

ЕЩЕ РАЗ О ТУРБУЛЕНТНОСТИ

Бондарев А. О., аспирант; Хурсенко И. В., студент

Проблема турбулентности в настоящее время привлекает внимание ведущих ученых всего мира.

Только глубокое понимание природы турбулентных течений может объяснить многие физические процессы, происходящие при движении плазмы, жидкостей и газов. С турбулентностью неразрывно связаны проблемы трения и теплопередачи, играющие большую роль при движении тел в атмосфере земли, проблемы горения и смешения в камерах различных двигателей, а также многие астрофизические, океанографические и метеорологические явления.

Более века прошло со времени опубликования знаменитых работ Осборна Рейнольдса, в которых впервые по настоящему поставлена проблема турбулентности и достигнуты результаты, сохранившие значения до наших дней.

Турбулентность существует практически во всех течениях независимо от того, происходят они в естественных условиях или в современных механических системах.

До настоящего времени нет ясного понимания того, как движение жидкости становится турбулентным и остается загадкой, почему ламинарное течение переходит в турбулентное.

Турбулентное движение является хаотическим. Кроме того, при описании турбулентных движений используется термин “случайный”. Однако следует отметить, что такое движение никогда не может быть полностью случайным, поскольку составляющие скорости частиц должны удовлетворять фундаментальным законам сохранения: сохранение массы, количества движения и энергии.

С конца 60-х годов прошлого века, намечился значительный прогресс в понимании природы турбулентности, связанный с осознанием природы и структуры хаоса.

Во-первых, была установлена возможность хаотического поведения в нелинейных системах с совсем небольшим числом степеней свободы.

Во-вторых, было понято, что даже в самом развитом турбулентном потоке существуют элементы порядка, а число реально возбужденных степеней свободы значительно меньше ожидаемого.

Вопрос о том, часто ли встречаются турбулентные течения в гидравлических машинах, представляет несомненный практический и теоретический интерес. Оказывается, что подавляющее реально встречающихся течений в проточной части являются именно турбулентными. Поэтому изучение турбулентности, безусловно, является очень важной практической задачей.

Описание механизма нестационарного срыва потока и зарождения турбулентного пограничного слоя является актуальной задачей для многих практически важных приложений. В частности, резкие изменения гидродинамических характеристик профилей лопастных систем гидравлических машин при малых изменениях угла атаки и режимов работы, а также динамические нагрузки на лопастных системах и на различных конструкциях под действием постоянного и резко меняющегося набегающего потока, являются следствием нестационарного обтекания и срыва потока.

В фундаментальных свойствах турбулентного движения жидкости, жидкость рассматривают как сплошную среду. Известно 7 аксиом для описания модели движения в рамках механики сплошной среды.

После появления монографии Ладыженской в 1961 г., посвященной проблемам существования и единственности решения для стационарного течения вязкой несжимаемой жидкости, Эймсом было предположено, что единственное стационарное решение существует только ниже некоторого неизвестного предельного значения числа Рейнольдса. Выше этого значения в некотором интервале чисел Re существует несколько решений и, наконец, выше некоторого другого, также неизвестного, значения числа Рейнольдса решений вообще не существует. При этом Эймс задается правомерным вопросом, справедливы ли сами стационарные уравнения Навье – Стокса.

При конечно-разностном решении этой задачи положение может ещё более усложняться из-за неясности граничных условий. Для определения турбулентных напряжений используются приближенные модели турбулентности, которых на сегодняшний день насчитывается свыше 100 и существует утверждение, что каждая новая модель на кладбище теорий добавляет еще одну свежую могилу. Для трехмерных течений модели еще не разработаны.

Спектр моделей турбулентности очень широк: от простых алгебраических связей до сложных моделей рейнольдсовых напряжений, содержащих 7 и более дифференциальных уравнений. Однако среди всего многообразия моделей можно выделить несколько основных групп:

1. Алгебраические модели.
2. Модели с одним дифференциальным уравнением.
3. Модели с двумя дифференциальными уравнениями.
4. Модели, не использующие гипотезу Буссинеска.

Понять и научиться рассчитывать турбулентность – задача настоящей работы.

Работа выполнена под руководством профессора Косторного С. Д.

Сучасні технології у промисловому виробництві : матеріали науково-технічної конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів факультету технічних систем та енергоефективних технологій, м. Суми, 23-26 квітня 2013 р.: у 2-х ч. / Ред.кол.: О.Г. Гусак, В.Г. Євтухов. - Суми : СумДУ, 2013. - Ч.2. - С. 53-54.