

УДК 629.3.07:631.372

О. В. ЗАХАРЧУК, канд. техн. наук, ст. викладач Луцького НТУ

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПЕРЕОБЛАДНАННЯ МОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ РОБОТИ НА ПРИРОДНОМУ ГАЗІ

Визначено економічну ефективність переобладнання сільськогосподарської техніки для роботи на природному газі, враховуючи аспекти переобладнання техніки та забезпечення її паливом. Основним критерієм економічної ефективності використання техніки з газовими двигунами є зменшення витрат на паливо. Для забезпечення техніки природним газом в умовах сільськогосподарського господарства можливо застосування пересувного автомобільного газового заправника. Річний економічний ефект від експлуатації парку техніки з газовими двигунами буде 48943 грн. Термін окупності інвестицій – 5 років.

Ключові слова: мобільна техніка, газовий двигун, природний газ, економічна ефективність, термін окупності.

Вступ. Відомо, що собівартість продукції аграрного сектору значною мірою залежить від витрат на моторне паливо для сільськогосподарської техніки. В якості двигунів на такій техніці використовуються, переважно, дизелі. В той час, коли ціни на нафтові палива безперервно зростають, ціна природного газу залишається приблизно в два рази меншою за ціну рідких моторних палив. Тому пропонується переведення мобільної техніки сільськогосподарських підприємств на моторне паливо з хорошими показниками, яким є природний газ.

Переобладнують в газові як бензинові двигуни, так і дизелі. Переобладнання бензинових двигунів у газові є найбільш простим і дешевим. У даний час експлуатується певна кількість бензинових автомобілів (ГАЗ, ЗИЛ), які працюють на стиснутому природному газі (СПГ), але кількість таких автомобілів з кожним роком зменшується, у зв'язку із заміщенням бензинових двигунів дизелями на автомобільних заводах. Крім того, у процесі переобладнання бензинових двигунів у газові для роботи на природному газі, втрата потужності досить суттєва і становить більше 20 % [1].

Були зроблені спроби використання газового палива шляхом переобладнання дизелів у газодизелі (автомобілі КамАЗ, МАЗ та трактори К-700А, К-701, Т-150, МТЗ-80/82)[2, 3]. Але газодизелі, які працювали на суміші газу і дизельного палива, виявили ряд недоліків: значно складніша система живлення, зменшення терміну служби розпилювачів форсунок, неповне заміщення дизельного палива газом, необхідність зберігання запасів двох видів палива на мобільному засобі. Тому газодизелі не набули поширення на сільськогосподарській техніці.

Створення газових двигунів, які мають найкращі економічні та екологічні показники, свідчить про переваги конвертації дизелів у газові двигуни з іскровим запалюванням [4, 5, 6, 7, 8, 9].

Аналіз основних досягнень і літератури. У роботі [10] виконувались дослідження економічної ефективності експлуатації трактора МТЗ-82 з газовим двигуном з іскровим запалюванням. Показано, що термін окупності інвестицій на переобладнання трактора становить 8 місяців. При коефіцієнті завантаження двигуна 75 та 50 % чистий дохід від експлуатації трактора з газовим двигуном вищий на 37 та 65 % відповідно, у порівнянні з трактором із газодизелем.

У роботі [11] проводився аналіз застосування природного газу в якості моторного палива в аграрному секторі економіки. Експлуатація газобалонної техніки в умовах різноманітних господарств показала свою ефективність. Термін окупності капітальних вкладень у переобладнання техніки становить від 3 місяців до 1,2 роки. Використання СПГ дозволяє знизити собівартість продукції аграрного виробництва до 10 %.

© О.В. Захарчук, 2015

У роботі [12] виконувались дослідження щодо обґрунтування економічної ефективності переобладнання колісного трактора для роботи на природному газі. Економічні розрахунки показали, що переобладнання дизеля у газовий двигун на колісному тракторі МТЗ-80 дасть значний економічний ефект. Термін окупності інвестицій – 0,65 роки.

У виконаних раніше роботах не було досліджено економічну ефективність від використання СПГ у сільськогосподарській техніці, враховуючи аспекти переобладнання техніки та забезпечення її паливом.

Мета дослідження, постановка задачі. Метою дослідження є визначення економічного ефекту від переобладнання мобільної сільськогосподарської техніки використанням газового палива та від використання пересувного газового заправника.

Матеріали досліджень. Економічну ефективність переобладнання техніки для роботи на СПГ можна визначити за методикою, наведеною у роботі [12].

Економічний ефект від застосування СПГ на техніці визначається за залежністю:

$$E_3 = \frac{E_{e.g.}}{K}, \quad (1)$$

де $E_{e.g.}$ – річна сума економії експлуатаційних витрат;

K – розмір інвестицій (в нашому випадку – витрати на переобладнання колісних тракторів, придбання пересувного автомобільного газового заправника (ПАГЗ) з тягачем та переобладнання вантажного автомобіля для транспортування ПАГЗ).

Термін окупності інвестицій:

$$T_{ок} = \frac{K}{E_{e.g.}}. \quad (2)$$

Собівартість транспортної роботи техніки з різними двигунами визначається:

$$S = \Phi ЗП_{вод} + B_n + B_{ТОПР} + B_{нв}, \quad (3)$$

де $\Phi ЗП_{вод}$ – фонд заробітної плати водіїв;

B_n – витрати на паливо;

$B_{ТОПР}$ – витрати на ТО і ПР;

$B_{нв}$ – накладні витрати.

Річна сума економії експлуатаційних витрат – це різниця собівартості транспортної роботи техніки до модернізації та техніки після модернізації:

$$E_{e.g.} = S_{диз} - S_{газ}. \quad (4)$$

Річний економічний ефект від застосування модернізованої техніки:

$$E_p = E_{e.g.} - E_H \cdot K, \quad (5)$$

де E_H – нормативний коефіцієнт порівняльної економічної ефективності інвестицій для об'єктів нової техніки.

Переобладнання техніки з дизельним двигуном для роботи на СПГ включає в себе демонтаж системи живлення, зменшення ступеня стиску та забезпечення нормального протікання робочого процесу за циклом Отто, тобто встановлення іскрової системи запалювання

та додаткового газового обладнання для зберігання і подачі газу у циліндри двигуна, заміна привода керування регулятором частоти обертання дизеля на привод керування дросельними заслінками газоповітряного змішувача, виконання необхідних регулювань систем живлення та запалювання, випробування техніки пробігом. При цьому необхідно виконувати вимоги нині діючих нормативно-технічних документів, що регламентують переобладнання мобільної техніки для роботи на СПГ.

Потужність переобладнаних з дизеля газових двигунів з іскровим запалюванням під час роботи на СПГ буде такою ж, як і у базових дизелів, тому продуктивність техніки з таким двигуном не змінюється. Очевидно, що за рахунок використання дешевшого палива, собівартість транспортної роботи зменшиться, не зважаючи на те, щосередні експлуатаційні витрати газового палива на 15–25 % більші у порівнянні з дизельним паливом. Витрата 1 м³ газу еквівалентна витраті 1 л дизельного палива [13]. Моторесурс газового двигуна у перерахунку на пробіг до капітального ремонту приблизно на 20 % більший у порівнянні з дизелем [13].

Вихідні дані для розрахунку зводяться у таблицю 1.

Таблиця 1 – Вихідні дані для розрахунку економічного ефекту від переобладнання колісного трактора з газовим двигуном

№ з/п	Показник	Одиниці вимірювання	Значення показника	
			базовий колісний трактор МТЗ-80	модернізований колісний трактор МТЗ-80
1.	Кількість техніки	шт.	1	1
2.	Собівартість транспортної роботи	грн.	89667	78043
3.	Сукупні інвестиції у переобладнання	грн.	0	16500
4.	Середній річний пробіг	тис. км.	17,5	17,5
5.	Моторесурс трактора у перерахунку на пробіг до капітального ремонту	тис. км.	150	180
6.	Лінійна норма витрати палива	л/100 км м ³ /100 км	16,0	19,0
7.	Ціна палива (за цінами початку грудня 2014 р.)	грн./л грн./м ³	16,5	9,7

Річна собівартість транспортної роботи колісного трактора з різними двигунами: з дизелем – 89667 грн, з газовим двигуном – 78043 грн.

Річна сума економії експлуатаційних витрат складатиме 11624 грн.

Річний економічний ефект від експлуатації техніки з газовими двигунами буде 9149 грн.

Термін окупності інвестицій – 1,4 роки.

Застосування СПГ в якості моторного палива на сільськогосподарській техніці, на сьогоднішній час, не набуло поширення. Основною причиною непопулярності СПГ у аграрній сфері є відсутність газонаповнювальних компресорних станцій у сільській місцевості.

Зараз заправка техніки СПГ технічно можлива практично у кожному населеному пункті, куди підведений природний газ. Промисловість випускає малогабаритні компресори, які

приєднуються до газопроводу середнього тиску. Але для забезпечення СПГ мобільної техніки доцільно використовувати ПАГЗ.

Забезпечення сільськогосподарської техніки СПГ в умовах господарства можливе застосуванням ПАГЗ, який призначений для транспортування, зберігання та заправки техніки безкомпресорним способом, на місці виконання робіт. На ринку України реалізуються декілька видів ПАГЗ, які в основному відрізняються об'ємом газу, що транспортується. Технічні характеристики деяких ПАГЗ наведено в табл.2. ПАГЗ можуть транспортуватись сідельними тягачами КамАЗ-54115, МАЗ-64229, КрАЗ-6443 та ін. на напівпричепі ОдАЗ-9385.

Для транспортування, зберігання та заправки СПГ було вибрано ПАГЗ 2800-32 з сідельним тягачем КамАЗ-54115. Вартість ПАГЗ з тягачем становить 700000 грн.

Таблиця 2 – Технічні характеристики ПАГЗ 3700-25 та ПАГЗ 2800-32

№	Найменування	ПАГЗ 3700-25	ПАГЗ 2800-32
1.	Максимальний робочий тиск СПГ, МПа	25	25-32
2.	Кількість балонів, шт.	24	10
3.	Об'єм СПГ, який транспортується, м ³	3700	2800
4.	Робочий тиск заправки, МПа	20	20
5.	Кількість одночасної заправки, шт.	2	2
6.	Середній час заправки, хв.	10	10
7.	Вага обладнання, кг	21000	16000
8.	Повна маса, кг	25800	24000
9.	Середня ціна без тягача, грн.	975000	450000

Витрати на переобладнання колісних тракторів МТЗ-80 та ПАГЗ на базі КамАЗ-54115 включають в себе витрати на придбання обладнання та комплектуючих: вартість газового обладнання (газові металопластикові балони, газові редуктори та ін.), вартість комплекту системи запалювання (переривач-розподільник, котушка і комутатор запалювання та ін.), вартість виготовлення оригінальних вузлів (привод переривача-розподільника, привод дросельної заслінки, впускний трубопровід, касета для кріплення газових балонів та ін.) вартість додаткових покупних деталей та матеріалів, заробітну плату виконавців робіт.

Вихідні дані для розрахунку економічного ефекту від переобладнання ПАГЗ для роботи на СПГ зведено у таблицю 3.

Таблиця 3 – Вихідні дані для розрахунку економічного ефекту від переобладнання ПАГЗ для роботи на СПГ

№ з/п	Показник	Одиниці вимірювання	Значення показника	
			Базовий ПАГЗ на базі КамАЗ-54115	Модернізований ПАГЗ на базі КамАЗ-54115
1.	Кількість техніки	шт.	1	1
2.	Собівартість транспортної роботи	грн.	164186	144613
3.	Сукупні інвестиції у переобладнання	грн.	0	19100
4.	Середній річний пробіг	тис. км.	8	8

Закінчення таблиці 3

5.	Моторесурс двигуна у перерахунку на пробіг до капітального ремонту	тис. км.	800	950
6.	Лінійна норма витрати палива	л/100 км м ³ /100 км	24,0	30,0
7.	Ціна палива (за цінами початку грудня 2014 р.)	грн./л грн./м ³	16,5	9,7

Результати досліджень. Річна собівартість транспортної роботи 15 колісних тракторів з різними двигунами: з дизелем – 1345005 грн, з газовим двигуном – 1170645 грн. Річна собівартість транспортної роботи ПАГЗ з різними двигунами: з дизелем – 164186 грн, з газовим двигуном – 144613 грн.

Річна сума економії експлуатаційних витрат складатиме 193933 грн.

Річний економічний ефект від експлуатації парку техніки з газовими двигунами буде 48943 грн.

Термін окупності інвестицій – 5 років.

Висновки. Застосування СПГ в якості моторного палива на сільськогосподарській техніці показало наступні переваги: досягнення значного економічного ефекту, стабільне забезпечення техніки паливом, покращення екологічних показників та збільшення ресурсу двигунів. Річна сума економії експлуатаційних витрат складає 193933 грн за рахунок використання більш дешевого палива. Термін окупності інвестицій на переобладнання та створення інфраструктури заправки складає 5 років. Моторесурс газових двигунів приблизно на 20 % більший у порівнянні з дизелями. Це створює умови для використання у сільському господарстві значно дешевшого і екологічно чистого палива. З точки зору інвестицій, впровадження СПГ на сьогоднішній день актуальне з огляду на малі терміни окупності капітальних вкладень.

Наступним етапом досліджень буде розрахунок економічного ефекту від впровадження сільськогосподарськими підприємствами власних газонаповнювальних станцій. Використання таких станцій дозволяє зменшити вартість природного газу, порівняно з існуючими державними заправками на 50...55 %.

Список літератури: 1. Луканин В.Н. Сравнительный анализ конвертации жидкотопливных двигателей в двигатели, питаемые природным газом / В.Н. Луканин, А.С. Хачиян, В.Е. Кузнецов // Экология двигателей и автомобиля. – М: НАМИ. – 2001. – С. 97–103. 2. Лютко В. Применение альтернативных топлив в ДВС / В. Лютко, В. Н. Луканин, А.С. Хачиян. – М.: МАДИ (ТУ), 2000. – 331 с. 3. Основенко Н.Е. Газобаллонный трактор / Н.Е. Основенко, Ю.В. Сиянко, А.Е. Попов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1992. – №10. – С.25–27. 4. Матейчик В.П. Методи оцінювання та способи підвищення екологічної безпеки дорожніх транспортних засобів: монографія / В. П. Матейчик. – К.: НТУ, 2006. – 216 с. 5. Бганцев В. Н. Газовый двигатель на базе четырёхтактного дизеля общего назначения / В. Н. Бганцев, А. М. Левтеров, В. П. Мараховский // Мир техники и технологий. – 2003. – №10. – С. 74–75. 6. Абрамчук Ф.И. Опыт конвертации дизелей в газовые двигатели с искровым зажиганием / Ф.И. Абрамчук, А. М. Левтеров // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – Харьков: ХНАДУ. – 2008. – № 21. – С. 86–92. 7. Гайворонский А.И. Перевод дизеля КАМАЗ–740,13–260 на газодотопливо / А.И. Гайворонский, Г.С. Савельев // Грузовик. – 2006. – № 6. – С. 16–20. 8. Кутенёв В. Ф. Разработка газового двигателя на базе дизеля ЯМЗ–236НЕ / В. Ф. Кутенёв, В. А. Лукино // Центральный научно-исследовательский автомобильный и автомоторный

институт – 2007. **9.** Газовые двигатели // Журнал «Автомаястерня». – 2006. – № 12. – С. 30–32. **10.** Савельев Г.С. Технологии и технические средства адаптации автотракторной техники к работе на альтернативных видах топлива: автореферат дис. докт. техн. наук: 05.20.01 / Г.С. Савельев. – М.: ГНУ ВИМ Россельхозакадемии, 2011. – 43 с. **11.** Гавриш В.И. Забезпечення ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів у аграрному секторі економіки: теорія, методологія, практика: Монографія / В.И. Гавриш. – Миколаїв: МДАУ, 2007. – 283 с. **12.** Захарчук О.В. Обґрунтування економічної ефективності переобладнання колісного трактора для роботи на природному газі / О.В. Захарчук // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник за напрямом “Інженерна механіка”. Випуск 46, 2014. – С. 190–194. **13.** Морев А.И. Эксплуатация и техническое обслуживание газобаллонных автомобилей / А.И. Морев, В.И. Ерохов. – М.: Транспорт, 1988. – 184 с.

Bibliography (transliterated): **1.** Lukanin V. N., A. S. Hachijanand V. E. Kuznecov. "Sravnitel'nyj analiz konvertacii zhidkotoplivnyh dvigatelej v dvigateli, питаемые природным газом. "Jekologija dvigatelej i avtomobilja. 2001. 97–103. Print. **2.** L'otko V., V. N. Lukaninand, A. S. Hachijan. Primenenie al'ternativnyh topliv v DVS. Moscow: MADI (TU), 2000. **3.** Osnovenko N. E., Ju. V. Sijanko, A.E. Popov "Gazoballonnyj traktor." Traktory i sel'skohozjajstvennyye mashiny. No. 10.1992.25 – 27. Print. **4.** Mateychyk V. P. Metody otsinyuvannya ta sposoby pidvyshchennya ekolohichnoyi bezpeky dorozhnykh transportnykh zasobiv.: monohrafiya. Kiev: NTU, 2006. **5.** Bgancev V. N., A. M. Levterovand, V. P. Marahovskij. "Gazovyj dvigatel' na baze chetyrjohtaktnogo dizelja obshhego naznachenija." Mir tehniki i tehnologij. No. 10. 2003. 74–75. Print. **6.** Abramchuk F. I., A. M. Levterov. "Opyt konvertacii dizelej v gazovye dvigateli s iskrovym zazhiganiem. "Avtomobil'nyj transport: sb. nauch. tr.No. 21.2008. 86–92. Print. **7.** Gajvoronskij A. I., Savel'ev G. S. "Perevod dizelja KAMAZ–740, 13–260 na gazovoe toplivo. "Gruzovik. No. 6.2006. 16 – 20. p. **8.** Kutenjov V. F., Luksho V. A. "Razrabotka gazovogo dvigatelja na baze dizelja JaMZ–236NE. "Central'nyj nauchno-issledovatel'skij avtomobil'nyj i avtomotornyj nstitut 2007. **9.** "Gazovye dvigateli." Zhurnal "Avtomajsternja". No. 12.2006. 30–32. p. **10.** Savel'ev G.S. Tehnologii i tehnicheckie sredstva adaptacii avtotraktomoy tehniki k rabote na al'ternativnyh vidah topliva.: avtoreferat dis. dokt. tehn. nauk: 05.20.01. Moscow: GNU VIM Rossel'hozakademii, 2011. **11.** Havrysh V.I. Zabezpechennya efektyvnoho vykorystannya palyvno-enerhetychnykh resursiv u ahramomu sektori ekonomiky: teoriya, metodolohiya, praktyka.: Monohrafiya. Mykolayiv: MDAU, 2007. **12.** Zakharchuk O.V. "Obgruntuvannya ekonomichnoyi efektyvnosti pereobladnannya kolisnoho traktora dlya roboty na pryrodnomu hazi." Naukovi notatky. Mizhvuzivs'kyy zbimyk za napryamom "Inzhenerna mekhanika". Vypusk 46, 2014. 190–194. p. **13.** Morev A. I., Erohov V.I. Jekspluatacija i tehnicheckoe obsluzhivanie gazoballonnyh avtomobilej. Moscow: Transport, 1988. – 184 p.

Надійшла (received) 27.02.2015