

ISSN 1607-4556 (Print)  
ISSN 2309-6004 (Online)



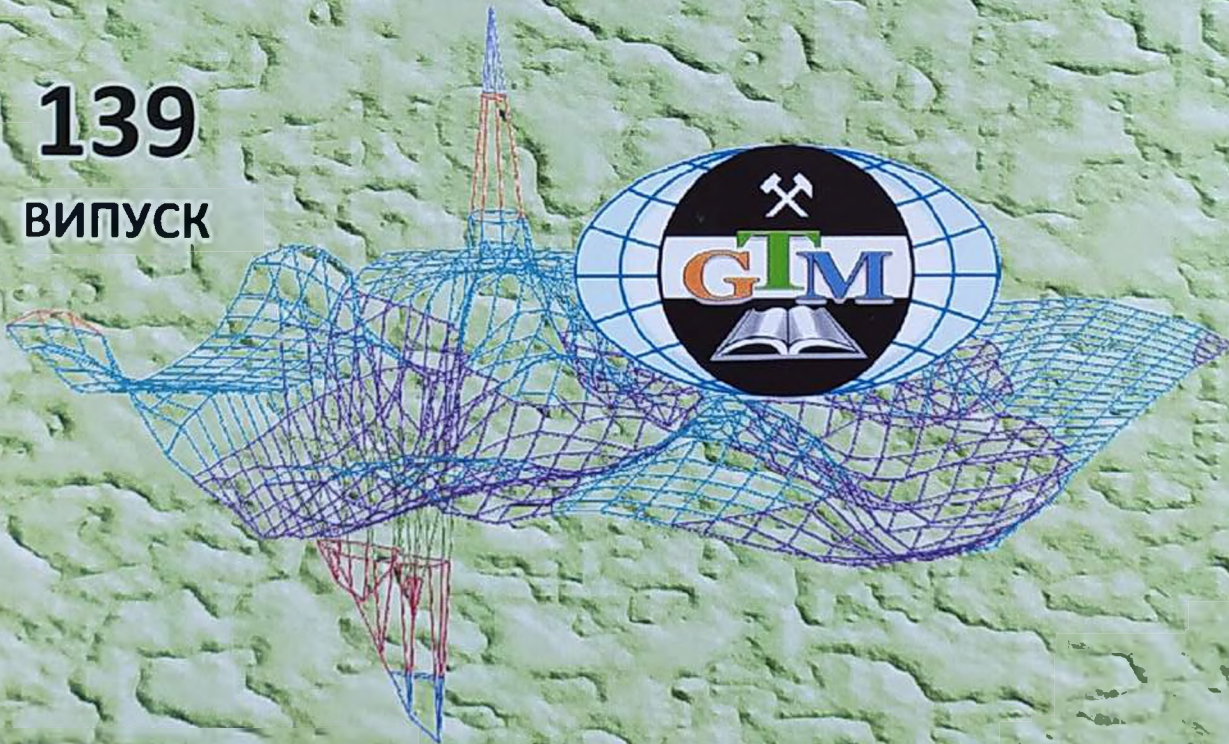
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ГЕОТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ  
ім. М.С. Полякова

# ГЕОТЕХНІЧНА МЕХАНІКА

*Геотехническая механика*  
*Geo-Technical Mechanics*

139

ВИПУСК



Дніпро 2018



СОДЕРЖАНИЕ  
CONTENTS

- 1 ЛАРИОНОВ Г. І., КІРІЯ Р. В.  
Про вплив конструктивних параметрів трубчастого конвеєра на стійкість стану поперечного перерізу за несиметричного його завантаження  
LARIONOV G. I., KIRIYA R. V.  
About influence of design tubular-conveyor parameters on the cross section stability at assymetric loading 3
- 2 НАДУТІЙ В. П., КОРНИЄНКО В. Я., ЧЕЛЫШКИНА В. В.  
Результати досліджень впливу янгаря при комбінованому впливі на суспензію  
NADUTYY V. P., KORNIYENKO V. Ya., CHELYSHKINA V. V.  
Results of researches of the amber emersion under combined impact on suspension 14
- 3 ЛАПШИН Е. С., БЛЮСС Б. А., ДЗІУБА С. В.  
Визначення оптимальних параметрів динамічного гасителя низькочастотних коливань  
LAPSHIN Ye. S., BLYUSS B. A., DZIUBA S. V.  
Determination of optimal parameters for dynamic low-frequency oscillation dampers 23
- 4 РУБЕЛЬ А. А., РУБЕЛЬ О. В.  
Дослідження та розробка оптимальних конструкцій арміровок ствола з канатно-профільними проводниками  
RUBEL A. A., RUBEL O. V.  
Research and development of optimum constructions for shaft equipment with rope-profile guides 31
- 5 МАКСИМОВА Е. О., ОВЧИННИКОВ М. П., ЛИСЕНКО Р. С., ПРОКОПЕНКО К. М.  
Штучні метаногідрати – як додатковий енергоресурс для України  
MAKSYMOVA E. O., OVCHYNNIKOV M. P., LYSENKO R. S., PROKOPENKO K. M.  
Artificial methane hydrate as additional energy source for Ukraine 49
- 6 КАЛІНІЧЕНКО В. О., ПИСЬМЕННИЙ С. В., ФЕДЬКО М. Б., КАЛІНІЧЕНКО О. В.  
Підвищення стійкості очисних камер при відпрацюванні залізних руд Криворізького басейну  
KALINICHENKO V. O., PYSMENNYI S. V., FEDKO M. B., KALINICHENKO O. V.  
Improvement of extraction room stability during the underground mining operations in the Kryvyi Rih iron-ore basin 59
- 7 КАЛІНІЧЕНКО О. В., СТУПНІК М. І.  
Дослідження та моделювання напружено-деформованого стану стелін шатрової та склепистої форми  
KALINCHENKO O. V., STUPNIK M. I.  
Investigation and modeling of the stress-strain state of tent and arched crowns 70
- 8 КІРІЯ Р. В., СМІРНОВ А. Н.  
Визначення динамічних зусиль на роликотопори при русі ленти і вантажу по криволінійному участку трубчастого конвеєра  
KIRIYA R. V., SMIRNOV A. N.  
Determination of dynamic force acting on roller supports when belt and weight move along curved section of the tubular conveyer 78



- 9 ДРЕШПАК А.С.  
Экспериментальная оценка эффективности обогащения и классификации сырья неоднородного карбонатного месторождения  
DRESHPAK A.S.  
Experimental evaluation of the raw material concentration and classification in nonhomogeneous carbonate deposits 89
- 10 САФОНОВ В.В., ЧЕРЕДНИЧЕНКО Л.А., БОГДАНОВА Д.Ю., МАТЮШЕНКО С.Ю.  
Производственная санитария и методы борьбы с шумом  
SAFONOV V., CHEREDNICHENKO L. A., BOGDANOVA D. U., MATYUSHENKO S.U.  
Industrial sanitation and methods for noise reduction 99
- 11 БУНЬКО Т.В., САФОНОВ В.В., СТРЕЖЕКУРОВ Э.Е., МАЦУК З.Н.  
Безопасность дальнего транспорта газа  
BUNKO T.V., SAFONOV V.V., STREZHEKUROV E.Ye., MATSUK Z.N.  
Safety of gas long-distance transport 106
- 12 МАЗІЛІН С.Д., ЯЦУХ О.В., МОХНАТКО І.М., ЗОРЯ М.В.  
Модельовання процесу руху пилоповітряного потоку в проточній частині ротатійного пиловідокремлювача  
MAZYLIN S.D., YATSUKH O.V., MOKHNATKO I.N., ZORYA M.V.  
Modelling of the process of dust-air flow movement in the flow sector of the rotary dust separator 116
- 13 ЛУКІНОВ В.В., БЕЗРУЧКО К.А., ПРИХОДЧЕНКО О.В., ПРИХОДЧЕНКО С.Ю.  
Оцінка впливу будови вугленосної товщі на густоту накопичених техногенних ресурсів вугільного метану  
LUKINOV V.V., BEZRUCHKO K.A., PRYKHODCHENKO O.V., PRYKHODCHENKO S.Y.  
Estimation of influence of carboniferous stratum structure on density of accumulated anthropogenic resources of coal methane 124
- 14 БІЛЯЄВ М.М., РУСАКОВА Т.І.  
Зниження рівня загазованості повітряного середовища  
BILIAIEV N.N., RUSAKOVA T.I.  
Reducing of gas concentration in the air environment 135
- 15 СОБКО Б.Ю., ЛОЖНІКОВ О.В.  
Встановлення ефективної ширини заходки драглайну при відпрацюванні надрудного уступу з водопонижуючими свердловинами  
SOBKO B.Yu., LOZHNIKOV O.V.  
Determination of efficient dragline cut width on the above-ore bench with drainage wells 145
- 16 КРЕКНІН К.А.  
Організація аварійно-відновлювальних робіт після вибуху газу на громадянських і промислових об'єктах  
KREKNIN K.A.  
Organization of emergency-restoration works after gas explosion in civil and industrial objects 157
- 17 КОКОУЛІН І.Є., ЯЩЕНКО І.А., КЛИМЕНКО А.А.  
Система колективного спасення горнопрацюючих при виникненні аварій в угольній шахте  
KOKOULIN I.Ye., YASHCHENKO I.A., KLYMENKO A.O.  
System of collective rescue of miners in case of occurring of emergency in coal mine 166



УДК 62.784.431.621.928.93

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РУХУ ПИЛОПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ В ПРОТОЧНІЙ ЧАСТИНІ РОТАЦІЙНОГО ПИЛОВІДОКРЕМЛЮВАЧА

<sup>1</sup>Мазілін С.Д., <sup>1</sup>Яцух О.В., <sup>1</sup>Мохнатко І.М., <sup>1</sup>Зоря М.В.

<sup>1</sup>Таврійський державний агротехнологічний університет

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДВИЖЕНИЯ ПЫЛЕВОЗДУШНОГО ПОТОКА В ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ РОТАЦИОННОГО ПЫЛЕОТДЕЛИТЕЛЯ

<sup>1</sup>Мазилин С.Д., <sup>1</sup>Яцух О.В., <sup>1</sup>Мохнатко И.М., <sup>1</sup>Зоря М.В.

<sup>1</sup>Таврический государственный агротехнологический университет

## MODELLING OF THE PROCESS OF DUST-AIR FLOW MOVEMENT IN THE FLOW SECTOR OF THE ROTARY DUST SEPARATOR

<sup>1</sup>Mazilin S.D., <sup>1</sup>Yatsukh O.V., <sup>1</sup>Mokhnatko I.N., <sup>1</sup>Zoria M.V

<sup>1</sup>Tavriya State Agrotechnological University

**Анотація.** В статті приведено результати дослідень руху пилоповітряного потоку в проточній частині ротаційного пиловідокремлювача. Показано, що доведення санітарно-гігієнічних умов праці тракториста до нормативних значень складна, але вирішувана проблема, яка включає комплекс теоретичних і практичних задач по обґрунтуванню технологічних і конструктивних параметрів та режимів роботи вискоєфективного ротаційного пиловідокремлювача. Метод електрогідродинамічних аналогій (ЕГДА) дає змогу експериментально, за допомогою моделювання, розв'язувати різноманітні задачі про потенціальний рух повітря. Цей метод припускає створення з певного електропровідного матеріалу моделі, як правило, геометрично подібної дійсній ділянці руху повітря. З використанням методу ЕГДА побудовано модель проточної частини ротаційного пиловідокремлювача з ортогональною сіткою ліній струмів, що дозволило розрахувати зміну відносної швидкості пилоповітряного потоку по висоті проточної частини пиловідокремлювача. Встановлено, що в області пилозбірника еквіпотенціальні лінії мають S-подібне викривлення, яке вказує на створення зворотних (вихрових) струменів в порожнині пилозбірника пиловідокремлювача. Доведено, що саме це і сприяє підвищенню ефективності пиловідокремлювача за рахунок усунення витоків запиленого повітря з порожнини пилозбірника в осерадіальний дифузор. Також змодельований процес перерозподілу відносної осьової швидкості пилоповітряного потоку в проточній частині пиловідокремлювача. З'ясовано, що кут  $\alpha$  нахилу прямої до вертикалі, що визначає перехід порожнини пилозбірника в осерадіальний дифузор, повинен складати не менше 25...30°. Запропоновано нову форму профілю верхньої кромки лопаті ротора, що дасть змогу підвищити ефективності відділення частинок пилу малих розмірів (менше 3 мкм) в проточній частині пиловідокремлювача. Вдосконаленої ротаційний пиловідокремлювач рекомендується для встановлення в кабінах вітчизняних сільськогосподарських машин.

**Ключові слова:** ротаційний пиловідокремлювач, лопать, міжлопатевиий осьовий вихор, рух частинок пилу, метод електрогідродинамічної аналогії.

**Вступ.** У кабінах вітчизняних тракторів використовують приточні вентилятори, що забезпечують зниження температури повітря в кабіні всього на 1...2 °С. Під час літніх польових робіт у кабінах тракторів, обладнаних тільки вентиляцією, температура може перевищувати зовнішню на 8...19 °С, а концентрація пилу в декілька разів перевищує допустимі норми [1]. Тому на тракторах потрібні ефективні засоби нормалізації повітря в кабінах.

Використання ротаційних пиловловлювачів є одним із найефективніших засобів боротьби з підвищеною запиленістю в кабінах тракторів через те, що на їх роботу не впливає зміна концентрації пилу, вологості, температури і рухливості зовнішнього повітря.

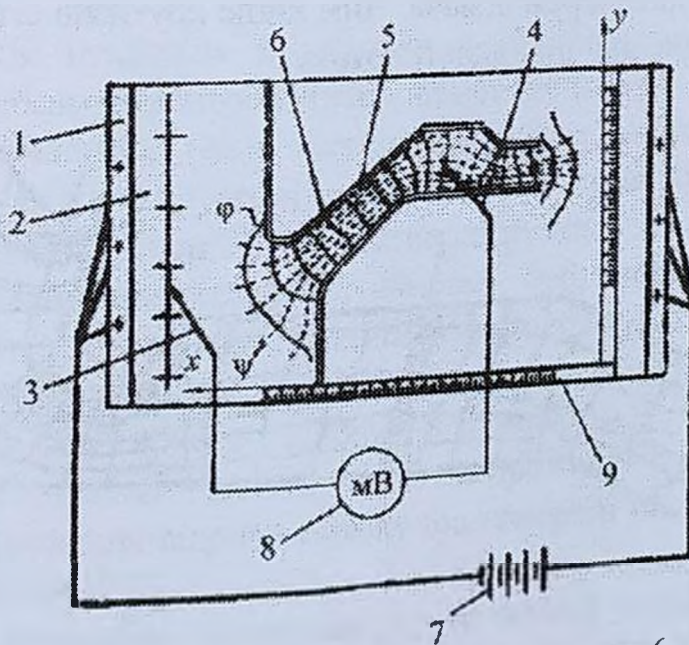


Але вони мають ряд недоліків, серед яких: утворення завихрень у ділянці торцевого захисного кожуха, а також нерівномірний спектр швидкостей всмоктування по довжині ротора [2, 3, 4].

Підвищити ефективність ротаційного пиловідокремлювача можливо за рахунок вивчення процесу руху частинок пилу вздовж осі пилоповітряного потоку в проточній частині ротаційного пиловідокремлювача [5, 6].

**Методи дослідження.** За допомогою моделювання на ЕГДА можна досліджувати також процес руху пилоповітряного потоку і в проточній частині ротаційного пиловідокремлювача. Якщо розглянути рух потоку в проточній частині при сталій частоті обертання ротору і сталій продуктивності, то для малогабаритного ротаційного пиловідокремлювача можна розглянути потік тільки в двомірному вимірі, тобто в координатах радіусу  $R$  і поточній координаті  $x$  уздовж осі ротора пиловідокремлювача. При цьому враховується те, що відцентрове поле змінює профіль розподілу відносної швидкості потенційного потоку в обертових міжлопатевих каналах проточної частини пиловідокремлювача. Оскільки енергія потоку в довільній точці нормального перетину каналу проточної частини ротора залишається відповідно до рівняння енергії постійною, то на периферійній частині каналу, за умови, що  $R$  наближається до радіуса пилозбірника  $R_n$ , де відцентровий рух є найбільшим, відносна швидкість потоку буде найменшою, рівною нулю або прийме від'ємне значення. Зворотній рух потоку в зоні пилозбірника збуджує у відповідності до закону нерозривності потоку ряд вихорів Тейлора, що займають простір між поверхнею пилозбірника і поверхнею, утвореною лопатями на всій протяжності проточної частини пиловідокремлювача.

**Теоретична частина.** Установка ЕГДА для моделювання процесу руху пилоповітряного потоку в проточній частині ротаційного пиловідокремлювача складається з моделі проточної частини та електричної схеми (рис. 1).



1 – електропровідний матеріал; 2 – шини; 3, 4 – шупи; 5 – модель каналу; 6 – межа протікання струму; 7 – джерело живлення; 8 – вимірювальний прилад; 9 – координатні лінійки

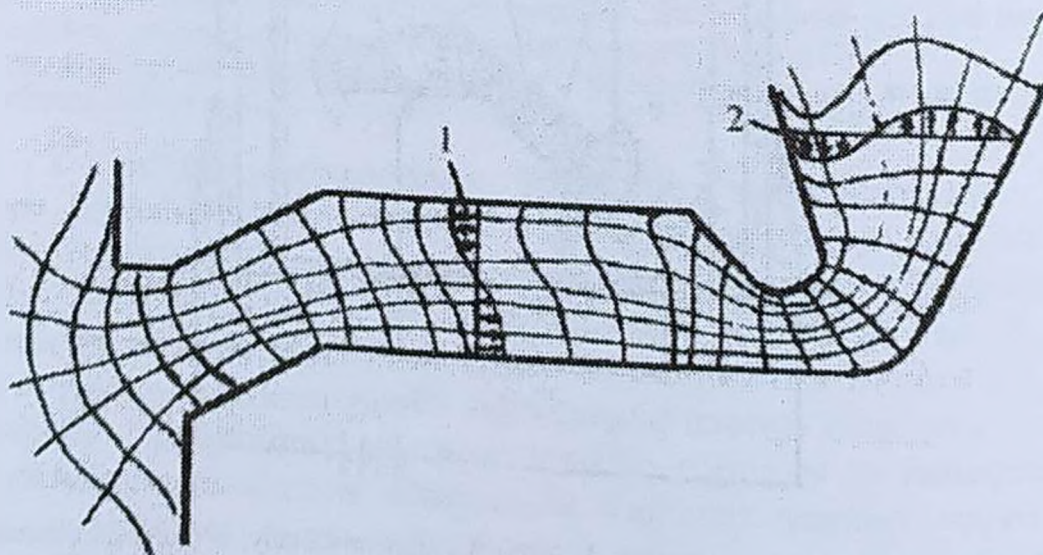
Рисунок 1 – Схема установки ЕГДА для визначення лінії струмів в проточній частині пиловідокремлювача



Модель представляє собою область руху електричного струму і виконана з електропровідної фольги в поєднанні з діелектриком, що створює межі області руху струму. На провідному середовищі вирізається межа руху струму у вигляді моделі проточної частини пиловідокремлювача. Пластик з наклеєною фольгою затискається в двох металевих шинах з електролітичної міді. Електрична схема складається з джерела живлення та вимірювального приладу. Джерелом живлення є акумуляторна батарея. Напруга на шинах не повинна перевищувати 0,10...0,15 В, так як підвищена напруга на шинах веде до збільшення питомої густини струму в моделі і може викликати нерівномірне нагрівання фольги. В якості вимірювального приладу використовується цифровий вольтметр. Щупи виконуються з мідного дроту 1,0...1,5 мм. Перетин з'єднувальних мідних дротів має бути 3...4 мм<sup>2</sup>. Довжина фольги повинна бути в 2,0...2,5 рази більше довжини моделі, а ширина в 1,5...2,0 рази більша ширини моделі. На краях профілю каналу закріплюються координатні лінійки.

**Експериментальна частина.** Знаходження гідродинамічної сітки на ЕГДА проводиться наступним чином. Один щуп ставиться в точку незбудженого струму (ближче до вхідної шини), а другим щупом вимірюють потенціал в довільній точці моделі з відомими координатами. З'єднуючи на моделі точки рівних потенціалів, отримуємо ряд еквіпотенціальних ліній. Під прямим кутом до еквіпотенціальних ліній проводимо лінії струмів, які утворюють ортогональну сітку. Побудована сітка буде являтися аналогом гідродинамічної сітки. Дійсно, оскільки вектор швидкості в кожній точці потоку направлений по нормалі до лінії рівних потенціалів, що проходить через цю точку, то лінії струмів будуть ортогональні до ліній рівних потенціалів.

На рис. 2 модель проточної частини ротаційного пиловідокремлювача з ортогональною сіткою ліній струмів, побудованих на ЕГДА. Характер кривих еквіпотенціальних ліній показує як змінюється відносна швидкість по висоті проточної частини пиловідокремлювача. Чим вище крутизна еквіпотенціальних ліній тим сильніша зміна відносної швидкості потоку.



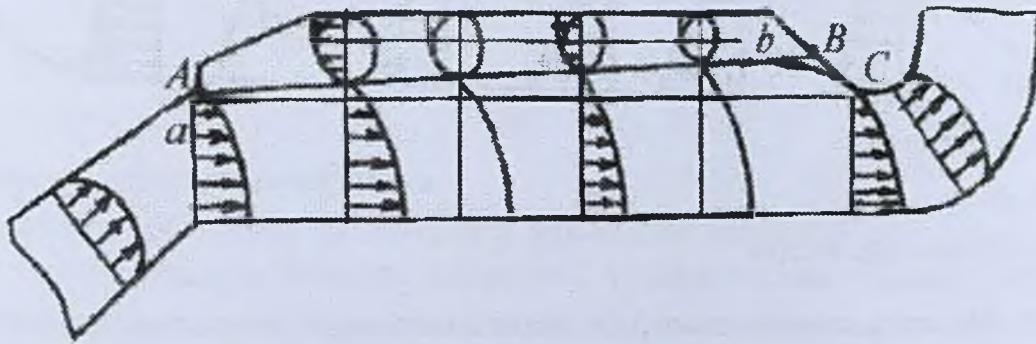
1 – зона зворотних потоків в проточній частині; 2 – зона зворотних потоків на виході з осердального диффузора

Рисунок 2 – Модель проточної частини ротаційного пиловідокремлювача з ортогональною сіткою ліній струмів, побудованої на ЕГДА



В області пилозбірника екіпотенціальні лінії мають  $S$ -подібне викривлення, причому висота  $S$ -викривлення зменшується від початку до кінця проточної частини. Наявність  $S$ -подібного викривлення екіпотенціальних ліній вказує на створення зворотних (вихрових) струменів в порожнині пилозбірника пиловідокремлювача.

Появу зворотних струмів в порожнині пилозбірника можна пояснити наступним чином. Потік, що виходить з робочого колеса (рис. 3) досягає точки  $A$  порожнини пилозбірника і починає розширюватися в глибину. Внаслідок цього відбувається гальмування потоку і зменшення відносної осьової швидкості. В результаті в каналах ротору утворюється область з частково загальмованих шарів повітря. Це не важко встановити з закону нерозривності потоків. При збільшенні швидкості потоку в одному напрямі, в даному випадку в радіальному, має відбуватися її зменшення в другому напрямі, паралельному вісі обертання. Внаслідок різкої зміни напрямку поверхні пилозбірника в точці  $A$  відбувається відрив потоку від поверхні пилозбірника.



$abc$  – крива зміни діаметру вихорів

Рисунок 3 – Модель проточної частини ротаційного пиловідокремлювача з вихорами зворотних струмів, що змінюються по довжині проточної частини

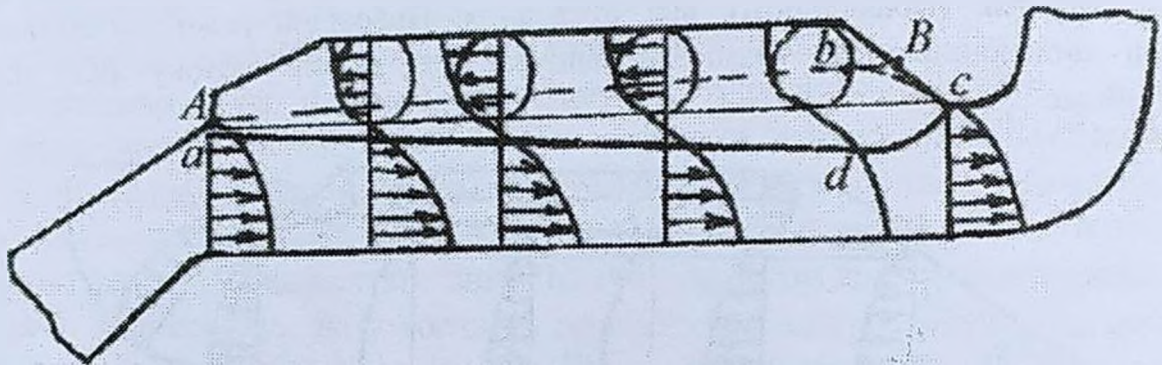
В результаті потік рухається в порожнині пилозбірника у вигляді вільного струменя, який при досягненні протилежної нахиленої поверхні пилозбірника в точці  $B$  розділяється на дві частини. Одна частина струменя рухаючись вздовж поверхні пилозбірника (пряма  $BC$ ), з'єднується з потоком, що рухається в каналах ротора, і попадає в осерадіальний дифузор. Друга частина струменя повертається і рухається в порожнині пилозбірника в протилежному напрямі. Тобто в порожнині пилозбірника створюється дві зони руху потоку: в одній зоні напрям руху потоку співпадає з напрямом потоку в каналах ротора, в другій зоні виникає вихровий, з протилежним напрямом, рух потоку. Як видно з малюнку 3 діаметр зворотних вихорів відносної осьової швидкості зменшується з початку до кінця проточної частини. Це імовірно, так як відбувається згладжування відриву потоку від поверхні пилозбірника під час його руху від точки  $A$  до точки  $B$  [2].

Повітряна зона з вихровим зворотним рухом потоку в порожнині пилозбірника імовірно сприяє підвищенню ефективності пиловідокремлювача за рахунок усунення витоків запиленого повітря з порожнини пилозбірника в осерадіальний дифузор. Тут завдання полягає тільки в тому, щоб розрахувати і забезпечити попадання в вихрову зону не тільки великих частинок пилу, але і частинок малих розмірів, а також обігрувати оптимальний перехід поверхні пилозбірника в осерадіальний дифузор.



Для того щоб збільшити ймовірність попадання в вихрову зону частинок малих розмірів (менше 3 мкм) необхідно змінити форму лопаток. Вони повинні мати виріз в верхній частині для збільшення впливу інерційних сил обертального руху на траєкторії руху частинок малих розмірів. Ефективність пиловідокремлювача ймовірно буде також збільшуватися, якщо вихори на всій довжині проточної частини будуть стабільними, тобто будуть мати однаковий діаметр. Цього можна досягти, якщо профіль лопатей в їх верхній частині змінити по формі дзеркально відображеної кривої  $ABC$ , що з'єднує центри перегину лінії струмів відносно осьових швидкостей (рис. 3).

Після таких конструктивних змін модель проточної частини ротаційного пиловідокремлювача з вихорами зворотних струмів буде виглядати так, як показано на рис. 4.



$abc$  – крива зміни діаметра вихорів

Рисунок 4 – Модель проточної частини ротаційного пиловідокремлювача з вихорами зворотних струмів, постійних по довжині проточної частини

**Результати та їх обговорення.** В результаті зміни висоти міжлопатевого каналу проточної частини пиловідокремлювача центри перегину лінії струмів відносно осьових швидкостей будуть розташовуватися по прямій, тобто діаметр всіх вихорів зворотних струменів буде однаковим. Тоді на всій довжині проточної частини ймовірність попадання в вихрову зону частинок пилу менше 3 мкм буде однаковою, що підвищить загальну ефективність пиловідокремлювача.

Отже, характерним явищем процесу руху пилоповітряного потоку в проточній частині пиловідокремлювача є перерозподіл відносної швидкості по висоті каналу ротора, особливо в порожнині пилозбірника. На рис. 5 показано зміну відносної осьової швидкості потоку в проточній частині пилозбірника. В основі ротора спостерігається максимальна величина відносної швидкості, у зовнішній частині ротора на рівні верхньої кромки лопатей відносна осьова швидкість має мінімальне значення. В порожнині пилозбірника спостерігаються зворотні струмені потоку.

Розрахункове значення відносної осьової швидкості отримано згідно формул:

$$W = \frac{XQ}{2\pi R[R_2 - R_1]} \left[ \frac{R_2^2 - R^2}{R_2^2 - R_1^2} \right]^{X-1}, \quad (1)$$

де  $X$  – параметр, який дозволяє описувати любий характер потоку і знаходиться в межах  $1 \dots \infty$ .



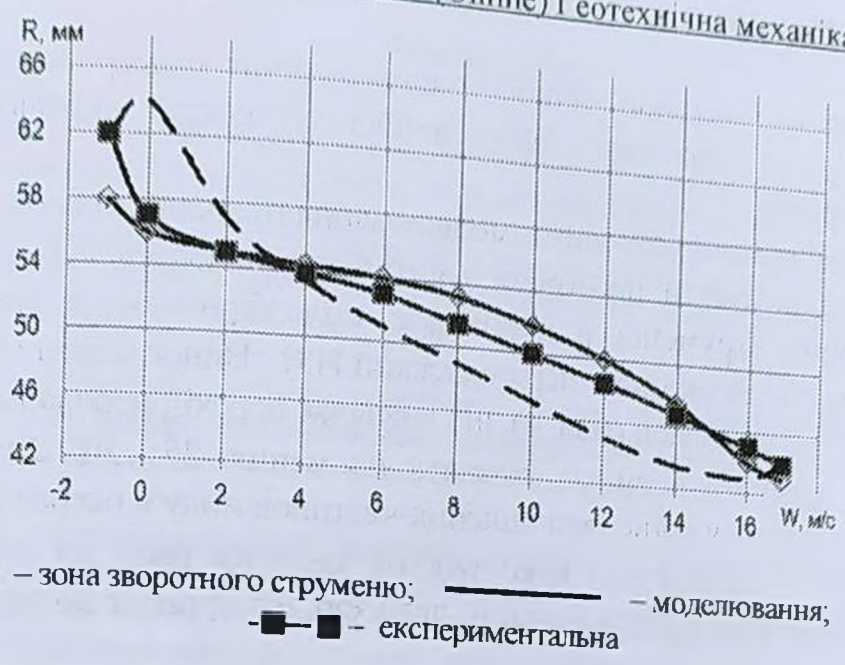


Рисунок 5 – Зміна відносної осьової швидкості потоку в проточній частині пиловідокремлювача

$$W = \frac{R_2^2 \omega}{R_3^2 - R_2^2} \left( \frac{R_3^2}{R} - R \right), \quad (2)$$

де  $R_3$  – радіус поверхні пилозбірника.

Результати теоретичних розрахунків розподілу відносної швидкості по висоті проточної частини досить близько збігаються з результатами, отриманими на моделі ЕГДА. Моделювання проточної частини на ЕГДА дозволило виявити вихрові зони зворотних струменів в порожнині пилозбірника, які необхідно перевірити експериментально.

Аналізуючи результати проведеного моделювання проточної частини пиловідокремлювача на ЕГДА ми можемо констатувати, що для підвищення ефективності відділення частинок пилу малих розмірів (менше 3 мкм) в проточній частині пиловідокремлювача необхідно профіль верхньої кромки лопатей ротора виконати з вирізом по кривій, вираженій як функція

$$b = C f(l) \quad \text{при} \quad b \leq 0,2 h, \quad (3)$$

де  $C$  – відношення відносної осьової швидкості потоку на кромці вирізу і відносної осьової швидкості в порожнині пилозбірника (формула 2);  $b$  – максимальна висота вирізу, мм;  $l$  – активна довжина проточної частини ротора, мм;  $h$  – висота лопаті на вході в ротор, мм.

Форма лопатей ротора пиловідокремлювача з вирізом, визначена моделюванням на ЕГДА, показана на рис. 6.



Рисунок 6 – Форма лопатей з вирізом, визначена моделюванням на ЕГДА



Однією з умов мінімального виносу частинок пилю в осерадіальний дифузор є оптимальний перехід поверхні пилозбірника в кінці проточної частини в осерадіальний дифузор.

**Висновки.** Аналізуючи результати моделювання процесу перерозподілу відносної осьової швидкості потоку в проточній частині пиловідокремлювача з утворенням зворотних вихрових струменів в порожнині пилозбірника і з урахуванням кута природного ухилу частинок пилю «Крагельський І.В., Виноградова І.Э., 1962» кут  $\alpha$  нахилу прямої ВС до вертикалі (мал. 4), що визначає перехід порожнини пилозбірника в осерадіальний дифузор повинен складати не менше  $25...30^\circ$ . Якщо кут  $\alpha$  буде більше  $30^\circ$ , то відбудеться виніс невідділених частинок пилю в осерадіальний дифузор, якщо  $\alpha$  менше  $25^\circ$  – відбудеться накопичення частинок пилю на поверхні переходу порожнини пилозбірника в осерадіальний дифузор, що приведе до непередбачуваного процесу.

Перерозподіл відносної швидкості в каналах ротора приводить також до нерівномірного розподілу розрахункової швидкості на виході з осерадіального дифузору (мал. 2). Причому перерозподіл відносної швидкості приводить до утворення зон зворотних струменів потоку, для ліквідації яких необхідно оптимізувати конструкцію осерадіального дифузора.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Барсуков М. П. Виробнича санітарія у сільському господарстві: навчальний посібник / М. П. Барсуков, О. В. Войнапович, Г. Г. Кліщенко, О. М. Барсуков, В. Є. Кірдач. – Київ: Основа, 2011. – 287 с.
2. Мазилін С. Д., Гвоздев А. В., Роговой В. Д. Моделирование потоков в ротационном пылеотделителе систем вентиляции сельскохозяйственных машин / Вісник Львівського державного аграрного університету: Агротехнічні дослідження. – 1999, №3 – С. 190-194.
3. Мохнатко І. М. Експериментальні дослідження протипотокового ротаційного пиловіддільника повітря / І. М. Мохнатко // Праці ТДАТУ. – Мелітополь, 2009. – Вип. 9, т. 3. – С. 160-164.
4. Роговой В. Д., Мазилін С. Д. Моделирование процесса сепарации пылевидных частиц в ротационном пылеотделителе / Труды ТДАТУ: «Техника в с.х. производстве», Вып. 1, Том 9, Мелітополь, 2010. – С. 87-89.
5. Штокман Е. А. Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха на предприятиях пищевой промышленности / Е. А. Штокман, В. А. Шиллов, Е. Е. Новгородский, Т. А. Скориц, Р. А. Амерханов. – М.: АСВ, 2007. – 633 с.
6. Штокман, Е. А. Теплогазоснабжение и вентиляция / Е. А. Штокман, Ю. Н. Карагодин. – Москва: Издательство АСВ, 2013. – 172 с.

#### REFERENCES

1. Barsukov, M.P., Voynabovich, O.V., Klitsenko, G.G., Barsukov, V.Ye. and KirDan V.Ye. (2011), *Vyrobnycha sanitariia u sil'skomu hospodarstvi* [Industrial sanitation in agriculture], Osnova, Kyiv, UA.
2. Mazilin, S.D., Gvozdev, A.V. and Rogovoy, V.D. (1999) "Modelirovanie potokov v rotacionnom pyleotdelitele cistem ventilatsii kabin selskokhoziaystvennikh mashin", *Visnyk Lvivskoho derzhavnogo universitetu: Ahroinzhenerni doslidzhennia*, no. 3, pp. 190-194.
3. Mokhnatko, I.M. (2009), "Experimental studies of counterflow rotary saw blade air", *Pratsi of Tavria State Agrotechnological University*, vol. 9 (3), pp. 160-164.
4. Rogovoy, V.D. and Mazilin, S.D. (2010), "Simulation of the separation of dust particles in a rotary dust separator", *Pratsi of Tavria State Agrotechnological University. Tekhnika v silskokhoziaystvennom proizvodstve*, vol. 1, no 9, pp. 87-89.
5. Shtokman, E.A., Shilov, V.A., Novgorodskiy, T.A., Skorik, T.A. and Amerkhanov, R.A. (2007), *Ventiliatsiia, kondizionirovanie i ochistka vozdukh na predpriatiakh pishchevoy promishlennosti* [Ventilation, air conditioning and air purification at food industry enterprises], ASV, Moscow, RU.
6. Shtokman, E.A. (2013), *Teplogazosnabzhenie i ventilatsiia* [Heat and ventilation], ASV, Moscow, RU.

#### Про авторів

- Мазилін Сергій Дмитрович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри цивільної безпеки, Таврійський державний агротехнологічний університет (ТДАТУ), Мелітополь, Україна, serhi.mazilin@tsatu.edu.ua
- Яцух Олег Васильович**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри цивільної безпеки, Таврійський державний агротехнологічний університет (ТДАТУ), Мелітополь, Україна, oleg.yatsukh@tsatu.edu.ua
- Мохнатко Ірина Миколаївна**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри цивільної безпеки, Таврійський державний агротехнологічний університет (ТДАТУ), Мелітополь, Україна, iryna.mokhnatko@tsatu.edu.ua
- Зоря Михайло Віталійович**, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри цивільної безпеки, Таврійський державний агротехнологічний університет (ТДАТУ), Мелітополь, Україна, mykhailo.zoria@tsatu.edu.ua



## About the authors

- Mazlin Sergii Dmytrovych**, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Civil Security, Tavriya State Agrotechnological University (TSATU), Melitopol, Ukraine, serhii.mazlin@tsatu.edu.ua
- Yatsukh Oleh Vasylovych**, Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Civil Security, Tavriya State Agrotechnological University (TSATU), Melitopol, Ukraine, oleh.yatsukh@tsatu.edu.ua
- Mokhnatko Iryna Mykolaivna**, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Civil Security, Tavriya State Agrotechnological University (TSATU), Melitopol, Ukraine, iryna.mokhnatko@tsatu.edu.ua
- Zonia Mykhailo Vitaliiiovych**, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Senior Lecturer at the Department of Civil Security, Tavriya State Agrotechnological University (TSATU), Melitopol, Ukraine, mykhailo.zonia@tsatu.edu.ua

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследований движения пылевоздушной потока в проточной части ротационного пылеотделителя. Показано, что доведение санитарно-гигиенических условий труда тракториста до нормативных значений является сложной, но решаемой проблемой, которая включает комплекс теоретических и практических задач по обоснованию технологических и конструктивных параметров и режимов работы высокоэффективного ротационного пылеотделителя. Метод электрогидродинамических аналогий (ЭГДА) позволяет экспериментально, путем моделирования, решать различные задачи о потенциальном движении воздуха. Этот метод предполагает создание из определенного электропроводящего материала модели, как правило, геометрически подобной реальному участку движения воздуха. С использованием метода ЭГДА построена модель проточной части ротационного пылеотделителя с ортогональной сеткой линий токов, что позволило рассчитать изменение относительной скорости пылевоздушной потока по высоте проточной части пылеотделителя. Установлено, что в области пылесборника эквипотенциальные линии имеют S-образное искривление, которое указывает на создание обратных (вихревых) струй в полости пылесборника пылеотделителя. Доказано, что именно это и способствует повышению эффективности пылеотделителя за счет устранения утечек запыленного воздуха из полости пылесборника в осерадимальный диффузор. Также смоделирован процесс перераспределения относительной осевой скорости пылевоздушной потока в проточной части пылеотделителя. Выяснено, что угол  $\alpha$  наклона прямой к вертикали, определяющей переход полости пылесборника в осерадимальный диффузор, должен составлять не менее 25 ... 30°. Предложена новая форма профиля верхней кромки лопасти ротора, что позволит повысить эффективность отделения частиц пыли малых размеров (менее 3 мкм) в проточной части пылеотделителя. Усовершенствованный ротационный пылеотделитель рекомендуется для установки в кабинах отечественных сельскохозяйственных машин.

**Ключевые слова:** ротационный пылеотделитель, лопасть, межлопастный осевой вихрь, движение частиц пыли, метод электрогидродинамической аналогии.

**Annotation.** The article presents results of studies of the movement of dust-air flow in the flow sector of the rotary dust separators. It is shown that bringing the sanitary and hygienic working conditions of a tractor driver to standard norms is a difficult but solvable problem, which includes a set of theoretical and practical tasks on substantiating technological and design parameters and modes for operation of a highly efficient rotary dust separator. The method of electrohydrodynamic analogies (EGDA) allows experimentally, with using simulation, to solve various problems of potential air movement. This method involves creation of a model with a certain electrically conductive material, as a rule, geometrically similar to concrete sector of the air movement. Using the EGDA method, a model of flow sector in the rotary dust separator with an orthogonal grid of current lines was constructed, which made it possible to calculate change in relative velocity of the dust-air flow along the height of the flow sector in the dust separator. It is established that in the area of the dust collector, the equipotential lines have an S-shaped curvature, which indicates the creation of reverse (vortex) jets in the cavity of the dust collector in the dust separator. It is proven that this is what contributes to improving efficiency of the dust separator by eliminating leakage of dust-laden air from the dust collector cavity into the axial-radial diffuser. Process of redistribution of the relative axial velocity of the dust-air flow in the flow sector of the dust separator was also modeled. It is stated that angle  $\alpha$  of the straight line inclination to the vertical, which determines transition of dust collector cavity into the aux-radial diffuser, must be at least 25 ... 30°. A new shape of the profile of the rotor blade upper edge is proposed, which will improve efficiency of separation of small dust particles (less than 3 microns) in the flow sector of dust separator. An improved rotary dust separator is recommended for installation in the cabins of domestic agricultural machinery.

**Keywords:** rotary dust separator, blade, inter-blade axial vortex, movement of dust particles, electrohydrodynamic analogy method.

Стаття надійшла до редакції 10.04.2018.

Рекомендовано до друку д-ром техн. наук Т. В. Бунько.