

УДК 631.3.072 – 027.236 : 631.51

**Пушка О.С.**

Уманський національний університет садівництва

**Шевчук В.В.**

Уманський національний університет садівництва

**Кутковецька Т.О.**

Уманський національний університет садівництва

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ ПІД ЧАС ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ГАЗОДИЗЕЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ

*Робота присвячена науковим дослідженням ефективності роботи машинно-тракторних агрегатів під час обробітку ґрунту з використанням газодизельних тракторів. Наведено схему підвищення ефективності машинно-тракторних агрегатів під час виконання таких технологічних процесів, як оранка, культивування та ін. Визначено, що одним із доступних напрямів підвищення ефективності використання машинно-тракторних агрегатів під час виконання технологічних операцій є ресурсозбереження. Основні витрати під час виконання механізованих робіт припадають на паливно-мастильні матеріали, тому для зниження цих витрат варто здійснити перехід на більш дешеве альтернативне паливо, а саме природний газ. Встановлено, що доцільним є переобладнання дизельних енергетичних установок на систему живлення газовим паливом.*

**Ключові слова:** технологічні процеси, машинно-тракторні агрегати, обробіток ґрунту, газодизельні енергетичні засоби, режими роботи.

**Постановка проблеми.** Під час вирішення питань підвищення продуктивності й економічності машинно-тракторних агрегатів (далі – МТА) увагу необхідно приділити енергоємним сільськогосподарським операціям (оранці, культивуванні і т. д.), виконання яких вимагає великих енергетичних затрат. Всі основні технологічні процеси сільськогосподарського виробництва базуються на застосуванні МТА. Основним завданням сільського господарства є отримання високоякісної продукції за порівняних із зарубіжними виробниками значень її собівартості. Виробництво сільськогосподарської продукції включає в себе ряд технологічних процесів: обробіток ґрунту, посів, застосування засобів захисту, збирання врожаю і транспортування продукції. Основна частка витрат у цих процесах припадає на спожите паливо (25...30%), тому для зниження частки цього складника доцільно переобладнати енергетичні установки на більш дешеві альтернативні види палива, що є перспективним завданням.

Особливостями технологічних операцій, які виконуються МТА, є несталий характер навантаження на валу двигуна і, як наслідок, погіршення ефективних показників: на 15...20% втрати потужності та на 20...25% збільшення витрати палива. Застосування нових або модернізація наявних

конструктивних схем систем і механізмів двигуна, що мають узгоджені з умовами експлуатації параметри, дозволить поліпшити показники ефективності використання МТА. Тому наша стаття, спрямована на підвищення ефективності роботи МТА під час обробітку ґрунту з використанням газодизельних тракторів, сьогодні є актуальною.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз наукових робіт, присвячених застосуванню газодизельних енергетичних засобів під час виконання технологічних процесів, показав, що сьогодні проводилося багато досліджень щодо визначення умов, сфер та економічної ефективності використання природного газу на транспорті. Проблеми застосування природного газу на тракторних двигунах відображені в працях Ю.М. Васильєва [1, с. 12], В.І. Захарчука [2, с. 27], О.В. Захарчука [3, с. 53], Л.С. Золотаревського [4, с. 128], Ю.І. Колесніка [5, с. 38], А.А. Лісової [5, с. 40] та ін. Вибору оптимальних параметрів МТА під час їх використання присвячені роботи відомих вчених М.К. Діденка [6, с. 13], А.С. Кушнарєва [7, с. 27], Л.В. Погорелого [8, с. 16], М.М. Шарова [9, с. 53] та багатьох інших. Проте є ще багато невирішених проблем щодо використання газодизельних енергетичних засобів і покращення їх техніко-експлуатаційних показників під час обробітку ґрунту.

**Постановка завдання.** Шляхом проведення наукових досліджень необхідно дослідити вплив умов функціонування МТА з використанням енергетичної установки з газодизельним циклом на їх техніко-експлуатаційні показники.

**Метою статті** є дослідження ефективності роботи МТА під час обробки ґрунту з використанням газодизельних енергетичних засобів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Основна частина ресурсів у сільському господарстві пов'язана з виконанням технологій виробництва продукції. Для зниження собівартості необхідно підвищити продуктивність і якість виконуваних робіт за високого рівня ресурсозбереження.

Технологія виробництва продукції в сільському господарстві включає кілька технологічних процесів, таких як: оранка, культивування, боронування

та ін. Деякі науковці [6, с. 12] розглядають технологічний процес як систему з трьох складників «джерело енергії – робочий орган машини – середовище». Такий підхід до технологічного процесу отримав подальший розвиток у роботах багатьох вчених, які розглядали можливі шляхи підвищення ефективності технологічних процесів (рис. 1).

Ці процеси, а також їх взаємозв'язки визначають вихідні параметри системи, що містять агротехнічну частину, енергоємність і техніко-економічні параметри.

Класифікація способів підвищення ефективності МТА під час виконання технологічних процесів на етапах проектування й експлуатації представлена на рис. 2.

Як видно з рис. 2, критеріями підвищення ефективності МТА є: підвищення агротехнічних



Рис. 1. Технологічний процес сільськогосподарського виробництва



Рис. 2. Схема підвищення ефективності МТА

показників, зниження питомої енергоємності процесу та зниження вартості вироблення енергії.

Одним із доступних напрямів підвищення ефективності використання МТА під час виконання технологічних операцій є ресурсозбереження. Основні витрати під час виконання механізованих робіт припадають на паливно-мастильні матеріали, тому для зниження цих витрат доцільним є перехід на більш дешеве альтернативне паливо [10, с. 64].

До альтернативних видів палив відносять палива, які не є продуктами переробки нафти, і традиційні нафтові палива, модифіковані різними добавками (рис. 3).

Одним із перспективних альтернативних видів палива є природний газ. Існують три основні аспекти доцільності переведення дизельної енергетичної установки на газодизельну систему подачі палива [11, с. 32].

Перший аспект – економічний. Через різницю вартості дизельного і газового палива переводити дизельний двигун на газ економічно доцільно. Наприклад, сьогодні вартість 1 л дизпалива становить 32,93 грн, а вартість 1 л природного газу дорівнює 12,74 грн.

Другий аспект – технічний. Відбувається зниження зносу циліндропоршневої групи та зниження навантаження на кривошипо-шатунний механізм, згорання відбувається більш рівномірно, інтервал заміни мастила збільшується в 1,5–2 рази, а також зменшується утворення нагару в двигуні.

Третім аспектом є зменшення токсичності відпрацьованих газів у разі переобладнання дизеля на газове паливо. Особливо зменшується димність вихлопу і вміст твердих частинок (сажі та канцерогенів у ній).

Враховуючи економічні, технічні й екологічні переваги перед дизельною системою подачі палива, можна сказати, що система газодизельної подачі палива дедалі ширше застосовується не тільки в Україні, а й в інших країнах світу. Обсяг споживання газового палива в автотранспортному секторі нашої країни збільшився приблизно в 9 разів. Парк газобалонних автомобілів, що використовують такі види палива, як метан або природний газ, становить 2,25 млн од. [12].

На практиці використовують два способи переобладнання дизельних енергетичних установок на систему живлення газовим паливом (рис. 4).

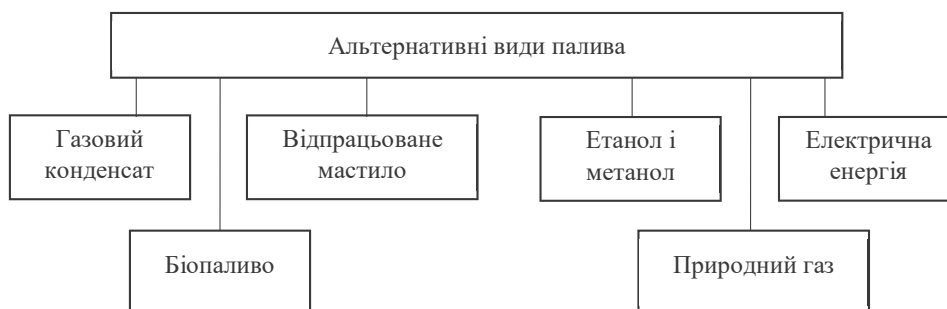


Рис. 3. Альтернативні види палива



Рис. 4. Способи переобладнання дизельних двигунів на газове паливо

Спосіб конвертації дизельної енергетичної установки в енергетичну установку із займанням газоповітряної суміші від іскри достатньо радикальний і пов'язаний зі значною зміною конструкції. З енергетичної установки демонтують дизельну паливну апаратуру, зменшують ступінь стиснення до 11...13 одиниць, встановлюють систему запалювання, газову систему паливоподачі та газові балони. Завдяки цьому енергетична установка працює на газовому паливі, яке має вартість нижчу, ніж дизельне. Екологічні параметри відпрацьованих газів конвертованого дизеля зазвичай вищі, ніж у вихідній енергетичній установці, параметри потужності знаходяться приблизно на одному рівні з базовим енергетичним засобом.

У газодизельному режимі в енергетичну установку подають два види палива: дизельне (в меншій кількості, ніж у базовому) і газове (паливо для заміщення). Дизельне паливо грає роль «запальної» дози для займання інтегральної газоповітряної паливної суміші. Ступінь заміщення додатковим паливом залежить від декількох факторів, переважно від удосконалення додаткової газопаливної апаратури, що встановлюється, і базової дизельної апаратури. Дуже важливим моментом у використанні газодизельного режиму є можливість переходу на вихідний дизельний режим у будь-який момент часу, перемикач режиму знаходиться в кабіні.

У газодизельному режимі для заміщення зазвичай використовують пропан або метан. У кожного виду з цих газових палив є свої переваги і недоліки [13].

Застосування зрідженого нафтового газу як палива для ДВЗ дозволяє отримати такі переваги, як:

- велика мережа газових заправок;
- газові балони займають мало місця і мають невелику вартість;
- невелика вартість газобалонного обладнання дозволяє швидко окупити додаткові витрати.

До недоліків використання зрідженого нафтового газу для газодизельного режиму можна віднести невисоку фінансову ефективність від економії (після закінчення періоду окупності початкових витрат), яка складає від 11% до 16% в розрахунку від попередніх витрат на дизельне паливо.

Тому для енергетичних установок, що працюють на дизельному паливі, найбільш придатним є стислий природний газ.

Використання метану для заміщення може бути реалізоване двома способами, які відрізняються видом зберігання газу. У першому випадку метан (стислий природний газ) зберігається в

стислому стані в спеціальних балонах високого тиску (тиск до 20 МПа), що дає таку перевагу, як найвища фінансова ефективність від економії (після закінчення періоду окупності початкових витрат), складник від 35% до 55% у розрахунку від попередніх витрат на дизельне паливо.

До недоліків від використання метану (стислого природного газу) для газодизельного режиму можна віднести:

- нерозповсюдженість мережі заправок, прив'язаність маршруту руху трактора до певної заправки;
- відносно невеликий пробіг на одній заправці, оскільки газ зберігається в балонах у стислому вигляді, тому маса заправленого палива невелика;
- газові балони займають багато місця на борту трактора;
- відносно велика вартість комплексу обладнання та великі початкові витрати, що збільшують період окупності.

У другому випадку метан (зріджений природний газ) зберігається в зрідженому вигляді у спеціальному криогенному балоні (тиск до 1–6 МПа, температура близько  $-155^{\circ}\text{C}$ ), що дає такі переваги:

- відносно високу фінансову ефективність від економії (після закінчення періоду окупності початкових витрат), складник від 20% до 30% у розрахунку від попередніх витрат на дизельне паливо;
- газові балони займають мало місця на борту;
- вартість газобалонного обладнання нижча за вартість у варіанті зі стисненим метаном, що зменшує початкові витрати на переобладнання.

До недоліків від використання зрідженого природного газу для газодизельного режиму можна віднести:

- практично повну відсутність мережі заправок, прив'язаність маршруту руху трактора до певної заправки;
- газові криогенні балони випускаються у вигляді дослідних зразків (під замовлення), мають високу вартість [12].

Незважаючи на вказані недоліки, природний газ розглядається як перспективний альтернативний заміник нафтових палив. Переобладнання сільськогосподарської техніки на СПГ є економічно вигідним і дозволить значно зменшити викиди шкідливих речовин із відпрацьованими газами.

**Висновки.** Таким чином, у процесі роботи за несталою навантаження всі системи енергетичної установки МТА працюють неузгоджено, збільшуються витрати палива до 20%, знижується ефективна потужність на 15...20%, знижується ресурс

енергетичної установки та збільшуються викиди шкідливих речовин.

З проведених досліджень можна зробити висновки, що сьогодні для енергетичних установок у складі МТА, що працюють за несталою

навантаження, замість дизельного палива для поліпшення ефективних показників доцільно використовувати енергетичну установку з газодизельною системою подачі палива, що є економічно вигідно.

#### Список літератури:

1. Васильев Ю.Н., Гриценко А.И., Золотаревский Л.С., Ксенофонтов С.И., Самсонов Р.О. Опыт эксплуатации автомобилей, работающих на газе. Москва: ВНИИЭГазпром, 1990. 59 с.
  2. Захарчук В.І. Застосування альтернативних палив в автотракторних дизелях. *Енергозбереження*. 2010. № 2. С. 27–28.
  3. Захарчук О.В. Теоретичні дослідження показників колісного трактора з газовим двигуном. *Сільськогосподарські машини*. 2012. Вип. 23. С. 51–55.
  4. Золотаревский Л.С., Васильев Ю.П., Ксенофонтов С.И. Газовые и газодизельные двигатели. Москва: ВНИИЭГазпром, 1992. 126 с.
  5. Колесник Ю.И., Долганов К.Е., Лисовая А.А. Система питания и регулирования для переоборудования дизелей в газодизели. *Двигателестроение*. 1999. № 1. С. 37–40.
  6. Диденко Н.К. и др. Обоснование состава комплексов машин для растениеводства. *Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства*. 1980. № 9. С. 12–15.
  7. Кушнарьов А.С., Серий І.О., Серий І.С. Обґрунтування конструктивних параметрів нового робочого органу з активаторами розпушування. *Праці ТДАТУ*. 2017. Вип. 17. Т. 2. С. 26–35.
  8. Погорелый Л.В., Бильский В.Г., Кононенко Н.П. Научные основы повышения производительности сельскохозяйственной техники. Киев: Урожай, 1989. 240 с.
  9. Шаров Н.М. Эксплуатационные свойства машинно-тракторных агрегатов. Москва: Колос, 1981. 240 с.
  10. Клементьев А., Федоров В. Альтернативные виды топлива: проблема выбора в ближайшей перспективе. *АГЗК+АТ*. 2006. № 3. С. 63–65.
  11. Галышев Ю.В., Магидович Л.Е. Перспективы применения газовых топлив в ДВС. *Двигателестроение*. 2001. № 3. С. 31–35.
- Метан – як моторне пальне. Переваги і недоліки. URL: <http://www.oilgasexpo.com/ru/uploads/2016.pdf>.

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МАШИНОТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЗОДИЗЕЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

*Работа посвящена научным исследованиям эффективности работы машинотракторных агрегатов при возделывании почвы с использованием газодизельных тракторов. Приведена схема повышения эффективности машинотракторных агрегатов при выполнении таких технологических процессов, как вспашка, культивация и др. Определено, что одним из доступных направлений повышения эффективности использования машинотракторных агрегатов при выполнении технологических операций является ресурсосбережение. Основные затраты при выполнении механизированных работ приходятся на горюче-смазочные материалы, поэтому для снижения этих затрат стоит совершить переход на более дешевое альтернативное топливо, а именно газ. Установлено, что целесообразно переоборудовать дизельные энергетические установки на систему питания газовым топливом.*

**Ключевые слова:** технологические процессы, машинотракторные агрегаты, обработка почвы, газодизельные энергетические средства, режимы работы.

### ENHANCEMENT OF THE OPERATIONAL EFFICIENCY OF MACHINE-TRACTOR AGGREGATES BY SOIL CULTIVATION USING THE GAS AND DIESEL POWER SUPPLY ACTIVITIES

*The work deals with the scientific research on the operational efficiency of machine-tractor aggregates by soil cultivation using the gas and diesel tractors. The scheme of machine-tractor aggregates efficiency increase during the execution of such technological processes as plowing, cultivation and other kinds of works is given. It is determined that one of the available ways to increase the efficiency of using machine-tractor aggregates during the implementation of technological operations is the resource-saving. The main costs of performing mechanized work are fuel and lubricants, so the way to reduce these costs is the transition to cheaper alternative fuels, namely natural gas. As a result, it was found that it is expedient to convert the diesel power supply units over to a gas fuel supply system.*

**Key words:** technological processes, machine-tractor aggregates, soil cultivation, gas-diesel power supply units, operating modes.