

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. каф. “Машиновикористання в землеробстві”
доц. _____ Володимир КУВАЧОВ
“ _____ ” _____ 20__ р.

Пояснювальна записка

до дипломної роботи здобувача СВО Магістр
(ступінь вищої освіти)

на тему: «Обґрунтування екологічно безпечних властивостей мобільних засобів при виробництві сільськогосподарської продукції у ФОП «Бабіч Р.В.» Покровського району Дніпропетровської області»

31МЗД.090.000000ПЗ

Виконав: здобувач ВО 2 курсу, групи 21МБ АІ
спеціальності 208 Агроінженерія
за ОПП Агроінженерія
(шифр і назва спеціальності та ОПП)

Артем ШИЛЕНКО

(підпис)

Мелітополь - 2021 рік

Форма № Н-9.01

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного

Інститут, факультет МТ Кафедра машиновикористання в землеробствіСтупінь вищої освіти МагістрСпеціальність 208 Агроінженерія
(шифр і назва)ОПП Агроінженерія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МВЗдоц. Володимир КУВАЧОВ
 “ ” _____ 2021 р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) ЗДОБУВАЧУ ВО

Шиленко Артем Станіславович

1. Тема проекту (роботи): Обґрунтування екологічно безпечних властивостей мобільних засобів при виробництві сільськогосподарської продукції у ФОП «Бабіч Р.В.» Покровського району Дніпропетровської області

керівник проекту (роботи) Мітков В.Б., к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом університету від “13” жовтня 2020 року № 1428-С

2. Строк подання здобувачем ВО проекту (роботи) 1 лютого 2021 року.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) аналіз літературних джерел по темі дипломної роботи.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Визначити стан проблеми та поставити мету і завдання досліджень

2. Обґрунтувати необхідність впровадження коефіцієнта екологічної безпеки роботи МТА

3. Провести досліджень по впливу режиму роботи дизельного двигуна на показники екологічної безпеки

4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Визначити економічну ефективність від застосування МТА з покращеними екологічними показниками

6. Сформулювати загальні висновки по роботі

7 Навести перелік посилань

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників)

1. Схема впливу роботи МТА на стан екосистеми
2. Аналіз викидів відпрацьованих газів
3. Узагальнений коефіцієнт екологічної безпеки
4. Вихідні дані для теоретичних досліджень
5. Результати апроксимації
6. Результати теоретичних досліджень

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Розділ 4	проф. Рогач Ю.П.		

7. Дата видачі завдання 15.10.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
Стан проблеми, мета і завдання досліджень	До 01.11.2020.	
Обґрунтування необхідності впровадження коефіцієнта екологічної безпеки роботи МТА	До 20.11.2020.	
Результати теоретичних досліджень по впливу режиму роботи дизельного двигуна на показники екологічної безпеки	До 10.12.2020.	
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	До 10.01.2021.	
Економічна ефективність від застосування МТА з покращеними екологічними показниками	До 20.01.2021.	
Закінчення роботи та подання її на кафедру	До 01.02.2021.	

Здобувач ВО

_____ (підпис)

Артем ШИЛЕНКО

_____ (власне ім'я та прізвище)

Керівник

проекту (роботи)

_____ (підпис)

Василь МІТКОВ

_____ (власне ім'я та прізвище)

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Номер листа	Примітка
1	A4	31МЗД.090.000000ПЗ	Пояснювальна записка	94		
2	A1	31МЗД.090.101000	Схема впливу роботи МТА на стан екосистеми	1		
3	A1	31МЗД.090.102000	Аналіз викидів відпрацьованих газів	1		
4	A1	31МЗД.090.201000	Узагальнений коефіцієнт екологічної безпеки	1		
5	A1	31МЗД.090.202000	Вихідні дані для теоретичних досліджень	1		
6	A1	31МЗД.090.203000	Результати апроксимації	1		
7	A1	31МЗД.090.301000	Результати теоретичних досліджень	1		
					31МЗД.090.000000 ВДР	
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		
Розробив		Шиленко А.С.				
Перевірив		Мітков В.Б.			Літ.	Маса
Т.контр					і	Масштаб
Н.контр		Чорна Т.С.			ТДАТУ, 2021	
Затвердив		Кувачов В.П.				
					Дипломна робота	

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 94 сторінки машинопису, 5 розділів, 18 рисунків, 11 таблиць, 48 посилань.

Графічна частина роботи – 6 листів формату А1.

Метою досліджень є дослідження науково-методологічних систем з вибору критеріїв оцінки екологічної безпеки роботи дизельного двигуна енергетичного засобу зі створенням системи управління екологічною безпекою.

Об'єкт розробки – техніко-екологічний процес впливу роботи дизельного двигуна трактора на його екологічні показники вихлопних газів.

У першому розділі представлені проблеми екологічної безпеки при роботі сільськогосподарських агрегатів. Наведені наслідки експлуатації тракторів, види антропогенних впливів на ґрунт, що призводять до зміни його родючості. У другому розділі створено математичну модель для визначення узагальненого коефіцієнту екологічної безпеки від впливу роботи МТА. В третьому розділі проведено дослідження за допомогою ЕОМ та програми Excel регуляторної характеристики дизельного двигуна з графічним представленням викидів CO, NO_x та СН. У четвертому розділі розглянуто управління ОП на підприємстві, організація навчання і перевірки знань з питань ОП, загальні вимоги при організації праці та безпека виробничого процесу при роботі мобільних засобів. У п'ятому розділі наведено економічний ефект роботи машини по стандартами екологічної безпеки виходячи з аналізу результатів роботи двигуна енергетичного засобу.

Ключові слова: УЗАГАЛЬНЕНИЙ КОЕФІЦІЄНТ, БЕЗПЕКА РОБОТИ, МТА, ДВИГУН, ВІДПРАЦЬОВАНІ ГАЗИ, ЕКОЛОГІЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	9
1.1 Проблема екологічної безпеки	9
1.2 Види забруднення	13
1.3 Негативний вплив сільськогосподарського виробництва на навколишнє середовище	17
1.4 Мета та основні задачі досліджень	26
2 ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ РОБОТИ МТА	28
2.1 Фактори, що впливають на екологічну безпеку роботи МТА	28
2.2 Впровадження коефіцієнта екологічної безпеки роботи МТА	29
2.3 Вплив компонентів відпрацьованих газів на організм людини	33
2.4 Управління екологічною безпекою роботи дизельного двигуна	39
2.5 Методика визначення рівнянь викидів ВГ ДВЗ	43
2.6 Висновки по розділу	46
3 РЕЗУЛЬТАТИ ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПО ВПЛИВУ РЕЖИМУ РОБОТИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА НА ПОКАЗНИКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ	48
3.1 Екологічні євро стандарти до шкідливих викидів ВГ з ДВЗ	48
3.2 Дослідження впливу режиму роботи дизельного двигуна на прикладі регуляторній характеристиці на показники екологічної безпеки	51
3.3 Аналіз залежності викидів CO, CH, NO _x на тягову характеристику трактора	56
3.4 Висновки та пропозиції	59
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	60

4.1	Управління ОП на підприємстві	60
4.2	Організація навчання і перевірки знань з питань ОП	63
4.3	Порядок розслідування аварій та нещасних випадків	67
4.4	Обов'язки, права і відповідальність за порушення правил ОП	67
4.5	Загальні вимоги при організації праці	68
4.6	Заходи безпеки при роботі на полях	72
4.7	Безпека виробничого процесу при роботі мобільних засобів	73
4.8	Травмування людини при усуненні несправностей та обслуговуванні агрегатів	74
4.9	Вимоги пожежної безпеки	75
4.10	Організація робіт у надзвичайних ситуаціях	75
5	ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ЗАСТОСУВАННЯ МТА З ПОКРАЩЕНИМИ ЕКОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ	78
5.1	Визначення показників порівняльної економічної ефективності	78
5.2	Визначення економічних показників	81
5.3	Висновки по розділу	84
	ВИСНОВКИ	86
	СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	88

ВСТУП

При виконанні механізованих технологічних процесів у сільськогосподарському виробництві сільськогосподарські агрегати є одними з головних об'єктів негативного впливу на навколишнє середовище. Останнє проявляється у забрудненні навколишнього середовища шкідливими продуктами згоряння дизельного палива в двигунах енергетичних засобів, механічним руйнуванням ґрунту внаслідок надмірного тиску рушіїв на ґрунт та їх буксування тощо, акустичним впливом на навколишнє середовище, вібрацією, яку створюють окремі агрегати сільськогосподарського виробництва агропромислового комплексу.

Для підвищення ефективності використання сільськогосподарських агрегатів у агропромисловому виробництві з позиції його екологічної безпеки, перспективно освоєння та впровадження сучасних методів керування самою екологічною безпекою, як на етапі проектування або удосконаленні сільськогосподарського агрегату логічною безпекою розуміють.

Для рішення вказаної проблеми постає питання, якими властивостями сільськогосподарський агрегат повинен відповідати, щоб обумовлювати його придатність задовольняти певні вимоги екологічної безпеки. Іншими словами – як оцінити екологічну безпеку сільськогосподарського агрегату на етапі його проектування або модернізації, та як керувати екологічною безпекою в процесі функціонування сільськогосподарського агрегату. Виходячи з цього розробка методології оцінки рівня екологічної безпеки на етапі проектування, модернізації та функціонування сільськогосподарського агрегату є актуальним.

1 СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Проблема екологічної безпеки

Удосконалення агропромислового виробництва безпосередньо пов'язане з використанням природних ресурсів, розвитком трудових процесів, обумовлюють накопичення матеріальних благ у суспільстві. У цих умовах зростає роль галузевої інженерної екології, покликаної на основі оцінки ступеня шкоди, що завдається природі, створювати такі методи і форми управління виробництвом, які забезпечували б його функціонування, не порушуючи механізмів саморегуляції об'єктів біосфери і природного балансу, розробляти й удосконалювати технічні засоби захисту навколишнього середовища, розвивати екологічно безпечні і маловідходні технології. Будь-яка сфера розвитку виробництва має екологічний вимір, відображає взаємодію технічних і природних комплексів і є об'єктом для вивчення інженерною екологією.

Екологічні проблеми сьогодні є одними з найбільш важливих і глобальних показників розвитку людства. Сучасні вчені та практики відзначають, що вплив людини на екосистему досягло такого масштабу, що природні регуляторні механізми вже не в змозі самотійно нейтралізувати цей негативний вплив.

Об'єкти сільськогосподарського виробництва чинять негативний хімічний, біологічний, фізичний і механічний вплив на всі основні компоненти навколишнього середовища: ґрунт, поверхневі води і атмосферне повітря.

Так, сільськогосподарське виробництво в екологічному відношенні обумовлює прояв деяких процесів, що виражаються у забрудненні поверхневих і ґрунтових вод, ерозії ґрунтів і деградації природних ландшафтів. Сільськогосподарськими об'єктами є тваринницькі ферми, сільськогосподарські угіддя, технології, технічні засоби, застосовувані при

виробництві та переробці продукції, транспорт, склади, сховища, об'єкти енергетики, майданчики ремонту і зберігання техніки.

Причиною забруднення природного середовища є викиди шкідливих речовин від пересувних джерел та стаціонарних об'єктів АПК, у тому числі тваринницьких, переробних та ремонтно-обслуговуючих підприємств.

У сільськогосподарському виробництві все ширше застосовуються інтенсивні технології, які включають в себе багаторазові проходи по полю потужних і важких машинно-тракторних агрегатів (МТА), збиральних комбайнів, вантажних технологічних і транспортних мобільних засобів. Все це призводить до розбалансування природного навколишнього середовища.

При цьому негативний вплив МТА відбувається за такими напрямками: викиди відпрацьованих газів (ВГ) двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) ущільнення ґрунту та руйнування її структури в результаті впливу ходових систем мобільних енергетичних засобів та ґрунтообробних робочих органів.

Частка викидів ВГ від одних тільки тракторів перевищує 60% від загального обсягу викидів в атмосферу забруднюючих речовин і понад 75% від усіх мобільних енергетичних засобів. За останні 15-20 років потужність тракторів збільшилась в 1,5-3 рази, а їх маса – 2-3 рази, при одночасному збільшенні маси сільськогосподарської техніки в 1,5 рази.

У двадцятому столітті деградація родючості земельного фонду стала об'єктивним чинником. Кількість гумусу зменшилась на 25%. На сьогодні в ґрунтах України кількість гумусу коливається від 3,5% до 3,2%, що на 1-2% нижче від оптимуму. Все вищезазначене призводить до зниження врожайності сільськогосподарських культур на 15-20%.

В результаті багаторазових проходів таких енергонасичених агрегатів сумарна площа їх слідів на полі перевищує площу оброблюваного ділянки в 1,5-2 рази, і тільки 10-15% оброблюваної площі не зазнають впливу ходових систем МТА. За рік МТА проходять по полю від 5 до 15 разів залежно від способу вирощування сільськогосподарської культури. Все це призводить до ущільнення орного і підорного горизонтів ґрунту на глибину від 0,7 до 1,0 м. Висока щільність призводить до погіршення фізико-біологічних

властивостей ґрунту, це ускладнює проникнення коренів у нижні горизонти та вологи, поживні речовини залишаються недоступними рослинам, погіршуються умови життєдіяльності мікроорганізмів.

Виникла реальна небезпека порушення природно-екологічного балансу (екосистеми) від погіршення структури ґрунту, вітрової і водної ерозії, забруднення водойм (водних джерел) токсичними речовинами, залишками мінеральних добрив і отрутохімікатів. Одним з найбільших факторів забруднення навколишнього середовища є автотракторний парк (рис.1.1).

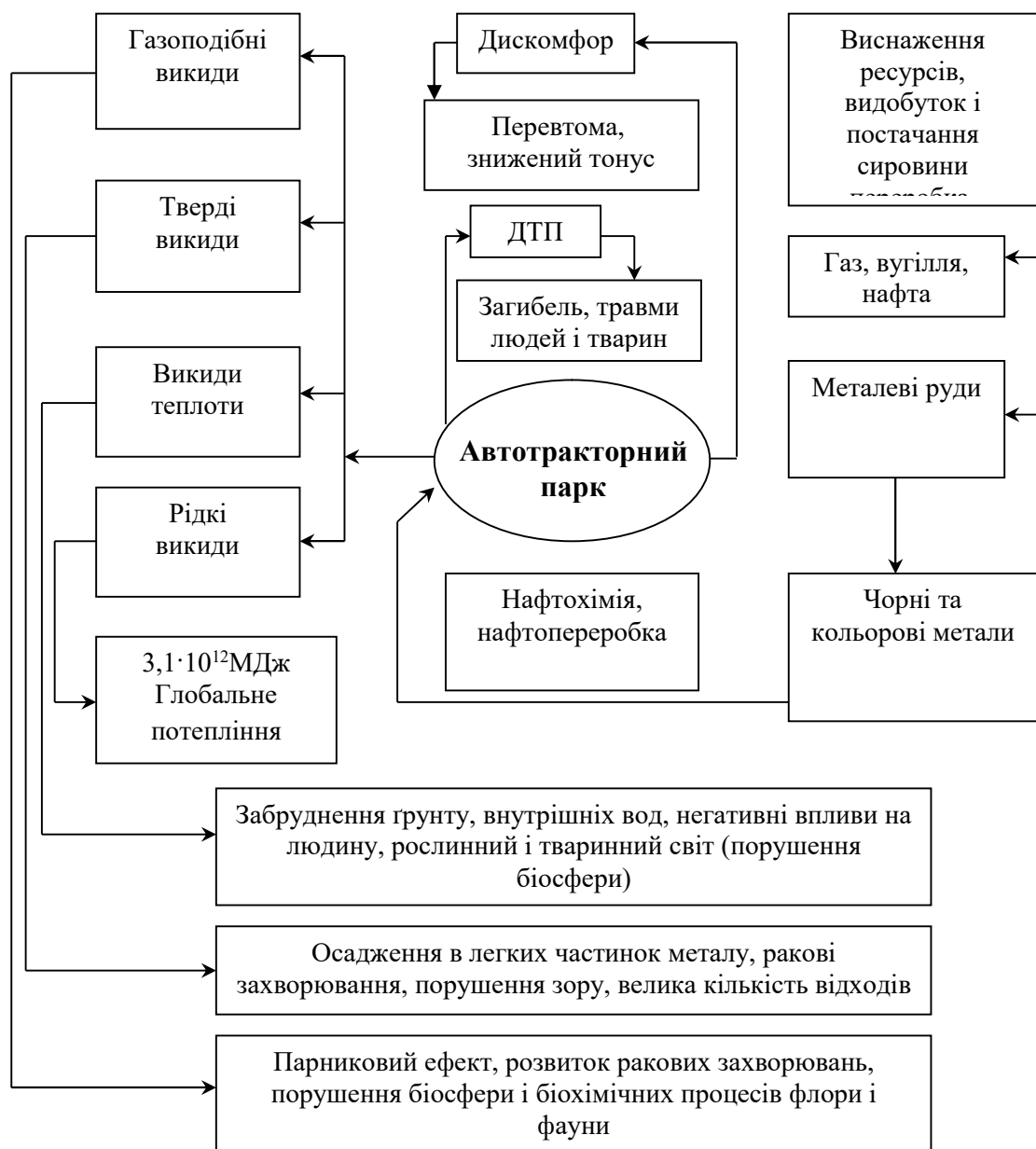


Рисунок 1.1 - Наслідки експлуатації автомобілів і тракторів

Механічний вплив колісної та гусеничної техніки на ґрунти, які не досягли «фізичної» стиглості навесні або насичені вологою в періоди затяжних дощів, влітку і восени, призводить до переущільнення орного, а часто і підорного горизонту, зниженню його водопроникності, руйнуванню агрегатів ґрунтової структури (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 - Види антропогенних впливів на ґрунт, що призводять до зміни його родючості

Види впливу	Основні зміни в ґрунтах
Щорічна оранка	Посилення взаємодій з атмосферою, вітрова та водна ерозія, зміна чисельності ґрунтових організмів
Сінокосіння, збирання врожаю	Зменшення деяких хімічних елементів, посилення випаровування
Випас худоби	Ущільнення ґрунту, знищення скріпної ґрунт рослинності, виникнення ерозії, збіднення ґрунту рядом хімічних елементів, висушування, добриво гній, біологічне забруднення (розкладання трупів)
Випалювання старої трави (бур'янів)	Загибель ґрунтових організмів в поверхневих шарах, посилення випаровування
Зрошення	При неправильному поливі відбувається заболочування і засолення ґрунтів
Осушення	Зниження вологості, виникнення вітрової ерозії
Застосування отрутохімікатів та гербіцидів	Загибель ряду ґрунтових організмів, зміна ґрунтоутворюючого процесу, накопичення деяких шкідливих для живих організмів отрут (від отруєння пестицидами в світі щорічно гине 14 тис. осіб, а у 700 тис. чоловік погіршується здоров'я)
Звалища промислових і побутових відходів	Зниження площі земель, придатних для сільського господарства, отруєння ґрунтових організмів на ділянках
Робота наземного транспорту	Ущільнення ґрунтів при русі поза дорогами, забруднення ґрунтів відпрацьованими газами і сипучими матеріалами
Стічні води	Зволоження ґрунтів, отруєння ґрунтових організмів, забруднення ґрунтів органічними та хімічними, речовинами зміна складу ґрунтів
Викиди в атмосферу	Забруднення ґрунту хімічними речовинами, зміна її кислотності й складу

Продовження таблиці 1.1

Знищення лісів	Посилення вітрової та водної ерозії, посилення випаровування
Вивіз органічних відходів виробництва та фекалій на поля	Забруднення ґрунтів небезпечними організмами, зміна їх складу
Шум і вібрація	Уповільнення росту рослин, загибель живих організмів
Енергетичні випромінювання	Сповільнення росту рослин

Все це вимагає комплексного розгляду і вирішення даної **народногосподарської проблеми**. Однак її виконання практично неможливо без рішення відповідної науково-технічної проблеми. Суть її полягає в комплексному вивченні і оцінці впливу МТА на навколишнє природне середовище й розробці екологічних критеріїв, що дозволяють управляти екологічною безпекою при роботі МТА.

1.2 Види забруднення

Забруднення – це внесення в навколишнє середовище або виникнення в ньому нових, зазвичай не характерних хімічних і біологічних речовин, агентів (або внесення в надлишковій кількості будь-яких вже відомих речовин), яке призводить до негативних наслідків для людей чи природних систем.

Забруднювальна речовина – фізичний чи інформаційний агент, зокрема біологічний вид, що потрапляє у навколишнє середовище або виникає у ньому у кількостях, які перевищують межі звичайного вмісту і яких природа не здатна позбутися шляхом самоочищення.

Таким чином, можна зробити висновок, **забруднення** – це негативне явище (природного або походження), яке робить об'єкти навколишнього

середовища частково або повністю небезпечними для людей чи природних систем, а *забруднювальна речовина* – агент, який породжує забруднення.

Під час вивчення сучасних процесів в екосистемах або у біосфері загалом забруднення довкілля класифікують за:

- Походження – на природні, антропогенні;
- Видом – матеріальні, енергетичні;
- Впливом – механічні, хімічні, фізичні, біологічні;
- Характером – умисні, супутні, аварійні, випадкові;
- Поширенням – локальні, регіональні, глобальні.

Природні забруднення - спричинені будь-якими природними явищами без впливу людини.

Антропогенні забруднення – викликають несприятливі зміни навколишнього середовища, спричинені людською діяльністю.

Матеріальні забруднення – вид забруднення, яке об'єднує механічні, хімічні та частково біологічні.

Енергетичні забруднення – фізичні забруднення з енергетичними властивостями.

Механічні забруднення – привнесення в екосистему різних чужорідних для неї предметів, відходів, сміття, абіотичних насосів тощо, які порушують її природне функціонування без фізико-хімічних наслідків.

Фізичні забруднення – привнесення в екосистему джерел енергії (тепла, світла, шуму, вібрації, гравітації, електромагнітного, радіоактивного випромінювання тощо) . Яке проявляється у відхиленні від норм її фізичних властивостей.

Хімічне забруднення - внесення в екосистему чужорідних для неї хімічних елементів і сполук у концентраціях, що перевищують фонові.

Біологічні забруднення – спричиняють появу в природі нових різновидів живих організмів, патогеннів та збудників хвороб, а також спровоковане людиною катастрофічне розмноження окремих видів.

Умисні забруднення – цілеспрямовані антропогенні зміни стану довкілля: протизаконні викиди й скиди шкідливих відходів виробництва у водні об'єкти, повітря та ґрунт, знищення лісів, утворення кар'єрів, неправильне використання земель, природних вод тощо.

Супутні забруднення – поступові зміни стану атмосфери, гідросфери, літосфери й біосфери в окремих районах, регіонах і планети загалом в результаті антропогенної діяльності.

Аварійні забруднення – виникають внаслідок надзвичайних ситуаціях, порушення технологічних процесів на виробництві або пошкодження споруд в результаті природних явищ.

Випадкові забруднення – виникають внаслідок аварійних викидів або скидів промисловістю, сільським та комунальними господарствами тощо.

Локальне – забруднення невеликого району, населеного пункту, транспортної магістралі тощо.

Регіональне – забруднення, яке спостерігається в межах значного простору, але не охоплює всю планету.

Глобальне – забруднення, яке виявляється в будь-якій точці планети вдалині від його джерела.

Кваліфікувати *забруднюючі речовини* через їх велику кількість і різноманітність. Умовно їх мого об'єднати в такі головні групи:

- *За видом* – механічні, хімічні, фізичні, біологічні;
- *За часом дії* – стійкі, нестійкі, середньої стійкості;
- *За впливом* – прямої та непрямой дії;
- *За характером* – первинні, вторинні.

Механічні забруднювальні речовини – це різні тверді частинки або предмети на поверхні Землі, в ґрунтах, воді.

Хімічні забруднювальні речовини – тверді, газоподібні й рідкі речовини, хімічні елементи та сполуки штучного походження, які надходять у біосферу й порушують природні ресурси кругообігу речовини та енергії.

Фізичні забруднювальні речовини - теплові, електромагнітні, шумові, вібраційні та радіаційні поля.

Біологічні забруднювальні речовини – патогенні мікроорганізми, збудники хвороб тощо.

Стійкі забруднювальні речовини – це такі, які довго зберігаються в природі.

Нестійкі забруднювальні речовини – це такі, які швидко розкладаються, розчиняються, нейтралізуються в природному середовищі під впливом різних факторів і процесів.

Середньої стійкості забруднювальні речовини – негативний вплив яких відбувається певний термін часу, а потім зникає.

Первинні забруднювальні речовини – утворюються безпосередньо під час природних та техногенних процесів.

Вторинні забруднювальні речовини – утворюються під час фізико-хімічних процесів, які відбуваються в навколишньому середовищі.

До основних забруднювальних речовин відносять:

- Гази, газоподібні речовини, аерозолі, пил, які викидають в атмосферу об'єкти енергетики, промисловості і транспорту;
- Радіоактивні, електромагнітні, магнітні й теплові випромінювання;
- Шум та вібрації;
- Хімічні речовини.

До найпоширеніших і найнебезпечніших забруднювальних речовин **повітря** належать діоксин азоту, бензол; **води** – пестициди, нітрати; **грунту** – дифеніли, соляна кислота, важкі метали тощо.

Небезпека для атмосферного повітря представляють не тільки продукти згоряння палива при використанні сільськогосподарської техніки, а й зберігання паливно-мастильних матеріалів в необладнаних складах і застаріле холодильне обладнання. Сільське господарство є джерелом надходження в атмосферу трьох типів газів, що утворюють тепловий ефект: CO₂, CH₄ і NO_x.

1.3 Негативний вплив сільськогосподарського виробництва на навколишнє середовище

Взаємовідносини суспільства і природи полягають у тому, що фактори економічного зростання: трудові ресурси, засоби виробництва і природні ресурси, у комплексі використовуються суспільством для розвитку виробництва. З розвитком виробництва вилучаються все нові багатства природи, зростає вартість сировини, збільшується кількість відходів, що викидаються у навколишнє середовище. Однак було б неправильно вирішувати проблеми збереження ресурсів і середовища шляхом припинення росту або навіть скорочення обсягів виробництва. Такі припущення суперечать закономірностям розвитку людського суспільства і практично нездійсненні. Взаємодія людини з природою у процесі виробництва та споживання для забезпечення існування людства загалом є об'єктивним явищем (рис. 1.2).

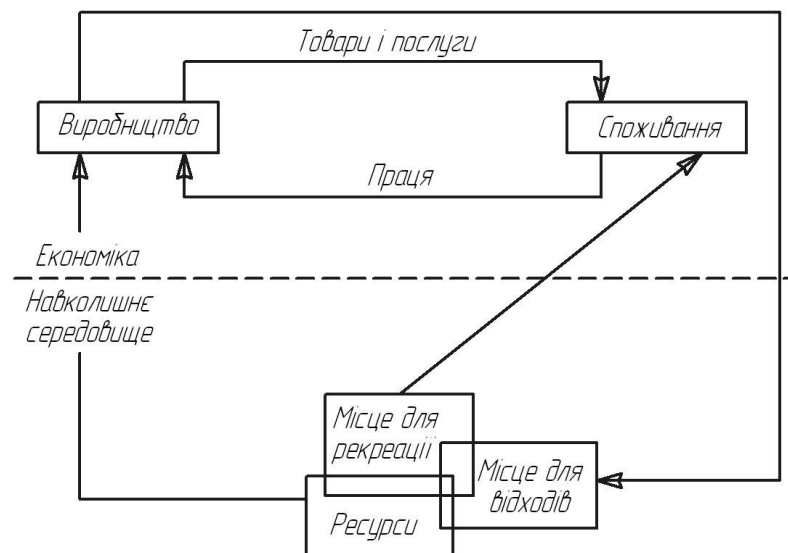


Рисунок 1.2 – Схема взаємовідносин економіки і навколишнього середовища

Отже, постають дві взаємопов'язані проблеми: перша - вплив обмеженості природних ресурсів на їх використання і розвиток суспільного виробництва; друга - необхідність розробки комплексу заходів щодо ліквідації цієї небезпеки для подальшого розвитку суспільства.

Обидві проблеми тісно пов'язані, бо друга викликає першу. Окремі види забруднень особливо помітно впливають на екологічні системи і залежить це не лише від масштабів виробництва. Багато технологій розроблено без урахування екологічного фактору, часто вони малоефективні щодо одержання кінцевого продукту, але завдають значної шкоди природі.

Нова техніка і технологія, досягнення медицини, засоби масової інформації докорінно змінюють умови життя людей (рис. 1.3). Однак все частіше постає питання про бажані, небажані та непередбачені наслідки науково-технічного прогресу.

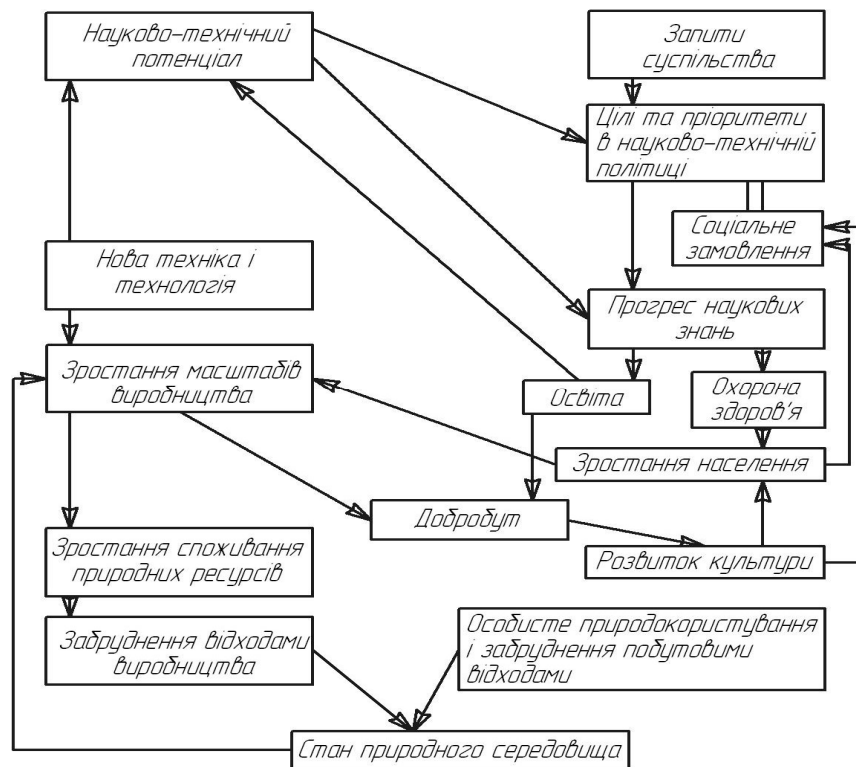


Рисунок 1.3 – Схема впливу науково-технічного прогресу на природокористування

Прикладом того, як технічний прогрес може обернутись регресом, є механічний обробіток ґрунту і все, що з ним пов'язано (таблиця 1.2). Створені потужні трактори, плуги, культиватори і борони, які можуть обробляти ґрунт на глибину 30-60 см. Виявилось, що підвищення інтенсивності механічного обробітку ґрунту порушує його мікроструктуру, негативно позначається на врожайності і стимулює ерозію (рис. 1.4) [10].

Таблиця 1.2 - Основні об'єкти сільськогосподарського виробництва та види їх негативного впливу

Клас об'єктів	Об'єкт	Під об'єкти	Вплив	Забруднююча речовина
Технологічні процеси	Ґрунт			
	Обробка ґрунту	Трактори	Ущільнення	
		Сільгоспмаши ни	Ерозія	
			Пил	
	Внесення добрив		Добриво	
Використання пестицидів		Пестициди	Пестициди	
Машинні двори	Водні об'єкти			
	Ремонтні майстерні		Стічні води	Нафто-продукти
	Майданчики зберігання техніки		Стічні води	Нафто-продукти
				Зважені речовини
				НРК
				БПК
				ХПК
	Теплові котельні		Стічні води	Нафто-продукти
				Зважені речовини
				НРК
				БПК
			ХПК	
Технологічні процеси	Використання пестицидів		Пестициди	Пестициди
Технологічні процеси	Атмосфера			
	Технічні засоби		Викиди двигунів	Дим
Машинні двори	Ремонтні майстерні		Стічні води	Окис вуглецю
	Теплові котельні		Димові гази	Зола



Рисунок 1.4 - Негативний вплив роботи машинно-тракторних агрегатів на стан екосистеми

Застосування потужної і важкої техніки призводить до збільшення механічного тиску на ґрунт. Маса самохідних зернозбиральних комбайнів у розрахунку на 1 м ширини захвату за останні 30 років зросла більш ніж у 1,5 рази.

Сучасна технологія вирощування сільськогосподарських культур передбачає багаторазовий вплив ходових пристроїв машинно-тракторних агрегатів (МТА) на ґрунт.

Наприклад, поле під озимою пшеницею зазнає як мінімум дворазового впливу, а поле під цукровим буряком - шестиразового. При інтенсивних технологіях вирощування зернових кількість проходів МТА помітно зростає. Багато-разові проходи тракторів та інших сільськогосподарських машин і агрегатів призводять до ущільнення ґрунтів, погіршення їх найважливіших агрономічних властивостей, а в результаті - до зниження урожаїв сільськогосподарських культур.

На типовому чорноземі при багаторазових проходах тракторів різних марок (МТЗ та ХТЗ) в шарі до 10 см щільність ґрунту може перевищити критичну для більшості сільськогосподарських культур (1,3-1,4 г/см³). Це зумовлює зменшення вмісту в ній повітря нижче критичного рівня (15%), збільшення твердості (20 кг/м²), зменшення водопроникності (до 10-15 мм/год). Такі негативні зміни виявляються до глибини 50-60 см.

Різні машини впродовж технологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур проходять по полю від 5 до 10-15 разів. У підсумку загальна площа слідів або гусениць тракторів та інших машин становить 100-120% площі поля, 10-20% площі ущільнюється колесами машин від 6 до 20 разів (на поворотних смугах) і 65 - 80% - від 1 до 6 разів, і лише 10-15% площі залишається некатаною (рис. 1.5).

Причому ущільнення ґрунту досить суттєве: вихідна щільність у шарі 10-20 см дорівнювала 1,18-1,36 г/см³, а після проходу тракторів вона збільшилась: МТЗ-80 - 1,39...1,44; Т-150К - 1,48...1,51; К-700 - 1,62...1,63

г/см³. В результаті ущільнення знизилась водопроникність ґрунту, зменшилась кількість продуктивної вологи в ній, а в кінцевому підсумку знизилась і врожай. При чотириразовому обробленні ґрунту урожай ячменю, наприклад, знизився з 38,4 до 17,1 ц/га, вівса - з 33,3 до 23,6 ц/га.



Рисунок 1.5 – Поверхня поля після проходу колісного трактора

Щільність ґрунту після проходу коліс трактора ХТЗ-150-09 представлена на рисунку 1.6.

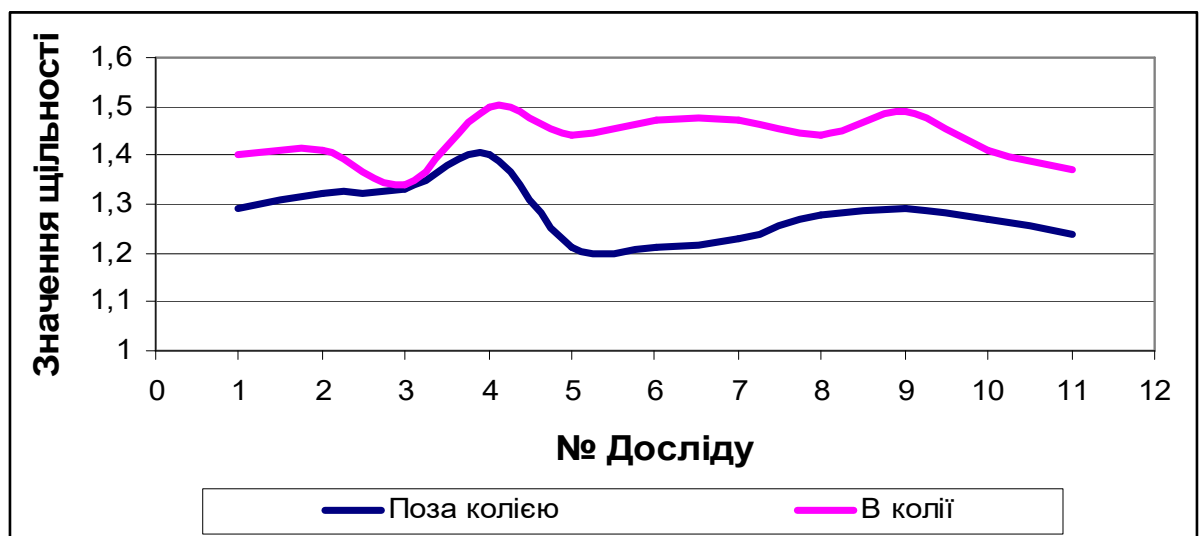


Рисунок 1.6 – Щільність ґрунту в колії та поза нею

Як показують дослідження, наближені межі допустимого навантаження на ґрунт при ранньовесняному боронуванні не повинні перевищувати 0,4 кг/см², при передпосівному обробітку, сівбі та при кочуванні - не більше 0,5-0,6 кг/см²; при літніх та осінніх роботах при вологості ґрунту не вище 60% повної польової вологомісткості - 1,0-1,5 кг/см². Отже, підбираючи машини та агрегати, необхідно враховувати їх вплив на ґрунт. Машини, що випускаються нашою промисловістю, в цьому плані характеризуються негативно: тиск колісних тракторів становить 0,85-1,65 кг/см² гусеничних - 0,6-0,8 кг/см², причепів - 3-4 кг/см², зернозбиральних комбайнів - 1,8-2,4 кг/см², зернових сівалок - 1,2- 2,0 кг/см², тобто воно, як правило, значно перевищує допустимі межі [8].

При інтенсивних опадах вода погано поглинається ущільненим ґрунтом і при наявності схилів стікає в нижні частини гідрографічної сітки, руйнуючи і змиваючи поверхневі шари ґрунту. Отже, ущільнення може служити однією з причин посилення процесів ерозії (рис. 1.7).



Рисунок 1.7 – Ерозія ґрунту на полі

Зменшення пористості значно погіршує повітряний режим ґрунтів. Це знижує не лише життєдіяльність коріння і всієї рослини, а й активність

грунтової аеробної мікрофлори та фауни - одного з важливих компонентів ґрунтової родючості. В кінцевому підсумку ґрунт набуває властивостей, що не відповідають природним потребам рослин, що також призводить до зниження їх врожаїв.

Найшвидше ґрунти ущільнюються при одночасній дії вертикального навантаження, вібрації, горизонтальних зусиль та динамічного впливу, які залежать від марки трактора, режиму його роботи, вирівняності поля. Динамічні або ударні впливи спостерігаються на погано вирівняних полях, вони досягають найбільшого значення на підвищених швидкостях руху ґрунтообробних агрегатів. Отже, вирівнювання поля, дотримання оптимальної швидкості руху можуть сприяти зменшенню ударних деформацій ґрунту.

Вирівнювання поля вимагає додаткових енергозатрат, а отже, додаткових фінансових затрат, водночас, додаткове застосування двигунів внутрішнього згоряння збільшує споживання кисню, забруднює повітря газами. Оптимальні швидкості МТА, що забезпечують зменшення; ударних деформацій ґрунту, не завжди відповідають вимогам ефективності використання машин (виробіток за одиницю часу).

Доступними шляхами боротьби з ущільненням ґрунту є: використання гусеничних тракторів та їх удосконалення, зокрема застосування пневмогусениць для рівномірного розподілу тиснення на ґрунт; розробка напівнавісних машин, що дасть можливість знизити тиск повітря в колесах з метою зменшення ущільнення ґрунту; запровадження систем широкозахватних машин, що дає змогу значно підвищити коефіцієнт використання тягового зусилля тракторів, їх продуктивність, зменшити навантаження на ґрунт; розробка систем комбінованих машин з багатоцільовими робочими органами, які виконуватимуть кілька операцій за один прохід; розробка і впровадження таких технологій, які звели б до мінімуму кількість операцій; раціональна організація руху при виконанні виробничих і транспортних робіт; застосування тракторів зі здвоєними колесами; конструювання та виробництво нових машин і МТА

В перспективі ймовірно є використання так званого мостового землеробства при вирощуванні зернових культур за інтенсивною технологією. Досягнення науки і техніки вже зараз дають змогу внести корективи в існуючі технології, а від окремих процесів відмовитись, замінивши їх іншими.

Така система землеробства вже застосовується в деяких областях України, зокрема Полтавській. Як свідчить практика, в поєднанні з протиерозійною організацією території (запровадження лукопасовищних сівозмін, правильне чергування культур, нарізка полів перпендикулярно до напрямку вітрів, смугове розміщення культур тощо) вона дає змогу звести до мінімальних розмірів руйнування ґрунту, забезпечити раціональне використання землі, підвищуючи урожай сільськогосподарських культур, оскільки розпушуванню підлягають лише верхні шари ґрунту, а основна товща гумусного горизонту зберігається в стані природного становлення, не деформується, як при орному обробітку.

Досвід роботи землеробів Полтавщини по застосуванню плоскорізіа для підготовки та обробітку ґрунту показав доцільність такого напрямку в землеробстві степових і лісостепових районів України. Потрібна лише інформація в застосуванні цього методу з урахуванням особливостей ґрунтово-кліматичних районів. Одна з причин, що стримують проведення таких досліджень - відсутність комплексу машин, передбачених, системою землеробства, яка застосовується в районах поширення дефляції, саме комплексу, а не окремих машин.

Ще одним наслідком впливу сільськогосподарської техніки на природні ресурси є їх забруднення через втрати паливно-мастильних матеріалів та відходи роботи двигунів (табл. 1.3 та рис.1.8). Для запобігання цього негативного впливу необхідно своєчасно і на високому технічному рівні проводити технічні огляди, поточні та капітальні ремонти, які забезпечили б попередження витікання масел і палива; правильно регулювати паливну апаратуру і запалювання технічних засобів, ємкості з нафтопродуктами встановлювати під землею, що порівняно з наземним

розміщенням значно зменшує втрати за рахунок випаровування. Слід посилити контроль за двигунами і паливними системами через регулювання подачі пального і мастил, не допускаючи його протікання.

Таблиця 1.3 – Компоненти ВГ та їх коефіцієнти

Компонент	Хімічна формула	Зміст в ВГ, %
Азот	N_2	74
Кисень	O_2	10
Вуглекислий газ	CO_2	7
Водяна пара	H_2O	5
Бензапірен	C_2OH_{12}	1,771
Сажа	PM	1
Оксиди азоту	NO_x	0,5
Оксиди вуглецю	CO	0,4
Вуглеводні	CH_x	0,3
Оксид сірки	SO_2	0,02
Альдегіди	R_xCHO	0,009

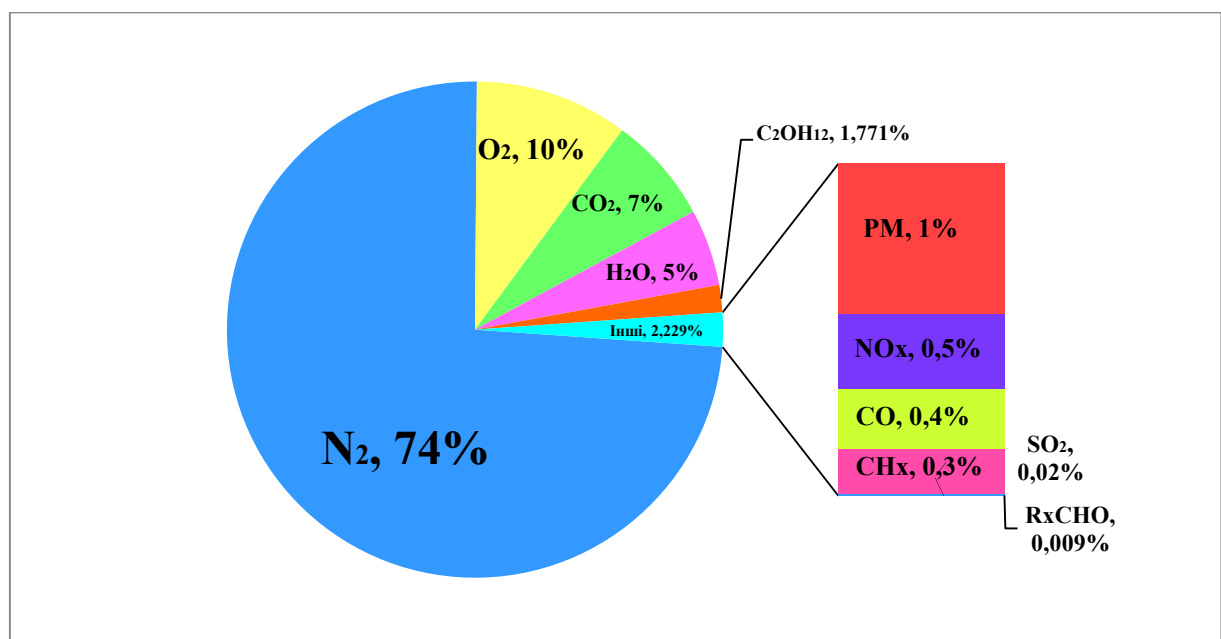


Рисунок 1.8 – Склад відпрацьованих газів дизельних двигунів

1.4 Мета та основні задачі досліджень

Зараз одним з головних джерел розбалансування природного навколишнього середовища є робота машинно-тракторних агрегатів та мобільної сільськогосподарської техніки. В цілому доля викидів 60% від загального об'єму викидів в атмосферу забруднюючих речовин та 70% від усіх мобільних енергетичних засобів.

На даний час в сільському господарстві використовують будь-які інтенсивні технології виробництва культур, які передбачають використання важкої техніки - тракторів, збиральних комбайнів більше вантажних технологічних і транспортних машин, які негативно впливають на ґрунт, атмосферу та інші природні ресурси.

Все це вимагає комплексного розгляду і вирішення даної *народногосподарської проблеми*. Однак її виконання практично неможливо без рішення відповідної науково-технічної проблеми. Суть її полягає в комплексному вивченні і оцінці впливу МТА на навколишнє природне середовище й розробці екологічних критеріїв, що дозволяють управляти екологічною безпекою при роботі МТА.

Мета роботи. Розробити науково-методологічні основи з вибору критеріїв оцінки екологічної безпеки роботи дизельного двигуна енергетичного засобу зі створенням системи управління екологічною безпекою.

Гіпотеза підвищення екологічності та ефективності використання МТА шляхом комплексного вивчення факторів, які дозволяють управляти екологічною безпекою при роботі МТА.

Об'єкт досліджень. Процес впливу роботи двигуна трактора на його екологічні показники вихлопних газів.

Предмет досліджень. Взаємозв'язки між параметрами роботи дизельного двигуна та кількістю шкідливих речовин в вихлопних газах ДВЗ.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Обґрунтувати групу залежностей показників ЕБ від конструктивно-технічних параметрів МТА та режимів його роботи.
2. Уточнити ці залежності та виділити головні *i*-ти фактори, які впливають на екологічну безпеку.
3. Проаналізувати вплив роботи дизельного двигуна на функціонування показника екологічної безпеки МТА.
4. Дати рекомендації до роботи МТА з урахуванням екологічної безпеки роботи його двигуна.

Підвищення екологічності роботи МТА вимагає чималих фінансових вкладень на етапі проектування та модернізації техніки та наукового підходу при оцінці екологічної безпеки роботи МТА. У свою чергу все це дає можливість знизити негативний вплив МТА на навколишнє середовище і ми зможемо набагато довше користуватися ресурсами земель сільськогосподарського призначення.

2 ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ РОБОТИ МТА

2.1 Фактори, що впливають на екологічну безпеку роботи МТА

При виконанні механізованих технологічних процесів у сільськогосподарському виробництві сільськогосподарські агрегати є одними з головних об'єктів негативного впливу на навколишнє середовище. При експлуатації машин розрізняють наступні показники екологічної безпеки:

- Викиди відпрацьованих газів через вихлопну трубу трактора або сільськогосподарської машини;

Вихлопні гази (або відпрацьовані гази) - основне джерело токсичних речовин двигуна внутрішнього згоряння - це неоднорідна суміш різних газоподібних речовин з різноманітними хімічними і фізичними властивостями, що складається з продуктів повного і неповного згоряння палива, надлишкового повітря, аерозолів і різних мікродомішок (як газоподібних, так і у вигляді рідких і твердих частинок), що надходять з циліндрів двигунів у його випускную систему. У своєму складі вони містять близько 300 речовин, більшість з яких токсичні.

Основними нормованими токсичними компонентами вихлопних газів двигунів є оксиди вуглецю, азоту і вуглеводнів. Крім того, з вихлопними газами в атмосферу надходять граничні і неграничні вуглеводні, альдегіди, канцерогенні речовини, сажа та інші компоненти.

- Акустичний вплив (шум зовнішній і внутрішній (в кабіні водія), створюваний трактором (сільськогосподарською машиною));

Високе шумове навантаження викликає не тільки функціональні порушення окремих систем організму, але і призводить до зростання захворюваності серцево-судинними, нервовими та іншими хворобами. Тривалий шум несприятливо впливає на людину, викликаючи головний біль, запаморочення, захворювання нервової та серцево-судинної систем, порушення функції шлунково-кишкового тракту і обмінних процесів в організмі.

- Питомий тиск на ґрунт рушіїв машини.

Проблема переущільнення ґрунтів в останні десятиліття висувалася на одне з перших місць у ряді антропогенних впливів на природне середовище. Переущільнення веде до посилення основного антропогенного чинника деградації ґрунтів і ландшафтів - водної та вітрової ерозії.

Найбільш схильні переущільнення ґрунту, що містять мало органічної речовини. При зрошенні переущільнюватимуть і високогумусних чорноземи. Основною причиною переущільнення ґрунтів є високе техногенне на них навантаження на тлі інтенсивної дегумусіфікації орного горизонту. Для зменшення негативних наслідків переущільнення застосовуються агротехнічні, організаційно-технологічні та технологічні заходи.

- Вібрації на рульовому колесі і на сидінні оператора трактора (машини);

У сільськогосподарському виробництві джерелами вібрації є мобільні агрегати, що використовуються при ремонті технологічного обладнання, а також механізований інструмент. Тривала дія вібрації на організм призводить до розладу нервової системи, змінам судин і вестибулярного апарату. Локальна вібрація вражає нервово-м'язовий і опорно-руховий апарати, призводить до спазмів периферичних кровоносних судин.

- Витоку моторного, трансмісійного і гідравлічного масла, дизпалива, охолоджуючої рідини;

- Вміст СО у повітрі робочої зони оператора трактора або сільськогосподарської машини (герметичність кабіни).

2.2 Впровадження коефіцієнта екологічної безпеки роботи МТА

Науково-методичною основою оцінки перелічених факторів є системний підхід до вирішення екологічних проблем, що виникають при експлуатації МТА та інших сільськогосподарських енергетичних засобів.

В даний час відомі [8,9,10,11] дослідження, які розглядають питання впливу техніки на погіршення стану ґрунту, а також роботи [1], які вивчають

погіршення екологічної безпеки від шкідливих викидів ДВЗ.

Узагальнений коефіцієнт екологічної безпеки ($УК_{еб}$) від впливу роботи МТА можна представити у вигляді відносного коефіцієнта погіршення суми екологічних параметрів агрегатів, віднесених до їх нормативних значень [12].

$$\begin{aligned} UK_{еб} = & K_{U_i} \cdot U_{ki} / U_i + K_F \cdot F_{ki} / F_i + SK_{T_i} + K_N \cdot N_{ki} / N_i + K_{CO_i} \cdot g_{CO_{ki}} / g_{CO_i} + \\ & K_{CH_i} \cdot g_{CH_{ki}} / g_{CH_i} + K_{NO_x} \cdot g_{NO_{xki}} / g_{NO_{xi}} + K_{L1} \cdot L_{1k} / L_1 + K_{L2} \cdot L_{2k} / L_2 + K_{L3} \cdot L_{3k} / L_3 + \\ & K_N \cdot N_{Kx,x} / N_{x,x} + K_{CO} \cdot g_{CO_{Kx,x}} / g_{CO_{x,x}} + K_{CH} \cdot g_{CH_{Kx,x}} / g_{CH_{x,x}} + K_{отх} \end{aligned} \quad (2.1)$$

де K_{U_i} - механічне руйнування ґрунту;

K_{T_i} - забруднення нафтопродуктами;

K_F – коефіцієнт впливу від тиску рушів трактора;

K_{N_i} - димність ВГ;

K_{CO_i} - викиди окису вуглецю;

K_{CH_i} - викиди вуглеводнів;

$K_{NO_{xi}}$ - викиди окислів азоту;

K_{L1} - шум внутрішній;

K_{L2} - шум зовнішній;

K_{L3} - вібрація, передана технічним засобом навколишньому середовищу;

$K_{отх}$ - вагомість технологічних відходів МТА (табл.. 2.2);

$U_{ki}, N_{ki}, g_{CO_{ki}}, g_{CH_{ki}}, g_{NO_{xki}}, L_{1k} \dots L_{3k}$ - контрольні заміри відповідно механічного руйнування ґрунту, концентрації викидів вуглецю, вуглеводнів, окислів азоту, шуму внутрішнього, зовнішнього, вібрації;

$U_i, N_i, g_{CO_i}, g_{CH_i}, g_{NO_{xi}}, L_1 \dots L_3$ - нормативні значення екологічних показників згідно до державних стандартів;

F_{ki}, F_i - питомий тиск рушьями трактора на ґрунт відповідно при випробуванні і рекомендоване;

$N_{Kx,x}, g_{CO_{Kx,x}}, g_{CH_{Kx,x}}$ – контрольні заміри димності, концентрації окису вуглецю та вуглеводнів відповідно в ВГ на холостих обертах дизеля.

Таблиця 2.1 - Коефіцієнти вагомості екологічних показників колісних тракторів

Параметр	Позначення	Одиниці виміру	Колісні трактори					
			К-700А	К-701М	Т-150К	МТЗ-1221	МТЗ-80,82 МТЗ-100,102	Т-40, Т-40А
1. Димність ОГ		%	0,0280	0,0300	0,0350	0,0200	0,0300	0,0150
2. Концентрація окислів азоту	g_{NOx}	г/кВт-ч	0,1600	0,1300	0,1700	0,2000	0,1500	0,1500
3. Концентрація оксиду вуглецю	g_{CO}	г/кВт-ч	0,0120	0,0130	0,0100	0,0140	0,0160	0,0120
4. Концентрація вуглеводнів	g_{CH}	г/кВт-ч	0,0150	0,0160	0,0120	0,0100	0,0100	0,0110
5. Витік палива	g_T	кг/ч	0,0150	0,0210	0,0300	0,0300	0,0250	0,0160
6. Витік моторного масла	g_{MM}	кг/ч	0,0320	0,0310	0,0400	0,0250	0,0300	0,0150
7. Витік трансмісійного масла	g_{MT}	кг/ч	0,0180	0,0300	0,0500	0,0280	0,0250	0,0200
8. Витік гідравлічного масла	g_{MG}	кг/ч	0,0200	0,0320	0,0760	0,0350	0,0400	0,0300
9. Питомий тиск на ґрунт	F	кПа	0,2500	0,2500	0,3100	0,0300	0,3000	0,3000
10. Шум внутрішній	L_1	дБА	0,1700	0,2000	0,1800	0,1700	0,1700	0,1400
11. Шум зовнішній	L_2	дБА	0,5000	0,0300	0,0400	0,0400	0,0400	0,0300
12. Вібрація загальна	L_3	дБ	0,2200	0,2000	0,2500	0,2100	0,2500	0,0200
13. Вібрація локальна	L_4	дБ	0,0800	0,0910	0,0920	0,0800	0,0700	0,0500
14. Економічність палива	g_{EN}	г/кВт-ч	0,0200	0,0300	0,0180	0,0100	0,0100	0,0800
15. Відходи технологічні	$K_{отх}$	-	0,0200	0,0240	0,0300	0,0310	0,0300	0,0300

Узагальнений коефіцієнт екологічної безпеки ($UK_{eб}$) від впливу МТА можна оцінювати по п'яти категоріям екологічної безпеки (ЕБ) тракторів та сільськогосподарської техніки:

1) *Вища або перспективна*. Коефіцієнт екологічної безпеки ($K_{eб} < 0,90$). МТА по основним або по більшості показників задовольняє значенням перспективних або міжнародних норм. Придатний для використання;

2) *Гарна* ($K_{eб} < 0,95$). МТА задовольняє всім екологічним вимогам вітчизняних стандартів. Перспективно для внутрішнього використання;

3) *Задовільна* ($K_{eб} < 1,2$). МТА може використовуватися при виробництві сільськогосподарської продукції. В перспективі підлягає модернізації;

4) *Незадовільна* ($K_{eб} = 1,2$). МТА не підлягає використанню. Потрібна термінова модернізація або зняття його з роботи, після появи відповідної заміни для цього агрегату;

5) *Неприпустима* ($K_{eб} > 1,2$). Потрібне термінове виключення МТА з виробництва.

Експертна оцінка впливу втрат паливо-мастильних матеріалів, охолоджувальних та гальмівних рідин на зараження ґрунту виражена наступними коефіцієнтами:

$K_{Ti} = 0$ – при відсутності втрат ПММ, охолоджувальних та гальмівних рідин;

$K_{Ti} = 0,1$ – при наявності підтікання моторної оливи;

$K_{Ti} = 0,15$ – при наявності підтікання трансмісійної оливи або гідравлічної оливи;

$K_{Ti} = 0,3$ – при видимих втратах (краплепадіння) з однієї із систем трактора;

$K_{Ti} = 1,0$ – при видимому краплепадінні в 2–3 з'єднаннях.

При проектуванні МТА може виникнути необхідність, тільки по екологічним показникам, визначити можливість впровадження або ні нових

технічних рішень для цього агрегату. Для цього необхідно буде використовувати екологічну комплексну оцінку по п'яти категоріям екологічної безпеки (ЕБ).

2.3 Вплив компонентів відпрацьованих газів на організм людини

З перерахованих 15 показників з таблиці 2.1 п'ять припадають на роботу двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ), тому в нашій роботі ми будемо розглядати саме цей процес. А саме вплив режимів роботи дизельного двигуна на кількісні показники відпрацьованих газів.

Найбільш токсичним компонентом ВГ, виходячи з класу небезпеки і концентрації, є NOx. Токсичність вуглеводнів досягає кілька відсотків від загальної токсичності ВГ, але простота їх контролю і відома залежність їх концентрації від технічного стану дизеля роблять контроль СНx рівноправним з контролем димності. Контроль же NOx зважаючи на обмеженість унікальною газоаналітичної апаратури, складність створення дизелю належного навантажено-швидкісного режиму, а також через зниження концентрації NOx у міру експлуатації дизелів - мало доцільний і скрутний, а для масового охоплення дизелів практично неможливий.

Основні компоненти ВГ [8] дизелів і їх коротка характеристика наведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Основні компоненти відпрацьованих газів (ВГ) ДВЗ

Компоненти	Хім. формула	Вміст в ВГ, % диз.	Коротка якісна характеристика компонентів токсичності	Клас небезп.	Відносна токсичність	ПДК роб. зони, мг/м ³	ПДК, мг/м ³	
							м.р.	с.с.
Азот	N ₂	74-78	Нейтральний газ	-	-	-	-	-
Кисень	O ₂	2-18	Окислювач, в атмосфері не є небезпечним	-	-	-	-	-
Пари води	H ₂ O	0,5-9	Газоподібні, конденсуються в	-	0,1	-	-	-

Двоокису вуглецю	CO_2	1-12	вихлопному тракті Безбарвний важкий газ, пригнічує(Н, РС, У,СС)	2-4	1,2	5-300	1,5	1-25
Вуглеводні (до 200 найменувань)	CH_x	0,01-0,3	Аерозоль з дратівливих і шкідливих речовин (С, РС, О, Н, СС, КО, НС, КТ, УП, ПЗ)	2-3	20-Акр	0,7	200	0,030
Альдегіди	R_xCH_2O	(1-10)* *10 ⁻³	Дратівливі і отруйні речовини (С, З, О, НО, Н, НС, УП, ПЗ)	1	60-Форм. 100 3,6*10 ⁻⁶	0,5 1,5* *10 ⁻⁶	(30) 0,030 0,035	0,013 1*10 ⁻⁶
Бензапірен, мкг/м ³	C_2OH_1 2	до 1	Блідо-жовте голкоподібний кристалічна канцерогенна речовина (К)	4	1	20	--	1
Окис вуглецю (КО, НС)	CO	0,005-0,4	Отруйний газ, дещо легше повітря	2	20		3	--
Комплекс окислів азоту (до 10 ВВ)	NO_x	0,004-0,5	Дратівливі отруйні гази (КО, НС, УП, ХТО, РС)	3	12	NO_x-5 NO_2-9 $NO-30$	0,085 -- --	0,085 -- --
Водень	H_2	0,01-0,5	Летючий газ					
Оксиди сірки і сірководень	SO_2 H_2S	до 0,05 до 0,015	Отруйні гази (РС, КО, КГ, УП, О, СС, НС)	3	24	10	0,5	0,05
Сажа, г/м ³	C	0,01-1,1	Дрібнодисперсні частки, сорбент шкідливих і канцерогенних речовин	3		3,5-4	0,15	0,05

Якісні характеристики токсичності компонентів ВГ:

З- загальнотоксична дія; О - ураження зорового нерва і сітківки очей, помутніння кришталика, опіки рогівки; К - канцерогенність; КТ - отрути, що діють на кровоносну систему; КО - кров'яні отрути, викликають зміна складу крові; Н - наркотики; НС - ураження нервової системи; НО - нервові отрути, що викликають судоми і параліч; УП - ураження печінки; УН - ураження нирок; ТТ - ураження травного тракту; РС - подразнення слизових оболонок ока і дихальних шляхів; С - участь в утворенні смогу; СС - ураження судинної системи; У - задушливе дію

Один з токсичних компонентів ВГ - чадний газ (СО) - прозорий, без запаху і смаку, щільність по повітрю - 0,97, не розчиняється у воді, дуже горючий, утворює вибухову суміш. СО в організмі людини утворює карбоксигемоглобін, що не переносить кисню, що обумовлює кисневе голодування. Наслідки отруєння: порушення функцій центральної нервової системи, головний біль, параліч, крововилив у сітківку очей, втрата свідомості, смерть. Поглинаємість СО кров'ю в 240 разів вище поглинаємість кисню. Якісний ознака СО в ВГ відсутня.

Характерні концентрації СО,% об'ємні:

- 0,0016 - нешкідливо;
- 0,0100 - хронічне отруєння при тривалому вдиханні;
- 0,0500 - слабе отруєння через 1:00;
- 1,0000 - втрата свідомості після декількох вдихів.

Гранично допустима концентрація СО в повітрі робочої зони - ГДК Р.З. становить не більше 0,0016%, максимальна разова (ПДКМ.Р.) - не більше 0,0024, середня добова (ПДКС.С.) - не більше 0,00008.

Перебування хворого серцем в атмосфері з концентрацією СО 0,0007-0,0013% призводить до інфаркту міокарда.

Найбільш токсичні компоненти ВГ - оксиди азоту, це суміш головним чином NO, NO₂, N₂O₄, N₂O₃. Найбільшу безпосередню небезпеку представляє двоокис азоту NO₂, і її полімер N₂O₄ · NO₂ - газ бурого кольору з характерним запахом, з питомою вагою по повітрю - 1,58, малорозчинний у воді.

У камері згоряння дизеля в основному утворюється окис азоту NO, але в міру охолодження ВГ (від 620 ° до 150 ° С) вона окислюється до двоокису NO₂. При подальшому зниженні температури NO₂ полімеризується в чотириокис N₂O₄, і при (токр = 40 ° С) ступінь полімеризації перевищує 70%. Однак, найбільший вміст NO в ОГ зберігається.

Оксиди азоту багаторазово токсичніше СО, дратівливо діють на слизові оболонки очей і дихальних шляхів, залишаються в легенях у вигляді азотної і

азотистої кислот. Їх небезпека посилюється тим, що симптоми отруєння проявляються тільки через 6 годин у вигляді кашлю, ядухи, можливий наростаючий набряк легенів, причому будь-яких нейтралізують коштів немає.

Під вуглеводнями C_nH_{2n} розуміють велику групу органічних сполук типу C_nH_{2n} , що відрізняються кількістю атомів вуглецю і водню і структурою молекули. Вуглеводні парафінового ряду C_nH_{2n+2} дають неприємний запах, подразнюють слизові оболонки очей і носа.

Продукти фотохімічних реакцій вуглеводнів з оксидами азоту є однією з причин «смогу», а поліциклічні ароматичні вуглеводні є канцерогенними, з них найбільш небезпечний - бензапірен, концентруючись в сажі ОГ.

Звичайне дію вуглеводнів - подразнюючу дію на слизові оболонки, центральну нервову систему. При гострих отруєннях спостерігається запаморочення, головний біль, нудота, судом, розширення зіниць і відсутність їх реакції на світло, розлад дихання та серцевої діяльності, ураження печінки та нирок.

Якісний ознака підвищеного викиду C_nH_{2n} - білий («холодний») або голубуватий дим ВГ.

Таблиця 2.3 - Основні ознаки екологічної недопустимості роботи дизельних двигунів

Ознака	Причина	Спосіб перевірки усунення
Чорний дим ОГ при повному навантаженні двигуна. Сажа може досягати до 1% від витрат палива	Забруднений повітрососій	Короткочасне від'єднання повітроочисника
Чорний дим ОГ на всіх режимах роботи	Несправність форсунки (знижений тиск погане розпилювання палива)	Почергове відключення подачі палива в форсунки
Чорний дим	Дуже ранній строк подачі палива. Невідповідність величині цитанового числа	Відрегулювати кут подачі палива. Впевнитися у величині ЦУ

Продовження таблиці 2.3

Синій дим ОГ дуже токсичний. Велика концентрація бензапірена	Підвищений нагар моторного мастила через знос ЦПГ. Рівень масла перевищує норму	Відремонтувати ЦПГ. Залити масла, щоби рівень не перевищував верхню відмітку вимірювача.
Білий блакитний дим ОГ	Неповне згорання палива через погане розпилування палива або непрогрітості двигуна.	Відрегулювати форсунку, прогріти двигун до робочої температури.
	Потрапляння води в паливо або камеру згорання в результаті пробою прокладок головки циліндрів.	Почергове відключення подачі палива в циліндри
Білі густі глиби диму при запуску	Пізня подача палива насосом зниження потужності	Відрегулювати подачу палива.

При білому димі в ВГ різко підвищується концентрація вуглецю. Тому робота непрогрітого дизеля при I_x максимальному категорично забороняється, що небезпечно через аварійні витрати мастила на угар.

Загальноприйнято, що токсичність вуглеводнів (СНх) в 1,25-1,35 разів вище токсичності оксиду вуглецю. Характерні концентрації СНх:- ПДКс.с. = 1-25 мг / л;- ПДКм.р. = 1,5-200 мг / л;- ПДКр.з. = 5-300 мг / л.

У ВГ дизелів допустимий зміст СНх становить 0,2-8 мг / л. Крім того, вуглеводні стають більш токсичними на сонячному світлі, вступаючи в реакцію з оксидами азоту, утворюючи перекису і озон, які діють не тільки дратівливо, але і гублять рослинний світ. Шкідливі викиди в ВГ ДВЗ неминучі, але їх концентрація може значно збільшуватися з разрегулюваннями, несправностями, знос деталей системи живлення, циліндропоршневої групи і ГРМ, а також з погіршенням якості (підвищенням сірчистості) палива і моторного масла. Токсичні навіть несправні дизелі при запуску і роботі без прогріву на мінімальних обертах, з малим навантаженням, на холостому ході. Звідси випливає, що контроль і відновлення екологічних характеристик дизелів операціями ТО і ремонту, а також забезпеченням правильних режимів їх роботи при експлуатації, що

дозволяють значно зменшити токсичність ВГ і утримувати її в нормі, є нагальним завданням.

Також небезпечні для людини тверді частинки сажі, які є продуктом крекінгу і неповного згоряння палива через великі крапель розпиленого палива і малих концентрацій кисню.

У сажі, крім вуглецю, водню, води, сульфатів і кисню міститься ряд поліциклічних ароматичних вуглеводнів. Затримуючись в організмі людини, сажа викликає алергію і є переносником бензапірену. При роботі дизеля на одну тону палива, що спалюється викидається приблизно 17 кг твердих частинок сажі.

Онкологи стверджують, що однією з причин поширення ракових захворювань є викид в атмосферу поліциклічних ароматичних вуглеводнів. Найбільшою активністю з них володіє бензапірен ($C_{20}H_{12}$) - блідо-жовті голкоподібні кристали з молекулярною масою 252, температурою плавлення 339,5 К, температурою кипіння 585 К. Бензапірен є основним канцерогенним фактором смол, твердих частинок сажі та інших різних продуктів неповного згоряння палива. Тривалість перебування бензапірену в атмосферному повітрі при опадах 6-7 днів, без опадів - 16 днів. Так само слід зазначити, що бензапірен - канцерогенна речовина техногенного походження.

Частка викидів шкідливих речовин в ВГ дизелів самохідних машин з кожним роком зростає з ряду причин: через якість палив і олив; відставання у розробці та впровадженні комплексу заходів, що знижують викиди шкідливих речовин самохідної сільськогосподарської машиною і іншими транспортними засобами; відставання, а також часткової відсутності приладів та обладнання належної номенклатури.

При оцінці викидів шкідливих речовин з ВГ тракторні і комбайнові двигунами необхідно враховувати такі особливості.

Тракторні і комбайнові двигуни - дизелі. Бензинові двигуни використовуються тільки в якості пускових.

Номенклатура машин, забезпечених тракторні і комбайнові двигунами, а також вид і перелік виконуваних ними робіт більш різноманітні, ніж аналогічні показники автомобільного транспорту. Наприклад, в народному господарстві використовуються багато моделей гусеничних і колісних тракторів, на основі яких створено значну кількість модифікацій допомогою навішування додаткового спеціального обладнання, що дозволяє забезпечити потреби у широкому асортименті дорожніх, меліоративних, гірських, підземних, будівельних та інших машин і устаткування.

Найбільш істотним забрудненням ґрунту, пов'язаним з діяльністю агропромислового комплексу, будуть діючі в рослинництві добрива та пестициди, нафтопродукти, які у ґрунт при експлуатації машин, а також відходи виробництва ремонтно-обслуговуючих підприємств.

2.4 Управління екологічною безпекою роботи дизельного двигуна

В процесі експлуатації технічний стан тракторів і сільськогосподарських машин, як правило, погіршується: знижуються показники працездатності (потужність, продуктивність і ін.), збільшується енергоспоживання (тобто зменшується економічність), погіршуються інші параметри технічного стану, виробничої та екологічної безпеки (димність і токсичність відпрацьованих газів дизеля, рівень зовнішнього шуму і рівень шуму в кабіні, рівень вібрації, ефективність роботи гальмівної системи і рульового керування та ін.). У цьому зв'язку необхідно при експлуатації тракторів і сільськогосподарських машин не тільки контролювати параметри технічного стану, екологічної безпеки (ЕБ), а й управляти цими параметрами.

Можливим шляхом забезпечення ЕБ тракторів і самохідної сільськогосподарської техніки в даний час є комплексне вирішення екологічних та економічних проблем, в основу яких має бути покладений еколого-економічний критерій. Сутність цього критерію полягає в

оптимальному поєднанні конструктивно-технологічних заходів при виробництві та експлуатації сільськогосподарської машини, спрямованих на забезпечення виробничої безпеки та мінімально шкідливих впливів цієї машини на навколишнє середовище, також і економічних витрат на виконання вищевказаних заходів, і застосування ефективної системи платежів і штрафних санкцій до виробника і власникові машини за наноситься шкода навколишньому середовищу в залежності від розмірів та видів джерел забруднень.

Для визначення приналежності машини до тієї чи іншої категорії безпеки необхідно розрахувати сумарний шкідливий ефект від її використання в грошовому вираженні за допомогою узагальненого інтегрального показника екологічної безпеки.

Ознаки екологічно безпечної та економічної роботи тракторного дизеля :

- Легкий запуск, робота без перебоїв на всіх швидкісних режимах, в тому числі при вільному прискоренні колінчастого вала;
- Бездимний вихлоп на холостому ходу прогрітого двигуна, незначне димлення при повній його завантаженні;
- Стійка робота 4-циліндрового дизеля при 3 виключених, а 6- і 8-циліндрових - при 4 вимкнених циліндрах;
- Відповідний нормі витрата палива на максимальних оборотах холостого ходу;
- Чистий дизель: відсутність підтікань масла і охолоджуючої рідини на блоці і на голівках циліндрів, відсутність масла в турбокомпресорі (ТКР) і у вихлопній трубі, відсутність підтікань палива на елементах паливної апаратури;
- Відсутність інтенсивного виходу картерних газів з сапуна (маслозаливної горловини);
- Інтенсивний характерний звук (свист) роботи ТКР, що відслідковує

зміну швидкості обертання і навантаження дизеля; чутний вибіг ротора ТКР після зупинки двигуна протягом не менше 8 с;

- Нормальний рівень моторного масла (підвищений рівень викликає збільшений угар масла і підвищену токсичність ОГ);

- Рівномірний по всіх циліндрах зниження оборотів двигуна при відключенні кожної форсунки або свічки запалювання;

- Відсутність сигналів про засміченості повітроочисника;

- Відсутність різкого запаху підгоряння фрикційних накладок;

- Відсутність коливань (тряски) двигуна, брязкоту облицювання, кабіни, оперення;

- Нормальні показання КВП на щитку приладів, сигналізаторів на повітряному і масляному фільтрах; відсутність аварійних сигналів;

- Тривалий обертання по інерції ротора РМЦ, ТКР після зупинки двигуна;

- Легкий хід машини по інерції при вимкненому передачі обумовлений нормальної регулюванням гальм, тиску в шинах, сходженням коліс, справністю силової передачі.

Обов'язкові роботи ТО, що зумовлюють надійну, економічну і екологічно чисту роботу машини:

- Періодичний злив відстою з паливного бака, фільтра-відстійника (60-100 годину), фільтра тонкого очищення палива (60-240 годину). Екстрений слив відстою при виникненні мутного палива;

- Періодична очистка повітреочищувача, паливних фільтрів. Після роботи в запилених умовах - позапланова очистка повітреочищувача або очистка по потреби за показаннями сигналізатора забрудненості;

- Періодична очистка реактивного відцентрового маслоочисника та інших олійних фільтрів (в силовій передачі, гідросистемі навісного механізму);

- Усунення причин виділяються стукотів механізму газорозподілу;

- Перевірка і при необхідності відновлення рівня моторного масла, масла в силовій передачі;
- Утеплення дизеля, в т. ч. при температурі нижче $+5^{\circ}\text{C}$, не чекаючи морозів, використання зимових сортів моторного масла і палива, що зменшує витрату палива на 200-300 кг на трактор за зиму; розігрів дизеля гарячою водою, гарячим маслом, утеплення радіатора, паливної апаратури економить тільки на кожному пуску дизеля взимку до двох літрів палива;
- Перевірка і регулювання натягу ременів вентилятора дизелів з повітряним охолодженням;
- Заправка машини паливом через заливний фільтр (воронку з сіткою);
- Зниження тиску в шинах трактора до нижнього діапазону перед роботою на полі і підвищення тиску перед транспортними роботами;
- Очистка машини від забруднень, рослин, хімікатів.

Вплив технічного стану дизельного двигуна на викид шкідливих речовин ВГ та зміни при цьому витрат палива у відсотках представлено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Вплив технічного стану двигуна на викид шкідливих речовин ВГ

Вид несправності	Зміна викидів, %				Зміна витрати палива, %
	CO	CH	NO _x	димність	
Порушення регулювання ПНВТ	+5...50	+5...25	-25...+25	+25...100	+5...25
Порушення кута випередження початку вприску 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

Продовження таблиці 2.4

Підвищений опору впуску повітря і впуску ВГ	+50...100	+50...10 0	-50	+100	+15
Підвищений опору руху	Збільшення до 20 %				+5...20

2.5 Методика визначення рівнянь викидів ВГ ДВЗ

Рівні викидів оксидів азоту NO_x пов'язані зі швидкісними і навантажувальними режимами роботи дизеля, так як вони визначають з одного боку час існування високих температур в циклі, при яких йде інтенсивне окислення азоту, а з іншого боку, в залежності від величини коефіцієнта надлишку повітря α , - надлишок вільного кисню для окислення азоту.

Характер зміни викидів NO_x по навантажувальним характеристикам, вплив частоти обертання колінчастого вала на рівні шкідливих викидів дизеля з наддувом до $P_k = 0,172$ МПа показано на рис. 2.1. При збільшенні частоти обертання відбувається зростання викидів не тільки NO_x , а й CH і CO [14].

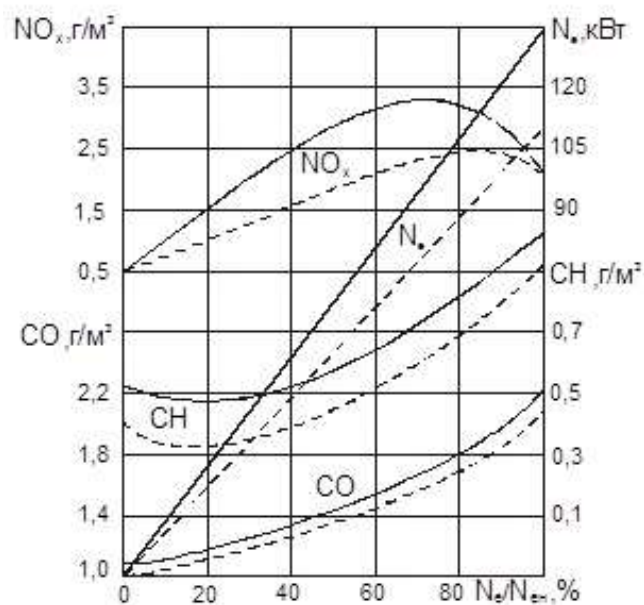


Рисунок. 2.1 - Характер зміни викидів NO_x з ВГ в залежності від режимів роботи дизелів: _____ - $n = 1800$ хв-1; - - - - $N = 1300$ хв-1.

Існування максимуму викидів NO_x по навантажувальній характеристиці в районі навантажень рівних $N_e / N_{en} = 60 \dots 80\%$ пов'язано з поєднанням високих значень температур полум'я в зонах горіння і високих значень коефіцієнта надлишку повітря $\alpha_{лок}$. При цих же навантаженнях спостерігаються кращі питомі витрати палива. Подальше підвищення потужності пов'язане з погіршенням умов сумішоутворення, падінням значень $\alpha_{лок}$ і супроводжується зниженням викидів NO_x . Відносне збільшення викидів по навантажувальній характеристиці залежить від типу сумішоутворення і частоти обертання колінчастого вала дизеля.

При збільшенні частоти обертання дизелі, як правило, мають більш високі рівні викидів шкідливих речовин. Це пояснюється тим, що на окислення продуктів неповного згоряння відводиться менше часу. Збільшення ж викидів NO_x пов'язано з ростом температур при збільшенні подачі палива і зростанням надлишку повітря при збільшенні тиску P_k наддувочного повітря

Автотракторної дизелі в експлуатації значну частину часу працюють на режимах малих і середніх навантажень. Так, тракторні дизелі сільськогосподарського призначення працюють при повному навантаженні $N_e / N_{en} = 100\%$ тільки 3% часу, при навантаженні а 82 ... 85% - тільки 2% часу, при навантаженні 70 ... 75% - до 5% часу, а при навантаженні 60 ... 67% - до 41% часу і решту часу при навантаженнях нижче 50%. Тому при оцінці питомих викидів NO_x необхідно враховувати відносний час експлуатації дизеля на окремих режимах.

Взявши за основу дані рис. 2.1 NO_x , CH і CO , в залежності від завантаження двигуна при $n = 1800$ оборотів, ввели дані в Excel, побудували графіки для кожного компонента окремо (рис. 2.2 – 2.4). В результаті апроксимування цих графіків, ми отримали формули, за допомогою яких можна розрахувати кількість відпрацьованих газів NO_x , CH і CO в залежності від кількості завантаження трактора.

CO						
№, завантаження %	0	20	40	60	80	100
Значення	1,1	1,2	1,35	1,57	1,8	2,2

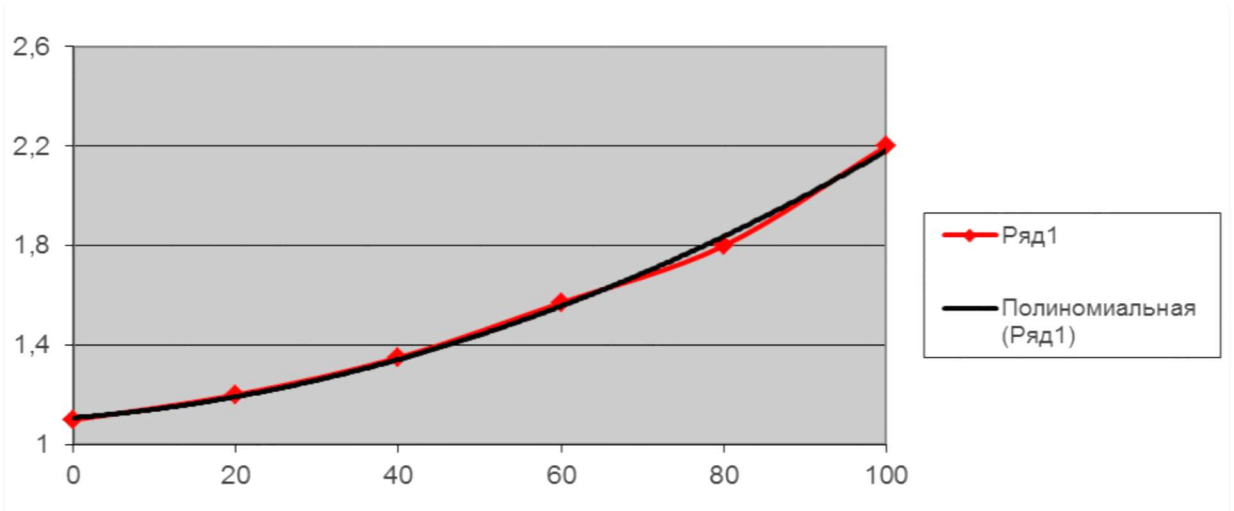


Рисунок 2.2 – Апроксимація викидів CO

$$y = 8 \cdot 10^{-5} \cdot x^2 + 0,0026 \cdot x + 1,1079 \quad (2.2)$$

CH						
№, завантаження %	0	20	40	60	80	100
Значення	0,523	0,47	0,515	0,64	0,81	1,02

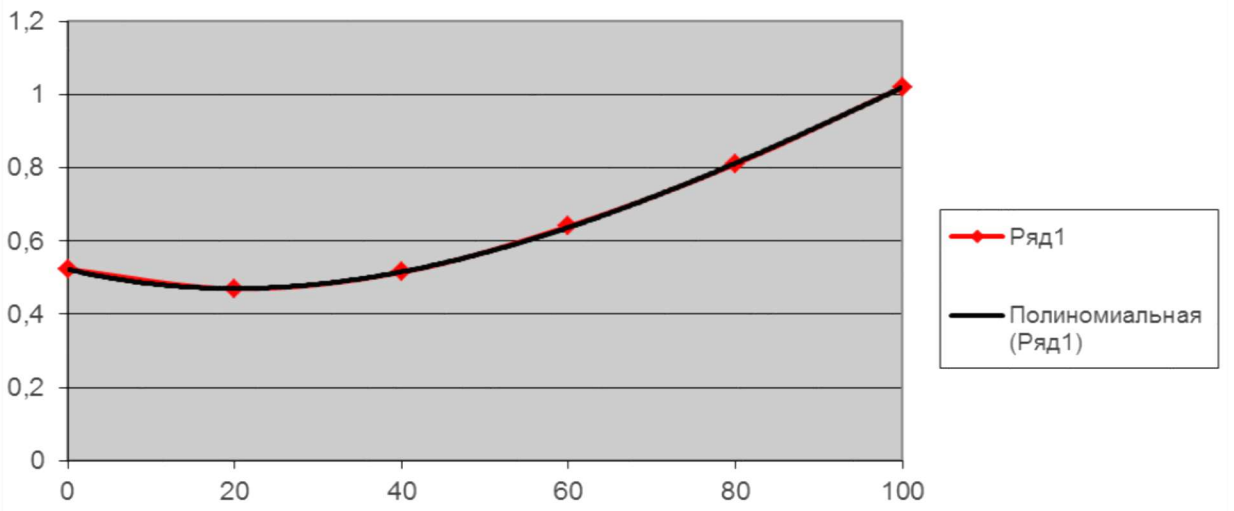


Рисунок 2.3 - Апроксимація викидів CH

$$y = -4,5717593 \cdot 10^{-7} \cdot x^3 + 1,4960317 \cdot 10^{-4} \cdot x^2 - 0,0054223 \cdot x + 0,5227222 \quad (2.3)$$

NO _x								
№,завантаження %	0	20	40	60	70	80	90	100
Значення	0,5	1,5	2,5	3,15	3,3	3,2	2,8	2,15

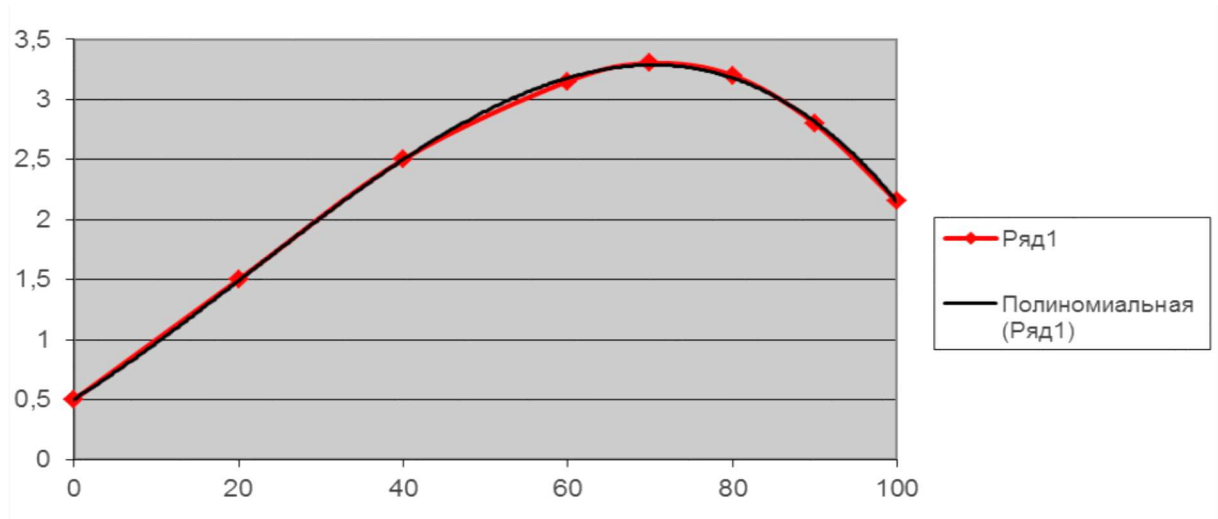


Рисунок 2.4 - Апроксимація викидів NO_x

$$y = -7,290392 \cdot 10^{-6} \cdot x^3 + 4,6338164 \cdot 10^{-4} \cdot x^2 + 0,0430257 \cdot x + 0,503476 \quad (2.4)$$

За допомогою отриманих рівнянь можливо визначити значення вмісту основних шкідливих речовин у вихлопних газах дизельного двигуна при будь-якому рівні його завантаженості.

2.6 Висновки по розділу

Запропоновано комплексний підхід до визначення узагальненого коефіцієнту екологічної безпеки роботи МТА, який дозволить оцінювати вплив МТА у вигляді відносного коефіцієнта погіршення суми екологічних параметрів агрегатів, віднесених до їх нормативних значень.

Оцінку узагальнений коефіцієнт екологічної безпеки можна здійснювати по п'яти категоріям екологічної безпеки тракторів та сільськогосподарської техніки.

При проектуванні МТА може виникнути необхідність визначити можливість впровадження нових технічних рішень використовуючи екологічну комплексну екологічної безпеки (ЕБ).

До основних забруднюючих та отруйних речовин, які підлягають найбільш суворому контролю, належать: чадний газ (СО), оксид азоту (NO_x), вуглеводні речовини (СН).

Наведено характер зміни викидів NO_x, СН і СО з ВГ в залежності від режимів роботи дизеля.

Тракторні дизелі сільськогосподарського призначення працюють при повному навантаженні $N_e / N_{ен} = 100\%$ тільки 3% часу, при навантаженні а 82 ... 85% - тільки 2% часу, при навантаженні 70 ... 75% - до 5% часу , а при навантаженні 60 ... 67% - до 41% часу і решту часу при навантаженнях нижче 50%.

В залежності від завантаження двигуна було побудовано графіки викидів NO_x, СН і СО. Після апроксимування цих графіків, отримали формули за допомогою яких можна розрахувати кількість відпрацьованих газів в залежності від кількості завантаження трактора.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПО ВПЛИВУ РЕЖИМУ РОБОТИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА НА ПОКАЗНИКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

3.1 Екологічні євро стандарти до шкідливих викидів ВГ з ДВЗ

У 90-ті роки екологи Європи забили тривогу. У містах старого світа різко підвищувався вміст шкідливих речовин, що викидаються автомобілями, яких ставало з кожним днем все більше. Жителі Європи ставали заручниками урбанізації та їх майбутні ставало все туманніше, як і повітря в містах. ООН була змушена діяти, і створило комісію для оцінки ситуації та пошуку виходу з проблеми. Підсумки оцінки, яку провела комісія, були не втішні: викиди вуглеводнів, оксиду азоту, вуглекислого газу і важких речовин погрожували привести до дуже сумних наслідків найближчим часом.

«Євро» – це екологічні стандарти, що регулюють вміст шкідливих речовин у вихлопних газах транспортних засобів з дизельними і бензиновими двигунами. Адже до складу автомобільних викидів входить понад 200 різних хімічних речовин (діоксид вуглецю, сірчистий газ, альдегіди, сажа, свинцеві сполуки), які потрапляють у навколишнє середовище. Деякі з них мають токсичну дію.

Розробка, організація виробництва і впровадження нового автомобільного палива завжди були результатом компромісу між автомобілістами та нафтопереробниками. Автомобілісти формулювали вимоги до експлуатаційних властивостей палива, виходячи з параметрів робочих процесів, розроблюваних двигунів, а нафтопереробники – намагалися співвіднести можливість задоволення цих вимог з технічними можливостями заводів, необхідністю забезпечення ефективності виробництва палива та повнотою використання вуглеводневої сировини. Для забезпечення нормальної експлуатації автомобільних двигунів бензини та дизельні палива повинні відповідати комплексу вимог, виходячи з їхнього призначення,

екологічної безпеки та зберігаємості. Екологічні вимоги до мобільного засобу і його двигуна є в даний час пріоритетними. Екологічна чистота вихлопу закладається в конструкцію двигуна і мобільного засобу в цілому ще при проектуванні. Далі в експлуатації характеристики токсичності повинні залишатися стабільними. Регулювання токсичності у двигунів сучасних автомобілів в більшості випадків або не потрібний або сильно обмежена. В той же час у двигунів автомобілів минулих років випуску, особливо з карбюраторами, токсичність вихлопу безпосередньо пов'язана з технічним станом системи живлення і запалення і їх регулюванням. Тому в даний час ремонт двигуна, який би складний він не був, не може вважатися кваліфікованим і якісним, якщо токсичність вихлопу двигуна після ремонту перевищує встановлені допустимі межі.

Донедавна в Україні діяла система «Євро-1», що обмежувала викиди шкідливих речовин в атмосферу від мобільного транспорту. Це значно посилює екологічну безпеку, хоча з часом кількість автотранспорту на шляхах держави збільшилася, і це потребувало введення більш жорстких норм. Перехід України на нові стандарти «Євро-2» здійснено з 1 січня 2006 р. згідно із Законом України «Про деякі питання ввезення на митну територію України транспортних засобів». Норми «Євро-2» посилюють вимоги до якості пального, що споживається мобільним засобом, і до вмісту шкідливих домішок у відпрацьованих газах. Згідно з чинним законодавством з 2010 р. усі мобільні засоби при першій реєстрації мають відповідати екологічним нормам «Євро-3», що дозволить зменшити викиди оксидів вуглецю удвічі та оксидів азоту – на 40%, а канцерогенних твердих сполук – на 50%. З 1 січня 2012 р. вимоги до транспортних засобів ще посилюються, і ввезені та вироблені в Україні транспортні засоби за кодами товарних позицій 8701 20, 8702, 8703, 8704, 8705 мають відповідати екологічним нормам не нижче рівня «Євро-4».

Наказом Державного комітету з технічного регулювання і споживчої політики (№ 244 від 3 жовтня 2007 р.) з 1 січня 2008 р. в Україні набули

чинності нові національні стандарти «Бензини для автомобілів підвищеної якості» й «Дизельне паливо підвищеної якості», що повністю відповідають вимогам «Євро-3» та «Євро-4». Цими стандартами регламентуються норми на паливо, а саме нормативне паливо містить у п'ять разів менше бензолу, що є сильним токсичним розчинником, удвічі меншу концентрацію фактичних смол, через що зношується двигун, та в п'ять разів менше сірки, яка викликає корозію металів. Але лише одиниці серед вітчизняних нафтопереробних заводів здатні випускати паливо відповідної якості, тому в основному воно імпортується.

З підписанням угоди з ЄС Україна взяла на себе зобов'язання, що з **1 січня 2016 року** в Україні буде заборонено використання палив, які не відповідають екологічним стандартам **Євро-5**.

Даний стандарт було введено в Європі в 2009 році, і він забороняє імпорт автомобілів, що були в користуванні більш як 5 років.

Євро-4 — екологічний стандарт, що регулює вміст шкідливих речовин у вихлопних газах автомобілів, введений в Євросоюзі в 2005 році.

Сертифікат Євро-4 підтверджує відповідність автомобіля чи будь-якого іншого транспортного засобу європейським екологічним стандартам, основним показником якого є рівень викиду в атмосферу шкідливих речовин — вуглекислого газу, оксидів азоту і вуглеводнів тощо (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Норми токсичності для великовагових дизельних двигунів, г/м³

Стандарт	Вміст у вихлопних газах, г/м ³		
	NO _x	СН	СО
Євро - 0	15,8	2,6	12,3
Євро - 1	8,0	1,1	4,45
Євро - 2	7,0	1,1	4
Євро - 3	5,0	0,66	2,1
Євро - 4	3,5	0,46	1,5
Євро - 5	2,0	0,46	1,5

3.2 Дослідження впливу режиму роботи дизельного двигуна на прикладі регуляторній характеристиці на показники екологічної безпеки

Забезпечення екологічної безпеки в сільськогосподарському виробництві набуває особливої актуальності у зв'язку з постійним розвитком агропромислового комплексу і, як наслідок, посиленням шкідливого впливу на навколишнє середовище. Надзвичайно сильний вплив на канцерогенну небезпеку відпрацьованих газів мобільних засобів надає технічний стан двигуна внутрішнього згорання.

Також, значно впливає на коефіцієнт екологічної безпеки мобільного енергетичного засобу кількісний та якісний склад продуктів згорання робочої паливо-повітряної суміші, який визначається особливостями процесів паливоподачі, сумішоутворення, випарування, горіння, стискання і розширення, та добре налагоджена організація робочого процесу. Кожен з компонентів відпрацьованих газів має свої особливості протікання фізичних та хімічних процесів утворення та розкладання. Знаючи склад ВГ, можна з високою ступеню ймовірності проаналізувати характер процесу горіння. В той же час, емісія СН характеризує величину зон гасіння полум'я і кількість палива взагалі не беручого участь у горінні, емісія СО - кількість, яка не повністю прореагувала в зв'язку нестачею кисню в зоні окислення, випуск NOx - обсяг зони продуктів згорання з високими температурами. При цьому слід враховувати не тільки абсолютні значення концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах, але і характер їх змін в залежності від режиму роботи або регулювання. Наприклад, зниження емісії NOx при підвищенні навантаження характеризує момент різкого поліпшення сумішоутворення, що приводить як до зниження температури в зоні горіння в зв'язку з інтенсифікацією процесу сажоутворення, так і до не достатку кисню в зоні продуктів згорання.

Як нами вже визначено раніше, до основних забруднюючих та отруйних речовин, які підлягають найбільш суворому контролю, належать: Чадний газ (CO); Оксид азоту (NO_x); Вуглеводні речовини (CH).

Для визначення кількості шкідливих речовин у навколишнє середовище, нами прийнято для аналізу один з найбільш розповсюджених на території півдня України трактор серії ХТЗ-170 з двигуном ЯМЗ-236М2.

Оцінку рівня викидів основних забруднюючих та отруйних речовин в ВГ можна визначити за допомогою регуляторної характеристики двигуна в залежності від режиму роботи цього двигуна. Для наочності потрібно побудувати регуляторну характеристику двигуна ЯМЗ-236М2. Відповідні необхідні для цього розрахункові параметри представлено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Параметри для побудови регуляторної характеристики

n_д / n_{дн}, об/хв	1,06	1,03	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
n_д, об/хв	2226	2163	2100	1890	1680	1470	1260	1050
N_e, кВт	0	60,75	121,5	124,74	116,75	105,4	91,7	76,25
M_к, Нм	0	276,2	552,5	630,3	663,70	685,3	695,3	693,5
G_т, кг/ч	6,38	13,8	21,26	21,06	19,41	17,63	15,73	13,67
g_e, г/кВт.ч	455	227,5	175,00	168,87	166,25	167,125	171,5	179,37

Оскільки нами в другому розділі за допомогою апроксимації було знайдено теоретичні залежності зміни кількості CO, NO_x та CH в залежності від завантаженості двигуна, то загальна кількість викидів представлена в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Залежність викидів дизельного двигуна від його потужності

Потужність, кВт	0	47,2	94,4	96,9	90,7	82,0	71,3	59,3
CO, г/м³	1,110	1,288	1,823	1,862	1,768	1,648	1,516	1,391
CH, г/м³	0,523	0,620	1,230	1,272	1,171	1,036	0,885	0,738
NO_x, г/м³	0,250	2,539	2,278	2,103	2,496	2,852	3,014	2,898

За допомогою ЕОМ та програми Excel можна представити регуляторну характеристику дизельного двигуна з зображеними графіками викидів CO, NOx та CH (рис. 3.1 - рис. 3.4).

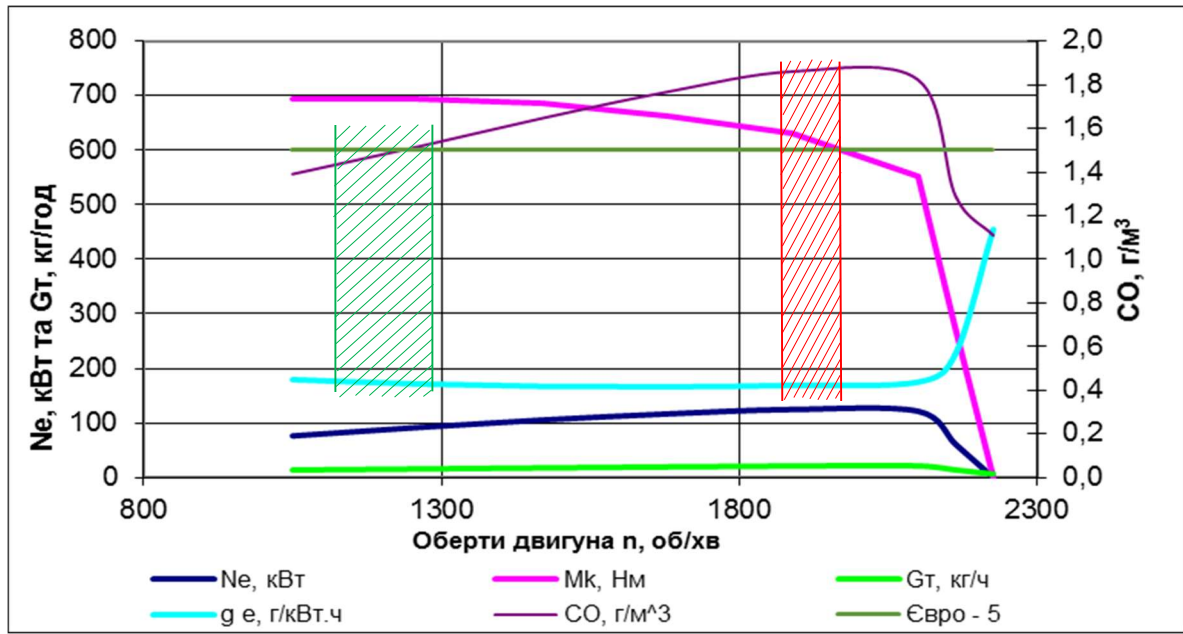




Рисунок 3.1 – Залежність викидів CO від режиму роботи двигуна:

-  - діапазон максимальної кількості викидів CO;
-  - діапазон допустимої кількості викидів CO по стандартам екологічної безпеки Євро – 5.

На рис. 3.1 відображена область, на якій показаний режим роботи двигуна: його потужність, кількість оборотів, витрата палива, який відповідає екологічному стандарту Євро - 5 для CO, також вказано діапазон максимальних викидів чадного газу. Отримали режим роботи двигуна трактора до 1250 об/хв, де його викиди чадного газу підходять під стандарт екологічної безпеки.

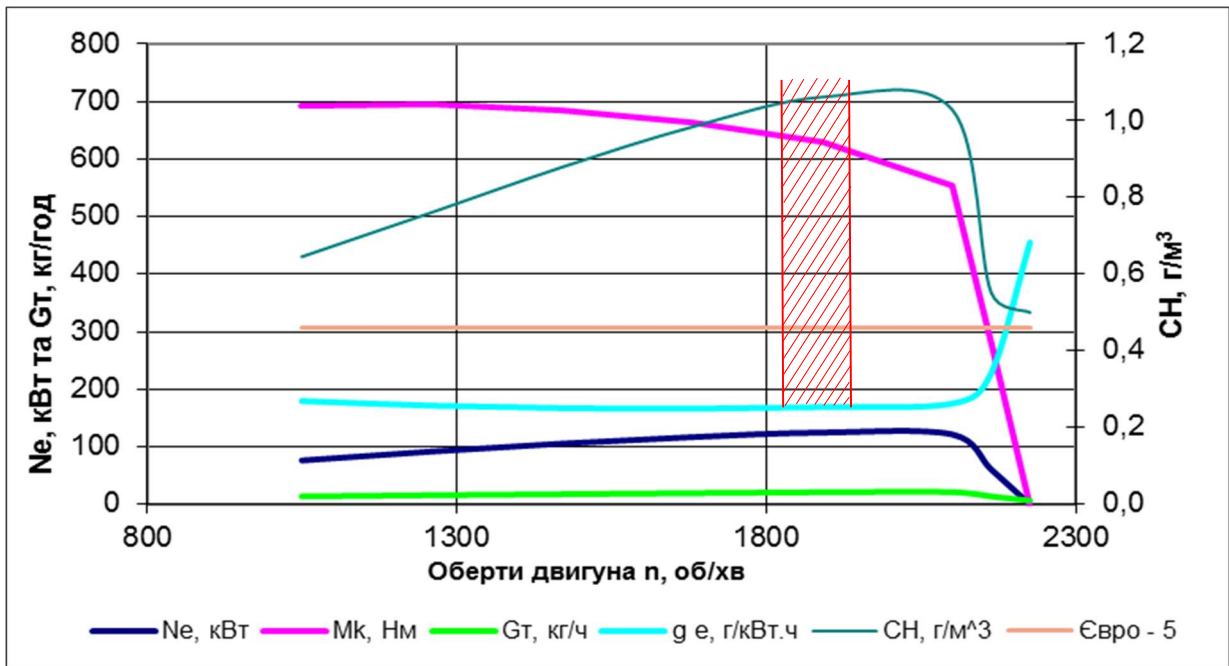


Рисунок 3.2 – Залежність викидів СН від режиму роботи двигуна:

▨ - діапазон максимальної кількості викидів СН.

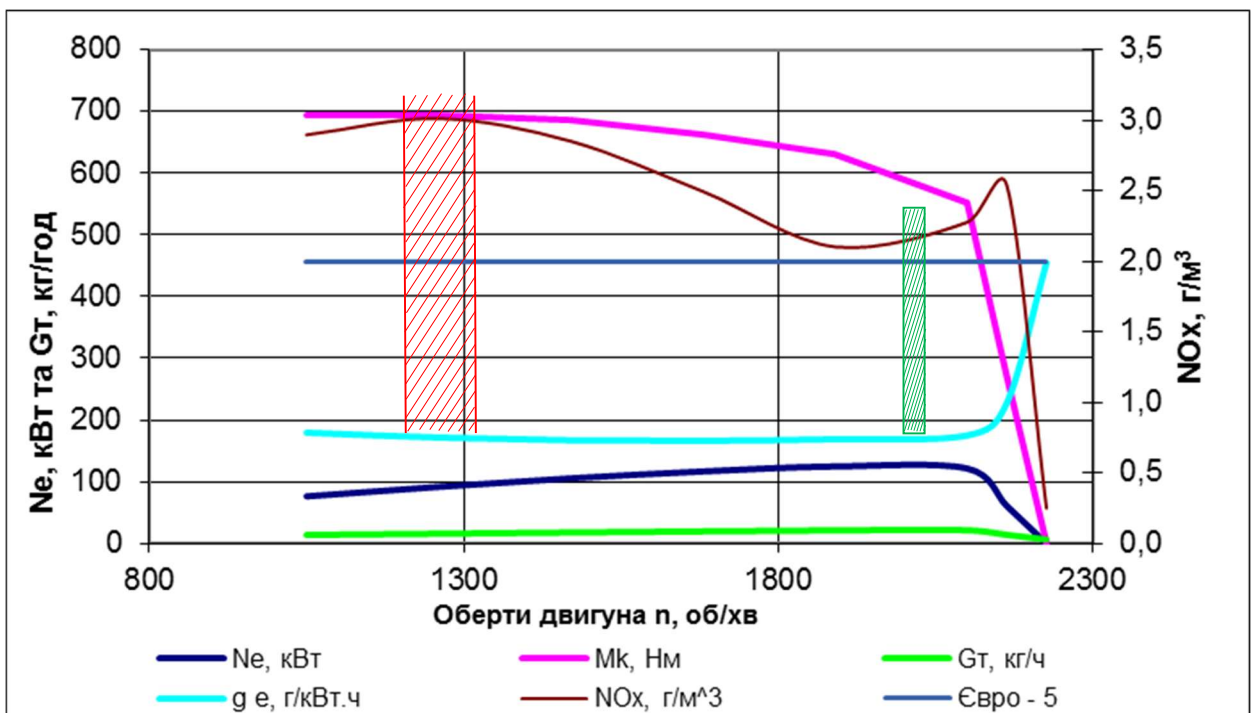


Рисунок 3.3 – Залежність викидів NOx від режиму роботи двигуна

▨ - діапазон максимальної кількості викидів;

▨ - діапазон допустимої кількості викидів NOx по стандартам екологічної безпеки Євро – 5.

На рис.3.2 - 3.3 ми бачимо, що стандарти Євро-5 СН та NOx досить високі, і ми не можемо їм відповідати на тих режимах роботи мобільних засобів, які є прийнятними для екологічної безпеки.

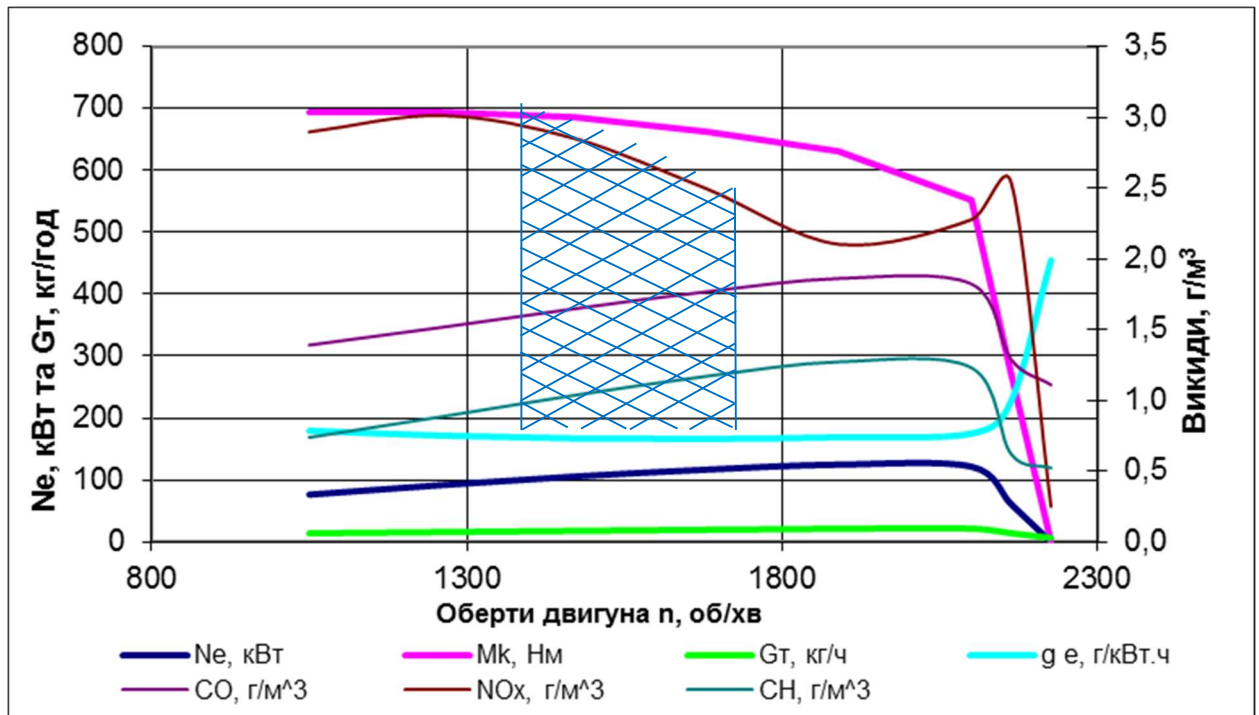



Рисунок 3.4 – Загальна залежність викидів CO, CH, NOx від режиму роботи двигуна

 - діапазон оптимальної роботи мобільного засобу з точки зору кількості викидів CO, CH, NOx.

На рис. 3.4 показана зона, яку ми приймаємо як оптимальну для роботи трактора з екологічної точки зору. Так як показники чадного газу та вуглеводних речовин починають зростати, при цьому трохи перевищуючи свої параметри, а показник оксиду азоту спадає, тим самим компенсуючи зростання інших компонентів відпрацьованих газів.

Звідси випливає, що прийнятним режимом роботи двигуна по кількості обертів можна вважати 1450-1850 об/хв, на середній потужності та середній завантаженості мобільного засобу, при цьому витрати палива не збільшуються на цьому режимі роботи.

3.3 Аналіз залежності викидів CO, CH, NO_x на тягову характеристику трактора

Основні показники трактора на передачах зазвичай представляють у вигляді тягової характеристики.

Тягова характеристика - комплекс залежностей тягової потужності, швидкості руху, витрати палива, частоти обертання валу двигуна і ін. характеристик тягової або транспортної машини від тягового зусилля. Тягова характеристика дозволяє оцінювати динамічні, економічні та ін. показники машин і визначається розрахунковим шляхом або при тягових випробуваннях. Вона залежить від потужності двигуна, типу рушія, ваги транспортної машини і від фізико-механічних властивостей поверхні, по якій відбувається рух. На основі характеристики також виробляють розрахунки щодо раціонального поєднання тягових машин з різними сільськогосподарськими і промисловими машинами-знаряддями.

Аналізуючи отримані графіки (рис.3.1 - рис.3.3) у світлі теперішнього впровадження нових норм на викиди шкідливих газів CO, NO_x та CH можемо бачити, що зі збільшенням завантаженості та обертів двигуна ЯМЗ-236М2 відбувається зростання викидів CO та CH, аж до номінального режиму роботи двигуна. Тим же часом вміст у вихлопних газах сполук NO_x, для тих же умов, зменшується до 1890 хв⁻¹, в такому режимі двигун може розвинути максимальну потужність 124,7 кВт (рис. 3.6), що складає 96,93% від номінального значення 128,7 кВт (рис. 3.5).

Оскільки використання трактора при визначеному оптимумі передбачає відповідне зменшення потужності двигуна, то це призведе до зміни тягових властивостей трактора. Для порівняння отриманих нових характеристик трактора з номінальним режимом роботи Ne, відповідно побудуємо тягову характеристику для номінальних та нових режимів роботи.

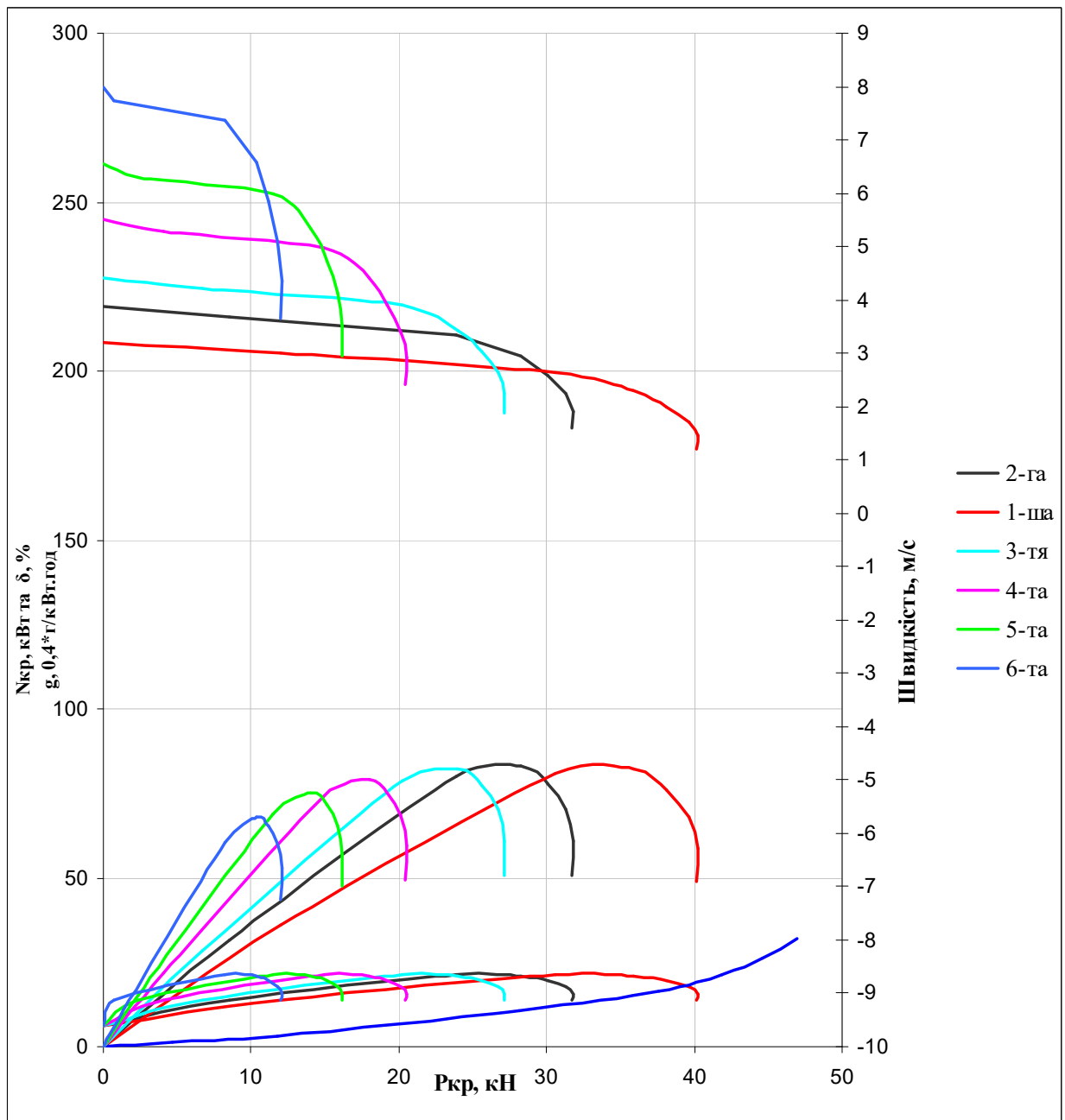


Рисунок 3.5 – Тягова характеристика двигуна при номінальній потужності
 $N_e = 128,7$ кВт.

Так як при обмеженні потужності двигуна зміняться також експлуатаційні показники трактора, то виникає доцільність порівняння їх при різних рівнях потужності, що розвивається двигуном.

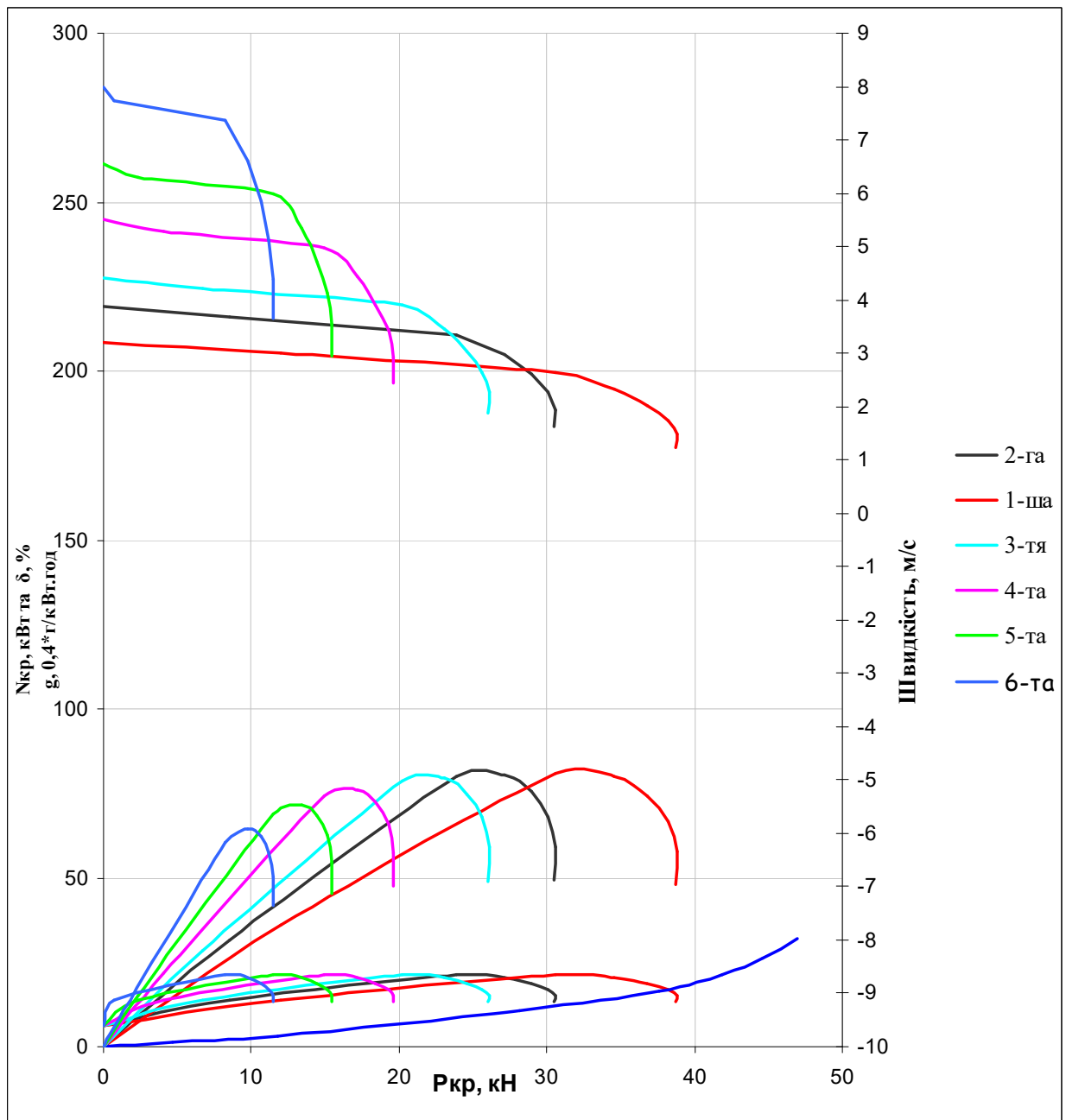


Рисунок 3.6 – Тягова характеристика двигуна при номінальній потужності
 $N_e = 124,7$ кВт.

Таким чином, виникає можливість істотного зменшення викидів найбільш значного по об'єму та масі елементу вихлопних газів NO_x , якщо обмежити оберти двигуна на рівні 90 % від номінального. Також відбудеться зменшення викидів CO та CH , оскільки при даному значенні їх об'ємна кількість не досягла свого максимального значення.

3.4 Висновки та пропозиції

Оцінку рівня викидів основних забруднюючих та отруйних речовин в ВГ можна визначити за допомогою регуляторної характеристики двигуна в залежності від режиму роботи цього двигуна.

Щоб відповідати стандарту Євро-5 режим роботи двигуна ЯМЗ-236М2 по викидам СО повинен не перевищувати 1250 об/хв.

Стандарти Євро-5 для викидів СН та NOx досить високі, тому двигун ЯМЗ-236М2 не можемо їм відповідати на любых режимах роботи мобільних засобів.

Оптимальний режим роботи двигуна трактора ХТЗ-170, з екологічної точки зору, прийнятий 1450-1850 об/хв. При цьому витрати палива не збільшуються на цьому режимі роботи.

Зі збільшенням завантаженості та обертів двигуна ЯМЗ-236М2 відбувається зростання викидів СО та СН, аж до номінального режиму роботи двигуна. Кількість у вихлопних газах сполук NOx, для тих же умов, зменшується до 1890 хв⁻¹. При таких обертах двигун може розвинути максимальну потужність 124,7 кВт, що складає 96,93% від номінального значення 128,7 кВт.

Зменшити викиди, найбільш значного по об'єму та масі елементу вихлопних газів NOx, можна якщо обмежити оберти двигуна на рівні 90 % від номінального. Викиди СО та СН при даному значенні обертів двигуна не досягла свого максимального значення.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Управління ОП на підприємстві

1. Основні принципи політики у сфері охорони праці.

Суб'єкт господарювання визначає і документально оформлює політику керівництва у сфері охорони праці. Формування політики здійснюється на основі комплексної оцінки рівня небезпеки виробничих об'єктів організації, яка проводиться шляхом виявлення всіх небезпечних і шкідливих виробничих факторів, характерних для кожного об'єкта, їх оцінки та аналізу можливих варіантів і зменшення ризику виникнення небезпечної ситуації. Політика у сфері охорони праці повинна бути документально оформлена, доведена до усіх працівників та підлягати періодичному розгляду та можливому корегуванню у зв'язку із змінами у виробничому процесі.

2. Планування та фінансування заходів з охорони праці.

Основні напрямки перспективного планування - складання комплексних планів поліпшення стану охорони праці, які повинні бути складовою частиною економічного і соціального розвитку організації:

- поточного (річного) плану заходів з охорони праці, що включаються до колективного договору;

- оперативних (квартального, місячного) планів по цехах, відділах та дільницях (рішення, накази, заходи з розслідування нещасних випадків, приписи органів державного нагляду за охороною праці тощо).

Суб'єкт господарювання забезпечує розробку, фінансування і реалізацію заходів, спрямованих на доведення умов та безпеки праці до вимог, викладених у колективному договорі, але не нижчих за нормативні.

3. Обов'язки та відповідальність.

Для ефективного функціонування СУОП необхідно визначити обов'язки, відповідальність та повноваження керівників служб та підрозділів а також працівників щодо охорони праці при розробці, впровадженні і удосконаленні СУОП. Обов'язки та повноваження персоналу, що керує, виконує та перевіряє різні види діяльності, які впливають на ризики виникнення небезпечних ситуацій, пов'язані з діяльністю організації, устаткуванням і робочими процесами, повинні бути визначені, задокументовані і доведені до відома працівників для сприяння управлінню в сфері охорони праці.

4.Управління документацією.

Використання законодавчих та інших нормативно-правових актів з охорони праці. У розділі визначаються особи, відповідальні за вчасне отримання, облік, актуалізацію і поширення законодавчих та інших нормативно-правових актів з охорони праці. Необхідно документально визначити порядок їх використання у виробничій діяльності і в нормативних актах організації. Управління внутрішніми нормативними актами. Внутрішні нормативні акти з охорони праці опрацьовуються в організації, затверджуються її керівником і спрямовуються на побудову чіткої системи управління охороною праці та створення безпечних і здорових умов праці, що регламентується Порядком опрацювання та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що чинні на підприємстві, затвердженим наказом Держнаглядохоронпраці України від 21.12.1993 № 132, зареєстрованим у Мін'юсті України 07.02.1994 за № 20/229.

5.Компетентність та підготовка.

Визначається коло працівників, які виконують важкі роботи, роботи зі шкідливими чи небезпечними умовами праці, а також такі, де є потреба у професійному доборі. Працівники цих категорій повинні проходити попередній (під час прийняття на роботу) та періодичні (протягом трудової діяльності) медичні огляди. - Навчання з питань охорони праці та система

інструктажів. Обов'язкові вимоги до проведення навчання з питань охорони праці викладено в статті 18 Закону України “Про охорону праці”, а також у Типовому положенні про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці. У Положенні про СУОП регламентується порядок дій, компетенція відповідальних осіб при організації і проведенні навчання, своєчасна актуалізація навчальних програм та інструкцій.

6. Моніторинг виконання та оцінка результативності.

Поточні перевірки, огляди окремих підрозділів і організації в цілому. Система контролю залежно від обсягів виробництва та чисельності працюючих може передбачати внутрішній аудит, оперативний контроль керівників робіт та інших посадових осіб, контроль з боку служби охорони праці, а також громадський контроль.

Для документування огляду організації доцільно скласти плани огляду, порядок проведення огляду, а також відповідні протоколи.

В організаціях, щодо яких це регламентовано нормативно-правовими актами з охорони праці, впроваджується 3-ступенева система контролю.

Для проведення незалежного (зовнішнього) аудиту охорони праці доцільно залучати сторонні компетентні організації.

7. Організація інформаційної роботи.

Має бути визначено, яким чином інформація про заходи з безпечного виконання робіт досягне конкретного працівника і як буде організовано ефективний зворотний зв'язок працівників з керівництвом для поліпшення стану охорони праці. Необхідно розробити процедури роботи зі зверненнями працівників і повідомлення про результати їх розгляду.

Наради і збори мають проводитись в усіх підрозділах організації. Ініціатива проведення нарад належить вищому керівництву та керівництву підрозділів, а зборів – профспілкам або уповноваженим найманими працівниками. На нарадах і зборах поширюється інформація щодо стану охорони праці, результатів ідентифікації ризиків виникнення небезпечних

ситуацій, обговорюються впроваджені заходи з охорони праці та такі, що плануються.

8. Організація робочого місця. Робочі місця мають відповідати вимогам чинних нормативно-правових актів з охорони праці, які розповсюджуються на діяльність організації.

Ефективним заходом для правильної організації робочих місць є атестація робочих місць за умовами праці, яка проводиться згідно з Порядком проведення атестації робочих місць за умовами праці, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України № 442 від 01.08.92.

9. Організація робочого часу.

Для забезпечення охорони здоров'я та безпеки працюючих необхідна відповідна організація режиму їх праці та відпочинку. Має бути регламентовано робочий час, час відпочинку, перерви, роботи у нічний час і позмінної роботи.

4.2 Організація навчання і перевірки знань з питань ОП

1. Працівники під час прийняття на роботу і в процесі роботи, а також учні, курсанти, слухачі та студенти під час трудового і професійного навчання проходять на підприємстві за рахунок роботодавця інструктажі, навчання та перевірку знань з питань охорони праці, надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також правил поведінки у разі виникнення аварії.

2. На підприємствах на основі Типового положення, з урахуванням специфіки виробництва та вимог нормативно-правових актів з охорони праці, розробляються і затверджуються відповідні положення підприємств про навчання з питань охорони праці, а також формуються плани-графіки проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці, з якими мають бути ознайомлені працівники.

3. Організацію навчання та перевірки знань з питань охорони праці працівників, у тому числі під час професійної підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації на підприємстві здійснюють працівники служби кадрів або інші спеціалісти, яким роботодавцем доручена організація цієї роботи.

4. Навчання з питань охорони праці в частині організації навчального процесу (матеріально-технічне забезпечення, формування навчальних груп, розробка навчально-тематичних планів і програм, форм навчальної документації та порядок їх ведення тощо) здійснюється відповідно до вимог чинного законодавства.

5. Навчання з питань охорони праці може проводитись як традиційними методами, так і з використанням сучасних видів навчання - модульного, дистанційного тощо, а також з використанням технічних засобів навчання: аудіовізуальних, комп'ютерних навчально-контрольних систем, комп'ютерних тренажерів.

6. Особи, яких приймають на роботу, пов'язану з підвищеною пожежною безпекою, повинні попередньо пройти спеціальне навчання (пожежно-технічний мінімум). Працівники, зайняті на роботах з підвищеною пожежною небезпекою, один раз на рік проходять перевірку знань відповідних нормативних актів з пожежної безпеки, а посадові особи до початку виконання своїх обов'язків і періодично (один раз на три роки) проходять навчання і перевірку знань з питань пожежної безпеки.

7. Особи, які суміщають професії, проходять навчання, інструктаж і перевірку знань з питань охорони праці як з їхніх основних професій, так і з професій за сумісництвом.

8. Перед перевіркою знань з питань охорони праці на підприємстві для працівників організується навчання: лекції, семінари та консультації.

9. Перевірка знань працівників з питань охорони праці проводиться за нормативно-правовими актами з охорони праці, додержання яких входить до їхніх функціональних обов'язків.

10. Перевірка знань працівників з питань охорони праці на підприємстві здійснюється комісією з перевірки знань з питань охорони праці (далі - комісія) підприємства, склад якої затверджується наказом керівника. Головою комісії призначається керівник підприємства або його заступник, до службових обов'язків яких входить організація роботи з охорони праці, а в разі потреби створення комісій в окремих структурних підрозділах їх очолюють керівник відповідного підрозділу чи його заступник.

До складу комісії підприємства входять спеціалісти служби охорони праці, представники юридичної, виробничих, технічних служб, представник профспілки або вповноважена найманими працівниками особа з питань охорони праці. До складу комісії підприємства можуть залучатися страхові експерти з охорони праці відповідного робочого органу виконавчої дирекції Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України та викладачі охорони праці, які проводили навчання.

Участь представника спеціально вповноваженого центрального органу виконавчої влади з нагляду за охороною праці або його територіального управління у складі комісії обов'язкова лише під час первинної перевірки знань з питань охорони праці в працівників, які залучаються до виконання робіт підвищеної небезпеки. Комісія вважається правочинною, якщо до її складу входять не менше трьох осіб.

11. Усі члени комісії у порядку, установленому Типовим положенням, повинні пройти навчання та перевірку знань з питань охорони праці.

12. Перелік питань для перевірки знань з охорони праці працівників, з урахуванням специфіки виробництва, складається членами комісії та затверджується роботодавцем.

13. Формою перевірки знань з питань охорони праці працівників є тестування, залік або іспит. Тестування проводиться комісією за допомогою технічних засобів (автоекзаменатори, модульні тести тощо), залік або іспит - за екзаменаційними білетами у вигляді усного або письмового опитування.

14. Результат перевірки знань з питань охорони праці з робіт з підвищеною небезпекою, а також там, де є потреба у професійному доборі, до виконання яких допускається працівник, оформлюється протоколом засідання комісії з перевірки знань з питань охорони праці

15. Працівникам, які проходять навчання і перевірку знань з питань охорони праці на своєму підприємстві, видача посвідчень є обов'язковою лише тим, хто виконує роботи підвищеної небезпеки.

16. При незадовільних результатах перевірки знань з питань охорони праці працівники протягом одного місяця повинні пройти повторне навчання і повторну перевірку знань.

17. Не допускаються до роботи працівники, у тому числі посадові особи, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з питань охорони праці.

18. Організаційне забезпечення роботи комісії (організація проведення перевірки знань з питань охорони праці, оформлення, облік і зберігання протоколів перевірки знань, оформлення і облік посвідчень про перевірку знань з питань охорони праці) покладається на суб'єкт господарювання, яким проводилось навчання з питань охорони праці. Термін зберігання протоколів перевірки знань з питань охорони праці не менше 5 років.

19. Відповідальність за організацію і здійснення інструктажів, навчання та перевірки знань працівників з питань охорони праці покладається на роботодавця.

20. Представники профспілок, уповноважені найманими працівниками особи як члени постійно діючих комісій з перевірки знань з питань охорони праці, проходять навчання з питань охорони праці відповідно до Типового

положення, а перевірку знань у порядку, визначеному відповідними громадськими організаціями за участю представника спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з нагляду за охороною праці.

21. Страхові експерти з охорони праці Фонду соціального страхування від нещасних випадків та професійних захворювань України як члени постійно діючих комісій з перевірки знань з питань охорони праці проходять навчання з питань охорони праці відповідно до Типового положення, а перевірку знань у порядку, визначеному правлінням Фонду, за участю представника спеціально вповноваженого центрального органу виконавчої влади з нагляду за охороною праці.

4.3 Порядок розслідування аварій та нещасних випадків

Розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на підприємствах проводиться власником або уповноваженим ним органом згідно ДНАОП 0.00-4.03-93.

4.4 Обов'язки, права і відповідальність за порушення правил ОП

Особи, винні у порушенні цих Правил, несуть дисциплінарну, адміністративну, матеріальну або кримінальну відповідальність згідно з чинним законодавством.

За безпечність конструкції, правильність вибору матеріалу, якість виготовлення, монтажу, налагодження, ремонту і технічного діагностування, а також відповідність об'єкта цим Правилам, відповідає підприємство, установа, організація (незалежно від форми власності та відомчої належності), що виконує відповідні роботи.

Керівники підприємств, установ і організацій та інші посадові особи

несуть персональну відповідальність за виконання вимог Правил у межах, покладених на них завдань та функціональних обов'язків згідно з чинним законодавством.

Власник підприємства, у разі необхідності, зобов'язаний надати транспорт для перевезення потерпілого при нещасному випадку.

Власник несе відповідальність за відшкодування шкоди здоров'я працівника в зв'язку з виконанням професійних обов'язків відповідно до «Правил відшкодування власником підприємства, установи і організації або уповноваженим ним органом шкоди, заподіяної працівникові ушкодженням здоров'я, пов'язаним з виконанням ним трудових обов'язків», затверджених Постановою Кабінету Міністрів України від 18.07.94 № 492 із змінами і доповненнями.

4.5 Загальні вимоги при організації праці [13]

1. Роботодавець повинен забезпечити безпечні і нешкідливі умови праці відповідно до Загальних вимог стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників, затверджених наказом МНС України від 25 січня 2012 року № 67, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 14 лютого 2012 року за № 226/20539.

2. Роботодавець зобов'язаний створити службу охорони праці відповідно до Типового положення про службу охорони праці, затвердженого наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці України від 15 листопада 2004 року № 255, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 1 грудня 2004 року за № 1526/10125.

3. Роботодавець зобов'язаний за власні кошти організувати проведення медичних оглядів працівників під час прийняття на роботу (попередній медичний огляд) та протягом трудової діяльності (періодичні медичні огляди) відповідно до вимог Порядку проведення медичних оглядів

працівників певних категорій, затвердженого наказом Міністерства охорони здоров'я України від 21 травня 2007 року № 246, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 23 липня 2007 року за № 846/14113.

4. Працівники повинні проходити навчання і перевірку знань з питань охорони праці відповідно до вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 26 січня 2005 року № 15, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 15 лютого 2005 року за № 231/10511.

5. Не допускається залучення жінок до робіт, визначених у Переліку важких робіт та робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці жінок, затвердженому наказом Міністерства охорони здоров'я України 29 грудня 1993 року № 256, зареєстрованому в Міністерстві юстиції України 30 березня 1994 року за № 51/260.

6. Забороняється залучення неповнолітніх до робіт, визначених у Переліку важких робіт і робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх, затвердженому наказом Міністерства охорони здоров'я України від 31 березня 1994 року № 46, зареєстрованому в Міністерстві юстиції України 28 липня 1994 року за № 176/385.

7. Підіймання та переміщення важких речей неповнолітніми необхідно здійснювати з дотриманням вимог Граничних норм підіймання і переміщення важких речей неповнолітніми, затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 22 березня 1996 року № 59, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 16 квітня 1996 року за № 183/1208.

8. Роботодавець повинен забезпечити безпечну та надійну експлуатацію виробничих будівель і споруд відповідно до Положення про

безпечну та надійну експлуатацію виробничих будівель і споруд, затвердженого наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України, Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 27 листопада 1997 року № 32/288, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 6 липня 1998 року за № 424/2864, затвердити у встановленому порядку проектну документацію.

9. Роботодавець повинен забезпечити стан пожежної безпеки відповідно до Правил пожежної безпеки в Україні, затверджених наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій від 19 жовтня 2004 року № 126, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 4 листопада 2004 року за № 1410/10009);

10. Роботодавець повинен одержати дозвіл на виконання робіт підвищеної небезпеки та на експлуатацію (застосування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки відповідно до Порядку видачі дозволів на виконання робіт підвищеної небезпеки та на експлуатацію (застосування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 26 жовтня 2011 року № 1107.

11. Роботодавець зобов'язаний опрацювати і затвердити нормативні акти про охорону праці, що діють на підприємстві, відповідно до Порядку опрацювання і затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві, затвердженого наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 21 грудня 1993 року № 132, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 7 лютого 1994 року за № 20/229.

12. Роботодавець зобов'язаний організувати проведення атестації робочих місць за умовами праці відповідно до Порядку проведення атестації робочих місць за умовами праці, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 1 серпня 1992 року № 442.

13. Роботодавець повинен організувати розслідування та вести облік

нешасних випадків, професійних захворювань і аварій відповідно до Порядку проведення розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 30 листопада 2011 року № 1232

14. Роботодавець повинен забезпечити проведення гігієнічної регламентації та державної реєстрації небезпечних факторів відповідно до вимог Положення про гігієнічну регламентацію та державну реєстрацію небезпечних факторів, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 13 червня 1995 року № 420, і Порядку оплати робіт із проведення гігієнічної регламентації та державної реєстрації небезпечних факторів, затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 13 червня 1995 року № 420.

15. Роботодавець повинен забезпечити проведення державної санітарно-гігієнічної експертизи технологій, продукції та сировини відповідно до вимог Порядку проведення державної санітарно-епідеміологічної експертизи, затвердженого наказом Міністерства охорони здоров'я від 9 жовтня 2000 року № 247, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 10 січня 2001 року за № 4/5195.

16. Роботодавець повинен забезпечити встановлення знаків безпеки для позначення небезпечних зон відповідно до ДСТУ ISO 6309:2007 «Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір» Технічного регламенту знаків безпеки і захисту здоров'я працівників, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 25 листопада 2009 року № 1262.

Ознайомтесь з дозволим маршрутом переїзду до місця роботи. Визначте небезпечні місця і відповідність габаритів агрегатованого знаряддя існуючим на маршруті перепонам. Переведіть знаряддя у транспортне положення з дотриманням вимог безпеки. Перевірте справність стоп-сигналів, показників поворотів трактора та відповідних пристроїв на агрегатованому знарядді.

Виїжджайте до місця проведення робіт після проходження перед рейсового медичного огляду, при наявності посвідчення і шляхового листа (наряду), підписаного відповідальним за проведення робіт. Під час переїзду до місця роботи і назад дотримуйтесь “Правил дорожнього руху України”. Перед початком руху подавайте сигнал і тільки після цього починайте рухатись. Не допускайте при перегоні трактора знаходження у кабіні сторонніх осіб і предметів. Вибирайте швидкість руху агрегату з урахуванням маси, габаритів і інерційного впливу агрегатованого знаряддя на поворотах, слизькій поверхні доріг, схилах тощо. На залізничних переїздах не зупиняйтесь, не вимикайте зчеплення, не перемикайте передачі. На залізничному переїзді при закритому положенні шлагбаума або миготливому сигналі світлофора зупиняйтесь на відстані 5 м від шлагбаума або світлофора. При їх відсутності – не ближче 10 м від ближньої рейки.

Ділянки шляху з крутими схилами й підйомами проїжджайте на першій чи другій передачі, не перемикаючи їх у цей час.

При буксуванні (сповзанні) агрегату на схилі загальмуйте трактор, вимкніть двигун, підкладіть під колеса гальмівні упори. Сповістить керівника робіт, дочекайтесь приходу іншого трактора і за його допомогою відбуксируйте агрегат на рівне місце. При зупинках не залишайте без нагляду трактор (агрегат) із працюючим двигуном, надійно загальмуйте, опустіть робочий орган (знаряддя).

Проїзд агрегату на ділянках полів та шляхів, над якими проходять лінії електропередач, дозволяється за умови дотримання відповідних відстаней від найвищої точки агрегату до найнижчого проводу залежно від напруги лінії електропередачі.

При осліпленні світлом зустрічного транспорту і втраті видимості негайно зменшити швидкість руху, з'їдьте на узбіччя або край дороги і зупиніть агрегат. При зупинці агрегату в дорозі на неосвітлених ділянках і шляхах умикайте підфарники або ближнє світло і габаритні ліхтарі.

Транспортування агрегатів, заправлених отрутохімікатами, по території населених пунктів та біля водоймищ забороняється.

4.6 Заходи безпеки при роботі на полях

Переконайтеся, що поле, виділене для обробітку ґрунту, очищене від зайвих предметів. Ями та канави загорнуті. Перешкоди, які не можна ліквідувати, відмічені віхами висотою 2 м біля ярів

Витримуйте відстань від зовнішніх країв коліс (гусениць) агрегату до початку схилу, канави, інших нерівностей не менше 1 м. Будьте обережними при переїздах по крутих схилах, ровах, глибоких вибоїнах, поворотах і особливо після дощу.

При виконанні робіт на схилах і в умовах гористої місцевості двері кабіни трактора з боку вершини схилу відкрийте і закріпіть в такому положенні.

В кабіні дозволяється знаходитися тільки одному трактористу, щоб при виникненні небезпеки він міг без перешкод покинути її.

Маневрування агрегату проводьте в межах відміченої поворотної смуги поля. Після закінчення маневрування, на початку прямолінійного руху агрегату, переведіть машину (робочі органи) в робоче положення. Забороняється робити круті повороти та маневрування агрегатом заднім ходом, якщо робочі органи заглиблені в ґрунт. Швидкість руху агрегату при поворотах знижуйте до 3–4 км/год.

4.7 Безпека виробничого процесу при роботі мобільних засобів

Перевірте наявність і справність гумових прокладок і замків на бокових щитах капоту двигуна. Впевніться у відсутності підтікання палива, мастил і охолоджуючої рідини, а також пропуску випускних газів у з'єднаннях

випускних і всмоктувальних патрубків з блоком двигуна. При виявленні попадання відпрацьованих газів в кабіну трактора негайно припиніть роботу. Не відпочивайте в кабіні трактора при працюючому двигуні.

Огляньте агрегат, звернувши увагу на справність і герметичність.

При роботі з машинами й апаратами не дозволяється:

- під час роботи механізмів проводити підтяжку болтів, сальників, ущільнень, хомутів, магістралей, ланцюгів тощо;
- відкривати люки й кришки бункерів і резервуарів.

Не починайте роботу, не упевнившись в надійності і правильності встановлення всіх захисних огорожень. Не усувайте несправності під час роботи і не дозволяйте робити це іншим працівникам агрегату, не торкайтесь відкритих рухомих частин. Не працюйте з відкритими кришками тукових ящиків. При обробі ґрунту з одночасним внесенням пестицидів, мінеральних добрив тощо до початку робіт вимагайте додаткового інструктування. Перевірте наявність та справність індивідуальних засобів захисту.

Дотримуйтесь вимог інструкцій з безпеки праці під час роботи з пестицидами та агрохімікатами. Не працюйте без засобів індивідуального захисту або з несправними засобами.

4.8 Травмування людини при усуненні несправностей та обслуговуванні агрегатів

При перевірці роботи гідравлічної системи та зачіпного пристрою не залишайте зачіпне знаряддя в піднятому стані та не здійснюйте усунення дефектів в гідросистемі при наявності в ній тиску. Управління гідравлічною системою проводьте тільки з сидіння трактора.

Не проводьте технічне обслуговування, заправку трактора на схилах, не ставте агрегат на стоянку з метою запуску двигуна накатом.

Сільськогосподарські знаряддя очищати тільки на зупиненому агрегаті, а машини з активними робочими органами – при виключеному ВВП. При намерзанні на робочих органах агрегату ґрунту і рослинних решток припиніть роботу і очистіть робочі органи. Не виконуйте ремонтні роботи на посудинах агрегованих машин, що знаходяться під тиском рідин чи газів.

Перед входом у кабінку очистіть взуття й сходинки від бруду.

Під час роботи агрегату сидіть тільки на спеціально обладнаних сидіннях, які передбачені конструкцією машини. Не стрибайте на землю з кабіни та інших місць трактора. Під час руху агрегату не зіскакуйте і не вискакуйте на нього, не висовуйтеся із кабіни трактора, не ставайте на підніжку для огляду робочих органів, не переходьте з однієї причіпної машини на іншу, не ремонтуйте (не регулюйте) робочі органи, не сидіть та не стійте на крилах трактора, причіпних сергах або рамах машин.

4.9 Вимоги пожежної безпеки

У польових умовах заправлення палива техніки повинно здійснюватися за межами поля (не ближче 30 м.) паливо заправником коли заглушені двигуни.

Радіатори двигунів, соломонабивачів, транспортерів, шнеки та інші вузли й деталі збиральних машин повинні своєчасно очищуватись від пилу, соломи та зерна.

Не дозволяється робота тракторів, самохідних шасі, автомобілів та іншої збиральної техніки без капотів або з відкритими капотами (для запобігання потраплянню соломи на випускний колектор двигуна); застосування паяльних ламп для випалювання радіаторів двигунів; заправлення збиральної техніки з хлібних масивах; заправлення машин у нічний час в польових умовах.

4.10 Організація робіт у надзвичайних ситуаціях

Найбільш реальним і руйнівним стихійним лихом для господарства є повені, що відбуваються в окремі роки через утворення могутніх паводків від поталих весняних вод.

При повені утворюється водяний шар висотою до 1 м, що руйнує житлові будинки і виробничі будівлі цілком або частково. При повені цілком губиться комунікативний зв'язок, що приводить до великої паніки. У результаті чого спостерігається великий матеріальний збиток.

Тим часом, збиток від повеней можна значно знизити, якщо бути готовим до цієї надзвичайної ситуації, знати закономірності її протікання і методи захисту і порятунку.

Небезпека виникнення повені, як правило, відоме заздалегідь від декількох діб до 10 годин мінімум. Тому за цей час можна виконати цілий комплекс організаційних, технічних, інженерних і інших робіт, у тому числі і провести морально-психологічну підготовку людей.

Система мір захисту від повені передбачає цілий комплекс робіт і дій, яких можна розділити на підготовчі й оперативні.

До підготовчих робіт відносяться будівля дамб, відвідних каналів, зміцнення будинків і споруджень, заготівля плавзасобів, організація радіозв'язку і засобів оперативного оповіщення. До оперативних робіт відносяться регулювання стоку вод, евакуація, одержання і поширення оперативної інформації.

При чеканні повені (по оцінці висоти сніжного покриву і швидкості танення снігів) необхідно проводити роботи зв'язані зі спуском поталих вод. Для цього провадиться від риття дамб, штучне розкриття льоду. Ці заходи не дозволяють накопичуватися великій воді. Якщо усе-таки велика вода утвориться, то необхідно приготуватися до повені: зміцнити додаткові будівлі,

стовпи ЛЕП, задріти приміщення, худобу пригнати в укриття.

При наповненні території водою робити постійну розвідку й оцінку стану дамб, каналів, укриттів, споруджень і інформувати населення. Ні в якому разі не допускається дезінформація і паніка повені. При повені легку техніку, а також устаткування доцільно прикріпити до важкого або до стійких будівель і могутніх дерев. З техніки необхідно зняти і надійно укрити акумуляторні батареї й інші агрегати електроустаткування, кабіни необхідно надійно закрити.

Після сходу води необхідно зробити інвентаризацію всіх об'єктів і засобів із указівкою технічного стану кожного засобу й обсяг необхідних робіт з відновлення. Об'єкти і засоби не можливі відновленню списуються.

5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ЗАСТОСУВАННЯ МТА З ПОКРАЩЕНИМИ ЕКОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

5.1 Визначення показників порівняльної економічної ефективності

5.1.1 Річний економічний ефект від експлуатації машини, з показниками екологічної безпеки, з урахуванням кількості та якості продукції (E_p) у гривнях визначаються за формулою:

$$E_p = (P_b - P_n) \cdot B_z + E_{я}, \quad (5.1)$$

де P_b, P_n – сукупні витрати на одиницю наробітку відповідно по базовій і машини, з показниками екологічної безпеки, грн./год;

B_z – річний обсяг наробітку машини, з показниками екологічної безпеки, в умовах певної природно-кліматичної зони, год;

$E_{я}$ – річний економічний ефект, отриманий за рахунок зміни екологічних показників, грн.

$$E_p = (500,96 - 493,13) \cdot 1392,9 + 9451 = 20359,16 \text{ грн.}$$

Зональний річний обсяг наробітку машини, яка відповідає екологічним стандартам (B_z) в одиницях наробітку на оранці визначають за формулою:

$$B_z = W_{ек} \cdot T_z, \quad (5.2)$$

де $W_{ек}$ – продуктивність машини, яка відповідає екологічним стандартам за 1 год експлуатаційного часу в умовах оранки, га/год.

T_z – зональне річне навантаження машини, год.

$$B_z = 1,07 \cdot 1300 = 1392,9 \text{ га}.$$

Річний економічний ефект, отриманий за рахунок зміни екологічних показників ($E_{я}$) у гривнях, визначається за формулою:

$$E_{я} = C_{ян} - C_{яб}, \quad (5.3)$$

де $C_{ян}, C_{яб}$ – вартість заходів на усунення екологічної шкоди у разі застосування відповідно машини, яка відповідає екологічним стандартам, та базової машини протягом року, грн.

$$E_{я} = 66859 - 57408 = 9451 \text{ грн.}$$

Вартість заходів на усунення екологічної шкоди, отриманої у разі застосування машини, яка відповідає екологічним стандартам, чи базової ($C_{я}$) у гривнях, визначають за формулою:

$$C_{я} = \sum_{j=1}^n C_j \cdot V_j, \quad (5.4)$$

де C_j – вартість послуг на усунення екологічної шкоди, грн.;

V_j – кількість викидів, одержаної у разі застосування машини, яка відповідає екологічним стандартам, чи базової машини, м³.

$$C_{ян} = 514,3 \cdot 130 = 66859 \text{ грн.}$$

$$C_{яб} = 441,6 \cdot 130 = 57408 \text{ грн.}$$

5.1.2 Річний прибуток (O) від експлуатації машини, із стандартами Євро-5, у гривнях визначають за формулою:

$$O = (I_{б} - I_{н}) \cdot B_3 + E_{я}, \quad (5.5)$$

де $I_{б}$, $I_{н}$ – прямі експлуатаційні витрати відповідно по базовій та машини, із стандартами Євро-5, на одиницю наробітку, грн./од. наробітку;

$$O = (435,62 - 428,81) \cdot 1392,9 + 9451 = 18936,36 \text{ грн.}$$

5.1.3 Термін окупності додаткових інвестиційних вкладень на машину із стандартами Євро-5 ($T_{окд}$) у роках визначають за формулою:

$$T_{окд} = \frac{K_{н}}{O}, \quad (5.6)$$

де $K_{н}$ – сумарні інвестиційні вкладення у машину, з стандартами Євро-5 на переобладнання паливної системи та турбіни, грн.

$$T_{окд} = 7200 / 18396,36 = 0,38 \text{ року}$$

5.1.4 Лімітну ціну машини, з стандартами екологічної безпеки ($C_{л}$) у гривнях визначають за формулою:

$$C_{л} = \left(\frac{E_p}{a_n + E_n} + B_n \right) \cdot \frac{1}{k_{б}} \cdot \delta, \quad (5.7)$$

де B_n – балансова вартість машини з стандартами екологічної безпеки (без ПДВ), грн.;

a_n – коефіцієнт відрахувань на амортизацію машини з стандартами екологічної безпеки;

k_{δ} – коефіцієнт перерахунку ціни придбання в балансову вартість машини;

$k_{\delta} = 1,1$ – для машин та устаткування, що не потребують монтажних робіт чи додаткового складання безпосередньо на місці експлуатації;

$k_{\delta} = 1,2$ – якщо потребують вище перелічені роботи;

δ – коефіцієнт гарантії споживачу економічного ефекту від використання машини з стандартами екологічної безпеки;

E_n – коефіцієнт ефективності інвестиційних вкладень.

Коефіцієнт гарантії споживачу економічного ефекту від використання нової машини приймають рівним 0,8. У випадку, коли машина, із стандартами екологічної безпеки, забезпечує вивільнення трудових ресурсів, заміну ручної праці, коефіцієнт гарантії можна прийняти (за узгодженням із споживачем) рівним 0,9..0,95.

$$Ц_n = (20359,16 / (0,53 + 0,15) + 8640) \cdot 1 / 1,2 \cdot 0,8 = 28058,14 \text{ грн.}$$

Балансову вартість машини (B_n) у гривнях визначають за формулою:

$$B_n = Ц_m \cdot k_{\delta}, \quad (5.8)$$

де $Ц_m$ – ціна машини із стандартами екологічної безпеки без податку на додану вартість, грн.

$$B_n = 7200 \cdot 1,2 = 8640 \text{ грн.}$$

Коефіцієнт ефективності капітальних вкладень (E_n) визначають за формулою:

$$E_n = C_{\delta} / 100, \quad (5.9)$$

де C_{δ} – ставка пільгового кредиту Національного банку України у відсотках.

$$E_n = 15 / 100 = 0,15$$

5.1.5 Річну економію затрат праці під час експлуатації мобільного засобу з стандартами екологічної безпеки (Z_{np}) у людино-годинах визначають за формулою:

$$Z_{np} = (Z_{nb} - Z_{nn}) \cdot B_z, \quad (5.10)$$

де Z_{nb} , Z_{nn} – затрати праці відповідно по базовій і по машині із екологічними стандартами на одиницю наробітку, люд.-год / га.

$$Z_{np} = (1,09 - 1,07) \cdot 1392,9 = 23,62 \text{ люд.-год}$$

5.1.6 Річну економію ресурсів під час експлуатації машині із екологічними стандартами (Z_{pp}) в натуральних одиницях визначають за формулою:

$$Z_{pp} = (Z_{pb} - Z_{pn}) \cdot B_z, \quad (5.11)$$

де Z_{pb} , Z_{pn} – затрати ресурсів відповідно базовою та машині із екологічними стандартами на одиницю наробітку, натуральних одиниць / га.

$$Z_{pp} = (20,2 - 19,19) \cdot 1392,9 = 1406,8 \text{ кг.}$$

5.1.7 Ступінь зміни витрат праці під час експлуатації мобільного засобу із стандартами Євро 5 порівняно з базовою (C) у відсотках визначають за формулою:

$$C = \frac{Z_{nb} - Z_{nn}}{Z_{nb}} \cdot 100, \quad (5.12)$$

де Z_{nb} , Z_{nn} – річні затрати праці, люд.-год.

$$C = \frac{1,09 - 1,07}{1,09} \cdot 100 = 1,56\%$$

5.2 Визначення економічних показників

5.2.1 Сукупні витрати (Π) у гривнях на одиницю наробітку визначають за формулою:

$$П = И + К \cdot E_n, \quad (5.13)$$

де $И$ – прямі експлуатаційні витрати, грн./га;

$К$ – питомі інвестиційні вкладення, грн./га.

$$П = 428,81 + 7200 \cdot 0,15 = 429,59 \text{ грн./га.}$$

5.2.2 Прямі експлуатаційні витрати ($И$) у гривнях на одиницю наробітку визначають за формулою:

$$И = З + Г + А + Ф + М, \quad (5.14)$$

де $З$ – затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн./га;

$Г$ – затрати на паливно-мастильні матеріали та електроенергію, грн./га;

$Р$ – затрати на технічне обслуговування, поточне та капітальне ремонтування, грн./га;

$А$ – затрати на амортизацію, грн./га;

$Ф$ – затрати на допоміжні матеріали, грн./га;

$М$ – затрати на зберігання, страхування та монтування, грн./га.

$$И = З + Г + Р + А = 25,54 + 364,61 + 1,39 + 0,15 = 391,7 \text{ грн./га.}$$

Затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу ($З$) у гривнях на одиницю наробітку визначають за формулою:

$$З = \frac{\sum_{i=1}^n L_i \cdot t_i \cdot r_i \cdot k_{\text{д}} \cdot n_i}{W_{\text{зм}}}, \quad (5.15)$$

де L_i – кількість i -ої категорії виробничого персоналу, зайнятого для виконання основного технологічного процесу, технічного обслуговування та ремонтування машини (визначаються за даними випробувань), люд;

t_i – тривалість зайнятості i -го виробничого персоналу, год;

r_i – погодинна тарифна ставка оплати праці на i -му виді робіт, грн./люд.год.;

k_d – коефіцієнт, що враховує доплати до годинної ставки за продукцію, класність, стаж роботи тощо;

n_i – коефіцієнт нарахувань на заробітну плату (пенсійний фонд, соціальне страхування, фонд сприяння зайнятості);

W_{cm} – продуктивність машини за годину змінного часу, од. наробітку/год.

$$З = \frac{1 \cdot 7 \cdot 15 \cdot 1,2 \cdot 1,52}{7,5} = 25,54 \text{ грн / га}$$

Затрати коштів на паливно-мастильні матеріали (Γ) у гривнях на одиницю наробітку визначають за формулою:

$$\Gamma = q \cdot k_n \cdot Ц_n, \quad (5.16)$$

де q – питомі витрати палива, кг / га;

$Ц_n$ – ціна одного кілограма палива грн./кг;

k_n – коефіцієнт, що враховує вартість мастильних матеріалів.

$$\Gamma = 19,19 \cdot 1 \cdot 20 = 383,8 \text{ грн/га}$$

Затрати на капітальне, поточне ремонтування та технічне обслуговування (P) у гривнях на одиницю наробітку визначають за формулою:

$$P = \frac{B \cdot (r_T + r_K)}{W_{ек} \cdot T_n}, \quad (5.17)$$

де r_T – коефіцієнт відрахувань на поточний ремонт та технічне обслуговування;

r_K – коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт;

T_n – нормативне річне завантаження, год.

$$P = \frac{7200 \cdot (0,10 + 0,17)}{1,07 \cdot 1392,9} = 1,39 \text{ грн / га}$$

Затрати на амортизацію машини (A) у гривнях на одиницю наробітку визначають за формулою:

$$A = \frac{B \cdot a}{W_{зм} \cdot T_3}, \quad (5.18)$$

де a – коефіцієнт відрахувань на амортизацію машини. Визначають за допомогою прямолінійного методу нарахування амортизації, тобто

$$a = 1 / n = 1/5 = 0,2 \quad (5.19)$$

де n – термін служби в роках.

$$A = \frac{7200 \cdot 0,2}{7,5 \cdot 1392,9} = 0,15 \text{ грн / га}$$

Таблиця 5.1 - Показники порівняльної економічної ефективності мобільного засобу з стандартами екологічної безпеки

Показник	Значення показника
1. Річна економія затрат праці, люд.-год.	23,62
2. Річна економія ресурсів, натуральних одиниць	1406,8
3. Річний економічний ефект від експлуатації модернізованої машини, грн.	20359,16
4. Річний економічний ефект, одержаний за рахунок зміни екологічних показників, грн.	9451
5. Річний прибуток, грн.	19396,36
6. Термін окупності додаткових інвестиційних вкладень, роки	0,38
7. Максимальна раціональна вартість переобладнання машини ціна, грн.	28058,14
8. Вартість послуг по забезпеченню екологічних показників, грн.	7200

5.3 Висновки по розділу

Економічний ефект роботи розраховувався виходячи з аналізу результатів роботи двигуна енергетичного засобу після переобладнання його з метою зниження викидів шкідливих вихлопних газів, при цьому зниження потужності складає лише 3% на фоні зниження на 5% питомої витрати палива на одиницю роботи. Розрахунок економічної ефективності показав, що при використанні МТА згідно мінімальних викидів ВГ ДВЗ, річний економічний ефект від експлуатації модернізованої машини з екологічними показниками складає 20359,16 грн., річний економічний ефект, одержаний за рахунок зміни екологічних показників - 9451 грн.

ВИСНОВКИ

1. Запропоновано комплексний підхід до визначення узагальненого коефіцієнту екологічної безпеки ($УК_{еб}$) роботи МТА, який дозволить оцінювати вплив МТА у вигляді відносного коефіцієнта погіршення суми екологічних параметрів агрегатів, віднесених до їх нормативних значень.

2. Оцінку узагальнений коефіцієнт екологічної безпеки ($УК_{еб}$) можна здійснювати по п'яти категоріям екологічної безпеки тракторів та сільськогосподарської техніки.

3. До основних забруднюючих та отруйних речовин, які підлягають найбільш суворому контролю, належать: чадний газ (СО), оксид азоту (NO_x), вуглеводні речовини (СН).

4. Наведено характер зміни викидів NO_x, СН і СО з ВГ в залежності від режимів роботи дизеля, також, в залежності від завантаження двигуна було побудовано графіки цих викидів.

5. Тракторні дизелі сільськогосподарського призначення працюють при повному навантаженні $N_e / N_{ен} = 100\%$ тільки 3% часу, при навантаженні а 82 ... 85% - тільки 2% часу, при навантаженні 70 ... 75% - до 5% часу, а при навантаженні 60 ... 67% - до 41% часу і решту часу при навантаженнях нижче 50%.

6. Оцінку рівня викидів основних забруднюючих та отруйних речовин у відпрацьованих газах можна визначити за допомогою регуляторної характеристики двигуна в залежності від режиму роботи цього двигуна.

7. Щоб відповідати стандарту Євро-5 режим роботи двигуна ЯМЗ-236М2 по викидам СО повинен не перевищувати 1250 об/хв.

8. Оптимальний режим роботи двигуна трактора ХТЗ-170, з екологічної точки зору, прийнятий 1450-1850 об/хв. При цьому витрати палива не збільшуються на цьому режимі роботи.

9. Зі збільшенням завантаженості та обертів двигуна ЯМЗ-236М2

відбувається зростання викидів CO та CH, аж до номінального режиму роботи. Кількість в вихлопних газах сполук NOx, для тих же умов, зменшується до 1890 хв⁻¹. При таких обертах двигун може розвинути максимальну потужність 124,7 кВт, що складає 96,93% від номінального значення 128,7 кВт.

10. Зменшити викиди, найбільш значного по об'єму та масі елементу вихлопних газів NOx можна, якщо обмежити оберти двигуна на рівні 90 % від номінального. Викиди CO та CH при даному значенні обертів двигуна не досягли свого максимального значення.

11. Розрахунок економічної ефективності показав, що при використанні МТА згідно мінімальних викидів ВГ ДВЗ, річний економічний ефект від експлуатації модернізованої машини з екологічними показниками складає 20359,16 грн., річний економічний ефект, одержаний за рахунок зміни екологічних показників - 9451 грн.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Екологія та ресурсозбереження на автомобільному транспорті: навчальний посібник / В.П. Кужель, С.М. Севостьянов. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 105 с.
2. Костин, А. К. Работа дизелей в условиях эксплуатации [Текст] / А. К. Костин, Б. П. Пугачев, Ю. Ю. Кочинев. - Л.: Машиностроение, 1981. - 284 с.
3. Рачкин, В. А. Улучшение технико-эксплуатационных показателей тракторных дизелей применением комбинированной системы топливоподачи [Текст] : Дис ... канд. техн. наук / В. А. Рачкин. - Пенза, 2005. - 190 с.
4. Марков, В. А. Характеристики топливоподачи транспортных дизелей [Текст] / В.А. Марков, В.Г. Кислов, В.А. Хватов. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1997.-160 с.
5. Марков, В. А. Характеристики топливоподачи транспортных дизелей [Текст] / В.А. Марков, В.Г. Кислов, В.А. Хватов. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1997.-160 с.
6. Бібліотека і доступність інформації у сучасному світі: електронні ресурси в науці, культурі та освіті: [<http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z2075-12>].
7. Міністерство Інфраструктури України наказ 26.11.2012 № 710 “Про затвердження Вимог до перевірки конструкції та технічного стану колісного транспортного засобу, методів такої перевірки”.
8. Карапетян М.А. Повышение эффективности технологических процессов путем уменьшения уплотнения почв ходовыми системами сельскохозяйственных тракторов. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук., М.: ФГОУ ВПО МГУП., 2010

9. Ксенович И.П. О стабилизации параметров экологической безопасности тракторов / И.П. Ксенович, А.Я. Поляк, В.Г. Швецов // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2007. - №3 – с.16-19.

10. Мітков В.Б. Розробка науково-методологічних основ комплексної оцінки впливу машинно-тракторних агрегатів на стан забруднення навколишнього середовища // Екологічні науки 6, Київ, 2016, № 12-13. С. 122-127.

11. Гайко С.Н. Совершенствование процесса механизированной обработки почвы способом копания. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук., Зерно град: 2001.

12. Мітков В.Б Вплив та екологічна оцінка рівня шкідливих речовин відпрацьованих газів дизельних двигунів в залежності від режимів роботи МТА / В.Б. Мітков, В.П. Кувачов, Є.І. Ігнат'єв // Вестник УО МААО. – Мелітополь: ТДАТУ, Випуск 4. 2016.с. с.78-88.

13. Бібліотека і доступність інформації у сучасному світі: електронні ресурси в науці, культурі та освіті: [<http://studyes.com.ua/instruktsii-po-technike-bezopasnosti/nstrukts-ya-z-techn-ki-bezpeki-ochoroni-prats-pri-provedenn-navchalno-praktiki-z-to-remontu-mashin.html>].

14. Мітков В.Б. Методика визначення оцінки рівня екологічної безпеки сільськогосподарських агрегатів / В.Б. Мітков, В.П. Кувачов // Тези доповідей II Міжвузівського семінару викладачів «Наукові аспекти організації та проведення навчальних практик для студентів екологів дисциплін фахового спрямування». – Мелітополь: ТДАТУ, 2016. – С. 14-17.

15. Ткачук К.Н. Основи охорони праці / К.Н. Ткачук та ін. – К.: Основа, 2006.

16. Рогач Ю.П. Пожежна безпека. / Ю.П. Рогач — Симферополь: Таврія-Плюс, 2001. – 123с.

17. Стрельников В.А. Повышение экологической безопасности автотранспортных дизелей путем разработки и совершенствования методов и

технических средств очистки отработавших газов. Диссертация на соискание ученой системы доктора технических наук. Саратов: СГАУ, 2004.

18. 1. Научная электронная библиотека eLibrary.ru [Электронный ресурс] / ООО "РУНЭБ", Санкт-Петербургский государственный университет. – М., 2010. – URL: www.eLibrary.ru.

19. 2. Электронно-библиотечная система "Айбукс" ibooks.ru [Электронный ресурс]/ЗАО "Айбукс", «Питер» и «БХВ-Петербург» в тесном сотрудничестве с Ассоциацией региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН), 2010. – URL: www.ibooks.ru

20. 3. Универсальные базы данных EastView [Электронный ресурс] : информационный ресурс / EastView . - М. : [б. и.], 2012. - Загл. с титул.экрана. - Б. ц. URL: www.ebiblioteka.ru

21. 4. Avtomash.ru [Электронный ресурс] : сайт / ЗАО "АвтоМаш" ; ОАО "СМК-инвест". - М. : [б. и.], 2003. - Загл. с титул.экрана. - Б. ц. URL: <http://www.avtomash.ru>

22. 5. Фермер.ру [Электронный ресурс] : фермерский портал / Е.Л. Воложанина. - М. : [б. и.], 2008. - Загл. с титул.экрана. URL: <http://fermer.ru>

23. Пріоритетні напрями розвитку технічного забезпечення сільськогосподарського виробництва. / С.М. Рижук // Економіка АПК. - №2. - 2001. -С.37-41.

24. Практическое руководство для сельскохозяйственных предприятий по охране окружающей среды /В.Н. Афанасьев, П.А. Суханов, А.В. Афанасьев, Д.А. Максимов, А.Ю. Перцович. /Под ред. В.Н. Афанасьева. - СПб.: СЗНИИМЭСХ, 2005. – 272 с.

25. Тракторы и автомобили: Учебник для студентов вузов обучающихся по специальности «Автомобиле- и тракторостроение»/ В.М. Шарипов, М.К. Бирюков, Ю.В. Дементьев и др.; Под общ. ред. В.М. Шарипова. – М.: Издательский дом «Спектр», 2010. – 351 с.

26. Кузьмин М.В. Нетрадиционные рабочие органы для технико-технологической модернизации сельскохозяйственного производства: дис... д-ра техн. наук: 05.20.01 / М. В. Кузьмин. М.: РГАЗУ, 2009.

27. Гмошинский В.Г. Инженерное прогнозирование / В.Г. Гмошинский.– М.: Энергоиздат, 1982

28. Кузьмин М.В. Управление самостоятельной работой студентов-заочников в межсессионный период (учебно-методическое пособие)/М.В.Кузьмин, Л.Ю. Киселёв, А. Н. Батищев, О.А. Михайленко, А.В. Закабунин.М: Изд. РГАЗУ, 2004

29. Кузьмин М.В. Прогностический критерий возможности промышленного освоения технических решений / М. В. Кузьмин // РГАЗУ – агропромышленному комплексу (сборник научных трудов). М.: РГАЗУ, 1998. – с.183 – 184.

30. Канило П.М. Автотранспорт. Топливо-экологические проблемы и перспективы: монография / П.М. Канило. – Х.:ХНАДУ, 2013. – 272 с.

31. Канило П.М. Эколого-химические показатели автомобильных ДВС с учетом канцерогенности отработавших газов /П.М. Канило, М.В. Шадрина // Двигатели внутреннего сгорания: сб. науч. тр. –2006. – № 2. – С. 154–159.

32. Канило П.М. Интегральные эколого-химические показатели автомобилей с поршневыми двигателями / П.М. Канило, М.В. Сарапина // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2007. –Вып. 20. – С. 68–74.

33. Лукачев С.В. Образование и выгорание бенз(а)пирена при сжигании углеводородных топлив / С.В. Лукачев, С.Г. Матвеев, А.А. Горбатко. – М.: Машиностроение, 1999. – 152 с.

34. Матвеева Н.А. Гигиена и экология человека / Н.А. Матвеева, А.В. Леонов, М.П. Грачева и др. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 304 с.

35. Канило П.М. Проблемы загрязнения атмосферы городов канцерогенно-мутагенными супертоксикантами / П.М. Канило, В.В. Соловей, К.В. Костенко // Вестник ХНАДУ: сб. науч. тр. – 2011. – Вып. 52. – С. 47–53.

36. Канило П.М. Минимизация канцерогенной опасности энергоустановок / П.М. Канило, А.Л. Шубенко // Пробл. машиностроения: сб. науч. тр. – 2011. – Т. 14, № 4. – С. 73–80.

37. Канило П.М. Эколого-химические показатели автомобильных ДВС с учетом канцерогенности отработавших газов / П.М. Канило, М.В. Шадрина // Двигатели внутреннего сгорания: сб. науч. тр. – 2006. – № 2. – С. 154–159.

38. Канило П.М. Пути улучшения экологических показателей автомобилей при использовании высокоароматизированных нефтяных топлив / П.М. Канило, К.В. Костенко, М.В. Сарапина // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2008. – Вып. 22. – С. 31–37.

39. Канило П.М. Анализ эффективности использования альтернативных топлив на автотранспорте / П.М. Канило, К.В. Костенко // Проблемы машиностроения: сб. науч. тр. – 2011. – Т. 14, № 1. – С. 69–73.

40. Канило П.М. Природный газ – наиболее эффективный заменитель нефтяных топлив на автотранспорте / П.М. Канило, Ф.И. Абрамчук, А.П. Марченко, И.В. Парсаданов // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2008. – Вып. 22. – С. 86–92.

41. Канило П.М. Будущее автотранспорта – альтернативные топлива и канцерогенная безопасность / П.М. Канило, М.В. Сарапина // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2013. – Вып. 31. – С. 40–49.

42. Канило П.М. Перспективы становления водородной энергетики и транспорта / П.М. Канило, К.В. Костенко // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2008. – Вып. 23. – С. 107–113.

43. Суркин В.И. Курс лекций «рабочие процессы и основы расчета тепловых двигателей строительно-дорожных машин». /УФ МАДИ – Челябинск, 2003 / 220 с.

44. Калининченко П.А. Охрана окружающей среды в деятельности Европейского сообщества (международно-правовой аспект). Дисс. ... канд. юрид. наук. - М., 2001. - С. 44

45. Лиханов, В. А. Снижение токсичности автотракторных дизелей.[Текст] - 2-е изд., испр. и доп. / В. А. Лиханов, А. М. Сайкин. - М.: Колос, 1994. - 224 с.

46. Режимы работы двигателей энергонасыщенных тракторов [Текст] / Н. С. Ждановский, А. В. Николаенко, В. С. Шкрабак и др. - Л.: Машиностроение, 1981.-240 с.

47. Карапетян, М.А. Основы концепции экологической совместимости системы «машина-трактор-технология-почва» [Текст] / М. А. Карапетян // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – №9. – С. 30–32.