

## СИЛЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ МЕЖДУ ДВУМЯ ПОТРЕБИТЕЛЯМИ ЖИДКОСТИ

Бражников А.В.

*ФГАОУ ВПО "Сибирский федеральный университет", Красноярск, Россия  
mulyrpha@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  $dw_2$  радиусом  $dr$ , где  $dr$  стремится к нулю. Масса жидкости, которая находится в области  $dV$ , ограниченной сферой  $dw_2$ , равна  $dm$ , где  $dV$  и  $dm$  стремятся к нулю. Проекция на ось  $Ox$  (на которой лежат оба стока) векторов скорости движения всех частиц жидкости, находящихся на поверхности и внутри сферы  $dw_2$ , можно считать одинаковыми для всего объема  $dV$  (из-за малости радиуса  $dr$ ) и равными  $u_1$ . В соответствии с уравнением неразрывности (уравнением сплошности):

$$u_1 = Q_1 / (w_1 r), \quad (1)$$

где  $Q_1$  - объемный расход жидкости через сток I1;  $w_1 r$  - живое сечение потока жидкости на расстоянии R от стока I1 (в случае точечного стока I1 -  $w_1 r$  имеет форму сферы с радиусом R);  $w_1 r = 4 \cdot \pi \cdot R^2$ ;  $\pi = 3,14159$ .

Через интервал времени  $dt$  (где  $dt$  стремится к нулю) масса жидкости  $dm$  (т.е. объем жидкости  $dV$ ) будет поглощена стоком I2, а проекция 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

$$F \cdot dt = \text{Mod}(D_{ux}) \cdot dm, \quad (2)$$

где  $\text{Mod}(Z)$  – модуль некоторой величины  $Z$ ;  $D_{ux}$  - разность проекций векторов начальной и конечной скоростей движения элементарной массы  $dm$  на ось  $Ox$ ;

$$D_{ux} = \text{Mod}(0 - u_1) = u_1. \quad (3)$$

Из (2) с учетом (3) получаем:

$$F = u_1 \cdot Q_{m2}, \quad (4)$$

где  $Q_{m2}$  - массовый расход жидкости через сток I2;

$$Q_{m2} = dm/dt = \rho \cdot Q_2; \quad (5)$$

$\rho$  - плотность жидкости;  $Q_2$  - объемный расход жидкости через сток I2.

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

$$F = Q_1 \cdot Q_{m2} / w_1 r = \rho \cdot Q_1 \cdot Q_2 / (4 \cdot \pi \cdot R^2) = Q_{m1} \cdot Q_{m2} / (4 \cdot \pi \cdot \rho \cdot R^2), \quad (6)$$

где  $Q_{m1}$  - массовый расход жидкости через сток I1;  $Q_{m1} = \rho \cdot Q_1$ .