

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Рибачова Сергія Григоровича

«Енергоефективне повітряно-струминне екранування крупногабаритних промислових ванн»,

подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.03 – Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання

1. Актуальність теми дисертаційної роботи.

В умовах енергоощадності, зменшення використання паливно-енергетичних ресурсів та розроблення систем енергоефективної вентиляції для приміщень виробничого призначення – є вельми актуальним науково-практичним завданням. Особливий вплив на навантаження загальнообмінної системи вентиляції створює робота місцевих відсмоктувачів та повітряних екранів. Найбільш поширеними залишаються бортові активовані відсмоктувачі у яких припливний і витяжний насадки знаходяться на одній осі, тобто відсмоктувачі типу – «струмина-відсмоктувач». Застосування таких систем з точки зору підтримання необхідних санітарно-гігієнічних умов потребують великих повітрообмінів та значних затрат енергоресурсів. Позитивних результатів можна отримати шляхом застосування нових аеродинамічних схем, особливістю яких є формування динамічних повітряних екранів із припливно-обертливими потоками. Це надзвичайно актуально для ванн з розмірами більше 3 м, оскільки для такого типу ванн є характерним зростання швидкості припливної активуючої струмини, яка викликає утворення хвиль на відкритій поверхні дзеркала ванн, збільшуючи тепломасообмінні процеси і перенесення шкідливостей в середовище приміщення.

Дисертаційну роботу виконано у відповідності до Державної програми «Створення систем і обладнання екологічно безпечних енерготехнологічних комплексів України» і тісно пов'язана з планами держбюджетної тематики Київського національного університету будівництва і архітектури на

замовлення Міністерства освіти і науки України (№ державної реєстрації 0116U000843)

2. Наукова новизна

Вперше

- обґрунтовано ефективність динамічного взаємозв'язку припливної струминної течії з обертовим потоком, фізичні властивості якого формують розвиток теоретичних та експериментальних досліджень в напрямку, який гарантує максимально-можливе вловлювання шкідливих речовин при мінімальній енергоємності.

- отримано фізичні характеристики дворівневого повітряно-струминного екрану з ежекційним підживленням, які підтверджують адекватність розробленої фізико-математичної моделі.

- уточнено геометричні та математичні характеристики дворівневої моделі повітряно-струминного екранування із взаємною залежністю припливного повітря та обертового потоку, що відсмоктується, для умов з найбільш ефективним вловлюванням шкідливостей.

Набуло подальшого розвитку

- наукове обґрунтування та поглиблення теоретичних засад фізико-математичного моделювання повітряного екрану, в яких розглядаються співвісні зустрічні струмини з ежекційним підживленням у поєднанні з обертовим потоком.

3. Обґрунтованість і достовірність наукових висновків

Вірогідність отриманих наукових результатів зумовлена застосуванням фундаментальних законів розвитку турбулентних течій. Результати розрахунків підтверджені експериментальними дослідженнями із застосуванням сучасних методів виконання та обробки гідроаеродинамічного експерименту та математичної статистики.

4. Практична цінність роботи

практична цінність результатів дисертаційної роботи полягає у ґрунтовному теоретичному та практичному доробку із створення методики

інженерного розрахунку та прийняття конструктивних рішень елементів дворівневого повітряно-струминного екрану із використанням аеродинамічних властивостей повітряних плоских припливно-обертових струминних та взаємодіючих з ним обертових потоків.

2. Повнота викладення здобувачем основних результатів.

Матеріали дисертаційної роботи повністю викладено у **6** наукових працях, в тому числі, у **5** фахових виданнях України, **одна** стаття у міжнародному виданні, одержано **один** патенти України на корисну модель.

Персональний внесок дисертанта в роботі, опубліковано в співавторстві, відображено в авторефераті.

3. Оцінка мови, стиль та оформлення дисертації й автореферату.

Дисертаційна робота має вступ, **чотири** розділи, загальні висновки, список використаних джерел із **150** найменувань та додатків. Основна частина дисертації викладена на **175** сторінках, має **14** таблиць та **49** ілюстрацій.

Застосована в роботі наукова термінологія є загальноновизнаною, стиль викладення результатів теоретичних і експериментальних досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття. Оформлення дисертації відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України.

4. Відповідність тексту автореферату і дисертації.

Текст автореферату відповідає структурі, змісту та основним положенням, наведеним в дисертації.

5. Аналіз основного змісту роботи.

У **вступі** наділялась увага аналізу стану проблеми розвитку технологій для підвищення ефективності роботи місцевої вентиляції крупногабаритних промислових ванн, зокрема вирішенню наукового завдання, яке стосується розробки та вдосконалення методів застосування дворівневих повітряно-струминних екранів із співвідношеннями припливного повітря та обертового потоку, що відсмоктується. Обґрунтовано актуальність і важливість роботи, а також сформульовано завдання та мету досліджень, виражено об'єкт, предмет

та методи досліджень. Наведено загальну характеристику роботи, відмічено наукову новизну і практичну цінність отриманих результатів.

У першому розділі значна увага наділялась аналізу літературних джерел, які мали відношення до завдань локалізації та вловлювання технологічних шкідливостей за допомогою місцевої вентиляції в промислових приміщеннях.

Перспективним напрямком підвищення ефективності роботи місцевої вентиляції великогабаритних промислових ванн є застосування динамічного повітряно-струминного принципу екранування для відокремлення джерела шкідливих виділень від повітряного середовища приміщення.

В даний час застосування таких технічних рішень не набуло достатнього поширення, насамперед через відсутність спеціальних досліджень аеродинамічних процесів підтримання належного нормованого стану повітряного середовища будівель з ваннами великих габаритів.

Це все спонукало до розробки та дослідження роботи системи із застосуванням динамічного повітряно-струминного принципу екранування промислових ванн для відокремлення джерела шкідливих виділень від повітряного середовища приміщення.

Виходячи із сучасного стану проблеми, що розглядалася, сформульовано основні завдання та напрями досліджень.

У другому розділі наведено схему дворівневого повітряно-струминного екрану із ежекційним підживленням, яку було покладено в основу для виконання аналітичних досліджень, пов'язаних із розробкою енергоефективних конструкцій дворівневих повітряно-струминних екранів.

Представлено основні результати чисельного моделювання аеродинамічних процесів для різних режимів струминних течій, а також міжфазного тепломасопереносу, які отримані на основі виконаних теоретичних досліджень локалізації дифузійних шкідливих речовин із застосуванням математичної моделі дворівневого повітряно-струминного екрану.

З метою отримання достовірних даних при моделюванні процесів аеродинаміки та тепломасопереносу була складена система рівнянь

нерозривності турбулентного переносу імпульсу та енергії, яка здійснювалась методом скінченних різниць шляхом дискретизації в контрольному об'ємі системи диференціальних рівнянь в частинних похідних.

Аналітичні дослідження розподілу температури і швидкості течії повітря над поверхнею ванни, а також ізоліній швидкості течії повітря над поверхнею ванни здійснювалися за розробленою методикою при роботі дворівневого повітряно-струминного екрану.

Було встановлено, що зі збільшенням параметра висоти борта ванни зменшуються вертикальна швидкість та надлишкова температура над припливною щілиною, що в свою чергу вказує на зменшення обсягу теплоти і маси шкідливих домішок, які переносяться догори за межі повітряно-струминного екрану.

У третьому розділі представлено результати експериментальних досліджень аеродинамічних характеристик дворівневого повітряно-струминного екрану. Представлено схему дослідного стенду, обладнаного засобами визначення і фіксації результатів вимірювання та захищеного від зміни напруги і сторонніх теплових потоків.

Для вибору необхідного числа та умов проведення дослідів, необхідних та достатніх для вирішення задачі досліджень із заданою точністю було передбачено квадратичне планування чотири факторного експерименту на підставі ортогонального центрального композиційного плану. При цьому передбачалось ряд спрощень та допущень, зокрема, висота відсмоктуючої щілини і відстань від її низу до дзеркала ванни не змінювались; лінійні розміри ванни не змінювались; відстань між припливним отвором і стоком змінювалась в межах $h = (0,05 \dots 0,25) l_{ван}$, висота щілини ежекції варіювалась в межах $= (1,5 \dots 2,5) h$ висоти припливного отвору, швидкість на виході з припливної щілини знаходилась в межах $v_{вип} = (2,2 \dots 3,1) v_{вд}$ від швидкості на всмоктуванні. На основі отриманого рівняння регресії визначалась ефективність системи в залежності від безрозмірних величин витрати припливного та витяжного

повітря, відношення висоти щілини ежекції та висоти непроникної стінки борта ванни відносно ширини ванни, а також від температури поверхні ванни.

Наведено в графічному вигляді результати визначення поля швидкості, а також залежності ефективності повітряно-струминного екрану від співвідношення витрат припливного та витяжного повітря для різних чисел Архімеда.

У четвертому розділі наводиться алгоритм інженерного розрахунку дворівневого повітряно-струминного екрану. Отримані в результаті теоретичних та експериментальних досліджень залежності, а також загальновідомі системи балансових рівнянь були покладені в основу методики інженерного розрахунку.

Представлене порівняння альтернативних варіантів систем локалізації шкідливостей з використанням дворівневого повітряно-струминного екрану показало економію енергії на перенесення повітря за рахунок зменшення витрати повітря та утворення обертових потоків над дзеркалом рідини, яка склала 14,8%.

6. Зауваження до дисертації.

Як зауваження по роботі можна відмітити такі:

1. У представленій математичній моделі розрахунку дворівневого струменевого екрану (Розділ 2.3.), яка описується системою рівнянь динаміки турбулентної течії та перенесення теплоти і маси для нестисливого середовища є незрозумілим, як враховується явище ежекції для запропонованої в дисертації системи вентиляції.
2. У Розділі 2.4. представлено результати чисельного рішення рівнянь математичної моделі, зокрема розподіл температури і швидкості течії повітря над дзеркалом ванни (Рис. 2,5...2.8) слід було обґрунтувати прийняту температуру розчину $t_{liqvl} = 35^{\circ}\text{C}$ та вказати який технологічний процес розглядається.
3. У третьому розділі представлено рівняння регресії для визначення ефективності системи в залежності від факторів, зокрема: витрати

припливного та витяжного повітря, відношення висоти щілини ежекції та висоти непроникної стінки борта відносно ширини ванни, а також температури поверхні ванни. Нажаль, не зрозуміло, як здійснювалась оцінка впливу цих факторів на параметр оптимізації.

4. В дисертації викладено методику інженерного розрахунку запропонованої системи місцевої вентиляції, яка здійснюється за допомогою дворівневого повітряно-струминного екрану ежекційним підживленням але, нажаль, основний зміст етапів розрахунку не розкрито в повному об'ємі.
5. На нашу думку, у четвертому розділі недостатньо повно висвітлено матеріали щодо оцінки економічної ефективності запропонованого рішення на основі якого прийнято твердження, що використання дворівневого повітряно-струминного екрану дає можливість заощадити енергію на 14,8%.
6. Висновки за окремими розділами дисертації бажано було б сформулювати більш розгорнуто та навести числові дані за результатами досліджень.
7. В роботі наявні окремі описки та неточності, наприклад: у представленій системі рівнянь (2,1...2,5) є умовні позначення, але нажаль, відсутні всі пояснення; немає однаковості в позначення окремих величин, наприклад, для позначення швидкості використовуються літери v та v .

7. Висновок.

Наведені зауваження та побажання не знижують загального цілком позитивного враження від дисертаційної роботи і можуть бути використані або враховані у подальшій науковій діяльності автора.

Дисертаційна робота Рибачова Сергія Григоровича «Енергоефективне повітряно-струминне екранування крупногабаритних промислових ванн» є завершеною науковою роботою, в якій на підставі виконаних автором

досліджень отримано нові результати, що вирішують актуальне науково-технічне завдання в галузі вентиляції.

Підсумовуючи вищенаведене, слід зазначити, що за актуальністю, науковою новизною, глибиною розробки наукових рішень, практичною значимістю, обґрунтованістю і достовірністю висновків та рекомендацій дисертаційна робота відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України до кандидатських дисертацій, а її автор Рибачов Сергій Григорович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.03 – Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання.

Офіційний опонент –

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри «Теплогазопостачання
і вентиляція» Національного університету
«Львівська політехніка»

Желих В.М.

Підпис доктора технічних наук,
професора Желиха Василя Михайловича засвідчую:
Вчений секретар ради Національного університету.
«Львівська політехніка»



Брилинський Р.Б.