



УДК 532.53 : 629.784

Ковалёв В.А., д.т.н., проф.

НТУУ «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

СТРУКТУРА ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ ТЕЧЕНИЙ ЖИДКОСТИ В РЕЗЕРВУАРАХ С НАПРАВЛЯЮЩИМИ АППАРАТАМИ

В начале 3-го тысячелетия интенсивность освоения космического пространства возросла в несколько раз, расширяя и без того многочисленные практические приложения. Географические, геологические, метеорологические и другие исследования активно проводятся с помощью космических аппаратов (КА), выводимых на околоземную орбиту. Они позволяют установить разветвленные и быстродействующие телекоммуникации и элементы мобильной связи и т.д. Для надежного технического обеспечения указанных приложений необходимы тщательные исследования динамики и управляемости КА, а также рационального использования топлива, обеспечения надежности и экологической безопасности полета КА.

Имитационное моделирование течений жидкого топлива на борту КА, например, осесимметричных течений несжимаемой жидкости в топливных баках, основывается, как правило, на использовании полных уравнений движения Навье-Стокса, выраженных в соответствующих координатах, например, для течений в цилиндре применяются цилиндрические координаты (R, φ, Z) . С учетом граничных условий прилипания жидкости на стенках и нулевых скоростей на оси вращения сосуда, а также твердотельного распределения скорости в начальный момент времени течения во всем пространстве резервуара можно рассматривать нелинейную модель нестационарного распределения скоростей, давлений и круговых моментов вязкого трения жидкости о стенки резервуара.

Распределения компонент вектора скорости, давлений и силовых влияний в потоке во многом зависят от конструкций направляющих аппаратов, например, в виде системы жестких сплошных или проницаемых перегородок. Более точное определение силовых воздействий на стенки и внутренние конструкции резервуара можно получить при численном моделировании подобных течений, результаты которого представлены в настоящем докладе.



а



б

Рис.1 - Линии тока в окрестности направляющих перегородок при течении в цилиндрическом резервуаре: а- $Re=1230$; б- $Re=2250$

В результате проведенных исследований установлено, что одной из важных особенностей направляющих аппаратов в инерционном потоке является меньшее почти на 17% по величине, однако более продолжительное ($T=1,25 - 5,7$) воздействие на скорость основного потока. Таким образом, силовые воздействия в начальной стадии течения величины динамического давления на перегородки уменьшаются, становятся более прогнозируемыми. Эти данные можно ввести в бортовой компьютер КА для обеспечения оптимальных компенсационных мероприятий при полете на орбите планеты.