

РОЗПОДІЛ ТИСКІВ НА ВХОДІ ЛОКАЛЬНОГО ВІДСМОКТУВАЧА З КІЛЬЦЕВИМ ПОВІТРООБМЕЖНИКОМ

О Жуковський С.С., Довбуш О.М., 2009

Наведено результати експериментальних досліджень розподілення поля надлишкових тисків у зоні всмоктування циліндричного відсмоктувача з кільцевим повітрообмежником.

In this article are poited the results of experimental researches distributing of the field of surplus pressure in the suction zone of cylinder hood with circular air distinctor.

Постановка проблеми. Системи місцевої витікальної вентиляції існуючих виробничих приміщень внаслідок недосконалості їх конструкційних елементів функціонують із великими повітропродуктивностями, що спричиняє значні енергетичні та матеріальні затрати.

Збільшення зони дії локальних відсмоктувачів ймовірно спричинить краще вловлення забрудників і зменшення розмірів відсмоктувача та кількості витікального повітря.

Ефективність вловлювання забрудників відсмоктувачем можна збільшити, наприклад, оснащенням його конструкції кільцевим повітрообмежником.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що ефективність відкритих відсмоктувачів залежить від їх конструкції і геометричних характеристик, місця розміщення щодо джерела забрудників, швидкостей повітряних потоків і їх рівномірності у вхідному отворі, рухомості внутрішнього повітря у просторі між відсмоктувачем і джерелом забрудників.

Основними недоліками вентиляційних відсмоктувачів є:

- велика повітропродуктивність завдяки великій площі вхідного отвору та підсмоктуванню навколишнього повітря;
- нерівномірність швидкості у вхідному перерізі, що зумовлено великими значеннями коефіцієнтів турбулентного перемішування;
- обмежена зона дії.

В. Ельтерман, Т. Фіалковська, О. Тимофеева, В. Батурін [1, 2, 3] стверджують, що вагомою причиною низької ефективності вловлювання смоками забрудників є рухомість внутрішнього повітря, тобто величина дисипації в приміщенні енергії, на яку впливають енергія притікальних та теплових струменів, енергія від рухомих предметів, затрати енергії на циркуляцію повітря у вертикальній площині за неізотермічних умов.

Ефективність відсмоктувачів відкритого типу, розмішених над джерелами теплоти, збільшується з наближенням повітровхідних отворів до місць утворення забрудників і їх розміщенням перпендикулярно до осі пилогазового потоку. За обмеження зони всмоктування можна досягнути зменшення площі всмоктувального отвору і витрати витікального повітря [1]. Аналіз можливих умов використання відсмоктувачів показує, що, не зважаючи на значну кількість дослідів і конструкційних пропозицій, проблема підвищення ефективності відсмоктувачів відкритого типу є актуальною.

Мета і завдання дослідження. Мета роботи – визначення розподілення поля надлишкових тисків в зоні всмоктування циліндричного відсмоктувача з кільцевим повітрообмежником та оптимізація діаметра повітрообмежника.

Наукова новизна одержаних результатів. Представлено результати досліджень повітряних потоків, які затікають у локальній циліндричній відсмоктувач з повітрообмежником круглої

форми змінних геометричних характеристик за ізотермічних умов, а саме: зона дії відсмоктувачів та її площа. Виявлено оптимальні геометричні характеристики повітрообмежника.

Під час вільного стікання в торець труби із гострими кромками зона дії всмоктувального отвору розповсюджується і в прилеглу область стінки труби. При цьому лінії течії повітряного потоку різнонапрямлені і дуже викривлені, і це зумовлює зменшення довжини активної зони струменя.

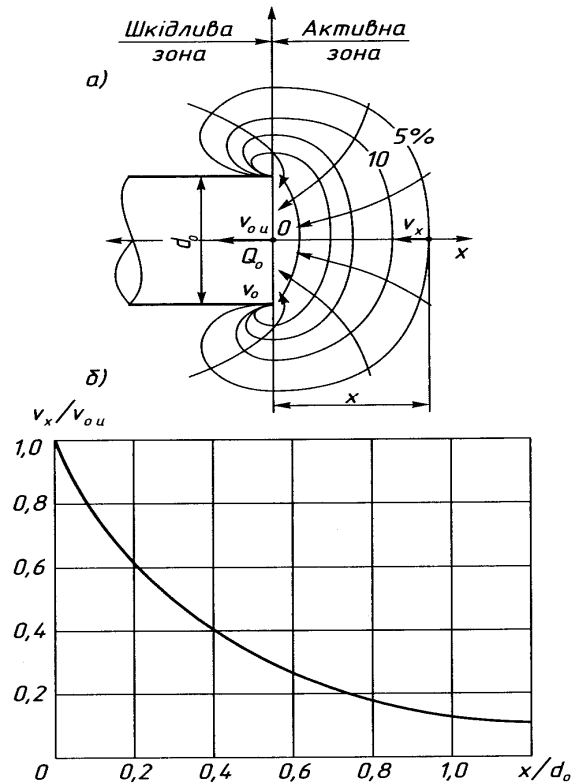


Рис. 1. Структура потоку під час вільного стікання до центра отвору:
 а – схема стікання в торець труби круглого перерізу;
 б – результати експериментальних досліджень

На основі аналізу стікання з усіх напрямків в точковий отвір можна записати

$$v_x = \frac{Q_0}{4\pi \cdot X^2} \quad (1)$$

Зміну осьової швидкості незалежно від перерізу всмоктувальної труби (круглий, квадратний, прямокутний) також можна описати виразом

$$\frac{v_x}{v_0} = \frac{\omega_0}{10X^2 + \omega_0}, \quad (2)$$

де v_0 – середня за витратою швидкість у всмоктувальному отворі труби, м/с; ω_0 – площа перерізу всмоктувального отвору, м².

Із рис. 2 бачимо, що збільшити довжину активної зони потоку можна, мінімізувавши навколотрубну шкідливу зону, наприклад, завдяки застосуванню повітронепроникної жорсткої стінки (повітрообмежника).

На основі теоретичного аналізу напівобмеженого стікання у точковий отвір:

$$v_x = \frac{Q_0}{2\pi \cdot X^2}, \quad (3)$$

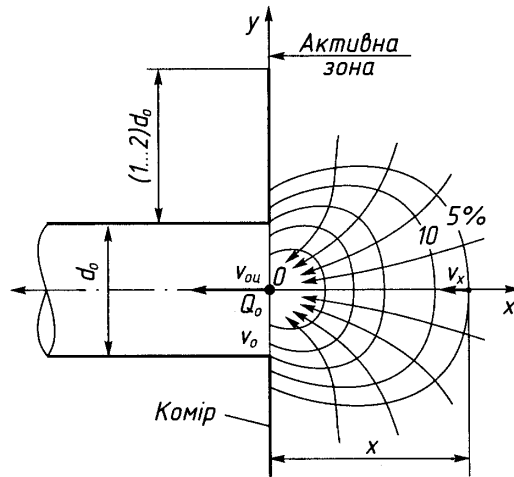


Рис. 2. Схема стікання в торець труби круглого перерізу за наявності повітронепроникної жорсткої стінки (повітрообмежника)

Аналіз експериментальних даних (рис. 3) дає таку залежність зміни осьової швидкості під час напівобмеженого стікання в отвори круглого і квадратного перерізів

$$\frac{v_x}{v_o} = 1,33 \cdot \frac{\omega_o}{10X^2 + \omega_o} \quad (4)$$

Порівнюючи залежності (2) і (4), бачимо, що за напівобмеженого стікання порівняно з вільним стіканням, осьова швидкість зростає на 33 %.

Подальше збільшення довжини активної зони всмоктуваного потоку можна досягти завдяки трансформації циліндричного торця труби в дифузорній або стругленій, тобто завдяки плавному звуженню області підтікання і більш вирівняних ліній течій потоку.

На основі теоретичного аналізу потоку, який стікає в точковий отвір з плавно звуженого простору, маємо

$$v_x = \frac{Q_o}{\psi \cdot X^2} \quad (5)$$

де ψ – тілесний кут, під яким з точки 0 видно частину відкритого простору, звідки стікає повітряний потік, рад.

Експериментальні дослідження локального циліндричного відсмоктувача з повітро-обмежником проводились на стенді, схему якого показано на рис. 3, за таких початкових умов:

- повітряний потік є вільним та ізотермічним;
- розмір повітрообмежника a змінювався в межах $\frac{a}{D} = 0 \div 2$;
- швидкість повітря у початковому (вхідному) отворі зонта забезпечувалась в межах 1–5 м/с.

Експериментальний стенд (рис. 3) складається із радіального вентилятора 1, електродвигун 2 якого живиться постійним струмом від автотрансформатора 3 з випрямлячем змінного струму 4. До всмоктувального патрубку вентилятора 1 за допомогою повітропроводу 5 приєднано камеру розрідження 7 із локальним відсмоктувачем 9, що кріпиться до знімної стінки 10 камери 7. Для замірів статичного тиску повітря в камері 7 застосовується диференціальний мікроманометр 14, а для замірів його температури – спиртовий термометр 17. До нагнітального патрубку вентилятора через повітропровід 6 приєднано камеру плюсового надлишкового тиску 8 з витратомірним колектором 11, до якого кріпиться вихідний патрубок 12. Статичні тиски повітря в камері 8 та витратомірному колекторі визначаються відповідно різницевами мікроманометрами 15, 16, а температура заміряється спиртовим термометром 13. Наявність камери статичного тиску 8 дає змогу повітряному потоку плавно підтікати до робочої частини колектора 11 без турбулізації та завихрень.

Зміна витрати повітря у всмоктувальній і нагнітальній частинах стенда забезпечується зміною кількості обертів турбіни вентилятора 1 (таблиця).

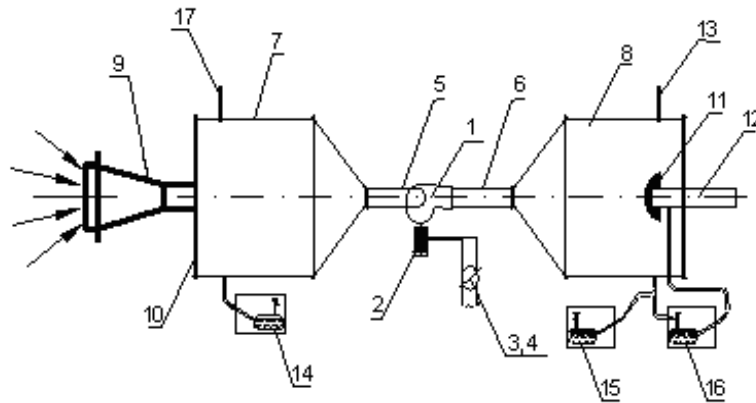


Рис. 3. Схема експериментального стенда:

1 – радіальний вентилятор постійного струму; 2 – електродвигун; 3 – автотрансформатор; 4 – випрямляч змінного струму; 5 – повітропровід на всмоктуванні; 6 – повітропровід на нагнітанні; 7 – камера розрідження; 8 – камера плюсового надлишкового тиску; 9 – вхідний патрубок; 10 – з’ємна стінка; 11 – витратовимірний колектор; 12 – вихідний патрубок; 13, 17 – спиртові термометри; 14, 15, 16 – різницеві (диференційні) мікроманометри.

Таблиця 1

Засоби вимірювання

№ з/п	Назва засобів вимірювання	Характеристики
1	Барометр-анероїд БАММ, № 8795	8000...106000 Па; точність ± 200 Па
2	Спиртові термометри	Точність 0,5 °С
3	Мікроманометр ММН-240 № 2000 і № 2220	Точність ± 2 Па, ± 6 Па

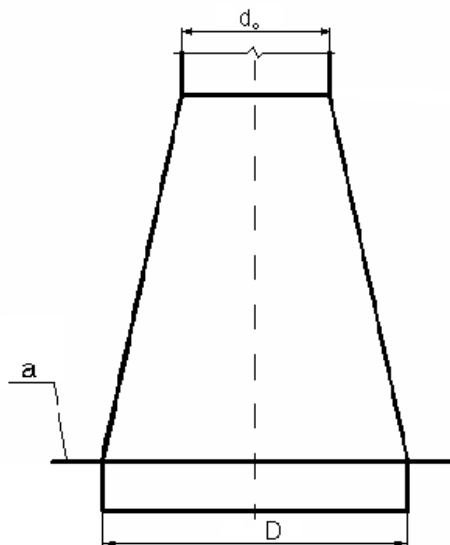


Рис. 4. Схема експериментального локального відсмоктувача (зонти)

Окремі результати експериментальних досліджень показано на рис. 5–8 у вигляді полів однакових швидкостей (ізотак) – сині лінії та полів надлишкових статичних тисків – помаранчеві лінії за змінних відносних величин a/D .

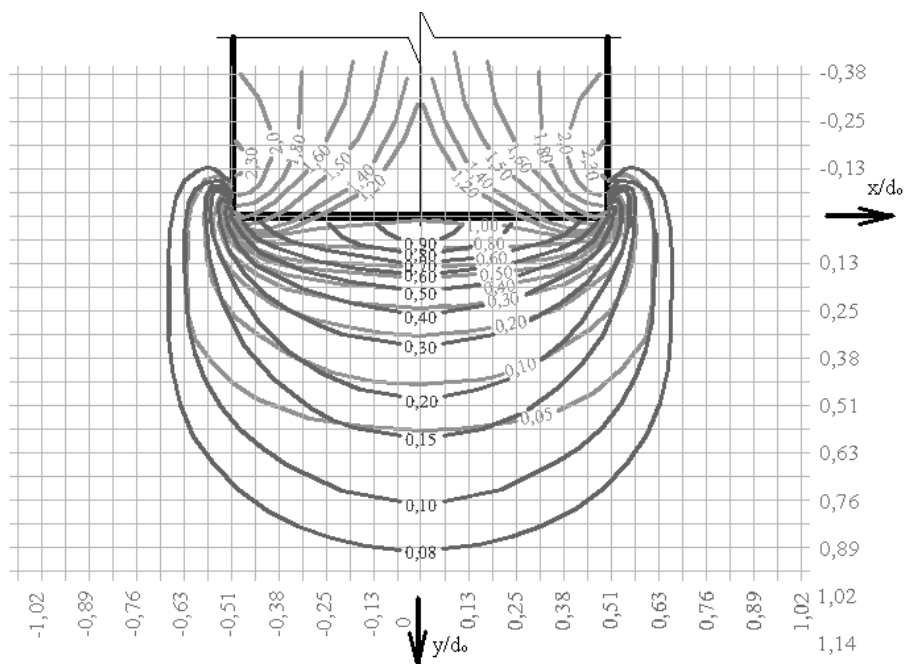


Рис. 5. Схема поля ізотак та поля надлишкових статичних тисків повітряного потоку, спричиненого вентиляційним зонтом за $a/D = 0$

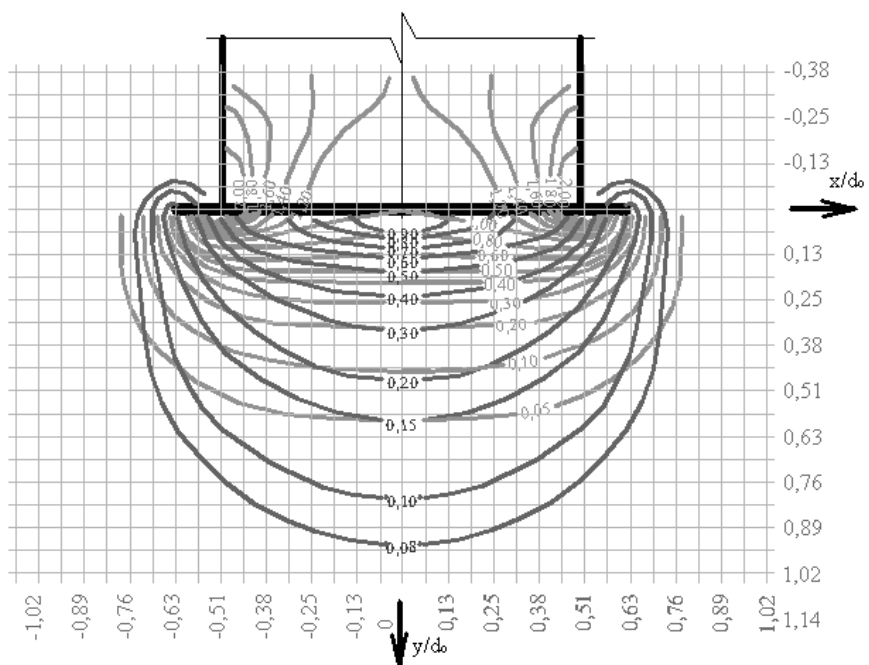


Рис. 6. Схема поля ізотак та поля надлишкових статичних тисків повітряного потоку, спричиненого вентиляційним зонтом за $a/D = 1,25$

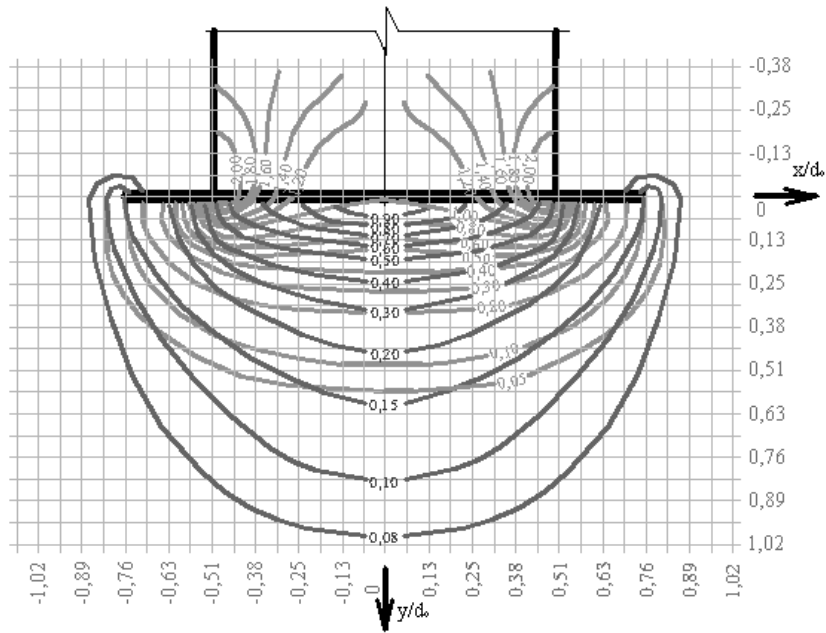


Рис. 7. Схема поля ізотак та поля надлишкових статичних тисків повітряного потоку, спричиненого вентиляційним зонтом за $a/D = 1,5$

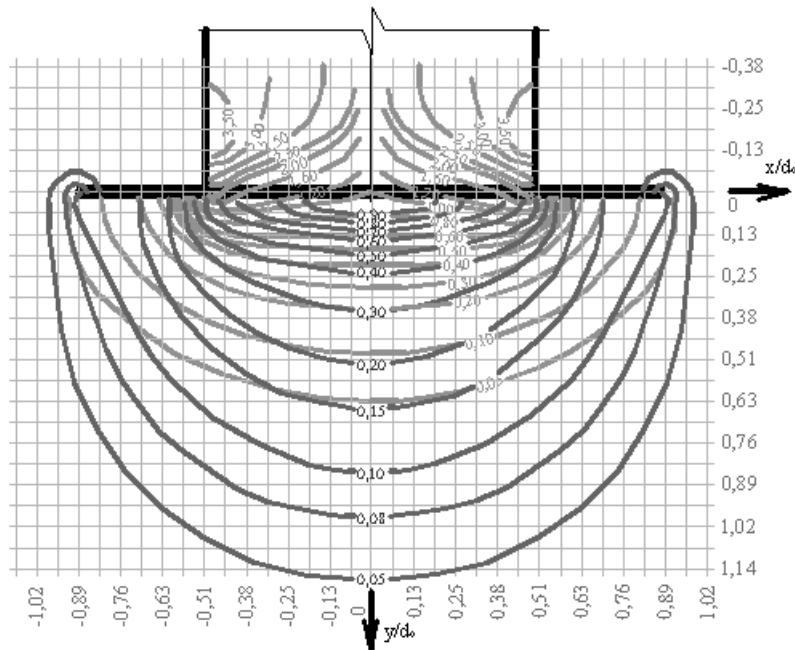


Рис. 8. Схема поля ізотак та поля надлишкових статичних тисків повітряного потоку, спричиненого вентиляційним зонтом за $a/D = 1,75$

Висновки:

1. Застосування того чи іншого типу локального відсмоктувача обумовлене технологічними умовами конкретного виробництва.
2. Позитивну роль у збільшенні площі дії відсмоктувача відіграє наявність повітро-обмежника.

3. В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що за відношення діаметра повітрообмежника до діаметра вхідного отвору відсмоктувача $\frac{a}{D}=1.75$ зона всмоктування і величина розрідження є максимальними.

1. Фиалковская Т.А. Вытяжные зонты и шкафы. – М.: Стройиздат, 1947. – 67 с. 2. Тимофеева О.Н. и др. Местная вытяжная вентиляция при электросварочных работах. – М.: Промиздат, 1961. 3. Батулин В.В., Эльтерман В.М. Аэрация промышленных зданий. – М.: Госстройиздат, 1963. – 260 с. 4. Посохин В.Н. Расчет местных отсосов от тепло- и газовой выделяющего оборудования. – М.: Машиностроение, 1984. – 180 с. 5. Рекомендации по расчету отсосов от оборудования, выделяющего тепло и газы. – М.: Стройиздат, 1983. – 32 с. 6. Chakroun W., Quadri M.M.A. Flow characteristics a local exhaust system. – ASHRAE, Annual Meeting, 200. – P.527–539. 7. Lee S.M., Lee J.W. A new local ventilation system using a vortex flow generated with a finned rotating annular disk. – AHRAE, Winter Meeting, 2005. –P.149–158.

УДК 624.21.004.69

І.Г. Іваник, В.М. Марків, І.П. Синенько
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра будівельного виробництва

ДИНАМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ПЕРЕХРЕСНО-РЕБРИСТИХ СИСТЕМ З РОЗПОДІЛЕНИМИ ПО ДОВЖИНІ МАСАМИ

© Іваник І.Г., Марків В.М., Синенько І.П., 2009

Розроблено методику динамічного розрахунку просторових перехресно-ребристих систем з багатьма степенями свободи. Використовуючи змішаний метод будівельної механіки, отримано загальні рівняння визначення амплітуд вільних коливань в усіх вузлах перехресної стрижневої системи.

The developed method of determination of free vibrations in the spatial cross-ribbed systems with many degrees of freedom. Using the mixed method of structural mechanics, the got common evening of determination of amplitudes of free vibrations in all knots of the cross bar system.

Постановка проблеми. Задачі, які постали станом сьогодні перед інженером-проектвальником, розв'язуються не тільки проведенням динамічних розрахунків, які орієнтуються правильним вибором методів розрахунку, але й реальним вибором розрахункової схеми споруди. Спроби обмежитись статичним розрахунком і враховувати динамічні впливи деякими, насамперед апіорними динамічними коефіцієнтами, давно визнані як такі, що не відповідають дійсності.

Труднощі динамічного розрахунку систем зростають зі збільшенням кількості степенів свободи розрахункової схеми.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблему динамічного розрахунку будівельних конструкцій подають багато робіт як вітчизняних, так і зарубіжних дослідників. Ці роботи залишили свій відбиток на дослідженні теорії динаміки споруд і багато в чому вплинули на сьогоднішній стан нормативної бази у галузі динамічних впливів на будівлі та споруди. До визнаних класиків у галузі вивчення динамічних впливів на будівлі і споруди можна по праву віднести М.Ф. Барштейна [3], С.Ф. Пічугіна [10], А. Davenport, А. Kareem, В.І. Vickery, W. Clark, А. Tallin, В. Elingwood, G. Solary. Зокрема з іменем М.Ф. Барштейна асоціюється методика