

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КАР'ЄРНИХ АВТОСАМОСКИДІВ

Приведены результаты исследований загрязнения атмосферы выхлопными газами карьерного автотранспорта.

Наведено результати досліджень забруднення атмосфери вихлопними газами кар'єрного автотранспорту.

The results of studies of air pollution by exhaust gases of vehicles career.

Вступ. У цей час більш 75 % усієї гірничої маси, що добувається у кар'єрах України, перевозиться великовантажними автосамоскидами. Кар'єрні автосамоскиди витрачають значну кількість палива, яке є найважливішим економічним показником експлуатації кар'єрного автотранспорту. Крім того, великовантажні автосамоскиди є інтенсивними пересувними джерелами забруднення повітря, що постійно діють в кар'єрах, а витрати дизельного палива визначають рівень забруднення атмосфери продуктами його згорання. Утворення токсичних речовин при спалюванні дизельного палива кар'єрними автосамоскидами пов'язані з режимом роботи двигуна, який залежить від технічних характеристик двигуна автосамоскиду, ваги вантажу, характеристики траси, її протяжності і ухилів у кар'єрі. Вихлопні гази двигунів кар'єрного автотранспорту представляють складну багатокомпонентну суміш і сьогодні в їх складі визначається вже більше 280 різних компонентів, серед яких такі токсичні речовини як: оксид вуглецю, вуглеводні з'єднання, альдегіди, оксиди азоту, діоксид сірки, тверді частинки сажі, а також поліциклічні ароматичні вуглеводні, найбільш активною з яких є канцерогенна речовина - бензапирен. Викиди відпрацьованих газів з низькорозміщених вихлопних труб викликають таке забруднення природного довкілля, яке можна порівняти з дією на атмосферу приземного шару великих промислових підприємств. В зв'язку з цим, дослідження забруднення атмосфери вихлопними газами кар'єрного автотранспорту є актуальною екологічною задачею.

Метою досліджень є встановлення фактичних даних з забруднення атмосфери токсичними речовинами при спалюванні органічного палива великовантажними автосамоскидами, що постійно діють у кар'єрах.

Результати досліджень. Дослідження були проведені на кар'єрах Вільногірського гірничо-металургійного комбінату. Програма досліджень включала 3 етапи:

- оцінка умов та особливостей експлуатації великовантажних автосамоскидів на Вільногірському ГМК;
- створення комп'ютерної бази даних щодо технологічних і екологічних показників роботи кар'єрного автотранспорту;
- розрахунки та графоаналітична обробка експериментальних даних щодо забруднення атмосфери продуктами згорання дизельного палива при експлуатації великовантажних кар'єрних автосамоскидів.

Для оцінки умов та особливостей експлуатації великовантажних автосамоскидів на Вільногірському ГМК був виконаний аналіз техніко-економічних

показників експлуатації великовантажного кар'єрного автотранспорту (БелАЗ-7540) шляхом використання даних різної міри узагальненості і детальності за період з 2003 по 2013 рік. Основні середні показники експлуатації кар'єрного автотранспорту наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Основні показники експлуатації великовантажних кар'єрних автосамоскидів на Вільногірському ГМК

Параметри	Середнє значення
Середня відстань транспортування, км	0,9283
Продуктивність 1 середньооблікового автосамоскида, тис. ткм	452,1
Середньооблікова кількість автосамоскидів, од.	36,983
Обсяг перевезень, тис.т	17638,96
Обсяг перевезень по руді, тис.т	5573,023
Обсяг перевезень по розкриву, тис.т	12064,283
Вантажообіг, тис.ткм	16558,25
Коефіцієнт використання пробігу	0,42216
Коефіцієнт використання парку	0,63183
Експлуатаційна швидкість, км/год	11,083
Лінійний витрата палива на 100 км пробігу	144,6
Середнє завантаження автосамоскидів, т	41,016

Динаміка показників і умов експлуатації кар'єрного автотранспорту приведена на рисунках 1–4. На рисунку 1 показана динаміка зміни комплексних показників ефективності експлуатації кар'єрних автосамоскидів. На рисунку 2 та 3 приведені результати аналізу фактичних витрат палива по місяцях та по сезонах року, а на рисунку 4 – динаміка зміни питомих витрат палива автосамоскидів.

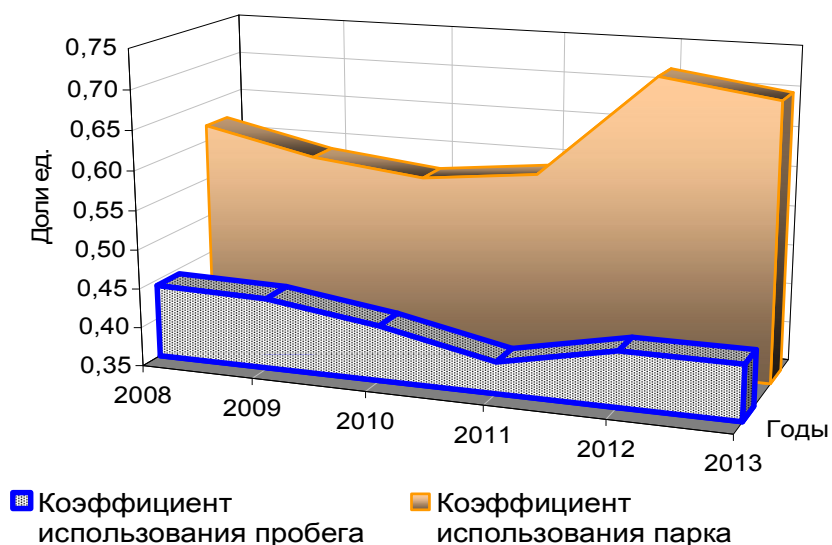


Рис.1. Динаміка комплексних показників ефективності експлуатації кар'єрних автосамоскидів

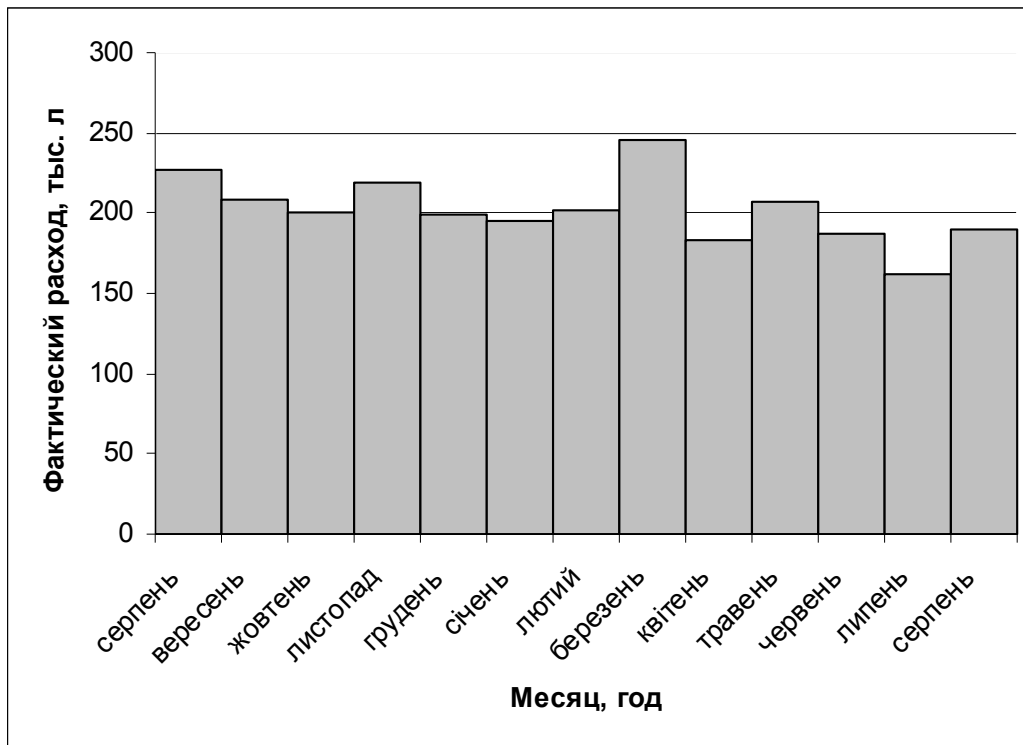


Рис. 2. Сумарна фактична витрата палива автосамоскидами по місяцях

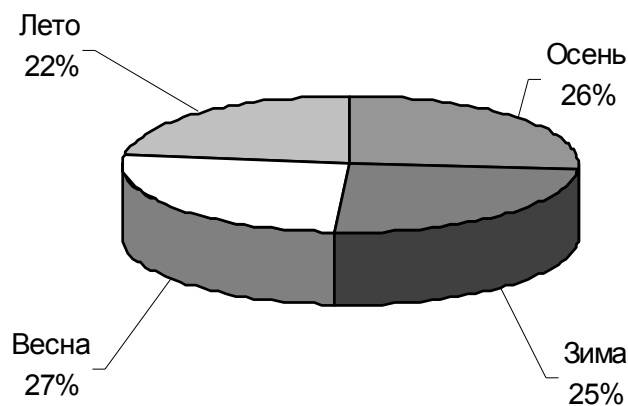


Рис.3. Аналіз витрати палива по сезонах року

Найбільш важливими показниками інтенсивності експлуатації кар'єрних автосамоскидів є експлуатаційна швидкість та витрата палива, які враховують простої впродовж рейсу і внутрішньозмінні простої, що характеризують втрати автосамоскидами робочого часу впродовж зміни через дію різних причин.

Чинники, що впливають на формування умов експлуатації кар'єрного автотранспорту, можна умовно розділити на дві групи:

- чинники, що роблять істотний вплив на транспортний процес;
- чинники, що практично не впливають на процес перевезення вантажів, включаючи елемент випадковості, властивий будь-яким багатofакторним системам.

Серед істотних чинників можна виділити: дорожні умови; кліматичні умови; гірничотехнічні умови (спосіб залягання корисної копалини, складність

виїмки і транспортування гірничих порід, експлуатаційні характеристики кар'єру). Таким чином можна констатувати, що процес руху автотранспорту в кар'єрах являє собою складний, динамічний і ресурсномісткий процес, що характеризується великою варіативністю умов експлуатації, необхідністю високого ступеня детальності розрахунків при визначенні таких параметрів як: енергетичні показники двигуна, середньотехнічні швидкості руху, витрати дизельного палива на різних ділянках трас.

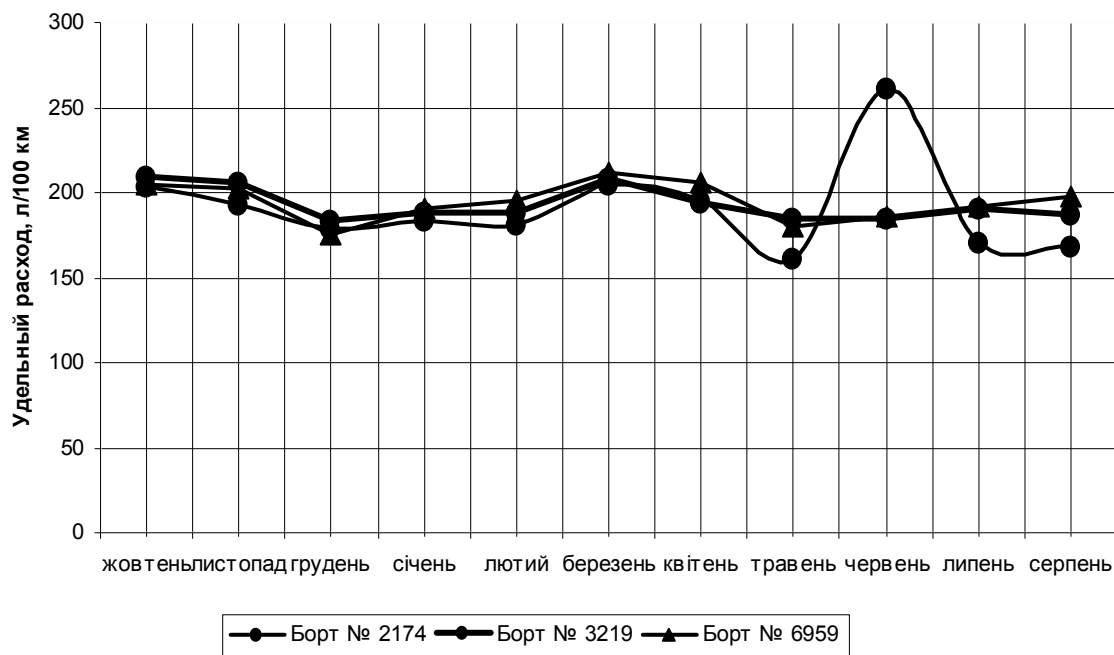


Рис. 4. Динаміка зміни питомих витрат палива автосамоскидів

Виконаний аналіз техніко-економічних показників експлуатації парку великовантажних автосамоскидів БелАЗ-7548 на кар'єрах ВГМК вказує на ще не максимальну ефективність їх експлуатації, значні витрати палива, недозавантаження автосамоскидів і втрати робочого часу з причини простоїв. Стає очевидним необхідність розробки нових технологічних і організаційних рішень щодо підвищення ефективності роботи кар'єрного транспорту, у тому числі з урахуванням екологічних складових. Зокрема, необхідний оперативний облік і контроль за витратою палива і вагою вантажу, що перевозиться кожним автосамоскидом, оптимізація швидкості руху та витрат палива автосамоскидами в залежності від рельєфу шляху, метеоумов, енергетичних характеристик двигуна і ваги вантажу. Це дає можливість досягти максимальної ефективності роботи кар'єрного автотранспорту при мінімальних витратах палива і мінімізувати забруднення атмосфери токсичними речовинами при спалюванні палива великовантажними кар'єрними автосамоскидами.

У першому наближенні під екологічною характеристикою автомобіля можна вважати екологічну характеристику встановленого на ньому двигуна внутрішнього згоряння. Враховуючи, що дизельні двигуни кар'єрних автосамоскидів 40–60 % часу транспортного циклу працюють в режимі повного навантаження, 20–30 % – на часткових навантаженнях і 15–20 % – на холостих обертах,

при розрахунках забруднення атмосфери необхідно розглядати різні рівні концентрації шкідливих речовин, що викидаються в атмосферу.

На базі загальновідомих даних щодо концентрації токсичних компонентів у вихлопу двигуна автосамоскиду БелАЗ-7548, які наведені у таблиці 2 [1], та утворення токсичних речовин при спалюванні дизельного палива, що наведені у таблиці 3, були виконані розрахунки та графоаналітична обробка експериментальних даних щодо забруднення атмосфери продуктами згорання дизельного палива при експлуатації великовантажних кар'єрних автосамоскидів в умовах Вільногірського ГМК. При розрахунках щільність дизельного палива приймається згідно ГОСТ 305-82 таким чином: для літнього палива не більше 860 кг/м^3 , для зимового не більше 840 кг/м^3 .

Таблиця 2

Концентрації токсичних компонентів у вихлопу двигуна автосамоскида БелАЗ-7548

Компонент	Середня концентрація, мг/м^3 при	
	холостому ході і навантаженні двигуна до 50 % номінального навантаження	навантаженні двигуна від 50 % до 100 % номінального навантаження
Альдегіди по акролеїну $(\text{CHO})_n$	50	150
Вуглеці по гексану C_nH_m	60	90
Окис вуглецю CO	600	1200
Сажа по вуглецю C	50	1000
Оксиди азоту по $\text{N}_2 \text{ O}_5$	1000	2000
Канцероген по 3,4-бензапирену $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$	Менше 10^{-3}	До 10^{-3}

Таблиця 3

Утворення шкідливих речовин при спалюванні дизельного палива

Шкідлива речовина	Середнє значення при спалюванні 1 кг дизельного палива, г
CO	7,1
C_xH_y	16,4
NO_x	26,4
Сажа	13,2
Бензапирен	$10,5 \times 10^{-5}$
SO_2	4,8
Альдегіди	1,2

Розрахунки забруднення атмосфери вихлопними газами великовантажних автосамоскидів були виконані на базі реальних даних шляхом вимірювання поточ-

них значень витрат палива кожним автосамоскидом за допомогою радіонавігаційного обладнання та системи диспетчеризації, що працює на Вільногірському ГМК.

У процесі досліджень була створена комп'ютерна база даних оперативного обліку і контролю за витратою палива та розраховані значення маси шкідливих речовин що забруднюють атмосферу довкілля. Результати розрахунку наведені у таблиці 4.

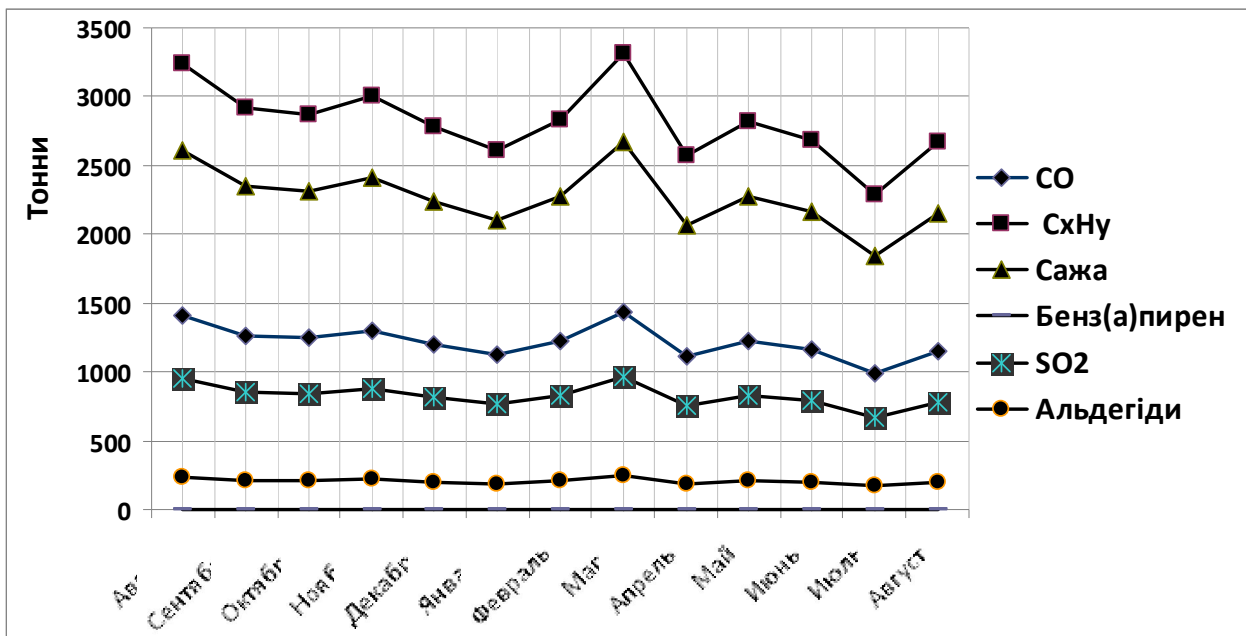


Рис. 5. Графіки зміни фактичних викидів в атмосферу шкідливих речовин автосамоскидами БелАЗ-5748 по місяцях року

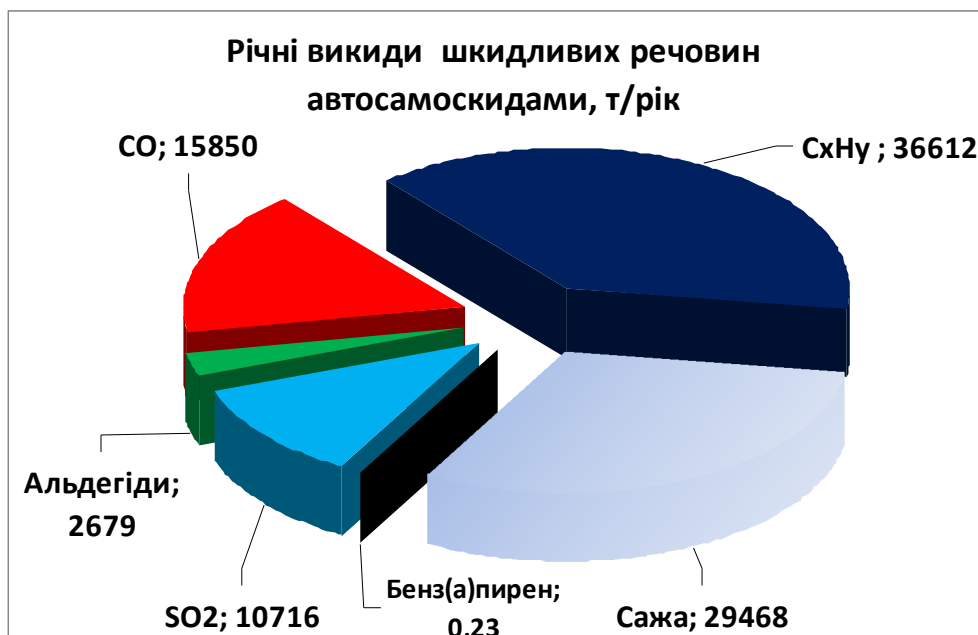


Рис. 6. Діаграма річних викидів шкідливих речовин автосамоскидами БелАЗ-5748 в умовах Вільногірського ГМК

Результати розрахунку річних викидів шкідливих речовин автосамоскидами
в умовах Вільногірського ГМК

Дата	Фактичний вантаж, тис. т.	Кількість їздок	Питомий вантаж (вантаж/кількість їздок)	Фактична витрата палива, л	Щільність палива, кг/м ³	Маса палива, кг	Викиди шкідливих речовин, т/рік					
							СО	СхНу	Сажа	Бензапирен	SO ₂	Альдегіди
серпень*	918	76984	11,9	230058	860	197850	1405	3245	2612	0,021	950	237
вересень	768	52574	14,6	206992	860	178013	1264	2919	2350	0,019	854	214
жовтень	869	59976	14,5	203585	860	175083	1243	2871	2311	0,018	840	210
листопад	912	64325	14,2	217925	840	183057	1300	3002	2416	0,019	879	220
грудень	851	59438	14,3	201977	840	169661	1205	2782	2240	0,018	814	204
січень	742	50624	14,7	189219	840	158944	1129	2607	2098	0,017	763	191
лютий	786	52379	15,0	205440	840	172570	1225	2830	2278	0,018	828	207
березень	770	57030	13,5	240752	840	202232	1436	3317	2669	0,021	971	243
квітень	663	47417	14,0	182368	860	156836	1114	2572	2070	0,016	753	188
травень	712	48121	14,8	200278	860	172239	1223	2825	2274	0,018	827	207
червень	794	55280	14,4	190422	860	163763	1163	2686	2162	0,017	786	197
липень	734	49952	14,7	162125	860	139428	990	2287	1840	0,015	669	167
серпень**	833	60101	13,9	189274	860	162776	1156	2670	2149	0,017	781	195
Всього						2232451	15850	36612	29468	0,23	10716	2679

* - попередній рік ** - наступний рік

Проведені дослідження дозволили встановити ряд нових закономірностей, що пов'язані із забрудненням атмосфери при руху кар'єрних автосамоскидів БелАЗ-7548 залежно від метеофакторів навколишнього середовища і часу року. На малюнку 5 представлена динаміка зміни фактичних викидів в атмосфері шкідливих речовин автосамоскидами БелАЗ-5748 по місяцях року у вигляді графіків, а на малюнку 6 - у вигляді діаграм їх розподілу.

Висновки.

1. Результати виконаних досліджень дозволили в реальному масштабі часу виділити і оцінити небезпечні за фактором забруднення атмосфери технологічні процеси в кар'єрах при експлуатації великовантажних автосамоскидів.

2. Досліджено параметри забруднення атмосфери вихлопними газами кар'єрного автотранспорту в різні пори року, у тому числі при зміні швидкості руху та режиму роботи автосамоскидів.

3. Створена комп'ютерна база даних оперативного обліку і контролю за витратою палива автосамоскидами БелАЗ-5748 в умовах Вільногірського ГМК, що дозволило розрахувати значення маси шкідливих речовин які забруднюють атмосферу довкілля.

4. Наведено результати розрахунку річних викидів шкідливих речовин автосамоскидами в умовах Вільногірського ГМК. Як видно з наведених на графіках даних найбільше забруднення атмосфери при експлуатації кар'єрних автосамоскидів відбувається такими токсичними речовинами як вуглеводень, сажа і окис вуглецю.

5. Встановлено, що для досягнення мінімальних витрат палива і забруднення атмосфери токсичними речовинами необхідно впровадження оперативного обліку і контролю за витратою палива і вагою вантажу, що перевозиться кожним автосамоскидом, оптимізація швидкості руху та витрат палива автосамоскидами в залежності від рельєфу шляху, метеоумов, енергетичних характеристик двигуна і ваги вантажу.

6. Створення системи екологічного моніторингу забруднення атмосфери при роботі кар'єрних автосамоскидів потребує застосування радіонавігаційного обладнання та системи диспетчеризації кар'єрного автотранспорту.

Список літератури

1. Филатов С.С. Вентиляция карьеров.- М.: Недра, 1981, 206 с.
2. Мариев П.Л., Кулешов А.А., Егоров А.Н., Зырянов И.В. Карьерный транспорт стран СНГ в XXI веке.- СПб.: Наука, 2006.- 387 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Колесником В.Е.
Надійшла до редакції 22.11.13*