

2. Антонов А. Д. Теория устойчивости движения многоосных автомобилей / А. Д. Антонов. – М. : машиностроение, 1978. – 216 с.
3. Подригало М. А. Определение коэффициента устойчивости двухосного автомобиля против заноса в процессе случайного торможения / М. А. Подригало, М. В. Байцур, В. Н. Павленко // Автомобильный транспорт. – 2007. – № 20. – С. 13-15.
4. Подригало М. А. Уточнение коэффициента распределения тормозных сил между осями автомобиля при служебных торможениях / М. А. Подригало, В. П. Волков, В. Н. Павленко // Вісник Сев-НТУ. Збірник наукових праць. Серія: машиноприладобудування та транспорт. – 2011. – Вип. 121. – С. 7-10.
5. Булгаков Н. А. Исследование динамики торможения автомобиля / Н. А. Булгаков, А. Б. Гредескул, С. И. Ломака // научное сообщение № 18. – Харьков: Изд-во ХГУ, 1962. – 36 с.
6. Назаров А. И. Улучшение тормозных систем легковых автомобилей совершенствованием способов регулирования тормозных сил: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.02 / Назаров Александр Иванович. – Харьков : ХГАДТУ, 1998. – 266 с.

**Туренко О. І., Коробко А. І., Подригало М. А. ВПЛИВ КОЕФІЦІЕНТУ ПОСТІЙНОГО РОЗПОДІЛУ ГАЛЬМІВНИХ СИЛ НА СТІЙКІСТЬ АВТОМОБІЛЯ ПРИ СЛУЖБОВИХ ГАЛЬМУВАННЯХ**

*Досліджено вплив коефіцієнту постійного розподілу гальмівних сил між осями на стійкість автомобіля при службових гальмуваннях. В якості прикладу розглянуто легкові автомобілі з різним розподілом центру мас в межах подовжньої колісної бази.*

**Ключові слова:** закон розподілу гальмівних сил, коефіцієнт стійкості, гальмівна сила, службове гальмування, сповільнення.

**O. Turenko, A. Korobko, M. Podrigalo INFLUENCE OF RATE CONSTANT OF DISTRIBUTION OF BRAKE FORCES ON THE STABILITY OF THE VEHICLE WHEN THE SERVICE BRAKE APPLICATIONS**

*The present level of development of motor vehicles characterized by the possibility to install the anti-lock braking systems and dynamic stability, ensuring the stability of vehicles during emergency braking. The anti-lock system are not enabled when the service braking through the wheels as on the verge of blocking. The dynamic stabilization system begins to work when signs of skidding. For large values of the disturbing side forces and turning moments acting in the plane of the road, skidding can occur when the service braking. The brake force distribution between axles two-axle vehicle, the rational for emergency braking does not ensure the preservation stability of the machine during service braking. Ideal brake force distribution between the axles of the vehicle when the service braking allows obtaining the coefficient of stability equal to one for all values of the coefficient of grip and the longitudinal deceleration. This paper investigates the influence of coefficient constant distribution of braking forces between the axles on the stability of the vehicle during service braking. As example, consider cars with different distribution of the center of mass within the longitudinal wheelbase. Found that perfect for maintaining all wheels on the limit of locking of the brake force distribution ensures stability of the vehicle against skidding when the service braking over the entire range of retardations from zero to the maximum possible. Ie, if you ensure that the brake force distribution between the axles in accordance with the perfect law, then any coefficient of adhesion of wheels with the road, the vehicle can lose stability in a dynamic stage of the process of emergency braking. Determined by the rational value of the coefficient of distribution of braking forces between the axles, providing stability of the car, as under emergency and service braking. At a constant distribution of braking forces between the axles defined boundary of the zone of deceleration, in which the car maintained stability during service brake applications.*

**Key words:** the law of distribution of brake forces, the coefficient of stability, braking force, office braking, deceleration.

Стаття надійшла в редакцію: 07.10.2016

Рецензент: д.т.н., проф. Ревенко І.І.

УДК 614.8:631.3

**ІНЖЕНЕРНІ ЗАХОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ  
ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МЕЗ НА ЗЕРНОСКЛАДАХ ПІДПРИЄМСТВ АПК**

**С. М. Виговський**, аспірант,

**І. Л. Роговський**, к.т.н., с.н.с.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

*Змодельовано поля поширення у приміщенні зерноскладу шкідливих відпрацьованих газів від двигуна мобільного енергетичного засобу залежно від геометричних параметрів приміщення, інтенсивності виділення шкідливих речовин, ступеню інтенсивності вентильовання та інших параметрів. Отримані дані є основою для оптимізації заходів і засобів покращення параметрів повітря у*

приміщенні зерноскладу, що дозволить запобігти професійній захворюваності працівників.

**Ключові слова:** небезпечні викиди двигуна, шкідливі речовини, зерносклад, гранично допустима концентрація, професійні хвороби.

**Постановка проблеми.** Відомо, що у приміщеннях для зберігання зерна (елеваторах, силосах, зерноскладах) через переміщення зернової маси накопичуються небезпечні концентрації зернового пилу, що може призвести до вибухів та пожеж [1, 2]. У менших концентраціях зерновий пил у повітрі зерносовищ може зумовити професійні хвороби дихальних шляхів організму працівників [3].

Ще одним джерелом шкідливих пилогазових аерозолів у приміщенні зерносовищ можуть бути двигуни мобільних енергетичних засобів (МЕЗ), які задіюють для просушування зволоженого зерна та на інші складські потреби. Оскільки дотримання протягом тривалого часу кондиційних параметрів зернової маси на зерноскладі без вентилявання не можливе, то у різних частинах приміщення внаслідок руху повітря можуть скупчуватися шкідливі гази та аерозолі (викиди двигунів МЕЗ) у концентраціях, що перевищують гранично-допустимі значення (ГДК) і загрожують здоров'ю працівників, які постійно перебувають у різних частинах приміщення, а не лише у зоні роботи МЕЗ.

Розроблені математичні моделі поширення шкідливих речовин у закритих приміщеннях дозволяють змодельовати поля концентрацій газоподібних токсичних речовин [4]. Однак, питання поширення твердих частинок, які присутні у відпрацьованих газах сільськогосподарських МЕЗ, що працюють у зерноскладах, ще досліджували [5]. Такий аналіз необхідний для оптимізації конструкції та роботи вентиляційних систем, улаштованих на зерноскладах, щоб забезпечити зниження шкідливих речовин у повітрі

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Найбільш токсичними компонентами відпрацьованих газів сільськогосподарських МЕЗ є канцерогенні речовини [6], зокрема дизельна сажа, що переносить частинки бенз(а)пірену [7]. Незважаючи на те, що концентрації бенз(а)пірену не нормують стандарти викидів «ЄВРО» [8], було досліджено рівні і безпеку забруднення приміщення зерноскладу бенз(а)піреном, оскільки він у кілька разів небезпечніший для здоров'я людини ніж чадний газ [9].

**Формулювання цілей статті.** Розрахувати поля поширення у приміщенні зерноскладу шкідливих відпрацьованих газів від двигуна МЕЗ залежно від геометричних параметрів приміщення, інтенсивності виділення шкідливих речовин, ступеню інтенсивності вентилявання, наявності твердих частинок та інших параметрів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Розрахункові методи, які застосовують для дослідження викидів двигунів, дозволяють оціни-

ти інтенсивність надходження відпрацьованих газів двигуна у повітря приміщення [10].

Але у розробленій математичній моделі [11] необхідно врахувати особливості поширення твердих частинок, що залежать від швидкості їх осадження у повітряному довір'ї зерноскладів підприємств АПК.

Для розв'язку рівнянь запропонованої математичної моделі використовували процедури з пакету SolidWorks – програми, що підтримує метод кінцевих елементів у разі моделювання об'єктів з розподіленими змінними, описаними нелінійними диференціальними рівняннями з частковими похідними.

Потрібно більш деталізувати приміщення зерноскладу, зокрема на рис. 1 вказати, де розташовано МЕЗ, яка початкова інтенсивність вентилявання, чим зумовлено наявність зон різної концентрації, де встановлено перегороджувальні елементи конструкції. Чи буде дотримано допустиму швидкість руху повітря після переулаштування елементів вентиляційної системи. Ніде не вказано ГДК досліджуваних речовин. Навіщо проводити моделювання на різних висотах, якщо картинка до висоти не прив'язана. Запитань багато.

У редакції збірника ННДІПБОП прискіпливо читають статті чужих авторів, рецензують, тому бажано розширити частину тексту про модель, пояснити на яких засадах її розроблено. Це вкрай важка задача – побудова полів концентрацій аерозолів з врахуванням такої кількості параметрів – то ж потрібно вказати, як ці поля отримано.

Також не ясно у чому полягають інженерні методи та технічні засоби забезпечення безпеки праці, що призвели до кардинального змінення полів на рисунках. Задача не в тому, щоб показати, що поля змінюються, а внаслідок чого. Тоді можна буде сформулювати висновки.

Отримана модель адекватно описує відгук з 10-12 % рівнем значущості.

Об'єкт дослідження – зерносклад для продовольчого і фуражного зерна місткістю 2000 т (типовий проект – 813-1-31.85). Вихідні дані: довжина – 48 м, ширина – 21 м, висота – 6 м; кількість і геометричні розміри мобільних машин; час роботи відповідно до технологічного процесу; види і розташування джерел забруднення та робочих місць; ступінь ефективності вентиляції; інтенсивність руху газоповітряних потоків; схема організації руху газоповітряних потоків у вентиляційному приміщенні з розташуванням припливно-витяжної системи вентиляції (рис. 1); інтенсивність виділення шкідливих речовин від джерела, отриманих при моделюванні та проведенні експерименту; розрахунковий період року.

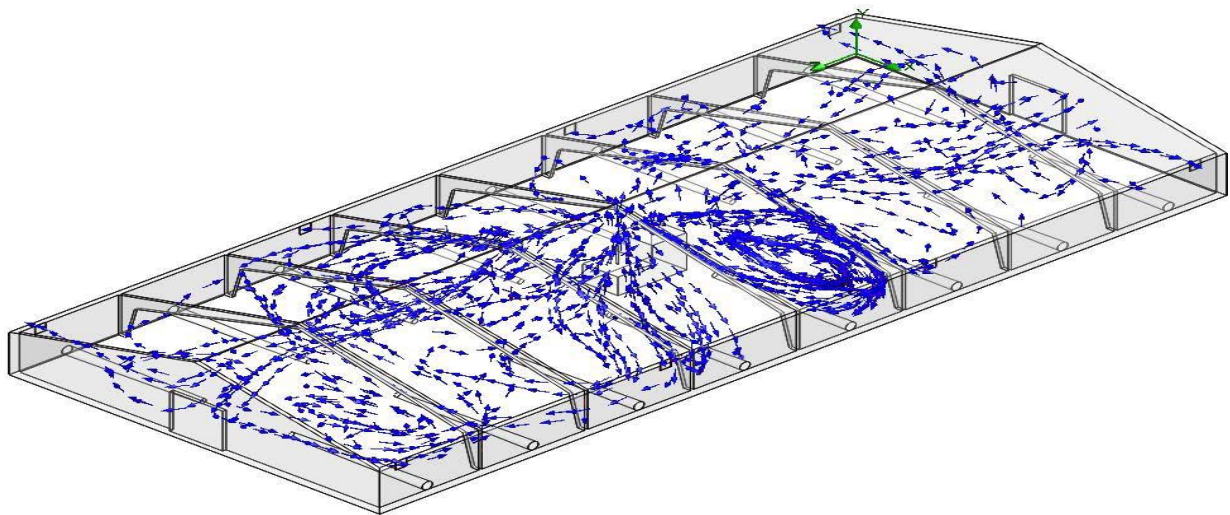


Рис. 1. Траєкторії руху газоповітряних потоків у приміщенні зерноскладу підприємства АПК.

При проведенні модельних розрахунків було розглянуто режим робіт двигуна, що працює на дизельному паливі, до і після застосування інженерних методів та технічних засобів забезпечення безпеки праці мобільних машин при механізації технологічних процесів в зерноскладах, які мають істотний вплив на формування полів концентрацій небезпечних речовин та небезпечних зон загазованості в приміщенні.

Поля концентрацій небезпечних речовин в повітрі приміщення отримані при нормальній роботі системи припливно-витяжної вентиляції приміщення для розрахункового періоду.

Значення вхідної і вихідної швидкості руху повітря у вентиляованому приміщенні приймали в діапазоні, встановленому нормативними значеннями мікрокліматичних параметрів – 0,2 м/с. Поля концентрацій небезпечних речовин розраховано за моделлю на трьох характерних зрізах за висотою приміщення 0,5 м, 1,75 м, 3 м, що обумовлено реальним розташуванням зерна і зон дихання на робочих місцях. У даному випадку, загазованість приміщення створюється за рахунок виділення газів і бенз(α)пірену від одного

джерела забруднення, який визначає фонові концентрації в повітрі, збільшуючись з плином часу.

На рис. 2 – рис. 4 представлено розраховані за моделлю поля концентрацій шкідливих речовин на висоті 1,75 м на одну годину роботи в розрахунковий період року.

Аналіз розрахункових полів концентрації показує, що канцерогенні зони, з максимальною концентрацією бенз(α)пірену в  $2,25 \times 10^{-7}$  г/м<sup>3</sup>, з максимальною концентрацією твердих частинок в  $7,6 \times 10^{-3}$  г/м<sup>3</sup>, з максимальною концентрацією оксиду азоту в  $30 \times 10^{-3}$  г/м<sup>3</sup>, являють собою значну небезпеку для працівників. Тому що в цих зонах ГДК перевищено для бенз(α)пірену в 1,5 рази, для твердих частинок в 1,9рази, для оксидів азоту в 6 разів. Результати розрахунків доводять, що у разі роботи двигуна, до застосування інженерних методів та технічних засобів забезпечення безпеки мобільних машин при механізації технологічних процесів у зерноскладах, працівники складу перебувають в екстремально-негативних умовах.

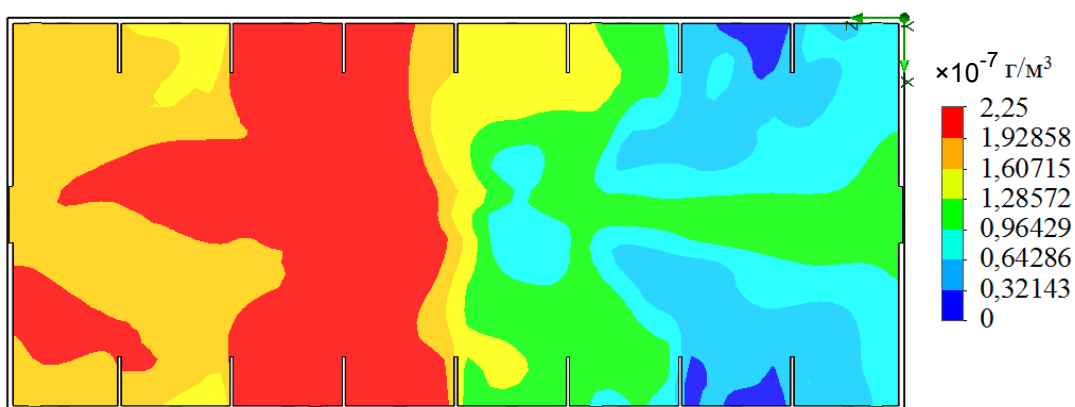


Рис. 2. Концентрація бенз(α)пірену в повітрі зерноскладу до застосування методів забезпечення охорони праці.

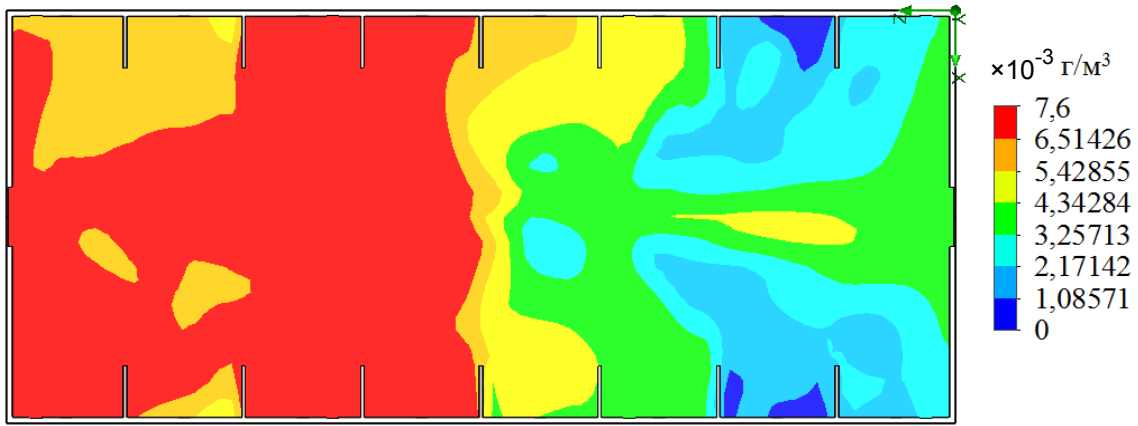


Рис. 3. Концентрація твердих частинок в повітрі зерноскладу до застосування методів забезпечення охорони праці.

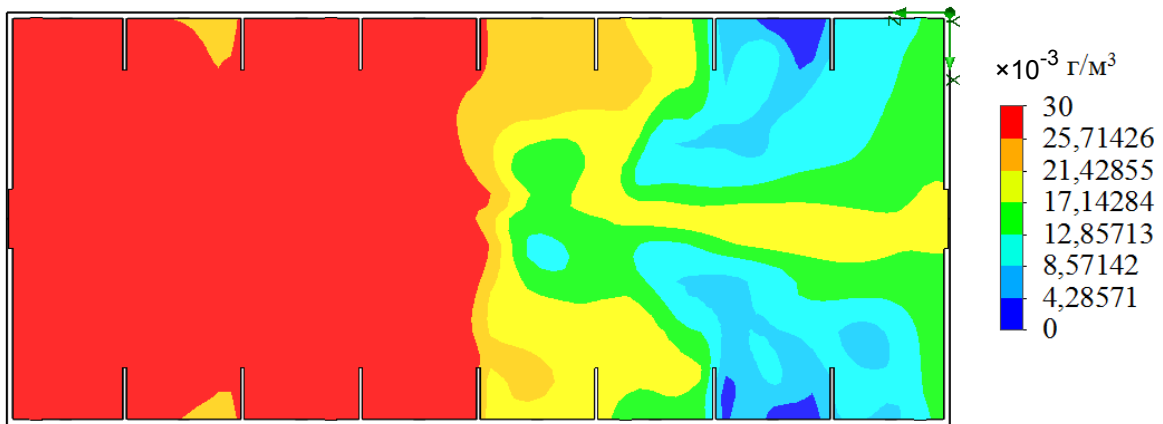


Рис. 4. Концентрація оксидів азоту в повітрі зерноскладу до застосування методів забезпечення охорони праці.

На рис. 5 – рис. 7 показано поля значень концентрацій небезпечних речовин у повітрі зерноскладу після застосування інженерних методів та технічних засобів забезпечення безпеки мобільних машин при механізації технологічних процесів в зерноскладах.

Максимальна концентрація бенз(α)пірену становить  $1,36 \times 10^{-7}$  г/м<sup>3</sup>, твердих частинок становить  $3,8 \times 10^{-3}$  г/м<sup>3</sup>, оксидів азоту становить  $10 \times 10^{-3}$

г/м<sup>3</sup>. Як видно з результатів модельних розрахунків, концентрація бенз(α)пірену і твердих частинок не перевищує встановлені ГДК у штатному режимі роботи, а за оксидами азоту перевищує в 2 рази.

Збіжність даних з результатами експерименту становить: за бенз(α)піреном – 94,9%, твердими частинками – 97,7%, оксидами азоту – 93,4%.

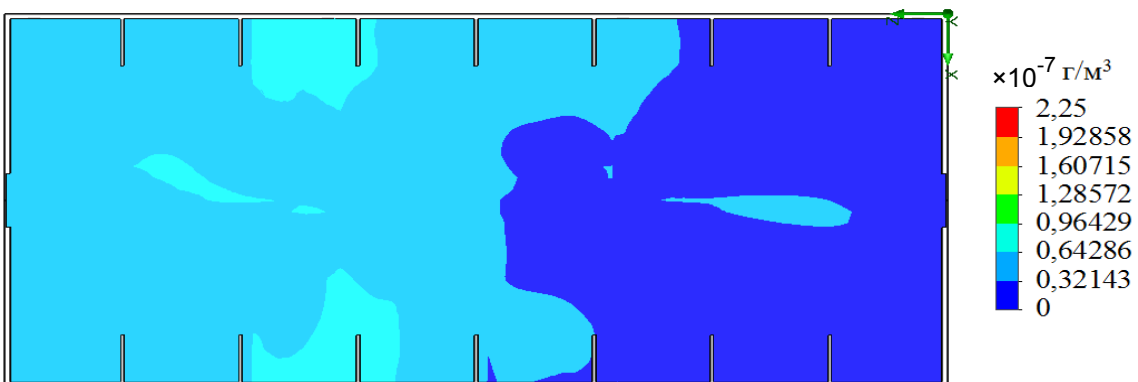


Рис. 5. Концентрація бенз(α)пірену в повітрі зерноскладу після застосування методів забезпечення охорони праці.

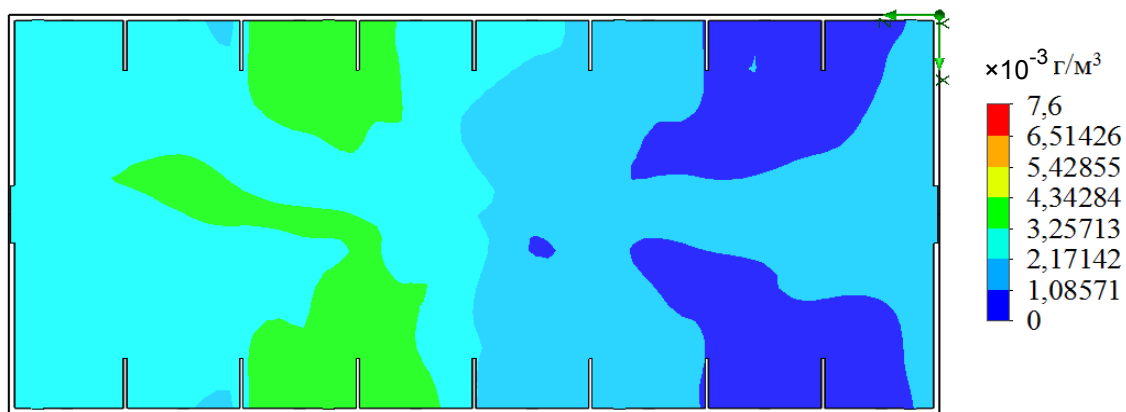


Рис. 6. Концентрація твердих частинок в повітрі зерноскладу після застосування методів забезпечення охорони праці.

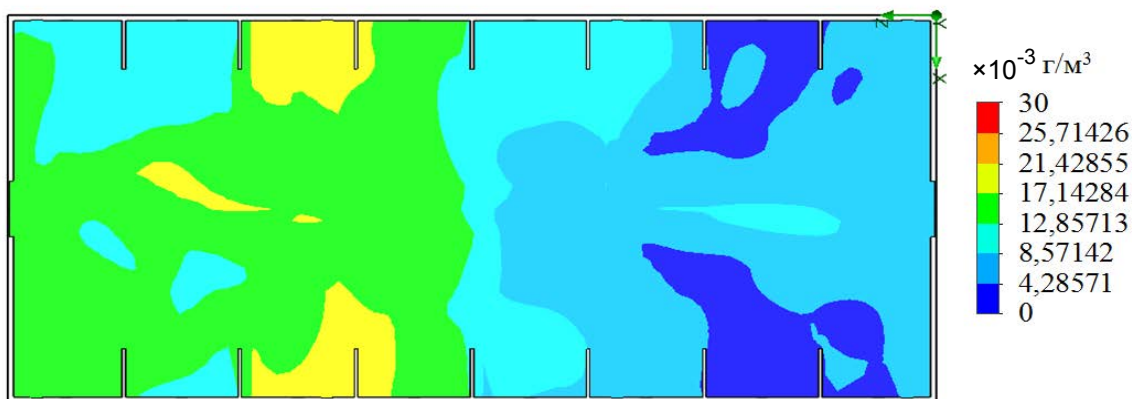


Рис. 7. Концентрація оксидів азоту в повітрі зерноскладу після застосування методів забезпечення охорони праці.

Таким чином за рис. 1 – рис. 7 можна охарактеризувати як змінюються концентрації шкідливих викидів двигуна Д-245.

**Висновки.** Отримані результати при подальших дослідженнях можуть бути уточнені у відношенні: обліку вихрових рухів повітряних струмів в приміщенні при розрахунках активної вен-

тиляції в загазованих приміщеннях; застосування дискретного підходу до розрахунку поширення твердих частинок з урахуванням їх форми, розміру і траєкторії руху; отримання поля розподілу концентрацій сажі в повітрі робочої зони в обсязі всього приміщення зерноскладу.

#### Список використаної літератури:

1. Подустов М.О. Безпечні ресурсозберігаючі технологічні процеси та устаткування у виробництві поверхнево-активних речовин : Дис... д-ра техн. наук / М.О. Подустов. – Х., 2007. – С. 132.
2. Захарчук В.І. Показники колісного трактора при роботі на альтернативних паливах / В.І. Захарчук, Ю.В. Захарчук // Сільськогосподарські машини. – 2013. – Вип. 27. – С. 49–54.
3. Использование топлив в самоходной технике / Научно-информационный материал. – М.: Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина, 2010. – 95 с.
4. Пояснювальна записка до наказу Державного комітету статистики України від 20.10.2008 № 396 «Про затвердження Інструкції щодо заповнення форм державних статистичних спостережень про охорону атмосферного повітря № 2-ТП (повітря) "Звіт про охорону атмосферного повітря" (річна) та № 2-ТП (повітря) "Звіт про охорону атмосферного повітря" (квартальна)» (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 5 листопада 2008 р. за № 1075/1576). Доступ - <http://dei.gov.ua/menyu-4/2012-01-22-11-34-02/709.html>.
5. State of the environment report / The European Environment Agency. – 2014. – № 3. – Р. 43.
6. Друзюк Василь. Динаміка викидів забруднювальних речовин в атмосферу у Львівській області / Василь Друзюк, Володимир Погребенник, Юрій Сікач // Вимірювальна техніка та метрологія. – 2009. – № 70. – С. 71–76.
7. Панфілова М.В. Стійкість сільськогосподарських МЕЗ за параметрами охорони праці / М.В. Панфілова // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування

**Выговский С.М., Rogovskiy И.Л. ИНЖЕНЕРНЫЕ МЕРЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЭС НА ЗЕРНОСКЛАДАХ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК**

*Змодельовано поля распространения в помещении зерносклада вредных отработанных газов от двигателя мобильного энергетического средства в зависимости от геометрических параметров помещения, интенсивности выделения вредных веществ, степени интенсивности вентилирования и других параметров. Полученные данные являются основой для оптимизации мер и средств улучшения параметров воздуха в помещении зерносклада, что позволит предотвратить профессиональной заболеваемости работников.*

**Ключевые слова:** опасные выбросы двигателя, вредные вещества, зерносклад, предельно допустимая концентрация, профессиональные болезни.

**Vygovskii S.M., Rogovski I.L. ENGINEERING MEASURES TO ENSURE OCCUPATIONAL SAFETY OF OPERATING EXTRACTION MEM FOR GRANARIES OF AGRICULTURAL ENTERPRISES**

*Modeling field distribution in room the granary of harmful exhaust gases from the engine of mobile power means in dependence on the geometric parameters of the room, the intensity of emission of harmful substances, the degree of ventilation and other parameters. The obtained data are the basis for optimization measures and means of improving air quality in the premises of the warehouse, to prevent occupational diseases of employees.*

*It is known that in the premises for grain storage (grain elevators, silos, granaries) move through the grain mass accumulate dangerous concentrations of grain dust that can cause explosions and fires. In smaller concentrations of grain dust in the air of grain storage may cause occupational diseases of the respiratory tract of an organism of workers.*

*Another source of harmful dust and gas aerosols in indoor silos can be engines mobile power tools that use for drying moist grain and other storage needs. Because respect for a long time conditional parameters of grain weight on grain storage without aeration is not possible, then in different parts of the room due to air flow can accumulate harmful gases and aerosols (emissions engines MEM) in concentrations exceeding maximum permissible values and threaten the health of workers who reside in different parts of the room and not only in the work area MEM.*

*When carrying out model calculations considered the operation mode of the engine, operating on diesel fuel before and after the application of engineering methods and technical means to ensure the safety of mobile machines for mechanization of technological processes in silos, which have a significant impact on the formation of fields of concentrations of hazardous substances and dangerous zones of contamination in the room.*

*Fields of concentrations of hazardous substances in the room air is obtained during normal operation of the system of supply and exhaust ventilation of premises for the billing period.*

*The obtained results in further investigations can be refined with respect to: accounting vortex motion of air currents in the room in the calculations of active ventilation in polluted areas, the use of a discrete approach to the calculation of the distribution of solid particles based on their shape, size and direction of movement, obtaining the field distribution of the concentrations of soot in the air of working zone the volume of space the granary.*

**Key words:** harmful emissions of engine, harmful substances, granary, maximum allowable concentration, occupational diseases.

Стаття надійшла в редакцію: 07.10.2016

Рецензент: д.ф.-м.н., проф. Кузема О.С.