

ДОСЛІДЖЕННЯ ШВИДКІСНОЇ СТРУКТУРИ ТА ОБ'ЄМНОГО ЗБАГАЧЕННЯ ПОВІТР'ЯМ АЕРОВАНОГО ПОТОКУ

Середа А. І, Хандола Ю. М.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Запропоновано дослідження швидкісної структури і об'ємного повітря збереження аерованого потоку по довжині щілинного лотка-аератора.

Постановка проблеми. Насичення потоків води повітрям сприяє збагачення промислових стоків киснем, прискорюючи тим самим процеси очищення стічної води, покращує умови життєдіяльності, закритих водойм і водосховищ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Разом з тим, питання законності аерованих потоків, їх швидкісна структура, об'ємне повітря утримання і інші параметри в теперішній час вивчені недостатньо.

Мета статті. Експериментальна установка, включає в себе лоток-аератор довжиною 15 м, прямокутного перерізу з ежекцією повітря через прорізне дно.

Величина вакууму у щілині дна лотка-аератора, через яку відбувається залучення повітря в аерованому потоці, залежить від швидкості потоку в лотку. Величина вакууму визначається по залежності [1]:

$$p_a - p_1 = \frac{\gamma_a u_a^2}{2g} \alpha^2 n^2, \quad (1)$$

де γ_a – об'ємна вага аерованого потоку;

g – прискорення вільного падіння;

U_a – середня швидкість аерованого потоку;

α – геометричний параметр ежектуємої щілини, (відношення площ ежектуємого аерованого потоку і щілини в дні лотка-аератора);

n – коефіцієнт ежекції;

p_a – атмосферний тиск;

p_1 – абсолютний тиск.

Основні матеріали дослідження. Проведено 3 серії дослідів [2] за визначенням швидкості аерованого потоку в створах 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 (створи через 2,5 м) при різних витратах ($Q_1 = 37$ л/с; $Q_2 = 28$ л/с; $Q_3 = 25,6$ л/с) ширина лотка $b_1 = 220$ мм; $b_2 = 110$ мм. Відстані між щілинами 65 мм, відкриті щілини 4 мм. Нахил лотка $i = 0,3$.

Досліди проводилися при різній початковій швидкості потоку з повітрям, рівним нулю (нульовий створ). Подача води в лоток-аератора (нульовий створ) проводилася через отвір і через насадку.

Одночасно з вимірюванням швидкості аерованого потоку вимірювалося і його об'ємне повітря збагачення. Швидкісна структура потоку при подачі води в лоток-аератор через отвір (I дослід) представлена на рис.1.

Початкова швидкість потоку без повітряних включень (в нульовому створі) склала 1,8 м/с. Спостерігається збільшення швидкості аерованого потоку по створах.

Разом з тим, епюри швидкості аерованого потоку подібні епюрах швидкості для води без повітряних включень. Середня швидкість аерованого потоку в створі 1 склала $U_a = 2,23$ м/с, а середнє повітря збагачення $c = 0,18$, глибина аерованого потоку $h_a = 60$ мм.

Відповідно в створі 3 були: $V_a = 5,21$ м/с; $c = 0,40$; $h_a = 45$ мм; в створі 6: $V_a = 6,55$ м/с; $c = 0,42$; $h_a = 50$ мм.

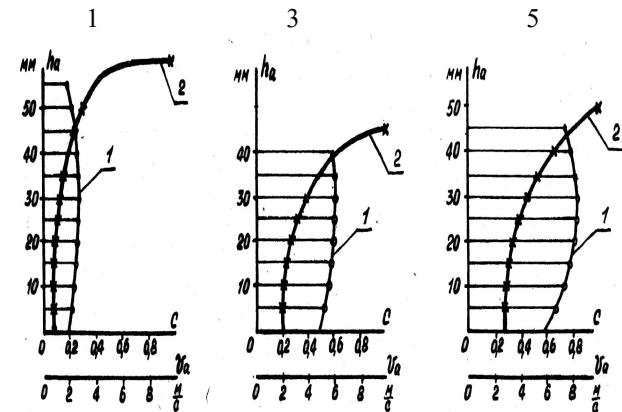


Рисунок 1 – Епюри швидкості і повітря збагачення аерованого потоку по довжині лотка-аератора:

$$Q_1 = 37 \text{ л/с; } i = 0,3; b_1 = 220 \text{ мм}$$

x – повітря збагачення, 0 – швидкість.

Як видно, глибину аерованого потоку до третього створу зменшуються, а потім починають збільшуватися. Точка мінімальної глибини перебувала в створі 3, тобто на відстані 7,5 м від початку лотка. Проводилося вимірювання, об'ємного складу повітря аерованого потоку по створах.

Причому придонний склад повітря аерованого потоку (завмер на рівні 8 мм від дна лотка) в створах 1—6 збільшилось от 0,09 до 0,25.

Вивчалася аерація потоку в щілинному лотку-аераторі з великими початковими швидкостями (подача води через насадки). Початкова швидкість потоку в лотку становила близько 10 м/с. Швидкісна структура аерованого потоку і його склад повітря при по-

дачі води через насадку в лоток-аератор представлені на рис. 2.

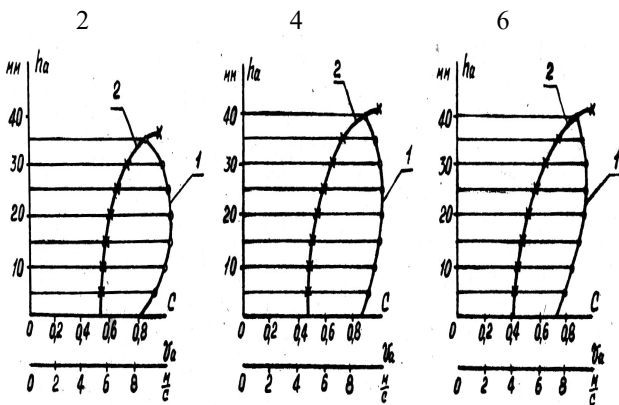


Рисунок 2 – Епюри швидкості і повітря збагачення аерованого потоку по довжині лотка-аератора:
 $Q_1 = 28$ л/с; $i = 0,3$; $b_1 = 220$ мм

Потік швидко наситився повітрям. Середня швидкість аерованого потоку в створі 2 склала $V_a = 8,7$ м/с; середній вміст повітря $c = 0,61$. Відповідно, в створі 6: $V_a = 8,35$ м/с; $c = 0,57$. На дні склад повітря в створі 2: $c = 0,55$; в створі 6: $c = 0,43$.

Таким чином, спостерігається зменшення швидкості по створах і відповідно кількість повітря.

Була проведена третя серія дослідів в щілинному лотку-аераторі шириною $b_2 = 110$ мм. Подача води в лоток відбувалася через насадку.

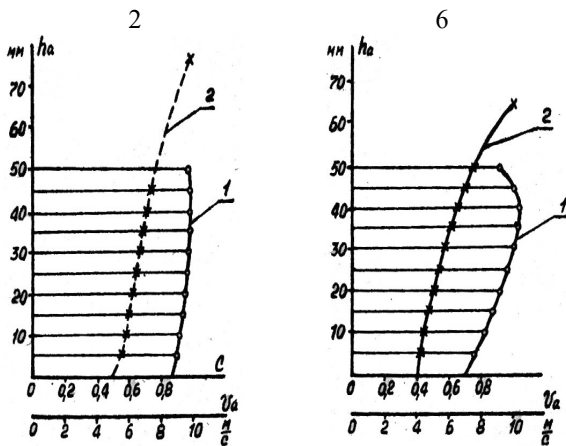


Рисунок 3 – Епюри швидкості і повітря збереження аерованого потоку по довжині, лотка-аератора:
 $Q_1 = 25,6$ л/с; $i = 0,3$; $b_2 = 110$ мм.

Швидкісна структура аерованого потоку і його повітря збереження при подачі води в лоток-аератор через насадку представлені на рис. 3.

У створі 2 середня швидкість аерованого потоку склала $V_a = 9,4$ м / с, середнє повітря збереження $c = 0,68$, глибина аерованого потоку $h_a = 81$ мм. Відповідно: в створі 6: $V_a = 9,1$ м/с; $c = 0,60$; $h_a = 65$ мм.

Придонне повітря збереження в створі 2: $c = 0,51$, а в створі 6: $c = 0,39$.

Як і в других дослідів спостерігається зменшення швидкості аерованого потоку деяке зменшення середнього повітря збереження по створах.

Зменшення швидкості по довжині аерованих потоків відзначено і іншими авторами. Проводилися дослідження аерації потоку на швидкій течії із суцільним дном довжиною 30 фт з ухилом 60° витратою від 1 до 4 фт³ / с [3].

Було відмічено, що нижче точки по довжині швидкої течії натиск витрачатимуть не на збільшення швидкості, а на подолання сил тертя.

Аналіз результатів дослідження швидкісної структури і об'ємного повітря збереження аерованого потоку по довжині щілинного лотка-аератора, можна прийти до висновків.

Висновки. Потік швидко насичується повітрям. Швидкість і об'ємне повітря збереження аерованого потоку прагнуть до деякої межі.

Величина придонного повітря збереження в створі менше середнього. Величини придонного і середнього повітря збереження аерованого потоку залежать від його швидкості. Величина вакууму у щілини дна лотка-аератора пропорційна швидкості аерованого потоку, що підтверджує теоретичну залежність.

Список використаних джерел

1. Абрамович Г. Н. Прикладна газова динаміка. Москва : Наука, 1989.
2. Мезенцев Ю. С. Метод аерації потоку в водоскидних спорудах. Водопостачання, каналізація, гідротехнічні споруди. Київ : Будівельник, 1977. С.51-54.
3. H. L. Uppal et al. Studies on the phenomenon of air entrainment. International association for hydraulic research eleventh international congress, 1992.

Анотация

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТНОЙ СТРУКТУРЫ И ОБЪЕМНОГО ВОЗДУХОСОДЕРЖАНИЯ АЭРИРОВАННОГО ПОТОКА

Серета А. И., Хандола Ю. М.

Предложено исследование скоростной структуры и объемного воздухо содержания аэрированного потока по длине щелевого лотка-аэратора.

Abstract

STUDY OF SPEED AND THREE-DIMENSIONAL STRUCTURE OF AIR FLOW AERATED

A. Sereda, Yu. Khandola

Proposed research velocity and volumetric air content of aerated flow along the length of a slot tray aerator.