

*М.В. Сарапина, к.т.н., преподаватель, НУГЗУ*

## ТОПЛИВНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ АВТОЦИСТЕРН

(представлено д-ром техн. наук Лариным А.Н.)

Проанализированы особенности работы и экологические показатели двигателей на характерных режимах применения автоцистерн. Рассчитаны средние нормативные затраты топлива на тушение одного пожара, а также соответствующая величина экологического налога за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ.

**Ключевые слова:** пожарный автомобиль, автоцистерна, условия эксплуатации, нормы затраты топлива, экологический налог.

**Постановка проблемы.** Согласно Положению про организацию экологического обеспечения в Государственной службе Украины по чрезвычайным ситуациям [1] в органах и подразделениях ГСЧС создается служба экологической безопасности, одной из задач которой является соблюдение предельно допустимых норм выброса в атмосферу вредных веществ, выполнение мероприятий, направленных на их сокращение, снижение токсичности выхлопных газов техники.

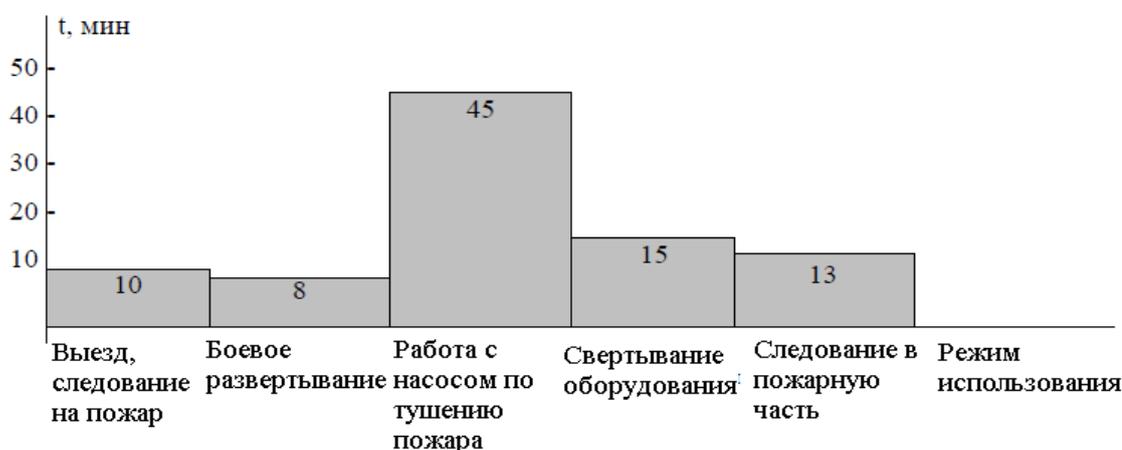
Общей характеристикой всей современной автомобильной техники ГСЧС Украины, используемой при пожарно-спасательных работах, является применение в качестве энергосиловых установок двигателей внутреннего сгорания (ДВС), использующих для выполнения механической работы энергию сгорания углеводородных топлив: бензинового и дизельного.

В идеале процесс горения углеводородного топлива должен заканчиваться образованием нетоксичных веществ: углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) и паров воды ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Однако на практике «идеального» процесса горения в ДВС достигнуть не удается, и в составе отработавших газов (ОГ) автомобилей присутствуют продукты неполного сгорания топлива:  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}$  (легкие углеводороды), сажистые твердые частицы, канцерогенные углеводороды (формальдегид, ПАУ – индикатором которых служит бенз(а)пирен  $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$ ); продукты окисления: азота воздуха –  $\text{NO}_x$ , серы, содержащейся в топливе, –  $\text{SO}_x$ ; соединения металлов, являющиеся продуктами износа топливной аппаратуры или попадающие в зону горения с топливом [2]. Кроме того, в результате естественного износа деталей в механизмах двигателя и разрегулировок в системах управления топливоподачей, воздухообеспечения, газораспределения состав ОГ ухудшается.

Для обеспечения экологической безопасности пожарной автомо-

бильной техники необходимо поддержание ее в технически исправном состоянии, использование высококачественного топлива, а также обеспечение мероприятий, направленных на снижение его расхода. Поэтому оценка топливно-экономических и экологических показателей двигателей пожарных автомобилей является необходимой задачей службы экологической безопасности ГСЧС.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Эксплуатация пожарных автомобилей (ПА) осуществляется в жестких, а при тушении пожаров и в экстремальных условиях, на режимах, нехарактерных для транспортных шасси, на базе которых они созданы. Основным видом ПА являются пожарные автоцистерны (АЦ). Средние интервалы времени, характеризующие режимы использования АЦ при тушении одного пожара, приведены на рис. 1 [3].



**Рис.1. Распределение среднего времени работы пожарной АЦ**

Рассмотрим особенности работы двигателя на характерных режимах применения АЦ. В режиме ожидания при использовании непрогретого двигателя на холостом ходу наблюдается повышенный уровень выбросов продуктов неполного сгорания топлива. При выезде и следовании на пожар движение автомобиля начинается, как правило, с непрогретым двигателем (уже через 50-60 с после запуска и работы двигателя в режиме холостого хода). В городском режиме движения со средней скоростью около 40 км/ч, средняя дальность поездки обычно не превышает 7 км (10-12 мин)[3]. При этом температура двигателя достигает не более 50-60 % от оптимального значения [4]. Именно этим режимом определяются наиболее многочисленные и серьезные требования к двигателю базового шасси АЦ.

При работе на пожаре наиболее длительный режим использования АЦ – это работа с насосной установкой при тушении пожара. Вначале двигатель может использоваться для заполнения пожарного насоса водой. Эксплуатация в этом режиме характеризуется повышенным противодавлением в газораспускном тракте и, как следствие, перерас-

ходом топлива, обильным дымлением и повышенным выбросом несгоревших углеводородов. Однако, согласно статистическим данным [3], на каждые 200 выездов на пожар в городах только два или три раза производится забор воды из открытого водного источника.

Особенностью эксплуатации АЦ на пожаре является то, что двигатели при тушении пожаров, приводя во вращение рабочее колесо центробежного насоса, работают на частичных нагрузочных и скоростных режимах. При подаче насоса 40 л/с и напоре 100 м удельный расход топлива по сравнению с номинальным режимом может быть больше на 15 %, а при подаче 3,6 л/с и напоре 50 м (режим, на который приходится около 50 % продолжительности работы ПА на пожарах) он может быть больше уже на 70 % [3]. По мере роста нагрузки на двигатель при работе пожарного насоса происходит более эффективное сгорание топлива, увеличивается максимальная температура рабочего цикла, что приводит к увеличению образования  $\text{NO}_x$  и снижению содержания продуктов неполного сгорания топлива в ОГ.

**Постановка задачи и ее решение.** Целью данной работы является: основываясь на действующие методики и среднестатистическое распределение времени работы пожарной АЦ, провести расчет средних нормативных затрат топлива на тушение одного пожара, а также вычислить соответствующую величину экологического налога за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ. Рекомендовать рациональные пути и методы улучшения топливно-экономических и экологических показателей автотранспортных средств с ДВС.

Согласно указу Минтранса Украины № 43 «Об утверждении Норм расходов топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте» [5] нормативные затраты топлива для спецавтомобилей, которые выполняют специальные работы во время стоянки, определяются по формуле

$$Q_n = 0,01 \cdot N_s \cdot S \cdot (1 + 0,01 \cdot K_a) + N_{об} \cdot T_{об} \cdot (1 + 0,01 \cdot K_{ac}),$$

где  $N_s$  – базовая линейная норма расхода топлива на пробег специального автомобиля, л/100 км ( $\text{м}^3/100$  км);  $N_{об}$  – норма расхода топлива на работу специального оборудования, л/час или литры на выполненную операцию;  $S$  – пробег автомобиля, км;  $T_{об}$  – время работы оборудования, часы; или количество выполненных операций;  $K_a$  – суммарный корректирующий коэффициент к линейной норме, %;  $K_{ac}$  – суммарный корректирующий коэффициент к норме на работу специального оборудования, %.

С учетом норм расхода топлива [5] и распределения среднего времени работы пожарной АЦ [3] ( $S = 14$  км,  $T_{об} = 45$  мин,  $K_a = 34$  %,  $K_{ac} = 66$  %), можно рассчитать средние нормативные расходы топлива на тушение одного пожара (табл. 1).

**Табл. 1. Нормы расхода топлива автоцистернами  $Q_H$** 

Модель спецавтомобиля	Базовая модель	Линейная норма $H_s$ , л/100км	Норма на работу оборудования $H_{об}$ , л/ч	$Q_H$ , л
АЦ-30-106Б	ГАЗ-53А	32,5	16,0	26
АЦ-30-146, АЦ -30-184	ГАЗ-66	34,0	16,0	26
АЦ-40-41А	Урал-375Н	64,5	23,0	41
АЦ-40-63А, АЦ -40-638	ЗИЛ-130	41,0	18,0	30
АЦ-40-137, АЦ -40-153	ЗИЛ-131	51,5	21,0	36
АЦ-40-181	ЗИЛ-133Г1	54,0	21,0	36
АЦЛ-3-147-1	ГАЗ-66-01	33,0	16,0	26

Согласно ст. 244 раздела VIII «Экологический налог» Налогового кодекса Украины от 02.12.2010г. №2755-VI [6] установлены ставки налога за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ передвижными источниками загрязнения (табл. 2).

**Табл. 2. Ставки налога за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ передвижными источниками загрязнения**

Вид топлива	Ставка налога, грн/т
Бензин неэтилированный	86,53
Бензин смесевой	71,26
Дизельное топливо с содержанием серы:	
более чем 0,2 масс. %	86,53
более чем 0,035 масс. %, но не более чем 0,2 масс. %	66,17
более чем 0,005 масс. %, но не более чем 0,035 масс. %	59,80
не более чем 0,005 масс. %	38,18

Учитывая, что различные модификации базовых моделей АЦ, могут быть оснащены как карбюраторными, так и дизельными двигателями, рассчитываем величины экологического налога за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ для двух моделей АЦ (с наименьшей и наибольшей нормами затраты топлива) в расчете на тушение одного среднестатистического пожара (табл. 3).

**Табл. 3. Экологический налог за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ с отработавшими газами АЦ**

Модель спецавтомобиля	Вид топлива	Ставка налога, грн/т	Q <sub>н</sub> , л	Q <sub>н</sub> <sup>*</sup> , т	Сумма налога, грн
АЦ-30-106Б	Бензин неэтилированный	86,53	26	0,019	1,64
	Бензин смесевой	71,26			1,35
	Дизельное топливо с содержанием серы: > 0,2масс. % 0,035-0,2 масс. % 0,005-0,035 масс. % ≤ 0,005 масс. %	86,53		0,022	1,90
		66,17			1,46
		59,80			1,32
38,18	0,84				
АЦ-40-41А	Бензин неэтилированный	86,53	41	0,030	2,60
	Бензин смесевой	71,26			2,14
	Дизельное топливо с содержанием серы: > 0,2масс. % 0,035-0,2 масс. % 0,005-0,035 масс. % ≤ 0,005 масс. %	86,53		0,035	3,03
		66,17			2,32
		59,80			2,09
		38,18			1,34

Примечание.\* коэффициент перевода единиц объема в весовые единицы согласно Методике № 452, утвержденной указом Госкомстата Украины от 13.11.2008г. [7], составляет 0,74 кг/л для бензина и 0,85 кг/л для дизельного топлива

**Выводы.** Контроль и диагностика технического состояния двигателей пожарных автомобилей, находящихся в эксплуатации, должны быть тесно взаимосвязаны с контролируемых топливно-экономических и экологических показателей, основываясь на изучении связи расходов топлива, токсичности отработавших газов и технической исправности топливной аппаратуры.

При отсутствии данных о составе отработавших газов, можно, зная распределение среднего времени работы пожарных автомобилей, по действующим методикам рассчитать нормы расхода топлива и оценить величину экологического налога за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ с отработавшими газами: за разные периоды времени, с расчетом на один автомобиль, на одно подразделение ГСЧС, на тушение одного пожара и т.д.

Расчет величины экологического налога для ряда моделей эксплуатируемых автоцистерн позволил получить значения от 0,84 грн (для АЦ-30-106Б при использовании дизельного топлива с минимальным содержанием серы) до 3,03 грн (для АЦ-40-41А при использовании дизельного топлива с массовым содержанием серы более 0,2 %) в расчете на тушение одного среднестатистического пожара.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Наказ ДСНС України від 20.09.2013 р. № 618 «Про затвердження Положення про організацію екологічного забезпечення ДСНС України» [Електронний ресурс]: <http://www.mns.gov.ua/files/2013/10/8/618.pdf>.
2. Канило П.М. Автотранспорт. Топливоно-экологические проблемы и перспективы: монография. – Харьков: ХНАДУ, 2013. – 272с.
3. Ложкин В.Н., Преснов А.И., Иншин Р.И. О связи технического состояния, конструктивных особенностей и режимов эксплуатации пожарных автомобилей с токсичностью отработавших газов: сб. науч. тр. СПб.: СПбВПУ, 1997. – С. 76-84.
4. Ложкин В.Н. Загрязнение атмосферы автомобильным транспортом: справ.-метод. и учеб. пособие. СПб.: НПК «Атмосфера» при ГГО им. А.И. Воейкова, 2002. – 297 с.
5. Наказ Міністерства транспорту України від 10.02.1998 р. «Про затвердження Норм витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті» [Електронний ресурс]: <http://vpg.at.ua/load/0-0-0-4-20>.
6. Податковий кодекс України від 02.12.2010 р. № 2755-VI/ Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К.: Відомості Верховної Ради України, 2011, № 13-14, № 15-16, № 17. – 112 с. – (Бібліотека офіційних видань).
7. Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів: наказ Державного комітету статистики України від 13.11.2008 р. № 452 [Електронний ресурс]: [http://uazakon.com/documents/date\\_3a/pg\\_gmcywc/index.htm](http://uazakon.com/documents/date_3a/pg_gmcywc/index.htm).

М.В. Сарапіна

### **Паливно-економічні і екологічні показники двигунів пожежних автомобілів на прикладі автоцистерн**

Проаналізовано особливості роботи та екологічні показники двигунів на характерних режимах застосування автоцистерн. Розраховані середні нормативні витрати палива на гасіння однієї пожежі, а також відповідна величина екологічного податку за викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин.

**Ключові слова:** пожежний автомобіль, автоцистерна, умови експлуатації, норми витрати палива, екологічний податок.

M.V. Sarapina

### **Fuel-economic and ecological parameters of fire trucks engines on the example of tank trucks**

Working features and ecological parameters of engines in the typical modes of use of the tank trucks are analysed. The average standard fuel consumption for extinguishing single conflagration and the corresponding value of ecological tax on pollutants emissions are calculated.

**Keywords:** fire truck, tank truck, exploitation conditions, standard fuel consumption, ecological tax.