

11 від напірної гідролінії 7, і залишок рідини в підпоршневій камері b зменшує удар поршня-золотника 12 в місті контакту фасок за рахунок демпфування. Далі йде повернення системи у вихідне положення для наступного повторення робочого циклу [2].

Список посилань

1. Веселовська Н. Р. Моделювання робочих режимів вібраційних та віброударних машин. / Веселовська Н. Р., Зелінська О. В., Іванчук Я. В., Гнатюк О. Ф. // Техніка, енергетика, транспорт АПК. – 2019. – No1 (104). – С. 56-63 URL: <http://tetapk.vsau.org/storage/articles/February2020/tv42BJNVkOcSGww4jd0d.pdf>
2. Веселовська Н. Р. Перспективний віброударний пристрій для розвантаження транспортних засобів. / Веселовська Н. Р., Іскович-Лотоцький Р. Д., Гнатюк О. Ф. // Вібрації в техніці та технологіях. – 2021. – No 3 (102). – С. 43-51. URL: <http://vibrojournal.vsau.org/storage/articles/October2021/fGsLQpa1bZ5Y9SLFQz Db.pdf>
3. Веселовська Н. Р. Сучасні технології у вантажно-розвантажувальних роботах на мобільному автомобільному транспорті. / Веселовська Н. Р., Іскович-Лотоцький Р. Д., Іванчук Я. В., Гнатюк О. Ф. // Вібрації в техніці та технологіях. – 2020. – No 4 (99). – С.59-66.

УДК 66.021

Яхно О.М., докт. техн. наук, професор
Гнатів Р.М., докт. техн. наук, професор
Ночніченко І.В., канд. техн. наук, доцент
Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»,
nochnichenko.ihor@lil.kpi.ua

ЯВИЩА ПЕРЕНОСУ В НАВКОЛИШНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Великий внесок у дослідження явищ переносу зробили такі вітчизняні та закордонні вчені: Байрон Берд Р., Кутателадзе С., Левіч В.Г., Петухов Б., Стьюарт В., Лайтфут Е., Фермі Є., Керзон Хуанг, Шорін С.Н., Тагер А. А., Капіца П.Л. [1-6].

Питання пов'язані з особливостями явища переносу в екологічних середовищах останнім часом все більш стають актуальними проблемами наукового та прикладного значення. Близько 71% поверхні землі займає вода, також слід зазначити, що тіло людини складається в залежності від віку від 55...75% з води та маси тіла. Вона відіграє велику роль в більшості процесів та явищ, які виникають на планеті та за її межами. Збільшення кількості населення, за умов урбанізації території їх проживання, спричиняє активізацію антропогенних впливів на водні об'єкти. Ці закономірності визначають зростання об'ємів забруднень, а також необхідності для їх санітарного та екологічного контролю. Необхідно аналізувати особливості динаміки річкових течій та руслових процесів масопереносу разом з екологічними показниками на карпатських територіях для оцінювання впливу вказаних чинників на становище прилеглої мережі річок [1-2].

Процеси переносу становлять значний клас явищ, які відбуваються при русі рідини і широко використовуються у розрахунках інженерних систем. До яких відноситься і перенос кількості руху, домішок і теплоти. В усіх трьох випадках речовиною транспортування є вода. Відповідно закони, які описують рух цієї рідини, таким чи іншим чином описують і закономірності переносу різних субстанцій у ній. Дуже чіткою, є аналогія між розглядуваними процесами простежується при турбулентному русі, коли перенос субстанції відбувається окремими молями речовини.

Враховуючи, що такі коефіцієнти - в'язкості, теплопровідності, дифузії є розмірними і пропорційними величинами тому їх вибір пов'язаний з реальними процесами інтенсифікації згідно з даними фізичних явищ. Ключовою позицією в процесах переносу є вхідні дані та градієнтні рівняння разом із коефіцієнтами переносу. Особливості визначення для фізичної хімії можна охарактеризувати енергію активації та довжину вільного пробігу молекул.

Спираючись на фізико-хімічні дані переносу, формуються базові процеси та рівняння та будується відповідна математична модель.

Рівняння, що описують явища переносу наведено нижче.
Перенос руху, закон в'язкості Ньютона [3]:

$$\tau = -\mu \operatorname{grad} \gamma, \quad (1)$$

де γ – швидкість середовища в просторі.
Перенос маси, закон дифузії Фіка [3]:

$$q_t = -D \operatorname{grad} C, \quad (2)$$

де D – коефіцієнт дифузії – величина, що визначає швидкість перенесення молекул,
 C – концентрація молекул в речовині.

Перенос тепла (теплопровідність закон Фур'є) [3]:

$$q_e = -Q_\lambda \operatorname{grad} T. \quad (3)$$

де Q_λ – коефіцієнт теплопровідності.

Перехід від макроскопічного до мікроскопічного рівня можна в першому приближенні представити через середню довжину вільного пробігу та довжиною шляху перемішування яка згідно з гіпотезою Нікурадзе-Прандтля пропорційна відстані від стінки каналу (поперечне змішування) $x=0,4$ для труби. Постійна Кармана визначається тільки експериментально у – поперечна координата $l=xu$.

Турбулентне дотичне напруження за Прандтлем:

$$\tau_0 = \rho l^2 \left(\frac{dv_x}{dy} \right)^2 \quad (4)$$

Важливим елементом при вирішенні таких задач є дослідження та розрахунок ефективних дифузійних процесів при інтенсифікації в системах тепло- і масообміну.

Таблиця 1 – Значення коефіцієнтів дифузії (рідина, л)

Пара видів	T, C°	D, cm ² /c
Повітря - вода	25	$2,00 \times 10^{-5}$
Водень - вода	25	$4,50 \times 10^{-5}$
Кисень - вода	25	$2,1 \times 10^{-5}$
Колоїдні частинки	25	1×10^{-10}

У турбулентному потоці, наявність пульсацій швидкостей створює умови для хаотичного переміщення кінцевих об'ємів середовища (молів). Оскільки останні мають інерцію, моль, який рухається з більшою швидкістю, потрапивши у повільніший шар середовища, буде його прискорювати, і навпаки. Разом з передачею кінетичної енергії, відбувається передача розчинених або завислих часток, які знаходяться у молях часток що рухаються. Інтенсивність масопередачі у цьому випадку характеризується коефіцієнтом турбулентної дифузії D_T , який не є фізичною константою, а залежить від гідродинамічної картини руху.

Коли масопередача відбувається одночасно за рахунок молекулярної і турбулентної дифузії, визначається із залежності:

$$D_{ef} \approx D_M + D_T \quad (5)$$

Список посилань

1. Кафаров В. В. Основы массопередачи: системы газ - жидкость, пар - жидкость, жидкость – жидкость/ В. В. Кафаров. – М.: Высшая школа, 1979. – 440 с
2. Шорин С.Н. Теплопередача. / С.Н.Шорин. – М.: Высшая школа, 1964. – 491 с.

3. Ночніченко І.В. Інформаційно-енергетичний підхід до вирішення задач гідродинаміки та механотроніки в процесах переносу енергії. / Ночніченко І.В., Яхно О.М. // *Mechanics and Advanced Technologies* – №3 (87). – 2019. – с.38-48. doi: 10.20535/2521-1943.2020.88.195505.

4. Великанов М.А. Динамика русловых потоков. Т.2. Наносы и русло. / Великанов М.А. – М.: Гос. изд-во технико-теоретической литературы, 1955. – 323 с.

5. Restoring riverine landscapes: successes and deficits in the context of ecological integrity./ [Muhar S., Jungwirth M., Unfer G., Wiesner C., Poppe M., Schmutz S., Habersack H.] // 6th Intern. Gravel Bed Rivers Workshop, Lienz, Austria, 5-9 September 2005. – p. 779-803.

6. Analysis of interaction between a configurable stone and a water flow. / [Strutinskiy V., Yakhno O., Machuga O., Hnativ I., Hnativ R.] // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2018. – Vol 6, No 10 (96): Ecology. – p. 14-20.

УДК 62-253.58

Куліков О. А., аспірант
Ратушний О. В., канд. техн. наук, доцент
Сумський державний університет, kulikov.aleksandr322@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ НАПРНИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВІД КІЛЬКОСТІ ЛОПАТЕЙ В КОНТРРОТОРНОМУ СТУПЕНІ

Напір робочого колеса залежить від багатьох факторів, одним з них є кількість лопатей. Як відомо, у відцентровому насосі передача енергії рідині відбувається за рахунок взаємодії рідини з лопатями. Чим більша кількість лопатей та чим вони довше, тим більше часу рідина буде з ними взаємодіяти, а отже й кількість переданої енергії рідині буде більшою. Але занадто багато лопатей також погано впливає на к.к.д. насоса в цілому. Так як при збільшенні кількості лопатей відбувається зменшення міжлопатевого каналу, що призводить до стиснення рідини на вході в робоче колесо. Також збільшена кількість лопатей призводить до більшого тертя рідини [1].

Умови руху частинок рідини в міжлопатевиx каналах робочого колеса відцентрового насоса відрізняються високою складністю і великою невизначеністю через неусталений рух, дію багатьох сил, тощо. Дотепер стосовно відцентрових машин користуються одномірною або струминною теорією, запропонованою в 1754 р. Л. Ейлером [2].

За ідеєю Л. Ейлера стосовно відцентрового насоса, необхідно розглянути робоче колесо, що складається з нескінченно великого числа нескінченно тонких лопатей. В цьому випадку лінії течії частинок рідини конгруентні (сумісні), траєкторії їх співпадають з контуром профілю лопаті, а відносна швидкість для кожної точки області буде дотична до поверхні лопаті в даній точці. При такій схемі руху потік в області робочого колеса буде вісесиметричним. Дана схема дозволяє без знання процесів, що відбуваються всередині каналів робочого колеса, отримати необхідні співвідношення параметрів потоку на вході і виході з останнього [2].

Але величина крутного моменту не залежить від кількості лопатей колеса при постійному коефіцієнті співвідношення між кутом, утворюваним гранями лопаті і кутом, утворюваним гранями каналу. Проте з огляду на допущення, зроблене нами при розрахунку крутного моменту про те, що в розрахунковій моделі колесо складається із нескінченного числа нескінченно тонких лопатей, чим більшим буде реальне число лопатей, тим ближчим буде реальне значення крутного моменту до розрахункового значення. Тому тут умовою раціоналізації є наявність такого максимального числа лопатей, при якому товщина лопаті буде мати достатню міцність на згин при експлуатації [3].

Теоретична характеристика, що визначена методом Ейлера відрізняється від індивідуальної дійсної характеристики внаслідок припущення про нескінченну кількість нескінченно тонких лопатей, неврахування втрат напору на тертя рідини об поверхню