

УДК 629.3.07:631.372

**О.В. Захарчук**

**Луцький національний технічний університет  
ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕОБЛАДНАННЯ  
КОЛІСНОГО ТРАКТОРА ДЛЯ РОБОТИ НА ПРИРОДНОМУ ГАЗІ**

*Визначено економічну ефективність переобладнання техніки для роботи на природному газі на прикладі колісного трактора МТЗ-80 з врахуванням вартості дизельного та газового палива, особливостей виконання ним транспортних робіт та вартості переобладнання.*

**Ключові слова:** колісний трактор, природний газ, експлуатаційні витрати, економічна ефективність, термін окупності.

*Табл. 2. Форм 7. Літ 10.*

**О.В. Захарчук**

**ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ПЕРЕОБОРУДОВАНИЕ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА ДЛЯ РАБОТЫ НА ПРИРОДНОМ  
ГАЗЕ**

*Определено эффективность переоборудования техники для работы на природном газе на примере колесного трактора МТЗ-80 с учетом стоимости дизельного и газового топлива, особенностей выполнения им транспортных работ и стоимости переоборудования.*

**Ключевые слова:** колесный трактор, природный газ, эксплуатационные расходы, экономическая эффективность, срок окупаемости.

**O.Zakharchuk**

**RATIONALE FOR ECONOMIC EFFICIENCY ALTERATIONS WHEELED  
TRACTOR TO RUN ON NATURAL GAS**

*The economic efficiency of conversion of vehicles to run on natural gas as an example of a wheel tractor MTZ-80 considering to the cost of diesel and gas fuels, features of the performance of transport operations and the cost of conversion was defined. The criteria of economic efficiency of using a wheel tractor with a gas engine is to reduce fuel costs, increase longevity, reduce harmful emissions into the atmosphere. The cost of conversion of gas into a diesel tractor is 8747 hrn. The annual economic effect of the operation is 12141 hrn. Motorsurs of gas engine tractor in terms of mileage to overhaul about 20 % compared with diesel. Total toxicity of exhaust gases in gas engine is reduced to carbon monoxide at 1.96 times smaller than of diesel. The tax on pollution of the atmosphere is reduced by 17.1%. Such a tractor can be successfully used as technological transport for indoor service with limited air exchange (greenhouses, farms, warehouses).*

**Keywords:** wheeled tractor, natural gas, running costs, cost effectiveness, payback period.

**Постановка проблеми.** Відомо, що собівартість продукції аграрного сектору значною мірою залежить від витрат на моторне паливо для сільськогосподарської техніки. В якості двигунів на такій техніці використовуються дизелі. Але вартість дизельного палива весь час зростає, бо зростає ціна нафти на світовому ринку у зв'язку з вичерпанням її запасів. Тому пропонується переведення мобільної техніки на моторне паливо з хорошими показниками і яке є значно дешевше за дизельне паливо. Таким паливом є природний газ (ПГ). У минулі роки були зроблені спроби використання газового палива на сільськогосподарській техніці шляхом переобладнання дизелів у газодизелі [1]. 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. Всебічний аналіз чисто газового двигуна на базі дизеля показує, що кращі економічні, екологічні та вартісні показники має двигун, конвертований з дизеля для роботи тільки на газі [2, 3, 4, 5, 6].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Як показав аналіз наукових досліджень, на сьогоднішній день проводилось багато досліджень щодо визначення умов, сфер та економічної ефективності використання ПГ на транспорті.

В роботі [7] отримано економічний ефект від заміщення бензину ПГ. Разом із зменшенням збитку від забруднення навколишнього середовища України зменшення витрат

©О.В.Захарчук

оцінюється у 17,2...60 %. Експлуатація газобалонних автомобілів дозволяє отримати зростання на 15 % прибутків (в порівнянні з використанням бензину) на кожний автомобіль.

В роботі [8] отриманий річний економічний та екологічний ефект від експлуатації вантажних автомобілів ЗИЛ з різними типами двигунів. Показано, що найкращу економічну та екологічну ефективність мають газові двигуни на базі дизелів. Термін окупності капіталовкладень становить 1 рік.

В роботі [9] 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 % в порівнянні з трактором з газодизельним двигуном.

Собівартість транспортної роботи вантажних та спеціалізованих автомобілів при використанні газових палив менша на 9 – 11 % в порівнянні з бензиновими модифікаціями. Питомі витрати на паливо при використанні газових палив менші в порівнянні з бензиновими модифікаціями на 35 – 55 % [10].

**Невирішені раніше частини загальної проблеми.** У виконаних раніше роботах не було досліджено економічну ефективність від використання ПГ в сільськогосподарській техніці.

**Мета дослідження.** Метою дослідження є визначення економічного ефекту від переобладнання колісного трактора шляхом використання газового палива під час виконання ним транспортної роботи.

**Основні результати дослідження.** Проект з вдосконалення конструкції колісного трактора може бути реалізований із залученням інвестицій або його ще називають «інвестиційним проектом».

Ефективність інвестицій визначається співставленням отриманого ефекту з величиною витрат. При розрахунку ефективності інвестицій враховуються витрати за всіма джерелами фінансування на створення нових, реконструкцію і розширення діючих основних фондів.

Загальна економічна ефективність інвестицій по галузях і підприємствах, де приймається показник зниження собівартості, визначається відношенням економії від зменшення експлуатаційних витрат до розміру інвестицій:

$$E_s = \frac{E_{e.v.}}{K}, \quad (1)$$

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

$K$  – розмір інвестицій (в нашому випадку – витрати на переобладнання колісного трактора).

Одночасно з розрахунком загальної економічної ефективності інвестицій визначають величину, обернену до показника ефективності інвестицій, – термін окупності інвестицій:

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

Визначення загальної ефективності необхідно для того, щоб виробити правильну структурну, інвестиційну і технічну політику, встановити найбільш ефективні напрямки науково-технічного прогресу.

Порівняльна ефективність інвестицій характеризує переваги одного варіанта організаційно-технічних заходів в порівнянні з іншими і оптимальність вибраного варіанта.

Річні експлуатаційні витрати, які змінюються при використанні іншого виду палива – це сума річних витрат на паливо і витрат на ТО і ПР:

$$B_e = B_n + B_{ТОПР}. \quad (3)$$

Річна сума економії експлуатаційних витрат – це різниця річних експлуатаційних витрат техніки до модернізації та техніки після модернізації:

$$E_{e.v.} = B_{e1} - B_{e2}. \quad (4)$$

Річний економічний ефект від застосування модернізованої техніки:

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

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

Податковий кодекс України передбачає екологічний податок за забруднення атмосфери пересувними джерелами (транспортні засоби).

Плата за забруднення навколишнього середовища ШР відпрацьованих газів двигунів ТЗ поділяється на плату за допустимі викиди і плату за викиди, які перевищують допустимі. Враховуючи особливості ТЗ, для них існує два основних види нормативів плати:

- базові нормативи плати встановлені в залежності від виду використаного палива (бензин, дизельне паливо, біодизельне паливо, ПГ, ЗНГ);
- базові нормативи плати встановлені в залежності від типу ТЗ.

Розмір плати залежить від кількості і екологічної якості використаного палива.

Податок за забруднення атмосфери визначається:

$$P = K_e \cdot B_{зас} \cdot Y, \quad (6)$$

де  $K_e$  – коефіцієнт екологічної ситуації для міст;

$B_{зас}$  – кількість палива, витраченого колісним трактором за рік експлуатації, т;

$Y$  – плата за допустимі викиди ШР, які утворюються при згорянні 1 т палива, грн./т (для дизельного палива – 74,05, для ПГ – 50,09).

Собівартість транспортної роботи колісного трактора з різними двигунами визначається:

$$S_{зас} = \Phi ЗП_{вод} + B_n + B_{ТОПР} + B_{не}, \quad (7)$$

де  $\Phi ЗП_{вод}$  – фонд заробітної плати водія колісного трактора;

$B_n$  – витрати на паливо;

$B_{ТОПР}$  – витрати на ТО і ПР;

$B_{не}$  – накладні витрати.

Витрати на переобладнання колісного трактора МТЗ-80 включають в себе витрати на придбання обладнання, комплектуючих, вартість виготовлення оригінальних вузлів та заробітну плату виконавців робіт.

Результати розрахунку витрат на переобладнання колісного трактора для роботи на ПГ зведено в таблицю 1.

Таблиця 1

Вартість переобладнання колісного трактора для роботи на ПГ

№ з/п	Статті витрат	Сума, грн.
1.	Комплект газової паливної апаратури:	
	- газові металопластикові балони (3 балони), які встановлюють на даху кабіни трактора	2400
	- редуктор триступінчатий Bigas	1300
	- інша апаратура	1200
2.	Комплект системи запалювання (від двигуна MeM3-245):	
	- переривач-розподільник	70
	- котушка запалювання	110
	- комутатор запалювання	60
	- інші елементи системи	90
3.	Вартість виготовлення оригінальних вузлів:	
	- привод переривача-розподільника	622
	- привод дросельної заслінки газоповітряного змішувача	150
	- впускний трубопровід	150
	- касета для кріплення газових балонів	300
	- дюралева прокладка головки блока циліндрів для зниження ступеня стиску газового двигуна	100
4.	Додаткові покупні деталі та матеріали :	
	- прокладки головки блока циліндрів (2 штуки)	40
	- інші вироби	260
5.	Основна і додаткова заробітна плата виконавців монтажу обладнання (2 слюсарі)	1100,4

б.	Транспортні витрати	795
	Всього	8747,4

Щоб виконати переобладнання колісного трактора, для роботи на ПГ, потрібно витратити коштів у розмірі 8747,4 грн. Сюди входить: вартість газового обладнання, вартість системи запалювання, вартість виготовлення оригінальних вузлів, вартість додаткових покупних деталей та матеріалів, вартість роботи двох слюсарів 4-го розряду тривалістю 3 робочих дні та транспортних витрат.

Потужність переобладнаного з дизеля газового двигуна з іскровим запалюванням під час його роботи на ПГ буде такою ж, як і у базового дизеля, тому продуктивність колісного трактора з таким двигуном не змінюється. Очевидно, що зменшиться собівартість транспортної роботи за рахунок використання дешевшого палива. Це при тому, що середня експлуатаційна витрата газового палива дещо більша у порівнянні з дизельним паливом (19 м<sup>3</sup>/100 км пробігу та 16 л/100 км). Витрата 1 м<sup>3</sup> газу еквівалентна витраті 1 л дизельного палива [10].

Міжремонтний пробіг газового двигуна в 1,5 рази вищий в порівнянні з рідкопаливними двигунами, так як двигун працює в більш сприятливих умовах. Термін роботи свічок запалювання у газового двигуна на 40 % більший в порівнянні з бензиновим двигуном.

Газове паливо не змиває масляну плівку зі стінок гільзи циліндра. Це покращує умови мащення пар тертя гільзи – верхнього поршневого кільця. Газове паливо не дає лакових відкладень та нагароутворень в двигуні і системі живлення. Відсутність розрідження моторної оливи і зменшення його забруднення дозволяє в умовах експлуатації збільшити в 1,5 – 2 рази інтервали заміни моторної оливи і оливних фільтрів. Розхід моторної оливи в експлуатації зменшується на 10 – 12 % в порівнянні з рідкопаливними двигунами [10]. Тому моторесурс газового двигуна трактора в перерахунку на пробіг до капітального ремонту приблизно на 20 % більший в порівнянні з дизелем.

Критеріями економічної ефективності використання колісного трактора з газовим двигуном є зменшення затрат на паливо, підвищення довговічності, зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу.

Вихідні дані для розрахунку зводяться в таблицю 2.

Таблиця 2

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

№ з/п	Показник	Позначення	Одиниця вимірювання	Значення показника	
				Базовий колісний трактор	Модернізований колісний трактор
1.	Кількість одиниць	A		1	1
2.	Собівартість транспортної роботи	C	грн.	82175	67267
3.	Сукупні інвестиції у переобладнання	K	грн.	0	8747
4.	Середній річний пробіг	L <sub>p</sub>	тис. км.	17,5	17,5
5.	Моторесурс двигуна трактора в перерахунку на пробіг до капітального ремонту	L <sub>кр</sub>	тис. км.	150	180
6.	Лінійна норма витрати палива	q <sub>л</sub>	л/100км м <sup>3</sup> /100км	16,0	19,0
7.	Ціна палива (за цінами початку квітня 2014 р.)	Ц <sub>п</sub>	грн./л грн./м <sup>3</sup>	13,3	7,5

Річні експлуатаційні витрати колісного трактора з різними двигунами: з дизелем – 53007 грн., з газовим двигуном – 39554 грн.

Річна сума економії експлуатаційних витрат складатиме 13453 грн.

Річний економічний ефект від експлуатації колісного трактора з газовим двигуном буде 12141 грн.

Термін окупності інвестицій – 0,65 роки.

Податок за забруднення атмосфери для колісного трактора: з дизелем – 290 грн., з газовим двигуном – 241 грн.

За результатами розрахунків видно, що переобладнання дизеля в газовий двигун на колісному тракторі МТЗ-80 дасть значний економічний ефект за рахунок меншої вартості палива і збільшення ресурсу двигуна. Буде мати місце також екологічний ефект від зменшення кількості ШР за рахунок використання більш екологічного палива.

**Висновки.** Переведення навіть частини сільськогосподарської техніки на живлення ПГ дасть значний економічний ефект у масштабах держави. При переході на ПГ зменшуються затрати на паливо-мастильні матеріали. Термін окупності інвестицій на переобладнання складає 0,65 роки. Вартість переобладнання трактора у газобалонний складає 8747 грн., але надалі власник такого трактора буде економити 12141 грн. за рахунок використання більш дешевого палива. Моторесурс газового двигуна трактора МТЗ-80 в перерахунку на пробіг до капітального ремонту приблизно на 20 % більший в порівнянні з дизелем. Крім того має місце також екологічний ефект від зменшення забруднення навколишнього середовища шкідливими викидами двигунів. В газового двигуна сумарна токсичність відпрацьованих газів, зведена до оксиду вуглецю, у 1,96 рази менша, ніж у дизеля. Податок за забруднення атмосфери зменшиться на 17,1 %. Тому такий трактор можна успішно використовувати як технологічний транспорт для обслуговування закритих приміщень з обмеженим повітрообміном (тепліці, ферми, склади).

1. Лютко В. Применение альтернативных топлив в ДВС / В. Лютко, В.Н. Луканин, А.С. Хачиян. – М.: МАДИ (ТУ), 2000. – 331 с.
2. Матейчик В.П. Методи оцінювання та способи підвищення екологічної безпеки дорожніх транспортних засобів: монографія / В.П. Матейчик. – К.: НТУ, 2006. – 216 с.
3. 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.
4. Богомолов В.А. Особенности конструкции экспериментальной установки для проведения исследований газового двигателя 6Ч13/14 с искровым зажиганием / В.А. Богомолов, Ф.И. Абрамчук, В.М. Манойло, А.И. Воронков, С.В. Салдаев, А.Н. Кабанов // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – Харьков: ХНАДУ, 2007. – № 37. – С. 43–47.
5. Гайворонский А.И. Использование природного газа и других альтернативных топлив в дизельных двигателях / А.И. Гайворонский, В.А. Марков, Ю.В. Илатовский. – ООО «ИРЦ Газпром», 2007. – 480 с.
6. Кутенёв В.Ф. Разработка газового двигателя на базе дизеля ЯМЗ – 236НЕ: разработки отдела энергосберегающих технологий и альтернативных топлив [Электронный ресурс] / В.Ф. Кутенёв, В.А. Лукшо // Центральный научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт – 2007. – Режим доступа к источнику: <http://www.nami.ru/subdivisions/engines/energy-efficient-technologies/development/>.
7. Клименко О.А. Визначення умов і сфер раціонального заміщення бензину стисненим природним газом при експлуатації рухомого складу автомобільного транспорту: автореферат дис. канд. техн. наук: 05.22.10 / О.А. Клименко. – К.: УТУ, 1998. – 17 с.
8. Базаров Б.И. Научные основы энерго-экологической эффективности использования альтернативных моторных топлив: автореферат дис. докт. техн. наук: 05.04.02 / Б.И. Базаров. – Ташкент: ТАДИ, 2006. – 40 с.
9. 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.
10. Морев А.И. Эксплуатация и техническое обслуживание газобаллонных автомобилей / А.И. Морев, В.И. Ерохов. – М.: Транспорт, 1988. – 184 с.

Стаття надійшла до редакції 09.04.2014.