо согласуется результатами прежних работ.

5. Показано, что распределенный отсоса как при «естественных возмущениях» малых интенсивностей, так и на возмущениях, усиленных внешним акустическим полем, снижает в 5 раз интенсивность пульсаций скорости в следе за шероховатостью в случае «естественных возмущений» малых амплитуд и в 90 раз для усиленных внешним звуковым воздействием возмущений.

6. Воздействие распределённого по поверхности отсоса на течение внутри пограничного слоя за элементом шероховатости приводит к полному устранению неоднородности течения – стационарной продольной структуры. При этом ниже области отсоса пограничный слой становится ламинарным и однородным (двумерным) по размаху крыла, происходит реламинаризация начального турбулентного течения.

Диссертантка включилась в научную работу в лаборатории аэрофизических исследований дозвуковых течений, обучаясь на третьем курсе физического факультета Новосибирского Государственного Университета, в 2013 году. Часть научных результатов, включенных в диссертационную работу, были получены во время подготовки бакалаврской и магистерской работ, которые были защищены с оценкой «отлично». В 2013-2015 годах за отличную успеваемость диссертантка получала именную стипендию им. Ак. Струминского В.В. Диссертант имеет диплом «За лучший доклад» в конференциях ВНКСФ.

По теме диссертации опубликованы 34 работы, в том числе 6 в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК. В данных публикациях в должной мере отражены основные научные результаты работы.

Автор принимала непосредственное участие в подготовке и проведении экспериментов. Участвовала в обработке результатов визуализации и их оформлении к публикации. При её участии разработана методика определения области максимальной восприимчивости к положению элемента шероховатости на передней кромке модели летающего крыла. Автор принимала непосредственное участие в обработке, анализе и обсуждении с коллегами научных результатов и подготовке статей по результатам исследований. Полученные результаты были

опубликованы автором в рецензируемых научных журналах и доложены лично на конференциях, в том числе и международного уровня.

Диссертация оформлена в соответствии с требованиями Высшей Аттестационной Комиссии. Автореферат отражает наиболее существенные положения и выводы диссертационной работы. Считаю, что автор диссертации Каприлевская Валерия Станиславовна заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы».

Зав. лаб.,

Профессор, д.ф.-м.н.

Козлов В.В.

2021

Подпись В.В.  
17  
Федеральное государственное учреждение науки  
Института механики сплошной и прикладной механики  
им. С.А. Христиановича Сибирского отделения  
Российской академии наук