

ЗАКОНОМЕРНОСТИ АЭРАЦИИ ВОДЫ СТРУЙНЫМИ АППАРАТАМИ, ОБРАЗУЮЩИМИ ПРОТЯЖЕННУЮ КУПОЛООБРАЗНУЮ ЖИДКОСТНУЮ ЗАВЕСУ

Меженная Ольга Борисовна

канд. техн. наук, доцент,

Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины,

Республика Беларусь, г. Гомель

E-mail: mezennaia-o@mail.ru

PATTERNS OF AERATION OF WATER JET DEVICES, FORMING A LONG DOMED LIQUID VEIL

Olga Mezhennaya

candidate of Science, assistant professor

of Francisk Skorina Gomel State University,

Republic of Belarus, Gomel

АННОТАЦИЯ

В данной работе исследованы теоретические закономерности аэрации воды струйными аппаратами, образующими куполообразную жидкостную завесу. Побочным явлением при изливе воды из струйного аппарата является аэрация воды. Выявлена зависимость количества поглощенного кислорода при разбрызгивании воды от коэффициента диффузии O_2 в воде, коэффициента диффузии CO_2 в воде, объемного коэффициента десорбции CO_2 данного типа струйного аппарата, объема факела распыла, расхода воды.

ABSTRACT

This work investigated the theoretical patterns of aeration of water jet devices, forming domed liquid veil. Ripples in water jet device of automatic diverter is located is the aeration of water. The dependence of the number of absorbed oxygen when spraying water from the diffusion coefficient of O_2 in water diffusion coefficient of CO_2 in water, CO_2 desorption coefficient surround this type of the Jet device, torch, spray volume of water consumption.

Ключевые слова: струйный аппарат; куполообразная жидкостная завеса; аэрация; коэффициент диффузии; коэффициент десорбции; объем факела распыла; расход воды.

Keywords: Jet device; domed liquid veil; aeration; diffusion coefficient; desorption coefficient; the volume of spray torch; water consumption.

Анализ опубликованных исследований по динамике и распаду полых струй жидкости, формируемых струйными аппаратами нового поколения, указывает на возможность использования последних в качестве высокопроизводительных аэраторов. При использовании струйных комплексов в градирнях и брызгальных бассейнах побочным эффектом будет аэрация воды.

На рисунке 1 представлена расчетная схема для установления закономерностей аэрации воды струйными аппаратами, формирующими куполообразную жидкостную завесу.

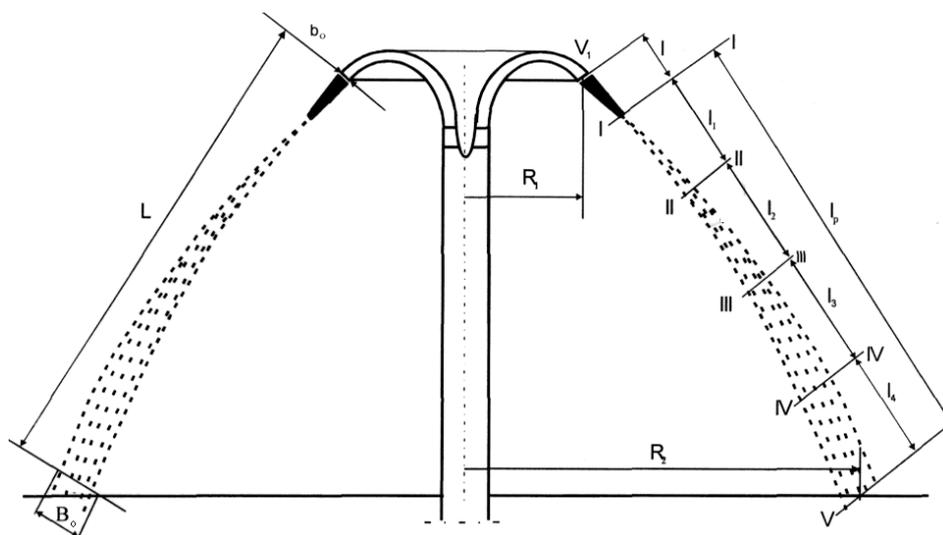


Рисунок 1. Расчетная схема для установления закономерностей аэрации воды струйными аппаратами

Количество кислорода, поглощенного водой при изливе куполообразной жидкостной завесы зависит в основном от следующих переменных [1]:

$$y_k = f(V_1, F_{ok}), (1)$$

где: V_1 — средняя скорость излива воды на выходе из струйного аппарата, м/с;

F_{ok} — поверхность окисления куполообразной жидкостной завесы, м²;

Струйные аппараты, рассматриваемой конструкции, могут работать, как в режиме образования сплошной протяженной куполообразной жидкостной

завесы, так и в режиме распыла жидкости, что так важно для процесса массопередачи в жидкой фазе.

Процесс массопередачи в жидкой фазе определяется физическими свойствами системами и числом Рейнольдса жидкой фазы и выражается критериальной зависимостью [2]:

$$Nu_{жс} = 0,11 Re_{жс} \cdot Pr_{жс}^{0,5}, \quad (2)$$

где: $Nu_{жс}$ — критерий Нуссельта, характеризующий процесс переноса вещества в потоке;

$Re_{жс}$ — критерий Рейнольдса;

$Pr_{жс}$ — критерий Прандтля.

Для процесса абсорбции O_2 водой эти безразмерные критерии определяются следующими уравнениями [1; 7; 8]:

$$Nu_{жс} = \frac{k_{O_2} \cdot \bar{d}}{D_{O_2}}; \quad (3)$$

$$Re_{жс} = \frac{V_{ср} \cdot \bar{d}}{\nu}; \quad (4)$$

$$Pr_{жс} = \frac{\nu}{D_{O_2}}, \quad (5)$$

где: k_{O_2} — поверхностный коэффициент абсорбции O_2 водой, кг/с кг/м³ м² ;

\bar{d} — средний диаметр капель, м;

D_{O_2} — коэффициент диффузии O_2 в воде, м²/с;

$V_{ср}$ — средняя скорость падения капель, м;

ν — коэффициент кинематической вязкости воды, м²/с.

Подставляя значения $Nu_{жс}$, $Re_{жс}$, $Pr_{жс}$ в уравнение (2) получаем:

$$\frac{k_{O_2} \cdot \bar{d}}{D_{O_2}} = 0,11 \frac{V_{ср} \cdot \bar{d}}{\nu} \cdot \left(\frac{\nu}{D_{O_2}} \right)^{0,5} \quad (6)$$

или

$$k_{O_2} = 0,11 V_{cp} \cdot \frac{D_{O_2}^{0,5}}{\nu^{0,5}} \cdot (7)$$

Аналогично для процесса абсорбции CO₂ водой будем иметь

$$k_{CO_2} = 0,11 V_{cp} \cdot \frac{D_{CO_2}^{0,5}}{\nu^{0,5}}, (8)$$

где: k_{CO_2} — поверхностный коэффициент абсорбции CO₂ водой, кг/с кг/м³ м²;

D_{CO_2} — коэффициент диффузии CO₂ в воде, м²/с.

Для расчета обезжелезивающих установок с брызгальным бассейном может быть использовано уравнение [5; 2]:

$$Q \cdot C_y = \beta_{CO_2} \cdot \Delta C_{cp} \cdot W, (9)$$

где: Q — производительность струйного аппарата, л/с;

C_y — количество свободной углекислоты, подлежащей удалению из воды, г/л;

β_{CO_2} — объемный коэффициент десорбции CO₂ данного типа струйного аппарата, кг/м³.

ΔC_{cp} — средняя движущая сила процесса десорбции (разность концентраций CO₂), г/л;

W — объем факела распыла, м³.

Введем коэффициент K :

$$K = \frac{D_{O_2}^{0,5}}{D_{CO_2}^{0,5}}, (10)$$

где: K — отношение коэффициентов диффузии O₂ и CO₂ в воде.

Количество поглощенного при разбрызгивании воды кислорода может быть найдено из уравнения, идентичного (9) для обратного процесса десорбции CO₂ из воды при введении коэффициента K :

$$y_k = K \cdot \frac{\beta_{CO_2} \cdot W}{Q} \cdot \Delta C_{cp}, \quad (11)$$

где: ΔC_{cp} — средняя разность концентраций для всего процесса абсорбции O_2 .

Средняя разность концентраций для всего процесса абсорбции кислорода определяется по следующей формуле [5; 2]:

$$\Delta C_{cp} = \frac{\Delta C_n - \Delta C_k}{2,3 \lg \frac{\Delta C_n}{\Delta C_k}}, \quad (12)$$

где: ΔC_n — начальная разность концентраций O_2 в воде, г/л;

ΔC_k — конечная разность концентраций O_2 в воде, г/л.

Таким образом, количество поглощенного кислорода при разбрызгивании воды зависит от коэффициента диффузии O_2 в воде, коэффициента диффузии CO_2 в воде, объемного коэффициента десорбции CO_2 данного типа струйного аппарата, объема факела распыла, расхода воды.

Список литературы:

1. Киселев П.Г. Справочник по гидравлическим расчетам / П.Г. Киселев. — М.: Госэнергоиздат, 1957. — 352 с.
2. Кожин В.Ф. Очистка питьевой и технической воды / В.Ф. Кожин. — 3 изд., перераб и доп. — М.: Изд. Литературы по строительству, 1971. — 303 с.
3. Меженная О.Б. Совершенствование формы и определение размеров струйных аппаратов, формирующих протяженную водяную завесу / О.Б. Меженная // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. — 2007. — № 3 — С. 59—65.
4. Методические рекомендации по расчету и выбору струйных комплексов для защиты воздушной и водной среды от загрязнений по дисциплине «Отраслевая экология» / П.П. Строкач, В.М. Новиков, Б.Н. Житенев,

Н.П. Яловая, О.Б. Меженная, под общ. ред. П.П. Строкач — Брест: БГТУ, 2003. — 34 с.

5. Николадзе Г.И. Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения / Г.И. Николадзе, Д.М. Минц, А.А. Кастальский. — 2 изд., перераб и доп. — М.: «Высшая школа», 1984. — 368 с.
6. Новиков В.М. Закономерности формирования куполообразной жидкостной завесы струйным аппаратом, образованным сопряжением грибовидных отбойников / В.М. Новиков, О.Б. Меженная // *Материалы, Технологии, Инструменты*. — 2007. — № 2 — 12 т. — С. 92—96.
7. Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении / А.М. Когановский [и др.]; под общ. ред. А.М. Когановский. — М.: Химия, 1983. — 288 с.
8. Шорин С.Н. Теплопередача / С.Н. Шорин. — М.: Госиздат литературы по строительству и архитектуре, 1952. — 339 с.