

## Избранные вопросы гидродинамики

1. Рассматривается разработанная В.В. Новожиловым феноменологическая теория турбулентности, обобщающая формулу Кармана для касательного напряжения. Она позволяет, в отличие от этой формулы, описывать профили скоростей единой кривой и даёт ответ на вопрос о том, какая реология приводит к степенным законам сопротивления. Теория позволяет выполнять расчеты разнообразных пристенных турбулентных течений, в том числе и пограничных слоёв с градиентами давления.
2. Предложена феноменологическая модель течения вязкой несжимаемой жидкости – « $f$ -модель турбулентности», пригодная для расчетов течений при произвольных числах Рейнольдса. В ней присутствует безразмерная скалярная величина – мера турбулентности – и уравнения переноса этой меры. Модель содержит две универсальные феноменологические константы. Она дает предельные переходы – при малых числах Рейнольдса решения совпадают с классическими для ламинарного режима, а при больших – дают логарифмические профили скоростей и характерные для турбулентного режима течения логарифмические законы сопротивления. Для простых сдвиговых течений профили скоростей, полученные на основе предложенной модели, имеют сравнительно простое аналитическое выражение и содержат, при больших числах Рейнольдса, все четыре характерных участка: вязкий подслой, буферную зону, логарифмический участок и зону внешнего течения (вблизи трубы). Модель удобна для применения при численном моделировании течений жидкости.
3. Предложенная  $f$ -модель турбулентности пригодна для описания процессов, происходящих при транспортировке СПГ. К находящемуся в танках метановоза сжиженному природному газу, находящемуся при давлении, близком к атмосферному и температуре насыщения (кипения) равной  $-162^{\circ}\text{C}$ , от окружающей среды через изоляцию, поступает теплота, вызывая испарение части СПГ (выкипание). Для исключения явления ролловера в процессе транспортировки в пристенных слоях жидкости реализуются свободные конвективные течения, расчеты которых удобно выполнять с использованием  $f$ -модели турбулентности.
4. Согласно законам газовой динамики и термодинамики при истечении газа из резервуара температура в нём падает вместе с падением давления. Это может привести для природных газов к фазовому переходу «газ-жидкость», что недопустимо и требует для исключения этого перехода выполнения специальных процедур. Они заключаются в разбиении процесса истечения на несколько временных промежутков, границы которых соответствуют состояниям газа вне области фазового перехода. Очерчена граница этой области и выполнены расчеты процесса истечения, разбитого на несколько этапов. При моделировании использовались термические уравнения состояния Редлиха–Квонга и Пенга–Робинсона хорошо зарекомендовавшие себя в расчете параметров реальных газов вблизи линии фазового перехода. Результаты расчетов показали, что обе модели газа дают сходные результаты для процесса истечения газа из резервуара при соблюдении условия исключения возможности конденсации газа.
5. Рассматриваются вопросы газодинамики при создании нового спасательного модуля с реактивным пневматическим двигателем, предназначенного для работы в условиях арктического региона. Приводятся газодинамические расчёты истечения газа из баллонов высокого давления а также расчеты движения модуля по ледовой и водной поверхностям. Проводится сравнение расчетных и опытных данных.