

4.10. Машини та засоби агровиробництва

П.К. Охмат, В.І. Мельниченко, О.М. Карамушка

Економія палива, паливно-мастильних матеріалів, підвищення ефективності використання машинно-тракторних агрегатів (МТА) при виконанні сільськогосподарських робіт і, звичайно, захист навколишнього середовища від негативного впливу відпрацьованих газів (ВГ) дизелів є найбільшійшими питаннями в усіх галузях економіки країни, в тому числі й в аграрному секторі.

Область має 2,2 млн га сільськогосподарських угідь, з них 2,1 млн га орних земель, що становить 6 і 7% відповідно до показників у цілому по Україні. Основу агропромислового комплексу області складають 1058 сільськогосподарських підприємств різних форм власності та підпорядкування, 3300 фермерських господарств, 1400 підприємств харчової та переробної промисловості.

У 1991 році в господарствах області було понад 25,1 тис. тракторів. Середня потужність дизелів тракторів при цьому становила 63,8 кВт. Середньорічна кількість тракторів у господарствах області скоротилася з 11600 (2004 р.) до 9599 (2016 р.). Серед них колісних тракторів – 95,4% і гусеничних – 4,6%. При цьому середня потужність дизелів склала 95,4 кВт. Щорічно машинно-тракторний парк поновлюється 150 тракторами та 30...35 комбайнами.

Тому наведемо результати досліджень лише для двох колісних тракторів, які належать до основних груп машин, розглянутих вище.

Показники роботи техніки в умовах рядової експлуатації залежать від багатьох факторів (Мельниченко, 2005): технічного стану паливного насоса високого тиску (ПНВТ); конструктивних особливостей ПНВТ, додаткових пристроїв, які поліпшують роботу насоса, дизеля і МТА на відповідних режимах; від правильного вибору режиму роботи під час виконання конкретної операції в певних

умовах; виду палива, на якому працює дизель (Кобець та ін., 2007; Золотовская, Миронов, 2010; Кюрчев та ін., 2012; Куценко, 2014), складу сумішей палива, наприклад біологічного (Кобець та ін., 2007, 2009; Кобець та ін., 2015).

Одним із способів поліпшення показників трактора Т-150К є приведення регулювань серійного паливного насоса високого тиску до рекомендованих значень і введення в конструкцію регулятора насоса додаткових пристроїв: пневматичного обмежувача димлення (ОД), від'ємного коректора (ВК), однорежимно-всережимного регулятора (ОР) або дворезимно-всережимного (ДР) універсального регулятора (УР). У деяких дослідженнях (Охмат та ін., 2008, 2010) такі пристрої використовувались у конструкції регулятора окремо. Тут ми наводимо результати опрацювань сумісного використання ОД, ВК і УР.

Для проведення експериментальних досліджень ПНВТ на базі стендів «Моторпал НС-109» і КИ-921М створено бездвигунні установки, які укомплектовано необхідними додатковими приладами, пристроями і обладнанням. Розроблено методику бездвигунних досліджень.

При проведенні бездвигунних випробувань визначено зовнішні і проміжні швидкісні характеристики ПНВТ УТН-5 і НД-21 тракторів Т-40; УТН-5 тракторів ЮМЗ-615 і МТЗ-80; ЛСТН тракторів ДТ-75; НД-22 тракторів Т-150; НД-22, ЯМЗ-236, КамАЗ-740 тракторів Т-150К; ЯМЗ-238 тракторів К-700А; ЯМЗ-240 тракторів К-701; ЯМЗ-236 автомобілів МАЗ; ЯМЗ-238 автомобілів КрАЗ і КамАЗ-740, автомобілів КамАЗ з експлуатаційними регулюваннями і регулюваннями відповідно до вимог.

Розраховано зовнішню і проміжну швидкісну характеристику з мінімально-можливою робочою подачею палива насосів-

форсунок «Deutz» для дизеля BF1013 трактора Т-150К.

Побудовано суміщені зовнішні швидкісні характеристики старих ПНВТ НД-22, ЯМЗ-236, КамАЗ-740 і насосів-форсунок «Deutz» з регулюваннями відповідно до вимог для встановлення на дизель СМД-62 або BF1013 трактора Т-150К; зовнішня і проміжні швидкісні характеристики нового ПНВТ НД-22 з регулюванням відповідно до вимог.

Залежно від регулювальних показників ПНВТ показники дизеля і трактора можуть бути різними. Так, різниця в подачі палива старих паливних насосів з експлуатаційними регулюваннями може відрізнятися від середнього значення від $-37,9\%$ до $+23,9\%$ при зменшенні номінальної кількості обертів вала до -19% . При цьому показники роботи дизеля СМД-62 відрізняються від середнього значення від $-43,9\%$ до $+27,7\%$. Потрібно зазначити, що збільшення показників є чисто теоретичним. В дійсності збільшення подачі палива необхідне для форсування дизеля для компенсації зменшення дійсних показників через спрацьовування різних частин дизеля (плунжерних пар ПНВТ, циліндро-поршневої групи і т.п.).

Для подальших досліджень вибрано паливний насос, який забезпечує середнє значення подачі палива і має найкращі показники по рівномірності подачі палива по штуцерах, особливо на понижених швидкісних режимах.

Розроблено принципову конструктивну схему універсального регулятора при сумісній дії з ВК і ОД (рис. 4.25).

Розраховано конструктивні і визначені регулювальні параметри дослідного регуля-

тора. Визначено зовнішні швидкісні характеристики ПНВТ з дослідним регулятором (рис. 4.26), розраховано зовнішні і часткові швидкісні характеристики дизеля СМД-62 з дослідним насосом. При проведенні експериментальних досліджень при виконанні МТА транспортних і польових малоенергоємних і енергоємних робіт визначено вплив дослідного насоса на показники агрегату.

Встановлено, що при розгонах дизеля СМД-62 з УР на холостому ходу доцільно переміщати важіль керування регулятором на повний хід за $0,13$ с. При сумісному застосуванні УР, ВК і ОД тривалість таких розгонів зростає на $70-72\%$.

Враховуючи те, що максимальна димність ВГ при цьому не перевищує $18-20\%$, витрата палива за період розгону зменшується на 14% , а викиди сажі – на 90% , необхідно вважати корисним застосування в цих умовах ВК і ОД.

При розгонах транспортного агрегату Т-150К+1ПТС9Б від I до IV передачі загальною масою 24 т встановлено, що ВК і ОД збільшують тривалість розгону на $16-18\%$, витрату палива за розгін зменшують на $8-10\%$, а максимальну димність – від 90 до 46% , тому їх сумісне застосування за використання трактора на транспортних роботах є доцільним (рис. 4.26, табл. 4.40).

ВК у поєднанні з ОД при виконанні трактором Т-150К енергоємних польових робіт (оранка плугом ПНЯ-4-40, культивування бороною БП-8, дискування бороною БДТ-7) збільшує тривалість розгонів на $40-50\%$, а витрату палива при розгонах – на $30-40\%$.

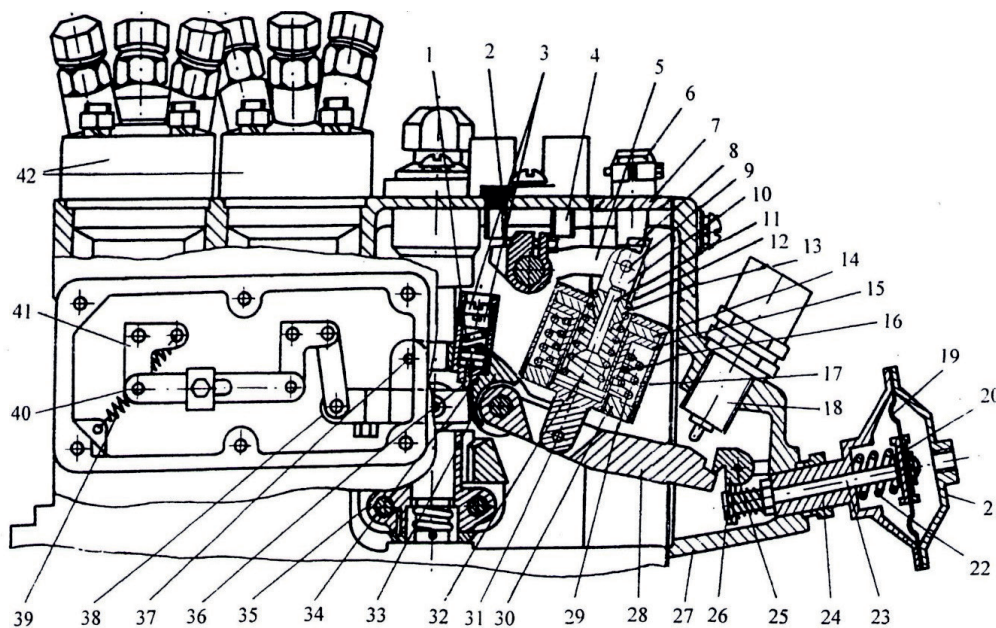


Рис. 4.25. Конструктивна схема ПНВТ НД-22/6Б4 з універсальним двохранним-всерезимним регулятором, від'ємним коректором і пневматичним обмежувачем димлення: 1, 3, 34, 36 – пружина, регулювальний і фіксуючий гвинти, корпус і шток від'ємного коректора; 2 – гвинтова пробка; 4 – гвинт регулювання номінальної кількості обертів; 5 – внутрішній важіль керування регулятором; 6 – важіль переключення режимів регулювання; 7 – проставка корпусу; 8 – виступ важеля; 9, 25, 31, 37 – вісь; 10, 26 – поворотний упор; 11 – шток нижнього наконечника; 12, 32 – верхній і нижній наконечники головної пружини регулятора; 13 – головна пружина регулятора; 14, 15, 17 – стакани; 16, 29 – основна і додаткова коригувальні пружини; 18 – гвинт регулювання номінальної подачі палива; 19, 20, 21, 22, 23, 24 – діафрагма, жорсткий центр, кришка, пружина, шток і корпус обмежувача димлення; 27 – кришка регулятора; 28 – важіль коректора; 30 – гайка регулювання початку дії додатного коректора; 33, 38 – верхня і нижня частини основного важеля регулятора; 35 – відцентровий чутливий елемент; 39 – пускова пружина; 40 – регулювальна тяга; 41 – поводиток дозатора; 42 – секції високого тиску

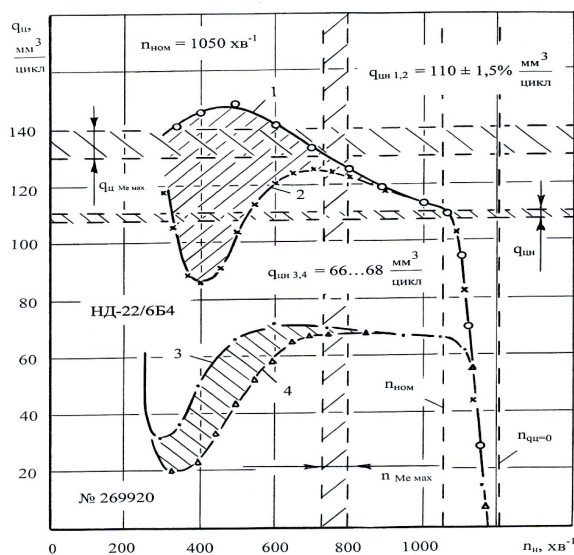


Рис. 4.26. Суміщені зовнішні швидкісні характеристики ПНВТ НД-22 з дослідними регуляторами: 1 – серійний всережимний регулятор; 2 – універсальний регулятор з від'ємним коректором; 3 – універсальний регулятор з обмежувачем димлення; 4 – універсальний регулятор з від'ємним коректором і обмежувачем димлення

Таблиця 4.40

Результати розгонів транспортного агрегату на ходу від мінімальної до максимальної швидкості за переміщення важеля керування на повний хід

| № з.п. | Показник | Тип регулятора | |
|--------|---|----------------|--------------|
| | | УР | УР з ВК і ОД |
| 1. | Час встановлення нової кількості обертів (τ_2): | | |
| | - с | 20,45 | 23,72 |
| | - % | 100,0 | 116,0 |
| 2. | Час встановлення димності ВГ, яка відповідає новому сталому режиму (τ_3): | | |
| | - с | 17,30 | 20,97 |
| | - % | 100,0 | 121,2 |
| 3. | Час переміщення дозаторів у положення, яке відповідає новому сталому режиму (τ_4): | | |
| | - с | 15,40 | 22,97 |
| | - % | 100,0 | 149,2 |
| 4. | Час встановлення тиску наддування, який відповідає новому сталому режиму (τ_5): | | |
| | - с | 34,15 | 30,80 |
| | - % | 100,0 | 90,2 |
| 5. | Максимальна димність ВГ, % на передачах: | | |
| | I | 90 | 46 |
| | II | 32 | 26 |
| | III | 39 | 36 |
| | IV | 37 | 32 |
| 6. | Витрата палива за розгін: | | |
| | - г | 120,2 | 108,4 |
| | - % | 100,0 | 90,2 |

В особливо важких випадках розгін взагалі неможливий через дію ОД. Тому доцільно в цих випадках автоматично виключати ВК спеціальним вимикачем. Конструкція такого вимикача розроблена, проводяться дослідження по визначенню його конструктивних і регулювальних показників.

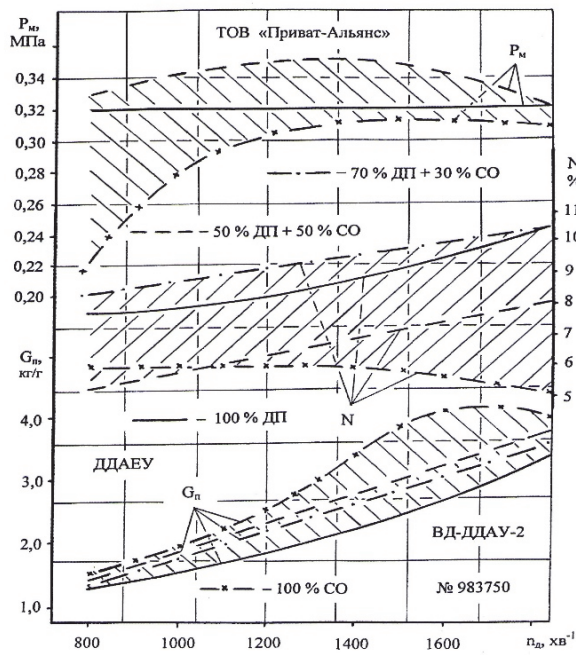
Із аналізу літературних джерел систематизовано переваги і недоліки біологічного палива; фактори, які стримують виробництво біологічного палива; вплив біологічного палива на показники деяких дизелів і вміст токсичних компонентів у відпрацьованих газах; протилежні думки про ефективність використання біологічного палива.

Встановлено, що в технічній літературі відсутні достатні рекомендації по вибору

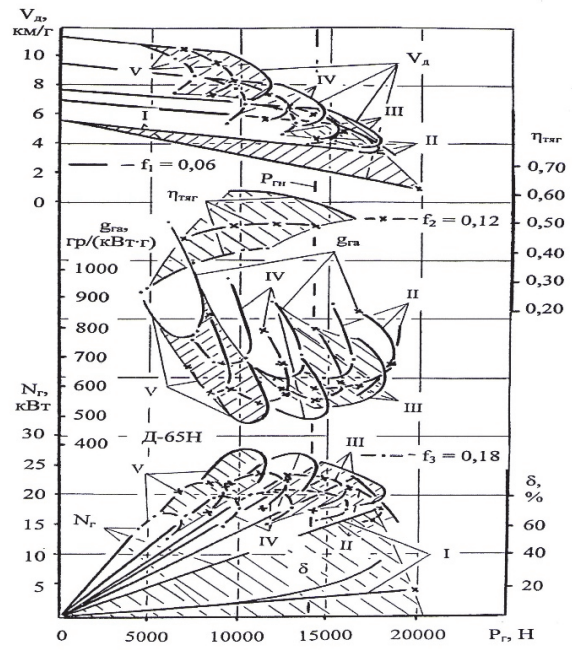
оптимальної суміші біологічного палива для кожної конкретної моделі машини; недостатньо вивчено вплив палива на технічний стан дизелів і паливної апаратури, відсутні рекомендації по особливостях експлуатації і технічного обслуговування техніки при роботі на біологічному паливі.

Розроблено принципові конструктивні схеми системи живлення дизеля Д-65Н для роботи на біологічному паливі (рис. 4.27, а). При виконанні роботи враховано основні недоліки біологічного палива і їх вплив на технічний стан паливної апаратури, особливо паливних насосів високого тиску і форсунок.

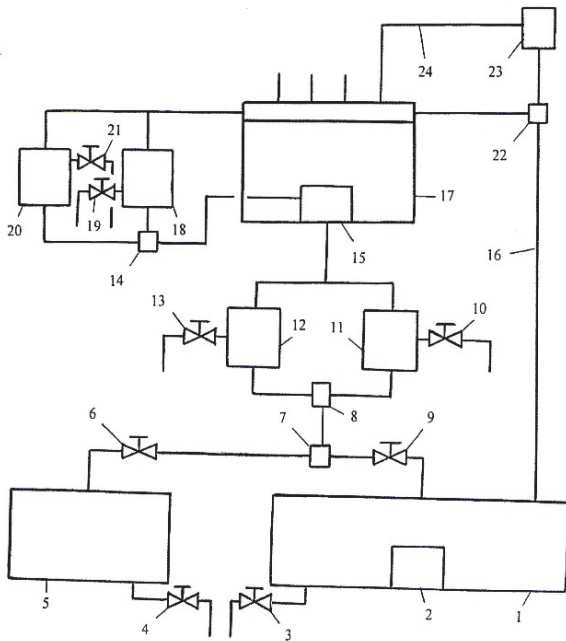
В лабораторії з випробовування паливної апаратури дизелів і автотракторних двигунів кафедри «Тракторів і автомобілів»



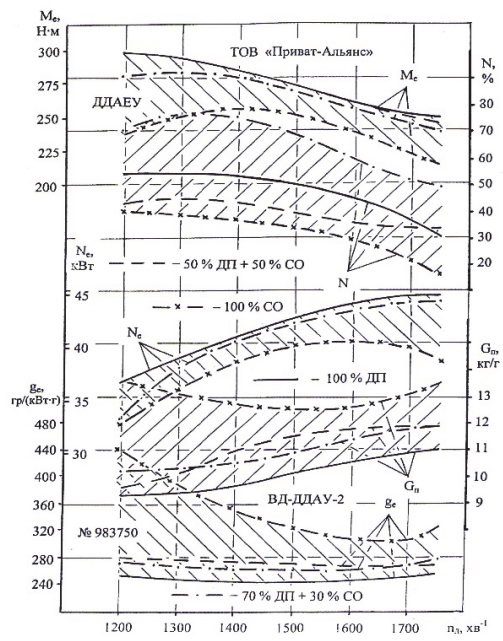
а)



б)



в)



г)

Рис. 4.27. Деякі результати визначення впливу біологічного палива на показники дизеля Д-65Н і трактора ЮМЗ-615:

а) – принципова модернізована конструктивна схема системи живлення для роботи на біологічному паливі; 1 – основний паливний бак; 2 – підігрівач; 3, 4, 10, 13, 19, 21 – зливний кран; 5 – додатковий паливний бак; 7, 8, 14 – електромагнітний кран; 11, 12 – фільтр грубого очищення палива; 15 – підкачуючий насос; 16 – паливопровід низького тиску; 17 – ПНВТ; 18, 20 – фільтр тонкого очищення палива; 22 – перехідник; 23 – форсунка; 24 – паливопровід високого тиску; б) – суміщені характеристики холостого ходу дизеля Д-65Н при роботі на дослідних паливах; в) – суміщені зовнішні швидкісні характеристики дизеля Д-65Н при роботі на дослідних паливах; г) – суміщені теоретичні тягові характеристики трактора ЮМЗ-615 при роботі на соєвій олії

ДДАЕУ модернізовано рідинну гальмівну установку Є-4 для проведення двигунних досліджень. Розроблено методику визначення характеристик холостого ходу і зовнішніх швидкісних характеристик дизеля Д-65Н при роботі на дослідних паливах. Дослідними паливами були такі: дизельне паливо фірми Лукойл (100% ДП), соєва олія (100% СО), суміші дизельного палива і соєвої олії (70% ДП + 30% СО і 50% ДП + 50% СО). Соєву олію виготовлено на власному виробництві одного із провідних аграрних підприємств області – ТОВ «Приват-Альянс», на замовлення якого і було проведено дане дослідження.

Визначено характеристики холостого ходу дизеля Д-65Н при роботі на дослідних біологічних паливах. Виконано порівняння отриманих результатів з роботою на 100% ДП (рис. 4.27, б). Встановлено, що для подальшої експлуатації дизеля на режимах холостого ходу доцільним є використання суміші 70% ДП + 30% СО. Така суміш не впливає на тиск масла в системі мащення, дещо збільшує димність ВГ (0,8–1,0%) і збільшує годинну витрату палива на 17,4% залежно від режиму роботи.

При порівнянні зовнішніх швидкісних характеристик (рис. 4.27, в) встановлено, що для подальшої експлуатації дизеля під навантаженням доцільним є використання суміші 50% ДП + 50% СО. Така суміш майже не впливає на ефективний крутний момент і ефективну потужність, зменшує димність ВГ до 13%. При цьому годинна витрата палива збільшується до 15%, а ефективна питома витрата палива – до 12%.

В результаті порівняння теоретичних тягових характеристик трактора ЮМЗ-615 (рис. 4.27, г) встановлено, що показники роботи залежно від ґрунтового фону змінюються у порівнянні із середнім значенням на $\pm 17,0\%$ при роботі на всіх дослідних паливах. При роботі на 100% СО у порівнянні з

100% ДП при середньому значенні коефіцієнта опору перекошування рушіїв сила тяги на гаку зменшується на 10,0–25,2%, буксування рушіїв – на 3–39%, дійсна швидкість збільшується на 7,0–85,7%, потужність на гаку змінюється в середньому $\pm 24,8\%$, а питома гакова витрата палива збільшується на 6,1–36,4%.

Таким чином, для сільськогосподарського виробництва України актуальними є задачі поліпшення паливної економічності, зменшення димності відпрацьованих газів і дослідження можливості роботи на альтернативних паливах тракторних, автомобільних і комбайнових дизелів в умовах рядової експлуатації.

Для забезпечення задовільних потужносних, паливних і екологічних показників тракторів при виконанні машинно-тракторним агрегатом сільськогосподарських робіт особливу увагу необхідно приділяти технічному стану паливної апаратури, особливо регулюванням ПНВТ відповідно до вимог. Невідповідність регулювань паливного насоса високого тиску рекомендаціям заводів-виготовників обумовлює зміну циклової подачі палива в середньому на 31%, зменшення номінальної кількості обертів вала насоса – на 19%, основних показників роботи дизеля СМД-62 – на 44%.

Застосування універсального регулятора разом з від'ємним коректором і обмежувачем димлення в конструкції паливного насоса НД-22 зменшує димність відпрацьованих газів дизеля СМД-62 при розгонах від 90 до 18%, витрату палива – на 8–14%.

Використання біологічного палива на основі соєвої олії при роботі дизеля Д-65Н на режимах холостого ходу забезпечує найкращі показники при складі суміші 70% ДП + 30% СО, під навантаженням – 50% ДП + 50% СО. При роботі трактора ЮМЗ-615 на 100% СО питома гакова витрата палива

збільшується на 6,1–36,4% у порівнянні з роботою на 100% ДП.

Для визначення оптимального складу сумішей біологічного палива і їх впливу на основні, динамічні і надійні показники дизеля Д-65Н і трактора ЮМЗ-615 необхідно продовжити дослідження.

Доцільною є розробка рекомендацій на основі детального економічного обґрунту-

вання по застосуванню сумішей біологічного палива для кожного виду робіт у даних конкретних ґрунтово-кліматичних умовах господарств і створення установки для автоматичного стаціонарного приготування необхідних сумішей або мобільного бортового пристрою для приготування сумішей при роботі трактора.