

**РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАКОНОВ ГИДРОГАЗОДИНАМИКИ
В МАШИНАХ И АППАРАТАХ ЗАЩИТЫ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**IMPLEMENTATION OF THE LAWS OF HYDRO-GAS
DYNAMICS IN MACHINES AND ENVIRONMENTAL
PROTECTION DEVICES**

В. И. ВАУЛИН

V. I. VAULIN

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
в городе Сызрани, Сызрань, Россия
Branch of the Samara state technical University in Syzran (SfSamSTU)
Syzran, Russia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1491-7760>

e-mail: vaul.vladimir2014@yandex.ru

В настоящее время состояние гидросферы носит кризисный характер, вследствие использования больших объемов воды в хозяйственных и промышленных целях. Для защиты водных объектов от загрязнения необходимо применение машин и аппарат очистки сточных вод, где и находят своё применение законы и принципы гидрогазодинамики приведенные в статье. Охрана окружающей среды это многогранная область, включающая в себя различные сферы науки и техники. Обзор применения законов гидрогазодинамики показывает подход для разработки новых проектов машин и аппаратов для защиты окружающей среды.

Ключевые слова: законы гидрогазодинамики, аппараты защиты окружающей среды, применение машин и аппарат очистки сточных вод

Due to the use of large volumes of water for economic and industrial purposes the state of the hydrosphere is in crisis. To protect water bodies from pollution, it is necessary to use machines and a sewage treatment apparatus, where the laws and principles of hydro-gas dynamics given in the article find their application. Environmental protection is a multifaceted field that includes various fields of science and technology. A review of the application of the laws of hydro-gas dynamics shows an approach for the development of new designs of machines and devices for environmental protection.

Keywords: laws of hydro-gas dynamics, environmental protection devices, application of machines and wastewater treatment apparatus

В настоящее время необратимый характер приобретает экологизация всех сторон жизни человеческого общества. Сейчас уже трудно выделить хотя бы одну область науки, не заявившей о своих экологических претензиях, разумеется, в этот список входит и гидрогазодинамика.

Актуальность проблемы состояния гидросферы обусловлена тем, что вода играет важную роль в биохимических процессах. Она является средой обитания многих организмов и необходима для существования всего живого, кроме этого, вода регулирует температурный режим планеты и широко используется человеком, как в хозяйственных, так и промышленных целях. В связи с тем, что огромные объемы технологических вод сбрасываются в водные объекты, тем самым, нарушая водные экосистемы, необходимо применение машин и аппаратов очистки сточных вод, в работе которых применяются законы гидрогазодинамики.

Например, для расчета объемной скорости течения воды через трубку, применяют основной закон гидрогазодинамики – закон Пуазейля:

$$Q = \frac{(P_1 - P_2) \cdot \pi \cdot r^4}{8 \cdot l \cdot \eta} \quad (1)$$

$$R = \frac{8 \cdot l \cdot \eta}{\pi \cdot r^4}$$

$$Q = \frac{(P_1 - P_2)}{R} \quad (2)$$

в таком виде уравнение Пуазейля может быть применено к системе параллельно и последовательно соединенных трубок, например, на станции водоочистки [3].

Работа многочисленных аппаратов, предназначенных для выделения из сточных вод твердых и жидких примесей, основана на гидродинамических закономерностях процесса отстаивания. К таким аппаратам относятся песколовки, первичные и вторичные отстойники, илоуплотнители, нефтеловушки, смоло-жиро-маслоуловители. Основным параметром, на основании которого рассчитывают размеры отстойной аппаратуры, является скорость осаждения взвешенных твердых или жидких частиц [1]:

1) скорость осаждения частиц примесей под действием центробежной силы

$$w_{ц} = \frac{k^{0,385} \cdot d_ц^m \cdot \rho_0^{(m-2)/3} \cdot \Delta\rho^{(m+1)/3} \cdot J^{(m+1)/3}}{\mu_0^{(2m-1)/3}} \quad (3)$$

- 2) коэффициент пропорциональности k и показатель степени m зависящий от гидродинамического режима. В случае ламинарного режима при числе Рейнольдса

$$Re = \frac{w_y \cdot d_{\text{ч}} \cdot \rho_0}{\mu_0} Re = \frac{w_y \cdot d_{\text{ч}} \cdot \rho_0}{\mu_0} = 1,6 \quad (4)$$

$m = 2$; $A = 1,7 - 10^{-4}$; для переходного режима при $Re = 16 \dots 420$;

$m = 1,2$; $k = 2,49 \cdot 10^{-3}$;

для турбулентного режима $Re > 420$; $m = 5,36$;

$k = 0,5$.

Помимо этого, для очистки воды от примесей применяют отстойные центрифуги, работа которых протекает на первой стадии по законам гидродинамики, а на второй по закономерностям механики пористых сред. При этом фактор разделения отстойного центрифугирования равен:

$$K_p = \frac{r \cdot n^2}{900} \quad (5)$$

Так же широкое практическое применение в технике, например, для расчётов водопроводов получило уравнение Бернулли.[4] На его основании сконструирован ряд приборов и устройств, таких как:

РАСХОДОМЕР ВЕНТУРИ – УСТРОЙСТВО
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА ИЛИ СКОРОСТИ ПОТОКА ЖИДКОСТЕЙ

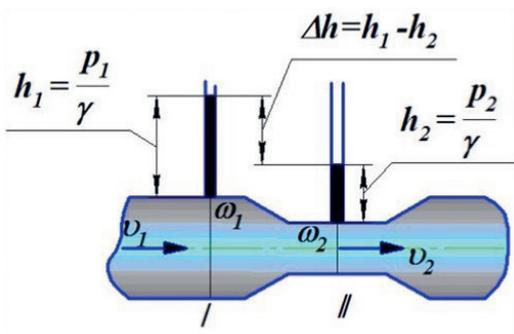


Рис. 1. Расходомер Вентури

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} \quad (6)$$

ТРУБКА ПИТО – ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ
ПОЛНОГО НАПОРА ТЕКУЩЕЙ ЖИДКОСТИ.

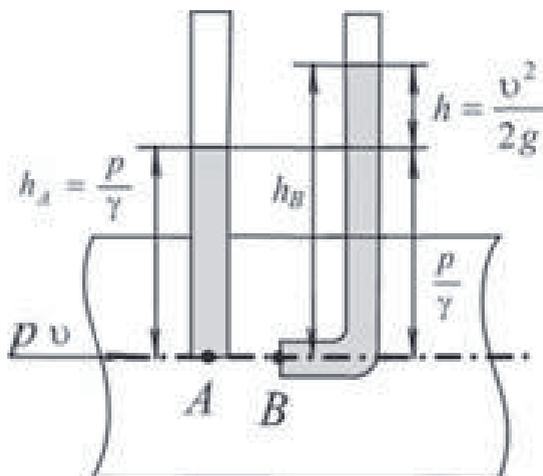


Рис. 2. Схема определения скорости течения жидкости с помощью пьезометра и трубки Пито. Она представляет собой трубку, изогнутую под прямым углом и установленную навстречу потоку.

$$\rho gh + p_0 = \frac{\rho v^2}{2} + p_0 \quad (7)$$

$$v = \sqrt{2gh} \quad (8)$$

В аппаратах механической очистки, первичных отстойниках, отстойниках-осветлителях, применяется значение гидростатического напора – энергетической характеристики покоящейся жидкости [1]:

$$H = z + h_p \quad (9)$$

где z – геометрический напор или высота точки над нулевой горизонтальной плоскостью отсчёта напора;

h_p – пьезометрический напор (высота).

По величине скорости v , температуре T , давлению p и внутреннему напряжению σ , в каждый момент времени t определяют гидродинамическое взаимодействие потока жидкости с границами потока и оттекаемыми телами, например, сопротивление труб, а также рассчитывают,

разрушительное действие потоков на поверхности (подвижки ледников, сели, прибой морских волн, цунами, ветровая эрозия и пр.) [2].

Также с помощью законов гидрогазодинамики можно рассчитать вспомогательные параметры для водоочистки, например, потери напора на участках трубопровода $h_{дл} = \lambda(l/d) v^2/(2g)$, потери напора на преодоление местных сопротивлений будут

$$h_M = \epsilon v^2/(2g) [3] \quad (10)$$

В настоящее время состояние гидросферы носит кризисный характер, вследствие использования больших объемов воды в хозяйственных и промышленных целях. Для защиты водных объектов от загрязнения необходимо применение машин и аппарат очистки сточных вод, где и находят своё применение законы и принципы гидрогазодинамики приведенные в статье. Таким образом, охрана окружающей среды это многогранная область, включающая в себя различные сферы науки и техники. Обзор применения законов гидрогазодинамики показывает подход для разработки новых проектов машин и аппаратов для защиты окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ветошкин А. Г.* Процессы и аппараты защиты гидросферы. Учебное пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004.
2. Гидродинамика: учеб. Пособие для студентов нематематических факультетов / А. Б. Мазо, К. А. Поташев. – Казань: Казан. ун-т, 2013. – 2-е изд. – 128 с.
3. Практическое использование законов гидростатики и гидродинамики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net>. – Дата доступа: 1.05.2021
4. Практическое применение уравнения Бернулли [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studme.org>. – Дата доступа: 30.04.2021