

УДК 631.3.06: 631.95

**ВПЛИВ ТА ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА РІВНЯ
ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН ВІДПРАЦЬОВАНИХ
ГАЗІВ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД
РЕЖИМІВ РОБОТИ МТА**

Мітков В.Б., к.т.н., доц. *

Кувачов В.П., к.т.н., доц.

Ігнат'єв Є.І., інж.

Таврійський державний агротехнологічний університет

м. Мелітополь, Україна

Тел. +380619421265,

e-mail: tdatu-mvz@yandex.ru

Анотація. Запропоновано комплексний підхід до оцінки рівня екологічної безпеки машинно-тракторних агрегатів (МТА), який дозволить оцінювати його вплив на навколишнє середовище у вигляді прогнозного значення *i*-го фактору екологічної безпеки, до їх нормативних. За допомогою програми Microsoft Excel отримані формули, які визначають кількість шкідливих викидів відпрацьованих газів (NO_x, CO, CH) в залежності від ступені завантаження трактора. Використовуючи теоретичні залежності отримана загальна кількість шкідливих викидів (NO_x, CO, CH) в залежності від потужності двигуна. Для визначення режимів роботи двигуна, при яких об'ємні викиди шкідливих речовин (NO_x, CO, CH) досягають максимальних значень побудована залежність рівня викидів, які покладені на регуляторну характеристику двигуна. Запропонована в роботі методика визначення рівня шкідливих викидів відпрацьованих газів від режиму роботи дизельного двигуна трактора ХТЗ-170 дозволяє використовувати її і для інших марок тракторів сільськогосподарського призначення при оцінці рівня екологічної безпеки.

Ключові слова: енергетичний засіб, відпрацьовані гази, екологічна безпека, сільськогосподарський агрегат, комплексний коефіцієнт, теоретичні залежності, шкідливі викиди.

* Публікується по рекомендації: д.т.н., проф., акад. МААО Дідура В.А.

Постановка проблеми. Питання екологічної безпеки на теперішній час є одним з найбільш важливих і глобальних в розвитку людства. Вчені та практики відзначають, що вплив діяльності людини та роботи мобільної техніки на екосистему досягло такого масштабу, що природні регуляторні механізми вже не в змозі самостійно нейтралізувати виникаючі негативні явища [1].

Вагомою проблемою екологічної безпеки в аграрному секторі України є правильне (раціональне) комплектування тракторних агрегатів з урахуванням режимів роботи дизельних двигунів. Це веде до зниження рівня шкідливих викидів в продуктах згорання. Частинна викидів відпрацьованих газів (ВГ) від роботи двигунів внутрішнього згорання не перевищує 60% від загального обсягу викидів в атмосферу забруднюючих речовин і понад 75% від усіх мобільних енергетичних засобів [2].

При згоранні 1 кг палива виділяється близько 80-100г токсичних компонентів: 20...30 г CO; 20...40 г NOx; 4...10 г CH; 10...30 г SOx; 0,8...1,0 г альдегідів; 3...5 г солей та ін. Вклад від роботи тільки дизелів мобільних енергетичних засобів в загальну концентрацію викидів азоту в атмосферу становить близько 20-26% [3]. Прийнято вважати що основними діагностичними показниками екологічної безпеки тракторів та іншої мобільної сільськогосподарської техніки є питомі викиди CO, CH, NOx у відпрацьованих газах [4]. Річні викиди шкідливих речовин від роботи тракторів та іншої мобільної сільськогосподарської техніки в аграрному секторі України наданні в табл. 1.

Таблиця 1 – Викиди шкідливих речовин від роботи мобільної техніки в аграрному секторі України за рік млн. т. [5]

Вид техніки	Види				
	Оксиди азоту	Оксид вуглецю	Вуглеводні	Оксиди сірки	Тверді частки
Трактори в сільському господарстві	1,50	0,80	0,15	0,10	0,06
Інші трактори та самохідні машини	1,20	0,64	0,12	0,08	0,03
Комбайни	0,3	0,16	0,03	0,01	0,01
Разом	3,00	1,60	0,30	0,19	0,10

З табл. 1 бачимо, що найбільший рівень шкідливих викидів перепадає на роботу тракторів.

Небезпеку для погіршення навколишнього середовища представляють не тільки токсичні викиди продуктів згорання палива, а також витoki (підтікання) паливно-мастильних та інших експлуатаційних матеріалів внаслідок зниження технічного стану (моторесурсу) двигуна.

Встановлено [6], що підтікання однієї краплі палива в секунду веде до втрати 3,5 кг за добу, а відсутність пробки на ємності – до 6 кг на добу. Загальний негативний вплив від роботи ДВЗ на забруднення навколишнього середовища представлений на рис. 1.

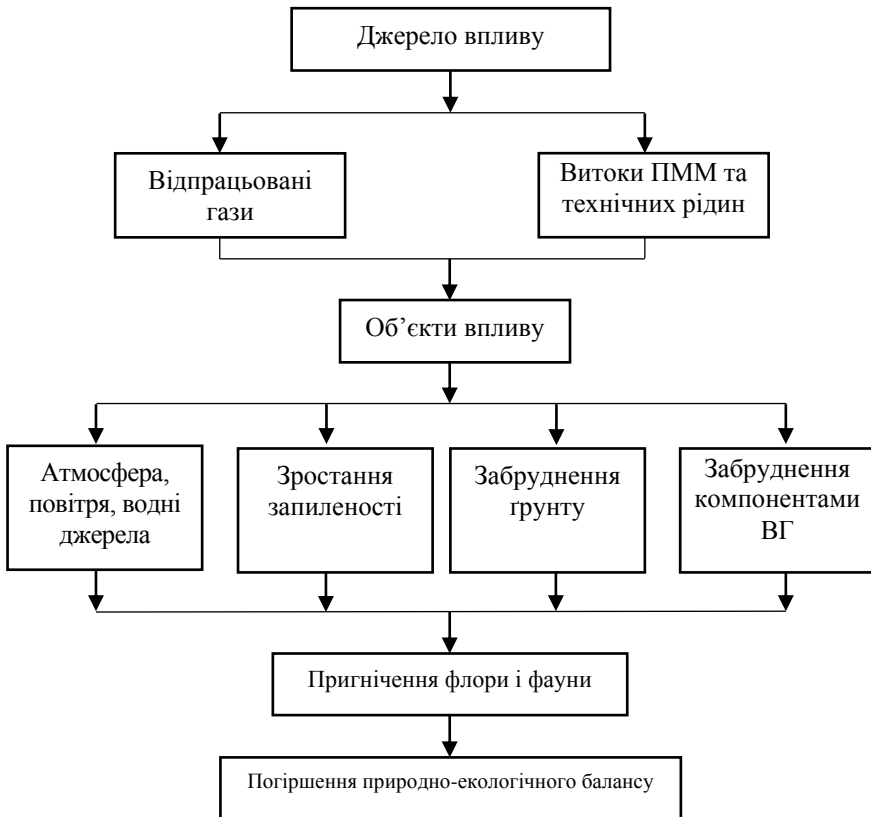


Рисунок 1 – Вплив роботи ДВЗ МТА на стан екосистеми

Вище перелічене вимагає комплексного рішення зазначеної проблеми, суть якої полягає у вивченні і оцінці впливу режи-

мів роботи дизельних двигунів на якісний рівень шкідливих викидів ВГ та оцінка рівня екологічної безпеки роботи МТА.

Аналіз останніх досліджень. При експлуатації МТА в результаті зниження технічного стану двигунів збільшується рівень шкідливих викидів у ВГ (табл. 2).

Таблиця 2 – Вплив технічного стану ДВЗ на рівень викидів (ВГ) [3]

Види несправностей	Змінення викидів, %				Витрата палива, %
	СО	СН	NOx	Димність	
Змінення у роботі паливної системи	+5...50	+5...25	-25...+25	+25...100	+5...25
Зміни у куті початку впорскування палива	+5...50	0...25	-100...+100	-25...+50	+5...25
Знос основних деталей двигуна	+50	+100	-25	+100	+15
Несправність форсунок	+25...50	+50...100	-25	-25...+25	+10...20
Підвищення опору впускного повітря та виходу ВГ	+50...100	+50...100	-50	+100	+15
Підвищення опору руху	Збільшення до 20%				+5...20

На рівень шкідливих викидів впливає не тільки технічний стан двигуна, а також швидкісний та навантажувальний режим роботи дизеля. Характер зміни викидів СО, СН, NOx в залежності від ступені завантаження трактора та частоти обертання колінчастого валу дизеля показано на рис. 2 [7, 8].

$$\xi = \frac{N_{\dot{a}o}}{N_{\dot{a}r}} \cdot 100, \% \quad (1)$$

де: N_{ef} – ефективна фактична потужність двигуна, яка витрачається на тягу і переміщення МТА при даному завантаженні з урахуванням витрати у трансмісії та буксування, кВт;

N_{en} – ефективна номінальна потужність двигуна, кВт.

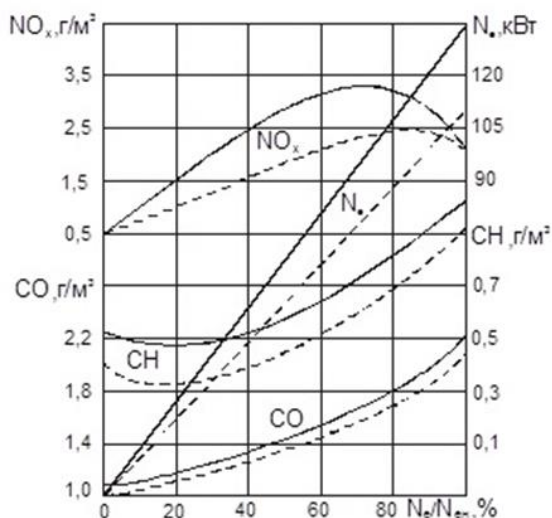


Рисунок 2 – Характер зміни агресивних речовин NO_x , CO , CH в залежності від режимів роботи дизелів: ——— - $n = 1800 \text{ хв}^{-1}$; - - - - $N = 1300 \text{ хв}^{-1}$

Аналіз характеру зміни шкідливих викидів дозволяє відмітити, що збільшення частоти обертання колінчастого валу, завантаження дизеля веде до росту рівня викидів.

Необхідно враховувати, що традиційні дизелі МТА працюють при повному завантаженні $\xi = 100\%$ тільки 3% часу, при завантаженні $\xi = 82 \dots 85\%$ – тільки 2% часу, при завантаженні $\xi = 70 \dots 75\%$ – до 5% часу, а при завантаженні $\xi = 60 \dots 70\%$ - до 41% часу і решту часу при завантаженні нижче 50% [9, 10]. Тому при оцінці питомих викидів NO_x , CO , CH слід враховувати відносний час роботи дизельного двигуна МТА на різних режимах.

Метою дослідження є вивчення і оцінка впливу режимів роботи дизельних двигунів на якісний рівень шкідливих викидів відпрацьованих газів та оцінка рівня екологічної безпеки роботи МТА.

Основна частина. Відомо, що дизельні двигуни тракторів значну частину часу працюють на малих та середніх режимах завантаження. Виникає необхідність у встановленні впливу ступеня завантаження трактора на значення викидів NO_x , CO , CH були введені у програму Microsoft Excel і в результаті обробки

отримані формули, за допомогою яких можна розрахувати кількість шкідливих викидів відпрацьованих газів (NO_x, CO, CH) в залежності від ступені завантаження трактора.

$$Y_{CO} = 8 \cdot 10^{-5} \cdot x^2 + 0,0026 \cdot x + 1,1079 \quad (2)$$

$$Y_{CH} = -4,5717593 \cdot 10^{-7} \cdot x^3 + 1,4960317 \cdot 10^{-4} \cdot x^2 - 0,0054223 \cdot x + 0,5227222 \quad (3)$$

$$Y_{NOx} = -7,290392 \cdot 10^{-6} \cdot x^3 + 4,6338164 \cdot 10^{-4} \cdot x^2 + 0,0430257 \cdot x + 0,503476 \quad (4)$$

Оцінку рівня викидів (NO_x, CO, CH) було здійснено на прикладі трактора ХТЗ-170 з двигуном ЯМЗ-236-М2 по його регуляторній характеристиці, значення параметрів якої надані в табл. 3.

Таблиця 3 – Параметри та їх значення для побудови регуляторної характеристики двигуна ЯМЗ-236-М2

$n_d / n_{шт}, \text{хв}^{-1}$	1,06	1,03	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
$n_d, \text{хв}^{-1}$	2226	2163	2100	1890	1680	1470	1260	1050
$N_e, \text{кВт}$	0	60,75	121,5	124,74	116,75	105,4	91,7	76,25
$M_k, \text{Н} \cdot \text{м}$	0	276,2	552,5	630,3	663,70	685,3	695,3	693,5
$G_r, \text{кг/год}$	6,38	13,8	21,26	21,06	19,41	17,63	15,73	13,67
$g_e, \text{г/кВт} \cdot \text{год}$	455	227,5	175,00	168,87	166,25	167,12	171,5	179,37

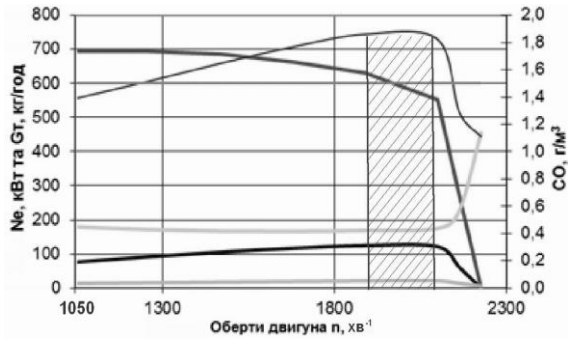
Використовуючи теоретичні залежності (1, 2, 3) отримана загальна кількість шкідливих викидів (NO_x, CO, CH) в залежності від потужності двигуна (табл. 4).

Таблиця 4 – Вплив потужності роботи двигуна ЯМЗ-236-М2 на загальну кількість шкідливих викидів

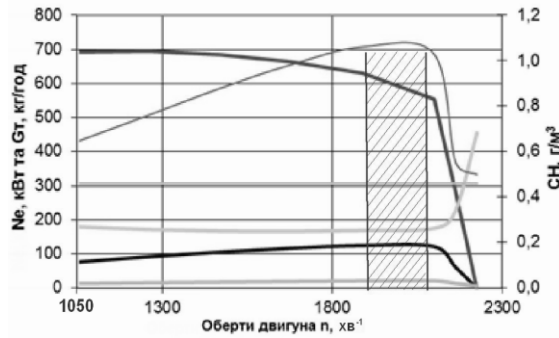
Потужність, кВт	0	47,2	94,4	96,9	90,7	82,0	71,3	59,3
CO, г/м ³	1,110	1,288	1,823	1,862	1,768	1,648	1,516	1,391
CH, г/м ³	0,523	0,620	1,230	1,272	1,171	1,036	0,885	0,738
NO _x , г/м ³	0,250	2,539	2,278	2,103	2,496	2,852	3,014	2,898

З табл. 4 слідує, що максимальній рівень викидів CO і CH відбувається при роботі двигуна в інтервалі потужностей 94,4...96,9 кВт, а для NO_x відповідно 59,3...79,3 кВт.

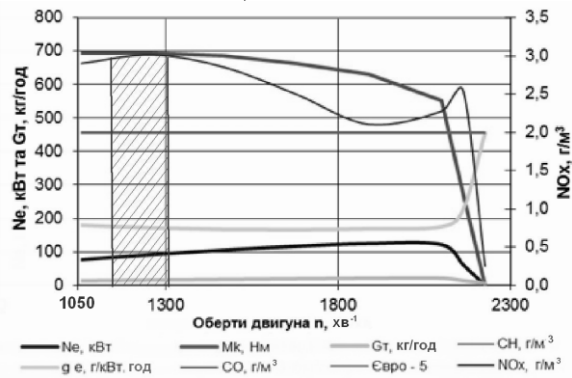
Для визначення режимів роботи двигуна, при яких об'ємні викиди шкідливих речовин (NO_x, CO, CH) досягають максимальних значень побудована залежність рівня викидів, які покладені на регуляторну характеристику двигуна (рис. 3).



а)



б)



в)

Рисунок 3 – Залежність рівня шкідливих викидів від режимів роботи двигуна ЯМЗ-236-М2: а) CO; б) CH; в) NOx.

 – діапазон максимальної кількості викидів

Діапазон оптимальної роботи трактора ХТЗ-170 з двигуном ЯМЗ-236-М2 з екологічної точки зору по загальним об'ємним викидам NOx, CO, CH наданий на рис. 4.

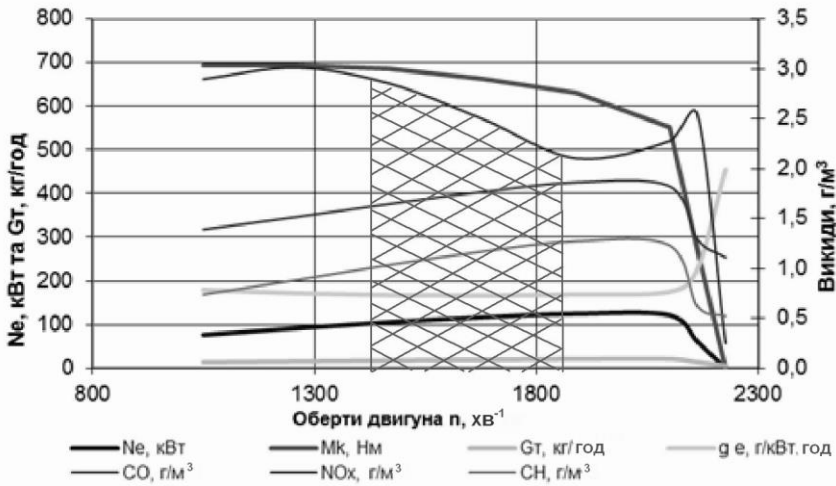


Рисунок 4 – Вплив режиму роботи двигуна ЯМЗ-236-М2 на загальну кількість викидів NOx, CO, CH.

▨ – оптимальний робочий діапазон трактора ХТЗ-170 з екологічної точки зору.

З рис. 4 випливає, що оптимальним режимом роботи двигуна ЯМЗ-236-М2 з екологічної точки зору можна вважати 1450...1850 хв⁻¹, на середній потужності і завантаженості трактора ХТЗ-170. При цьому режимі роботи витрати палива не збільшуються.

Висновки. 1. Зі збільшенням завантаженості та оборотів двигуна ЯМЗ-236-М2 до 1890 хв⁻¹ відбувається зростання рівня викидів CO та CH, а NOx навпаки зменшується.

2. В такому режимі роботи двигун ЯМЗ-236-М2 дозволяє отримати максимальну потужність 124,7 кВт, що складає 96,93% від номінального значення 128,7 кВт.

3. Оцінку рівня шкідливих викидів відпрацьованих газів можна визначити за допомогою регуляторної характеристики дизельного двигуна в залежності від режиму роботи.

4. Запропонована в роботі методика визначення рівня шкідливих викидів відпрацьованих газів від режиму роботи дизельного двигуна трактора ХТЗ-170 дозволяє використовувати її і для інших марок тракторів сільськогосподарського призначення при оцінці рівня екологічної безпеки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мисун Л.В. Инженерная экология в АПК : пособие / Л.В. Мисун, И.Н. Мисун, В.М. Грищук ; под ред. Л.В. Мисуна. – Минск : БГАТУ, 2007. – 302 с.
2. Ксенович И.П. О стабилизации параметров экологической безопасности тракторов / И.П. Ксенович, А.Я. Поляк, В.Г. Швецов // Тракторы и сельхозмашины. – 2007. – №3. – С. 16 – 19.
3. Греков Л.В. Топливная аппаратура и системы управления дизелей / Л.В. Греков, Н.А. Иващенко, В.А. Марков. – Москва : Издательство «Легион-Авторать», 2004. – 344 с.
4. Николаев Е.В. Экологическая диагностика тракторов и самоходных машин / Е.В. Николаев, Н.С. Нистрова // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – №8. – С. 44.
5. Мітков В.Б. Аналіз забруднення доквілля мобільною сільськогосподарською технікою / В.Б. Мітков, К.Ю. Захаров // Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь, – 2015. – Вип. 15, Том 1. – С. 72 – 74.
6. Окоча А.І. Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали: навч. посіб. / А.І. Окоча, А.Ю. Білоконь. – Київ : Український центр духовної культури, 2003. – 445 с.
7. Лопатин О.П. Влияние режимов эксплуатации дизелей на токсичность отработанных газов / О.П. Лопатин // Молодой ученый. – 2015. – №17. – С. 182 – 185.
8. Стрельников В.А. Повышение экологической безопасности автотранспортных дизелей путем разработки и совершенствования методов и технических средств очистки отработавших газов : дис. ... доктора техн. наук : 05.20.03 / В.А. Стрельников. – Саратов: СГАУ, 2004. – 381 с.
9. Костин А.К. Работа дизелей в условиях эксплуатации / А.К. Костин, Б.П. Пугачев, Ю.Ю. Кочинев. – Ленинград : Машиностроение, 1981. – 284 с.
10. Кужель В.П. Екологія та ресурсозбереження на автомобільному транспорті / В.П. Кужель, С.М. Севастьянов. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 105 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Misun L.V. Engineering ecology in the AIC: handbook / L.V. Misun, I.N. Misun, V.M. Grischuk; pod red. L.V. Misuna. – Minsk : BGATU, 2007. – 302 s.

2. Ksenevich I.P. Stabilization of the ecological safety indicators of tractors / I.P. Ksenevich, A.Ya. Polyak, V.G. Shvetsov // *Traktory i selhozmashinyi*. – 2007. – №3. – S. 16 – 19.

3. Grekov L.V. Fuel equipment and diesel control systems / L.V. Grehov, N.A. Ivaschenko, V.A. Markov. – Moskva : Izdatelstvo «Legion-Avtorat», 2004. – 344 s.

4. Nikolaev E.V. Ecological diagnosis of tractors and self-propelled machines / E.V. Nikolaev, N.S. Nistrova // *Traktory i selhozmashinyi*. – 2012. – №8. – S. 44.

5. Mitkov V.B. Analysis of environmental pollution of mobile agricultural machinery / V.B. Mstkov, K.Yu. Zaharov // *Naukoviy visnik TDATU*. – Melitopol, – 2015. – Vip. 15, Tom 1. – S. 72 – 74.

6. Okocha A.I. Fuel and lubricants and other operating supplies: Tutorial/ A.I. Okocha, A.Yu. Bilokon. – KiYiv : Ukrayinskiy tsentr duhovnoyi kulturi, 2003. – 445 s.

7. Lopatin O.P. Influence of operating conditions of diesel engines on the toxicity of exhaust gases / O.P. Lopatin // *Molodoy ucheniy*. – 2015. – №17. – S. 182 – 185.

8. Strelnikov V.A. Increase of ecological safety of motor transportation diesel engines by developing and improving methods and technical means exhaust gas purification: dis. ... doctor tehn. sciences : 05.20.03 / V.A. Strelnikov. – Saratov: SGAU, 2004. – 381 s.

9. Kostin A.K. Work of diesel engines under operating conditions / A.K. Kostin, B.P. Pugachev, Yu.Yu. Kochinev. – Leningrad : Mashinostroenie, 1981. – 284 s.

10. Kuzhel V.P. Ecology and resource conservation in road transport/V.P. Kuzhel, S.M. Sevastyanov.–Vinnitsya, 2013.–105 s.

INFLUENCE AND ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF HARMFUL SUBSTANCES LEVEL IN EXHAUST GASES OF DIESEL ENGINES DEPENDING ON THE WORKING MODES

V. B. Mitkov, V. P. Kuvachov, Ye. I. Ihnatiev

Summary

The authors suggest a comprehensive approach to assessing the environmental safety of machine and tractor units (MTU), which measures impact on the environment as a predicted i-th ecological safe-

ty factor. Microsoft Excel formulas that allow determining the amount of harmful exhaust emissions (NO_x, CO, CH) depending on the level of the tractor's loading were developed. Using the theoretical dependencies, the total amount of harmful emissions (NO_x, CO, CH) depending on engine power was obtained. In order to determine the modes of engine operation when volume of harmful substances emissions (NO_x, CO, CH) reach maximum values the authors have developed dependencies of harmful emissions level that are placed on the regulatory characteristic of an engine. The proposed method for determining the level of harmful exhaust emissions, depending on the diesel tractor HTZ-170 engine mode, allows using it for other brands of tractors for agricultural purposes in the assessment of environmental safety.

Key words: energy vehicle, exhaust gases, environmental safety, agricultural unit, complex coefficient, theoretical dependence, harmful emissions.

УДК 631.33

ТОЧНИЙ ВИСІВ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР КРОК ДО ПРОГРАМУВАННЯ ВРОЖАЮ

Васильковська К.В. к.т.н., *

Трикіна Н.М. викл.

Васильковський О.М. к.т.н., доц.

Кіровоградський національний технічний університет

м. Кіровоград, Україна

e-mail: VasilkovskaKV@ukr.net

Анотація. Основою технологій для виробництва сільськогосподарських культур є програмування врожаю, до якого відносяться система підтримання родючості та захисту ґрунтів, підготовка високоякісного насінневого матеріалу, механізація та автоматизація виробництва, захист рослин від хвороб, шкід-

* Публікується по рекомендації: д.т.н., проф., акад. МААО Пастухова В.І.