

РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ У ВІДЦЕНТРОВО-ІНЕРЦІЙНИХ ПИЛОВЛОВЛЮВАЧАХ

Batluk¹ V., Lyashenyk¹ A., Basov² M.

1- National University «Lviv Polytechnic», Lviv, Ukraine; 2- State University Life Safety, Lviv, Ukraine

RESULTS MODELING OF PROCESSES IN CENTRIFUGAL-INERTIAL DEDUSTERS

У статті приводиться фізична суть явищ, які протікають в пиловловлювачах, визначений характер розподілу тиску і швидкостей в них, проаналізовані сили, які діють на частинки аерозоля, що дозволяє розкрити фізичну суть процесу руху повітряного потоку в проєктованому апараті, визначити вплив, що діють на частинки аерозоля в радіальному напрямі сил на характер їх руху, значно понизити кількість експериментальних досліджень по вивченню впливу параметрів апарату на ефективність його роботи. Значущість проблеми зумовлена відсутністю завершеної наукової теорії процесу пилоочищення, яка б відповідала вимогам до ступеня очищення повітря від пилу. Для підготовки розрахунку в програмі твердотілого моделювання, для вивчення фізичного змісту процесів, які відбуваються в нашому апараті і для обґрунтування вибору параметрів експериментальних досліджень нами була побудована тривимірною звичайною елементарною моделлю пиловловлювача), для якої методом кінцевих елементів (МКЕ) вирішена система рівнянь Нав'є-Стокса для турбулентного перебігу повітря. З цією метою побудована геометрична модель з урахуванням тих геометричних параметрів апарату, які були визначені нами.

Ключові слова: Фактори: пиловловлювач, частинки пилу, фізична суть, ефективність

Вступ

Темпи зростання ефективності роботи комплектуючих апаратів схем пилоочищення помітно відстають від вимог до них з точки зору енерго- і металоемності. Виникло протиріччя: з одного боку, значно підвищилися потенційні можливості установок для очистки повітря від пилу і вимоги до них, а з іншого – збільшилися проблеми щодо реалізації цих можливостей через ускладнення схем пилоочищення. Це протиріччя зумовило необхідність забезпечення підвищених вимог щодо ефективності роботи апаратів пилоочищення, що визначається здатністю установки для очистки повітря від пилу зберігати працездатність протягом певного часу в певних умовах експлуатації.

Розв'язання протиріччя, що виникло, шляхом проєктування схем пилоочищення на апаратах, які характеризуються високою ефективністю, малим гідравлічним опором і габаритами, становить актуальну проблему сучасності – очистку повітря від пилу.

Мета

Є два принципово різних шляхи боротьби із забрудненнями. Перший – очищення шкідливих викидів промисловості й сільськогосподарських підприємств. Другий, найбільш радикальний й економічний, – розробка безвідхідних технологічних процесів, які максимально імітують природні замкнуті процеси. Уся сировина, що надходить у виробництво, переробляється на корисні продукти або передається на сусіднє виробництво.

Дотепер основні зусилля були спрямовані на розширення мережі очисних споруд. Це було неминучим, тому що вся промисловість до донедавна розвивалася без врахування можливості безвідхідної технології. Забруднення біосфери як би планувалися, тобто проєктувався завод, який повинний був давати розраховану кількість відходів, що викидаються, і паралельно проєктувалися очисні споруди відповідної потужності.

Будівництво очисних споруд отримало широке поширення в нашій країні й воно буде тривати доти, доки всі наявні виробництва не забезпечать очищення своїх викидів або їхня технологія не стане безвідхідною.

Щоб мати можливість приймати будь які конкретні заходи щодо усунення тих або інших джерел забруднення біосфери, потрібно насамперед виявити їх і встановити зв'язок між забрудненням і його наслідками. Без цього не можна зрозуміти явища й тим більше вжити заходів до його припинення.

Значимість проблеми зумовлена відсутністю завершеної наукової теорії процесу пилоочищення, яка б відповідала вимогам до ступеня очистки повітря від пилу.

Дослідження

Для підготовки розрахунку в програмі твердотілого моделювання, для вивчення фізичного змісту процесів, які відбуваються у нашому апараті та для обґрунтування вибору параметрів експериментальних

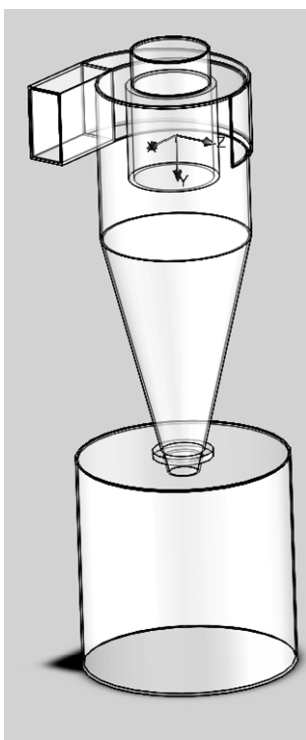


Рис. 1. Модель нової конструкції апарату

досліджень нами була побудована трьохмірна кінцево-елементна модель пиловловлювача (рис.1), для якої методом кінцевих елементів (МКЕ) вирішена система рівнянь Нав'є - Стокса для турбулентної течії повітря. З цією метою побудована геометрична модель із урахуванням тих геометричних параметрів апарату, які були визначені нами.

Геометричні розміри пиловловлювача і жалюзійного відокремлювача є наступними

1. Діаметр циліндричної частини циклона 0,7м;
2. Висота циліндричної частини циклон 1,5м;
3. Діаметр вихлопної труби 0,7м;
4. Діаметр жалюзійного відокремлювача 0,75 м
5. Висота циклона 3,2м;
6. Розмір поперечного перерізу вхідного патрубку 0,40x0,70м.

Дослідження проводили для різноманітних напрямів та швидкостей обертання жалюзійного відокремлювача. Вивчали рух повітряних потоків, розподіл значення швидкостей повітряного потоку та значення статичного тиску у плоскому перерізі апарату.

На рисунку 2 зображені траєкторії руху повітряних потоків у запропонованому пиловловлювачі. Значення швидкості повітряного потоку відображено кольором траєкторії. На рисунку 2 представлено розподіл швидкостей потоку повітря в горизонтальних перерізах пиловловлювача.

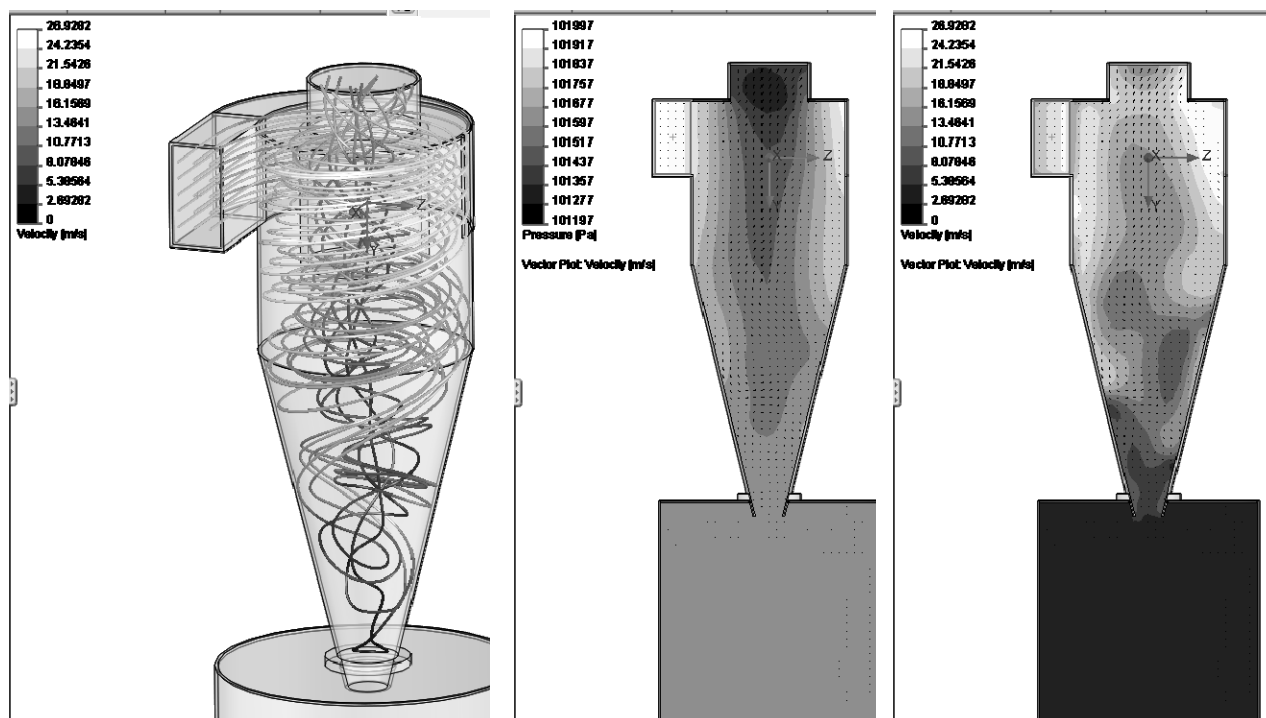


Рис. 2. Характеристики руху повітряних потоків у апараті при нерухомому жалюзійному відокремлюванні

траєкторії руху повітряних потоків

розподіл статичного тиску

розподіл швидкості повітряного потоку

Гідравлічний опір апарату без обертання жалюзійного відокремлювача склав 651,2 Па.

При обертанні жалюзійного відокремлювача назустріч рухові повітряних потоків, у вхідному патрубку, з кутовою швидкістю 1 рад/с. гідравлічний опір апарату склав 766,6 Па.

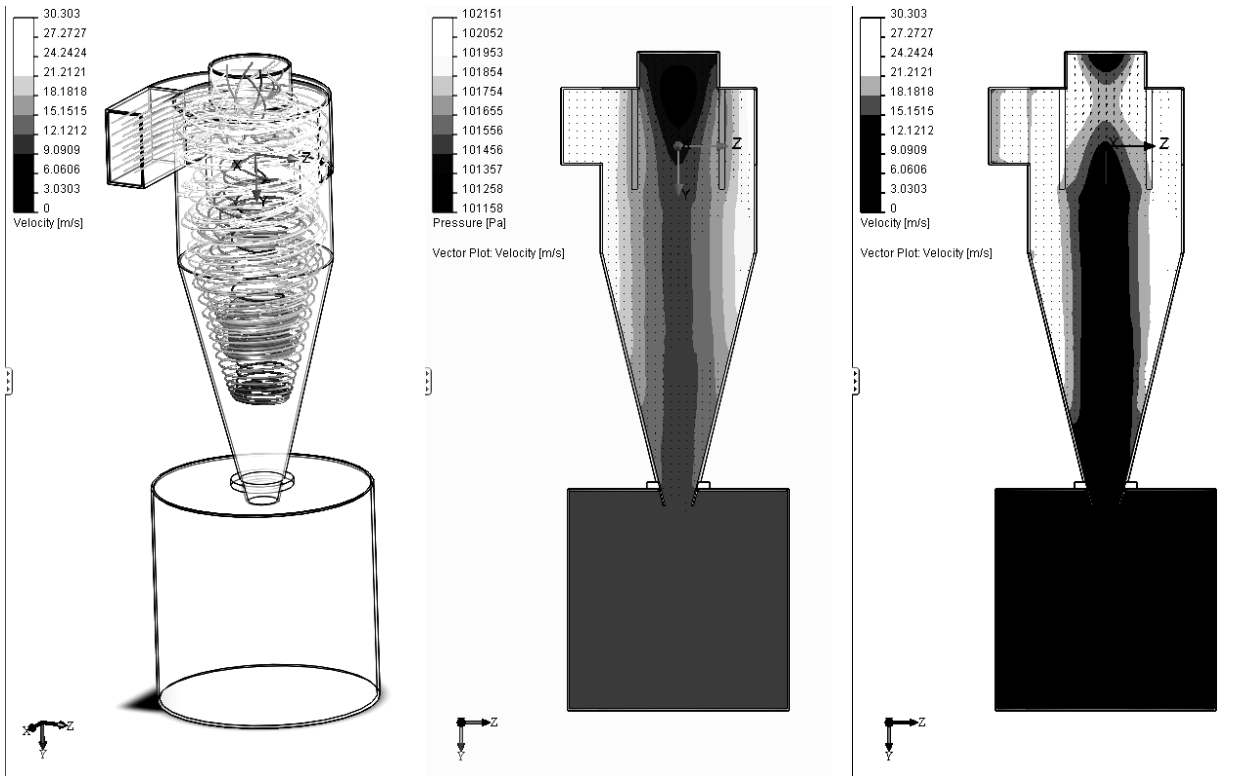


Рис. 3. Характеристики руху повітряних потоків у апараті при обертанні жалюзійного відокремлювача з кутовою швидкістю 1 рад/с назустріч рухові повітряних потоків, у вхідному патрубку

траєкторії руху повітряних потоків

розподіл статичного тиску

розподіл швидкості повітряного потоку

При обертанні жалюзійного відокремлювача назустріч рухові повітряних потоків, у вхідному патрубку, з кутовою швидкістю 3 рад/с - гідравлічний опір апарата склав 701,52 Па.

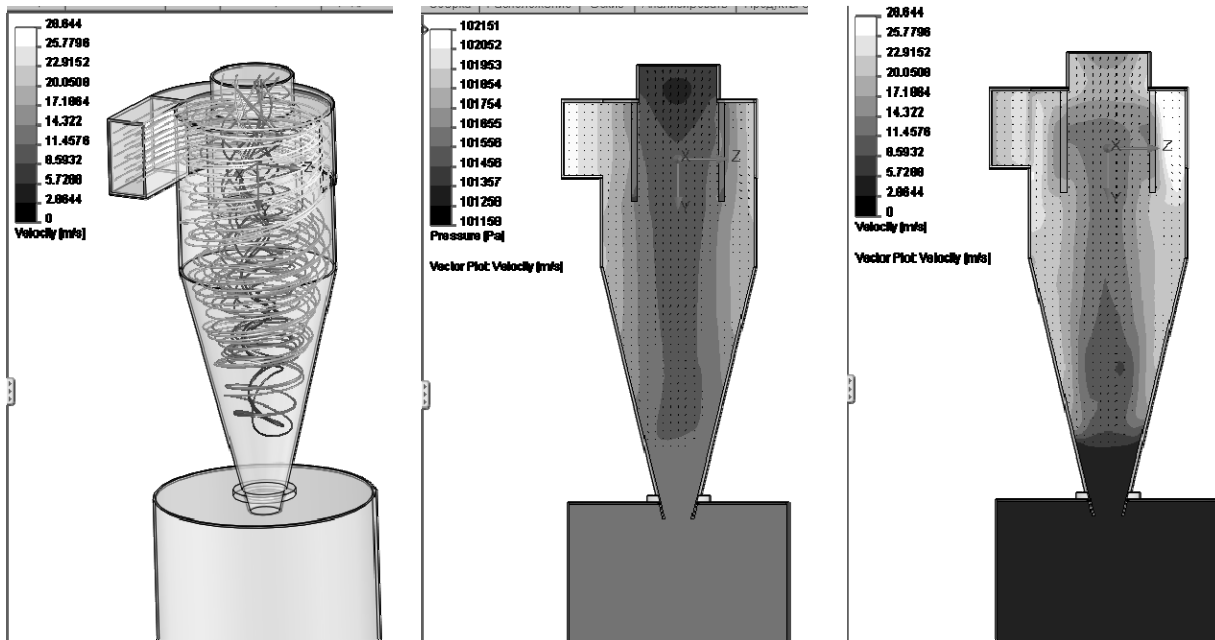


Рис. 4. Характеристики руху повітряних потоків у апараті при обертанні жалюзійного відокремлювача з кутовою швидкістю 3 рад/с назустріч рухові повітряних потоків, у вхідному патрубку

траєкторії руху повітряних потоків

розподіл статичного тиску

розподіл швидкості повітряного потоку

При обертанні жалюзійного відокремлювача у напрямі руху повітряних потоків у вхідному патрубку з кутовою швидкістю 1 рад/с - гідравлічний опір апарата склав 1030,2Па.

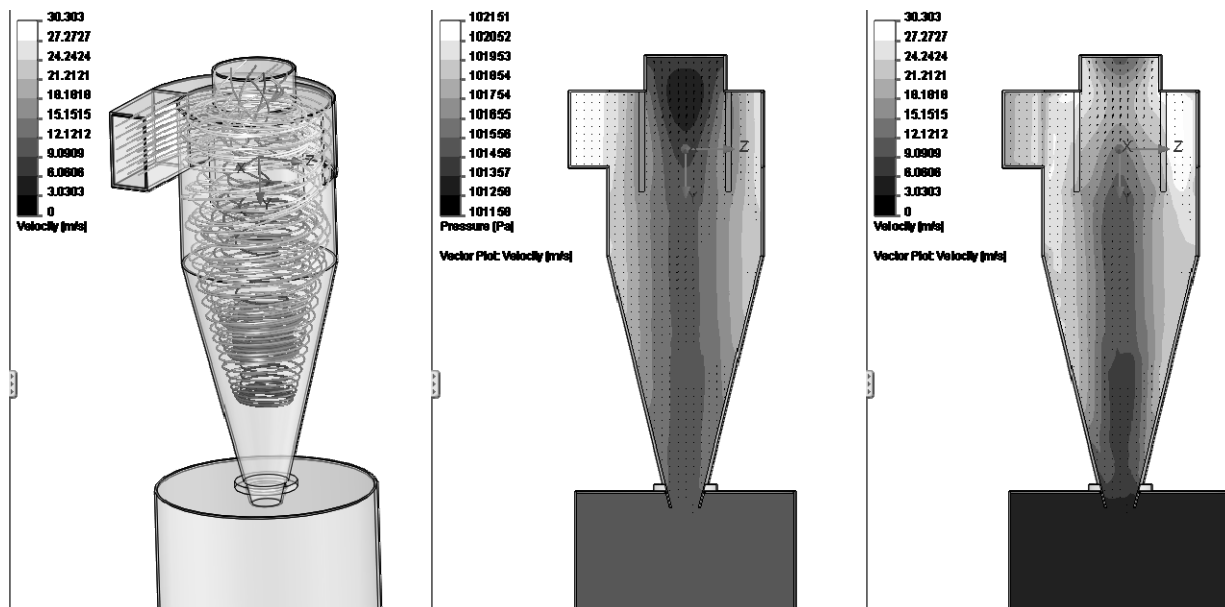


Рис. 5. Характеристики руху повітряних потоків у апараті при обертанні жалюзійного відокремлювача з кутовою швидкістю 1 рад/с у напрямі руху повітряних потоків,

траєкторії руху повітряних потоків

розподіл статичного тиску

розподіл швидкості повітряного потоку

При обертанні жалюзійного відокремлювача і напрямі руху повітряних потоків з кутовою швидкістю 3 рад/с - гідравлічний опір апарата склав 1017,75Па.

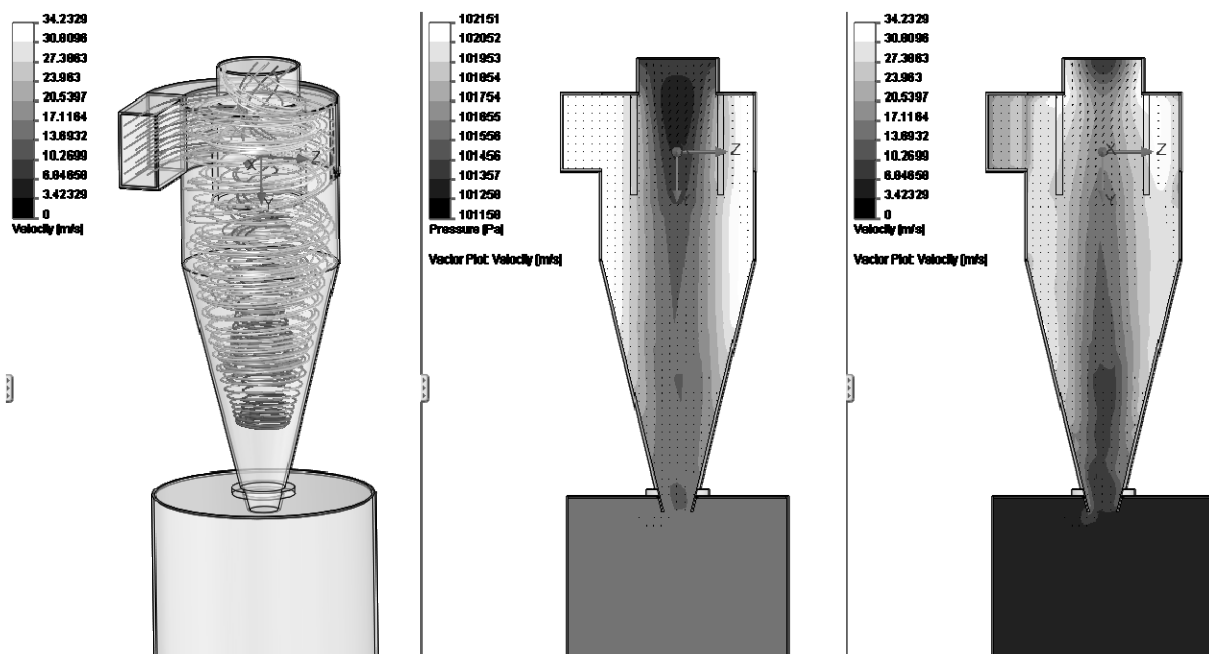


Рис. 6. Характеристики руху повітряних потоків у апараті при обертанні жалюзійного відокремлювача з кутовою швидкістю 3 рад/с у напрямі руху повітряних потоків,

траєкторії руху повітряних потоків

розподіл статичного тиску

розподіл швидкості повітряного потоку

На рисунку 7 відображено залежність гідравлічного опору апарата від значення кутової швидкості обертання жалюзійного відокремлювача. Додатною вважається кутова швидкість обертання жалюзійного відокремлювача у напрямі руху повітряних потоків, у вхідному патрубку апарата.

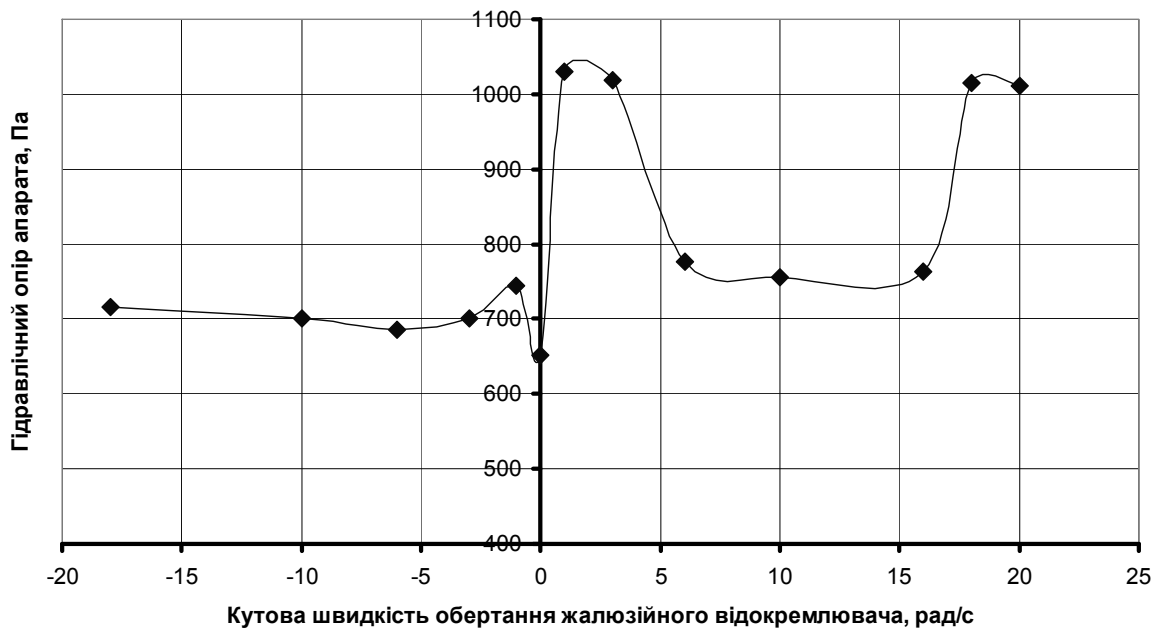


Рис. 7. Залежність гідравлічного опору пиловловлювача від кутової швидкості обертання жалюзійного відокремлювача

Обертання жалюзійного відокремлювача приводить до симетричного розподілу повітряних потоків у апараті. У проміжку між жалюзійним відокремлювачем та зовнішньою стінкою апарата створюється додатковий потік, основне призначення якого полягає у протидії радіальному стоку. Якщо проаналізувати траєкторії руху повітряних потоків у циклоні (рис.2-6) приходимо до висновку, що при обертанні жалюзійного відокремлювача в циклоні створюються більш симетричні поля швидкостей та більш симетричний розподіл статичного тиску у плоскому перерізі апарата. Це створює умови для підвищення ефективності процесу очищення.

Беручи до уваги результати, які представлені на графіку 7 приймаємо рішення про доцільність виготовлення конструкції сепаратора з жалюзійним відокремлювачем, який обертається назустріч рухові повітряних потоків у вхідному патрубку. Оптимальне значення кутової швидкості обертання буде визначено при проведенні експериментальних досліджень ефективності новоствореного апарата.

Висновки

Таким чином, проведений теоретичний аналіз і запропонована нами модель дозволяє:

- 1 – розкрити фізичну сутність руху повітря, що очищається, у проєктованому апараті, визначити вплив діючих на частинку сил у радіальному напрямку на характер її руху ;
- 2 – значно знизити кількість експериментальних досліджень по вивченню впливу параметрів апарата на ефективність очищення повітря й провести їх цілеспрямовано;
- 3 – створити принципово нові конструкції відцентрово-інерційних вихрових пиловловлювачів.

Анотація. В статті приводиться фізична сутність явлень, которые протекают в пылеуловителях, определен характер распределения давлений и скоростей в них, проанализированы силы, которые действуют на частицы аэрозоля, что позволяет раскрыть физическую суть процесса движения воздушного потока в проектируемом аппарате, определит влияние, действующих на частицы аэрозоля в радиальном направлении сил на характер их движения, значительно снизить количество экспериментальных исследований по изучению влияния параметров аппарата на эффективность его работы. Значимость проблемы предопределена отсутствием завершённой научной теории процесса пылоочистки, которая бы отвечала требованиям к степени очистки воздуха от пыли. Для подготовки расчёта в программе

твердотельного моделювання, для изучения фізического содержания процессов, которые происходят в нашем аппарате и для обоснования выбора параметров экспериментальных исследований нами была построена трехмерная конечно элементная модель пылеуловителя., для которой методом конечных элементов (МКЕ) решена система уравнений Нав'е-стокса для турбулентного течения воздуха. С этой целью построена геометрическая модель с учетом тех геометрических параметров аппарата, которые были определены нами.

Ключові слова. Фактори: пылеуловитель, частички пыли, физическая сущность, эффективность.

Abstract. In clause to be resulted the physical essence of the phenomena which proceed in vortical dedusters, character distribution of pressure and speeds in them is certain, forces which act particles an aerosol that allows to open physical essence of process of movement of an air stream in the projected device are analysed, to define the influence, acting particles an aerosol in a radial direction of forces on character of their movement, considerably to lower quantity of experimental researches on studying influence of parameters of the device on efficiency of its work. Meaningfulness of problem is predefined absence of the completed scientific theory of process of vortical dedusters, what would answer requirements to the degree of cleaning of air from a dust. Для preparations of calculation in the program of o design, for the study of physical maintenance of processes which take a place in our vehicle and for the ground of choice of parameters of experimental researches by us a three-dimensional usually element model was built about пылеуловителя, for which the method of eventual elements (МКЕ) is decide the system of equalizations of Nav'e-stoksa for turbulent motion of air. To that end a geometrical model is built taking into account those geometrical parameters of vehicle, which were certain by us.

Keywords: Factors, particles of dust, physical essence, efectijn, dust colection

1. *Абрамович Г.Н.* Теория турбулентных струй. – Г.: Физматгиз, 1960.
2. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Механіка суцільних середовищ. – М.: ГИТТЛ, 1954.
3. *Пат.* 59259 А Україна, МПК В 01D 45/12. Пиловлловлювач із зсунутими відокремлювача / В. А. Батлук, В. К. Батлук, О. В. Мельников / Заявл. 20.12.2002, Опубл. 15.08.2003, Бюл. № 8. — 3 с.
4. *Харлоу Ф.Х.* Чисельний метод частинок в комітках для задач гідродинаміки. Обчислювальні методи в гідродинаміці. – М.: Мир, 1967.
5. *Пат.* 52792 Україна, МПК В 01D 45/00, 45/12, 45/18. Пиловлловлювач / В. А. Батлук, К. І. Азарський, О. В. Мельников / Заявл. 01.06.2000, Опубл. 15.01.2003, Бюл. № 1. — 3 с.
6. *Пат.* на корисну модель 25753 Україна, МПК В 01D 45/00. Пиловлловлювач із додатковою доочисткою / В. А. Батлук, Р. М. Василів, О. В. Мельников. — № у 2007 02042; заявл. 26.02.2007; опубл. 27.08.2007, Бюл. № 13. — 4 с.

REFERENCES

1. *Abramovich G.N.* Teorija turbulentnyh struj. [Theory turbulentnyh current] G.: Fyzmathyz, 1960.
2. *Landau L.D, Lifshitz E.M* Mehanika sucil'nih seredoviv. [Continuum Mechanics] Moscow: HYTTL, 1954.
3. *Batluk V.A., Batluk V.K., Mel'nikov O. V.* Pilovlovljuvach iz zsunutimi sekcijami vidokremljuvacha [Dust collector with a separator shifted sections]. Patent Ukrainy no 59259 A, 15.08.2003.
4. *Harlow F.H.* Chisel'nij metod chastinok v komirkah dlja zadach gidroinamiki. (Obchisljuval'ni metodi v gidroinamici). [Numerical method of particles in cells for the problems of hydrodynamics] Moscow: Mir, 1967.
5. *Batluk V.A., Azars'kij K.I., Mel'nikov O.V.* Pilovlovljuvach [Dedusters]. Patent Ukrainy no 52792 A, 15.01.2003.
6. *Batluk V. A., Vasiliv R.M, Mel'nikov O.V.* Pilovlovljuvach iz dodatkovoju doochistkoju [Dust collector with more additional cleaning] Patent Ukrainy no 25753, 27.08.2007.