

**ВИКОРИСТАННЯ СОРБЕНТІВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДИ ВІД  
ВІДПРАЦЬОВАНИХ МОТОРНИХ ОЛИВ**

## ЗМІСТ

	стор.	
ВСТУП.....	3	
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НАФТОПРОДУКТАМИ		
1.1 Характеристика нафти як забруднювача довкілля.....	4	
1.2 Забруднення водних об'єктів нафтопродуктами.....	6	
1.3 Забруднення геологічного середовища нафтопродуктами.....	7	
РОЗДІЛ 2 ВІДПРАЦЬОВАНІ МОТОРНІ ОЛИВИ ЯК МЕДИКО- ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА.....		9
РОЗДІЛ 3 ОПИС ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА РЕЗУЛЬТАТИ		
3.1 Методи очистки води від нафтопродуктів.....	12	
3.2 Експериментальне визначення властивостей моторних олив.....	13	
3.3 Дослідження ефективних сорбентів для очистки водних екосистем від відпрацьованих моторних олив.....	15	
ВИСНОВКИ.....	19	
СПИСОК ВИКРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	21	

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Важко уявити собі життя людини в сучасному світі без автомобілів, сільськогосподарських машин та іншої важкої техніки. У зв'язку з цим застосування нафтопродуктів значно зростає. Світовий об'єм виробництва мастильних оливо становить 38,5 млн. тонн на рік. Найбільша частка в загальному споживанні останніх в Україні припадає на моторні (74,1 %) та індустріальні (21,4 %) оливи. Сучасні моторні оливи містять близько 80 % базових оливо, а решту становлять різні присадки, які поліпшують індекс в'язкості, протизносні сполуки, детергенти й дисперсанти (антикоагуляційні), депресанти (що понижують температуру застигання оливи) [8]. Як базові оливи використовують мінеральні (рідкі суміші алкілнафтоєвих і алкілароматичних вуглеводнів з температурою кипіння 300—600°C, одержані в результаті переробки нафти), синтетичні (одержані шляхом органічного синтезу), а також напівсинтетичні (суміші мінеральних і синтетичних). Внаслідок неправильного зберігання відпрацьовані нафтові оливи, накопичені в значних обсягах, можуть призвести до екологічної катастрофи. Саме тому, відпрацьовані нафтопродукти за токсичністю належать до IV класу небезпеки та згідно з прийнятими рішеннями їх обов'язково збирають й утилізують, а в окремих випадках – знищують.

Кожен автомобіль працюючи, використовує моторну оливу - важкі нафтопродукти. Після пройдених кілометрів моторну оливу необхідно замінювати, так як в процесі роботи двигуна, змінюється склад, і олива втрачає свої властивості. Виникає питання: куди водії транспорту зливають відпрацьовану оливу? За допомогою анкетування визначили: з 100 опитаних водіїв - 72 зливають відпрацьовану оливу в ґрунт, в навколишнє середовище. Чорні масляні плями з часом зникають, просочуючись у ґрунт, і всі важкі нафтопродукти, в кінцевому рахунку, потрапляють у водойми. Постає необхідність дослідити проблему очищення водних екосистем від відпрацьованих моторних оливо.

# РОЗДІЛ 1

## АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НАФТОПРОДУКТАМИ

### 1.1. Характеристика нафти як забруднювача довкілля

Нафта – рідка складна суміш вуглеводнів (в основному і органічних кисневих, азотистих і сірчистих з'єднань темно-коричневого кольору (рідше світлого), щільністю 0,73-1,04 г/см<sup>3</sup>. За вмістом основного вуглеводневого компонента нафти розділяються на три групи: метанові (парафінові), нафтенові, ароматичні. Нафта має велике значення для народного господарства. Вона використовується не тільки у вигляді палива, але і є найціннішою сировиною для одержання множини продуктів особливо хімічної промисловості. Численними хімічними аналізами встановлено, що нафта складається головним чином з вуглецю і водню – відповідно 79,5–87,5 і 11,0–14,5 % від маси. Окрім них, у нафтах присутні ще три елементи – сірка, кисень і азот. Їх загальна кількість звичайно складає 0,5–8 %. У дуже незначних концентраціях в нафтах зустрічаються метали – ванадій, нікель, залізо, алюміній, мідь, магній, барій, стронцій, марганець, хром, кобальт, молібден, калій, натрій, цинк, кальцій, срібло, галій та ін., а також бор, миш'як, йод. Істотне значення у складі нафти мають циклоалкани і ароматичні вуглеводні (арени – C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>).

Ароматичні вуглеводні – найбільш токсичні компоненти нафти. Вони є хронічними токсикантами. Зокрема, до дуже активних і швидкодіючих токсикантів відносяться бензол, ксилол, толуол і ін. Багато ароматичних вуглеводнів характеризуються яскраво вираженою мутагенністю і канцерогенністю. Вміст одного з найбільш токсичних з'єднань – 3,4 бензпірену в нафті коливається від 250 до 8050 млрд.[5]. Ароматичні вуглеводні стійкі до фізичних, хімічних, біохімічних перетворень; за наявності зовнішнього джерела можуть знаходитися у воді невизначено довгий час, обумовлюючи фонове забруднення. Одним із значних компонентів нафти є тверді метанові вуглеводні (парафіни), вміст яких може досягати 15-20 %. Парафіни містяться практично у

всіх нафтах. До не вуглеводневих компонентів нафти відносяться смоли і асфальтени, що грають дуже важливу роль в хімічній активності нафти. Їх вміст коливається від 1-2 % до 6-40 %. Важливими з екологічних позицій компонентами нафти є присутні в ній з'єднання сірки (елементарна, сірководнева, сульфідна, меркаптанова).

Зазвичай у момент надходження у водний об'єкт основна маса нафтопродуктів зосереджена в плівці, внаслідок чого на поверхні води появляються яскраво- і темнозабарвлені плями. Плівкові нафтопродукти – нафтопродукти, що знаходяться на поверхні водного об'єкту у вигляді тонкого, нерідко мономолекулярного шару (плівки), є найбільш стійкою формою міграції нафти. Завдяки великій стійкості нафтові плівки здатні пересуватися під дією вітрів і течій на відстані до десятків і сотень кілометрів від місць надходження. Таким чином, нафта, що поступила у водний об'єкт, може здійснювати складний шлях, забруднюючи все нові і нові частини водного об'єкту. Зникнення плівки відбувається унаслідок випаровування легких фракцій, осідання на дно важчих фракцій і бактерійного окислення. З часом відбувається перерозподіл між основними формами міграції, направлений у бік підвищення частки розчинених, емульгованих, сорбованих нафтопродуктів, і відповідним зменшенням їх вмісту в плівці.

Розчинені нафтопродукти - нафтопродукти, що знаходяться у водній товщі в істинно розчиненому стані. У розчиненому стані у водному середовищі може знаходитися від 20 до 500 мг/дм нафтопродуктів, причому розчинність 10 легких фракцій нафти вище, ніж важких. Як правило, для розчинених нафтопродуктів характерний підвищений вміст низькомолекулярних ароматичних вуглеводнів (до 90 %), які володіють вищою розчинністю [3].

Емульговані нафтопродукти – нафтопродукти, що знаходяться у водній товщі у вигляді емульсії (розмір частинок більше 0,45 нм). Емульгування нафти і нафтопродуктів відбувається в результаті хвильового перемішування і проникнення вуглеводнів у водну масу і в донні відкладення. Значні кількості нафтопродуктів, знаходячись в завислому стані, адсорбуються на частинках

тонкодисперсних мінеральних і органічних завислих речовин і осідають спільно з ними на дно, накопичуючись в донних відкладеннях. Кількість нафтопродуктів, що осіли на дно, може досягати до 40% від загальної кількості. Нафтопродукти, що осіли на дно, поступають в харчовий ланцюг біоти, вступають у фізико-хімічну взаємодію з компонентами донних відкладень, надаючи різну (головним чином негативну) дію на бентосні організми і на стан інгредієнтів донних відкладень. Таким чином, через деякий час після надходження у водний об'єкт в емульсованому і сорбованому завислими речовинами станах у водній масі знаходиться в середньому від 50 до 90 % нафтопродуктів, в розчиненому - від 10 до 90 %, частка плівкових нафтопродуктів не перевищує 1 % [ 2].

### **1.2. Забруднення водних об'єктів нафтопродуктами**

Нафта і нафтопродукти є найбільш поширеними забруднюючими речовинами у Світовому океані. За даними міжнародної організації ІМСО, загальна кількість нафти і нафтопродуктів, що потрапляють щорічно у води Світового океану досягає 10 млн. т.[6]. Великі маси нафти поступають з моря по рікам, із побутовими і дощовими стоками. Об'єм забруднення із цього джерела складає 2,0 млн. тонн/рік. Із стоками промисловості – щороку 0,5 млн. тонн нафти [9]. Попадаючи до морського середовища нафта спочатку розтікається у вигляді плівки, утворюючи шари різної потужності. По кольору плівки можна визначити її товщину.

Значні кількості нафтопродуктів поступають в поверхневі водні об'єкти (річки і водосховища) з недостатньо очищеними промисловими стічними водами. За даними Міністерства екології та природних ресурсів України разом із стічними водами до поверхневих водних об'єктів у 2012 році було скинуто 405,2 т нафтопродуктів [8]. Здібності водних об'єктів до самоочищення часто недостатньо для приведення якості природних вод в стан, що задовольняє нормативам, тому виникає необхідність розробки методів зниження вмісту нафтопродуктів безпосередньо у водних об'єктах. Джерела надходження вуглеводнів у водні об'єкти можна розділити на:

1) антропогенні (надходження в результаті господарської діяльності):

- ✓ первинні (надходження з недостатньо очищеними стічними водами, з дифузним стоком, в результаті аварій);
- ✓ вторинні (надходження з атмосферними опадами, "вихід" з донних відкладень);

2) природні (природний вміст вуглеводнів у воді).

Також до джерел забруднення відносяться системи опалювання, що працюють на нафті, операції обслуговування автомобілів (миття, стоянки, автозаправні станції, станції техобслуговування), несанкціоновані звалища відходів, забруднених нафтопродуктами (опала, піску, шламів, дрантя), гаражі, сховища нафтопродуктів. Істотний внесок в надходження нафтопродуктів у водні об'єкти вносять дощові і талі води з територій населених пунктів. Але крім організованого і розосередженого стоку, невід'ємною частиною на сьогодні є промислові і транспортні аварії. Виникнення аварійних ситуацій і ситуацій надзвичайного характеру, пов'язаних із забрудненням навколишнього середовища, на потенційно небезпечних об'єктах можуть бути обумовлені як небезпечними природними явищами (геологічними, метеорологічними, гідрологічними), так і причинами, що носять техногенний характер (порушення технології і правил експлуатації об'єктів, помилки в проектуванні і будівництві тощо). Екологічні катастрофи можуть викликатися також комплексом інших чинників.

### **1.3. Забруднення геологічного середовища нафтопродуктами**

Забруднення геологічного середовища нафтопродуктами є глобальною екологічною проблемою і особливу небезпеку становить для підземних вод зони активного водообміну, які складають біля 30 % у забезпеченні питного водопостачання. Нафтопродукти – широко розповсюджені забруднювачі, для яких гранично допустимі концентрації (ГДК) на 1-2 порядки нижче їх розчинності [1]. У зв'язку з цим потрапляння нафтопродуктів у водоносні горизонти робить непридатними для споживання великі об'єми питної води. Основні форми надходження нафтопродуктів у геологічне середовище:

- ✓ у стані рідини в результаті експлуатаційних втрат чи аварійних розливів в процесі їх переробки, збереження, транспортування і споживання;
- ✓ у розчиненому та емульгованому стані, наприклад, зі стічними водами.

Надходячи в геологічне середовище у розчиненому та емульгованому стані, нафтопродукти мігрують згідно законів фільтрації води. Надходячи в геологічне середовище у рідкому стані, нафтопродукти мігрують як рідина, що не змішується з водою. Якщо надходження нафтопродукту не перевищує утримуючу здатність ґрунту, він залишається в зоні аерації і подальша його міграція можлива шляхом розчинення в інфільтраційній воді. Якщо надходження нафтопродукту перевищує утримуючу здатність ґрунту, він досягає ґрунтового водоносного горизонту, формуючи на водній поверхні лінзу. Окремі вуглеводні здатні зв'язуватись, формуючи газову оболонку над лінзою і надалі з інфільтрацією потрапляти в ґрунтові води, інші розчиняються в підземних водах і переноситись водним потоком. Процеси сорбції і деструкції уповільнюють швидкість міграції нафтопродуктів у геологічному середовищі, однак не можуть вважатись способом природного самоочищення підземних вод.

Забруднення ґрунтів нафтопродуктами тягне порушення повітряного режиму та водних властивостей ґрунтів. При закупорюванні капілярів ґрунтів нафтою порушується аерація і створюються анаеробні умови в ґрунтових процесах. Відзначається зміна і в живих мікроорганізмах, що населяють ґрунт, знижується чисельність целюлозорозкладаючих мікроорганізмів і бактерій, які засвоюють сполуки азоту. Відбувається пригнічення окисно-відновних ферментативних процесів, що в кінцевому рахунку знижує біологічну активність і родючість ґрунтів. При забрудненні нафтою ґрунтового покриву може збільшуватися вміст органічного вуглецю і бітумінозних компонентів по всьому ґрунтовому профілю (нафта містить близько 85 % вуглецю). Шкідливий вплив нафтопродуктів відзначається для багатьох видів ґрунтів, а процеси самоочищення протікають повільно [3].



## РОЗДІЛ 2

### ВІДПРАЦЬОВАНІ МОТОРНІ ОЛИВИ ЯК МЕДИКО-ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА

Світовий об'єм виробництва мастильних олив становить 38,5 млн. тонн на рік. Найбільша частка в загальному споживанні останніх в Україні припадає на моторні (74,1 %) та індустріальні (21,4 %) оливи. Відпрацьовані моторні оливи (ВММ) (у технічній літературі частіше — відпрацьовані моторні оливи) утворюються після закінчення терміну експлуатації та внаслідок зниження параметрів якості при використанні в транспорті. Агентство токсичних речовин і реєстрації захворювань (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, США) наводить дані про те, що хімічний склад ВММ неоднорідний і залежить від характеристик вихідної сировини, технології перегонки нафти, продуктивності й типу двигуна, у якому ці оливи використовувалися, складу присадок, тривалості часу, впродовж якого оливи знаходилися у моторі [7]. Значна кількість компонентів присадок — досить токсичні сполуки (цинку діарил, кальцію алкілфенат, магнію, натрію й кальцію сульфонати, трикрезилфосфат, молібдену дисульфід, цинку дитіофосфат). Відомо, що навіть у новій моторній оливі концентрації цинку й кадмію дуже високі і складають відповідно 1500 та 87 мкг/кг. У ВММ виявляють такі неорганічні й органічні сполуки, як сірка, алюміній, миш'як, барій, фосфор, цинк, кадмій, свинець, хлор, бром, бор, кальцій, хром, мідь, залізо, магній, марганець, калій, кремній, натрій, нікель, олово, толуол, бензол, ксилол, етилбензол і азот, хоча найбільша кількість органічних сполук руйнується під час згоряння оливи. В енциклопедії, де зібрано відомості про всі забруднювальні речовини (Environmental Contaminants Encyclopedia) [5], наводяться такі дані про склад металів у ВММ (у мільйонних частинах, ppm): алюміній — 15, мідь — 18, залізо — 220, свинець — 18 500, кремній — 17, сурма — 6, натрій — 59, кальцій — 688, барій — 177, цинк — 1360, магній — 410. Встановлено, що найбільша концентрація важких металів, механічних домішок, забруднень накопичується в оливах із

відпрацьованих фільтрів [8]. Фахівці з нафтохімії виявили, що у процесі експлуатації моторних олив під впливом зовнішніх чинників (кисень, температура тощо) відбувається глибока зміна хімічного складу, накопичуються асфальтено-смолисті речовини, що мають парамагнітні властивості. Методом ЯМР-спектроскопії встановлено, що зі збільшенням ступеня деградації олив вміст ароматичних протонів збільшується за рахунок утворення високо конденсованих ароматичних вуглеводнів. У процесі деградації олив витрачається антиокисна присадка, активізується радикально-ланцюговий процес окиснення в оливах, що призводить до утворення пероксидів, низькомолекулярних і високомолекулярних кислот, фенолів, спиртів, альдегідів, конденсованих ароматичних вуглеводнів і асфальтено-смолистих речовин [7]. Схильність оливи до окиснення збільшується при її експлуатації впродовж 200 мотогодин — на 13 %, а при експлуатації 800 мотогодин — на 23 %. На кінцевий склад ВММ також впливають зміни умов експлуатації автомобільних двигунів (ступінь стиску, температурні режими, тривалий період експлуатації оливи до заміни тощо). При цьому підвищується ймовірність утворення в процесі використання моторних олив речовин високого ступеня канцерогенності: бензапірену, фенантрени тощо [4]. У ВММ ідентифіковано більш як 140 видів концентрованих поліциклічних вуглеводнів, які утворюються в результаті згоряння оливи та потрапляють в оливу з палива. Кількість цих канцерогенних сполук підвищується зі збільшенням терміну експлуатації олив [7].

Забруднення довкілля нафтопродуктами — це глобальна екологічна проблема, що становить особливу небезпеку для підземних вод зони активного водообміну, які забезпечують близько 30 % питного водопостачання [9]. Як відомо, нафтопродукти підлягають повільному біорозкладу, а ВММ особливо стійкі до нього. Зокрема, ВММ у нормальних умовах випаровуються дуже повільно, а високі адгезивні властивості сприяють затриманню їх у ґрунті. Наслідком цього стає той факт, що саме відпрацьовані оливи становлять не менше 50 % від загальних забруднень довкілля нафтопродуктами [3].

Згідно з міждержавним стандартом ГОСТ 21046-86 відпрацьовані нафтопродукти за токсичністю належать до IV класу небезпеки [2]. Експериментально встановлено, що найбільша загальна токсична дія на організм лабораторних тварин притаманна суміші відпрацьованих олив, вилучених із автомобільних фільтрів [7]. За цих умов порушується загальний біологічний розвиток організму білих щурів, уповільнюється ріст тварин, істотно знижується маса тіла, різниця якої через 2 місяці у порівнянні з контролем складає 25 %. Істотно змінюються коефіцієнти маси внутрішніх органів, погіршуються показники червоної крові. Виявлено виражену токсичну дію ВММ на центральну нервову систему, глибоке пригнічення її діяльності, що підтверджено показниками тесту «відкритого поля». Водночас у піддослідних тварин порушується розвиток гіпофіза та надниркових залоз. Показники системи крові зазнають істотних змін уже на 40-у добу експерименту з відтворенням контактної дії суміші ВММ, відібраних із фільтрів, на організм білих щурів. Виявлено зниження активності супероксиддисмутази, церулоплазміну в сироватці крові, підвищення показника спонтанного гемолізу еритроцитів. На 50-у добу експерименту спостерігалось зниження концентрації гемоглобіну, а на 60-у — кількості еритроцитів. Розвиток анемії дослідники, як правило, пов'язують із дією певних токсикантів — складових ВММ. Встановлено, що тривала дія продуктів перегонки нафти на організм супроводжується зміною білкового складу крові — гіпоальбумінемією, збільшенням концентрації альфа1-, альфа2-глобулінів, а також пов'язаних з ними імунологічних показників (зниження фагоцитарної активності лейкоцитів, вмісту лізоциму в крові, Т- і В-лімфоцитів). Канцерогенна дія ВММ підтверджена в експерименті на мишах, у яких спостерігався розвиток папілом і раку шкіри після тривалої експозиції відпрацьованих олив [7]. При цьому найбільший рівень захворюваності на рак виявляється при застосуванні олив з найбільшим терміном експлуатації. Привертає увагу той факт, що найбільша токсичність притаманна відпрацьованим автомобільним оливам, які вилучають із масляних фільтрів.

## РОЗДІЛ 3

### ОПИС ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА РЕЗУЛЬТАТИ

#### 3.1. Методи очистки води від нафтопродуктів

Під будь-яким об'єктом, пов'язаним із видобуванням, переробкою, транспортуванням, збереженням, реалізацією нафти і нафтопродуктів, утворюється зона забруднення ґрунтів і підземних вод різноманітними вуглеводнями нафтового ряду. На даний час для очищення води від нафти і нафтопродуктів застосовують механічні, хімічні, біологічні та фізико-хімічні методи [10]. Існуючі методи ліквідації нафтопродуктів недосконалі і практично не призводять до мінімізації впливу аварій на довкілля.

Механічне очищення стічних вод від нафти та нафтопродуктів застосовують переважно як попереднє, воно забезпечує видалення зважених речовин з побутових стічних вод на 60-65 %, а з деяких виробничих стічних вод на 90-95 %. Завдання механічного очищення полягає у підготовці води до фізико-хімічного та біологічного очищення. Дане очищення проводять для виділення зі стічної води нерозчинених грубодисперсних домішок шляхом проціджування, відстоювання та фільтрування. Недоліком цього методу є те, що механічні пристрої не забезпечують достатню ефективність очищення води від нафти.

Хімічний (із застосуванням детергентів емульгуючої дії на нафтову плівку): метод широко поширений в практиці боротьби з нафторозливами. Суть методу полягає в тому, що у воду додають різні хімічні реагенти, які вступають в реакцію з нафтою і осідають у вигляді нерозчинних осадів. Однак застосування детергентів тільки посилює вражаючу дію нафтової плями, оскільки емульгована нафта легше потрапляє в організм 181 водних мешканців [9]. Тому цей метод застосовують лише для очищення локалізованої кількості води від нафти.

Біологічний (базується на мікробіологічному розкладанні нафти за допомогою нафтоокислюючих бактерій): при температурі менше 10°C бактерії практично «не працюють», оптимальна температура для них – 20-30°C. Переваги біологічного методу – можливість видаляти різноманітні органічні

сполуки, в тому числі токсичні, відносно невисока експлуатаційна вартість, проте до недоліків слід віднести високі капітальні затрати, необхідність суворого дотримання технологічного режиму очищення, токсична дія на мікроорганізми деяких органічних сполук.

Фізико-хімічне очищення проводиться за допомогою розчинників, вибірково видаляють небажані компоненти з очищуваного продукту – зі стічних вод відділяють тонкодисперсні і розчинені домішки, руйнуються органічні речовини, які не окислюються чи погано окислюються. Найбільш поширеним методом очищення є коагуляція, нейтралізація кислот і лугів, перегонка водяним паром, обробка води газоподібним хлором. Цей метод частіше застосовується на підприємствах хімічної, нафтохімічної, легкої і текстильної промисловості. Недоліком цього методу очищення є значні витрати коагулянтів, великий об'єм осаду, що утворюється при очищенні, складність його обробки. Отже, цей метод не рекомендується використовувати як самостійний, після нього необхідне доочищення.

Сорбційний метод дозволяє очищувати стічні води від продуктів переробки нафти до будь-якого потрібного рівня, майже до ГДК незалежно від їх хімічної стійкості і без внесення у воду будь-яких вторинних забруднень. Це – безінерційний рівноважний процес, що дає можливість успішно використовувати його як в умовах нормальної експлуатації, так і при ліквідації аварій. Перевагами методу є висока ефективність, різноманітність форм (гранули, волокна тощо) та широкий спектр видів адсорбентів, що можуть забезпечити очистку води до будь-якого потрібного рівня [10]. Отже, серед існуючих методів очищення води від нафти та нафтопродуктів найбільш перспективним є сорбційний метод.

### **3.2. Експериментальне визначення властивостей моторної оливи**

Олива, згідно з ДСТУ 3437-96, чинним з 01.07.1997 р., — суміш високомолекулярних нафтових вуглеводнів, що використовується в техніці як мастильний, електроізоляційний, консерваційний матеріал та робоча рідина. Моторна олива — мастильна олива для поршневих двигунів внутрішнього

згоряння та інших двигунів. Основними її фізико-хімічними характеристиками є в'язкість, щільність, питома вага та температура застигання. Експериментальним шляхом ми вирішили визначити деякі властивості моторної оливи та вплив на воду.

### **Дослід 1: порівняти щільність води та моторної оливи.**

Приготували суміші з моторної оливи та води (1:2) та помістили у колбу з ділильною лійкою. Нижній шар, що утворився злили. Олива і вода утворюють два шари. У ділильній лійці залишилася олива. Отже, щільність оливи менше щільності води і вона спливає на поверхню.

### **Дослід 2: вплив рН середовища на діаметр та швидкість утворення масляної плівки.**

Влили по 3 мл оливи в хімічні склянки з об'ємом води 100 мл. та спостерігали 7 хвилин. У першій склянці при рН 5 через 7 хвилин діаметр масляної плями збільшився до 8 мм. У другій склянці при рН 7 діаметр масляної плями став 12 мм. У третій склянці при рН > 7 масляна плівка через 7 хвилин стала в діаметрі 8 мм. Таким чином, у кислому і лужному середовищі масляні плівки повільніше збільшуються в діаметрі, ніж в нейтральному середовищі.

### **Дослід 3: вплив твердості води на розчинність моторної оливи.**

Влили по 3 мл оливи в хімічні склянки з об'ємом води 100 мл різної твердості. У м'якій воді (зразок №1) – олива не розчиняється. У воді з середньою твердістю (водопровідна, зразок №2) олива теж не розчиняється. У твердій воді (зразок №3) з додаванням  $\text{CaCl}_2$ , олива не розчиняється. У м'якій воді масляна пляма збільшилася в діаметрі до 25мм за 7 хвилин. У воді середньої жорсткості пляма збільшилася до 10мм в діаметрі за 7 хвилин. У жорсткій воді діаметр плями збільшився до 9мм. Отже, якою б не була твердість води, моторна олива в ній не розчиняється, а от на діаметр плівки це впливає. М'яка вода найбільш сприятлива для розтікання моторної оливи та утворення плівки великих діаметрів.

#### **Дослід 4: вплив моторної оливи на випаровування води.**

У дві склянки влили по 50мл води, в першу склянку додали 5мл відпрацьованої моторної оливи. Друга склянка - контрольна. Через 7 діб кількість води в першій склянці не змінилася, а обсяг води в другій склянці зменшився на 12мл. Таким чином, масляна пляма перешкоджає випаровуванню води з поверхні.

З проведених досліджень можна зробити висновок, що відпрацьована моторна олива утворює стійкі масляні плівки у воді будь-якої твердості та кислотності. Масляні плями утворюють на поверхні водойм плівки, які ізолюють поверхню води від зовнішнього середовища, тим самим перешкоджають випаровуванню води і викликають порушення хімічної рівноваги.

#### **3.3. Дослідження ефективних сорбентів для очистки водних екосистем від відпрацьованих моторних олив**

У даний час у світі нараховується близько 200 видів сорбентів різних виробників для ліквідації нафтового забруднення. Їх можна класифікувати за різними ознаками: за походженням (сировиною), дисперсністю, призначенням, за переважним способом утилізації. Вони поділяються на: неорганічні, синтетичні, природні органічні та органо-мінеральні. Але всі вони подібні за своїми сорбційними та іншими характеристиками. Їхній головний недолік – відсутність 100%-ої флотаційної здатності. При виборі сорбенту слід звернути увагу на всі його істотні характеристики, що часом виявляється складним завданням. Аналіз літературних даних показав, що нафтосорбенти повинні володіти високою нафтоємністю, плавучістю, низьким водопоглинанням і високопористою поверхнею. Головною вимогою до матеріалів, що сорбують вуглеводні нафти, є наявність у матеріалі високорозвиненої пористої структури з гідрофобною поверхнею, а також можливістю десорбції нафти, утилізації або регенерації сорбенту [10]. За рахунок своєї гігроскопічної мікроструктури, пористості і великої питомої поверхні сорбент вбирає в себе нафту з будь-яких ландшафтних полів, чи то водні простори, ґрунтові горизонти або болота.

Одним з найважливіших показників сорбенту є можливість регенерації, простота утилізації, максимально досяжна залишкова концентрація нафти. Доведено, що основними перевагами нафтових сорбентів є екологічна безпека, широка сировинна база, висока гідрофобність і нафтоємність при порівняно низькій вартості.

У своєму дослідженні ми вирішили перевірити сорбційні властивості поліетилену, пінополістиролу, пінополіуретану та полістиролу, які використовуються у новітніх приладах. Для цього у 4 склянки налили воду і додали невелику кількість відпрацьованої моторної оливи, щоб утворилася плівка на поверхні води. Потім взяли 4 види сорбентів – поліетилен (зразок №1), пінополістирол (зразок №2), пінополіуретан (зразок №3), полістирол (зразок №4) і насипали на поверхню плівки. Через 1 годину прибрати шматочки сорбентів з поверхні води та проаналізували їх очисні властивості.

У дослідному зразку №1 гранули поліетилену не змінили своєї структури, форми і розміру. В результаті масляна плівка на поверхні води залишилася, отже, поліетилен є поганим очищувачем води від нафтопродуктів (Рис 3.1; 3.2)



«Рис. 3.1.». Дослідний зразок №1



«Рис.3.2.». Результат через 1 год.

У дослідному зразку №2 шматочки пінополістиролу почали відразу ж вбирати моторну оливу. В результаті масляна плівка з поверхні води повністю зникла, пінополістирол ввібрав всю моторну оливу, а це означає, що цей вид сорбенту є найбільшефективним очищувачем води від нафтопродуктів.

(Рис. 3.3. Рис. 3.4)





«Рис. 3.3.». Дослідний зразок №2



«Рис. 3.4.». Результат через 1 год.

У зразку №3 шматочки пінополіуретану не змінили своєї структури, форми і розмірів. У результаті масляна плівка на поверхні води залишилася, але в невеликих кількостях, значить, пінополіуритан є менш ефективним очищувачем води від нафтопродуктів (Рис. 3.5. Рис. 3.6.)



«Рис. 3.5.». Дослідний зразок №3



«Рис.3.6.». Результат через 1 год.

У зразку №4 гранули полістиролу не змінилися. В результаті масляна плівка залишилася, це означає, що цей вид сорбенту є поганим очищувачем води від нафтопродуктів.(Рис. 3.7. Рис. 3.8.)



«Рис.3.7. Дослідний зразок №4



«Рис. 3.8.». Результат через 1 год.

Таким чином, найбільш ефективним очищувачем води від нафтопродуктів є

пінополістирол, менш ефективним пінополіуретан, а поліетилен і полістирол є поганими очисниками.

Визначивши найефективніший сорбент, ми вирішили перевірити ефективність його дії з живими організмами. Для цього в склянку налили воду і запустили туди 2 акваріумні рибки, наливши зверху моторної оливи. Олива утворила плівку, і риби опустилися на дно склянки (Рис. 3.9.).



«Рис.3.9.»

Вода з моторною оливою



«Рис.3.10.»

Результат через 1 год.

Потім на масляну плівку ми насипали шматочки пінополістиролу. Впродовж години риби знаходилися на дні і вели малоактивний спосіб життя. Через годину ми прибрали шматочки пінополістиролу, що ввібрали в себе оливу з поверхні води. В результаті вода стала чистою і прозорою, а риби піднялися на поверхню води (Рис.3.10.).

Цей дослід доводить, що пінополістирол можна використовувати у фільтрах для очищення водойм від відпрацьованої моторної оливи з метою збереження цілісності водних екосистем.

## ВИСНОВКИ

Забруднення довкілля нафтопродуктами — це глобальна екологічна проблема, що становить особливу небезпеку для підземних вод зони активного водообміну, які забезпечують близько 30% питного водопостачання. Нафтопродукти — поширені забруднювачі, для яких ГДК на 1—2 порядки нижче їх розчинності. Згідно з розрахунками експертів 1 літр відпрацьованих олив, потрапивши у водойми отруєє близько 1 млн. л. води, унаслідок чого широкий ареал зазнає забруднення, яке має довготривалий характер.

Нафтопродукти підлягають повільному біорозкладу, а відпрацьовані моторні оливи особливо стійкі до нього. У нормальних умовах випаровуються дуже повільно, а високі адгезивні властивості сприяють затриманню їх у ґрунті. Масляні плівки забруднюють не тільки поверхню водойм, а й поширюються по всій товщі, осідають разом з мулом на дні і здатні до вторинного забруднення води. Таким чином, відбувається евтрофікація водойм, яка призводить до зміни біоценозів.

Наслідком цього стає той факт, що саме відпрацьовані оливи становлять не менше 50% від загальних забруднень довкілля нафтопродуктами. Згідно з міждержавним стандартом ГОСТ 21046-86 відпрацьовані нафтопродукти за токсичністю належать до IV класу небезпеки.

Масляні плями утворюють на поверхні водойм плівки, які ізолюють поверхню води від зовнішнього середовища, тим самим перешкоджають випаровуванню води і викликають порушення хімічної рівноваги.

Відпрацьована моторна олива утворює стійкі масляні плівки у воді будь-якої твердості, при будь-якій температурі та кислотності. Твердість води впливає на діаметр плівки: у твердій воді — 9мм., у воді середньої твердості — 10мм., у м'якій — 25мм. за 7 хвилин. Отже, м'яка вода найбільш сприятлива для розтікання моторної оливи та утворення плівки великих діаметрів.

У кислому і лужному середовищі масляні плівки повільніше збільшуються в діаметрі (8мм. через 7хв.), ніж в нейтральному середовищі — 12мм. через 7хв..

Сорбційний метод дозволяє очищувати стічні води від продуктів переробки нафти до будь-якого потрібного рівня, майже до ГДК незалежно від їх хімічної стійкості і без внесення у воду будь-яких вторинних забруднень.

Найбільш ефективним очищувачем води від нафтопродуктів є пінополістирол, який ввібрав всю моторну оливу, а поліетилен і полістирол у досліді не змінили своєї структури, форми і розміру. В результаті масляна плівка на поверхні води залишилася. Пінополіуретан є менш ефективним очищувачем – масляна плівка на поверхні води залишилася, але в невеликих кількостях. Пінополістирол доцільно використовувати у фільтрах. Він може бути виготовлений у вигляді пластин, матів, губок та мати інші задані форми. Пінополістирол можна використовувати для очищення водою від відпрацьованої моторної оливи з метою збереження цілісності водних екосистем.

## ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА

1. Білокопитов Ю. Проблема очищення поверхневих і стічних вод від нафтопродуктів / Ю. Білокопитов, А. Міцкевич // Наукові праці. Техногенна безпека. – 2013. – Вип. 198., Том 210. – 147 с.
2. Білявський Г. О. Основи екології: підручник / Г. О. Білявський, Р. С. Фурдуй, І. Ю. Костіков. — 2-ге вид. — К. : Либідь, 2005. — 408 с.
3. Іщук Ю. Л. Біорозщеплюваність нафтопродуктів і проблеми біосфери / Ю. Л. Іщук, Є. В. Кобилянський, Б. Ф. Кочірко // Нафтова і газова промисловість. — 2004. — № 1. — С. 57–60.
4. Катрушов О.В. Патогенна дія відпрацьованих моторних масел: недооцінена небезпека / В.О.Костенко,І.В.Батухіна та ін // Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісн. Української мед. стоматол. академії.– 2009.–Т.9, № 3.– С.188–193.
5. Максим'юк М. Р. Нафтове забруднення поверхневих вод та шляхи подолання його наслідків / Максим'юк М.Р., Міцкевич Д.І., Міцкевич А.І. //Наукові праці. Техногенна безпека – 2014. – Т. 233, Вип. 221. – С. 37–40.
6. Проблеми охорони навколишнього середовища та екологічної безпеки [Текст] : зб. наук. пр. / М-во екології та природних ресурсів України, Укр. НДІ екологічних проблем (УКРНДІЕП). - Х.: Райдер. Вип. XXXIII. - Х., 2011. -292 с.
7. Франчук Г.М. Аналіз даних про токсичність паливно-мастильних матеріалів для людини / Г.М. Франчук, М.М. Николяк // Вісник НАУ. – 2007.– №3–4(33). – С. 54–58.
8. Чайка О.Г. Моніторинг утворення відпрацьованих олив в Україні /О.Г.Чайка, О.З.Ковальчук., Ю.А.Чайка.// Вісн. Нац. ун-ту «Львівська політехніка». Сер. Хімія, технологія речовин та їх застосування. – 2009. – № 644. – С. 221–224.
9. Шестопапов О.В. Охорона навколишнього середовища від забруднення нафтопродуктами. Навчальний посібник для студентів спеціальності «Екологія та охорона навколишнього середовища»/ Г.Ю. Бахарєва, О.О. Мамедова, Н.Є. Твердохлебова та ін.– Харків: НТУ «ХП», 2015.

10. Матвєєва О.Л. Аналіз проблем та перспектив використання методів очищення нафтовмістних стічних вод [Електронний ресурс]/ О.Л. Матвєєва, Д.О. Демянко, І.О. Огданська // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – 2012. – Вип. 41. – С. 181-186.

Режим доступу:<http://www.readera.org/article/analiz-problem-ta-perspektyev-vyekoryestannja-metodiv-ochyeshchennja-10185133.html>

## АНОТАЦІЯ

### конкурсної наукової роботи

### під шифром МОТОРНІ ОЛИВИ

## АНОТАЦІЯ

**Актуальність роботи.** Моторна олива не розчиняється у воді, тому сприяє порушенню обміну енергією, теплом, вологою між водоймою і атмосферою. Масляний шар не пропускає сонячні промені, сповільнює відновлення кисню у водоймах, в результаті чого перестає розмножуватися планктон - основний продукт харчування водних мешканців і головне джерело кисню в атмосфері. Продукти окислення моторних олив, наявність лугів, антиоксидантів, стабілізаторів - викликають загибель риб; негативно впливають на фізіологічні процеси, викликають патологічні зміни в тканинах і органах, порушують роботу ферментативного апарату. Згідно з розрахунками експертів, 1 літр відпрацьованих олив, потрапивши у водойми отруює близько 1 млн. л води, унаслідок чого широкий ареал зазнає забруднення, яке має довготривалий характер.

**Мета дослідження.** Метою роботи є дослідити властивості відпрацьованих моторних олив як одних із найпоширеніших нафтопродуктів та їх вплив на навколишнє середовище, експериментально виявити найбільш ефективні сорбенти для очистки води від нафтопродуктів.

#### **Завдання дослідження.**

- Вивчити склад, властивості і застосування моторних олив;
- проаналізувати вплив моторних олив на навколишнє середовище;
- розглянути способи очистки води від нафтопродуктів;
- провести експеримент очищення води від відпрацьованих моторних олив та виявити найбільш ефективний сорбент.

**Практичне значення** - можливість використання пінополістиролу для очистки води та виготовлення приладів на його основі.

**Методика дослідження** передбачала дослідити властивості відпрацьованих моторних олив як одних із найпоширеніших нафтопродуктів та їх вплив на навколишнє середовище, експериментально виявити найбільш ефективні сорбенти для очистки води від нафтопродуктів.

Об'єктом дослідження були відпрацьовані нафтопродукти, предметом дослідження – властивості моторної оливи та очисні властивості різних сорбентів. Методи дослідження: анкетування, експеримент.

Отримані результати. У даний час у світі нараховується близько 200 видів сорбентів різних виробників для ліквідації нафтового забруднення. Їх можна класифікувати за різними ознаками: за походженням (сировиною), дисперсністю, призначенням, за переважним способом утилізації. Вони поділяються на: неорганічні, синтетичні, природні органічні та органо-мінеральні. Але всі вони подібні за своїми сорбційними та іншими характеристиками. Їхній головний недолік – відсутність 100%-ої флотаційної здатності. Головною вимогою до матеріалів, що сорбують вуглеводні нафти, є наявність у матеріалу високорозвиненої пористої структури з гідрофобною поверхнею, а також можливістю десорбції нафти, утилізації або регенерації сорбенту [2, с.182]. За рахунок своєї гігроскопічної мікроструктури, пористості і великої питомої поверхні сорбент вбирає в себе нафту з будь-яких ландшафтних полів, чи то водні простори, ґрунтові горизонти або болота. Одним з найважливіших показників сорбенту є можливість регенерації, простота утилізації, максимально досяжна залишкова концентрація нафти.

**Загальна характеристика роботи.** Об'єктом дослідження служили автозаправочні станції Ч. області. Робота складається з вступу, трьох розділів, висновків та списку джерел літератури.

Перший розділ присвячений аналізу забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами.

В другому розділі розглянуто аналіз відпрацьованих моторних олив як медико-екологічної проблеми.



В третьому розділі розглянуто опис проведених досліджень та їх результати.

Робота нараховує 20 сторінок тексту, містить 10 рисунків, використано 10 джерел літератури.

Результати досліджень опубліковані в тезах наукової конференції.

**Ключові слова:** моторні оливи, нафтопродукти, сорбенти, поліетилен, пінополістирол, пінополіуретан, полістирол

Метою роботи було дослідити властивості відпрацьованих моторних олив та їх вплив на навколишнє середовище, експериментально виявити найбільш ефективні сорбенти для очистки води від нафтопродуктів.

Доведено, що основними перевагами нафтових сорбентів є екологічна безпека, широка сировинна база, висока гідрофобність і нафтоємність при порівняно низькій вартості.

Олива, згідно з ДСТУ 3437-96 (чинний з 01.07.1997 року), є сумішшю високомолекулярних нафтових вуглеводнів, що використовується в техніці як мастильний, електроізоляційний, консерваційний матеріал та робоча рідина. Моторна олива – мастильна олива для поршневих двигунів внутрішнього згоряння та інших двигунів. Основними її фізико-хімічними характеристиками є в'язкість, щільність, питома вага та температура застигання. Експериментальним шляхом ми вирішили визначити деякі властивості моторної оливи та вплив її на воду.

У дослідному зразку №1 гранули поліетилену не змінили своєї структури, форми і розміру. В результаті масляна плівка на поверхні води залишилася. Отже, поліетилен є поганим очищувачем води від нафтопродуктів.

У дослідному зразку №2 шматочки пінополістиролу почали відразу ж вбирати моторну оливу. В результаті масляна плівка з поверхні води повністю

зникла, пінополістирол ввібрав все моторне масло, а це означає, що цей вид сорбенту є найбільш ефективним очищувачем води від нафтопродуктів.

У зразку №3 шматочки пінополіуретану не змінили своєї структури, форми і розмірів. В результаті масляна плівка на поверхні води залишилася, але в невеликих кількостях. Значить, пінополіуритан є менш ефективним очищувачем води від нафтопродуктів.

У зразку №4 гранули полістиролу не змінилися. В результаті масляна плівка залишилася. Це означає, що даний вид сорбенту є поганим очищувачем води від нафтопродуктів.

Отже, найбільш ефективним очищувачем води від нафтопродуктів є пінополістирол, який ввібрав все моторне масло. Поліетилен і полістирол у досліді не змінили своєї структури, форми і розміру; в результаті масляна плівка на поверхні води залишилася. Пінополіуретан є менш ефективним очищувачем: масляна плівка на поверхні води залишилася, але в невеликих кількостях. Пінополістирол доцільно використовувати у фільтрах. Він може бути виготовлений у вигляді пластин, матів, губок та мати інші задані форми. Пінополістирол можна використовувати для очищення водою від відпрацьованого моторного масла з метою збереження цілісності водних екосистем.

**Мета роботи:** вивчити динаміку морфогенезу і синтопічної кореляції верхньощелепних пазух, з'ясувати критичні періоди, варіанти будови, морфологічні передумови і час можливого виникнення природжених вад верхньощелепних пазух.

**Використані методи дослідження.** Дослідження проведено на 48 препаратах передплідів, плідів і новонароджених людини, що загинули від причин, не пов'язаних із захворюваннями лицевої ділянки та органів дихання.

Забір матеріалу проводили у гінекологічних та пологових відділеннях лікарень м. Ч. та області. Окрім цього, для дослідження використані колекції серій гістологічних зрізів з музеїв кафедри медичного університету.

Препарати плодів вагою 500,0 г і більше, а також новонароджених вивчали безпосередньо у Ч. обласному патологоанатомічному бюро згідно з угодою про співпрацю.

*Метод мікроскопічного дослідження.* Препарат фіксували в 5-7 % розчині формаліну впродовж 2-3 тижнів. Після чого 3-місячні плоди промивали проточною водою впродовж 1-2 діб в залежності від їх розмірів. Потім плоди піддавалися декальцинації, для чого їх занурювали в 7 % розчин азотної кислоти на 1-3 доби. Для уникнення набряку сполучної тканини препарати також поміщали на одну добу в 5 % розчин сірчаноокислого натрію. Зневоднення препаратів здійснювали шляхом проведення їх через батарею спиртів зростаючої концентрації (від 30° аж до абсолютного спирту включно). Заливали препарати парафіном. Як проміжне середовище між абсолютним спиртом і парафіном використовували хлороформ. З парафінових блоків виготовляли серії гістологічних зрізів з товшки 10-15 мкм. Препарати різали з допомогою санного мікротома в одній із трьох взаємно перпендикулярних площин (горизонтальній, фронтальній і сагітальній), що давало змогу просторово вивчати будову окремих структур та їх взаємовідношення. Перед проведенням через батарею етилових спиртів деякі препарати тотально забарвлювали борним карміном, а після виготовлення гістологічних зрізів їх дофарбовували на предметних скельцях гематоксилін-еозином, ліонською синькою, або за методом Ван Гізона, що дозволяло отримати більш диференційоване забарвлення різних тканин. Після фіксації

препаратів у канадському бальзамі їх вивчали під світловим мікроскопом. Структури вимірювали окуляр-мікрометром і мікрометричною лінійкою. Отримані дані протоколювались.

*Метод макроскопічного дослідження.* Фіксовані в розчині формаліну трупи передплідів, плідів, новонароджених людини після зовнішнього огляду промивали протягом 1-2 діб у проточній воді. Після фронтального розтину голови вимірювали вертикальний і горизонтальний розміри хоан. У подальшому виконували сагітальний розтин таким чином, щоби зріз проходив біля стінки носової перегородки. На одержаних таким чином анатомічних препаратах описували місце відкриття приносних пазух. Потім розкривали ВЦП і вимірювали передньозадній, поперечний і вертикальний її розміри, описували особливості її стінок. У ряді препаратів відпрепаровували слизову оболонку для гістологічного дослідження.

*Метод виготовлення топографо-анатомічних зрізів.* Анатомічне препарування є необхідним елементом механізмів розвитку, індивідуальних, статево-вікових та варіантних взаємовідношень органів і їх частин на різних стадіях онтогенезу людини. Одержані блоки ділянки ВЦП піддавалися фіксації у 5-6 % розчині нейтрального формаліну протягом 15 діб або зберігали матеріал впродовж 1-1,5 місяців у запропонованому розчині, в якому м'які тканини ущільнюються, а кісткова тканина декальцинується. У подальшому ВЦП заповнювали розчином желатину, що додатково фіксувало органи та структури, запобігаючи, таким чином, їх зміщенню під час наступного виготовлення зрізів. Після фіксації препарат промивали у проточній воді (термін 1-2 доби у залежності від розміру об'єкта). Потім спеціальним пристроєм, сконструйованим нами для виготовлення топографо-анатомічних зрізів, в одній із трьох площин (фронтальній, горизонтальній або сагітальній) виготовляли зрізи товщиною

від 3 до 5 мм, після чого опускали у 5 % розчин формаліну, де зрізи зберігалися та використовувалися для вивчення і демонстрації.

*Метод рентгенографічного дослідження.* Для вивчення структур ділянки ВЩП проводилось рентгенанатомічне дослідження препаратів голови людини. Дослідження проводилось за допомогою апарату РУМ-47 у фронтальній та сагітальній площинах з наступним описом отриманих рентгенограм.

*Метод комп'ютерної томографії.* Рентгенівська комп'ютерна томографія широко застосовується в медичній практиці. Вона стала невід'ємною частиною діагностичного дослідження органів при виявленні в них патологічних процесів. Пошарове сканування голови та шиї проводилося на апараті General Electric в аксіальній або коронарній проекціях і відображалося на листовій рентгеноплівці за допомогою принтера Codac.

*Метод магнітно-резонансної томографії.* Принцип даного методу полягає у зміні положення та обертання протонів, що є магнітними диполями, під впливом сильного зовнішнього магнітного поля. Електромагнітні імпульси, що виникають, та наведена електрорушійна сила реєструються та обробляються комп'ютером, на основі чого будується візуальне зображення. Магнітно-резонансне дослідження проводять шляхом пошарового вивчення певної анатомічної ділянки чи органа.

*Метод 3-D комп'ютерного реконструювання.* Реконструкція мікроскопічних об'єктів сукупно базується на проекції та замальовуванні збільшеного через мікроскоп гістологічного зображення анатомічних органів та структур на папір або воскові пластини із застосуванням всієї серії гістологічних зрізів органа чи структури. У зв'язку із збільшенням розмірів органів та структур у пренатальному періоді онтогенезу ці

методики мають певні вікові обмеження, оскільки із збільшенням пренатального віку об'єкта дослідження гістологічні зрізи за площею починають значно переважати можливості площі предметного скельця, яке застосовується при виготовленні серійних гістологічних зрізів. Останнє обмежує графічне та пластичне реконструювання ряду органів та структур уже наприкінці передплодового періоду розвитку людини, а також плодів та усіх вікових періодів постнатального онтогенезу. Тому комп'ютерне 3-D реконструювання включало в себе наступні етапи: підготовка серій КТ-зрізів, макрофотографування серій КТ-зрізів, попереднє створення контурів, конвертація зображень, обробка й вимірювання серійних контурних зображень, створення тривимірного каркасу (первинної моделі), кольорова і (або) фактурна обробка файлів тривимірного каркасу, створення кінцевої моделі.

*Метод статистичної обробки.* Цифрові дані розмірів стінок верхньощелепних пазух, їх співвідношення з її судинами, оточуючими органами, були згруповані у вікові групи та оброблені методами варіаційної статистики з вираховуванням середньоарифметичного, його похибки та критерію вірогідності Ст'юдента за допомогою програм "Excel" и "Біостатистика" на базі PC Celeron 1700.

Вважаємо, що таке поєднання вищезазначених методів морфологічного дослідження повністю відповідає поставленим завданням і дає можливість вивчити досить складні та різнобічні процеси закладки, розвитку, формоутворення, динаміку становлення ембріотопографії з наступним визначенням термінів і механізмів можливих вад розвитку верхньощелепних пазух у внутрішньоутробному періоді життя.

**Загальна характеристика наукової роботи.** Всі наукові положення в роботі достатньо обгрунтовані, вирізняються новизною та практичним

спрямуванням. Робота складається з опису матеріалу та методів дослідження, мети, результатів досліджень та їх обговорення, висновків та списку використаних джерел літератури. Обсяг конкурсної роботи становить 24 сторінки без списку використаних джерел. Основні наукові факти задокументовані на 10 рисунках, використано 10 наукових джерел.

**Ключові слова:** моторні оливи, нафтопродукти, сорбенти, поліетилен, пінополістирол, пінополіуретан, полістирол

**Науковий керівник**