

3. Elsayed K. Optimization of the cyclone separator geometry for minimum pressure drop using mathematical models and CFD simulations / K. Elsayed, C. Lacor // Chemical Engineering Science – 2010. – Vol. 65, Issue 22. – Pp. 6048-6058.

4. Yaxin S. Numerical simulation of effect of inlet configuration on square cyclone separator performance / Su Yaxin, A. Zheng, B. Zhao // Powder Technology. – 2011. – Vol. 210, Issue 3. – Pp. 293-303.

5. Qian F. Effects of the inlet section angle on the separation performance of a cyclone / F. Qian, Y. Wu // Chemical Engineering Research and Design. – 2009. – Vol. 87, Issue 12. – Pp. 1567-1572.

6. Elsayed K. Modeling and Pareto optimization of gas cyclone separator performance using RBF type artificial neural networks and genetic algorithms / K. Elsayed, C. Lacor // Powder Technology. – 2012. – Vol. 217. – Pp. 84-99.

7. Elsayed K. The effect of cyclone inlet dimensions on the flow pattern and performance / K. Elsayed, C. Lacor // Applied Mathematical Modelling. – 2011. – Vol. 35, Issue 4. – Pp. 1952-1968.

8. Асламова В.С. Влияние геометрических и режимных параметров прямооточного циклона на его эффективность / В.С. Асламова, А.Н. Шерстюк // Теплоэнергетика : сб. науч. тр. – 1991. – № 10. – С. 63-67.

9. Дубинін А.І. Прямотечійний циклон з коаксальною вставкою. Аналіз роботи. / А.І. Дубинін, Я.М. Ханік, В.В. Майструк, Р.І. Гаврилів // Хімічна промисловість України : зб. наук. праць. – 2005. – № 3. – С. 26-28.

10. Майструк В.В. Оцінка енергозатрат при роботі прямотечійного циклону за допомогою програмного пакету FLOW SIMULATION / В.В. Майструк, Р.І. Гаврилів, А.С. Попіль, А.М. Басістий // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Харків. – 2012. – Вип. 6/8(60). – С. 28-30.

Гаврылиев Р.І., Майструк В.В., Ковцуняк И.В., Иванив И.М. Численное моделирование влияния геометрии входного патрубка на гидродинамическую структуру потока в рабочей зоне прямооточного циклона

Представлены результаты исследования гидродинамической структуры потока в прямооточном циклоне в зависимости от геометрии входного патрубка.

Теоретические исследования выполнены на базе современного комплекса компьютерного моделирования Solid Works Flow Simulation. Рассмотрены закономерности движения газовой фазы в прямооточном циклоне с коаксальной вставкой и анализ поля скоростей дают возможность спрогнозировать определяющие технологические характеристики исследованного аппарата и оптимизировать режимные и конструктивные параметры его работы.

Предложенный авторами подход для анализа сепарационной картины в рабочей зоне циклона значительно экономит время на проектирование пылеочистительного оборудования и позволяет на начальном этапе отбросить неудачные конструкции.

Ключевые слова: компьютерное моделирование работы циклона, программный комплекс Flow Simulation, поле скоростей, прямооточный циклон.

Havryliv R.I., Mastryk V.V., Kovcynjak I.V., Ivaniv I.M. Numerical Simulation of the Influence of Geometry Inlet Duct on the Hydrodynamic Structure of the Flow in the Working Area of Uniflow Cyclone

Some results of a study of hydrodynamic flow patterns in a uniflow cyclone depending on the geometry of the inlet pipe are presented. Theoretical studies are made on the basis of modern complex computer modeling Solid Works Flow Simulation. The regularities of motion of the gas phase in a uniflow cyclone with coaxial insertion and analysis of the velocity field make it possible to predict the characteristics defining technological research system and to optimize the operating conditions and design parameters of his work. The approach for analyzing pattern separation in the working area of the cyclone is proved to save designing equipment time and allow initial rejecting bad design.

Key words: computer simulation of the cyclone work, software package Flow Simulation, velocity field, uniflow cyclone.

УДК 697.92 Доц. В.Б. Довгалиук¹, канд. техн. наук; доц. В.О. Мілейковський¹, канд. техн. наук; асист. Г.М. Клименко²

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПОВІТРОРОЗПОДІЛЬНИКА НЕЗМІННИХ РОЗМІРІВ З ВІДОКРЕМЛЮВАЧАМИ ПОТОКУ

Вказано на актуальність рівномірного розподілу повітря для забезпечення нормативних параметрів у робочій зоні. Проаналізовано методи забезпечення рівномірного розподілу повітряної струмини. Запропоновано конструкцію джерельного двокамерного панельного повітророзподільника з відокремлювачами потоку для вирівнювання статичного тиску. Розроблено методику розрахунку короткого повітророзподільника з незмінною площею поперечного перерізу і постійним статичним тиском у корпусі з відокремлювачами потоку. Ця методика дає змогу визначити розміри відокремлювачів потоку для забезпечення приблизно рівномірного розподілу повітря.

Вступ. Завданням систем вентиляції та кондиціонування повітря є забезпечення нормативних параметрів мікроклімату в робочій зоні. У більшості випадків ця задача не може бути розв'язана без рівномірного повітророзподілу безпосередньо в робочу зону, для чого і слугують джерельні перфоровані повітророзподільники. Для забезпечення рівномірності початкової швидкості повітряної струмини в корпусі повітророзподільника має підтримуватись приблизно однаковий статичний тиск.

Аналіз відомих методів розрахунку. Розрахунок повітророзподільника з видовженим корпусом і транзитною витратою через боковий щілинний отвір за незмінного статичного тиску вперше виконав проф. К.К. Бауліним [1] у 1934 р. При цьому змінна площа поперечного перерізу корпусу повітророзподільника визначалась за умови, що зміна динамічного тиску на ділянці дорівнює втратам тиску на тертя. Приймають, що коефіцієнт витрати щілинного отвору μ_0 та коефіцієнт опору тертя λ є незмінними за довжиною корпусу.

Трофимович В.В. і Зінич П.Л. [2] запропонували метод аналітичного визначення висоти бокового щілинного отвору змінної висоти за змінної початкової швидкості струмини однокамерного видовженого ПР незмінного поперечного перерізу, але з лінійним зменшенням транзитної витрати за довжиною, який базується на рівнянні Бернуллі та враховує втрати тиску внаслідок тертя і місцеві втрати тиску внаслідок перетікання повітря через щілинний отвір. При цьому прийнято такі граничні умови: коефіцієнт витрати щілинного отвору μ_0 вздовж повітророзподільника є незмінним; коефіцієнт опору тертя λ також незмінний; поля швидкостей потоку в поперечних перерізах повітророзподільника рівномірні. Повітророзподільники зі змінною за довжиною початковою швидкістю припливної струмини не можуть бути використані як джерельні.

У роботі [3] запропоновано методику розрахунку короткого панельного повітророзподільника типу ВПП зі змінними розмірами корпусу як у плані, так і за висотою. При цьому забезпечено рівномірну початкову швидкість сформованого потоку (струменя). Методика передбачає тільки визначення розмірів ядра потоку за відомих конструктивних розмірів повітророзподільника. Крім

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури;

² НУ "Львівська політехніка"

цього, наведено граничні залежності для визначення зміни максимальної швидкості та надлишкової температури в напрямку поширення струмин.

Результати порівняльних розрахунків видовжених ПР незмінного статичного тиску за відомими методиками дають розбіжності до 24 % [4]. Це можна пояснити різними граничними і початковими умовами, прийнятими в окремих методиках. Ю.І. Шевчук [4] запропонував методику розрахунку видовженого повітророзподільника незмінного статичного тиску з однаковими боковими отворами, що базується на емпіричній формулі визначення μ_0 . Автори запропонували конструкцію джерельного двокамерного панельного повітророзподільника з відокремлювачами потоку для вирівнювання статичного тиску [5]. Відомі методики [3; 6-9] не дають змоги виконати його розрахунок.

Метою роботи є розроблення підходу до розрахунку короткого повітророзподільника з незмінною площею поперечного перерізу і постійним статичним тиском у корпусі з відокремлювачами потоку. Це забезпечує приблизно рівномірну початкову швидкість сформованої струмини.

Результати роботи. Розрахункову схему короткого повітророзподільника незмінного поперечного перерізу наведено на рис. 1 а. Площа вхідного отвору $A = \ell \delta$; початкова витрата L_0 і швидкість v_0 .

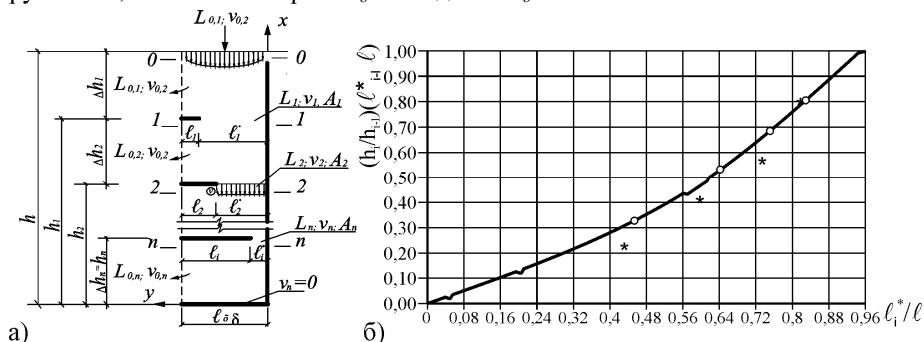


Рис. 1. Повітророзподільник із полчковими вирівнювачами тиску: а) розрахункова схема; б) графік для визначення просвіту полчков

Полчкові вирівнювачі тиску є місцевими опорами шибєрного типу, у розрахункових перерізах яких потік є нерівномірним. Кількість полчкових вирівнювачів тиску i . Вони розділяють камеру на об'єми, кількість яких дорівнює n . Для забезпечення рівномірного розподілу прийнято умови:

- однакові швидкості виходу повітря: $v_{0,1} = v_{0,2} = \dots = v_{0,n}$;
- коефіцієнт витрати розподільної панелі незмінний вздовж повітророзподільника;
- втрати тиску на місцеві опори на порядки переважає втрати тиску за довжиною, тому останні не враховуються.

Відносна ширина кожного з полчкових вирівнювачів тиску:

$$\bar{\ell}_i^* = \ell_i^* / \ell. \quad (1)$$

Для вхідного отвору при $i = 0$, $\ell_i = \ell$, $\ell_i^* = 1$.

Рівняння Бернуллі для двох суміжних розрахункових перерізів $n-1$ та n з урахуванням незмінного статичного тиску:

$$\alpha_{i-1}(\rho v_{i-1}^2 / 2) = \alpha_i(\rho v_i^2 / 2) + (\alpha_i + \zeta_i)(\rho v_i^2 / 2), \quad (2)$$

де α – коефіцієнт Коріоліса, який виражає поправку на нерівномірність швидкості у перерізі.

Після переходу від швидкості до витрати отримано:

$$\alpha_{i-1} L_{i-1}^2 = (\alpha_i + \zeta_i) L_i^2. \quad (3)$$

Коефіцієнт місцевого опору шибєра [10]:

$$\zeta_i = 2,1 \left(1 - (\ell_i^* / \ell)\right) \left(\ell / \ell_i^*\right)^2 - 0,54 \sqrt{1 - (\ell_i^* / \ell)}. \quad (4)$$

Швидкість у просвіті шибєра приблизно постійна $v = L / (\ell, \delta)$. Коефіцієнт Коріоліса:

$$\alpha = \int v^3 dA / k^3 v_{oc}^3 = \int v^3 dA / \bar{v}^3 A = (\ell / \ell_i)^2. \quad (5)$$

Рівняння рівномірності розподілу $L_i = L_0 (h_i / h)$.

Тоді з урахуванням формул (1-5) отримано рівняння:

$$(h_i / h_{i-1}) (\ell_{i-1}^* / \ell) = (\ell_i^* / \ell) / \sqrt{3,1 - (\ell_i^* / \ell) (2,1 + 0,54 (\ell_i^* / \ell) \sqrt{1 - (\ell_i^* / \ell)}}. \quad (6)$$

Експериментальне визначення потрібної ширини просвіту полчков дає результат, який добре збігається з експериментальними даними (на рис. 1 позначено зірочками). Розглянуто, наскільки похибка виготовлення полчков $\Delta \ell$ впливає на швидкість виходу з повітророзподільника.

Швидкість виходу повітря становить $v = \mu \sqrt{2 \Delta P / \rho}$, де ΔP – надлишковий статичний тиск у камері. Відносна похибка підтримання постійного статичного тиску ΔP спричиняється похибкою коефіцієнта місцевого опору шибєрів. Застосовано формулу похибки непрямих вимірювань (посилання) і одержано (рис. 2) відносну похибку швидкості:

$$\varepsilon_v = \left[\frac{\sqrt{2} \zeta'}{2 \zeta} \right] \frac{\Delta \ell}{\ell}, \quad (7)$$

де ζ' – похідна коефіцієнта місцевого опору за формулою (4).

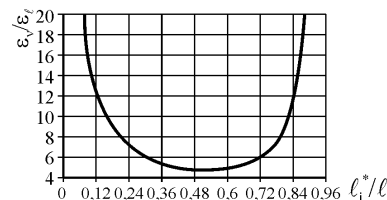


Рис. 2. Залежність відношення відносної похибки швидкості ε_v до відносної похибки виробництва відокремлювачів потоку

Приклад розрахунку під час ділення камери ПР на 5 однакових об'ємів:

- при $i=0$, $\ell_i^* = \ell$;
- при $i=1$ визначено добуток $(h_1 / h_0) (\ell_0^* / \ell) = (4 / 5) \cdot 1 = 0,8$; за рис. 1 б визначено відносну величину першого просвіту: $\ell_1^* / \ell = 0,86$;

- при $i=2$ визначено добуток $(h_2/h_1)(\ell_1^*/\ell) = (3/4) \cdot 0,86 = 0,645$; за графіком на рис. 1 б визначено відносну величину другого просвіту $\ell_2^*/\ell = 0,755$;
- аналогічно розраховано величини таких просвітів: $\ell_3^*/\ell = 0,64$; $\ell_4^*/\ell = 0,46$;
- розраховано похибку статичного тиску. Ширина камери дорівнює $\ell = 100$ мм. Похибка виготовлення полицок = 1 мм. Відносна похибка $\Delta\ell/\ell = 0,01$. За графіком на рис. 2 знайдено похибку для найбільшого і найменшого значення відношення ℓ_i^*/ℓ . Для найбільшого значення $\ell_1^*/\ell = 0,86$ за рис. 1 б отримано відношення похибок $0,01 \times 10,8 = 0,108$; для найменшого $\ell_4^*/\ell = 0,46$ за рис. 1 б отримано відношення похибок 0,45. Значення 0,108 є на межі допустимого (0,10-0,15) і тому розрахунок є правильним. Якщо отримано недопустиме значення похибки, то необхідно збільшити кількість полицок.

Висновки. Розроблено рекурентну методику визначення оптимальних розмірів горизонтальних вирівнювачів тиску малошвидкісного повітророзподільника. Результати експериментальних досліджень підтверджують дані, отримані аналітично.

Література

1. Баулин К.К. О равномерной раздаче воздуха из трубопроводов / К.К. Баулин // Отопление и вентиляция. – 1934. – № 7. – С. 23-45.
2. Трофимович В.В. Аналітичні розв'язування рівномірного роздавання вентиляційного повітря повітропроводами постійного поперечного перерізу зі змінною по висоті щільною або отворами змінної площі / В.В. Трофимович, П.Л. Зінич // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання : наук.-техн. зб. – К. : Вид-во КНУБА. – 2001. – Вип. 1. – С. 8-16.
3. Внутренние санитарно-технические устройства. – В 2-х ч. / под ред. И.Г. Староверова. – Изд. 3-е, [перераб. и доп.]. – Ч. 2. Вентиляция и кондиционирование воздуха. – М. : Изд-во "Стройиздат", 1978. – 509 с.
4. Шевчук Ю.Н. К вопросу равномерной раздачи воздуха каналами с шероховатыми стенками // Санитарная техника : сб. науч. тр. – К. : Вид-во "Будівельник". – 1968. – Вип. VI. – С. 123-128.
5. Жуковский С.С., Довбуш О.М., Клименко Г.М. Повітророзподільник. Патент України № 19497. опубл. 15.12. 20006, Бюл. № 12.
6. Отопление и вентиляция : учебник [для студ. ВНЗ]. – Ч. 2. Вентиляция / под ред. В.Н. Богословського. – М. : Изд-во "Стройиздат", 1976. – 439 с.
7. Волков О.Д. Проектирование вентиляции промышленного здания / О.Д. Волков. – Харьков : Изд-во "Вища шк.", 1989. – 240 с.
8. Талиев В.Н. Аэродинамика вентиляции : учеб. пособ. [для студ. ВУЗов] / В.Н. Талиев. – М. : Изд-во "Стройиздат", 1979. – 295 с.
9. Торговников Б.М. Проектирование промышленной вентиляции : справочник / Б.М. Торговников, В.Е. Табачник, Е.М. Ефанов. – К. : Вид-во "Будівельник", 1983. – 256 с.
10. Щекин Р.В. Справочник по теплоснабжению и вентиляции / Р.В. Щекин. – К., 1986. – Кн. 2. – 351 с.

Довгалук В.Б., Милейковский В.О., Клименко Г.М. Методика расчета воздухораспределителя постоянного размера с отделителями потока

Указана актуальность равномерного распределения воздуха для обеспечения нормативных параметров в рабочей зоне. Проанализированы методы обеспечения равномерного распределения воздушной струи. Предложена конструкция двухкамерного панельного воздухораспределителя с отделителями потока для выравнивания статического давления. Разработана методика расчета короткого воздухораспределителя с неизменной площадью поперечного сечения и постоянным статическим давлением в корпусе с отделителями потока. Эта методика позволяет определить размеры отделителей потока для обеспечения примерно равномерного распределения воздуха.

Dovhaluk V.B., Mileikovskiy V.O., Klymenko G.M. The Methodology for Calculation of a Fixed-Size Air Distributor with Flow Separators

The necessity of uniform distribution of air to ensure specified parameters in the working area is emphasized. Some methods of ensuring uniform air jet distribution are analysed. The construction of a source two-chamber panel air distributor with flow separators for static pressure equalization is suggested. The methodology for the calculation of a short air distributor with a fixed cross-sectional surface and constant static pressure in the case with flow separators is developed. This methodology allows defining the size of flow separators for ensuring relatively uniform air distribution.

Key words: air distribution, two-chamber panel, flow separator, cross-sectional surface.

УДК 630*372

Асист. А.В. Куй – НЛТУ України, м. Львів

КОМБІНОВАНІ КАНАТНО-ТРЕЛЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ ВДОСКОНАЛеної КОНСТРУКЦІЇ ДЛЯ ЛІСОЗАГОТІВЛІ В УКРАЇНІ

Трелювання деревини є однією з найбільш трудомістких і відповідальних операцій під час виконання лісосічних робіт, на якій здебільшого використовують трелювальні трактори, застосування яких в гірських умовах обмежується вимогами правил техніки безпеки, а також вони є неефективними з погляду збереження довкілля.

Вивчивши питання первинного транспортування деревини на лісосіках із гірським рельєфом в Україні та ознайомившись із світовою практикою у вирішенні цього питання, запропоновано вдосконалену конструкцію канатно-трелювальної системи із встановленими в основі щогли на поворотних кронштейнах колісними рушійми, яка здатна працювати як у режимі канатної установки, так і в режимі трелювального трактора. Простота конструктивних рішень запропонованої установки забезпечить її надійність в експлуатації та дасть змогу виготовляти силами ремонтно-механічних майстерень підприємств лісової галузі.

Ключові слова: канатно-трелювальна система, трелювальний трактор, пакет деревини, дослідження, установка, монтаж.

Постановка проблеми та аналіз основних публікацій. Організація ефективного лісокористування в гірських лісах потребує раціонального поєднання технологічних процесів і систем машин. При цьому, сучасні вимоги до технології лісосічних робіт відзначаються посиленою увагою до екологічних аспектів [1, 2]. Аналіз способів трелювання деревини у гірській місцевості та детальне ознайомлення із тракторним трелюванням ставить важливе завдання потреби перегляду застосування тракторів на цій операції в гірських умовах, вишукування нових екологічно прийнятних засобів і технологічних способів первинного транспортування деревини у складних рельєфних умовах.

Постановка завдання. Альтернативою тракторному трелюванню деревини є використання канатних установок на первинному транспортуванні, які є основою лісозаготівлі в гірських районах світу, таких як Альпи у Центральній Європі, Тихоокеанському Північному Заході, Сполучених Штатах і Японії [4]. Багато фірм (Koller, Herzog Forstechnik AG, Konrad Forstechnsk GmbH, ADLER, MAXWALD та інші) представляють сьогодні на міжнародний ринок різні типи канатних систем, які успішно працюють по цілому світу в гірських районах і могли б бути аналогічно використані в Україні. Однак проблемою українських лісозаготівельних підприємств був і наразі залишається вкрай важкий фінансово-економічний стан, що унеможливило придбання необхідної кількості канат-