

О. В. Зайцев

Сумський філіал Харківського
політехнічного інституту

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА НАСЛІДКІВ АВТОТРАНСПОРТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ В КАР'ЄРАХ

Анотація. У даній статті описується практичний досвід експлуатації великих вантажних автомобілів БелАЗ-540А-ГД, які в якості моторного палива використовували суміш дизельного палива і стисненого природного газу. Паливна суміш для таких машин складається із 25% дизельного палива і 75% стисненого природного газу. Дані зібрані безпосередньо автором статті на двох залізрудних кар'єрах Інгулецького гірничо-збагачувального комбінату (Україна) в 1989 році. Виконано розрахунок еколого-економічного ефекту застосування газодизельних автомобілів у порівнянні з дизельними. Еколого-економічний ефект є позитивним і становить на одну газодизельну вантажівку економію близько 50 тисяч рублів за рік.

Ключові слова: вантажний автомобіль, дизельне паливо, стиснений природний газ, еколого-економічний ефект.

А. В. ЗАЙЦЕВ

Сумской филиал Харьковского
политехнического института

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ АВТОТРАНСПОРТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В КАРЬЕРАХ

Аннотация. В данной статье описывается практический опыт эксплуатации большегрузных автомобилей БелАЗ-540А-ГД, которые в качестве моторного топлива использовали смесь дизельного топлива и сжатого природного газа. Топливная смесь

для таких машин состоит из 25% дизельного топлива и 75% сжатого природного газа. Данные собраны непосредственно автором статьи на двух железнорудных карьерах Ингулецкого горно-обогатительного комбината (Украина) в 1989 году. Выполнен расчёт эколого-экономического эффекта применения газодизельных автомобилей по сравнению с дизельными. Эколого-экономический эффект является положительным и составляет на один газодизельный грузовик экономию около 50 тысяч рублей в год.

Ключевые слова: грузовой автомобиль, дизельное топливо, сжатый природный газ, эколого-экономический эффект.

Zaitsev Oleksandr,

Sumy branch of Kharkiv Polytechnic Institute

THE ECONOMIC ASSESSMENT OF CONSEQUENCES BY AUTOMOBILE POLLUTION FOR THE QUARRY

Abstract. This article describes how were used trucks BelAZ-540A-GD, what is used mixture diesel fuel and compressed natural gas. The mixture is consisting of 25% diesel fuel and 75% of the compressed gas for these trucks. Data taken at the enterprise IRON ORE ENRICHMENT WORK, which is located near the town Ingulets (Ukraine) in 1989. It made the calculation of the ecological and economic effect of application of gas fuel for large trucks. The ecological and economic effect is positive, about 50 thousand rubles for one truck per year.

Key words: truck, diesel fuel, compressed natural gas, ecological and economic effect.

Среди проблем, заслуживающих самого пристального внимания экономической науки, важное место занимает экологическая проблема, а в частности, та её часть, которая порождена развитием транспортного комплекса. При разработке полезных ископаемых открытым способом возникает проблема загрязнения воздуха

отработанными газами двигателей внутреннего сгорания, установленных на автомобильных транспортных средствах. Последствия такого загрязнения разнообразны: рост заболеваемости, снижение производительности труда, преждевременный износ основных фондов и т. п.

Загрязнение окружающей среды вредными выбросами автомобиля и удорожание высокооктанового бензина и дизельного топлива ориентирует автотранспорт на широкое использование газового топлива. Однако вопрос о комплексной экономической оценке, т.е. оценке, интегрирующей в едином показателе как экологические, так и технико-экономические факторы эффективности применения нового, экологически чистого автомобильного топлива, недостаточно проработан.

Применение экологичных видов моторного топлива в конечном итоге направлено на повышение производительности труда подразделений транспортного комплекса и достижение социального результата в виде снижения уровня загрязнения окружающей среды, что и создает эколого-экономический эффект мероприятий, включающих использование различных видов топлива.

Кафедрой экономики Сумского филиала Харьковского политехнического института разработана методика сравнительной эколого-экономической эффективности топливной экономичности автотранспортных средств и применения альтернативных видов моторных топлив. Расчет годового эколого-экономического эффекта от производства и использования новых или усовершенствованных предметов труда (топливо) производится по формуле

$$\mathcal{E}_9 = \left[3_{91} \cdot \frac{q_1}{q_2} \cdot \frac{B_{\Pi 1}}{B_{\Phi 1}} + \frac{(b_9 \cdot I'_{91} - I'_{92}) - E_H \cdot (K'_{92} - b_9 \cdot K'_{91})}{q_2} - 3_{92} \cdot \frac{B_{\Pi 2}}{B_{\Phi 2}} \right] \cdot A_2, \quad (1)$$

где: 3_{91} и 3_{92} – приведенные затраты единицы соответственно базового и нового предмета труда с учетом экологических издержек, руб./л;

q_1 и q_2 – удельные расходы соответственно базового и нового предмета труда (топлива) в расчете на единицу продукции (работы), выпускаемой потребителем, л/(т·км);

$B_{\phi 1}$ и $B_{\phi 2}$ – приведенные массы выбросов токсичных отработавших газов транспортных средств при использовании соответственно базового и нового предметов труда (топливо), условные тонны;

$B_{п1}$ и $B_{п2}$ – приведенные массы выбросов загрязняющих веществ при производстве соответственно базового и нового предметов труда (топлива), условные тонны;

$b_{э} = B_{\phi 1}/B_{\phi 2}$ – коэффициент экологичности, показывающий отношение приведенных масс выбросов при использовании базового и нового предметов труда;

$I'_{э1}$ и $I'_{э2}$ – затраты на единицу продукции, выпускаемой потребителем при использовании базового и нового предметов труда (топлива) без учета их (топлива) стоимости с учетом экологических издержек, руб./($t \cdot км$);

$K'_{э1}$ и $K'_{э2}$ – сопутствующие капитальные вложения потребителя на единицу продукции при использовании базового или нового предметов труда (топлива) с учетом экологических издержек, руб./($t \cdot км$);

A_2 – годовой объем производства (потребления) нового предмета труда (топлива) в расчетном году, литров.

Институт газа АН УССР (Киев) провел прикладные работы по применению сжатого природного газа в качестве моторного топлива на автомобилях марки БелАЗ для работы в железнорудных карьерах Ингулецкого ГОКа.

Экономическая оценка газобаллонного автомобиля БелАЗ-540А-ГД показывает, что фактическая себестоимость грузоперевозок автомобилем-самосвалом на сжатом природном газе (СПГ) выше, чем на традиционном дизельном топливе (табл.1). С другой стороны, величина экономического ущерба, причиняемого загрязнением атмосферы отработавшими газами газодизеля, меньше на 1800-2200 руб. в год по сравнению с дизельным. Следовательно, решение об эффективности использования газодизельных БелАЗов можно принять на основе расчета эколого-экономического эффекта по предложенной формуле (1).

Таблица 1

Фактическая себестоимость грузоперевозок одним автомобилем БелАЗ-540А в условиях Ингулецкого ГОКа, руб.

Статьи расходов	Моторное топливо	
	Дизельное топливо	Газодизельная смесь
Заработная плата водителей	6700	6700
Дополнительная заработная плата	656	656
Отчисления на социальное страхование	622	622
Горючесмазочные материалы	6840	7423
в том числе:		
горючее	2683	3266
смазочные	4157	4157
Стоимость ремонта	4198	4593
в том числе:		
зарплата ремонтников	2246	2516
дополнительная заработная плата	219	245
отчисления на социальное страхование	208	233
запасные части	795	800
оборотные агрегаты	613	613
материалы	117	126
Амортизация на восстановление	8138	9033
Амортизация на капитальный ремонт	7484	8307
Амортизация на автомобильную резину	9783	9783
Износ малоценного инвентаря	124	124
Услуги других цехов (электроэнергия, тепло, кислород, связь и т.п.)	1296	1296
Цеховые расходы	3509	3509
Полная себестоимость	49350	52046
Себестоимость, коп./($t \cdot km$)	8,17	8,62

Эколого-экономический эффект использования газобаллонных автомобилей определяется по приведенным затратам с учетом экологических издержек. Условие

сопоставимости заключается в учете одинакового объема транспортных работ, произведенных каждым из сравниваемых автомобилей. Расчет учитывает компонентный состав газодизельной смеси (25 % — дизельное топливо, запальная доза), переоборудование автомобиля на газ (около 8,5 тыс. руб. на один автомобиль), величину причиняемого экономического ущерба как при производстве моторного топлива, так и при его использовании.

Исходные данные и результаты расчета приведены в табл. 2. К таблице необходимы следующие пояснения. При установке баллонов для СПГ вес автомобиля увеличивается, а грузоподъемность соответственно уменьшается. Годовой пробег газоавтомобиля рассчитан с учётом увеличения производительного пробега для выполнения годовой производительности П.

Таблица 2

Расчет эколого-экономической эффективности применения газодизельных автомобилей в условиях карьеров Ингулецкого ГОКа

Показатель	БелАЗ-540А, дизель	БелАЗ-540А-ГД, газодизель
1	2	3
Грузоподъемность одного автомобиля, тонн	27	20
Годовой пробег L , км	47448	49873
Годовая производительность одного автомобиля П, т·км	603891	603891
Объем потребляемого топлива V	47472 л	30375 м ³ (газ), 12500 л (дизтопливо)
Объем потребляемого топлива (дизельного и газодизельной смеси) A , л	47472	50000
Удельный расход топлива q , л/(т·км)	$7,86 \cdot 10^{-2}$	$8,28 \cdot 10^{-2}$
Цена топлива Z , руб./л	$5,65 \cdot 10^{-2}$	$6,53 \cdot 10^{-2}$
Ущерб, наносимый народному хозяйству в процессе производства потребленного топлива $У_{п}$, руб.	32	23
Удельный ущерб, наносимый в процессе производства потребленного топлива $У_{п}$, руб./литр	$0,07 \cdot 10^{-2}$	$0,05 \cdot 10^{-2}$
Затраты на единицу базового и нового предмета труда с учетом экологических издержек $Z_{э}$, руб./литр	$5,72 \cdot 10^{-2}$	$6,58 \cdot 10^{-2}$

Продолжение табл. 2

1	2	3
Масса выбросов при производстве потребленного моторного топлива $B_{п}$, условные тонны	2,2	1,6
Выбросы токсичных газов в процессе функционирования транспортных средств $B_{ф}$, условные тонны	379,2	203,1
Коэффициент экологичности $b_{э}$	1,887	1.867
Издержки у потребителя без учета стоимости топлива (из табл.1) $I_{п}$, руб.	46667	43780
Ущерб, наносимый в процессе эксплуатации транспортных средств (функциональный ущерб) $У_{ф}$, руб.	4730	2535
Издержки у потребителя с учетом экологических издержек $I_{э}$, руб.	51397	51315
Издержки у потребителя на единицу транспортной работы с учетом экологических издержек $I'_{э}$, руб./($t \cdot km$)	$8,51 \cdot 10^{-2}$	$8,50 \cdot 10^{-2}$
Сопутствующие капитальные вложения потребителя (балансовая стоимость транспортных средств) K , руб.	22250	30700
Экономический ущерб, материализованный в капитальных вложениях потребителя $У_{к}$ [5], руб.	300	320
Сопутствующие капитальные вложения с учетом экологических издержек $K_{э}$, руб.	22550	31020
Сопутствующие капитальные вложения на единицу транспортной работы с учетом экологических издержек $K'_{э}$, руб./($t \cdot km$)	$3,37 \cdot 10^{-2}$	$5,14 \cdot 10^{-2}$
Нормативный коэффициент эффективности $E_{н}$, год ⁻¹	0,12	0,12
Эколого-экономический эффект от применения газодизельной смеси $Э_{э}$, руб./год	—	48656

Газодизельная смесь состоит из 25 % запальной дозы дизтоплива и 75 % СПГ. Объем газа выражается через объем замененного дизтоплива с помощью теплового эквивалента (количество газа, заменяющего 1 л дизтоплива). Таким образом, с учетом $\alpha = 1,05 \text{ м}^3/\text{л}$ получаем сопоставимые значения объемов дизтоплива и газодизельной смеси. Цена 1 литра топлива рассчитывается на основании стоимости топлива (табл.1) и его объема. Экономический ущерб, наносимый народному хозяйству в процессе производства потребленного топлива, рассчитывается в соответствии с методикой [2]:

$$Y = \gamma \cdot \sigma \cdot f \cdot M_{\text{пр}} , \quad (2)$$

где γ – константа, $\gamma = 2,4$ руб. на условную тонну;

σ – безразмерный коэффициент, характеризующий тип загрязняемой территории, для территорий, вблизи которых находятся нефтеперерабатывающие заводы. $\sigma \approx 6,0$;

f – безразмерный коэффициент, характеризующий рассеивание примесей в атмосфере, для рассматриваемых условий $f \approx 1$;

$M_{\text{пр}}$ – приведенная масса выбросов, $M_{\text{пр}} = V_{\text{п}}$ (см. табл. 2).

Приведенная масса выбросов вредных веществ определяется как сумма приведенных масс каждого вещества (табл.3). Приведенная масса токсичных загрязнителей, поступающих в атмосферу с отработавшими газами транспортных средств, равна сумме приведенных масс по каждому ингредиенту. Годовой выброс загрязнителей определяется как произведение удельного выброса вредных веществ (табл. 4) и годового пробега автомобиля (табл.2).

Таблица 3

Выбросы вредных веществ
при производстве дизтоплива и природного газа

Вещество	Дизтопливо*, кг/ 1000 л	Сжатый природный газ**, кг/ 1000 м ³	Коэффициент приведения
Монооксид углерода	1,200	0,190	1,0
Углеводороды	6,960	1,100	2,21
Оксиды азота	0,144	0,023	41,1
Диоксид серы	0,864	0,137	22,0
Взвешенные вещества	0,080	0,013	70,0

* На основании работ [3, 6].

** Экспертная оценка Сумского филиала Харьковского политехнического института на основании работ [1, 5].

Выбросы дизеля и газодизеля (двигатель ЯМЗ-240), г/км [4]

Вещество	Дизель	Газодизель	Коэффициент приведения
Монооксид углерода	19	43	1,0
Углеводороды	5	5	1,26
Оксиды азота	96	72	41,1
Диоксид серы	10	2,4	22,0
Твердые частицы (сажа)	19	5	200

Расчет величины экономического ущерба проведен по формуле (2), где $\sigma \approx 4$; $M_{пр} = B_{ф}$. Ветровая характеристика $f = 1,6$ для условий железнорудного карьера, вне карьера $f = 1$. Условия работы автомобиля заставляют его находиться как внутри карьера так и за его пределами, поэтому в расчете $f = 1,3$.

Расчет эколого-экономического эффекта показывает целесообразность перевода автомобилей типа БелАЗ-540А на сжатый природный газ (СПГ). Народнохозяйственный эффект на один автомобиль около 48,5 тыс. руб. в год. Возможно, зарплата водителей будет выше в связи с повышением трудоемкости эксплуатации газодизеля. Понадобится и дооборудование гаражей и стоянок в связи с новыми условиями эксплуатации. Эти изменения могут быть учтены при расчете эколого-экономического эффекта по предлагаемой формуле. Предложенный подход к экономической оценке, учитывающий последствия автотранспортного загрязнения, позволяет рассматривать экологические и технико-экономические факторы комплексно, т.е. в их взаимодействии и взаимообусловленности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Боксерман Ю.И., Мкртычан Я.С., Чирков К.Ю. Перевел транспорта на газовое топливо. М.: Недра, 1888.

2. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды / А. С. Быстров, В. В. Варанкин, М. А. Виленский и др. М.: Экономика, 1986.

3. Говорушенко Н.Я. Автомобильное топливо. Как его экономить. Харьков: Вища школа, 1979.

4. Гуревич Н.А., Аксенов В.А., Куц В.П. Сравнение экологических показателей дизельного и газообразного двигателей // Химическая технология: Научно-производственный сборник. Киев: Наукова думка, 1988.

5. Мельник Л.Г. Экономические проблемы воспроизводства природной среды, Харьков; Вища школа, 1988.

6. Соркин Я.Г. Безотходное производство в нефтеперерабатывающей промышленности. М.: Химия. 1983.

Зайцев А. В. Экономическая оценка последствий автотранспортного загрязнения в карьерах / А. В. Зайцев // Сборник научных трудов. Рациональное использование недр и охрана окружающей среды. — Л. : 1990. — С. 87 - 92.