

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

(повне найменування вищого навчального закладу)

ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

КАФЕДРА СПЕЦІАЛЬНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

## **Пояснювальна записка**

до дипломної роботи

освітнього ступеня «бакалавр»

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Дослідження поверхневих властивостей аерозольних продуктів горіння

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу,

Групи ХТкс – 15 – 242

напряму підготовки (спеціальності)

6.051301 – хімічна технологія

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Роменська Д.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Кустов М.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Савченко О.В.

(прізвище та ініціали)

Харків - 2019 року

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

(повне найменування вищого навчального закладу)

**ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ**

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

**КАФЕДРА СПЕЦІАЛЬНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ**

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Освітній ступінь бакалавр  
Напрямок підготовки 0513 – хімічна технологія та інженерія  
(шифр і назва)  
Спеціальність 6.051301 «Хімічна технологія»  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Начальник кафедри \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**З А В Д А Н Н Я  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ**

Роменська Дар'я Володимірівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи**

Дослідження поверхневих властивостей аерозольних продуктів горіння

**керівник роботи**

к.т.н. Кустов М.В. ,

( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ 08 ” 03 2019 року  
№ 40

**2. Строк подання студентом роботи**

\_\_\_\_\_

**3. Вихідні дані до роботи**

\_\_\_\_\_

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)** Розділ 1, Розділ 2, Розділ 3, Охорона праці.

\_\_\_\_\_

**5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

					<b>НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01</b>	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		2

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Підбір джерел інформації, обґрунтування вибору дослідницьких методик		
2	Складання плану дипломної роботи		
3	Аналітичний огляд джерел інформації		
4	Аналіз основних властивостей продуктів горіння при природних та техногенних пожежах		
5	Розробка методики досліджень та експериментальної установки		
6	Дослідження поверхневого натягу сажі та золи з різними характеристиками		
7	Аналіз отриманих експериментальних даних		
8	Підготовка розділу з охорони праці		
9	Оформлення звіту про виконання дипломної роботи, підготовка презентації для захисту		
10	Відправлення дипломної роботи на рецензування		
11	Представлення завершеної дипломної роботи на допуск до захисту		
12	Захист дипломної роботи		

**Здобувач вищої освіти** \_\_\_\_\_  
( підпис ) ( прізвище та ініціали )

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_  
( підпис ) ( прізвище та ініціали )

									Лист
									3
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата	НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01				

## РЕФЕРАТ

Звіт про ДР (ДП): 38 с., 13 рис., 3 табл., 37 джерел, 14 додатки.

**Суть наукового результату** - полягає в встановленні основних поверхневих властивостей таких дисперсних продуктів горіння, як сажа та зола.

**Новизна результату** - вперше встановлено вплив температури горіння нафтопродукту та деревини на гідрофобність та зарядовий стан аерозольних продуктів горіння.

**Вірогідність наукового результату забезпечена** проведенням лабораторних експериментальних досліджень.

**Практична значимість результату** полягає в використанні отриманих результатів при прогнозуванні впливу масштабних надзвичайних ситуацій на кліматичний стан регіону та прогнозуванні швидкості осадження продуктів горіння із атмосфери.

**Загальна характеристика наукової роботи.**

Робота містить вступ, три розділи, висновки, список використаної літератури. Кількість сторінок – 34; кількість використаної літератури – 37.

**Ключові слова:** масштабні надзвичайні ситуації, техногенні аварії, природні пожежі, аерозольні продукти горіння, сажа, поверхневі властивості.

					НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		4

## ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРОДУКТІВ ГОРІННЯ ПРИ ПРИРОДНИХ ТА ТЕХНОГЕННИХ ПОЖЕЖАХ	8
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО НАТЯГУ САЖІ ТА ЗОЛИ З РІЗНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ	20
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАРЯДОВОГО СТАНУ САЖІ ТА ЗОЛИ, ЩО ОТРИМУЄТЬСЯ ПРИ РІЗНИХ РЕЖИМАХ ГОРІННЯ	24
РОЗДІЛ 4. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ	27
4.1. Забруднення навколишнього середовища під час пожежі або аварії	28
4.2. Безпека життєдіяльності людей, охорона праці та екологічний захист	30
4.3. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях	33
ВИСНОВКИ	34
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	35

## ВСТУП

Серед небезпечних факторів надзвичайних ситуацій, найбільш суттєвий вплив на атмосферу чинять забруднення різної фізичної та хімічної природи. Забруднення атмосфери (атмосферне забруднення) – привнесення в газоподібну оболонку, що оточує Землю, або утворення в ній фізичних агентів, хімічних речовин або організмів, що несприятливо впливають на середовище життя або що призводять до втрати матеріальних цінностей.

Однак для вивчення питання мінімізації забруднення атмосфери більш важливу роль відіграє фізико-хімічна природа забруднюючих речовин. У цьому випадку всі небезпечні речовини доцільно розділити по агрегатному стану на газоподібні речовини, рідкі та тверді аерозолі.

Аерозолі, за способом утворення, також розділяються на чотири головних типи: перший тип – аерозоль, утворений з газової фази *in situ*; другий тип – мінеральний аерозоль, джерелом якого є ґрунт; третій тип – морський аерозоль, що представляє собою кристали морської солі та краплі розчинів морської води; четвертий тип – органічний аерозоль, утворений у результаті життєдіяльності мікроорганізмів та рослин. Однак у даній класифікації упущений ще один важливий клас аерозолів – так званий, термічний аерозоль, утворений у результаті високотемпературних реакцій горіння та вибуху.

Однак всі розглянуті вище типи аерозолів утворюються поступово з низькою інтенсивністю (за винятком пилових та піщаних бур, які не характерні для території України) та повітряними потоками розподіляються по об'єму нижньої атмосфери. У зв'язку із цим їхня концентрація вкрай рідко перевищує припустимі норми. Зворотна ситуація характерна для термічного аерозолу. Для таких аерозолів характерні більш низькі значення гранично припустимих концентрацій (ГДК) та критичні викиди в момент виникнення надзвичайних ситуацій – виверження вулканів, великі природні та техногенні пожежі і вибухи на об'єктах атомної енергетики. Якщо останні два види термічного аерозолу, як основні об'єкти осадження, докладно будуть розглянуті в наступних розділах, то

					<b>НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01</b>	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		6

деякі особливості аерозольних продуктів виверження вулканів, як нехарактерний для України клас, розглянемо нижче.

Під дією енергії, що вивільнилася, внутріземного тиску та потужних конвективних потоків продукти виверження піднімаються в атмосфері на висоту до 20 км та можуть існувати в атмосфері кілька років.

					<b>НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01</b>	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		7

# РОЗДІЛ 1.

## ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРОДУКТІВ ГОРІННЯ ПРИ ПРИРОДНИХ ТА ТЕХНОГЕННИХ ПОЖЕЖАХ

Лісова пожежа – це неконтрольоване горіння лісових масивів, яке виникає внаслідок природних чинників або викликане штучно.



Лісові пожежі можуть бути низовими або верховими.

Низові лісові пожежі розвиваються внаслідок згоряння рослин та їх залишків, розташованих безпосередньо на ґрунті або на невеликій висоті (1,5-2 м). При цьому полум'я має висоту до 50см, швидкість розповсюдження вогню невелика: 150-200 м/год.

Верхові лісові пожежі розвиваються з низових, однак згоряють ще й нижні яруси дерев та їх крони. Без супроводу низової пожежі довго тривати не можуть. Висота полум'я може досягати 100 м і більше. Вогонь перекидається на значні відстані при швидкості розповсюдження 8-25 км/год.

Підземні (ґрунтові або торф'яні) пожежі виникають часто, як продовження низових або верхових. Заглиблення низового вогню починається біля стволів дерев, після чого розповсюджується у різні боки до декількох метрів на добу.

Торф'яні пожежі можуть і не бути результатом лісових. Вони часто охоплюють великі території і дуже важко піддаються гасінню.

					НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		8





Небезпечні фактори торф'яних пожеж:

- висока температура в зоні горіння;
  - задимлення великих територій, що подразливо діє на людей і ускладнює боротьбу з пожежею;
  - обмеження видимості;
- негативний психологічний вплив на населення прилеглих поселень.

Нагадаємо, 8 червня 2015-го року на нафтобазі «БРСМ-Нафта» у м. Васильків під Києвом почалася пожежа, яка тривала 8 діб. Внаслідок аварії загинуло шестеро осіб та 18 було травмовано. До ліквідації пожежі було задіяно близько 300 рятувальників та 45 одиниць техніки. За фактом і наслідками пожежі відкрито декілька кримінальних проваджень.



За півтора року розслідування [катастрофи на нафтобазі "БРСМ-Нафти"](#) у Василькові під Києвом слідству не вдалося знайти винних у пожежі, яка забрала життя 6 людей, а сама фірма встигла повністю змінити власників і реструктуризуватися.

					<b>НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01</b>	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		9

Перше, на чому акцентують увагу, це те, що на цій основі займалися виробництвом неякісного бензину з порушенням усіляких норм і законів.

Так, "БРСМ-Нафта" закупувала тільки бензин 92 марки з Білорусі, а безпосередньо на нафтобазі його за допомогою різних добавок перетворювали у 95-й, тим самим ухиляючись від сплати акцизного збору.

Крім того, при виробництві сумнівного бензину використовувалися отруйні речовини, такі як, наприклад, метанол.

Юристи компанії пояснюють різноманітність бензину на своїх заправках тим, що паливо нібито заковується всередині України.

Також наголошується, що за деякий час до смертельної пожежі на нафтобазі, інспектори ДСНС виявили безліч порушень техніки безпеки на об'єкті. Але примітно те, що всі ці порушення, як стверджують експерти, були занадто серйозними і їх було практично неможливо усунути, тому нафтобаза підлягала закриттю.

Незважаючи на це нафтобаза БРСМ "переїхала" в інше місце, де продовжує свою діяльність, при цьому, як зазначають у Всеукраїнській екологічній лізі. Як повідомив представник мережі «БРСМ», на територію колишньої нафтобазі зайшли крадії металу, які почали розрізати залишки потроцених резервуарів, внаслідок чого відбулося займання. За його словами, наразі викликали поліцію та ДСНС.

Зазначається також, що наразі торгова марка «БРСМ-Нафта» не має жодного стосунку до колишньої нафтобазі, яка наразі належить іншим власникам.

17 липня 2017-го, за даними ДСНС, на колишній нафтобазі «БРСМ» унаслідок проведення газозварювальних робіт з демонтажу резервуарів сталася пожежа внаслідок займання залишків паливно-мастильних матеріалів.

Крім значного негативного впливу на атмосферу різних галузей промисловості при нормальному режимі роботи, різкими сплесками забруднень є аварії на підприємствах з великим змістом небезпечних хімічних речовин. Такі

					<b>НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01</b>	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		10

аварії характеризуються значною зоною забруднення та технічними труднощами локалізації наслідків аварії. Рух атмосферних повітряних мас призводить до поширення газоподібних та аерозольних небезпечних речовин на великі відстані. Також необхідно відзначити, що, незважаючи на значну молярну масу ряду небезпечних речовин відносно повітря, вони можуть підніматися у верхні шари тропосфери за рахунок потужних конвективних потоків. Розмір зони забруднення та тривалість існування небезпечної речовини в атмосфері залежить від метеорологічних умов та фізико-хімічних властивостей конкретної небезпечної речовини. Усього в зону можливого хімічного зараження може потрапити більше 20 млн. чоловік. Всі ці фактори підтверджують необхідність розробки способів та методів мінімізації негативної дії при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах. Однак для розробки ефективних способів та методів ліквідації наслідків таких аварій необхідно чітко визначитись з об'єктом негативного впливу на атмосферу.

Українським науково-дослідним інститутом екологічних проблем регулярно проводиться моніторинг стану атмосфери над територією України. Дані по основним забруднюючим речовинам – формальдегіди, феноли, пил, оксиди вуглецю та азоту, діоксиди сірки та азоту, публікуються в щоквартальних звітах [1]. Однак у роботі [2] показано, що значну небезпеку для людей становлять також нітрохлорбензол, сірчана кислота та сірководень, вміст яких у деяких промислових регіонах України перевищує ГДК. Однак екологічна ситуація в регіоні різко погіршується при виникненні аварій на хімічних підприємствах [3]. Усього зареєстровано більше 700 різновидів забруднюючих газів, однак вміст більшості з них в атмосфері не перевищує  $10^{-3}$  ppm [4]. Окремим класом техногенних аварій є пожежі. Наслідки для атмосфери лісових пожеж та горіння нафтопродуктів розглянуті в роботах [5-8].

При розгляді складу атмосфери необхідно відзначити, що кількісний та якісний склад небезпечних речовин істотно відрізняється по різних регіонах, тому для оцінки безпеки доцільно розглянути не середнє значення, а

					<b>НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01</b>	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		11

максимальний вміст компонента, зареєстрованого в атмосфері над територією України.

Ступінь небезпеки будь-якої речовини характеризується співвідношенням концентрації речовини в одиниці об'єму атмосфери до гранично допустимого значення концентрації даної речовини. Крім цього, агрегатний стан хімічно небезпечних речовин (ХНР) істотно впливає на його стійкість в атмосфері, тому при аналізі всі речовини розділені на групи по своєму агрегатному стану в початковий період потрапляння в атмосферу [1, 2, 9].

Однак інтенсивність надходження пари небезпечних речовин в атмосферу істотно нижче, надходження в атмосферу газів, отже, зона можливого хімічного зараження буде незначна. Так, наприклад, за період 2004–2013 року не зареєстровано жодної аварії з викидом кислот вище об'єктового рівня, при цьому за цей же період в Україні відбулося 7 аварій місцевого рівня з викидом аміаку, хлору або сірководню [10-16].

Окремим класом небезпечних хімічних речовин є продукти горіння. Склад продуктів горіння істотно залежить від природи горючого матеріалу, які можна розділити на:

- целюлозомістячі горючі матеріали – деревина, папір та ін.;
- нафтопродукти;
- штучні полімери – гума, пластмаси та ін.
- хімічно небезпечні речовини – фосфор, кислоти та ін.

У таблиці 1 представлений масовий склад основних продуктів горіння матеріалів різної природи. Хімічний та масовий склад продуктів горіння залежить від умов горіння та конкретного виду горючого матеріалу, тому в таблиці 1 наведені максимально можливі значення масового складу продуктів горіння.

					<b>НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01</b>	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		12

Таблиця 1.

## Газоподібні продукти горіння основних класів горючих матеріалів

Небезпечна речовина	Питома маса продуктів горіння, кг/кг	Середньодобова ГДК [9], мг/м <sup>3</sup>
<b>Целюлозомістятьчі горючі матеріали</b>		
Діоксид вуглецю (CO <sub>2</sub> )	1,85	–
Оксид вуглецю (CO)	0,45	3
Вуглеводні (C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> )	0,012	0,3–1
Сажа (C)	0,8	0,05
Зола (100%)	0,4	0,02
– CaO (до 40%)		
– SiO <sub>2</sub> (до 32%)		
– Fe <sub>x</sub> O <sub>y</sub> (до 20%)		
– Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (до 8%)		
– MgO (до 3%)		
– Na <sub>2</sub> O (до 2%)		
– Оксиди титану, марганцю, фосфору та ін. (до 1%)		
<b>Нафтопродукти</b>		
Діоксид вуглецю (CO <sub>2</sub> )	2,8	–
Оксид вуглецю (CO)	0,83	3
Діоксид азоту (NO <sub>2</sub> )	0,055	0,04
Оксид азоту (NO)	0,038	0,06
Дігідросульфід (H <sub>2</sub> S)	0,0027	0,008
Оксиди сірки (SO <sub>x</sub> )	0,038	0,05–0,1
Тетраетілсвинець (Pb(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>4</sub> )	0,0005	0,005
Синильна кислота (HCN)	0,0027	0,01
Формальдегід (HCHO)	0,0022	0,003
Органічні кислоти (R-COOH)	0,035	0,02–0,14
Сажа (C)	0,07	0,05
Зола (100%)	0,05	0,02
– V <sub>x</sub> O <sub>y</sub> (до 25%)		
– NiO (до 8%)		
– Te <sub>x</sub> O <sub>y</sub> (до 5%)		
– Оксиди свинцю, хрому, цинку та ін. (до 1%)		
<b>Штучні полімери</b>		
Оксиди сірки (SO <sub>x</sub> )	0,38	0,05–0,1
Синильна кислота (HCN)	0,002	0,01
Фосген (COCl <sub>2</sub> )	0,25	0,003

Хлор (Cl <sub>2</sub> )	0,13	0,04
Галогенводні (HF, HCl, HI, HBr)	0,083	0,005–0,2
Сажа (C)	0,5	0,05
Зола (100%)	0,3	0,02
- CaO (до 32%)		
- SiO <sub>2</sub> (до 14%)		
- Fe <sub>x</sub> O <sub>y</sub> (до 8%)		
- V <sub>x</sub> O <sub>y</sub> (до 7%)		
- Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (до 4%)		
- MgO (до 2%)		
- TiO <sub>2</sub> (до 2%)		
- NiO (до 2%)		
- Оксиди свинцю, хрому, цинку та ін. (до 1%)		
<b>Хімічно небезпечні речовини</b>		
Оксиди сірки (SO <sub>x</sub> )	2,5	0,05–0,1
Фосген (COCl <sub>2</sub> )	0,4	0,003
Синильна кислота (HCN)	0,7	0,01
Галогенводні (HF, HCl, HI, HBr)	1,5	0,005–0,2
Оксиди фосфору (P <sub>x</sub> O <sub>y</sub> )	3,1	0,03–0,08

При горінні багатьох штучних полімерів утворюються оксиди хлору, однак такі оксиди вкрай не стійкі в атмосфері та практично відразу, взаємодіючи з компонентами повітря, утворюють хлор, фосген та рідкі кислоти. Як видно з аналізу, при горінні целюлозомістячих матеріалів, штучних полімерів та нафтопродуктів основну масу продуктів горіння становлять тверді нелетучі залишки та аерозолі, які можна виділити в окрему групу небезпечних речовин з особливими фізико-хімічними властивостями. При зіставленні хімічного складу золи різних матеріалів можна виділити їхню загальну структуру – сплав оксидів лужних та лужноземельних металів.

При аналізі також слід зазначити присутність у продуктах горіння сполук I групи безпеки –тетраетилсвинцю, що додають як присадки у світлі нафтопродукти та є однієї з основних погроз від вихлопних газів автомобілів.

З таблиці видно, що найбільшу небезпеку представляє горіння ХНР, при горінні 1 кг яких може виділятися більше 3 кг оксидів фосфору, до 2,5 кг оксидів сірки та близько 1 кг сполук хлору. При цьому при горінні фосфору основним

компонентом продуктів горіння є аерозоль твердих часток оксидів фосфору. Однак при роботі з такими речовинами розроблені ефективні заходи безпеки, тому пожежі даного класу становлять незначну частку загальних пожеж в Україні та характеризуються невеликими розмірами.

Особливий вплив необхідно приділити процесам горіння нафтопродуктів та целюлозомістячих матеріалів, які по абсолютній кількості хімічно небезпечних викидів в атмосферу значно перевищують інші типи пожеж. Крім того горіння целюлозомістячих матеріалів (вугілля, торф) та різних нафтопродуктів широко використовується в технологічних процесах та на транспорті, що додатково збільшує кількість викидів негативних газоподібних продуктів горіння. Однак з 69 % пожеж з горінням целюлозомістячих матеріалів лише близько 5 % відносяться до техногенних аварій, а основну їхню частину становлять пожежі житлового сектору та аварії природного характеру.

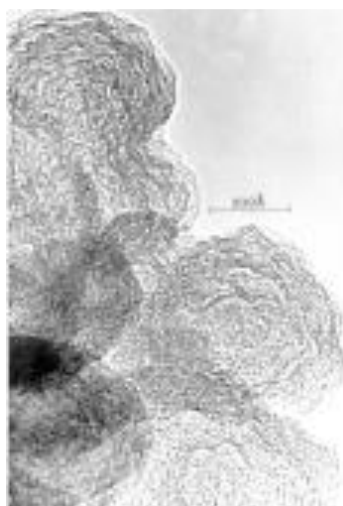


Рис 1 Основна углеродна частинка.

Протікання процесу сорбції сажі та золи краплями води визначається їхніми фізико-хімічними властивостями. Оскільки частки сажі та золи мають складну структуру та хімічний склад, які залежать від виду палива та умов горіння, розглянемо окремо основні властивості сажевих часток та золи.

Загальний механізм утворення сажі можна розділити на кілька окремих етапів (рис. 1):

1. Піроліз (утворення ненасичених вуглеводнів). При недоліку окислювача або при поганому перемішуванні окислювача з горючою речовиною відбувається

					НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		15

неповне окислювання палива з утворенням ненасичених стабільних вуглеводнів (алкенов, алкілів та ін.) [17-21];

2. Утворення циклів. При взаємодії незаміщених вуглеводнів відбувається їх приєднання з утворенням бензольних циклів;

3. Утворення поліциклічних вуглеводнів. У збідненому киснем середовищі відбувається з'єднання бензольних циклів з утворенням поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ). Крім того до ПАВ можуть приєднуватися одиничні незаміщені вуглеводні. При цьому утворюються комплекси з розмірами  $d \approx 0,5$  нм, до складу яких входять 20 – 40 молекул вуглецю [19];

4. Зростання поверхні та коагуляція. За рахунок росту розмірів ПАВ вони поступово стають зародками сажевих часток, які за рахунок коалесценції (під дією електростатичних сил) утворюють сферичні частки з розміром  $d \approx 10 - 50$  нм;

5. Агрегація та агломерація. Сферичні частки агрегують між собою з утворенням ланцюгів та шаруватих структур з розміром  $d \approx 0,1-10$  мкм. У деяких випадку, особливо при горінні сирої нафти та деревини розміри агломерацій можуть досягати до  $d \approx 100$  мкм [19].

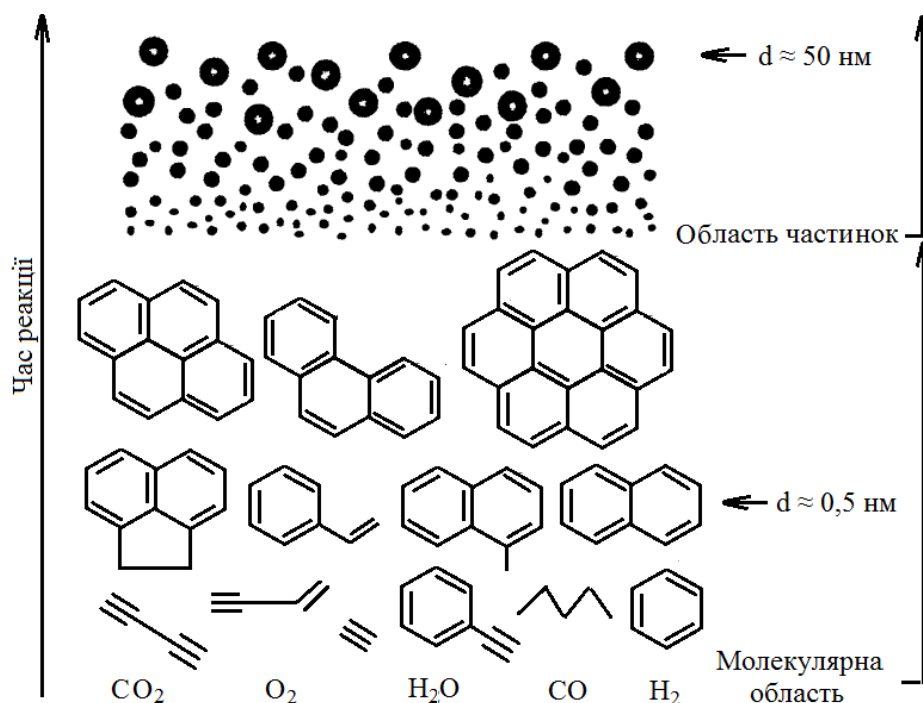


Рис. 2. Схематичне зображення процесу сажеутворення з гомогенних систем [22].



Як ми вже відзначали вище, хімічний склад сажі істотно залежить від складу палива та від умов горіння, тому дані різних дослідників трохи відрізняються [23-25]. Узагальнюючи ці дані можна зробити висновок, що основними компонентами є вуглець (60–85 % мас.) та кисень (10–25 % мас.), крім цього в незначних кількостях містяться азот, водень, сірка (до 5 % мас.). У структуру сажі можуть бути також включені залишки вуглеводнів та оксиди металів (золи).

По своїй структурі сажа являє собою комплекс із графітоподібних шарів, які, на відміну від графіту, зв'язані між собою хімічно.

Якщо горючі матеріали розділити по групах, то хімічний склад золи, що утвориться при їхньому горінні, можна представити в такий спосіб:

– целюлозовмісні горючі матеріали – CaO (до 40 %), SiO<sub>2</sub> (до 32 %), Fe<sub>x</sub>O<sub>y</sub> (до 20 %), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (до 8 %), MgO (до 3 %), Na<sub>2</sub>O (до 2 %), оксиди титана, марганцю, фосфору та ін. (до 1 %);

– нафтопродукти – V<sub>x</sub>O<sub>y</sub> (до 55 %), CaO (до 20 %), SiO<sub>2</sub> (до 12 %), NiO (до 8 %), Te<sub>x</sub>O<sub>y</sub> (до 5 %), оксиди свинцю, хрому, цинку та ін. (до 1 %);

– штучні полімери – CaO (до 32 %), SiO<sub>2</sub> (до 14 %), Fe<sub>x</sub>O<sub>y</sub> (до 8 %), V<sub>x</sub>O<sub>y</sub> (до 7 %), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (до 4 %), MgO (до 2 %), TiO<sub>2</sub> (до 2 %), NiO (до 2%), оксиди свинцю, хрому, цинку та ін. (до 1 %).

З наведених даних видно, що основними компонентами золи, що утворюється при горінні природних та штучних полімерів, є оксиди кальцію, кремнію та заліза, тоді як при горінні нафтопродуктів утвориться зола з більшим вмістом оксиду ванадію.

Серед оксидів заліза в золі значну частину становить магнетит (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) [31] із сильними магнітними властивостями, що також впливає на процеси сорбції золи атмосферними опадами.

У роботах [32-34] встановлено, що потужними конвективними потоками, що виникають над великими пожежами, продукти горіння можуть підніматися на висоти до 10 км. Надалі, при остиганні повітряних потоків, на відстані ~ 1 км від осередку горіння вони осідають або, залежно від метеорологічних умов, витають

					<b>НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01</b>	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		17

на висотах до 3 км. Оскільки основні процеси опадоутворення протікають на висотах 3 - 5 км, то в процесі утворення опадів над зоною горіння беруть участь й аерозольні продукти горіння. Однак основна маса аерозольних часток перебуває нижче зони опадоутворення, де процес конденсації водяної пари на сажевих та зольних частках практично не протікає, а відбувається їх сорбція краплями води. Виходячи із цього, розглянемо два різних механізми – сорбцію молекул води твердою часткою аерозолю та сорбцію аерозольної частки краплею води.

При потраплянні частки сажі в атмосферу за певних умов (температура, тиск, вологість) на її поверхні відбувається конденсація водяної пари. На вуглецьвмісних частках, до яких і відноситься сажа, первинна адсорбція молекул води відбувається на активних центрах, якими можуть бути кисеньвмісні та інші функціональні групи, розглянуті вище [35]. При цьому в роботі [36] встановлено, що процес адсорбції пари води на поверхні сажі може відбуватися й при досить низької вологості, що свідчить про домінування електричної природи взаємодії функціональної групи на поверхні краплі з дипольною молекулою води. Однак електричні сили функціональних груп швидко зменшуються із відстанню, а також екрануються молекулами води, тому такий механізм конденсації дозволяє адсорбувати до 10 моношарів молекул води, після чого конденсація припиняється. Із цієї причини сажі відносяться до часток з гідрофобними властивостями та, відповідно, є малоактивними ядрами краплеутворення в атмосфері. Однак комплекси сажі, що утворилися в результаті первинної конденсації, з водяною оболонкою, повинні мати схожими із краплями води поверхневими властивостями. При цьому розміри таких комплексів порівнянні з розмірами часток сажі та можуть досягати до  $d \approx 100$  мкм. Маючи зазначені фізико-хімічні властивості, аквакомплекси часток сажі, потрапляючи у верхні шари тропосфери з відповідними метеоумовами, можуть виступати в ролі ядер краплеутворення. Тому при врахуванні впливу сажевих часток на процеси опадоутворення їх можна розглядати як частки з поверхневими властивостями води.

					<b>НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01</b>	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		18

Крім цього в роботі [36] встановлено, що деякі сажі мають аномально високу гігроскопічність. На думку авторів це пояснюється наявністю на поверхні сажевих часток розчинних сірковмісних сполук. При первинній конденсації на поверхні частки утвориться шар водяного розчину сірковмісних сполук. Такі сажі утворюються при горінні нафтопродуктів та у відповідності зі своїми властивостями можуть виступати активними центрами краплеутворення.

Вуглецеві сажі використовуються в полімерах як пігментних наповнювачів і технологічних добавок для підвищення міцності та вдосконалюють електропровідні властивості.

Структура саж характеризується схильністю базових вуглецевих частинок агрегувати в деяких випадках в сильно розгалужені волокнисті войлокоподібні структури. Ступінь поглинання дибутилфталата (ДБФ) характеризує ступінь структурування саж

В процесі виробництва сажі на її поверхні може утворюватися велика кількість кисневмісних груп, таких як лактонові, хінонову, фенольні і карбоксильні. Високі концентрації цих органічних поверхневих груп перешкоджають електропровідності сажі. Ступінь летючості є мірою вимірювання цих параметрів. Вуглецеві сажі з розвиненою площею поверхні, високим ступенем структурування і низькою летючість показують найкращі характеристики серед електропровідних вуглецевих саж. Поряд з хімічною чистотою важливими факторами є низьке.

Іншим представником дисперсного твердого вуглецю, який також використовується в промислових масштабах, є сажа. Як адсорбенту вона досліджена в значно меншій мірі і для цих цілей в дисперсному вигляді зазвичай не застосовується. використовується в основному як підсилювач каучуку у виробництві гуми, для виготовлення друкарських фарб, пластмас, вугільних електродів, витратних матеріалів для оргтехніки і т. д. Світове виробництво обчислюється мільйонами тонн на рік. У даній роботі досліджується адсорбуюче дію фулеренів і порівнюється з дією активованого вугілля і сажі.

					<b>НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01</b>	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		19

## РОЗДІЛ 2

### ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО НАТЯГУ САЖІ ТА ЗОЛИ З РІЗНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

На поверхні шарів сажі перебувають різний, складні по складу, функціональні групи, такі як ангідриди, карбоніли, алкіл-кетони та ін. [26-28]. При цьому масив часток сажі являє собою пористу структуру з питомою площею пор близько  $100 \text{ м}^2 \cdot \text{г}$  [29].

Великий вміст вуглецю, наявність на поверхні частки функціональних груп та висока пористість частки будуть визначати особливості абсорбції сажі рідкими опадами.

Частки золи мають зовсім відмінну від сажі хімічну природу і являють собою комплекси з оксидів металів зі сферичною пористою структурою [30] (рис. 3).

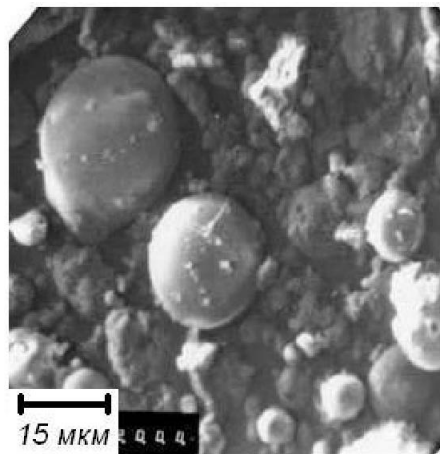


Рис. 3. Мікрофотографії золи

Хімічний склад золи також визначається видом горючої речовини та умовами горіння, однак якщо при формуванні сажі ключовими були саме умови горіння, то для золи вміст окислювача та температурний режим відіграють значно меншу роль, склад золи, в основному, визначається видом горючого матеріалу.

Про причину істотних розходжень поверхневих властивостей сажі та золи процеси конденсації водяної пари на поверхні твердих часток та їхньої сорбції

					НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		20

краплями води мають свої особливості. Тому спочатку докладніше розглянемо особливості процесу конденсації водяної пари на поверхні сажі

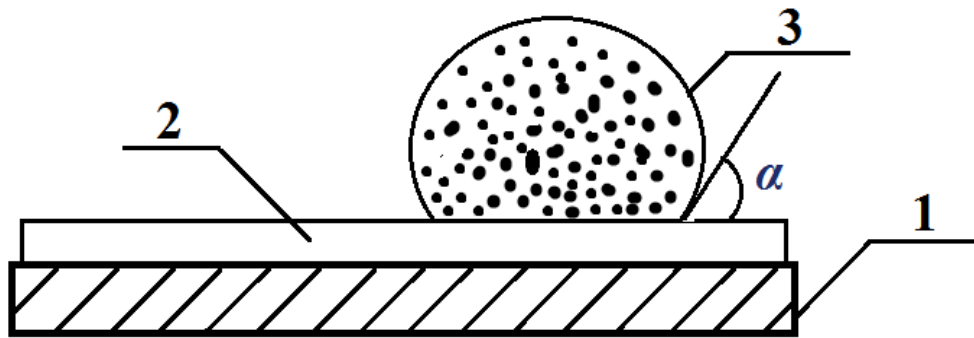


Рис 4.Схема заміру поверхневого натягу на поверхні сажі та золи.  
1) підложка; 2) шар аерозольних продуктів горіння (сажа,зола); 3) крапля контрольної рідини (вода або водний розчин ПАР).

а

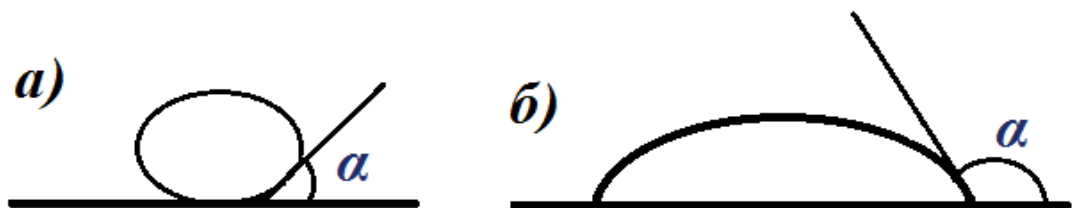


Рис 5. Вплив добавок ПАР на поверхневі властивості сажі та золи:  
а) не іоногенне ПАР; б) іоногенне ПАР

Для проведення експериментальних досліджень поверхневих властивостей дисперсних продуктів горіння опишемо лабораторну установку та методику проведення дослідів.

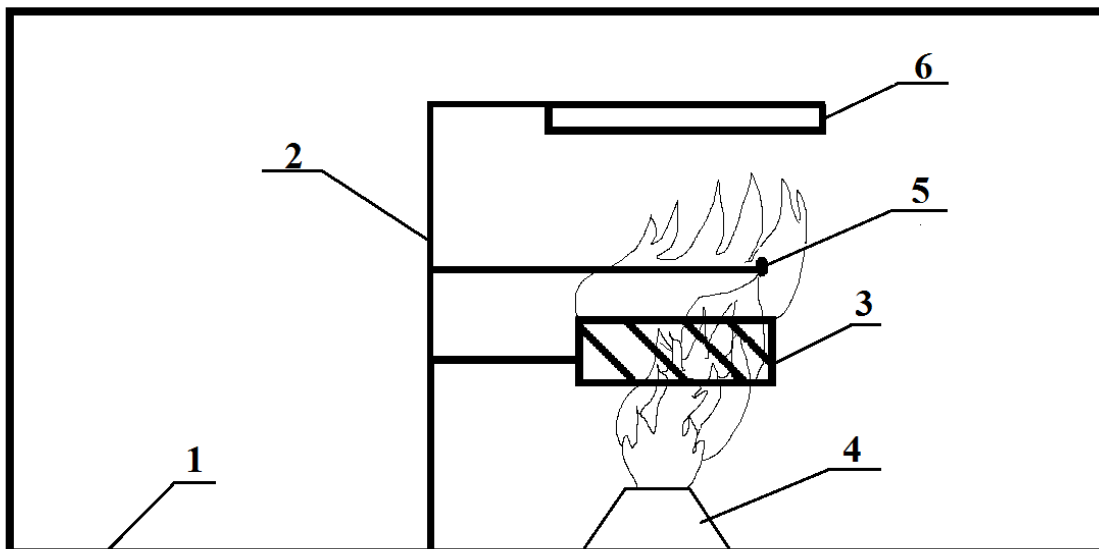


Рис 6. Схема лабораторної установки для дослідження поверхневих властивостей сажі та золи: 1) камера для дослідження процесів горіння; 2) штатив; 3) горюча речовина (зразок); 4) додатковий ініціатор горіння; 5) термопара.



Рис. 7. Зовнішній вигляд лабораторної установки для дослідження поверхневих властивостей сажі та золи.

Методика проведення досліджень полягає у наступному: температура горіння обраного зразка знаходиться в межах 800 градусів для збільшення  $t_{гор}$  ми встановили додатковий ініціатор горіння у вигляді газової горілки, це дозволяє збільшувати  $t_{пол}$  регулюючи інтенсивність горіння для встановлених  $t_{пол}$  експеримент облаштований термопарою, для осадження продуктів горіння у верхній частині камери розміщена підложка, висота розміщення підложки обрана таким чином щоб мінімізувати вплив полум'я на осадження сажі та золи. Осадження сажі та золи проводили протягом 5хв що дозволить отримати шар товщиною 0,1-0,5 мм в залежності від умов горіння, після цього знімали підложку, перевертали догори досліджували шаром та осаджували на поверхню цього шару, краплину контрольної рідини за допомогою піпетки. Після чого розмістили зразок під мікроскоп ,де проводили мікрофотографування, аналіз гідрофобності сажі та золи проводили на основі мікрофотографії.

Таблиця. 4.Результати експериментальних досліджень гідрофобності сажі та золи ( $\alpha$ ).

t, (°C)	800°	1000°	1300°
Вода	80	70	55
Катіонна ПАР	90	80	70
Не іонна ПАР	110	105	100

Висновок з експерименту: Зі зростанням  $t_{гор}$  гідрофобність сажі та золи зростає. Суттєва різниця кута  $\alpha$  між катіонноактивними ПАР та неіоногенним ПАР убик збільшення кута  $\alpha$  до неіоногеннимого ПАР говорить про те що шар аерозольних продуктів горіння має негативний електричний заряд. Гідрофобність сажі і деревини більша у порівнянні із сажею від нафтопродуктів, що пояснюється різною фізико-хімічною природою молекул горючої речовини. Зі зростанням  $t_{гор}$  зростає дисперсність аерозольних продуктів горіння, що пояснюється збільшенням повноти згоряння.

					<b>НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01</b>	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		23

### РОЗДІЛ 3

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАРЯДОВОГО СТАНУ САЖІ ТА ЗОЛИ, ЩО ОТРИМУЄТЬСЯ ПРИ РІЗНИХ РЕЖИМАХ ГОРІННЯ.

Додавання вуглецевої сажі в полімер впливає не тільки на провідність. При цьому, як правило, змінюється ударна міцність, індекс текучесті, відносно подовження при розриві і т.д. В даний час науковці зайняті розробками провідних складів, що відповідають вимогам, що пред'являються суперелектропровідні вуглецеві сажі промисловістю. Попит на вуглецеві сажі, приміняються для зниження електроопіру полімеру, за останні десятиліття помітно виріс і буде підвищуватися в подальшому. Масове використання електронних пристроїв, мобільних телефонів, комп'ютерів стимулює розвиток полімерів, в яких провідність необхідна для захисту елементів інтегральних схем від статичного розряду і екранування їх від електромагнітних полів. Інший постійно розширюється сферою застосування проводять полімерів залишається виробництво кабелів і проводів, де використання провідних саж необхідно для створення полупровідних покриттів, виконуючих роль захисного полупровідного шару між провідній металевою жилою та супернепровідним полімерним ізолятором.

Трьома найбільш важливими параметрами, які безпосередньо впливають на електропровідність вуглецевої сажі, є площа поверхності, структура і хімічна природа поверхні сажі. Площа поверхні представляє собою сумарну площу зовнішніх і внутрішніх (в мікропорах) поверхностей базових вуглецевих частинок, об'єднанні в первинні агрегати. Індокси поглинання азоту і йоду характеризує цей параметр.

Для проведення експериментальних досліджень по встановленню зарядового стану дисперсних продуктів горіння опишемо лабораторну установку та методику проведення дослідів.

					<b>НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01</b>	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		24



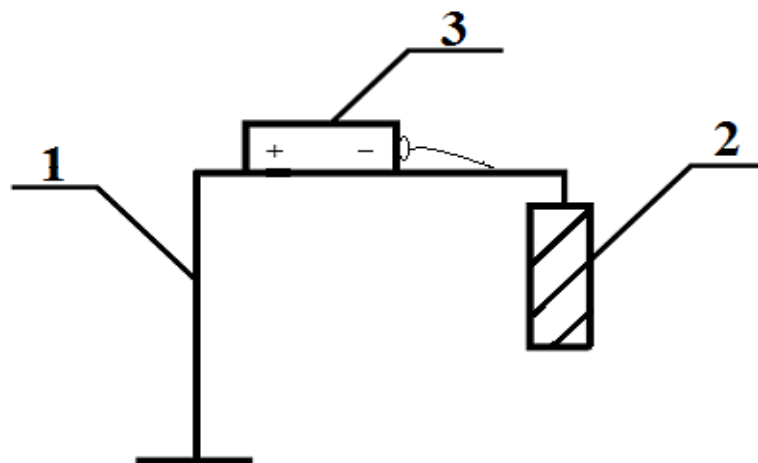


Рисунок 8. Схема лабораторної установки для визначення зарядового стану сажі : 1- штатив; 2- алюмінієва фольга ; 3- джерело живлення постійного току.

Електропровідна вуглецева сажа може бути описана як речовина, побудована з окремих блоків. Найменші представляють собою базові вуглецеві частинки в вигляді мікросфер діаметром приблизно 30 нм, сформовані шарами атомів вуглецю. Вони можуть бути як цільними, так і порожніми. Чим базові частинки більш порожнисті, тим більш розвиненою поверхневої площею вони володіють (йодна абсорбція). Велика кількість базових вуглеводних рідних частинок утворює первинні агрегати, відповідальні за структуру речовини. Їх розмір варіюється від 100 до 1000 нм ( $1000 \text{ \AA} = 100 \text{ нм}$ ). Якщо в процесі переробки агрегати розбиваються, частина електропровідних властивостей втрачається. Більшість первинних агрегатів спільно утворюють агломерати, розміри яких знаходяться в діапазоні від 10 до 100 мікрон.

Методика проведення досліду:

З джерела живлення постійного току подаємо (+) (-) заряд на поверхню алюмінієвої фольги прямокутної форми яка вільно закріплена на штативі згідно рис. 8. До закріпленої фольги підносять підложку з сажею та дивимось кут та напрямок відхилення фольги , це дозволяє якісно оцінити знак електричного заряду досліджуваної сажі.

					<b>НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01</b>	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		25

Таблиця. 5. Результати експериментальних досліджень зарядового стану сажі та золи

Вид сажі	800	1000	1300
Деревина	0	5	10
Нафта	0	5	10

Таким чином можна зазначити, що на заряд сажі та золи найбільш суттєво впливає температура горіння. Використані в роботі методи дослідження сажі та золи не дозволили виявити різницю між зарядом сажі деревини та нафти. Це дає нам змогу сказати, що вид горючої речовини має значно менший вплив на зарядовий стан аерозольних продуктів горіння у порівнянні з температурою горіння.

## **РОЗДІЛ 4. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ**

Сучасну екологічну ситуацію в Україні можна охарактеризувати як кризову, що формувалася протягом тривалого періоду через нехтування об'єктивними законами розвитку і відтворення природно-ресурсного комплексу України. Відбувалися структурні деформації народного господарства, за яких перевага надавалася розвитку в Україні сировинно-видобувних, найбільш екологічно небезпечних галузей промисловості. Економіці України притаманна висока питома вага ресурсомістких та енергоємних технологій, впровадження та нарощування яких здійснювалося у найбільш „дешевий” спосіб - без будівництва відповідних очисних споруд. Це було можливим за відсутності ефективно діючих правових, адміністративних та економічних механізмів природокористування та без урахування вимог охорони довкілля.

Ці та інші чинники, зокрема низький рівень екологічної свідомості суспільства, призвели до значної деградації довкілля України, надмірного забруднення поверхневих і підземних вод, повітря і земель, нагромадження у дуже великих кількостях шкідливих, у тому числі високотоксичних, відходів виробництва. Такі процеси тривали десятиріччями і призвели до різкого погіршення стану здоров'я людей, зменшення народжуваності та збільшення смертності, а це загрожує вимиранням і біологічно-генетичною деградацією народу України. Винятковою особливістю екологічного стану України є те, що екологічно гострі локальні ситуації поглиблюються великими регіональними кризами. Чорнобильська катастрофа з її довготривалими медико-біологічними, економічними та соціальними наслідками спричинила в Україні ситуацію, яка наближається до рівня глобальної екологічної катастрофи.

Головними причинами, що призвели до загрозового стану довкілля, є: застаріла технологія виробництва та обладнання, висока енергомісткість та матеріаломісткість, що перевищують у два-три рази відповідні показники розвинутих країн; високий рівень концентрації промислових об'єктів;

					<b>НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01</b>	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		27

несприятлива структура промислового виробництва з високою концентрацією екологічно небезпечних виробництв; відсутність належних природоохоронних систем (очисних споруд, оборотних систем водозабезпечення тощо), низький рівень експлуатації існуючих природоохоронних об'єктів; відсутність належного правового та економічного механізмів, які стимулювали б розвиток екологічно безпечних технологій та природоохоронних систем; відсутність належного контролю за охороною довкілля. Металургійна промисловість, що включає чорну та кольорову металургію, коксове та прокатне виробництво, а також суміжні допоміжні об'єкти і процеси, є однією з найбільш забруднюючих галузей промисловості, викиди якої від стаціонарних джерел забруднення досягають 38 відсотків загальної кількості забруднюючих речовин.

#### ***4.1. Забруднення навколишнього середовища під час пожежі або аварії***

Небезпечними факторами, що впливають на стан навколишнього середовища, є: полум'я й іскри; підвищена температура навколишнього середовища; токсичні продукти горіння і термічного розкладання; дим; знижена концентрація кисню.

До вторинних проявів небезпечних факторів пожежі, що впливають на довкілля, відносяться: уламки, частини апаратів, що зруйнувалися, агрегатів, установок, конструкцій; радіоактивні і токсичні речовини і матеріали, що вийшли зі зруйнованих апаратів і установок; електричний струм, що виник у результаті виносу високої напруги на струмопровідні частини конструкцій, апаратів, агрегатів; небезпечні фактори вибуху за ДСТУ12.1.010, що виникли внаслідок пожежі; вогнегасні речовини.

Будь-яка пожежа супроводжується виділенням великої кількості продуктів згоряння. Кількість і склад продуктів згоряння залежить від виду горючої речовини, речовин, які знаходяться в осередку пожежі.

Основні небезпеки димових газів полягають в: підвищенні оптичної щільності; витисненні кисню; отруйному впливі на живі організми.

					<b>НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01</b>	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		28

Оптична щільність підвищується, головним чином, за рахунок присутності в диму сажі, продуктів неповного згорання, оксидів сірки і азоту. Підвищене задимлення зменшує ефективність гасіння пожежі: важко оцінити масштаби і розвиток пожежі, складно виявити основний напрямок гасіння пожежі, розподілити сили при гасінні, ускладнює роботу пожежних, збільшує ризик травмування чи загибелі особового складу. При підвищенні оптичної щільності на 10%, ризик травмування зростає у два рази.

Оптична щільність повітря може знижуватися за рахунок кліматичних чинників (вітер, вологість), а також за рахунок технічних заходів: осадження газів дрібнодисперсною водою, застосування димососів.

Отруєння димовими газами може відбуватися в середовищі, де вміст кисню більший за 14%, за рахунок утворення хімічних сполук в живих організмах, які перешкоджають нормальній життєдіяльності цих організмів, що за ГОСТ 12.1.004.-91 відповідає підвищеній загазованості. Наприклад, при концентрації чадного газу 1% достатньо 1 хвилини знаходження в отруєній зоні для летального наслідку.

Вплив на людину і навколишнє середовище речовин, що можуть виділятися під час пожежі в будівлі елеватору, полягає у наступному:

Вуглекислий газ - продукт розкладу (горіння). Безбарвний газ без запаху і смаку. Інертна в хімічному відношенні речовина. Осередок ураження нестійкий, швидкодіючий. Заражена хмара добре переноситься вітром, займає низини, але суцільної зони зараження немає. Поразка спричиняється інгаляційним шляхом. Клініка інтоксикації: головний біль, нудота, блювання, м'язова слабкість, втрата свідомості, судоми, мимовільне січевипускання, розширення зіниць, колір слизової оболонки - червоний, параліч дихальних шляхів. Вражаюча токсикодоза 33 мг хв/л, смертельна 136,5 мг хв/л.

Чадний газ - утворюється при горінні. Безбарвний газ без запаху і смаку. При вдиханні диму в крові блокується зв'язок гемоглобіну з киснем і обмежуються умови для його переносу кров'ю від легенів. Ознаки отруєння чадним газом: шкіра яскраво-рожевого кольору, запаморочення, шум у вухах,

					<b>НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01</b>	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		29

загальна слабкість, нудота, блювання, слабкий пульс, непритомність, непорушність, судоми, порушення зору і дихання, роботи серця. Смертельна концентрації в повітрі 1%.

Під час пожеж можуть виникати набагато більш шкідливі речовини, деякі з них дуже небезпечні: діціан ( $C_2N_2$ ), діоксин ( $C_2H_{16}O_2Cl_4$ ), акролеїн ( $C_3H_4O$ ), бен-запірен, оксид свинцю ( $PbO$ ), бензол ( $C_6H_6$ ), пентакарбонілзалізо ( $Fe(CO)_5$ ), тетракарбонілнікель ( $Ni(CO)_4$ ).

В результаті впливу небезпечних чинників пожежі можуть виникати явища, що підвищують небезпеку середовища по відношенню до людей.

#### ***4.2. Безпека життєдіяльності людей, охорона праці та екологічний захист***

На підприємствах, виробнича діяльність яких зв'язана зі шкідливими речовинами, повинні бути: розроблено нормативно-технічні документи по безпеці праці при виробництві, застосуванні і збереженні шкідливих речовин; виконано комплекси організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і медико-біологічних заходів.

Заходи щодо забезпечення безпеки праці при контакті зі шкідливими речовинами повинні передбачати: заміну шкідливих речовин у виробництві менш шкідливими, сухих способів переробки матеріалів, що сприяють виділенню пилу — мокрими; випуск кінцевих продуктів у формах, що не виділяють пил; заміну полум'яного нагрівання електричним, твердого і рідкого палива — газоподібним; обмеження змісту домішок шкідливих речовин у вихідних і кінцевих продуктах; вибір відповідного виробничого устаткування і комунікацій, що не допускає виділення шкідливих речовин у повітря робочої зони в кількостях, що перевищує гранично припустимі концентрації при нормальному веденні технологічного процесу, а також правильну експлуатацію санітарно-технічного устаткування і пристроїв (опалення, вентиляції, водопроводу, каналізації); раціональне планування промислових площадок, будинків і приміщень; застосування

					<b>НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01</b>	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		30

спеціальних систем по уловлюванню й утилізації, рекуперацію шкідливих речовин і очищення від них технологічних викидів, нейтралізацію відходів виробництва, промивних і стічних вод; застосування засобів дегазації, активних і пасивних засобів вибухозахисту і вибухопригнічення; контроль за вмістом вибухонебезпечних речовин у повітрі; застосування засобів індивідуального захисту працюючих; спеціальну підготовку й інструктаж обслуговуючого персоналу; проведення попередніх і періодичних медичних оглядів осіб, що мають контакт зі шкідливими речовинами; розробку медичних протипоказань для роботи з конкретними шкідливими речовинами, інструкцій з надання долікарської і невідкладної медичної допомоги потерпілим при отруєнні.

Гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин а атмосферному повітрі - обов'язкові санітарні нормативи для використання при проектуванні виробничих приміщень, технологічних процесів і устаткування, а також для попереджувального і поточного санітарного нагляду.

Вміст в організмі шкідливих речовин, що надходять у нього різними шляхами (при вдиханні, через шкіру, через рот ) не повинне перевищувати біологічних ГДК.

Інструкція з охорони праці (далі - інструкція) розробляється згідно з вимогами Закону України „Про охорону праці” і встановлює правила виконання робіт і поведінки працівника на території підприємства, у виробничих приміщеннях та на робочому місці відповідно до державних, міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці.

Дія інструкції поширюється на всі підрозділи підприємства.

Відповідно до статті 18 Закону України „Про охорону праці”, працівник зобов'язаний „знати і виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці, правила поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту, проходити у встановленому порядку попередні та періодичні медичні огляди”.

					<b>НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01</b>	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		31

Залежно від конкретних умов організації виробничого процесу, а також у зв'язку з допущеними аваріями і нещасними випадками до інструкції можуть вноситися зміни і доповнення, які викладаються на окремому аркуші з підписом керівника відповідного структурного підрозділу.

Інструкція є обов'язковим для виконання нормативним документом для працівників, які виконують роботи із застосуванням пожежонебезпечних матеріалів і шкідливих речовин, що використовуються в будівельному виробництві.

До виконання робіт із застосуванням пожежонебезпечних матеріалів і шкідливих речовин допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд і не мають протипоказань, навчені безпечним методам і прийомам праці.

Повторна перевірка знань цими працівниками безпеки праці проводиться щорічно.

Періодичні медогляди — в терміни, встановлені Міністерством охорони здоров'я України.

Працівники, зайняті на роботах із застосуванням пожежонебезпечних матеріалів і шкідливих речовин, зобов'язані: знати ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони; знати клас небезпеки застосовуваних матеріалів і заходи дотримання обережності в залежності від цього; уміти надавати першу медичну допомогу потерпілим від впливу шкідливих речовин; дотримуватися правил особистої гігієни; знати і дотримуватися правил пожежної безпеки і виробничої санітарії.

Робітники, що виконують роботи із застосуванням пожежонебезпечних матеріалів і шкідливих речовин, повинні користуватися спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального і колективного захисту відповідно до характеру виконуваної роботи.

При одержанні засобів індивідуального захисту робітники повинні бути проінструктовані майстром (виконробом) про порядок користування і догляду за ними.

					<b>НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01</b>	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		32



Для попередження захворювань шкірних покривів від впливу шкідливих речовин власник повинен безкоштовно забезпечувати робітників захисними і профілактичними мазями (пастами).

#### **4.3. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях**

Основними причинами виникнення виробничих аварій при роботах із застосуванням пожежонебезпечних і шкідливих речовин є: порушення вимог безпеки технологічних процесів; невідповідність вимогам безпеки виробничого устаткування, його розміщення, організації робочих місць; порушення вимог безпеки при зберіганні, транспортуванні вихідних матеріалів, готової продукції і відходів виробництва; низька трудова дисципліна, недбалість і неухважність працівника в процесі провадження робіт; незастосування засобів захисту працюючими.

При виникненні на об'єкті небезпечних умов, необхідно вивести з небезпечної зони людей і сповістити про це керівника робіт для вжиття заходів.

Якщо обстановка не загрожує життю і здоров'ю оточуючих працівників і не загрожує розширенням аварії, необхідно зберегти її такою, якою вона була в момент події.

При виникненні пожежі на об'єкті необхідно негайно викликати по телефону „01” (112) пожежно-аварійний підрозділ і організувати ліквідацію пожежі первинними засобами пожежегасіння.

При нещасному випадку чи аварії потрібно сповістити про це відповідального керівника робіт і надати постраждалому першу медичну допомогу.

					<b>НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01</b>	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		33

## ВИСНОВКИ

Зі зростанням  $t_{гор}$  гідрофобність сажі та золи зростає. Суттєва різниця кута  $\alpha$  між катіонноактивними ПАР та неіоногенним ПАР убік збільшення кута  $\alpha$  до неіоногеннимого ПАР говорить про те що шар аерозольних продуктів горіння має негативний електричний заряд. Гідрофобність сажі і деревини більша у порівнянні із сажею від нафтопродуктів, що пояснюється різною фізико-хімічною природою молекул горючої речовини. Зі зростанням  $t_{гор}$  зростає дисперсність аерозольних продуктів горіння, що пояснюється збільшенням повноти згорання.

Таким чином можна зазначити , що на заряд сажі та золи найбільш суттєво впливає температура горіння . Використані в роботі методи дослідження сажі та золи не дозволили виявити різницю між зарядом сажі деревини та нафти . Це дає нам змогу сказати , що вид горючої речовини має значно менший вплив на зарядовий стан аерозольних продуктів горіння у порівнянні з температурою горіння .

					<b>НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01</b>	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		34

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Стан довкілля в Україні. Інформаційно-аналітичний огляд. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.ecobank.org.ua/GovSystem/EnvironmentState/Reviews/Pages/default.aspx>
2. Витрищак С.В. Анализ загрязнения атмосферного воздуха крупных промышленных городов и его влияние на уровень заболеваемости детей и подростков / С.В.Витрищак, Е.В. Санина, Е.В.Сичанова и др. // Український журнал клінічної та лабораторної медицини. – Луганск, 2010. – Т.5, №4. – С 167–172.
3. Исаева Л.К. Экология пожаров, техногенных и природных катастроф /Л.К.Исаева. – М.: Академия ГПС МВД России, 2000. – 301 с.
4. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник / А.С.Тимонин. – Т.1. – Калуга, 2003. – 971 с.
5. Конев Э.В. Физические основы горения растительных материалов /Э.В. Конев. – Новосибирск: Наука СО, 1977. – 237 с.
6. Иличкин В.С. Термические превращения и токсичность продуктов горения древесины / В.С.Иличкин, А.А.Леснович, М.В. Яненко. –Обз.инф. М.: ГИЦ МВД СССР, 1990. –№8. – 67 с.
7. Сигал И.Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива / И.Я. Сигал. – Л.: Химия, 1988. – 312 с.
8. Сучков В.П. Пожары резервуаров с нефтью и нефтепродуктами / В.П. Сучков, И.Ф.Безродный, А.В.Вязниковцев и др.–Обз.инф.: Сер. Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – М.: ЦНИИТЭФТЕХИМ, 1992. –Вып. 3–4. – 97 с.
9. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами). ДСП 201-97. – [Діє

					НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		35

від 1997-07-09]. – Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 201. – 43 с.

10. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2013 році. [Електроний ресурс]. Режим доступу: [http://www.mns.gov.ua/content/annual\\_report\\_2013.html](http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2013.html)
11. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2007 році. [Електроний ресурс]. Режим доступу: [http://www.mns.gov.ua/content/annual\\_report\\_2007.html](http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2007.html)
12. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2008 році. [Електроний ресурс]. Режим доступу: [http://www.mns.gov.ua/content/annual\\_report\\_2008.html](http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2008.html)
13. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2009 році. [Електроний ресурс]. Режим доступу: [http://www.mns.gov.ua/content/annual\\_report\\_2009.html](http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2009.html)
14. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2010 році. [Електроний ресурс]. Режим доступу: [http://www.mns.gov.ua/content/annual\\_report\\_2010.html](http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2010.html)
15. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2011 році. [Електроний ресурс]. Режим доступу: [http://www.mns.gov.ua/content/annual\\_report\\_2011.html](http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2011.html)
16. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2012 році. [Електроний ресурс]. Режим доступу: [http://www.mns.gov.ua/content/annual\\_report\\_2012.html](http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2012.html)
17. Carslaw N. Modeling OH, HO<sub>2</sub>, and RO<sub>2</sub> radicals in the marine boundary layer 2. Mechanism reduction and uncertainty analysis / N. Carslaw, P.J. Jacoba, M. J. Pilling // J. Geophys. Res. – 1999. – № 104. – pp. 30257-30273.
18. Atkinson R. Gas-phase tropospheric chemistry of organic compounds: a review / R. Atkinson // Atmospheric Environment. – 2007. – № 41. – pp. 200 – 240.

					<b>НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01</b>	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		36

19. Violi A., D'Anna A., D'Alessio A. Modeling of particulate formation in combustion and pyrolysis // *Chemical Engineering Science*. – 1999. – V. 54. – pp. 3433 – 3442.
20. Hall-Roberts V.J., Hayhurst A.N., Knight D.E., Taylor S.G. The origin of soot in flames: Is the nucleus an ion? // *Combustion Flame*. – 2000. – V. 120, I. 4. – pp. 578 – 584.
21. Kreatinin A.V. Detailed modeling of soot formation in hydrocarbon pyrolysis // *Combustion Flame*. – 2000. – V. 121. – pp. 513 - 524.
22. Bockhorn H. Soot formation in combustion / H.Bockhorn // Springer, Berlin/Heidelberg. – 1994. – p. 124.
23. Neri G. Catalytic combustion of diesel soot over metal oxide catalysts / G.Neri, L.Bonaccorsi, A.Donato, C.Milone, M.G.Musolino, A.M.Visco // *Applied Catalysis B: Environmental*. – 1997. – V. 11. – pp. 217 – 231.
24. Stanmore B.R. The oxidation of soot: a review of experiments, mechanisms and models / B.R.Stanmore, J.F.Brilhac, P.Gilot // *Carbon*. – 2001. – V. 39. – pp. 2247 – 2268.
25. Courcot D. Investigation of copper-cerium oxide catalysts in the combustion of diesel soot / D.Courcot, E.Abi-Aad, S.Capelle, A.Aboukais // *Studies in Surface Science and Catalysis*. – 1998. – V. 116. – pp. 625 – 634.
26. Akhter M.S. The Structure of Hexane soot II: Extraction Studies / M.S. Akhter, A.R.Chughtai, D.M.Smith // *Applied Spectroscopy*. – 1985. – V. 39. – pp. 154–167.
27. Sergides C.A. The Structure of Hexane soot III: Ozonation Studies / C.A. Sergides, J.A.Jassim, A.R.Chughtai, D.M.Smith // *Applied Spectroscopy*. – 1987. – V. 41. – pp. 482–492.
28. Akhter M.S. The Structure of Hexane soot I: Spectroscopic Studies / M.S. Akhter, A.R.Chughtai, D.M.Smith // *Applied Spectroscopy*. – 1985. – V. 39. – P. 143–153.
29. Rockne K.J. Pore structure of soot deposits from several combustion sources / K.J. Rockne, G.L.Taghon, D.S.Kosson // *Chemosphere*. – 2001. – V. 41. – pp. 1125–1135.

					<b>НУЦЗУ.2.2014-75. CX та XT ППЗ - 01</b>	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		37

30. Буваков К.В. Морфологические особенности золы от энергетического сжигания бурого угля / К.В. Буваков, А.С. Заворин, В.Е. Гладков // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т. 309. № 5. – С. 136–140.
31. Morton B.R. Turbulent Gravitational Convection from Maintained and Instantaneous Sources / B.R.Morton, G.T.Taylor, Y.S.Turner // Proc. Royal Soc. A. – 1956. – Vol. 234, № 1196. – pp. 1–23.
32. Копылов Н.П. Математическое моделирование крупномасштабного экспериментального пожара / Н.П.Копылов, А.М.Рыжов, И.Р.Хасанов // Физика горения и взрыва. – 1985. – № 5. – С. 51–54.
33. Музафаров И.Ф. Численное моделирование конвективных колонок над большим пожаром в атмосфере / И.Ф.Музафаров, С.В.Утюжников // Теплофизика высоких температур. – 1995. – № 4. – С. 594–601.
34. Dubinin M.M. Water vapor adsorption and the microporous structures of carbonaceous adsorbents / M.M.Dubinin // Carbon. – 1980. – № 18. – p. 355.
35. Ferry D. Water adsorption and dynamics on kerosene soot under atmospheric conditions / D.Ferry, J.Suzanne, S.Nitsche, O.B.Popovicheva, N.K. Shonija // J.Geophys. Res. – 2002. – № 107(D23). – p. 4734.
36. Popovicheva O.B. Aircraft engine soot as contrail nuclei / O.B.Popovicheva, N.M.Persiantseva, E.E.Lukhovitskaya et al. // Geophys. Res. Lett. – 2004. – № 31. – pp. 11104.

					<b>НУЦЗУ.2.2014-75. СХ та ХТ РПЗ - 01</b>	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		38