

С. О. Пилипенко

Институт проблем машино-
строения им. А. Н. Подгорного
НАН Украины,
г. Харьков,
e-mail: pilipenko.org@gmail.com

УДК. 662.769.2

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОРОДА В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА

Ключові слова: водень, викиди CO₂ транспортними засобами, екологія, європейські директиви щодо скорочення викидів CO₂, конкурентоспроможність використання водню як палива.

Подано аналіз результатів досліджень викидів автотранспортними засобами при використанні різних видів палива в двигунах внутрішнього згорання. Виявлено найбільш екологічно безпечне паливо з аналізу вуглеводневого палива і перспективних альтернатив застосування різних видів палива в автотранспорті. Розроблено методику скорочення викидів шкідливих речовин двигунами, яка базується на використанні водню на борту автомобіля як автономного виду палива, так і в суміші з різними видами палива.

Введение

Водород – один из наиболее перспективных источников энергии. Его запасы на нашей планете практически неисчерпаемы. В единице веса водорода почти в три раза больше тепловой энергии, чем в бензине. Он может применяться как топливо и на транспорте, и в промышленности, и в быту. Широкое использование водорода в качестве топлива будет способствовать сохранению чистоты окружающей среды. В процессе его сгорания образуются лишь пары дистиллированной воды и в незначительном количестве – оксид азота (NO₂). В то же время сжигание нефти, природного газа, угля сопровождается выбросами продуктов сгорания, опасными для здоровья человека, ухудшающими состояние почвы и поверхностных вод, разрушающими постройки, машины и оборудование.

Наиболее вредными являются выбросы от автотранспортных средств, которые расположены на небольшой высоте, что затрудняет рассеивание и многократно увеличивает концентрацию примесей в приземном слое атмосферы.

Таким образом, можно сделать вывод, что актуальность поиска альтернативных видов топлива стоит на сегодня особо остро. Этим объясняется актуальность проведения данных исследований.

Основной целью исследования является возможность применения водородных технологий на основе анализа, полученных из различных источников и сфер деятельности исследований и принятых директив. Использование современных средств коммуникации, обработка научной литературы позволяет осуществлять сбор и анализ информации, полученной от учёных различных стран. В статье изучена структура мировых выбросов CO₂ от транспортного сектора экономики. Проанализировано влияние вредных выбросов от автотранспортных средств на здоровье людей и экологию в целом. Рассмотрена структура методов снижения выбросов CO₂ от транспорта по данным Международного энергетического агентства. Рассмотрены европейские директивы по сокращению выбросов CO₂.

Исходя из полученных данных и проведенных исследований, предлагается сократить количество вредных токсических выбросов транспортными средствами, используя водород в качестве топлива. В результате анализа приходим к выводу, что поиск альтернативных источников топлива для автотранспортных средств неизбежно приведёт к водороду как действительно безопасному виду топлива.

Анализ выбросов CO₂ от транспорта как основной контекст поиска альтернативного топлива

В структуре выбросов CO₂ от транспорта основную роль играют выбросы от легковых автомобилей, легких грузовых и пассажирских автомобилей массой до 3,5 т (43,3%) и выбросы от грузового автотранспорта (22,2%) (см. рис. 1).

Выхлопы автомобилей могут содержать окислы серы (SO_x), которые имеют прямую корреляцию с ростом числа заболеваний дыхательных путей. Окислы серы катализируют процесс появления злокачественных новообразований, вызванных канцерогенами. Общий объем автомобильных выбросов имеет устойчивую прямую связь с заболеваемостью городского населения бронхиальной астмой,

хроническим бронхитом, болезнями сердца. Международные исследования экономической оценки последствий загрязнения атмосферы показали, что наибольшая доля в возможном ущербе принадлежит экологической составляющей, связанной с влиянием выбросов автотранспорта в городской среде на здоровье людей. Эта компонента достигает 75–80% суммарного экологического ущерба от выбросов автотранспорта [2].

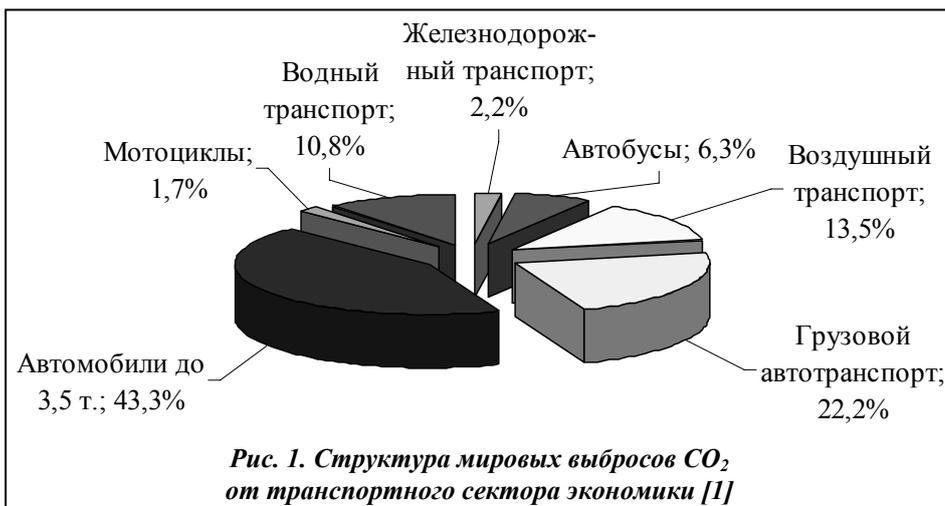


Рис. 1. Структура мировых выбросов CO₂ от транспортного сектора экономики [1]

В табл. 1 приведена характеристика городского ритма движения автомобиля. Усредненные значения параметров даны в процентах к их суммарному значению за полный цикл городского движения. Например, за 1 час поездки по городу приблизительно 24 минуты машина простаит у светофоров и в пробках, следовательно, 40% времени двигатель будет работать на холостых оборотах, расходуя около 15% топлива от суммарного расхода топлива за этот час. Объем отработавших газов за время работы двигателя на холостом ходу (за 24 минуты) составит 10% от общего их объема, выбрасываемого за час. В их составе будет около 20% оксида углерода (CO) и около 17% углеводородов (C_nH_m) от суммарного количества этих веществ, выбрасываемого в среднем за час движения по городу.

Таблица 1. Характеристика городского цикла движения автомобиля на бензиновом топливе [3]

Режим работы двигателя	Параметры работы двигателя, %					
	Время работы	Расход топлива	Объем отработавших газов	Выбросы		
				CO	C _n H _m	NO _x
холостой	40	15	10	20	17	0
разгон	18	35	45	30	30	80
установившийся	30	37	40	38	28	19
замедление	12	13	5	12	25	1

Исходя из проведенного анализа становится очевидным, что развитие современного автомобильного двигателестроения происходит во время постоянно ужесточающихся экологических требований. Наряду с ограничением выбросов токсичных составляющих отработавших газов (ОГ), изданы европейские директивы по сокращению выбросов диоксида углерода.

С целью снижения выбросов от автотранспорта в Европейском Союзе в апреле 2009 г. были приняты Правила № 443/2009, касающиеся ограничения выбросов CO₂ от новых легковых автомобилей категории M1 [4]. В соответствии с данными Правилами установлена цель: в целом по Европейскому Союзу достичь к 2012 г. средней величины выбросов CO₂ от новых легковых автомобилей на уровне 120 г/км, в 2015 г. – 90 г/км. Выполнение требований этих директив потребует сокращения использования в автомобильных двигателях бензина (см. рис. 2).

Достижение поставленных целей по снижению выброса диоксида углерода требует совершенствования конструкции автомобиля для снижения расхода топлива, а также применения альтернативных топлив. В соответствии со сценарием BLUE Map, рассматриваемым Международным энергетическим агентством, предлагается структура методов снижения выбросов CO₂ от транспорта, представленная на рис. 3 [5].

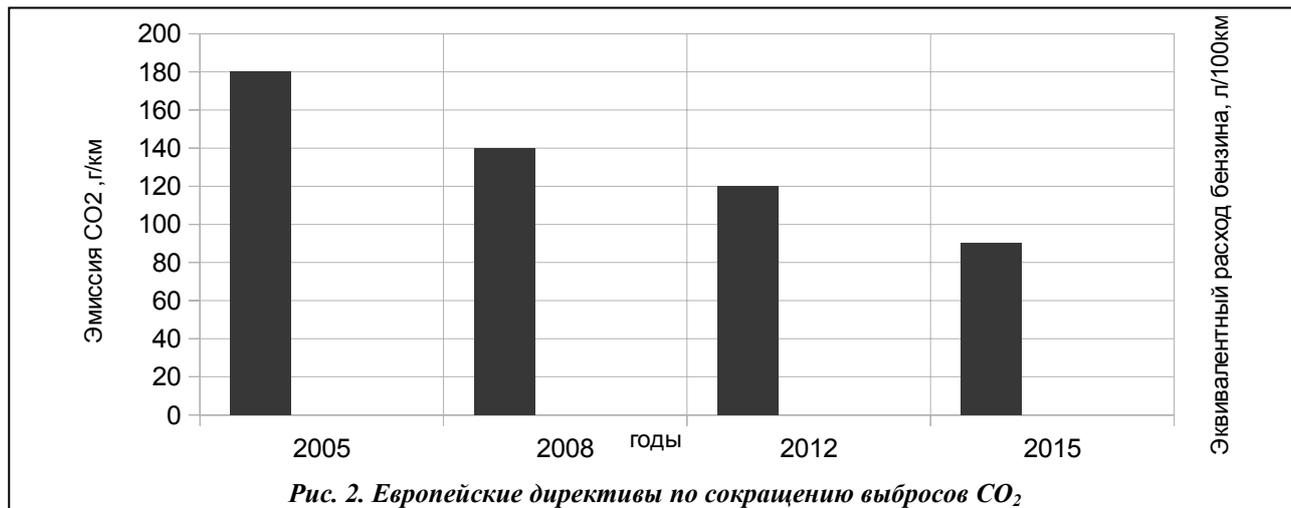


Рис. 2. Европейские директивы по сокращению выбросов CO₂

Сократить выбросы транспортными средствами можно при переходе на водородное топливо, при использовании которого в зависимости от типа энергоустройства, выбросы загрязняющих веществ могут быть практически сведены к нулю. Металлогидридные и другие технологические установки позволяют аккумулировать водород в газообразном состоянии, безопасно его хранить и подавать потребителям с заданными показателями давления и расхода [6]. Водород чрезвычайно удобен для транспортировки. На большие расстояния его можно передавать по трубопроводам. Как и любое другое газообразное топливо, его можно накапливать и хранить длительное время как в ёмкостях, так и в резервуарах природного происхождения, например в выработанных газовых месторождениях.

Цель научной разработки данной статьи : поиск возможности улучшения экологических показателей и снижение выбросов CO₂ от автотранспортных средств. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие основные задачи :

1. Исследовать выбросы вредных веществ при сгорании различных топлив.
2. Предложить альтернативный вид топлива, при котором выбросы загрязняющих веществ частично или полностью отсутствуют.

Результат исследований

В связи с актуальностью экологической проблемы крупных городов во многих странах ведется работа по снижению токсичности выбросов автомобильных двигателей. Рассматриваются несколько направлений создания новых модификаций бензина и искусственных моторных топлив, соответствующих более низкому уровню токсичности (ЕВРО-1, ЕВРО-2, Калифорнийский стандарт и т. д.). Для снижения токсичности выхлопных газов применяют каталитические дожигатели и фильтры, которые приводят к значительному удорожанию автомобиля, но малоэффективны в условиях эксплуатации подержанного автотранспорта.

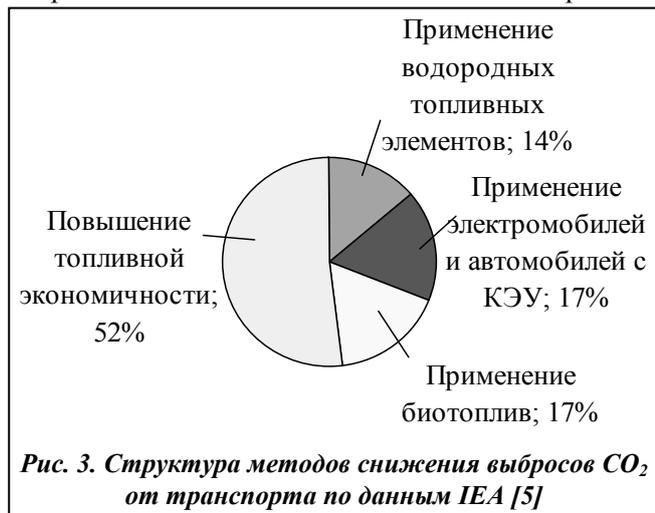


Рис. 3. Структура методов снижения выбросов CO₂ от транспорта по данным IEA [5]

Как следует из табл. 2, из широкого перечня моторных топлив смесь бензина с водородом близко соответствует европейскому стандарту ЕВРО-1. Выбросы вредных веществ при сгорании водорода практически нулевые.

Таблица 2. Выброс вредных веществ при сгорании различных топлив[7]

Виды топлива	Выброс вредных веществ, г/км		
	СО	СН	NO _x
бензин	42	8,5	9,1
сжиженный нефтяной газ	19	4,8	8,7
сжатый природный газ	8,5	4,5	8,5
бензин в смеси с водородом	3	2,8	4,55
метанол	28	4,6	4,4
метанол в смеси с бензином	32	5,4	7,6
метанол в смеси с синтез-газом (H ₂ +CO)	5	2,5	3,5
синтез -газ (H ₂ +CO)	0	0,4	2,3
водород	0	0	2,5
ЕВРО-1	2,72	0,93	–

Выводы

Сократить выбросы транспортными средствами можно при переходе на водородное топливо. Водород как энергоноситель в автотранспорте даже при относительно осторожных оценках динамики роста цен на сырую нефть и экологического ущерба может стать вполне конкурентоспособным по сравнению с традиционными моторными топливами. Более интенсивный рост цен сырой нефти приведет только к увеличению конкурентоспособности водородного транспорта, особенно при производстве водорода на базе угля, ядерной энергии или возобновляемых источников. Одновременно по мере освоения будет происходить удешевление водородных технологий. Более точный учет экологического фактора также будет способствовать усилению привлекательности водорода. Автомобили на базе водорода имеют более высокую эффективность: КПД топливного элемента достигает 60% и более.

Водородный автомобиль – высокоэкологичный вид транспорта, так как выбросами от топливных элементов являются пары воды, а от самого автомобиля — только мелкие частицы при изнашивании тормозных колодок и шин.

В формате евроинтеграции Украины и европейских директив по сокращению выбросов оксида углерода наиболее прагматично – компромиссная ближайшая перспектива украинского автозаправочного рынка топлив органического происхождения – это применение водорода в качестве топлива.

Высокий экологический аспект конкурентоспособности использования водорода в качестве топлива делает его рентабельным.

Литература :

1. *Fulton, L.* Transport, Energy and CO₂ : Moving Toward Sustainability / L. Fulton // 3rd INTERNATIONAL TAXI FORUM – 9 October 2009. – P. 25.
2. *Cubbin, D. R.* The Health Costs of Motor – Vehicle – Related Air Pollution / D. R. Cubbin, M. A. Delucch // J. Transport Economics and Policy. – September 1999. – Vol. 33. – Part 3. – P. 29.
3. *Козлов, М. М.* Чем дышит водитель? / М. М. Козлов //Полезные страницы. – 1999. – Вып. 4. – С.212.
4. *Regulation (EC) №443/2009* of the European Parliament and of the Council setting emission performance standards for new passenger cars as part of the Community’s integrated approach to reduce CO₂ emissions from light-duty vehicles. – 23 April 2009. – P. 15.
5. *Energy Technology Perspectives. Scenarios and Strategies to 2050.* – Paris: International Energy Agency. – 2006. – 486 p.
6. *Металлогидридные технологии : дайджест* / Под ред. В. В. Соловья и Ю. М. Мацевитого. – Харьков: ИПМаш им. Подгорного НАН Украины. – 2009. – 37 с.
7. *Крутнев, В. Ф.* / Перспективы применения водородного топлива для автомобильных двигателей / В. Ф. Крутнев, В. Ф. Каменев // Конверсия в машиностроении. – 1997. – № 6. – С. 73–79.

Поступила в редакцию 28.04.14