

ВПЛИВ ПОВІТРООБМЕЖНИКА, ВИСУВНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ КІЛЕЦЬ ТА ЦЕНТРАЛЬНОЇ ПРОФІЛЬОВАНОЇ ВСТАВКИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЛОКАЛЬНОГО ВІДСМОКТУВАЧА

© Довбуш О.М., Жуковський С.С., 2005

Наведені результати експериментальних досліджень впливу повітрообмежника, висувних циліндричних кілець та центральної профільованої вставки на ефективність локального відсмоктувача, які подані у вигляді полей ізотак.

In the article the results of experimental researches of influencing of airlimiter, sliding cylinder rings and central profiled insertion on efficiency of local hood, which are represented as two dimensional velocity data.

Постановка проблеми. Системи місцевої витікальної вентиляції існуючих виробничих приміщень, зокрема з використанням зварювальних робіт, мають значні повітропродуктивності, що призводить до значних енергетичних та матеріальних затрат.

Згідно з даними перевірки, яка проводилась санітарними інспекціями в Німеччині, концентрація шкідливих газів у внутрішньому повітрі деяких зварювальних виробництв перевищувала гранично допустимі концентрації (ГДК) в два рази і більше, а по окисах азоту в 7 разів. За даними вітчизняних вимірювань, концентрація цих забрудників при різних методах зварювання перевищувала ГДК в 3–10 разів.

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

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 в просторі між відсмоктувачем і джерелом забрудників.

Ефективність відсмоктувачів відкритого типу, що розміщені над джерелами теплоти, збільшується з наближенням повітровхідних отворів до місць утворення забрудників і їх розміщенням перпендикулярно до осі пілогазового потоку. Позитивний ефект досягається також під час встановлення у вхідному отворі конструкційних елементів, що зменшують його живий переріз і збільшують швидкість всмоктування. При обмеженні зони всмоктування можна досягнути зменшення площі всмоктувального отвору і витрати витікального повітря [1]. На думку В.Н.Посохіна [1, 2], ефективною є конструкція з керованим профілем швидкості у вхідному отворі. Для зниження впливу горизонтально скерованих потоків внутрішнього повітря рекомендуються підвісні штори і відкидні фартухи [3].

Аналіз можливих умов використання відсмоктувачів показує, що, не зважаючи на значну кількість дослідів і конструкційних пропозицій, проблема підвищення ефективності відсмоктувачів відкритого типу є актуальною.

Відомі локальні відсмоктувачі, які активовані повітряно-струменевими заслонами джерел виділення забрудників, наприклад, конструкції Ю.А.Іванова [3] та інших [4, 5, 6].

У деяких випадках у відсмоктувачі передбачають центральну вставку або екран (для зменшення повітропродуктивності) [8]. Запропонована конструкція дозволяє локалізувати забрудники над їх джерелом їх видалень та зменшити повітропродуктивність відсмоктувача, але додатково

вимагає систем притікальної вентиляції. Окрім цього виникають зони завихрення до і після вставки-екрана, які деформують повітряні потоки і створюють додатковий опір перетіканню повітря.

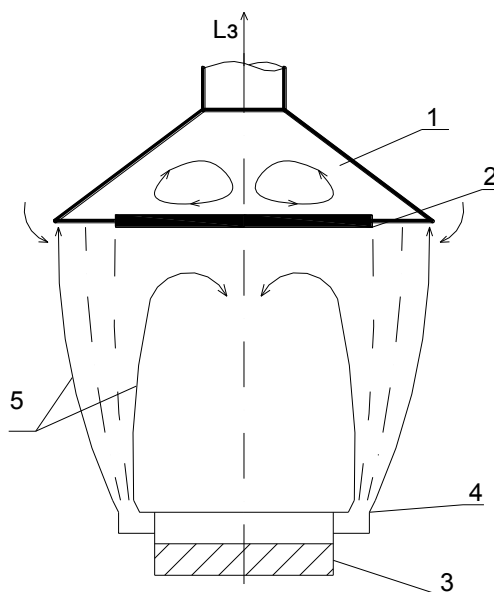


Рис. 1. Схема вентиляційного зонта з центральною вставкою-екраном, активованого кільцевою повітряно-струменевою заслоною:
 1 – корпус зонта; 2 – вставка-екран; 3 – джерело забрудників;
 4 – кільцевий повітророзподільник зі щільним отвором;
 5 – границі притікального потоку

Проблема зменшення повітропродуктивності локальних відсмоктувачів залишається відкритою і для її вирішення необхідно вивчити вплив додаткових конструкційних елементів, які б сприяли підвищенню ефективності відсмоктувачів.

Мета і задачі дослідження. Вивчення засобів інтенсифікації всмоктувальних струменів локальних відсмоктувачів круглої форми за рахунок застосування повітрообмежника, висувних циліндричних кілець та центральної профільованої вставки.

Наукова новизна одержаних результатів. У роботі описано результати досліджень повітряних потоків, які затікають у локальний відсмоктувач круглої форми з повітрообмежником, висувними циліндричними кільцями та центральною профільованою вставкою змінних геометричних характеристик за ізотермічних умов, а саме: зона дії відсмоктувачів та її площа. Виявлені оптимальні геометричні характеристики повітрообмежника і висувних кілець.

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

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.

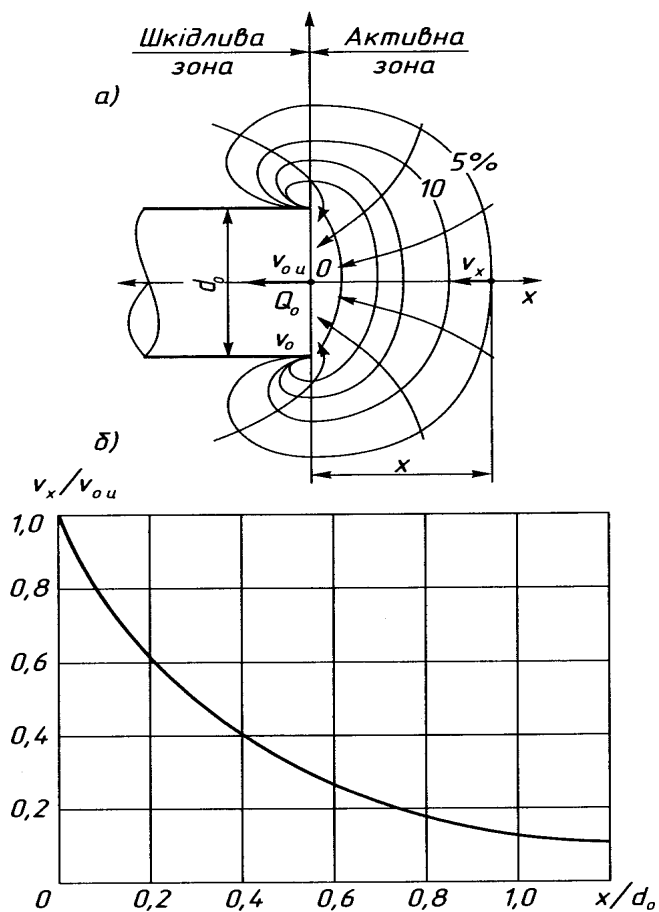


Рис. 2. Структура потоку під час вільного стікання до центра отвору:
 а – схема стікання в торець труби круглого перерізу;
 б – результати експериментальних досліджень

Із рис. 2. видно, що збільшити довжину активної зони потоку можна, мінімізувавши навколотрубну шкідливу зону, наприклад, завдяки застосуванню повітронепроникної жорсткої стінки (повітробмежник, рис. 3).

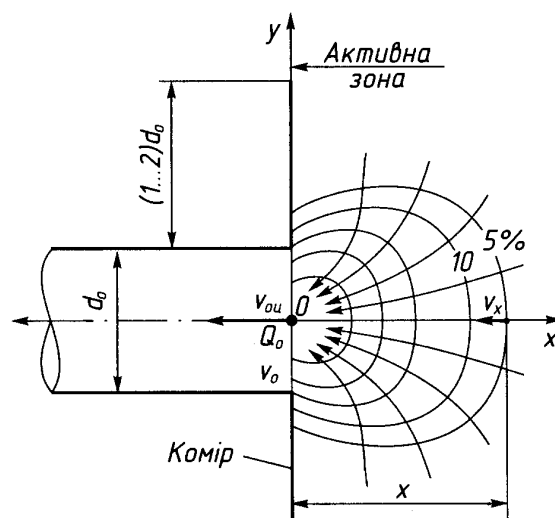


Рис. 3. Схема стікання в торець труби круглого перерізу за наявності повітронепроникної жорсткої стінки (повітробмежника)

На основі теоретичного аналізу напівобмеженого стікання в точковий отвір

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

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

$$\frac{v_x}{v_0} = 1,33 \frac{\omega_0}{10X^2 + \omega_0}, \quad (4)$$

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 дифузорний або скруглений, 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

$$v_x = \frac{Q_0}{\psi \cdot X^2}, \quad (5)$$

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

Експериментальні дослідження локального відсмоктувача з повітрообмежником, висувними циліндричними кільцями та центральною профільованою вставкою проводились на стенді, схема якого показана на рис. 4, за таких початкових умов:

- повітряний потік є вільним та ізотермічним;
- розмір повітрообмежника a , ступінь висування кілець b та площа кільцевих щілинних отворів, утворених висувними кільцями, f (рис.5) змінювались в межах:

$$\frac{a}{d_0} = 0 \div 1,311; \quad \frac{b}{d_0} = 0 \div 1,475; \quad \frac{f}{F_0} = 0,828 \div 2,21;$$

- швидкість повітря в початковому (вхідному) отворі зонти забезпечувалась в межах 1–5 м/с.

звали

за доі

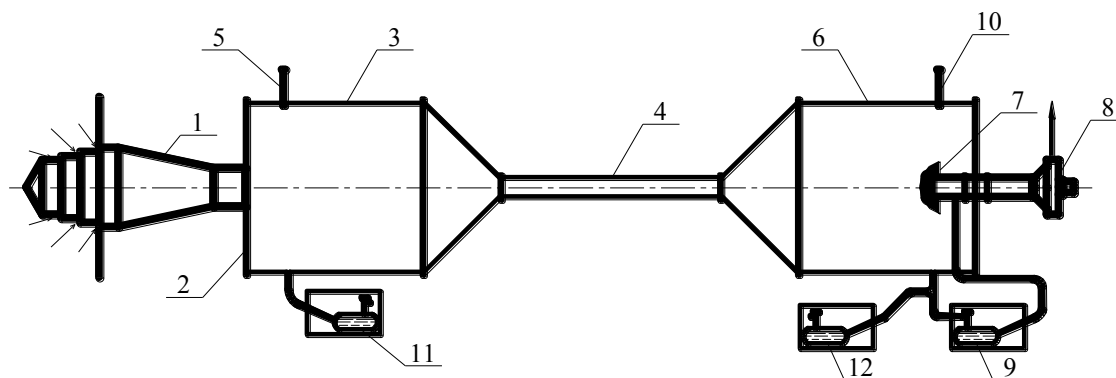


Рис. 4. Схема експериментального стенда: 1 – об’єкт досліджень – локальний відсмоктувач; 2 – знімна стінка; 3, 6 – камери статичного тиску; 4 – повітропровід; 5, 10 – термометри; 7 – витратомірний колектор; 8 – радіальний вентилятор постійного струму; 9, 11, 12 – диференційні мікроманометри

При проведенні досліджень використовували засоби, вказані в табл. 1.

Таблиця 1

Засоби вимірювання

№ з/п	Назва засобів вимірювання	Характеристики
1	Барометр-анероїд БАММ, № 8795	8000...106000Па; точність ± 200 Па
2	Термометр, № 20922	Точність 0,5 °С
3	Мікроманометр ММН-240 № 2000 і № 2220	Точність ± 1 Па
4	Термоелектроанемометр ТА-9, №18	Точність 0,05м/с

На рис. 5 показана запропонована конструкція локального відсмоктувача з повітрообмежником, висувними циліндричними кільцями та центральною профільованою вставкою.

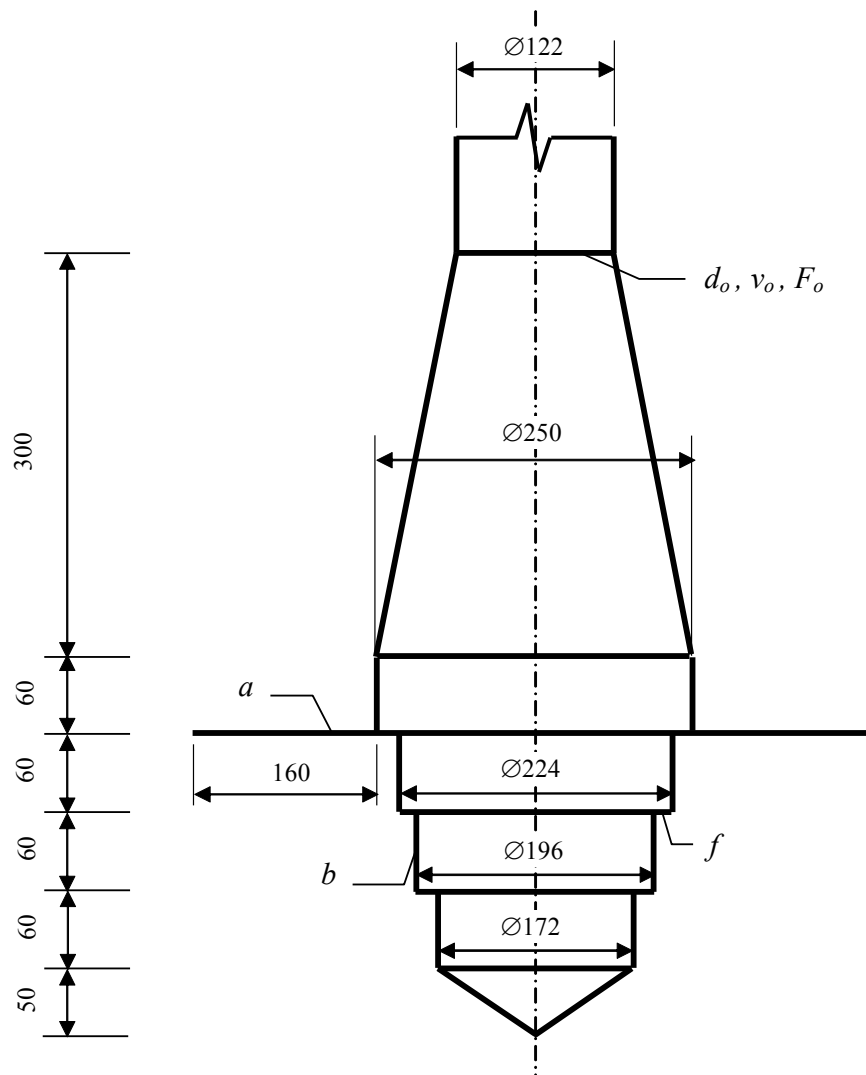


Рис. 5. Запропонована конструкція відсмоктувача:
a – розмір повітрообмежника; *b* – розмір борта висувних кілець;
f – розмір кільцевої щілини

Окремі результати експериментальних досліджень зображені на рис. 6–7 у вигляді полів однакових реальних швидкостей (ізотах) за деяких змінних відносних величин a/d_0 , b/d_0 та f/F_0 .

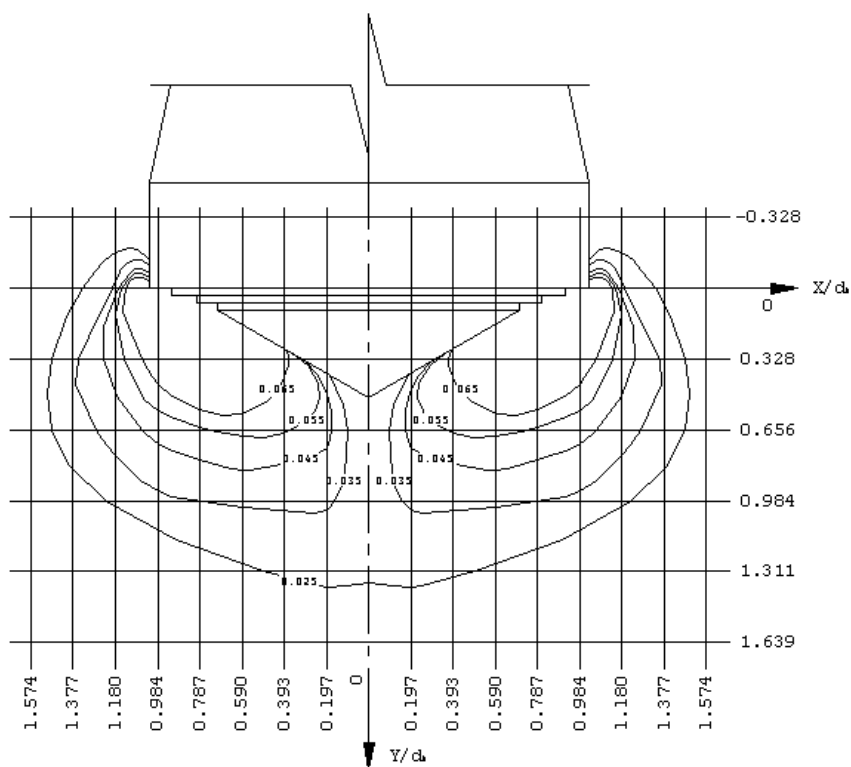


Рис. 10. Схема поля ізотак відсмоктуваного повітряного потоку

$$\text{за } \frac{a}{d_0} = 0, \frac{b}{d_0} = 0 \text{ і } \frac{f}{F_0} = 2,21.$$

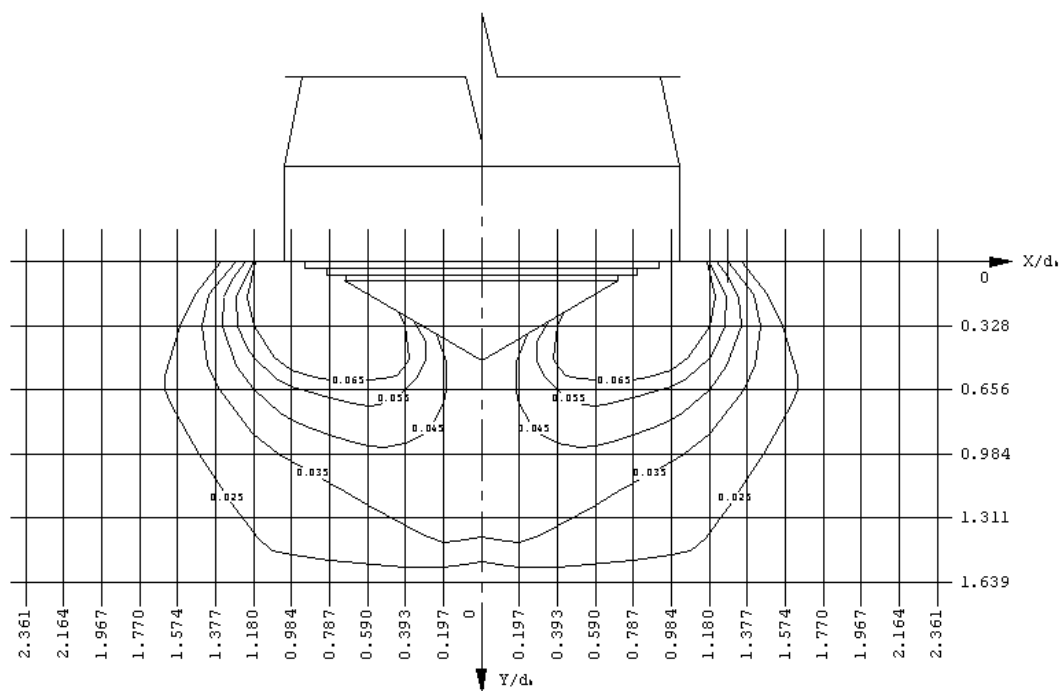


Рис. 11. Схема поля ізотак відсмоктуваного повітряного потоку

$$\text{за } \frac{a}{d_0} = 1,311, \frac{b}{d_0} = 0 \text{ і } \frac{f}{F_0} = 2,21.$$

Загальні висновки

1. Аналіз літературних джерел виявив відсутність у відомих конструкціях локальних відсмоктувачів повітрообмежника і висувних циліндричних кілець.

2. Проведений аналіз літературних джерел не виявив чітких конструктивних характеристик локальних відсмоктувачів.

3. Позитивну роль у збільшенні площі дії відсмоктувача відіграють такі фактори: наявність повітрообмежника, втоплені висувні кільця і повністю відкриті всмоктувальні отвори (рис.7).

4. Збільшенню довжини дії відсмоктувача сприяє наявність повітрообмежника, висунуті циліндричні кільця і повністю відкриті всмоктувальні отвори. Застосування того чи іншого типу локального відсмоктувача обумовлене технологічними умовами конкретного виробництва.

5. Внаслідок проведених експериментальних досліджень встановлено зони дії відсмоктувача зі змінним повітрообмежником, висувними циліндричними кільцями та змінною площею всмоктувальних отворів і виявлено, що за наявності повітрообмежника $\frac{a}{d_0} = 1.31$, втоплених

висувних кілець $\frac{b}{d_0} = 0$, та повністю відкритих всмоктувальних отворах $\frac{f}{F_0} = 2.21$ ефективність

локального відсмоктувача зростає на 23.5 % порівняно із локальним відсмоктувачем без повітрообмежника, висувних кілець та центральної профільованої вставки.

1. Посохин В.Н. Расчет местных отсосов от тепло- и газовыделяющего оборудования. – М.: Машиностроение, 1984. – 180с. 2. Посохин В.Н. Экспериментальная проверка методов наложения используемых при анализе взаимодействия спектра всасывания с приточной струей // Водоснабжение и санитарная техника. 1974. – №1. – с. 23– 25. 3. Иванов Ю.А. Исследование кольцевых воздушно-струйных ограждений источников вредности и рабочих зон: Автореф. дис. канд. техн. наук. – К., 1982. – 23с. 4. АС №523250 (СССР). Устройство для отбора и удаления паров и газов/ Г.И. Фейген. – Оpubл. в УкрНИИТ, 1974, №7. 5. Патент 3890887 (США). Вытяжной зонт. – Оpubл. в УкрНИИТ, 1975, №17. 6. Патент 2133285 (Франция). Способ улавливания газов и применяемое устройство. – Оpubл. в УкрНИИТ, 1972, №23. 7. Зінич П.Л., Жуковський С.С., Черноус О.В. Вплив вставок-екранів місцевого відсмоктувача на зону дії повітряних потоків. Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання: Науково-технічний збірник. Вип. 4. – К.: КНУБА. 2002, с. 8–11. 8. Зінич П.Л., Жуковський С.С., Черноус О.В. Аналіз аеродинамічних характеристик місцевих відсмоктувачів. Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання: Науково-технічний збірник. Вип. 6. – К.: КНУБА. 2003, с. 11–13. 9. Рекомендации по расчету отсосов от оборудования, выделяющего тепло и газы. – М.: Стройиздат, 1983. – 32с. 10. Требования к конструкциям и расчетам теплогазоулавливающих устройств. – Свердловск, 1981. – 84с. 11. W.Chakroun, M.M.A.Quadri. Flow characteristics a local exhaust system. ASHRAE, Annual Meeting, 2003, p.527-539. 12. S.M.Lee, J.W. Lee. A new local ventilation system using a vortex flow generated with a finned rotating annular disk. AHRAE, Winter Meeting, 2005, – p. 149–158.