

Академик Л. И. СЕДОВ

ОБ ОБТЕКАНИИ ИДЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТЬЮ ТЕЛА С ВСТРЕЧНОЙ СТРУЕЙ

Известно, что если поместить закрепленное тело как преграду в бесконечный поток или в конечную струю идеальной жидкости, то при больших скоростях набегающего потока для описания действительного явления можно строить различные относительные струйные течения идеальной жидкости, допуская образование срывов струй с поверхности обтекаемого тела и образование в потоке каверн, заполненных газом, паром, или жидкостью, покоящейся или циркулирующей внутри каверны.

Классическими примерами могут служить схемы обтекания тел Кирхгофа, Д. П. Рябушинского, Д. А. Эфроса, схема потока при встрече двух струй и т. п.

Известно, что при больших скоростях набегающего потока, когда число кавитации близко к нулю или равно нулю, схема Кирхгофа может хорошо отвечать действительности, а при учете вязкости жидкости для вытянутых тел данного объема дает меньшее сопротивление, чем возможная реализация безотрывного обтекания тела.

При сравнительно малых, но положительных числах кавитации хорошим приближением может служить схема Д. А. Эфроса с обратной струей. В этом случае обтекаемое тело испытывает сопротивление, которое при числах кавитации, стремящихся к нулю, стремится к сопротивлению по схеме Кирхгофа, равному в пределе двойному расходу импульса в возвратной струе.

1°. Отметим, что в пределе, когда течение Д. А. Эфроса переходит в обтекание по Кирхгофу, объемный расход жидкости и расход количества движения в обратной струе конечны и отличны от нуля.

Если в потоке идеальной жидкости по схеме Д. А. Эфроса изменить направления всех скоростей на обратные, то получим поток идеальной жидкости, удовлетворяющей всем уравнениям движения с теми же линиями тока и тем же распределением давлений.

Течение, обращенное указанным способом, можно рассматривать как результат взаимодействия встречной струи с набегающим безграничным потоком или набегающей конечной струей. Легко видеть, что в этом течении идеальной жидкости тело, испускающее струю вперед, испытывает действие силы реакции струи, направленной назад, и воспринимает направленную вперед результирующую сил давления в задней части смыкающегося движения и в результате тело будет испытывать тягу, так как реакция струи меньше толкающей силы сзади.

2°. Таким образом, в идеальной жидкости можно получать сопротивление при прямом обтекании тела по схеме Д. А. Эфроса и тягу в обращенном движении.

Однако реализация толкающих сил в обращенном движении из-за вязких и других потерь, по-видимому, практически недостижима.

При числах кавитации, близких к нулю, можно совсем не учитывать толкающих сил в задней части тела. В этом случае при выпуске из тела струи вперед получается в пределе течение, аналогичное течению Кирхгофа от соответствующего жесткого кавитатора, однако в этом случае верны следующие предложения.

3°. Сопротивление жесткого кавитатора по Кирхгофу, приводящего к образованию бесконечной каверны с данными асимптотическими законами расширения каверны, почти в два раза больше, чем соответствующая сила сопротивления от реакции струи, действующей на тело.

4°. Это происходит потому, что набегающая жидкость не только полностью затормаживает встречную струю, испускаемую телом, но, кроме этого, сообщает жидкости во встречной струе скорость и соответствующее количество движения, направленные назад.

Поступило
15 VI 1972