СИЛЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ МЕЖДУ ДВУМЯ ПОТРЕБИТЕЛЯМИ ЖИДКОСТИ

Бражников А.В.

ФГАОУ ВПО "Сибирский федеральный университет", Красноярск, Россия
multypha@mail.ru

Определим модуль силы, действующей на два точечных стока (I1 и I2) идеальной жидкости, находящихся на расстоянии R друг от друга внутри массива указанной жидкости, объем которого стремится к бесконечности.

Пусть во всем рассматриваемом массиве жидкость пребывала в состоянии покоя вплоть до момента помещения в нее этих стоков.

Совместим начало координат с точкой, в которой находится сток I1. При таком выборе системы координат все частицы жидкости и сток I2 движутся по направлению к стоку I1.

Выделим в окрестности стока I2 сферу dw2 радиусом dr, где dr стремится к нулю. Масса жидкости, которая находится в области dV, ограниченной сферой dw2, равна dm, где dV и dm стремятся к нулю. Проекции на ось Ox (на которой лежат оба стока) векторов скорости движения всех частиц жидкости, находящихся на поверхности и внутри сферы dw2, можно считать одинаковыми для всего объема dV (из-за малости радиуса dr) и равными u1. В соответствии с уравнением неразрывности (уравнением сплошности):

$$u1 = Q1/(w1r), \quad (1)$$

где Q1 - объемный расход жидкости через сток I1; w1r - живое сечение потока жидкости на расстоянии R от стока I1 (в случае точечного стока I1 - w1r имеет форму сферы с радиусом R); $w1r = 4*П*R^2$; П = 3,14159.

Через интервал времени dt (где dt стремится к нулю) масса жидкости dm (т.е. объем жидкости dV) будет поглощена стоком I2, а проекции на ось Ox векторов скорости движения всех частиц жидкости, находившихся в объеме dV и поглощенных стоком I2, станут равными нулю.

В соответствии с гидравлическим уравнением количества движения (уравнением импульсов) сила, действующая на сток I2 со стороны стока I1, определяется по формуле

$$F*dt = Mod(Dux)*dm, \quad (2)$$

где Mod(Z) – модуль некоторой величины Z; Dux - разность проекций векторов начальной и конечной скоростей движения элементарной массы dm на ось Ox;

$$Dux = Mod(0-u1) = u1. \quad (3)$$

Из (2) с учетом (3) получаем:

$$F = u1*Qm2, \quad (4)$$

где Qm2 - массовый расход жидкости через сток I2;

$$Qm2 = dm/dt = p*Q2; \quad (5)$$

p - плотность жидкости; Q2 - объемный расход жидкости через сток I2.

С учетом (1) и (5) выражение (4) можно записать следующим образом:

$$F = Q1*Qm2/w1r = p*Q1*Q2/(4*П*R^2) = Qm1*Qm2/(4*П*p*R^2), \quad (6)$$

где Qm1 - массовый расход жидкости через сток I1; Qm1 = p*Q1.