

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Владимира Борисовича Заметаева **«Около критические решения в теории отрыва и взаимодействия пограничного слоя с внешним потоком»**, представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы

Диссертация Владимира Борисовича Заметаева посвящена теоретическому исследованию механизмов перестройки и разрушения ламинарных трехмерных отрывных течений в пограничных слоях, вблизи точек бифуркации решения по параметру, при больших числах Рейнольдса. Явление внезапной перестройки картины глобального обтекания тел и, как следствие, резкого изменения сил и моментов, действующих на конструкции, не редко встречается в современной аэродинамике летательных аппаратов. Критические двухмерные режимы обтекания тел потоком вязкой жидкости или газа хорошо изучены, чего нельзя сказать о трехмерных пограничных слоях. Этим обусловлена **Актуальность** диссертационной работы.

Следует отметить, что полученные результаты и методы анализа могут использоваться при оценке корректности расчетов пограничных слоев промышленными пакетами программ. Работа показывает, что асимптотические методы изучения сложных течений вязкой жидкости и газа в предотрывном и отрывном состоянии эффективны в фундаментальных поисковых исследованиях. В этом заключается **Теоретическая и практическая значимость** работы.

Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения. Список цитированных работ составляет 193 ссылки. Общий объем диссертации 224 страницы, включая 80 рисунков.

Во **введении** изложен достаточно полный обзор литературы по теме диссертации и отмечена актуальность работы, перечислены рассматриваемые задачи и указана **новизна** полученных результатов.

В основной части представлено обобщение и развитие асимптотического метода, разработанного для двухмерных отрывных течений, на трехмерные случаи с использованием концепции взаимодействия. В **первой** главе исследованы различные конфигурации отрыва трехмерного несжимаемого пограничного слоя в окрестности линии растекания и на тонком конусе под углом атаки. Во **второй** главе изучены структуры отрывного течения несжимаемой жидкости, возникающие в пограничном слое на пластине в присутствии слабого продольного вихря и около неровности на теле вращения. В **третьей** главе разработан специальный метод численного решения задач несжимаемого пограничного слоя с вязко-невязким взаимодействием и с его помощью описано течение в угле сжатия и в слое смешения двух стекающих с пластины пограничных слоев с различными постоянными Бернулли и различными коэффициентами напряжения трения. Исследовано влияние локально непараллельного основного течения и вязко-невязкого взаимодействия на восприимчивость двухмерного пограничного слоя около углов разрежения и обнаружено явление резонанса (**глава 4**). В **пятой** главе в рамках уравнений Эйлера исследовано влияние формы поверхности торца цилиндра, обтекаемого гиперзвуковым потоком, на структуру течения в ударном слое и конфигурацию головного скачка.

В **заключении** представлены выводы по результатам работы.

Рассмотренные задачи представляется весьма важными и актуальными, так как позволяют выявить основные физические механизмы, управляющие отрывом трехмерного пограничного слоя, изучить характер и масштабы возникающих структур течения, исследовать новые эффекты явления восприимчивости и проанализировать возможные типы течения и формы ударной волны перед телом. Это, в свою очередь, необходимо при разработке эффективных методов численного моделирования таких течений в рамках

уравнений Навье-Стокса и может быть использовано при обработке экспериментальных данных. С другой стороны, разработанные в диссертации методы позволяют получать оценки параметров течения, включая их неединственность, существенно быстрее, чем при прямом численном моделировании, и могут быть использованы при предварительном проектировании реальных объектов и разработке способов управления трехмерными отрывными течениями.

Следует отметить, что в каждом из разделов диссертации получены **новые** результаты, которые имеют важное значение в механике жидкости и газа.

Автореферат адекватно отражает содержание и главные результаты диссертации.

Заметаев В.Б. корректно ссылается на другие работы в случае цитирования. Подробно указан личный вклад автора.

По теме диссертации опубликовано 15 работ в различных изданиях, в том числе 10 – из списка ВАК, из них 8 в российских журналах, в основном в Известиях РАН (МЖГ) и 2 – в высокорейтинговых зарубежных журналах.

Результаты диссертации **апробированы** на многочисленных семинарах за рубежом и в нашей стране, на конференциях Euromech, а также на 2-х всемирных конгрессах по механике (ICTAM 2000, 2004) и конгрессе по промышленной и прикладной математике (ICIAM 2007).

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение. Содержание полностью соответствует паспорту специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

**Достоверность полученных результатов** обусловлена применением хорошо зарекомендовавших себя асимптотических методов (метод сращиваемых асимптотических разложений) при больших числах Рейнольдса; удовлетворительным сравнением с известными результатами

расчетов сложных трехмерных пограничных слоев и известными экспериментальными данными об особенностях разрушения присоединенных течений и глобальной перестройке всей картины обтекания тел.

Качество и количество представленного в диссертации материала полностью соответствует критериям ВАК для диссертации доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05, включая **актуальность** и масштаб рассматриваемой проблемы, **научную новизну** представленных результатов, количество публикаций и апробацию. Однако характер и способы представления материалов вызывает ряд замечаний.

1. Работа написана местами недостаточно аккуратно. Встречаются повторы формулировок, иногда описки, разные шрифты в автореферате. Так на стр. 125 сформулирована система из двух уравнений пограничного слоя для трех переменных, а уравнение для давления приводится ниже по тексту, что затрудняет понимание постановки задачи. Ряд рисунков можно было бы представить в цветном, более наглядном виде.
2. Не во всех главах работы присутствует верификация полученных результатов и разработанных методов, хотя имеется достаточное число работ других авторов, которые упомянуты автором и могли бы быть использованы с этой целью. Фотографии из альбома М. Ван Дайка можно, конечно, рассматривать только как иллюстрации экспериментальных данных, но они никак не дают количественных результатов и не всегда отражают суть изучаемого явления.

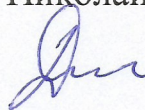
Считаю что, несмотря на сделанные замечания, работа заслуживает высокой оценки. Диссертация В.Б. Заметаева имеет научную новизну и практическую значимость. Она является законченным исследованием, представляющим значительный вклад в проблему описания

пространственных отрывных течений. Все основные результаты опубликованы в рецензируемых журналах.

Выполненная диссертационная работа В. Б. Заметаева «Около критические решения в теории отрыва и взаимодействия пограничного слоя с внешним потоком», представленная на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, удовлетворяет всем квалификационным требованиям ВАК, включая п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, а ее автор – Заметаев Владимир Борисович вполне заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

Главный научный сотрудник, д.ф.-м.н.  
Физический факультет,  
«Московский государственный  
университет имени М.В.Ломоносова»

Николай Ардальянович Дианский



07 мая 2018 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1

+79057979412, [nikolay.diansky@gmail.com](mailto:nikolay.diansky@gmail.com)

Подпись д.ф.-м.н. Николая Ардальяновича Дианского заверяю

*Декан физического факультета МГУ (Сысоев Н.Н.)*

