

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ВНУТРІШНІХ СПРАВ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

**Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки**

**ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

з навчальної дисципліни  
«Технологія виробництва і переробки нафтопродуктів»  
обов'язкових компонент  
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

**272 Авіаційний транспорт**

**(Технології робіт та технологічне обладнання аеропортів)**

**за темою № 14 – Особливості забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами**

**Кременчук 2023**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 22.02.2024 № 2

**СХВАЛЕНО**

Методичною радою  
Кременчуцького льотного коледжу  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 17.01.2024 № 6

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією науково-методичної ради  
Харківського національного  
університету внутрішніх  
справ з технічних дисциплін  
Протокол від 22.02.2024 № 2

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 12.12.2023 № 8

**Розробник:**

*Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, спеціаліст вищої категорії, викладач - методист Давітая О. В.*

**Рецензенти:**

- 1. Доцент кафедри автомобілів та тракторів Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, к.т.н., доцент Павленко О. В.;*
- 2. Професор навчального відділу КЛК ХНУВС, к.х.н., доцент Козловська Т. Ф.*

## План лекції

1. Фактори, що впливають на ступінь забруднення навколишнього середовища.
2. Джерела забруднення навколишнього середовища.
3. Засоби запобігання і зменшення викидів токсичних речовин.

## Рекомендована література:

### Основна

1. Братичак М. М., Гринишин О. Б. Технологія нафти та газу. навчальний посібник. Львів: Львівська політехніка, 2013. 180 с.  
URL :<https://vlp.com.ua/node/10089> (дата звернення: 10.07.2023).
2. Суярко В. Г. Прогнозування, пошук та розвідка родовищ вуглеводнів: підручник. Харків: Фоліо, 2015. 296 с. URL :<https://ekhnuir.karazin.ua/items/a82b8326-70c8-49bc-b0a0-a4599ad553c1> (дата звернення: 25.07.2023).
3. Властивості нафти та нафтопродуктів. Ч.1 : навч. посіб. / О.В. Давітая та ін. Кременчук, 2019. 74 с. URL:[http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe) (дата звернення: 25.07.2023).
4. Білецький В. С., Орловський В. М., Вітрик В. Г. Основи нафтогазової інженерії : підручник. Полтава, 2018. 415 с.  
URL:<https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/8d67d6fa-2d73-4326-9156-6f0237f6c470/content> (дата звернення: 01.08.2023).

### Додаткова

1. Чабанний В. Я., Магопець С. О., Мажейка О. Й. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення: навч. посібн. Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2008. ч.1. 353 с.  
URL : [https://library.kr.ua/wp-content/elib/chabanniy/Chabanniy\\_Pal\\_mast\\_Mater\\_kn1.pdf](https://library.kr.ua/wp-content/elib/chabanniy/Chabanniy_Pal_mast_Mater_kn1.pdf) (дата звернення: 25.07.2023).
2. Чабанний В. Я., Магопець С. О., Осипов І. М. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення : навч. посібн. Кіровоград: ЦентральноУкраїнське видавництво, 2008. ч.2. 500 с. URL : [https://library.kr.ua/wp-content/elib/chabanniy/Chabanniy\\_Pal\\_mast\\_Mater\\_kn1.pdf](https://library.kr.ua/wp-content/elib/chabanniy/Chabanniy_Pal_mast_Mater_kn1.pdf) (дата звернення: 13.07.2023).
3. Зеркалов Д. В. Довідник споживача нафтопродуктів : посібник. Київ : Науковий світ , 2000. 196 с.

## Текст лекції

### **1. Фактори, що впливають на ступінь забруднення навколишнього середовища.**

Фактори, що впливають на ступінь забруднення навколишнього

середовища, дуже різноманітні і найчастіше взаємозалежні. За характером дії джерела забруднення можна розділити на дві групи – постійні і випадкові.

До першої групи відносяться: витиснення парів нафтопродуктів і зріджених газів з резервуарів при їх заповненні (“великі подихи”); витиснення парів нафтопродуктів і зріджених газів з паливних баків автомобілів при їх заправленні (“малі подихи”); витиснення, що виникають в результаті добових змін температури в газовому просторі резервуарів; витиснення при вентиляції резервуарів внаслідок їх недостатньої герметичності; з вихлопними газами автомобілів.

До другої групи відносяться: витоки нафтопродуктів при переповненні автоцистерн і заправників, паливних баків автомобілів і при зливі нафтопродуктів у резервуари ПЗП, нафтобаз та складів споживачів; витоки при обслуговуванні і ремонті технологічного устаткування, стаціонарних і пересувних засобів; аварійні витоки тощо. Забруднення атмосферного повітря при роботі стаціонарних і пересувних заправних засобів у поєднанні з концентрацією на території ПЗП значного числа автотранспорту визначають два основних види шкідливих речовин: вуглеводні (пари бензину) і гази автомобілів, що відробили, основним компонентом яких є окис вуглецю.

Дослідження температурного режиму газового простору підземних резервуарів на деяких стаціонарних ПЗП показали, що амплітуда коливань добових температур у них дуже незначна. Крім того, коефіцієнт оборотності резервуарів ПЗП дуже високий, інтервал між їх заповненням не перевищує 2 доби. Тому викиди в атмосферу вуглеводнів від “малих подихів” практично відсутні. Одночасно було помічено, що для технічно справних резервуарів при правильній їх експлуатації викиди від вентиляції мають місце тільки при відкриванні зондової труби для вимірів рівня нафтопродуктів.

Отже, основними джерелами забруднення атмосферного повітря ПЗП є “великі подихи” і викиди парів з паливних баків автомобілів при заправленні. Кількість пароповітряної суміші, що викидається при “великих подихах”, залежить від фізико-хімічних властивостей нафтопродукту, температурного режиму резервуарів, ступеня їх заповнення, глибини закладення, типу дихальної апаратури та інших факторів.

Викиди з паливних баків автомобілів і тракторів при заправленні відбувається внаслідок витиснення в атмосферу пароповітряної суміші, насиченої вуглеводнями. Вихлопні гази автомобілів і тракторів містять велику кількість різних хімічних сполук, серед яких особливий інтерес, з гігієнічної точки зору, представляють вуглеводні та окис вуглецю. Якісний і кількісний склад вихлопних газів залежить від ряду факторів: типу двигуна, його конструкції і технічного стану, потужності, режиму роботи, виду застосовуваного палива. Існує істотна різниця у вмісті токсичних компонентів вихлопних газів карбюраторних і дизельних двигунів. При порівняльних випробуваннях однакових за технічними характеристиками машин, що працюють на бензині і зрідженому (стиснутому) газі, були встановлені значні переваги останніх у відношенні вмісту токсичних речовин у вихлопних

газах. Дуже істотний вплив на вміст окису вуглецю і вуглеводнів у вихлопних газах оказує режим роботи двигуна.

## **2. Джерела забруднення навколишнього середовища.**

Джерелами забруднення ґрунту і водоймищ поблизу ПЗП є в основному витoki нафтопродуктів (джерела другої групи). Витoki нафтопродуктів при заправленні відбуваються в результаті переповнення паливних баків автомобілів і складають близько 50% усіх витоків, що проливаються на ПЗП нафтопродуктів. Їх обсяг залежить від кваліфікації і дисципліни персоналу ПЗП і водіїв, а також від ряду технічних і технологічних параметрів, причому останні підкоряються визначеній залежності. Витoki нафтопродуктів при зливi в резервуари ПЗП зосереджуються, як правило, у зливних колодязях, руйнують їх і проникають у ґрунт. Кількість нафтопродуктів, що проливаються, залежить від частоти і швидкості зливу, герметичності і надійності зливного устаткування і кваліфікації персоналу.

Витoki нафтопродуктів при несправності устаткування, його технічному обслуговуванні і ремонті займають значне місце в загальній картині забруднення ПЗП навколишнього середовища.

Витoki з гідравлічних систем заправного устаткування найчастіше відбуваються в результаті зносу ущільнювальних деталей.

При технічному обслуговуванні і ремонті устаткування також неминучі витoki через недосконалість конструкції окремих вузлів. Особливу небезпеку представляють витoki нафтопродуктів при порушенні герметичності резервуарів ПЗП внаслідок корозії. Розміри цих витоків можуть бути дуже великі. Це пояснюється в першу чергу тим, що виявляються вони не відразу і запобігти їх виникненню вкрай важко, тому що існуюча конструкція горизонтальних резервуарів і технологія їх монтажу практично не дозволяють робити періодичні огляди і здійснювати контроль ступеня корозії їх стінок і днища.

Ступінь впливу ПММ і технічних рідин на навколишнє середовище визначається трьома факторами: хімічним складом, робочою температурою і культурою поводження з ними. Хімічний склад є домінуючим фактором. Він характеризує потенційну здатність ПММ впливати на зовнішнє середовище, а також визначає найбільш екологічно та економічно обґрунтований спосіб утилізації відпрацьованих ПММ.

Відомо, що основна причина забруднення повітря полягає у неповному і неефективному згорянні палива. Всього 15...25 % його витрачається на роботу машини, а решта “летить на вітер”.

У відпрацьованих газах двигуна внутрішнього згорання міститься понад 170 шкідливих компонентів, з них понад 160 – похідні вуглеводнів, які є результатом неповного згорання палива у двигуні. Наявність у відпрацьованих газах шкідливих речовин обумовлена видом і умовами згорання палива. Найбільш шкідливими є оксид вуглецю, вуглеводні і діоксид азоту.

Склад відпрацьованих газів залежить від виду палива, що

застосовується, присадок і режимів роботи двигуна, його технічного стану та ін.

Спалювання палив, що містять вуглеводні з високою молекулярною масою, веде до емісії великої кількості ароматичних та інших вуглеводнів. При спалюванні органічних палив у продуктах їхнього згоряння виявлені поліциклічні ароматичні вуглеводні, деякі з яких є канцерогенними. До них відносяться бенз(о)пірен, 9,10 – диметилантрацен, бенз(а)атрацен, дибенз(а, h) антрацен і ін.

Вплив канцерогенних речовин на людину залежить як від дози, так і від тривалості їхньої дії. Новоутворення виникають не відразу, а лише через тривалий час. Встановлено, що людський організм інтенсивно накопичує і утримує бенз(о)лірен у дитячому віці і у віці старше 50 років.

За характером впливу на організм людини розрізняють дві принципово різних групи вуглеводнів: подразні і канцерогенні.

Подразні вуглеводні впливають на центральну нервову систему і слизові оболонки. До них відносять альдегіди, усі граничні і неграничні сполуки вуглецю з воднем, що не належать до ароматичних сполук. Найбільшу небезпеку для людини являють вуглеводневі сполуки канцерогенної групи: 1, 2 – бензантрацен ( $C_{18}H_{12}$ ); 3, 4 – бензпірен ( $C_{22}H_{14}$ ); 1, 2 – бензпірен ( $C_{20}H_{12}$ ); 3, 4 – бензфлуорантен ( $C_{20}H_{14}$ ); 1, 2, 5, 6 – дибензантрацен ( $C_{22}H_{14}$ ); коронен ( $C_{24}H_{12}$ ). Особливо небезпечний 3, 4 – бензпірен, який також називають бенз(о)піреном і який є свого роду індикатором при присутності у суміші інших канцерогенів. Потрапляючи у дихальні шляхи людини, поліциклічні ароматичні вуглеводні поступово накопичуються до критичних концентрацій і стимулюють утворення злоякісних пухлин. Концентрації ПАУ в повітрі вивчені недостатньо. Очевидно, вони не перевищують 10–12...10–14 г/м<sup>3</sup>.

Вуглеводні СН, особливо олефінового ряду, так само як і СНО, беруть участь в утворенні смогів, що викликають подразнення очей, горла, носа. Розливання і течії нафтопродуктів є значним фактором забруднення повітря, ґрунту, водоймищ. Забруднення водоймищ наносить відчутну шкоду. Тому склад та властивості води в основних джерелах водокористування нормуються.

Вплив нафтопродуктів на водоймища проявляється у погіршенні фізичних властивостей води (помутніння, зміна кольору, смаку, запаху); розчинення у воді токсичних речовин; утворення поверхневої плівки нафти та осаду на дні водоймищ, які знижують вміст кисню у воді. Нафта і продукти її переробки, потрапляючи у воду, розтікаються внаслідок гідрофобності по поверхні, утворюючи тонку нафтову плівку, яка переміщається зі швидкістю приблизно у два рази більшою, ніж швидкість течії води. При зіткненні з берегом і прибережною рослинністю нафтова плівка осідає на них. У процесі поширення по поверхні води легкі фракції нафти частково випаровуються, розчиняються, а важкі опускаються в товщу води, осідають на дно і утворюють донне забруднення.

### 3. Засоби запобігання і зменшення викидів токсичних речовин.

Для зменшення забруднення навколишнього атмосферного повітря ПЗП викидами токсичних речовин у нашій країні і за кордоном розроблений ряд технологічних, організаційних і технічних заходів.

Одним з основних заходів щодо зменшення забруднення атмосферного повітря парами нафтопродуктів ПЗП є повернення в резервуар автоцистерни або заправника пароповітряної суміші, що викидається при “великих подихах”. Принцип роботи закріпленої системи дуже простий. Горловину автоцистерни за допомогою рукава і спеціального пропускного клапану з'єднують з вентиляційним трубопроводом резервуарів ПЗП. Пароповітряна суміш, що витісняється з резервуарів при зливні нафтопродуктів, повертається в автоцистерну, що спорожняється. На нафтобазі при заповненні автоцистерни нафтопродуктами ця пароповітряна суміш витісняється в конденсатори для відновлення її з бензину. Така система дозволяє відновлювати 80...90 % бензину, що міститься в тарах, які викидаються при “великих подихах”. Крім того, при закріпленні газового простору резервуарів ПЗП і автомобільної цистерни час зливу нафтопродуктів скорочується на 18...20 %. Незважаючи на високу ефективність, ця система не одержала поширення в Україні. Це пояснюється тим, що виникає необхідність обладнання всього парку автоцистерн, резервуарів і автозаправних станцій спеціальними пристроями, а це пов'язано із збільшенням числа операцій при зливні нафтопродуктів.

Іншим ефективним способом зменшення викидів токсичних речовин в атмосферу є застосування газової обв'язки резервуарів ПЗП. Для цього газові простори груп резервуарів, зайнятих автобензинами, з'єднують трубопроводами в єдину газозрівнюючу систему, що сполучається з атмосферою через дихальний клапан.

Однак практично неможливо домогтися ефективної роботи газозрівнювальної системи, що містить у собі широко розповсюджений у даний час на ПЗП дихальний клапан СМДК-50 розрахований на надлишковий тиск у 0,002 МПа. Гарні результати дає використання в газозрівнювальній системі дихального клапана підвищеного тиску, який розрахований на надлишковий тиск 0,015 МПа. Така система дозволяє в більшості випадків уникнути викидів від “великих подихів”. Становлять інтерес проведені на деяких автозаправних станціях Японії випробування системи регенерації парів бензину безпосередньо на ПЗП (рис.1).

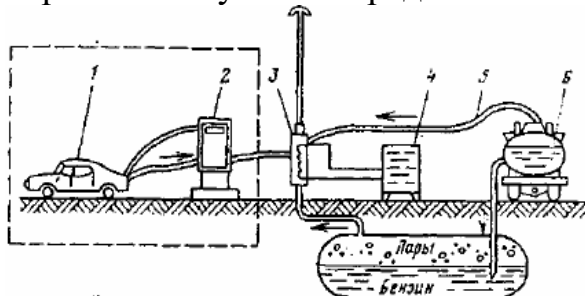


Рис. 1. Схема установки регенерації парів бензину:

1 – автомобіль; 2 – стовпчик; 3 – вентиляційна труба; 4 – конденсатор з холодильною камерою; 5 – рукав; 6 – автомобільна цистерна

У ній здійснюється відвід у конденсатор парів бензину з резервуарів ПЗП автоцистерн і паливних баків автомобілів. Проходячи через компактний конденсатор з холодильною камерою, встановлений на вентиляційній трубі, пари конденсуються і зріджений бензин стікає в резервуар. Незважаючи на високу ефективність цієї системи вона не знайшла широкого застосування на ПЗП через відносну складність установки і необхідності уніфікації горловин паливних баків автомобілів різних марок.

Крім засобів запобігання і зменшення викидів токсичних речовин за рубежем застосовують також засоби очищення забрудненого атмосферного повітря на ПЗП. Австрійською фірмою “Швельм-Штрагер” розроблена газоочисна установка, виконана у формі звичайного заправного стовпчика. Установка складається з блоків керування та індикації, вентиляційного агрегату продуктивністю 1200 м<sup>3</sup>/год і контейнерів-фільтрів ємкістю 100 л заповнених абсорбуючою речовиною. При роботі установки (рис. 2) забруднене повітря з порожнин стовпчиків і навколишнього простору всмоктується через спеціальні канали, прокладені в заправному острівці і пропускається через фільтр.

В якості абсорбуючої речовини використовують активоване вугілля (суперсорбон WSIV), що володіє сильними сполучними властивостями і здатний вбирати в себе до 7 г вуглеводнів на 100 г власної ваги. Очищене у такий спосіб повітря виходить в атмосферу через канал, розташований у верхній частині установки. Концентрація токсичних речовин в очищеному повітрі не перевищує 1,2 мг/м<sup>3</sup>, що нижче ПДК.

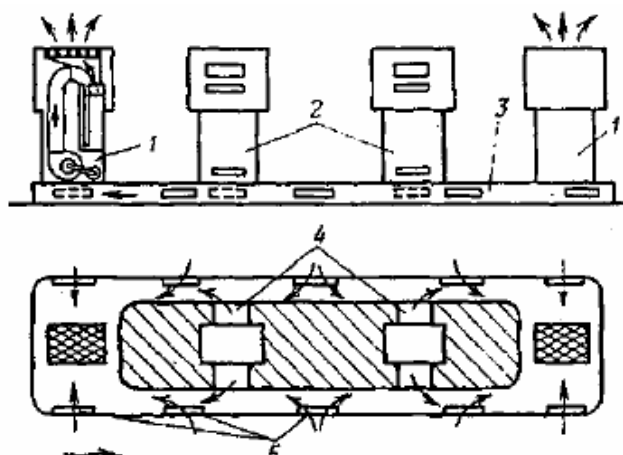


Рис.2. Схема установки очищення забрудненого повітря на ПЗП:  
1 – установка для очищення; 2 – стовпчики; 3, 4, 5 – канали для збору забрудненого повітря на острівцях і комунікаціях ПЗП

За даними фірми повне насичення фільтра установки в умовах середнього завантаження ПЗД відбувається через 3...4 місяці, отже заміну його можна робити при профілактичному обслуговуванні устаткування автозаправної станції. Фірмою розроблені різні модифікації газоочисної установки:



працюючої синхронно з паливороздавальними колонками, що сигналізує оператору ПЗП про повне насичення фільтра і станції та що відключає заправне устаткування при його повному насиченні.

Надзвичайно важливою є проблема зниження токсичності і кількості вихлопних газів автомобілів. Над її вирішенням посилено працюють у нашій країні і за рубежом, ведуться широкі дослідження із створення спеціальних присадок до палива і застосування різних типів нейтралізаторів. Однак на сьогоднішній день основним заходом по зниженню забруднення навколишнього середовища вихлопними газами залишається утримання автомобілів у технічно справному стані і регулювання їх системи подачі палива. Зменшення концентрації у вихлопних газах токсичних компонентів може бути досягнуто утриманням автомобілів у технічно справному стані, регулюванням їх систем подачі палива, установкою у вихлопній системі каталітичного нейтралізатора та вприскуванням води в двигун. Найбільш ефективним заходом щодо зниження забруднення навколишнього середовища є використання сполучення двох останніх способів. Така комбінована система очищення відпрацьованих газів випробувана на автомобілях БелАЗ-540. До складу системи входять два каталітичних і один рідинний нейтралізатори, а також система подачі води у впускні колектори двигуна ЯМЗ-240.

Принципова схема очищення відпрацьованих газів показана на рис. 3.

Вода розпилюється в пристрої 5, куди надходить із водяного бака 6, і по патрубку 4 подається у впускні колектори 3, змішується з повітрям, що всмоктується, і разом із ним надходить в циліндри двигуна 1. Подача води сприяє зменшенню утворення оксидів азоту і зменшує кількість сажі.

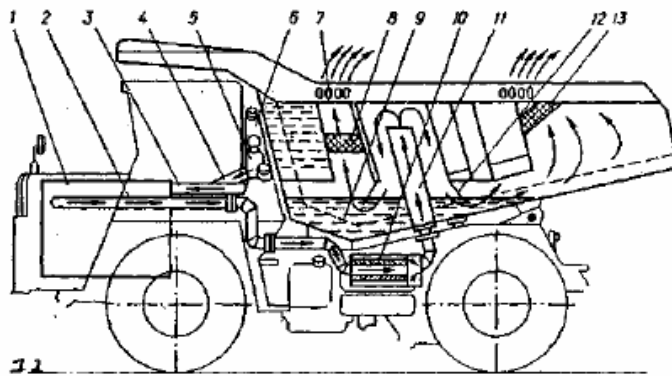


Рис. 3 Комбінована система очищення відпрацьованих газів автосамоскида БелАЗ-540А

Відпрацьовані гази з блоку двигуна по випускному колектору 2 підводяться до каталітичного нейтралізатора 10, у якому вони очищаються від продуктів неповного згоряння. По впускному трубопроводу 11 із каталітичного нейтралізатора гази надходять у рідинний нейтралізатор 9, робоча ємкість якого розміщена між двома стінками кузова. Вихлоп очищається в робочій ємкості рідинного нейтралізатора під барботажами

перегородками 12. Очищені гази, насичені парою води, проходять через фільтри 8 і 13, додатково очищаються в них від сажі і смолистих утворень, обезводнюються і через випускні вікна 7 викидаються в атмосферу.

Як уже відзначалося, кількість і токсичність вихлопних газів залежать від часу і режиму роботи двигуна. Виходячи з цього, в умовах ПЗП головним фактором зниження забруднення атмосферного повітря вихлопними газами є скорочення часу перебування автотранспорту на території ПЗП. Це може бути досягнуте шляхом інтенсифікації процесу заправлення, скорочення простоїв і зниження необхідності маневрування на території станції. Найбільш ефективним способом рішення цих проблем є вибір раціональної планувальної схеми ПЗП. За рахунок вибору оптимальної планувальної схеми ГОП забезпечується можливість одночасного використання всіх заправних засобів, зменшується відстань від місць заправлення до будинку станції, скорочується число необхідних маневрів для під'їзду до заправного стовпчика. Усе це дозволяє значно інтенсифікувати процес заправлення, збільшити пропускну здатність ПЗП і, у кінцевому рахунку, знизити забруднення навколишнього середовища вихлопними газами автомобілів.

Зменшення шкідливого впливу викидів токсичних речовин на ПЗП сприяють зелені насадження, їх ефективність багато в чому залежить від виду і способу їх насадження.