

системами, например, мультиагентных технологий, не позволяет обеспечить требуемую предсказуемость и управляемость, что приводит к сложности интерпретации результатов планирования и трудностям применения на практике.

Очевидным решением данной проблемы является применение гибридного подхода, который основан на построении на базе распределенной (например, мультиагентной) архитектуры системы информационного управления взаимодействием персонала предприятия, дополняющей классические подсистемы сетевой оптимизации. Такая система управления будет задавать условия, протоколы и регламенты, в соответствии с которыми пользователи интегрированной информационной среды будут обмениваться информацией в процессе выработки и согласования решений. При этом они должны быть сформированы таким образом, чтобы обеспечить требуемые показатели эффективности деятельности предприятия. Отметим, что эти условия взаимодействия будут меняться во времени, что позволяет ситуационно управлять обработкой событий различного характера.

В качестве целей, определяющих применение этих условий, для задач производственного планирования целесообразно выбрать дилемму поиска баланса между оптимальной производительностью, операционными расходами и межоперационными запасами [2]. Обеспечить конструктивное решение этой дилеммы можно путем формирования частных противоречий между участниками жизненного цикла продукции, выражающихся в конкуренции за ресурсы, задания или время их выполнения. Технически реализовать такое

взаимодействие можно путем введение ограничений или расширений информации, попадающей различным пользователям интегрированной информационной среды в разные моменты времени, обеспечивая, таким образом, требуемую ритмичность процессов информационного взаимодействия персонала предприятия [3].

При формировании условий, протоколов и регламентов взаимодействия персонала предприятия в интегрированной информационной среде хорошие результаты показывают современные технологии имитационного моделирования, позволяющие формировать и исследовать игровые модели взаимодействия. Так, в задаче производственного планирования удается построить ситуации, в которых динамически формируемые противоречия между участниками производственного процесса позволяет обеспечить более высокие технико-экономические показатели производства по отношению к результатам, получаемым с помощью классических алгоритмов оптимизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Леньшин В.Н., Куминов В.В., Фролов Е.Б., Будник Р.А. Производственные исполнительные системы (MES) – путь к эффективному предприятию / М.: САПР и графика, 2003, № 6 (www.sapr.ru)
 2. Детмер У. Теория ограничений Голдратта. Системный подход к непрерывному совершенствованию / Пер. У. Саламатовой, М.: Альбина Паблишер, 2010. – 448 с.
- Иващенко А.В. Управление согласованным взаимодействием пользователей интегрированной информационной среды предприятия / Самара: Самарский научный центр РАН, 2011. – 100 с

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КРЫЛА С РОТОРНЫМ ПРЯДКРЫЛКОМ

© 2012 Иващенко А.В., Клементьев В.А., Куркин Е.И., Тихонов А.А.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королева (национальный исследовательский университет)

AERODYNAMIC STUDY OF AIRFOIL WITH ROTARY SLAT

This work contains the results of comparative studies of subsonic airflow ($V_\infty = 1-7$ m/s) near stationary and rotating cylinders as well as wing with rotor slat. It was shown that it is possible to increase lift and/or reduce drag of such wing adjusting the relative rotor speed. Smoke visualizations of airflow and PIV study of velocity fields were done.

Управление обтеканием летательного аппарата в процессе полета относится к важнейшим задачам технической аэродинамики и связано с развитием новых методов и средств регулирования характеристик пограничного слоя [1]. Один из активных методов регулирования характеристик пограничного слоя состоит в применении движущихся роторных несущих поверхностей, обеспечивающий восстановление импульса и предотвращение явлений отрыва потока [2].

В качестве тестовых экспериментов были выполнены продувки изолированных вращающихся и неподвижных цилиндров, установленных в рабочей части аэродинамических труб дозвуковых скоростей Т-2 и Т-4 (СГАУ).

Отмечено увеличение на 100-200% коэффициента подъемной силы крыла при вращении ротора в диапазоне $\dot{U}=1...5$ ($\dot{U}=V/V_\infty$ -относительная скорость вращения цилиндра, V -линейная скорость поверхности цилиндра м/с, V_∞ -скорость набегающего потока) при угле атаки $\alpha=10^\circ$. При возрастании относительной скорости вращения цилиндра приблизительно до $\dot{U}=1$ профильное сопротивление почти не меняется, но в диапазоне относительных скоростей вращения от 2 до 3 наблюдается максимум на кривых $C_{x_{ар}}$ и при последующем возрастании \dot{U} наблюдается снижение коэффициента профильного сопротивления $C_{x_{ар}}$. В ранних экспериментах давление на поверхности ротора снималось с неподвижной тонкой дренированной шайбы расположенной между вращающимися цилиндрами. Для повышения точности измерения распределения давления по поверхности вращающегося цилиндра измерения проводились миниатюрными насадками статического давления, которые эквидистантно перемещались над

поверхностью модели на расстоянии 1.3 мм. С целью определения профильного сопротивления моделей проводились измерения в аэродинамическом следе с помощью гребёнки и комбинированным насадком статического и полного напора (последний в виде трехствольного насадка для определения скаса потока).

Для выявления связи между полученными аэродинамическими характеристиками модели и процессами перестройки течения в районе вращающегося предкрылка применялась визуализация потока модифицированным методом дымящихся проволочек с подсветкой импульсным лазером KLM-532-300 [3]. Кроме того, в работе была дополнительно опробована количественная методика определения параметров потока, основанная на анализе изображений трассирующих частиц [4]. Визуализация обтекания модели крыла с роторным предкрылком показала, что изменения \dot{U} приводит к существенной перестройке потока на нижней и верхней поверхности профиля, и в аэродинамическом следе. Было обнаружено, что выдув плоской струи воздуха чрез щель между ротором и задним обтекателем крыла приводит к образованию рециркуляционной зоны отрыва потока на нижней поверхности профиля, что подтверждается численными расчётами [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя М.: Наука, 1974. 712 с.
2. П. Бауэрс Летательные аппараты нетрадиционных схем М.: Мир, 1991. 320с.
3. Ивченко А.В., Клементьев В.А. Визуализация обтекания неподвижного и вращающегося цилиндра, а также крыла с роторным предкрылком в

дозвуковой аэродинамической трубе//
Материалы докладов 11 МНТК
«Оптические методы визуализации
поток»- М.: Изд-во МЭИ-2011.-7с. (CD-
ROM)

4. Raffel M., Willert C.,
Kompenhans J. Particle Image Velocimetry: a

practical guide – Berlin: Springer, 1998. -253
р.

5. Frolov V., Klementiev V.,
Kurkin E., Lyaskin A., Shakhov V.
Aerodynamic study of airfoil with rotary slat//
READ 2010 Research and Education in
Aircraft Design, June 28-30, 2010 Warsaw
Univ. Technical Poland, CD-ROM.

ГАЗОРАЗРЯДНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ ПРИСТЕНОЧНЫХ ТЕЧЕНИЙ

© 2012 Ивченко А.В., Журавлев О.А., Шахов В.Г.

Самарский государственный аэрокосмический университет, Самара

GAS-DISCHARGE GENERATION OF NEAR-WALL FLOWS

© 2012 Ivchenko A.V. Zhuravliov O.A. Shakhov V.G.

The paper presents the flow visualization generated by surface discharge. The possibility of large eddies destruction by near-wall jet is shown. For modification of boundary layer by surface discharge, the electrode system configurations are discussed.

Известно [1], что движение газа у поверхности твердых тел играет существенную роль в процессах их обтекания и оказывает большое влияние на аэродинамические характеристики летательных аппаратов (ЛА) и газотурбинных двигателей (ГТД). Вследствие трения о стенку, в приповерхностных слоях газа наблюдается торможение частиц, сопровождающееся образованием пограничного слоя [2]. Потеря устойчивости пограничного течения под действием пульсаций потока может привести к образованию зон отрыва [3,4], сопровождающегося значительным ростом аэродинамических потерь при движении тела в атмосфере. В этой связи управление аэродинамическими характеристиками приповерхностных слоев газа представляет собой актуальную задачу технической аэродинамики и определяет необходимость поиска новых методов и средств воздействия на пограничный слой.

Целью работы является обоснование возможностей применения поверхностных разрядов, обеспечивающих воздействие на поток неравновесной плазмы, возбуждаемой в воздухе атмосферного давления [5]. Разряды данного типа возникают в условиях неоднородного электрического поля на границе раздела двух диэлектрических сред. Практическое использование плазмы

поверхностных разрядов обусловлено непосредственным воздействием на пограничный слой, что обеспечивает наименьшие затраты энергии ($W/S < 1$ Вт/см²).

Характерной особенностью взаимодействия поверхностных разрядов с потоком является генерация направленных пристеночных течений, параметры которых связаны с электро-термо- и газодинамическими процессами [6]. На рис.1 представлены теневые изображения потоков слабоионизированной плазмы, образованных поверхностным разрядом в многоэлектродной системе. Здесь пристеночные течения возбуждались разрядом при амплитуде знакопеременного напряжения $|U| < 6$ кВ и частоте 8 кГц. Из рис.1 видно, что по мере роста амплитуды приложенного напряжения наблюдается изменение направления приповерхностных потоков. На рис.1 а) и б) за счет действия электродинамических сил над поверхностью электродной системы образуются восходящие потоки газа. Дальнейшее увеличение напряжения приводит к перестройке течения, сопровождающегося образованием тангенциально направленных к поверхности подложки струй (рис.1 в). Такие пристеночные течения обладают существенной кинетической энергией по отношению к частицам газа в обычном пограничном слое, что может быть