

Міністерство освіти та науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля

Кафедра екології та екологічної безпеки

Ілюстративні матеріали доповіді магістерської кваліфікаційної роботи  
на тему:

**“НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ  
АВТОЗАПРАВНИХ КОМПЛЕКСІВ”**

*Робота виконана за сприяння відділу транспорту та зв'язку департаменту  
енергетики, транспорту та зв'язку Вінницької міської ради*

Розробив: студент групи ТЗД-17м  
Ільницький Сергій Ігорович  
Керівник: к.т.н., старший викладач Трач І.А.

Вінниця - 2019

# Актуальність

- Стрімке зростання автотранспортних засобів призводить до збільшення кількості автозаправних станцій (АЗС). Кожна АЗС є джерелом викиду забруднюючих речовин. Основними забруднюючими речовинами в процесі експлуатації АЗС при використанні бензину, дизельного палива та скрапленого вуглеводневого газу є: бензин, вуглеводні насичені, пропан, бутан, етан, метан. Безпосередньо джерелами викиду забруднюючих речовин на АЗС під час виконання технологічних операцій є: дихальний клапан резервуару з паливом (організоване джерело), забруднююча речовина утворюється під час заправки резервуару з бензовозу, а також при зберіганні в резервуарах: гирло бензобаку (неорганізоване джерело), забруднююча речовина утворюється під час заправки баків автомобільних транспортних засобів. АЗС являються стаціонарними джерелами забруднення атмосферного повітря - за рахунок випарування бензину й дизельного палива з резервуарів для їх зберігання. Вміст цих речовин у атмосферному повітрі міста не контролюється на постах спостереження.
- Отже, розробка природоохоронних заходів на території автозаправних комплексів є актуальною задачею збереження довкілля.

**Метою роботи є підвищення ефективності проведення комплексного екологічного контролю та розробка природоохоронних заходів на території автозаправних комплексів і підприємствах нафтогазової промисловості.**

**Об'єктом дослідження є процес екологічного контролю нафтогазових підприємств.**

**Предмет дослідження газові викиди нафтових палив від випаровування.**

# Задачі дослідження:

1. Визначити вплив нафтогазової галузі на довкілля. Дослідити вплив автозаправних станцій на стан атмосферного повітря, водне середовище та стан ґрунтів.
2. Проаналізувати методики визначення концентрації забруднювальних речовин у нафтогазовій галузі.
3. Дослідити існуючу систему екологічного контролю автозаправних станцій в Україні.
4. Провести комплексний екологічний моніторинг та контроль автозаправних підприємств, на прикладі АЗС м. Вінниця.
5. Розробити природоохоронні заходи для автозаправних комплексів.

# Вплив нафтогазової галузі на довкілля

- Нафтогазова галузь є важливою складовою частиною паливно-енергетичного комплексу України. Разом з іншими галузями вона забезпечує пошук, розвідку та розробку родовищ нафти і газу, транспортування, переробку, зберігання і реалізацію нафти, газу, продуктів їх переробки. Нафтогазова галузь забезпечує енергетичну незалежність держави, тому її стану і розвитку приділяється значна увага.

В Україні знаходиться 6 нафтопереробних і 3 газопереробних заводи, 129 товарних парків місткістю понад 250 тис. тонн, 339 нафтобаз, на яких розташовано понад 11000 резервуарів загальною ємністю понад 5,2 млн тонн, загальна довжина продуктів нафтогазопроводів понад 35200 нкм.

Нафтогазові підприємства за рівнем шкідливої дії на природне середовище вважаються об'єктами підвищеного екологічного ризику.

Небезпечний вплив на довкілля виявляється на всіх стадіях освоєння нафтогазових родовищ: буріння свердловин, налагодження та експлуатація родовищ, ліквідація свердловин і обладнання по закінченні експлуатації родовищ. На всіх цих стадіях відбувається вплив на надра, ґрунтово-рослинний покрив, атмосферне повітря, поверхневі та підземні води. У багатьох випадках виникає зміна ландшафтів і екосистем, спостерігається негативна дія на тварин та на здоров'я людини.

# Забруднення атмосфери

- Найбільша увага приділяється проблемі забруднення атмосфери шкідливими речовинами, що утворюються **при застосуванні нафтопродуктів, зокрема автомобільних бензинів**. В останні роки переглядаються та жорсткішають стандарти, що обмежують викиди до атмосфери шкідливих сполук під час експлуатації транспортних засобів та регламентують показники якості моторних палив.
- Проблема **забезпечення транспорту екологічно чистим паливом** визнана, зокрема в США та країнах ЄС, проблемою національної безпеки, яка вимагає запровадження невідкладних надзвичайних заходів. Посилення екологічних вимог до транспортних засобів та моторних палив необхідно й в Україні. Тому нагальною проблемою сучасності є розробка та освоєння новітніх технологій виробництва автомобільних бензинів, які б відповідали самим жорстким екологічним вимогам.

# Вплив на водні ресурси

- Під час видобування нафти та газу основним джерелом водного середовища, є **високо мінералізовані стічні води нафтогазопромислів, які включають пластові води, що витягаються на поверхню з нафтою, а також промислові стоки з території технологічних установок.**
- **Пластові води** складають до 80 – 95 % від загального об'єму стічних вод. За хімічним складом пластові води – це високо мінералізовані розсоли з великим вмістом хлоридних солей, карбонатів, лужних металів і бікарбонатів лугів та лужноземельних металів.
- Нафта і нафтопродукти **чинять токсичну дію також на рибу.** Крім прямої токсичної дії на рибу, нафтопродукти **знищують у водних об'єктах нерестовища і нагульні угіддя, перешкоджають природній аерації і порушують процеси самоочищення водного середовища.**
- Здатність нафтопродуктів до розтікання, прилипання, плівкоутворення на границях середовищ створює бар'єри для життєво важливих газів і рідин, які важко перебороти. **Плівка нафти заважає віддачі кисню, продукують водорості до атмосфери. Мули, просочені нафтопродуктами, служать вторинним джерелом забруднення водою.**

# Вплив на ґрунти

Забруднення нафтою призводить до **значних змін фізико-хімічних властивостей ґрунту**. Так порушення слабких ґрунтових структур і диспергування ґрунтових часток супроводжуються **зниженням водопроникності ґрунтів**. За рахунок забруднення нафтою в ґрунтах **різко зростає відношення між вуглецем і азотом**, зменшується **вміст рухомих форм фосфору та калію**, внаслідок чого погіршується водний, повітряний та поживний режими, **порушується кореневе живлення рослин**, гальмується їх **ріст** і увібравшись в глибину, сильно змінює підземні води та ґрунти, в результаті чого родючий шар землі не поновлюється впродовж тривалого часу, тому що з нього витискується кисень, необхідний для життєдіяльності рослин і мікроорганізмів. Ґрунти взагалі самовідновлюються дуже повільно шляхом біологічного розкладання нафти та нафтопродуктів.



# Вплив викидів автозаправних станції на довкілля

**Забруднення довкілля АЗС** відбувається за рахунок попадання в атмосферне повітря випаровувань палива.

**Аналіз роботи АЗС** показує, що викиди випарів палива відбувається: під час заправки ємкостей АЗС від цистерн заправників ; зберігання палива в ємкостях; під час безпосередньої заправки автомобілів.

**Основними забруднюючими речовинами (ЗР) в процесі експлуатації АЗС** при використанні бензину, дизельного палива (ДП) і скрапленого вуглеводневого газу (СВГ) є: бензин, вуглеводні насичені, пропан, бутан, етан, метан.

**Безпосередньо джерелами викиду забруднюючих речовин на АЗС під час виконання технологічних операцій** є: дихальний клапан резервуару з пальним(організоване джерело ), ЗР утворюються під час заправки резервуару з бензовозу, а також при зберіганні в резервуарах; гирло бензобаку (неорганізоване джерело), ЗР утворюються під час заправки баків автотранспортних засобів (АТЗ).

# Вплив викидів автозаправних станції на довкілля (продовження)

**Усі викиди від АЗС** (пари бензину та дизельного палива, вибухові гази) – токсичні речовини, які часто спричиняють незворотну шкоду організму, що призводить до функціональних порушень, деформацій та летального кінця. Вони можуть викликати гострі та хронічні отруєння.

**Токсиканти впливають на усі головні системи організму:**

- Кровотворну та імунну системи (оксиди вуглецю, свинець);
- Центральну нервову систему (ЦНС) й нейроендокринну систему (бензин й гас, оксиди азоту, оксид вуглецю(II), свинець);
- Опорно-руховий апарат та систему виділення (оксид вуглецю(II), бензин й гас);
- Серцево-судинну та дихальну системи (бензин й гас, оксиди азоту, вуглецю, діоксид сірки, свинець);
- Шлунково-кишковий тракт (бензин й гас, оксиди азоту, оксид вуглецю(II), діоксид сірки, свинець).

# Визначення концентрації забруднювальних речовин у нафтогазовій галузі

Метод фотоколориметрії – метод визначення ступеня поглинання світла досліджуваним розчином або гідросумішшю, інтенсивності його забарвлення.

Використовується для вивчення властивостей нафти, вугілля, при аналізі вод.

Принцип методу візуально-колориметричний, заснований на окисленні вуглеводнів (гасу, бензину, уайт-спіриту) біхроматом кальцію в концентрованій сірчаній кислоті з утворенням продуктів окислення від світло-жовтого до темнокоричневого кольору. Інші органічні речовини заважають визначенню.

Загальний вигляд фотоколориметра КФК -3



## Технічні характеристики фотоколориметра КФК-3

Спектральний діапазон роботи	315 – 900
Спектральний інтервал виділяється монохроматором фотометра, нм	$\leq 7$
Коефіцієнта пропускання $t$	0-100
Оптична щільність $D$	0-3
Основна абсолютна похибка вимірювання $t$	$\leq 0,5$
Основна абсолютна похибка установки довжини хвилі, нм	$\leq 3$
Індикація результатів вимірювання і робочої довжини хвилі	цифрова
Живлення – від мережі змінного струму напругою	$(220 \pm 22)$ з частотою $(50 \pm 1)$ Гц
Габаритні розміри приладу	$\leq 500 \times 360 \times 165$

**Спектрофотометр –**  
прилад, для контролю кольору.

**Головні завдання**  
**спектрофотометра:**

- 1) розрахунок колірних координат;
- 2) побудова спектральної кривої вимірюваного об'єкта.



Загальний вигляд спектрофотометра DR-2010



Методика газохроматографічного визначення концентрації таких вуглеводнів, як бензину і етилацетату в промислових викидах призначена для **визначення концентрації і бензину і етилацетату в промислових викидах виробництв гумової промисловості**, а також інших виробництв, що застосовують ці продукти.

Діапазон вимірювання концентрації бензину становить 50-30000 мг/м<sup>3</sup>, етилацетату – 5-15 000 мг/м<sup>3</sup>.

**Хроматограф** – прилад вимірювальної техніки, призначений для вимірювання компонентного складу газу.

Принцип дії ґрунтується на різній сорбції складових частин яким-небудь адсорбентом. Зазвичай хроматографи ділять на дві великі групи – газові та рідинні, за типом використовуваного елюенту.

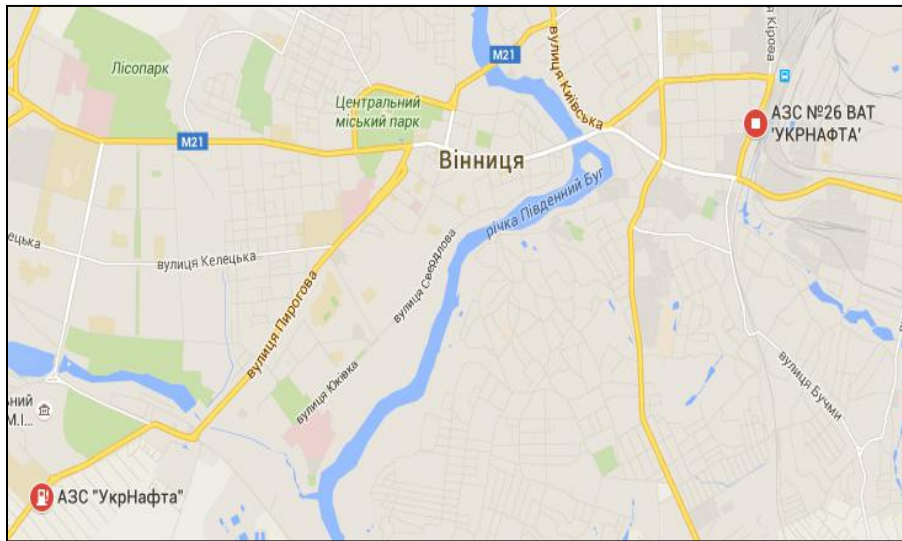


Загальний вигляд хроматографа.

# Характеристика автозаправних комплексів міста Вінниці

	м. Вінниця, пер. Щорса, 14 А	Газ-метан;
	м. Вінниця, вул. Мечнікова, (СТО "Лада-Сервіс")	ДТ; А-92 ; А-95; А-95+; Газ-пропан;
	м. Вінниця, вул. 600-річчя, 5	ДТ; А-92 ; А-95; А-98;
	м. Вінниця, вул. Пирогова, 141	ДТ; А-92 ; А-95; А-98; Газ-пропан;
	м. Вінниця, вул. Пирогова, 172	ДТ; А-92 ; А-95; А-95+;
	м. Вінниця, вул. Ватутіна, 14 б	ДТ; А-92 ; А-95; А-95+;
	м. Вінниця , просп. Юності, 81 а	ДТ; А-92 ; А-95; А-95+;
	м. Вінниця , вул. Тарногородського, 21-а	ДТ; А-92 ; А-95;
	м. Вінниця, вул Київська, 180	ДТ; А-92 ; А-95;
	м. Вінниця, вул. Немирівське шосе	ДТ; А-92 ; А-95; А-95+; Газ-пропан;
	м. Вінниця, вул. Ватутіна, 139 а	ДТ; А-92 ; А-95; А-95+;
	м. Вінниця, вул. Келецька, 52 а	ДТ; А-92 ; А-95; А-95+; Газ-пропан;
	м. Вінниця, вул. Привокзальна, 17	ДТ; А-92 ; А-95; А-95+;

# Заправки АЗС Приват



**Мережа АЗС Приват** – контролюється

дніпропетровською ФПГ «Приват». В мережу АЗС Приват входять автозаправки, що оперують на території України під брендами Авіас, Авіас плюс, УкрНафта, Укртатнафта, ANP, Мавекс, Мавекс плюс, Sentosa Oil, ЮКОН, ЮКОН сервіс, GLORIUS, Балу, Rubix, ЗНП, Інтерфорвард, Львів Петрол, КНПС, Альфанафтопродукт, Чернівці-нафтопродукт.

**вул. Київська, 3а (ANP)**

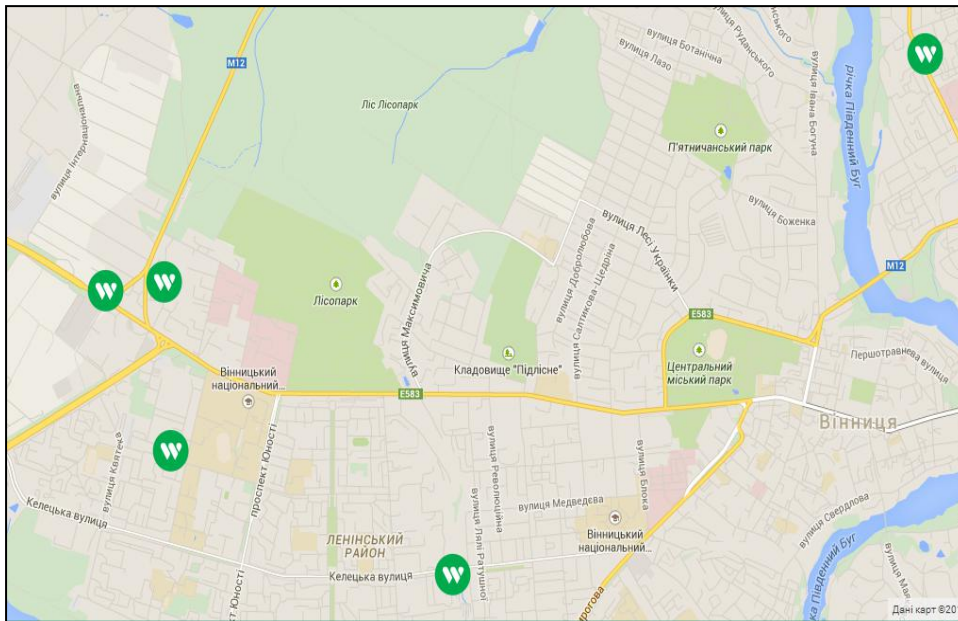
**вул. Привокзальная, 3 а  
(УКРНАФТА)**

**вул. Хмельницьке шосе, 82а  
(ANP)**



# Заправки WOG

17



**Заправки WOG розташовані в 24 областях України.** Заснована мережа у **2000 році**. Управління мережею автозаправних комплексів WOG здійснює «Континент Нафто Трейд». Крім того, **це друга найбільша мережа АЗС в Україні та нараховує, станом на 2015 рік, 491 АЗС.** Компанія постачає дизельне паливо під брендом Mustang, яке відповідає стандартам ДСТУ 4840:2007 «Паливо дизельне підвищеної якості» та EN 590:2004, екологічному Євро 5.

Це паливо походить із нафтопереробних заводів Румунії, Греції, Литви, Польщі та Білорусі.

**вул. Лебединського, 15 а**

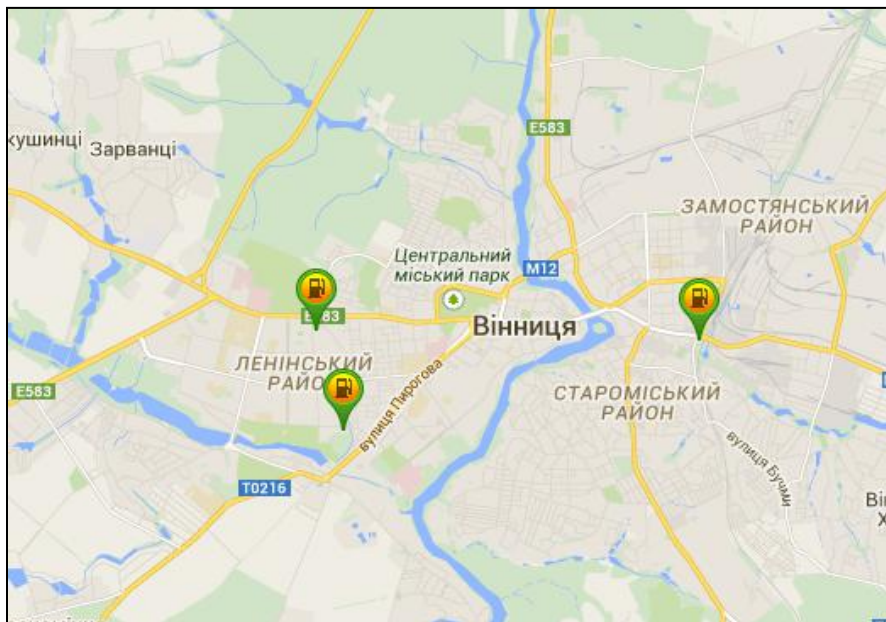
**вул. Лебединського, 4а**

**вул. Київська, 76**

**вул.Келецька, 47 а**

**вул. Василя Порика, 28**

# Заправки ОККО



**ОККО – мережа автозаправних комплексів в Україні, заснована 1999 року. Власником мережі є ПАТ «Концерн Галнафтогаз». Це третя по величині мережа АЗС в Україні, що, станом на липень 2015 року, налічувала 391 АЗС.**

АЗК «ОККО» в Чопі увійшов до Книги рекордів України, як найбільша АЗС України за територією та за кількістю сервісів.

**вул. 600-річчя, 5**

**вул. Привокзальна, 17**

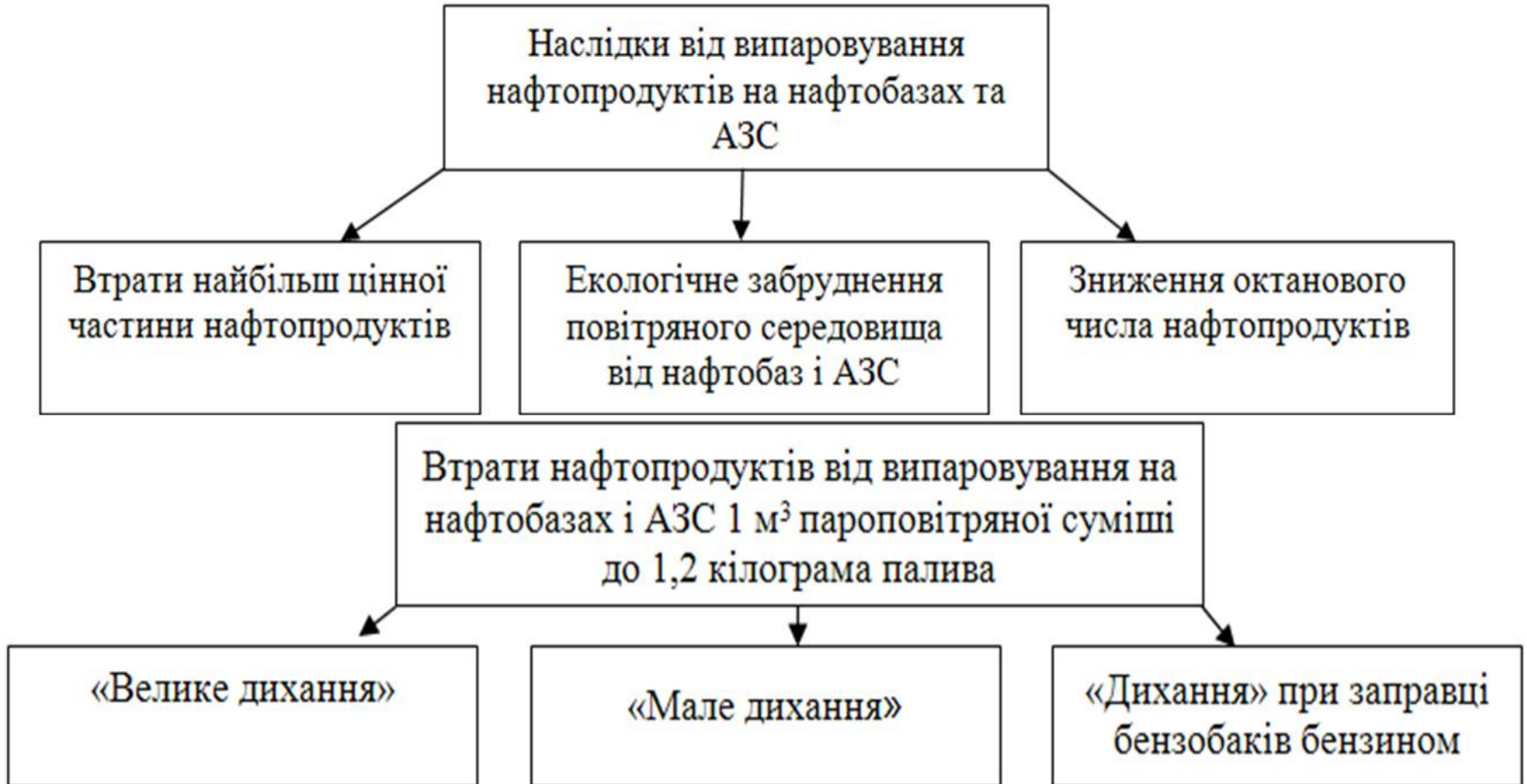
**вул. 30-ти річчя Перемоги**

# Заправки «Shell»

«Shell» – мережа автозаправних станцій нідерландської компанії «Шелл», що функціонують в різних країнах світу, включно з Україною. Заснована у 1992 року (в Україні).



# Наслідки від випаровування нафтопродуктів





# Пожежа на нафтобазі компанії "БРСМ-Нафта" під Васильковом



# Характеристика викидів забруднюючих речовин від основних виробництв

Виробництво	Продукція, що випускається			Хар-ка сировини, матеріалу			Викиди забруднюючих речовин				Пито- мий ви- кид на оди- ни- цю про- дукції
	Ім'я	Оди- ниця виміру	К- сть	Ім'я	Оди- ниця вимі- ру	К- сть	код	Ім'я	Оди- ниця вимі- ру	Факт. викид	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заправ- ка авто- транс- порту	Бен- зин	т/рік	505	Бен- зин	т/рік	505	2704	Бен- зин	т/ рік	0,601	0,0012
	ДП		195	ДП		195	2754			ДП	0,0046

Розрахунок викидів парів нафтопродуктів від резервуарів АЗС (т/ рік).

Розрахунок викидів	Значення по джерелах			
	1	2	3	4
Вантажообіг, т/рік	205	180	120	195
Норматив викиду нафтопродуктів в осінньо- зимовий період, кг /т	0,48	0,48	0,48	0,12
Норматив викиду нафтопродуктів в весняно- літній період, кг /т	0,56	0,56	0,56	0,12
Викид парів нафтопродуктів в осінь- зимовий період, кг	98,4	86,4	57,6	23,4
Викид парів нафтопродуктів в весняно- літній період, кг	114,8	100,8	67,2	23,4
Річний викид, т/рік від резервуарів	0,213	0,187	0,125	0,047

# ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКІСНИХ І КІЛЬКІСНИХ ЗМІН НАФТОВИХ ПАЛИВ В УМОВАХ ЗБЕРІГАННЯ

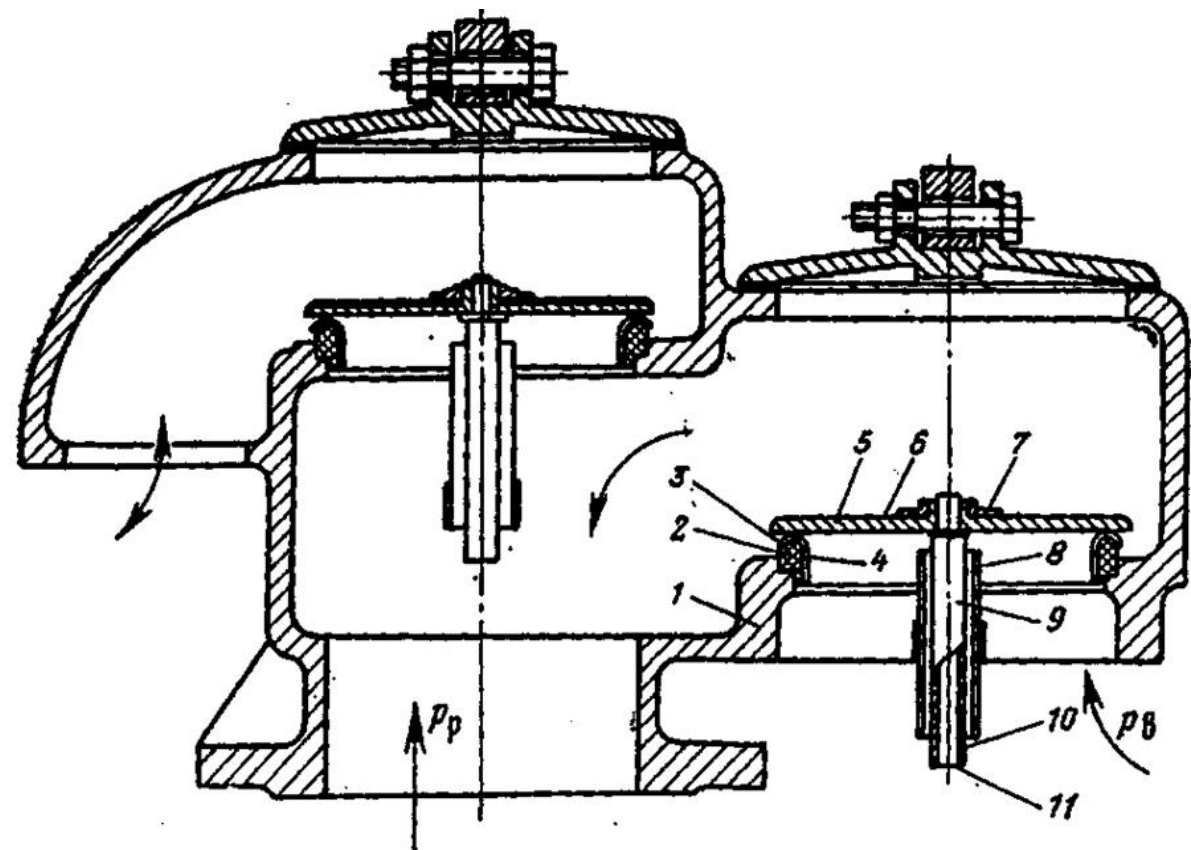
Фізико-хімічні й експлуатаційні показники автомобільного бензину марки А-76 (А-80)

Показник	Значення
Октанове число: моторний метод дослідницький	76,0
	80,0
Концентрація свинцю, г/дм <sup>3</sup>	0,010
Концентрація марганцю, мг/дм <sup>3</sup>	50
Концентрація фактичних смол, мг на 100см <sup>3</sup> бензину	5,0
Індукційний період бензину, хв, не менше	360
Масова частка сірки, %, не більше	0,05
Об'ємна частка бензину, %, не більше	5
Випробування на мідній платівці	Витримує класі
Зовнішній вигляд	Чистий, прозорий
Густина при 15°C, кг/м <sup>3</sup>	700-750

Технічні характеристики дихальних клапанів паливних резервуарів

Показник	НДКМ-150	НДКМ-200	НДКМ-250	НДКМ-350
Умовний діаметр патрубку, мм	150	200	250	350
Пропускна здатність при припустимому вакуумі в резервуарі 392 Па, м <sup>3</sup> /г	500	900	1500	2500
	те ж при 981 Па, м <sup>3</sup> /г	900	1500	5000
маса (без касет вогневого запобіжника), кг	30	35	60	80

# Механічний непримерзаючий "дихальний" клапан



- 1 - корпус;
- 2 - кільце;
- 3 - сідло;
- 4 - фторопластове покриття;
- 5 - тарілка;
- 6,10 - фторопластова прокладка;
- 7 - прижимна гайка;
- 8 - направляюча фторопластова труба;
- 9 - шток;
- 11 - стрижень.



# Середньомісячний температурний режим наземного вертикального резервуару РВС-10000 м<sup>3</sup>

Рік, місяць	Температура, °С				Атмосферний тиск, мм рт. ст.
	Атмосферна	Верхнього прошарку палива	Середнього прошарку палива	Нижнього прошарку палива	
2014					
січень	-6	0	-1	-1	765
лютий	0	+1	+1	+0,5	765
березень	+4	+4	+4	+5	750
квітень	+8	+6	+7	+8	740
травень	+17	+14	+13	+13	755
червень	+21	+20	+19	+19	760
липень	+22	+22	+21	+20	765
серпень	+20	+20	+19	+18	765
вересень	+16	+17	+16	+16	745
жовтень	+9	+8	+8	+7	745
листопад	+4	+3	+3	+2	750
грудень	-2	+1	+1	+0,5	750
2015					
січень	-4	-0,5	0	+0,5	745
лютий	-2	+1	+1,5	+2	745
березень	+5	+4	+4	+5	750
квітень	+14	+12	+11	+11	760

Залежність величини перегріву палива від об'єму резервуару

V, м <sup>3</sup>	T <sub>max</sub> , °С		
	Зовнішнього повітря	Газопарового простору	Різниця температур
370	25	37,5	12,5
830	25	35,0	10,0
1400	25	32,5	7,5

# Характеристики досліджуваних сорбентів

Тип	Марка	Сумарний об'єм пор, см <sup>3</sup> /г	Питома поверхня, м <sup>2</sup> /г	Середній радіус пор, нм
Силікагелі	КСМГ	0,37	570	1,3
	КСС-4	0,76	650	2,34
	КСС-3	0,925	522	3,51
	КСК	0,76...0,93	20...270	6,1...7,5
Вуглецеві сорбенти	СКТ	0,83	620	Відсутні дані
	АГ-3	0,83	282	1,2
	АР-В	0,52	Відсутні дані	Відсутні дані
	ВРЛ	0,95	700	Відсутні дані
	аерогель	0,34	170	Відсутні дані
	Ф/Ф	0,88	957	3,0...7,0
Цеоліти	<u>Клиноптилоліт</u>	Відсутні дані	25	0,38
	<u>NaA</u>	Відсутні дані	3	0,4
	<u>CaA</u>	0,18	800	0,5
	<u>NaX</u>	0,24	1100	0,74

Кінетику сорбції обраних сорбентів досліджували в умовах ексикатора. Це дає можливість з високим ступенем точності визначати сорбційну здатність сорбуючого матеріалу стосовно парів нафтових палив.

# Кінетика адсорбції досліджуваних палив різними сорбентами в умовах ексікатора (мг/1 г сорбента) протягом часу (години)

Сорбент	Паливо														
	Автомобільний бензин					Авіаційний бензин					Авіаційний гас				
	17 /16	41 /47	65 /120	89 /168	164 /378	17 /16	41 /47	65 /120	89 /168	164 /378	16	47	120	168	378
<u>Кліноптилоліт</u>	11,0	17,5	19,0	19,4	22,0	4,9	16,4	19,4	25,2	34,7	3,5	6,3	12,8	15,5	23,6
<u>NaA</u>	19,2	23,9	24,9	31,9	34,5	14,5	28,1	31,9	39,0	48,1	7,7	10,6	18,9	22,3	30,1
<u>CaA</u>	84,3	93,4	94,3	99,1	102	29,8	89,4	94,6	91,0	105	7,9	10,9	19,6	23,5	34,5
<u>NaX</u>	143	154	162	172	188	139	170	188	190	197	9,7	20,1	42,7	57,6	95,0
КСМГ	142	179	188	194	205	65,8	210	222	229	234	3,9	17,3	36,4	50,6	67,9
<b>КСС-4</b>	<b>124</b>	<b>193</b>	<b>216</b>	<b>229</b>	<b>286</b>	<b>34,9</b>	<b>320</b>	<b>411</b>	<b>435</b>	<b>503</b>	<b>3,6</b>	<b>11,9</b>	<b>29,6</b>	<b>34,2</b>	<b>43,3</b>
<b>КСС-3</b>	<b>109</b>	<b>175</b>	<b>196</b>	<b>208</b>	<b>256</b>	<b>41,2</b>	<b>277</b>	<b>355</b>	<b>388</b>	<b>480</b>	<b>3,8</b>	<b>12,4</b>	<b>24,5</b>	<b>32,2</b>	<b>42,9</b>
КСК	35,4	52,6	57,8	65,1	72,1	15,8	76,3	93,6	96,8	118	3,0	9,1	13,5	16,0	20,4
С-ТНВ	350	372	381	390	400	/390	/494	/565	/587	/625	2,3	13,5	36,2	59,3	94,6
СКТ	236	250	257	261	271	175	268	286	297	309	2,8	6,8	22,9	33,3	57,0
АГ-3	209	225	235	242	249	190	272	294	300	316	6,9	11,3	31,4	45,4	70,1
Ф/Ф	31,9	41,5	44,9	51,1	54,7	29,0	50,4	51,9	63,6	72,6	3,4	4,2	9,8	11,1	12,5
АР-В	180	201	210	212	222	163	228	241	249	253	1,9	9,7	13,3	36,0	64,3
ВРЛ	251	268	272	280	288	176	309	325	330	346	1,6	5,9	23,2	33,1	57,4
Антрацитний	66,4	74,5	79,1	81,3	83,5	67,2	87,5	90,0	91,0	93,5	-	-	-	-	-
КАУ	/269	/288	/303	/312	/321	/304	/322	/332	/338	/341	2,2	10,8	29,8	41,1	64,0
<u>СУА</u>	/529	/569	/601	/612	/640	/552	/608	/675	/699	/746	2,1	10,8	31,0	41,9	74,1
Аерогель	/66,4	/74,5	/79,1	/81,3	/83,5	/67,2	/87,5	/90,0	/91,0	/93,5	23,6	36,8	37,0	40,6	41,0

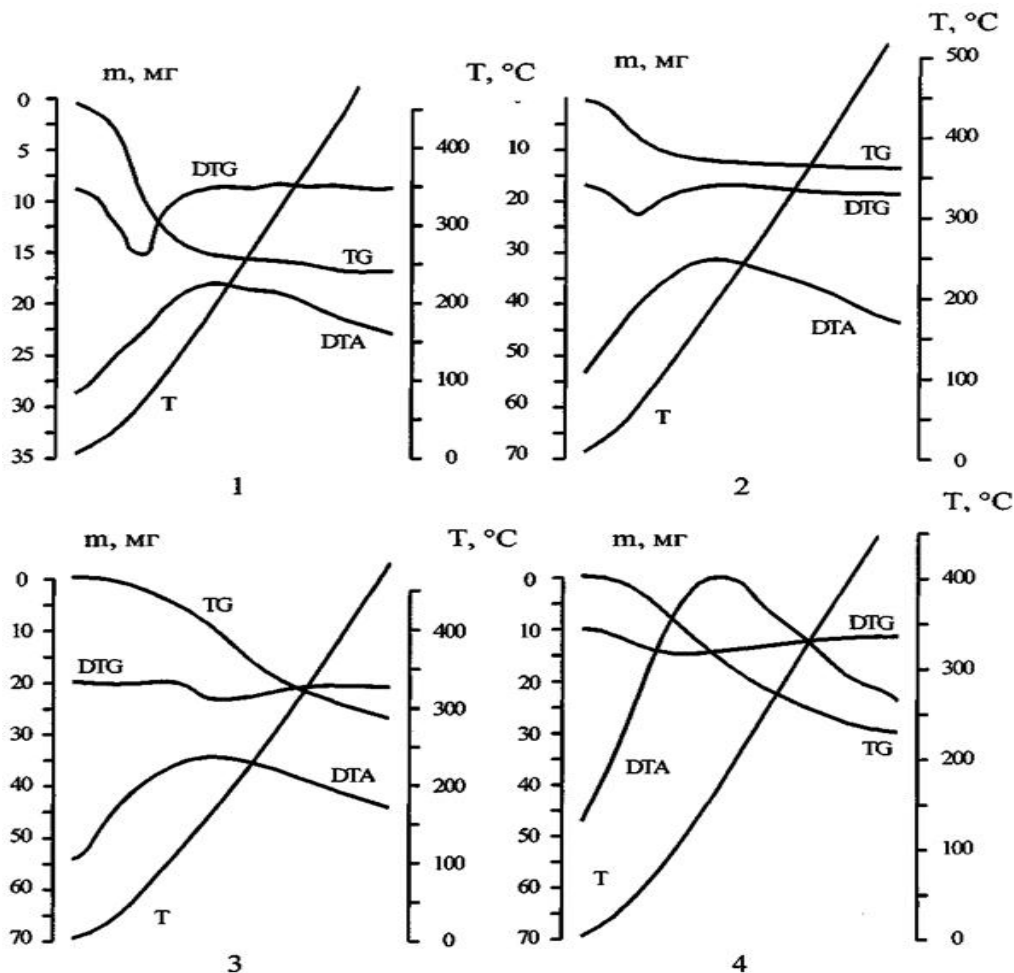
- З групи силікагелів найбільшу сорбційну здатність виявляють середньопористі силікагелі марок КСС-4 і КСС-3, значення граничної сорбційної ємності яких досягають 25-30%.



# Результати термогравіметричного дослідження пористих речовин різної природи після адсорбції палив при кімнатній температурі ( $T_K$ )

Сорбент	Температурний інтервал ( $T$ , °C) / видалення палива ( $g$ , % мас.)								
	Автомобільний бензин			Авіаційний бензин			Авіаційний гас		
	$T/g$			$T/g$			$T/g$		
	поч.	макс.	кінц.	поч.	макс.	кінц.	поч.	макс.	кінц.
КСС-3	18	95	212	13	95	210	40	132	300
	100	8,5	0	100	18,3	0	100	4,8	0
КСС-4	18	90	205	18	105	211	45	146	310
	100	8,7	0	100	19,6	0	100	4,9	0
NaX	18	230	367	22	230	344	47	282	>550
	100	11,1	0	100	10,6	0	100	7,7	0
СКТ	25	150	520	25	220	520	28	88	>150
	100	15,3	0	100	17,9	0	100	0,9	0

# Термогравіметрія сорбентів після адсорбції автомобільного бензину



- 1 - силікагель середньопористий марки КСС-3 ( $m = 182$  мг);
- 2 - силікагель середньопористий марки КСС-4 ( $m = 146,5$  мг);
- 3 - цеоліт марки NaX ( $m = 203,0$  мг, );
- 4 - активоване вугілля марки СКТ ( $m = 228,3$  мг).

# Десорбція парів автомобільного бензину марки А-76 ШЛЯХОМ ВАКУУМУВАННЯ

Сорбент	Кількість парів після адсорбції		Після зберігання в ексикаторі 3 доби		Вакуумування 1 год. до 119,97 Па		Вакуумування 8 год. до 46,66 Па	
	мг	% до мах	мг	% до мах	мг	% до мах	мг	% до мах
NaX	188	100	171	91	170	90	169	90
КСМГ	205	100	175	86	132	64	97	47
КСС-4	286	100	195	33	35	12	9	3
КСС-3	256	100	220	86	112	44	102	40
СКТ	271	100	261	96	252	93	230	85
АГ-3	249	100	216	87	201	81	191	77
СУА	640	100	628	98	489	76	444	69

Температурний діапазон максимальної швидкості десорбції середньопористих силикагелів марок КСС-3 і КСС-4 (90-105°C) визначає необхідні умови регенерації сорбентів (91,5%) та пожежну безпеку застосування у складі дренажного устаткування паливних резервуарів.

Дослідження десорбції адсорбованих фракцій та регенерації сорбентів проводили вакуумування при кімнатній температурі ексикатора із заповненими паливом сорбентами форвакуумним масляним насосом протягом 1-8 год до сталого тиску згідно з показаннями термопарного вакуумметра 119,97 Па (0,9 мм рт. ст.) і 46,66 Па (0,35 мм рт. ст.).

В даний час «Стірлінг-технології» не мають аналогів у світі, призначені для 100% уловлювання легких фракцій вуглеводнів (ЛФВ) при зберіганні нафти і нафтопродуктів на нафтобазах і автозаправних станціях (АЗС). В основу установок покладена технологія охолодження ЛФВ з використанням низькотемпературних холодильних машин Стірлінга. Установки мають високу економічну та екологічну ефективність, термін окупності складає менше 2 років.

## Переваги використання даних установок:

- ❑ 100% зниження технологічних втрат нафтопродуктів від випаровування при їх транспортуванні і зберіганні;
- ❑ значне скорочення викидів шкідливих речовин в навколишнє середовище;
- ❑ підтримання високої якості світлих нафтопродуктів (бензину, гасу, дизельного палива тощо.) При їх тривалому зберіганні та ін.

Області застосування установок з уловлювання ЛФВ на основі низькотемпературних машин Стірлінга:

- ❑ автозаправні станції;
- ❑ танкери, ж / д цистерни;
- ❑ портові термінали;
- ❑ товарні нафтобази;
- ❑ сховища нафтопродуктів.

Схема установки з уловлювання легких фракцій вуглеводнів наведена на рисунку.



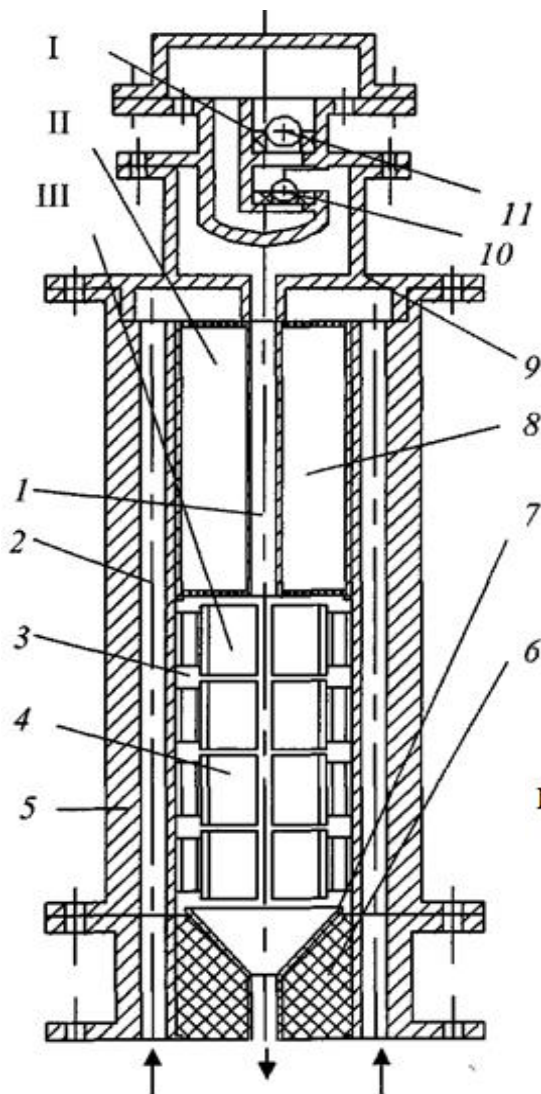


# Експлуатаційні характеристики сучасних установок рекуперації парів (УРП)

Параметри	Існуючі технології, що застосовуються в установках УРП			
	Мембранне розділення	Адсорбція активованим вугіллям	Адсорбція дизельним паливом	Уловлювання методом охолодження
Потреба в додаткових енергоресурсах з боку Замовника	<b>Потреба в тиску і вакуумі</b>	<b>Потреба в тиску і вакуумі</b>	<b>Не потрібно</b>	<b>Не потрібно</b>
Необхідність в процесі експлуатації періодичної утилізації токсичних вибухопожежо-небезпечних відходів	<b>Так, утилізація відпрацьованих мембран</b>	<b>Так, утилізація відпрацьованих вугільних пластів</b>	Так, утилізація дизельного палива через збільшення температури спалаху	<b>Не потрібно</b>
Здатність установки уловлення легких фракцій (УЛФ) витримувати перевантаження	<b>Низька, практично неприпустима</b>	<b>Низька, практично неприпустима</b>	<b>Низька, через узгодженість кругової швидкості обертання айсорбера, пароповітряну суміш (ПВС), яка про-пускається через тарілки і наявністю достатнього "свіжого" (ЛФ)) об'єму ДТ</b>	<b>Висока, відсоток уловлювання при 50% перевантаження понад номінальну продуктивність становить 90%!</b>
Потреба в профілактичному обслуговуванні в процесі експлуатації установки УЛФ	<b>Потрібно, ревізія і заміна мембран, профілактичний ремонт нагнітаючого обладнання.</b>	<b>Потрібно, ревізія і заміна вугільних пластів, профілактичний ремонт нагнітаючого обладнання</b>	<b>Не потрібно</b>	Установки продуктивністю до 700 м <sup>3</sup> /г. - <b>не потрібно.</b> Установки продуктивністю понад 700 м <sup>3</sup> /год - <b>потрібна</b> заміна двох масляних фільтрів на рік
Вибухопожежо-небезпека	<b>Висока, в паровому каналі присутні механічні та електричні компоненти.</b>	<b>Висока, в паровому каналі присутні механічні та електричні компоненти.</b>	<b>Висока, в паровому каналі присутні механічні та електричні компоненти.</b>	<b>Відсутня, в паровому каналі відсутні механічні та електричні компоненти.</b>



## Газовідвідна система зменшення втрат нафтових палив при зберіганні



Газовідвідна система зменшення втрат летких вуглеводнів необхідна на автозаправних комплексах для раціонального використання нафтових палив і зниження техногенного впливу на навколишнє середовище

Суттєвим недоліком газовідвідних систем паливних резервуарів є їх слабка ефективність щодо запобігання втрат палив від випаровування. Результатом цього є вихід в атмосферне повітря газу, насиченого леткими вуглеводнями. Вказана обставина призводить до втрат вуглеводнів, забрудненню навколишнього середовища й зниженню якості нафтопродуктів.

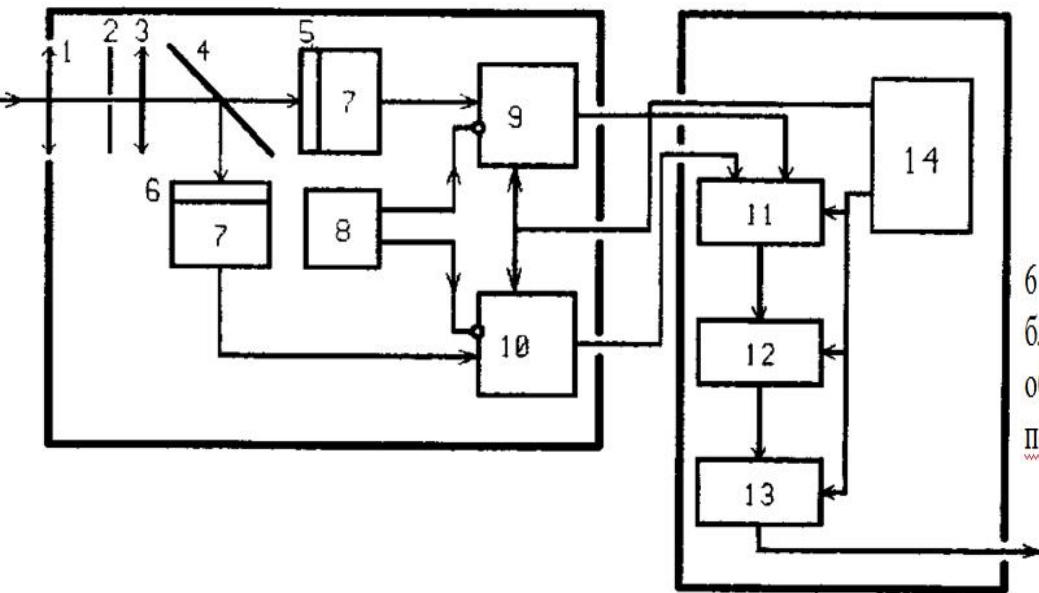
Розробка технологічної системи передбачає застосування сорбентів і ТЕМ у складі "дихального" клапану резервуара. Застосування сорбувальних матеріалів забезпечує уловлювання легких вуглеводнів і виключає їх вихід в навколишнє середовище. А застосування термоелектричної батареї забезпечує виконання двох задач:

1. Конденсації газоподібних вуглеводнів для повернення їх в резервуар;
2. Десорбції поглинутих легких вуглеводнів (регенерація сорбента).

Системи зменшення природних втрат палив при зберіганні з використанням сорбентів і термо-електричного модуля (ТЕМ):

- |                        |                                       |
|------------------------|---------------------------------------|
| 1 - опускний канал;    | 7 - перехідна пастка;                 |
| 2 - підймальний канал; | 8 - модуль сорбента;                  |
| 3 - модуль ТЕМ;        | 9 - верхня кришка дихального клапану; |
| 4 - холодний радіатор; | 10 - клапан "тиск";                   |
| 5 - гарячий радіатор;  | 11 - клапан "вакуум".                 |
| 6 - теплова ізоляція;  |                                       |

# Пірометричний давач пожежної сигналізації для автозаправних комплексів



1 - об'єктив, 2 - діафрагма, 3 - лінза, 4 - подільник світлового потоку, 5 і 6 - світлофільтри, 7 - інфрачервоні фотодетектори, 9 і 10 - підсилювачі, 8 - блок термостабілізації темнових струмів фотодетекторів, 11 - блок обчислення відношення двох значень напруги, 12 - блок усереднення, 13 - пороговий детектор, 14 - блок живлення.

Пірометричний датчик пожежної сигналізації працює наступним чином. Інфрачервоне випромінювання об'єкту, що охороняється за допомогою об'єктиву 1 фокусується, і пройшовши через отвір діафрагми 2, розділяється світло подільною пластинною 4 на два потоки. Кожен з цих потоків через світлофільтр 5 або 6 з різними спектрами пропускання потрапляє на фотодетектори 7. Лінза 3 спільно з об'єктивом 1 утворюють оптичну систему, яка служить для фокусування потоку на чутливі вікна фотодетекторів. Світлофільтри 5 і 6 виділяють з світлового потоку різні ділянки спектру. Сигнали з фотодетекторів 7 подаються на неінвертуючі входи підсилювачів 9, 10 і посилюються підсилювачами 9, 10. Для виключення впливу температури корпусу датчика на значення фотострумів фотодетекторів, з блоку термостабілізації темнових струмів фотодетекторів 8 на інвертуючі входи підсилювачів 9 і 10 подається сигнал рівний темновим струмам фотодетекторів при даній температурі їх корпусу. Сигнали з підсилювачів подаються в виконавчу схему, яка складається з блоку 11 обчислення відношення двох напруг, блоку усереднення 12, порогового детектора 13 і блоку живлення 14. У блоці 11 обчислюється відношення напруг з виходів підсилювачів 9, 10. Це відношення прямо пропорційно температурі джерела теплового випромінювання. Отриманий таким чином температурний сигнал в блоці 12 усереднюється за кількома вимірами для виключення впливу шумів в вимірювальному і оптичних трактах. Усереднений сигнал температури подається на блок 13 порогового детектора і, якщо він перевищує температуру спрацьовування, то блок 13 формує на виході пристрою сигнал, що означає початок загоряння. Блок живлення 14 служить для формування і стабілізації напруг, необхідних для роботи електричної схеми.

# Наукова новизна

1. Удосконалено математичну модель сорбції, десорбції і конденсації парів вуглеводневого палива, що дозволило підвищити точність інвентаризації викидів АЗС.

2. Вперше розроблено швидкодіючий пірометричний давач пожежної сигналізації для автозаправних комплексів, що дозволило підвищити протипожежну і техногенно-екологічну безпеку АЗС.

## Практичне значення

Удосконалені математичні моделі сорбції і десорбції, екологічного моніторингу та контролю автозаправних станцій є корисними для мережі автозаправних станцій та природоохоронних організацій. Здійснений моніторинг нафтогазових підприємств дає змогу підвищити ефективність контролю викидів, скидів та відходів на цих підприємствах.

Результати проведених досліджень доцільно використати в практиці екологічного моніторингу і контролю нафтогазових підприємств, а також у навчальному процесі екологів.

# Рекомендації щодо охорони атмосферного повітря від викидів нафтогазових підприємств

**1. Посилити вимоги до систем уловлювання випарів нафтопродуктів на АЗС** у напрямку запровадження систем уловлювання легких фракцій. Запровадити додаткові методи/етапи очищення стічних вод АЗС. Забезпечити виконання додаткових вимог екологічної безпеки, відповідно додатку 7.2 ДБН 360-92.

**2. Запровадити обов'язкову систему моніторингу в межах впливу АЗС:** забезпечити поточне вимірювання рівня забруднення атмосферного повітря бензином за допомогою сучасних інструментів (наприклад, акустооптичних датчиків); періодично проводити визначення рівня забруднення ґрунтів нафтопродуктами; періодично контролювати стан підземних вод, розміщених у зоні впливу АЗС; контролювати вміст забруднюючих речовин у стічних водах перед їх відведенням у міську каналізаційну систему.

**3. Забезпечити виконання плану обов'язкової періодичної діагностики обладнання АЗС.**

**4. Запровадити на міському рівні систему сертифікації АЗС «ЕкоАЗС» для стимулювання діяльності даних підприємств з охорони навколишнього середовища.**

**5. Запровадити систему екологічного менеджменту.** Проводити періодичні внутрішні аудити для оцінювання якості екологічного менеджменту.

Для підвищення рівня екологічної безпеки АЗС рекомендовано **сформувати спеціальну програму моніторингу; посилити вимоги до очисних та ресурсозберігаючих систем; вдосконалити нормативне забезпечення; проводити сертифікацію АЗС на основі їх екологічності.**

При виборі території для будівництва нових, а також розвитку існуючих населених пунктів необхідно здійснювати оцінку якості повітряного середовища з метою запобігання можливому несприятливому впливу атмосферного забруднення на здоров'я населення, умови його проживання та відпочинку, стан навколишнього середовища.



# Висновки

У магістерській роботі проаналізовано вплив автозаправних комплексів на стан довкілля та отримані наступні результати:

1. На підставі моніторингу сучасного стану проблеми запобігання природних втрат вуглеводнів при зберіганні палив нафтового походження вивчено різні методи зниження викидів летких вуглеводнів. Встановлено, що найбільшою ефективністю в сполученні з технологічною простотою є удосконалення дренажної арматури резервуарів.

2. Вперше експериментальне встановлено, що найбільш перспективними з досліджених сорбентів для використання в процесі сорбційної рекуперації автомобільного, авіаційного бензину і авіаційного гасу в промислових умовах є середньопористі силікагелі марок КСС-3 і КСС-4. Визначено, що середня сорбційна ємність вказаних сорбентів при 21 циклі (протягом семи днів) великого "дихання" модельного резервуара складає 450,24 мг/г. Видалення адсорбованих парів бензинів із цих зразків починається при кімнатній температурі і завершується при 210°C, а максимальна швидкість десорбції спостерігається в межах температур 90-105°C.

4. На підставі сучасних уявлень про масообмінні процеси при випаро-вуванні вуглеводневих рідин, закономірностей сорбційно-десорбційних процесів розроблена фізико-математична модель, яка дозволяє досліджувати динаміку насичення газового простору резервуарної ємності парами вуглеводневої рідини, поглинання цих парів сорбентом із наступною десорбцією та конденсацією. Головне досягнення цієї моделі - створення наукових засад розробки технічного засобу зменшення втрат палив від випаровування.

5. Вперше розроблено принципово нову газовідвідну систему ("дихальний клапан нового покоління" ДКНП) з використанням теоретичних принципів сорбційно-десорбційних і термоелектричних ефектів у складі "дихальної" арматури резервуарів. Система поєднує в собі три самостійних модулі - клапанний, сорбційний і термоелектричний.

## Висновки (продовження)

6. Створено і випробувано в лабораторних умовах газовідвідну систему зменшення втрат палив від випаровування в умовах зберігання. Доведено життєздатність зазначеної системи та встановлено ефективність зменшення природних втрат нафтових палив у межах 86-93%. Визначено, що при 300-х циклах моделювання зливно-наливних операцій сорбційна здатність та ефективність десорбції середньопористого силікагелю КСС-4 є практично сталими і складають відповідно 150-210 мг/г й 86-93%. З урахуванням 9-ти разових середніх показників оборотності резервуарів термін експлуатації сорбенту у "дихальному" клапані складе 30 місяців.

7. На підставі результатів теоретичних і експериментальних досліджень розроблено алгоритм вибирання умов для ефективного застосування розробленої газовідвідної системи.

8. З метою запобігання виникнення пожежо- небезпечних ситуацій на території автозаправних комплексів запропоновано використовувати схему пірометричного давача.

9. Пораховано економічні збитки від забруднення довкілля нафтогазовими підприємствами. Екологічний податок за скиди забруднювальних речовин, за викиди в атмосферне повітря та за розміщення відходів. Розроблено рекомендації для нафтогазових підприємств щодо зменшення економічних збитків від забруднюючих речовин, та зменшення їх кількості. Розрахунки здійснено відповідно до Податкового кодексу України, розділ VIII Екологічний податок. Здійснено розрахунок парів нафтопродуктів при зливі з автоцистерн. Визначено обсяги викидів парів нафтопродуктів від резервуарів при зберіганні. Розраховано викиди забруднюючих речовин, що потрапляють в атмосферне повітря під час роботи паливо-роздавальної колонки при відпуску нафтопродуктів споживачем.

## **Апробація результатів роботи**

Викладені у магістерській кваліфікаційній роботі положення доповідались на таких наукових конференціях:

1. 5-й Міжнародному конгресі «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування.» (м.Львів, 2018); а також у щорічних науково-технічних конференціях ВНТУ.

## **Публікація результатів роботи:**

1. С.І. Ільніцький, В.А. Іщенко, І.В.Васильківський Забезпечення техногенно-екологічної безпеки АЗС // 5-й Міжнародний конгрес «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування. – Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2018. – С.149.

## ***Подяки***

Автор вдячний начальнику відділу транспорту та зв'язку департаменту енергетики, транспорту та зв'язку Вінницької міської ради Бузниковатому Сергію Валерійовичу за розуміння і моральну підтримку у проведенні досліджень магістерської кваліфікаційної роботи.

Доповідь закінчена.

**ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!**