

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертацию Ле Ван Ха
«Метод снижения лобового сопротивления цилиндра
при наличии пластин вблизи его поверхности»,
представленную на соискание учёной степени
кандидата технических наук по специальности
1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы

Актуальность темы

Тема диссертации является *актуальной*, поскольку затрагивает важный вопрос, стоящий на стыке механики жидкости и газа и инженерных приложений – вопрос снижения сопротивления тел цилиндрической формы. Цилиндрическая форма является весьма характерной для элементов конструкций различных технических систем, взаимодействующих с потоком жидкости или газа. К таковым можно отнести стойки ветроэнергетических установок, трубы и другие высотные сооружения с круглым поперечным сечением, трубопроводы, элементы конструкций авиационной техники, к числу которых можно отнести цилиндрические стойки и подкосы крыла, стойки шасси легкомоторных самолетов и др. Самолеты сельхозавиации часто оборудуются цилиндрическими распылителями, размах которых соизмерим с размахом крыла или даже превышает его. Не вызывает сомнения, что для многих указанных конструкций, особенно авиационной техники, вопрос снижения сопротивления играет существенную роль.

Научная новизна

Представленная диссертация имеет научную новизну. К новым научным результатам можно отнести следующие положения:

- предложен новый пассивный метод снижения лобового сопротивления за счет установки дополнительных плоских пластин (дефлекторов) впереди цилиндра и одновременной установки разделительной плоской пластины позади цилиндра;

Входящий № 206-2147
Дата 19 МАР 2025
Самарский университет

- получены закономерности снижения лобового сопротивления от геометрических характеристик пластин, установленных вблизи цилиндра (относительных длин хорд, меридиональных углов установки, углов атаки).

Научная и практическая значимость результатов исследования

Научная значимость диссертации заключается в развитии пассивных методов снижения сопротивления цилиндрических тел за счет установки плоских пластин вблизи его поверхности.

Практическая значимость результатов исследования состоит в возможности использования полученных расчетных и экспериментальных оценок влияния различных геометрических параметров системы цилиндра – плоские пластины при проектировании различных технических устройств со сниженным лобовым сопротивлением.

Результаты, представленные в диссертации, могут представлять интерес для специалистов, занимающихся проектированием конструкций, цилиндрические элементы которых взаимодействуют с потоком (к примеру, в нефтегазовой отрасли, строительстве, авиационной технике). Также представленные результаты могут быть интересны специалистам в области вычислительной аэрогидродинамики.

Обоснованность научных положений и достоверность научных результатов

Обоснованность научных положений диссертации обусловлена использованием широко известных методов вычислительной аэрогидродинамики и методов экспериментального исследования в аэродинамической трубе. Достоверность результатов подтверждена сравнением результатов расчетов с известными в литературе данными других исследователей, а также сравнением с результатами эксперимента, проведенного непосредственно автором диссертации.

Структура диссертации

Диссертация состоит из введения, содержащего обоснование актуальности темы, формулировку темы и задач исследования, сведения о новизне и значимости результатов, положения, выносимые на защиту, сведения об апробации и прочие необходимые сведения о диссертации. Отметим, что во введении указано о наличии у автора 10 публикаций, однако в списке литературы приведены ссылки лишь на 4 из них; можно предположить, что остальные – это публикации в трудах конференций. Поскольку автор утверждает, что все десять публикаций содержит материалы по теме исследования, стоило бы привести ссылки на них.

Глава 1 носит обзорный характер и по существу представляет собой реферат, который с одной стороны получился весьма беглым и поверхностным (ясно, что углубиться в подробности по каждому из вопросов, относящихся к диссертации, было бы невозможно), а с другой – несколько «переразмерженным», поскольку автор приводит сведения как для плоских, так и для пространственных течений, для огромного разброса чисел Рейнольдса, шероховатых и гладких тел, с учетом и без учета теплообмена и т.п.

Глава 2 посвящена постановке задачи исследования; в ней приведены основные используемые математические модели, сведения об используемом программном обеспечении, описаны те эффекты, которые планируется воспроизвести и которые должны благотворно влиять на снижение лобового сопротивления цилиндров. В ряде случаев представленные формулировки вызывают улыбку, например, рассуждения про дискретность пространства и типы сеток в разделе 2.3 на с. 38-39.

Глава 3 содержит результаты большого количества вычислительных экспериментов, проведенных автором, для разных конфигураций системы цилиндр – пластины, причем помимо плоских рассмотрены также пространственные задачи по моделированию обтекания цилиндра конечного удлинения.

Глава 4 посвящена экспериментальному исследованию цилиндров в аэродинамической трубе и сопоставлению экспериментальных данных с результатами расчетов.

Глава 5 содержит сведения о возможности практического использования разработанных приемов снижения сопротивления цилиндров.

Общее заключение по работе содержит перечисление основных полученных результатов; список литературы содержит 87 наименований (при этом следует отметить, что работа автора, опубликованная в «Трудах МФТИ», упомянута дважды, в позициях [69] и [73]; в целом список оформлен небрежно, см., например, поз. [59]).

Работа содержит два приложения со сведениями, касающимися проведенных экспериментов, и актом о внедрении результатов в учебный процесс.

Замечания по диссертации

1. В работе не приведены результаты по доказательству сходимости результатов расчетов при измельчении пространственной сетки и шага по времени для случая обтекания цилиндра с передними дефлекторами и задней разделительной пластиной. Более того, анализ представленных на рис. 49 (с. 57-58) изображений поля давления показывает, что давление в передней критической точке почему-то растет с увеличением длины пластины, и во всех случаях больше величины $\rho V^2/2 \approx 347$ Па. Достоверность данных результатов вызывает сомнение. По той же причине не вызывают доверия результаты на с. 20: они не принадлежат автору и заимствованы из [35], но диссертанту следовало бы отнестись к ним критически.

2. Автор крайне небрежен в выборе допущений и терминологии: Robinson R44 – это вертолет, а не самолет (с. 4 и 102); LES и тем более DNS – это не модели турбулентности (с. 42) и не имеют отношения к осредненным по Рейнольдсу уравнениям Навье – Стокса; указано, что использована модель изотермической среды (с. 36), но в то же время на

с. 56 указано, что при численном моделировании решалось уравнение энергии; имеется ряд других погрешностей подобного характера. Математические постановки решаемых задач неполны; некоторые соотношения в них «подменены» отсылками к названиям соответствующих алгоритмов во Fluent, что усложняет восприятие материала и возможность воспроизведения результатов расчетов.

3. Имеется множество вопросов к «настройке» параметров численного метода: заключение о выборе модели турбулентности $k-\omega$ SST обосновано слабо, а с учетом того, что величина y^+ близка к 1 (с. 40 и с. 68) напрашивается вывод, что решить эту задачу можно и без использования какой-либо модели турбулентности (последняя мысль на самом деле неверна, но истинных причин в диссертации не отражено!). Подход к выбору шага по времени (с. 49 и с. 60) можно было бы и принять, если бы автор указал, каким значениям числа Куранта (в зарубежной литературе – CFL) он соответствует. Рассуждения про «характерное время» неубедительны. Как понять «тип анализа: Steady State» (с. 45, с. 56, с. 102, с. 107) при том, что далее приводятся картины течения с дорожками Кармана? Корректность расчета пространственного обтекания цилиндра (раздел 3.4) вызывает еще больше вопросов; среди прочего не ясно, использовались ли при моделировании пристеночные функции (есть основание полагать, что y^+ в трехмерном расчете есть величина порядка 100).

4. Экспериментальные исследования, судя по тексту работы, выполнены однократно, что недостаточно для получения надежных научных результатов: это не позволило провести статистическую обработку результатов, что, в свою очередь, сказалось на оценке погрешности экспериментальных данных. Количество экспериментальных точек (всего 5) на рис. 90 (с. 95) кажется недостаточным, а их аппроксимация квадратичной функцией не вызывает доверия, однако автором сделан не вполне обоснованный вывод о минимальности сопротивления при относительной хорде пластины $\bar{l} = 2.3$.

5. Хотя на с. 24 автор и упоминает о «побочных эффектах» появления дополнительных пластин на элементах конструкции летательных аппаратов, в главе 5 не сделано никаких оговорок, хотя бы качественного характера, как повлияют пластины на АДХ и управляемость самолета Cessna-172 и, соответственно, можно ли достичь на практике ожидаемого снижения сопротивления на 2-3 % без ущерба для летных характеристик. Наибольший интерес, конечно же, представляло бы исследование в районе критических углов атаки (вблизи области сваливания, как следует из рис. 108 на с. 110 – в районе 15 градусов). Автор же ограничился двумя расчетами на малых углах, где результаты численного моделирования носят скорее «учебный» интерес, поскольку АДХ самолета удовлетворительно описываются линейными моделями.

Также следует отметить многочисленные погрешности орфографического и стилистического характера в тексте работы, не всегда качественно выполненные иллюстрации.

Автореферат диссертации в основном верно и полно отражает ее содержание.

Заключение

Высказанные критические замечания, хотя и являются существенными, все же не повлияли на принципиальную правильность полученных результатов и не отменяют сделанных в диссертации выводов. Положения, выносимые на защиту, можно признать обоснованными.

Представленную диссертацию можно признать законченным научным исследованием, отвечающим паспорту специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Таким образом, диссертационная работа Ле Ван Ха соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства № 842 от 24.09.2013 г.,

предъявляемым к диссертациям на соискания ученой степени кандидата наук, а ее автор Ле Ван Ха заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук, доцент,
профессор кафедры «Прикладная математика»
Научно-учебного комплекса «Фундаментальные науки»
ФГАОУ ВО «Московский государственный
технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)».

Марчевский Илья Константинович

Контактные данные:

тел.: +7 (903) 783-99-87, e-mail: iliamarchevsky@bmstu.ru

18.03.2025 r

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена
диссертация: 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы
и комплексы программ.

Адрес места работы:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 5, к. 1
ФГАОУ ВО «Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»
Научно-учебный комплекс «Фундаментальные науки»
тел.: +7 (499) 263-63-26; e-mail: fn2@bmstu.ru

