

ТЕХНОЛОГІЇ ЗАПОБІГАННЯ ВТРАТАМ (ЕМІСІЇ) ВУГЛЕВОДНІВ З ПАЛИВНИХ БАКІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Бойченко С.В., доктор технічних наук, професор, Національний авіаційний університет, Київ, Україна, chemmotology@ukr.net, orcid.org/0000-0002-2489-4980

Яковлева А.В., кандидат технічних наук, Національний авіаційний університет, Київ, Україна anna.yakovlieva@nau.edu.ua, orcid.org/0000-0002-7618-7129,

Калмикова Н.Г., Національний авіаційний університет, Київ, Україна, kalmykova82@ukr.net, orcid.org/0000-0001-5553-5721

TECHNOLOGIES OF PREVENTION OF LOSSES (EMISSIONS) OF HYDROCARBONS FROM FUEL TANKS OF VEHICLES

Boichenko S.V., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, chemmotology@ukr.net, orcid.org/0000-0002-1196-3852

Yakovlieva A.V., PhD in Technical Sciences, Associate Professor, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, anna.yakovlieva@nau.edu.ua, orcid.org/0000-0002-7618-7129

Kalmykova N.G., National Aviation University, Kyiv, Ukraine, kalmykova82@ukr.net, orcid.org/0000-0001-5553-5721

ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОТЕРЬ (ЭМИССИИ) УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ ТОПЛИВНЫХ БАКОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Бойченко С.В., доктор технических наук, профессор, Национальный авиационный университет, Киев, Украина, chemmotology@ukr.net, orcid.org/0000-0002-1196-3852

Яковлева А.В., кандидат технических наук, Национальный авиационный университет, Киев, Украина, anna.yakovlieva@nau.edu.ua, orcid.org/0000-0002-7618-7129

Калмыкова Н.Г., Национальный авиационный университет, Киев, Украина, kalmykova82@ukr.net, orcid.org/0000-0001-5553-5721

Вступ

Запобігання втратам нафтопродуктів з паливних баків транспортних засобів - є одним із важливих напрямів економії паливно-енергетичних ресурсів, що має одне з головних значень у розвитку економіки. Під час експлуатації автомобіля та заправки паливом відбувається процес випаровування, що супроводжується втратою цінних легких вуглеводнів, потраплянням токсичних та канцерогенних речовин у навколишнє середовище. Втрата легких фракцій нафтопродукту, у першу чергу, негативно впливає на зміну їх якості, по-друге, випаровування призводить до безповоротних кількісних втрат цінної нафтової сировини. Тобто, проблема втрат палив від випаровування - це комплексна еколого-економіко-енергетична проблема, що потребує уваги суспільства, держави та вчених щодо її вирішення [1,2].

Основною причиною втрат палив з паливних баків автомобілів є випаровування внаслідок великих і малих "дихань". Втрати внаслідок великих "дихань" утворюються у процесі заправлення техніки через витіснення пароповітряної суміші з баків автомобілів. Втрати від малих «дихань» утворюються у процесі експлуатації автомобіля [1,3]. Об'єм викидів залежить від кліматичної зони та пори року й зростає зі збільшенням циклів заправлення автомобіля. За оцінками зарубіжних досліджень, із загальної кількості вуглеводнів, що втрачаються внаслідок випаровування, на автозаправні станції (АЗС) припадає - 52%, на нафтопереробні заводи (НПЗ) - 16 %, нафтобази - 32 % (Табл. 1.) [3].

Таблиця 1 – Структура втрат від випаровування за об’єктами.
Table 1 – Structure of evaporation losses by objects.

№ з/п	Об’єкт	Втрати, %
1.	АЗС	52%
2.	НПЗ	16%
3.	Нафтоосховища	32%

Як видно з таблиці 1, найбільша частина втрат від випаровування припадає на АЗС. Ураховуючи той факт, що в Україні функціонують більш ніж 7000 АЗС, то сумарні річні втрати нафтопродуктів набувають катастрофічно великих розмірів [3].

Однією із основних причин витікання пароповітряної суміші (ППС) під час експлуатації АЗС є випаровування у процесі заправлення техніки через витіснення ППС з баків автомобілів (тобто, внаслідок великих “дихань”). Наведемо у таблиці 2 структуру узагальнених втрат на АЗС [3]:

Таблиця 2 – Структура узагальнених втрат на АЗС
Table 2 – Structure of generalized losses at gas stations

№ з/п	Джерела втрат	Втрати, %
1.	Переповнення паливного бака під час заправлення	48,7 %
2.	Внаслідок випаровування із резервуарів	17,7%
3.	Витіснення під час наповнення паливного бака	14,6%
4.	Технічна несправність паливно-роздавальної колонки (ПРК)	11,4%
5.	Технічна несправність ПРК	7,6%

Незалежно від причин втрат рідких вуглеводнів у кінцевому підсумку всі вони опиняються в атмосфері, що негативно впливає на навколишнє середовище і, особливо на здоров’я людини. Висока концентрація вуглеводнів у повітрі спричиняє підвищену захворюваність органів дихання, функціональні зміни у центральній нервовій системі тощо. Таким чином, зменшення втрат нафтопродуктів від випаровування з паливних баків, особливо на АЗС, є актуальним завданням в економічному та екологічному аспекті [1,2].

Мета роботи і завдання дослідження.

Метою роботи є виявлення кращих технологій, систем, тенденцій, особливостей уловлювання та запобігання втрат вуглеводнів з паливних баків.

Завданням дослідження є комплексний ситуативний аналіз існуючих на сьогодні технологій та методів запобігання втрат вуглеводнів з паливних баків, враховуючи дослідження переваг і недоліків цих технологій, що впливають на ефективність запобігання емісії вуглеводнів.

Об’єктом дослідження є процес випаровування бензинів із паливних баків транспортних засобів.

Предметом дослідження є аналіз, бенчмаркінг сучасних технологій та методів запобігання втрат вуглеводнів з паливних баків й обґрунтування найбільш ефективної технології запобігання.

Гіпотезою цієї праці є: ефективні технології запобігання втрат вуглеводнів з паливних баків дозволять економити цінну вуглеводневу сировину та зменшити техногенне навантаження на навколишнє середовище.

Науково-прикладним завданням цієї праці є обґрунтування найбільш ефективної технології запобігання втрат вуглеводнів з паливних баків.

Літературний огляд.

Транспортний сектор найбільше використовує, як моторне паливо саме бензини, що мають у своєму складі фракції, що найбільш легко випаровуються, тому втрати від випаровування бензинів, є найбільш значущими [4, 5, 6].

До фізичних властивостей, що характеризують випаровуваність бензину та його здатність до випаровування, відносять наступні: тиск насиченої пари, фракційний склад, в'язкість, поверхневий натяг, теплоту випаровування, коефіцієнт дифузії пари, густину і теплоємність. Найбільшою мірою випаровуваність бензинів залежить від компонентного та фракційного складу і тиску насиченої пари. За цими показниками бензини можуть відрізнятися між собою, тоді як інші показники, що впливають на випаровуваність, для всіх бензинів, дуже близькі. Фракційний склад бензинів умовно поділяють на три частини: пускову – перші 10 % відгону, робочу – 10-90 % відгону та кінцеву – останні 10 % відгону [5,7, 8].

Саме наявність великої кількості летких вуглеводнів у складі автомобільного бензину може бути причиною підвищеної схильності до втрат від випаровування та до утворення парових пробок. Тиск насиченої пари характеризує також наявність легких фракцій в бензині. Він є функцією складу бензину і залежить від температури й співвідношення парової і рідкої фаз. Підвищене значення тиску насиченої пари автомобільних бензинів вимагає максимального ступеню заповнення резервуарів та паливних баків (95-98 %) з метою запобігання втратам від випаровування [9,10,11].

Економія палива є однією із основних умов зниження вартості транспортних перевезень. Витрати на паливо в загальних витратах на експлуатацію транспортних засобів (ТЗ) складають 18-20 %. При оцінюванні витрат на паливо враховується та його кількість, що заливається в бак, а не спалена в циліндрах двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) [12,13,14]. Через випаровування із паливного бака до ДВЗ, залежно від кліматичної зони, не доходить до 10 % і більше, залитого в бак палива. Випаровування не тільки завищує вартість транспортних перевезень, але й спричиняє пожежонебезпеку і забруднює довкілля. Причиною цьому є обмежені функціональні можливості паливних баків. Зазвичай їх використовують лише як резервуари для зберігання палива [15,16].

Витрата палива транспортним засобом залежить від значної кількості різних чинників, одним із яких є випаровування палива (бензину) з паливного бака. Випаровування бензину в 30-40 разів перевищує випаровування дизельного палива і залежить від ступеня заповнення бака. При заповненні бака на 90 % річні витрати становлять 0,3 % в центральній і 0,4 % в південній кліматичній зоні, а при заповнюванні на 20 % відповідно – 9,6 % і 13,9 %. Паливні баки сучасних транспортних засобів потребують обладнання пристроями захисту від випаровування з них палива, що одночасно обумовлює захист від пожежонебезпеки і забруднення довкілля [6].

Нижче перераховані найбільші джерела викидів у вигляді випаровування від транспортних засобів [10,16,17]:

Втрати через дихальний клапан паливного бака.

Втрати через дихальний клапан паливного бака (малі «дихання») відбуваються в результаті випаровування палива з паливного бака під час руху і стоянки транспортного засобу. Ці втрати пов'язані з регулярними добовими температурними коливаннями;

- Втрати від великих «дихань» із горловини паливного бака автомобіля, що відбуваються під час заправки їх пально-роздавальними колонками, тобто наповнення бензином паливного бака заправним пістолетом. Втрати бензину під час заправки автомобіля складають 0,09...0,12% від кількості бензину, що заправляється.

- Підтікання та витік палива (кількісні втрати).

Як правило, під час моделювання викидів у вигляді випаровування, пов'язаних із втратами через дихальний клапан паливного бака і просочуванням палива, розглядаються три окремих механізми [18,19,20]:

- денні викиди;
- втрати при роботі;
- випаровування, в результаті гарячого просочування.

Як втрати через дихальний клапан паливного бака, так і підтікання палива вносять вагомий внесок у процес випаровування, а їх відносна значимість залежить від конфігурації транспортного засобу. Більш докладний опис цих трьох механізмів наводиться нижче.

Денні викиди:

Зростання температури повітря навколишнього середовища, що відбувається протягом світлового дня, призводить до теплового розширення палива і парів у паливному баку. У разі відсутності системи контролю викидів деяка частина з обсягу паливної пари викидається в атмосферу. Викиди, що є результатом підтікання та витоку палива, також відносяться до денних викидів. Денні викиди відбуваються під час стоянки транспортного засобу, що пов'язано з добовими коливаннями температури навколишнього повітря.

Втрати при роботі:

Втрати при роботі є результатом випаровування, що утворюється в паливному баку під час експлуатації транспортного засобу.

Всі типи викидів у вигляді випаровування у великій мірі залежать від летючості бензину, що використовується, абсолютної температури навколишнього повітря, температурних коливань, а також проектних характеристик транспортного засобу [7].

Оцінка якісних характеристик паливно-повітряної суміші, що випаровується з баків автомобілів під час їх заправки, показала, що основними компонентами легких фракцій нафтопродукту (бензину) є: гексан, ацетон, сірковуглець, бензол, декан, етилбензол.

Як відомо, надійність та техніко-економічні показники двигунів автотранспортних засобів залежать від декількох важливих факторів, одним із яких є якість палива, що використовується, і тому важливим завданням є збереження його у заданих межах.

Утворення парів у паливному баку:

Кількість пари, що утворюється в паливному баку залежить від: летючості палива, температурних коливань, розміру паливного бака і рівня його заповнення та складається з: утворення парів в паливному баку; викидів, що утворюються в результаті "проскакування" з канистри; викидів, що утворюються в результаті підтікання і витоку.

Необхідно відмітити, що утворення викидів у вигляді випаровування залежить від складу палива. Легкі компоненти палива мають більш високу летючість в порівнянні з більш важкими компонентами [1,7].

Розглянемо масові викиди забруднюючих речовин під час заправки паливних баків автомобіля у таблиці 3 [21].

Таблиця 3 – Викиди забруднюючих речовин під час заправки паливних баків автомобіля
Table 3 – Emissions of pollutants during refueling of car fuel tanks

Тип процесу	Найменування ЗР	Викид, г/с	Викид, т/р
Викиди під час заправки паливних баків автомобіля	бензин	0,0108784	0,00380656
	Вуглеводні насичені C12- C19 (розчинник РПК26611 і ін.)	0,000001318	0,000000224
	метан	0,00005	0,0004
	етан	0,00122	0,01
	пропан	0,013	0,1066
	бутан 0,0104 0,0855	0,0104	0,0855

Основна частина.

Викиди парів бензину в атмосферу пов'язані в першу чергу з його випаровуванням із паливного бака.

Розглянемо причини, джерела, наслідки втрат палив з паливних баків автомобілів на рис. 1.



Рисунок 1 – Причинно-наслідковий стан втрат бензинів із паливних баків автомобілів.

Figure 1 – Causal state of gasoline losses from car fuel tanks.

Аналізуючи рисунок 1, а саме: невідворотність причин та джерел випаровувань з паливних баків автомобілів, можемо зробити висновок, що втрати з паливних баків наносять шкоду в економічному, екологічному, енергетичному та технологічному аспектах. Тому важливе значення у сенсі попередження нанесення вищезазначеної шкоди, є використання сучасних засобів вловлювання вуглеводневої пари з паливних баків автомобілів. Що розглянемо нижче.

Зведемо до таблиці сучасні засоби вловлювання вуглеводневої пари з паливних баків автомобілів, що є актуальними на сьогодні.

Таблиця 4 – Аналіз сучасних технологій вловлювання пари вуглеводнів з паливних баків автомобілів

Table 4 – Analysis of modern hydrocarbon vapor capture technologies from car fuel tanks

№ з/п	Технології	Переваги	Недоліки	Ефективність	Література
1	Спосіб закривання клапана бака у відповідь на витік у двох паливній системі подачі палива. Даний винахід відноситься до системи і способу закривання	Система і спосіб можуть бути особливо корисні для обмеження потоку палива з баків, що	Подача газоподібного палива під високим тиском, а	До 100%	[22,23]

	клапана бака-сховища транспортного засобу, коли виявлені витіки в паливній системі.	знаходяться під тиском.	подача рідкого палива за низького тиску		
2	Установка невеликих бортових каністр з активованим вугіллям.	Порівняно невеликі капіталовкладення	Повинен мати достатньо стабільні характеристики під час зміни температури навколишнього середовища	До 90 %	[24]
3	Корисна модель відноситься до пристроїв для вловлювання пари з паливних баків. Технічний результат під час заправлення автомобіля досягається вловлюванням пари нафтопродуктів з паливного бака в ємність з подальшим спалюванням пари у циліндрах двигуна.	За рахунок міжстінного простору з вуглекислим газом випаровувань від малих дихань, пов'язаних із підвищенням температури відбуватися не буде.	Досить значні капіталовкладення	90-100%	[25]
4	Установка вловлювання пари нафтопродукту із бака автомобіля на автозаправних станціях В даній установці роздатковий кран, що вставляється у паливний бак автомобіля, обладнується двохканальним роздатковим рукавом, що з'єднаний з паливороздатковою колонкою. Пара нафтопродуктів через рукав за допомогою агрегата подається на ділянку паропроводу, а потім через зворотній клапан низького тиску в окремий резервуар для збору парів. У резервуарі відбувається абсорбція пари нафтопродукту.	Установка має досить ефективні показники вловлювання пари нафтопродукту	Значні капіталовкладення і складність самої установки	До 100 %	[25,26]
5	Система вентиляції паливного бака, що включає в себе паливний бак, адсорбер з активованим вугіллям, електробензонасос, паропроводи, паливопроводи, електромагнітний клапан продувки адсорбера, форсунку впусківання, впускний трубопровід, датчики.	Ефективна установка вентиляції паливного бака	Значні капіталовкладення і складність самої установки		[25,27]
6	Система централізованого впусківання, що передбачає адсорбер для поглинання випаровувань бензину із системи живлення. Така система включає в себе	Ефективна установка вловлювання пари нафтопродукту	Значні капіталовкладення і складність самої установки	95-98%	[25,28]

	паливний бак, сепаратор адсорбер з активованим вугіллям, електробензонасос, паропроводи, паливопроводи, запобіжний та гравітаційний клапани, клапан продувки адсорбера, форсунку впорскування, впускний трубопровід двигуна.				
7	Система вловлювання паливних випаровувань, Система містить паливний бак, що з'єднаний через трубопровід подачі пари з ємністю, що вловлює – сепаратором. Далі сепаратор з'єднаний трубопроводом подачі несконденсованої пари з ємністю з активованим вугіллям – адсорбером. На трубопроводі подачі несконденсованої пари встановлений клапан паливного бака.	Ефективна установка вловлювання пари нафтопродукту	Значні капіталовкладення і складність самої установки	95-98%	[25,29]
8	Паливний бак автомобіля з установкою вловлювання пари і пристроєм для зливу води Від ємності, що вловлює пару відводиться вентиляційний трубопровід, на якому обладнаний електромагнітний клапан відводу пари із ємності до впускного трубопроводу двигуна. Ємність, що вловлює пару виконана двостінною та між стінний простір заповнений вуглекислим газом.	Ефективна установка вловлювання пари нафтопродукту	Значні капіталовкладення і складність самої установки	95-98%	[25,30]
9	У системі впорскування зі зворотнім зв'язком використовується система вловлювання пари палива. Вона складається з адсорбера, встановленого у моторному відсіку, сепаратора, клапанів та з'єднувальних шлангів. Пара палива із бака частково конденсується у сепараторі, конденсат зливається назад у бак. Пара, що залишилася проходить через гравітаційний та двохходовий клапани. Гравітаційний клапан попереджує витікання палива із бака під час перекидання автомобіля, а двохходовий перешкоджає надмірному підвищенню або пониженню тиску у паливному баку. Потім пара попадає в адсорбер, де поглинається активованим вугіллям.	Ефективна установка вловлювання пари нафтопродукту	Значні капіталовкладення і складність самої установки	95-98%	[31]

10	Система вловлювання парів нафтопродуктів на АЗС з розділенням пароповітряної суміші на мембранах	Використання у пристрої вловлювання пари вуглеводнів на АЗС блоків мембран з селективністю у відношенні різних речовин дозволяє уникнути встановлення холодильника і з високою енергоефективністю розділяти пароповітряну суміш.	Важливе значення має правильний підбір мембран, що мають високу ефективність.	Технології розділення пароповітряної суміші на мембранах ефективніші відомих на 7...12%. Річний економічний ефект під час реалізації нафтопродуктів на АЗС у кількості 32 м ³ /доба складе 910 тис. руб.	[22]
11	Модернізований заправочний пістолет, що дозволяє вловлювати пару нафтопродуктів із баків автотранспорту під час заправки	Дозволить виключити втрату вуглеводнів під час зберігання та заправлення автомобілей. Забезпечить енергозбереження процесу та без використання енергоємних машин.	Недостатня розповсюдженість на Автозаправних станціях	80-90%	[32]
12	Система вловлювання парів бензину з наступним накопиченням їх в адсорберах, що містять поверхнево-активні речовини	Такі системи майже повністю вловлюють випаровування палива. Встановлення СВПБ на серійні автомобілі не впливає на показники їх паливної економічності.	ПАР повинна мати достатньо стабільні характеристики під час зміни температури навколишнього середовища та забезпечувати ефективну десорбцію й багаторазове повторення циклів адсорбція –	У СВПБ тільки випускний клапан, що відрегульований на тиск відкриття у 1,5 кПа, забезпечує зниження кількості парів, що утворюються у 3-5 разів	[33]

			десорбція, Також ПАР не повинна мати сприйнятливості до атмосферної вологи та повинна володіти високою механічною міцністю	(бензин залишається у паливном у баці автомобіля. Використання СВПБ на легковом у автомобілі дозволяє економити в середньому біля 36 г бензину на добу, а на вантажно му – до 100г.
--	--	--	--	---

Висновки.

На підставі комплексного ситуативного аналізу існуючих на сьогодні технологій та методів запобігання втрат вуглеводнів з паливних баків, враховуючи дослідження переваг і недоліків цих технологій, ми дійшли висновку, що:

- для запобігання втратам від великих дихань, тобто при заправленні бензобаків нафтопродуктом, найбільш ефективною технологією запобігання ми вважаємо корисну модель, що відноситься до пристроїв для вловлювання пари з паливних баків, технічний результат якої досягається під час заправлення автомобіля, вловлюванням пари нафтопродуктів з паливного бака в емність з подальшим спалюванням пари у циліндрах двигуна;

- для запобігання втратам від малих дихань найбільш ефективною технологією ми вважаємо систему вловлювання парів бензину з наступним накопиченням їх в адсорберах, що містять поверхнево-активні речовини. Такі системи майже повністю вловлюють випаровування палива. Встановлення СВПБ на серійні автомобілі не впливає на показники їх паливної економічності.

Зменшення викидів парів із бака можна забезпечити також послабленням його нагріву елементами випускної системи двигуна та сонячного випромінювання, використанням паливного бака спеціальної конструкції з мінімальним відношенням площі поверхні випаровування палива до об'єму баку, встановленням в ньому перегородок, що зменшують змочування його внутрішньої поверхні при розгоні та гальмуванні автомобіля тощо.

Враховуючи наслідки, що спричиняють випаровування вуглеводнів з паливних баків, а саме: екологічне забруднення навколишнього середовища, зниження октанового числа та загалом кількісно-якісна втрата цінної частини нафтопродуктів, вважаємо за доцільне проводити подальші наукові дослідження в даній області, впровадження на законодавчому рівні систем запобігання та вловлювання випаровувань з паливних баків та встановлення їх на серійні автомобілі.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бойченко С. В. Рациональное использование углеводневых топлив. Монография. – К.: НАУ, 2001. – 216 с.
2. Does gas evaporate over time from a car's gas tank by any meaningful amount? <https://www.quora.com/Does-gas-evaporate-over-time-from-a-cars-gas-tank-by-any-meaningful-amount>
3. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/16-001-m/2012015/part-partie1-eng.htm>
4. R. E. Wilson, H. V. Atwell, E. P. Brown and G. W. Chenicek Prevention of Evaporation Losses from Gasoline Storage Tanks. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ie50190a013>

5. Бойченко С. В., Яворська М. В. Сучасні способи та засоби мінімізації викидів вуглеводнів під час зберігання бензинів. Наукоємні технології. 2012. №4.
6. Article Evaluation of Gasoline Evaporative Emissions from Fuel-Cap Removal after a Real-World Driving Event, Hiroo Hata 1,* , Syun-ya Tanaka 2 , Genta Noumura 2 , Hiroyuki Yamada 3 and Kenichi Tonokura 2,* Received: 2 October 2020; Accepted: 14 October 2020; Published: 16 October 2020
7. Чабанний В. Я., Магопець С. О., Осипов І. М. та ін. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення. Книга 2. Системи забезпечення якості паливо-мастильних матеріалів. 2-ге видання , перероблене та доповнене. За редакцією В. Я. Чабанного.
8. Інтернет ресурс: <https://www.cnbc.com/2017/08/22>.
9. Білоконь Я. Ю. Вайнтрауб. М.А. Уприскувальні системи живлення бензинових двигунів сучасних автомобілів: навчальний посібник / – К.: ІПТО. НАПН України, 2015. – 248с)
10. Rate of Petrol evaporation in the tank, August 18, 2013, <https://www.mycarforum.com/forums/topic/2690570-rate-of-petrol-evaporation-in-the-tank/>
11. Бойченко С.В., Черняк Л.М., Федорович Л.А., Титова О.С., Качественная оценка потерь нефтепродуктов от испарения. Транспорт и хранение нефтепродуктов. 2007.
12. С.В. Бойченко, Л.М. Черняк, Л.А. Федорович, О.С. Титова, Нефтепереработка и нефтехимия. Потери от испарения и химмотологическая надежность техники. 2006.
13. С.В. Бойченко, С.В. Иванов, Л.А. Федорович, Л.М. Черняк. Взаємозв'язок втрат від випаровування та кондиційності бензину. Вісник Національного Авіаційного Університету 22 (4), 151-154, 2004
14. Л. Черняк, СВ Бойченко, Л.А. Федорович, В.Ф. Новікова, Dependence of evaporation losses on petrol quality. Taylor and Francis, 2010
15. С.В. Бойченко, Л.М. Черняк. Выбор средства предотвращения потерь топлив от испарения Вісник Національного Авіаційного Університету 2 (20), 111-114, 2004
16. Л.М. Черняк, Я.В. Гнідак, А.К. Антропченко, А.В. Бондарук. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА СУЧАСНИХ АВТОЗАПРАВНИХ СТАНЦІЙ
17. Божок А. М., Лісовал А. А., Рикова І. В. Запобігання випаровуванню палива з бака транспортного засобу.
18. Георгос Меллиос, Леонидас Нцихристос. Керівництво ЄМЕП / ЄАНС по інвентаризації викидів. /Зіссіс Самарас, Лес Уайт, Джорджіо Мартіні, Кен Роуз., 2013.
19. Котиков Ю. Г., Ложкин В. Н. Транспортная энергетика: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. 2006. – 272 с.
20. Дорошенко Ю. І., Люта Н. В. Огляд сучасних методик розрахунку втрат нафтопродуктів від випаровування за умов зберігання у наземних резервуарах».
21. http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI/Press/13364/1/vestnik_HPI_2014_40_Ivasenko_Rozrakhunkova.pdf
22. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Варнакова Е. А. «Совершенствование технологии заправки автотранспортных средств». Москва 2016. Патент на корисну модель. Рос. Федерація № 157866
23. Classifications. F02D19/0623 Failure diagnosis or prevention; Safety measures; Testing. RU2638899C2 Russia.
24. Георгос Меллиос, Леонидас Нцихристос. Руководство ЕМЕП/ЕАОС по инвентаризации выбросов. 1.А.3.б.в Испарение бензина. 2013.
25. Classifications. B60K15/03504 Fuel tankscharacterised by venting meansadapted to avoid loss of fuel or fuel vapour e.g. with vapour recovery systems. RU183284U1 Russia.
26. Ю.А. Матвеев и др. Патент на полезную модель №131479 от 20.08.2013 г.
27. Е.Л. Савич. Легковые автомобили. Учебное пособие. М.: Новое знание, 2009
28. В.Р. Бурячко, А.В. Гук. Автомобильные двигатели. Рабочие циклы. Показатели и характеристики. Методы повышения эффективности энергопреобразования. СПб.: НПКИЦ, 2005
29. Ушаков С.И. и др. Патент на полезную модель №45477 от 10.05.2005 г. Система улавливания топливных испарений.
30. Матвеев Ю.А. и др. Патент на полезную модель №158487 от 20.01.2016 г
31. <https://whatisvehicle.wordpress.com>
32. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Варнакова Е. А. «Совершенствование технологии заправки автотранспортных средств». Москва 2016. Патент на корисну модель. Рос. Федерація № 151525
33. Транспортная энергетика: учеб. Пособие для студ. Высш. Учеб. Заведений / Ю. Г. Котиков, В. Н. Ложкин; под ред. Ю. Г. Котикова. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 272 с.

REFERENCES

1. Boychenko SV Rational use of hydrocarbon fuels. Monograph. - K.: НАУ, 2001. - 216 с.
2. Does gas evaporate over time from a car's gas tank by any meaningful amount? <https://www.quora.com/Does-gas-evaporate-over-time-from-a-cars-gas-tank-by-any-meaningful-amount>
3. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/16-001-m/2012015/part-partie1-eng.htm>
- 4 R. E. Wilson, H. V. Atwell, E. P. Brown, and G. W. Chenicek Prevention of Evaporation Losses from Gasoline Storage Tanks. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ie50190a013>
5. Boychenko SV, Yavorskaya MV Modern methods and means of minimizing hydrocarbon emissions during gasoline storage. Science-intensive technologies. 2012. №4.
6. Article Evaluation of Gasoline Evaporative Emissions from Fuel-Cap Removal after a Real-World Driving Event, Hiroo Hata 1, *, Syun-ya Tanaka 2, Genta Noumura 2, Hiroyuki Yamada 3 and Kenichi Tonokura 2, * Received: 2 October 2020; Accepted: 14 October 2020; Published: 16 October 2020
7. Chabanny V. Ya., Magopets SO, Osipov IM and others. Fuels and lubricants, technical fluids and their supply systems. Book 2. Quality assurance systems for fuels and lubricants. 2nd edition, revised and supplemented. Edited by V. Ya. Chabanny.
- 8 Internet resource: <https://www.cnb.com/2017/08/22>.
9. Bilokon J. Y. Weintraub. MA. Injection systems for powering gasoline engines of modern cars: a textbook / - K.: ІПТО. NAPS of Ukraine, 2015. - 248p)
10. Rate of Petrol evaporation in the tank, August 18, 2013, <https://www.mycarforum.com/forums/topic/2690570-rate-of-petrol-evaporation-in-the-tank/>
11. S.V. Бойченко, Л.М. Черняк, Л.А. Федорович, О.С. Titova, Qualitative assessment of losses of oil products from evaporation. Transport and storage of petroleum products. 2007
12. S.V. Бойченко, Л.М. Черняк, Л.А. Федорович, О.С. Titova, Oil refining and petrochemistry. Evaporation losses and chemical reliability of the equipment. 2006
13. S.V. Бойченко, С.В. Ivanov, Л.А. Федорович, Л.М. Chernyak. Relationship between evaporation losses and gasoline condition. Bulletin of the National Aviation University 22 (4), 151-154, 2004
14. L. Chernyak, SV Boychenko, L.A. Федорович, В.Ф. Novikova, Dependence of evaporation losses on petrol quality. Taylor and Francis, 2010
15. S.V. Бойченко, Л.М. Chernyak. Choice of means of prevention of losses of fuels from evaporation Visnik of the National Aviation University 2 (20), 111-114, 2004
16. L.M. Черняк, Я.В. Gnidak, А.К. Антропченко, А.В. Bondaruk. ENVIRONMENTAL SAFETY OF MODERN GAS STATIONS.
17. Bozhok AM, Lisoval AA, Rykova IV Prevention of fuel evaporation from the tank of the vehicle.
18. Giorgos Mellios, Leonidas Ntsiahristos. EMEP / EANS Emission Inventory Guide. / Zissis Samaras, Les White, Giorgio Martini, Ken Rose., 2013.
19. Kotikov Yu. G., Lozhkin VN Transport energy: a textbook for students of higher educational institutions. 2006. - 272 p.
20. Doroshenko YI, Lyuta NV Review of modern methods for calculating the loss of petroleum products from evaporation under conditions of storage in land tanks.
21. http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI_Press/13364/1/vestnik_HPI_2014_40_Ivasenko_Rozrakhunkova.pdf
22. The abstract of the dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of technical sciences. Varnakova EA "Improvement of technology of refueling of motor vehicles". Moscow 2016. Utility model patent. Ros. Federation № 157866
23. Classifications. F02D19 / 0623 Failure diagnosis or prevention; Safety means; Testing. RU2638899C2 Russia.
24. Giorgos Mellios, Leonidas Nciachristos. EMEP / EEA Emission Inventory Guide. 1.A.3.b.v Evaporation of petrol. 2013
25. Classifications. B60K15 / 03504 Fuel tanks characterised by venting means adapted to avoid loss of fuel or fuel vapor e.g. with vapor recovery systems. RU183284U1 Russia.
26. Yu.A. Matveev et al. Patent for utility model №131479 dated 20.08.2013
27. E.L. Savich. Cars. Textbook. M.: New knowledge, 2009
28. В.Р. Бурячко, А.В. Sound. Car engines. Operating cycles. Indicators and characteristics. Methods to increase the efficiency of energy conversion. SPb.: NPKITs, 2005
29. Ushakov SI etc. Patent for utility model №45477 dated 10.05.2005. Fuel vapor capture system.
30. Matveev Yu.A. et al. Patent for utility model №158487 dated 20.01.2016
31. <https://whatisvehicle.wordpress.com>
32. The abstract of the dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of technical sciences. Varnakova EA "Improvement of technology of refueling of motor vehicles". Moscow 2016. Utility model patent. Ros. Federation № 151525

33. Transport energy: textbook. Handbook for students. Higher. Textbook. Institutions / Yu. G. Kotikov, VN Lozhkin; under ed. Yu. G. Kotikova. - М.: Publishing Center "Academy", 2006. - 272 p.

РЕФЕРАТ

Бойченко С.В. Технології запобігання втратам (емісії) вуглеводнів з паливних баків транспортних засобів / С.В. Бойченко, А.В. Яковлева, Н.Г. Калмикова // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник – К.: НТУ, 2021. – Вип. 3 (50).

Дана стаття присвячена комплексному аналізу існуючих на сьогодні технологій та методів запобігання втратам вуглеводнів з паливних баків, враховуючи дослідження переваг і недоліків цих технологій, що впливають на ефективність запобігання емісії. Метою роботи є виявлення кращих технологій, систем, тенденцій, особливостей уловлювання та запобігання втрат вуглеводнів з паливних баків. Розглянуті основні причини втрат палив з паливних баків автомобілів. Описані втрати вуглеводнів з паливних баків внаслідок великих та малих «дыхань». Описані фізичні властивості бензину, що характеризують його випаровуваність та здатність до випаровування. Перераховані найбільші джерела викидів у вигляді випаровування від транспортних засобів. Розглянені три окремих механізми, пов'язані з втратами через дихальний клапан паливного бака і просочуванням палива. Наведені якісні характеристики паливно-повітряної суміші, що випаровується з баків автомобілів та викиди забруднюючих речовин під час заправки паливних баків автомобіля. Розглянені причини, джерела, наслідки втрат палив з паливних баків автомобілів та зведені на рисунку. Також, зведені до таблиці сучасні засоби вловлювання вуглеводневої пари з паливних баків автомобілів, що є актуальними на сьогодні.

На підставі комплексного ситуативного аналізу існуючих на сьогодні технологій та методів запобігання втрат вуглеводнів з паливних баків, враховуючи дослідження переваг і недоліків цих технологій ми виявили найкращі технології для запобігання втратам від великих та малих дыхань.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПАЛИВНІ БАКИ, БЕНЗИН, ВТРАТИ, ЕМІСІЯ, АНАЛІЗ, ТЕХНОЛОГІЇ ЗАПОГАННЯ ВТРАТАМ.

ABSTRACT

Boichenko S.V., Yakovlieva A.V., Kalmykova N.G. Technologies of prevention of losses (emissions) of hydrocarbons from fuel tanks of vehicles. Visnyk of National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2021. – Issue 3 (50).

This article is devoted to a comprehensive analysis of existing technologies and methods to prevent hydrocarbon losses from fuel tanks, taking into account the study of the advantages and disadvantages of these technologies that affect the effectiveness of emission prevention. The aim of the work is to identify the best technologies, systems, trends, features of capture and prevention of hydrocarbon losses from fuel tanks. The main causes of fuel losses from car fuel tanks are considered. Losses of hydrocarbons from fuel tanks due to large and small "breaths" are described. The physical properties of gasoline that characterize its evaporation and evaporation ability are described. The largest sources of emissions in the form of evaporation from vehicles are listed. Three separate mechanisms related to losses through the breathing valve of the fuel tank and fuel leakage are considered. Qualitative characteristics of the fuel-air mixture that evaporates from car tanks and emissions of pollutants during refueling of car fuel tanks are given. The causes, sources, consequences of fuel losses from car fuel tanks are considered and summarized in the figure. Also, the modern means of capturing hydrocarbon vapor from the fuel tanks of cars, which are relevant today, are summarized in the table.

Based on a comprehensive situational analysis of current technologies and methods to prevent loss of hydrocarbons from fuel tanks, taking into account the study of the advantages and disadvantages of these technologies, we have identified the best technologies to prevent losses from large and small breaths.

KEY WORDS: FUEL TANKS, PETROL, LOSSES, EMISSIONS, ANALYSIS, LOSS PREVENTION TECHNOLOGIES.

РЕФЕРАТ

Бойченко С.В. Технологии предотвращения потерь (эмиссии) углеводородов из топливных баков транспортных средств / С.В. Бойченко, А.В. Яковлева, Н.Г. Калмыкова // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2021. – Вып. 3 (50).

Данная статья посвящена комплексному анализу существующих на сегодня технологий и методов предотвращения потерь углеводородов из топливных баков, учитывая исследования преимуществ и недостатков этих технологий, влияющих на эффективность предотвращения эмиссии. Целью работы является выявление лучших технологий, систем, тенденций, особенностей

улавливания и предотвращения потерь углеводородов из топливных баков. Рассмотрены основные причины потерь топлива из топливных баков автомобилей. Описаны потери углеводородов из топливных баков в результате больших и малых "дыханий". Описаны физические свойства бензина, характеризующие его испаряемость и способность к испарению. Перечислены крупнейшие источники выбросов в виде испарения от транспортных средств. Рассмотрены три отдельных механизма, связанные с потерями через дыхательный клапан топливного бака и утечкой топлива. Приведены качественные характеристики топливно-воздушной смеси, которая испаряется из баков автомобилей и выбросы загрязняющих веществ во время заправки топливных баков автомобиля. Рассмотрены причины, источники, последствия потерь топлива из топливных баков автомобилей и оторажены на рисунке. Также, сведены в таблицу современные средства улавливания углеводородных испарений из топливных баков автомобилей, которые являются актуальными на сегодняшний день.

На основании комплексного ситуационного анализа существующих на сегодня технологий и методов предотвращения потерь углеводородов из топливных баков, учитывая исследования преимуществ и недостатков этих технологий, мы выделили лучшие технологии для предотвращения потерь от больших и малых дыханий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТОПЛИВНЫЕ БАКИ, БЕНЗИН, ПОТЕРИ, ЭМИССИЯ, АНАЛИЗ, ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОТЕРЬ ОТ ИСПАРЕНИЯ.

АВТОРИ:

Бойченко С.В., доктор технічних наук, професор, Національний авіаційний університет, e-mail: chemmotology@ukr.net, тел.: +38 044 406 70 87, Україна, 03680, Київ, просп. Любомира Гузара, 1, orcid.org/0000-0002-1196-3852

Яковлева А.В., кандидат технічних наук, Національний авіаційний університет, кафедри хімії і хімічної технології, e-mail: anna.yakovlieva@nau.edu.ua, тел.: +380444067844, Україна, 03680, Київ, просп. Любомира Гузара, 1, orcid.org/0000-0002-7618-7129

Калмыкова Н.Г. Національний авіаційний університет, аспірант, кафедра хімії і хімічної технології, e-mail: kalmykova82@ukr.net, тел.: 0972192125, Україна, 03680, Київ, просп. Любомира Гузара, 1,

AUTHORS:

Boichenko S.V., Doctor of Sciences, Professor, National Aviation University, Ukraine, 03680, Kyiv, Lubomir Husar ave.1, e-mail: chemmotology@ukr.net, phone: +38044 406 70 87, orcid.org/0000-0002-1196-3852

Yakovlieva A.V., PhD, National Aviation University, associate professor of the chemistry and chemical technology department, e-mail: anna.yakovlieva@nau.edu.ua, tel.: +380444067844, Ukraine, 03680, Kyiv, Lubomir Husar ave. 1, orcid.org/0000-0002-7618-7129

Kalmykova N. G., National Aviation University, graduate student, chemistry and chemical technology department, e-mail: kalmykova82@ukr.net, phone:0972192125 Ukraine, 03680, Kyiv, Lubomir Husar ave.1,

АВТОРЫ:

Бойченко С.В., доктор технических наук, профессор, Национальный авиационный университет, e-mail: chemmotology@ukr.net, тел.: +38044 406 70 87, Украина, 03680, Киев, просп. Любомира Гузара, 1, orcid.org/0000-0002-1196-3852

Яковлева А.В., кандидат технических наук, Национальный авиационный университет, кафедры химии и химической технологии, e-mail: anna.yakovlieva@nau.edu.ua, тел.: +380444067844, Украина, 03680, Киев, просп. Комарова, 1, orcid.org/0000-0002-7618-7129

Калмыкова Н.Г., Национальный авиационный университет, аспирант, кафедры химии и химической технологии, e-mail: kalmykova82@ukr.net, тел.: +38 097 219 21 25, Украина, 03680, Киев, просп. Любомира Гузара, 1,

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Запорожець О. І., доктор технічних наук, професор, директор Навчально-наукового Інституту екологічної безпеки, Національного авіаційного університету, Київ, Україна.

Матейчик В.П., доктор технічних наук, професор, Національний Транспортний Університет, професор кафедри екології та безпеки життєдіяльності, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Zaporozhets O. I., Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the Educational-research Institute for Environmental Safety, National Aviation University, Kyiv, Ukraine.

Mateichyk V.P, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, professor of ecology and safety of vital functions department, Kyiv, Ukraine.