

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Н. В. Кузнецова, О. В. Бетін, С. О. Лобов

**ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА
ПРИ ВИРОБНИЦТВІ АЕРОКОСМІЧНОЇ ТЕХНІКИ**

Навчальний посібник

Харків «ХАІ» 2018

УДК 620.20:658.512.2(075.8)
К89

Рецензенти: канд. техн. наук В. В. Брук,
канд. техн. наук Є. М. Варламов

Кузнецова, Н. В.

К89 Технології захисту навколишнього середовища при виробництві аерокосмічної техніки [Текст] : навч. посіб. / Н. В. Кузнецова, О. В. Бетін, С. О. Лобов. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2018. – 72 с.

ISBN 978-966-662-632-8

Викладено методологічні основи сучасної екології. Сформульовано основні поняття, терміни й принципи екології. Описано джерела впливу забруднювальних речовин при виробництві аерокосмічної техніки. Подано заходи захисту атмосферного повітря, гідросфери й ґрунтів у межах території й повітряного басейну підприємства з виробництва аерокосмічної техніки.

Для студентів денної й заочної форм навчання українською, російською та англійською мовами за спеціальністю «Технологія виробництва літальних апаратів».

Іл. 10. Табл. 7. Бібліогр.: 21 назва

УДК 620.20:658.512.2(075.8)

© Кузнецова Н. В. , Бетін О. В., Лобов С. О., 2018

© Національний аерокосмічний
університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», 2018

ISBN 978-966-662-632-8

ЗМІСТ

1. СУЧАСНА ЕКОЛОГІЯ ЯК НАУКА.....	5
1.1. Предмет екології, основні поняття, терміни, визначення	5
1.2. Екологічні закони, правила і принципи	10
1.3. Правові основи керування екологічною безпекою.....	11
1.4. Екологічний моніторинг навколишнього середовища.....	14
1.4.1. Глобальна система моніторингу навколишнього середовища	16
1.4.2. Суб'єкти екологічного моніторингу в Україні	18
1.4.3. Збір і оброблення інформації про стан навколишнього середовища	19
1.4.4. Екологічний аудит і екологічна експертиза	21
Контрольні запитання	23
2. ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА.....	24
2.1. Склад, будова, властивість і функції атмосфери.....	24
2.2. Нормування якості атмосферного повітря	26
2.3. Основні закономірності поширення забруднювальних речовин в атмосфері	28
2.4. Методи контролю атмосферного повітря	32
Контрольні запитання	32
3. ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮВАЛЬНИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРУ ПІД ЧАС ВИРОБНИЦТВА АКТ	34
3.1. Утворення забруднювальних речовин при виготовленні основних елементів оболонок конструкцій ЛА	37
3.2. Утворення забруднювальних речовин при виготовленні фермових і каркасних корпусів ЛА.....	38
3.3. Утворення забруднювальних речовин при виготовленні трубопроводів, елементів автоматики, електричної мережі, приладів та іншої внутрішньої арматури	38
3.4. Утворення забруднювальних речовин при виготовленні двигунів і рульових установок ЛА.....	39
3.5. Утворення забруднювальних речовин при виготовленні й складанні паливних баків.....	39
3.6. Утворення забруднювальних речовин при загальному складанні ЛА	40
Контрольні запитання	40
4. ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ГІДРОСФЕРИ.....	41
4.1. Показники якості води.....	42
4.2. Захист від забруднень гідросфери	45
4.3. Методи оцінювання якості води.....	47
Контрольні запитання	50
5. ЗАБРУДНЕННЯ ГІДРОСФЕРИ ПІД ЧАС ВИГОТОВЛЕННЯ АКТ	51

5.1. Основні види забруднень стічних вод при виготовленні основних елементів оболонок конструкцій ЛА	51
5.2. Основні види забруднень стічних вод при виготовленні фермових і каркасних корпусів	51
5.3. Основні види забруднень стічних вод при виготовленні трубопроводів та іншої внутрішньої арматури	52
5.4. Основні види забруднень стічних вод при виготовленні двигунів і рульових установок.....	52
5.5. Основні види забруднень стічних вод при загальному складанні ЛА.....	53
Контрольні запитання	53
6. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ	54
6.1. Основні види забруднень ґрунтів	54
6.2. Забруднення ґрунтів при виробництві АКТ	55
6.3. Методи контролю в ґрунтовому моніторингу	56
6.4. Захист ґрунтів від забруднень	57
Контрольні запитання	59
7. ЕКОЛОГІЯ І ЗАХИСТ БІОСФЕРИ	60
7.1. Антропогенні порушення біосфери і здоров'я населення	60
7.2. Технології і технічні засоби очищення викидів.....	62
7.3. Методи очищення виробничих стічних вод.....	66
7.4. Технології рекультивації ґрунтів	68
Контрольні запитання	70
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	70

1. СУЧАСНА ЕКОЛОГІЯ ЯК НАУКА

Уперше термін «екологія» (гр. ойкос – житло, логос – вчення) увів у науковий обіг відомий німецький біолог, послідовник Ч. Дікенса, Е. Геккель у 1866 році: «Це пізнання економіки природи, одночасне дослідження всіх взаємозв'язків живого з органічними і неорганічними компонентами середовища, включаючи невідмінно антогоністичні й неантогоністичні взаємозв'язки тварин і рослин, які контактують один з одним». На цей час існує багато визначень екології. Н. Ф. Реймерс вважав: «Екологія – це сукупність дисциплін, які досліджують взаємозв'язки системних біологічних структур між собою і з навколишнім середовищем». Це пояснюється не тільки тим, що екологічні проблеми людини вийшли на передній план, а й тим, що їх вирішенням займаються вчені майже всіх наукових напрямків.

В енциклопедичному словнику наведено таке визначення: «Екологія – це наука про взаємодію організмів між собою та з навколишнім середовищем». Завданням екології як науки є вивчення взаємозв'язків між рослинним і тваринним світом і з навколишнім середовищем, взаємодії людини і біосфери, а також взаємодії суспільного виробництва і природного середовища [1].

Унаслідок виробничої діяльності людини природа стала відчувати антропогенний вплив, який обернувся негативною стороною проти свого ж творця. Багато в чому цей негативний ефект проявляється і при виробництві аерокосмічної техніки (АКТ). Тому сучасна екологія змушує людину замислитися про необхідність змінення поведінки і розглядати будь-яку діяльність з позиції законів живої природи.

1.1. Предмет екології, основні поняття, терміни, визначення

Життя на Землі розвивається за суворими законами природи. Біологічні види (у тому числі й людина) можуть існувати і нормально розвиватися тільки за певних умов, до яких вони адаптувалися внаслідок тисячолітньої еволюції. Щоб існувати, людське співтовариство змушене вступати в певні взаємозв'язки з природою, обумовлені її трудовою діяльністю, тобто займатися природокористуванням. Унаслідок цього змінюються природні комплекси [1].

Порушення законів природокористування може мати небезпечні й навіть трагічні наслідки для теперішніх і майбутніх поколінь людей. Щоб цього не сталося, необхідно знати, за якими законами існує і розвивається природа, як вона взаємодіє з людським співтовариством, які навантаження витримують природні системи. Ці питання і є предметом екології [6].

Екологія вирішує багато завдань. Головне з них полягає в тому, щоб на основі вивчення закономірностей дати науково обґрунтовані рекомендації з охорони природи, природокористування й відтворення природних ресурсів.

Екологія є науковою базою в охороні навколишнього середовища або охороні природи. Класифікацію сучасної екології як фундаментальної і прикладної науки наведено на рис. 1.1.

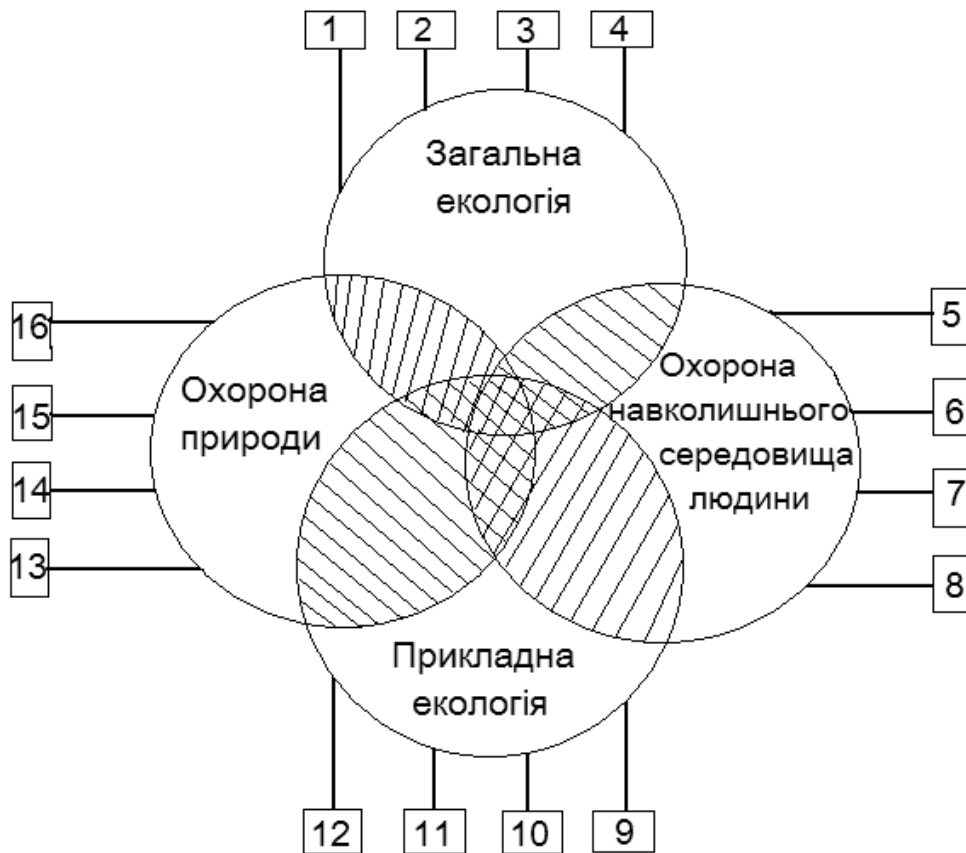


Рис. 1.1. Класифікація сучасної екології:

1 – теоретична екологія; 2 – методологічні й методичні роботи;
 3 – екорозвиток, планування й прогнозування; 4 – міжнародне співробітництво; 5 – екологічна політика; 6 – вчення про біосферу та охорона екосистем; 7 – глобальна екологія; 8 – збереження і відтворення природних ресурсів; 9 – соціально-екологічні проблеми охорони природи; 10 – екологія людини; 11 – охорона природного і матеріального середовищ проживання людини; 12 – збереження культурного середовища проживання людини; 13 – забруднення середовища (фізичне, хімічне, біологічне, інформаційне) і моніторинг; 14 – соціально-економічні та екологічні питання і теорія ризику; 15 – промислова екологія; 16 – екологія транспорту, енергетики, сільського господарства, медицини і т. д.

Відповідно до цієї класифікації сучасна екологія із суворо біологічної науки перетворилась на поки що остаточно не сформований комплекс дисциплін.

Сучасну екологію також можна визначити як область знань, яка розробляє комплекс заходів, спрямованих на попередження шкідливого впливу на природу (включаючи людину). До цього комплексу належать законодавчі, організаційні, санітарно-гігієнічні, інженерно-технічні й інші заходи, ищо попереджують або знижують шкідливий вплив діяльності людини на біологічні системи [1].

До компетенції охорони навколишнього середовища як галузі знань і професійної діяльності належать, наприклад, такі питання, як очищення стічних вод, вентиляційних викидів, захист від шуму, захоронення радіоактивних речовин, створення маловідходних технологій і т. ін.

Оцінюючи в цілому взаємодію людини і природи, можна зробити такі висновки:

1) будь-яка діяльність в екологічному відношенні є потенційно небезпечною;

2) у процесі природокористування необхідно прогнозувати можливі екологічні наслідки використання нових технологій, хімічних речовин і нових об'єктів;

3) екологічна криза не є неминучістю, негативні наслідки можуть бути попереджені екологічно правильним природокористуванням;

4) охорона навколишнього середовища полягає в тому, щоб правильно користуватися природою, довести до мінімуму необхідність спеціальних природоохоронних заходів, компенсуючи можливі несприятливі наслідки відповідними відновними роботами [6].

Згідно з визначенням В. І. Вернадського, біосфера – це зовнішня оболонка Землі, місце поширення життя.

Біосфера містить всі живі організми та елементи неживої природи, які створюють середовище проживання живим. Товщина біосфери становить 40 – 50 км. До її складу входять: нижня частина атмосфери до озонового шару (25 – 30 км), майже вся гідро- і літосфера (до глибини 3 км). Крім живої речовини (рослин, тварин, мікроорганізмів) біосфера містить продукти життєдіяльності живих організмів, продукти розпаду й перероблення порід живими організмами, воду, радіоактивні речовини [1].

Будь-яка умова середовища, на яку організм реагує реакціями пристосування, називається екологічним фактором [4]. Усі екологічні фактори поділяють на абіотичні (неживі) і біотичні (живі).

Абіотичними факторами є:

- кліматичні (світло, температура, рух повітря, вологість, тиск);
- едафічні (механічний склад, щільність, вміст вологи, повітропроникність ґрунтів);
- орографічні (рельєф місцевості, висота над рівнем моря);
- хімічні (газовий склад повітря, сольовий склад води, кислотність ґрунтів).

До біотичних факторів належать:

- фітогенні (вплив рослин);
- зоогенні (вплив тварин);
- мікробіогенні (вплив бактерій, грибів);
- антропогенні (діяльність людини).

Живий організм може існувати в деякому певному інтервалі значень факторів. Чим ширше цей інтервал, тим більше стійкість цього організму. Сукупність усіх популяцій різних видів, які проживають на спільній території разом з навколишнім неживим середовищем, називають екологічною системою, або екосистемою. Приклади екосистем: луг, ліс, озеро і т. д.

Академік В. М. Сукачов запропонував термін «біогеоценоз» (від «біо» – життя, «гео» – земля, «ценоз» – суспільство), складовою частиною якого є біоценоз, тобто сукупність живих компонентів [6].

Біогеоценоз – це сукупність на земній поверхні однорідних природних явищ (атмосфери, гірської породи, рослинності, світу тварин і мікроорганізмів, ґрунту, гідрологічних умов і т. д.), що постійно рухаються і розвиваються. Це суто земне утворення. Водночас, біогеоценоз є екосистемою, тобто поняття «екосистема» ширше, ніж «біогеоценоз». Біогеоценоз містить такі компоненти:

- біотичні (спільність живих рослинних і тваринних організмів);
- абіотичні (сукупність неживих факторів середовища);
- мікроорганізми (мікробіоценоз);
- представники рослинного світу (фітоценоз);
- представники тваринного світу (зооценоз).

Важливою властивістю біогеоценозу (екосистеми) є його стійкість, збалансованість процесу обміну речовин і енергією між усіма компонентами, тобто динамічна рівновага, або гомеостаз (від «гомео» – той же, «стазіс» – стан).

Кожна екосистема завжди є збалансованою, стійкою і гомеостатичною. За певних умов ця стійкість може бути порушена різними перешкодами. Роль перешкод можуть виконувати біотичні або абіотичні фактори. Чим екосистеми складніші, тим вони більш стабільні в часі й просторі. Під впливом природних або антропогенних факторів у природі відбувається послідовна зміна біоценозів, яка називається сукцесією [5].

Сукцесія – це спрямована й безперервна послідовність змін видового складу організмів у певному місцепроживанні. Розрізняють сукцесії антропогенні (вплив трудової діяльності), пірогенні (післяпожежні), зоогенні, фітогенні й т. ін. Втручання в сукцесійні процеси без урахування цих закономірностей може призвести до розпаду екосистеми.

Первинна органічна речовина на нашій планеті створюється переважно в тканинах рослин під впливом сонячної енергії. Цей процес називається фотосинтезом.

Фотосинтез відбувається з поглинанням тепла. Під час фотосинтезу вільна енергія збільшується в органічній речовині завдяки перетворенню енергії сонячного світла на енергію хімічних зв'язків. Рослини поглинають з атмосферного повітря велику кількість вуглекислоти ($3,8 \cdot 10^{11}$ т/рік) і виділяють вільний кисень ($5 \cdot 10^{11}$ т/рік). Рослини будують свій організм без посередників. Тому їх називають автотрофами, тобто такими, які харчуються самі. Автотрофи виробляють первинну органічну речовину з неорганічної.

Організми, які не можуть будувати власну речовину з мінеральних компонентів і вживають в їжу те, що створено автотрофами, називаються гетеротрофами. Ними створюються трофічні (харчові) ланцюги різної складності.

У процесі харчування на всіх трофічних рівнях створюються «відходи» органічного характеру. Деструктори або руйнівники, до яких належать бактерії, гриби, найпростіші, тощо, годуючись, розщеплюють ці «відходи» до простих мінеральних речовин. Ці організми-деструктори називаються сапрофітами.

Усі речовини на нашій планеті перебувають у процесах біохімічного кругообігу. Розрізняють два основних кругообіги: великий (геологічний) і малий (біотичний). Біотичний кругообіг речовин може порушуватися втручанням людини (рис. 1.2).

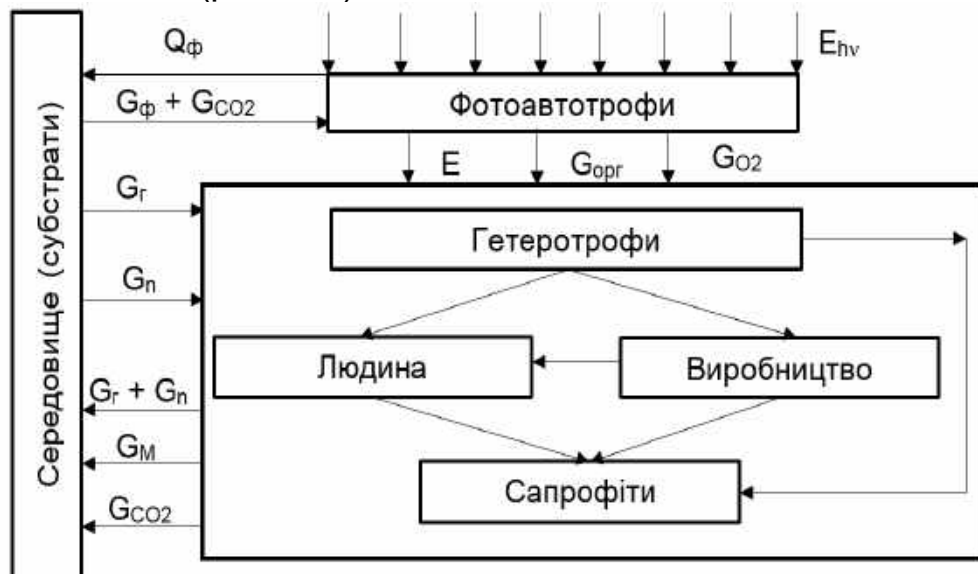


Рис. 1.2. Біотичний кругообіг речовин у природі:

E_{he} – сонячна енергія; E – енергія хімічних зв'язків;
 Q_ϕ – енергія фотосинтезу; G_{org} – виділення органічної речовини;
 G_{O_2} – виділення кисню; G_ϕ – виділення неорганічної речовини;
 G_{CO_2} – виділення вуглекислоти; G_n – виділення азоту;
 G_m – виділення метану; Q_n – сонячна енергія; Q_r – енергія,
 що виникає при утворенні неорганічної речовини

Забруднюючи воду і повітря, використовуючи паливо, застосовуючи атмосферний азот у продуктах виробництва, людина замикає на собі біотичний кругообіг елементів, тому вона повинна частково або повністю керувати хімією навколишнього середовища.

1.2. Екологічні закони, правила і принципи

Сучасна екологія має сукупність законів, правил і принципів. У цьому посібнику наведено тільки найбільш великі узагальнення, пов'язані з фундаментальними законами природи [7].

Закон константності в біосфері (В. Вернандський): кількість живої речовини (біомаси всіх організмів) біосфери для конкретної екологічної епохи є сталою величиною.

Закон мінімуму (Ю. Лібіх): біотичний потенціал (життєздатність, продуктивність організму, популяції, види) лімітується тим екологічним фактором середовища, який знаходиться в мінімумі, незважаючи на інші сприятливі умови.

Закон максимізації енергії та інформації в еволюції: найкращі можливості самозбереження має та система, яка більшою мірою сприяє отриманню, виробництву та ефективному використанню енергії та інформації.

Закон толерантності (В. Шелфорд): відсутність або неможливість розвитку екосистеми визначається не тільки нестачею, але й відсутністю будь-якого з факторів.

Закон конкурентного виключення: два види, що займають одну екологічну нішу, не можуть співіснувати в одному місці необмежено довго.

Закон обмеженості ресурсів: збільшення кількості й маси одних організмів відбувається внаслідок зменшення кількості й маси інших.

Правило 10 % (правило піраміди енергії Р. Ліндемана): при переході з одного трофічного рівня екологічної піраміди на інший більш вищий переходить в середньому близько 10 % енергії, що надійшла на попередній рівень.

Правило екологічної ніші: екологічна ніша порожньою не буває, вона обов'язково заповниться природним чином.

Правило бумеранга: все, що вилучено з біосфери людською працею, має бути їй повернуто.

Принцип віддаленості події: явища, віддалені в часі й просторі, психологічно здаються несуттєвими і незначними, прихильники цього прирікають себе на велику небезпеку.

Принцип збалансованого природокористування: розвиток і розміщення об'єктів матеріального виробництва на певній території має здійснюватися відповідно до її екологічної стійкості до техногенного навантаження. Тому людство або зуміє вписатися в параметри існуючої біосфери і зберегти її, або загине разом з нею [7].

1.3. Правові основи керування екологічною безпекою

При сучасних темпах збільшення антропогенного впливу на природу захисні природоохоронні заходи стали відставати від негативних змін у біосфері. Тому в 80-ті роки з'явилася концепція системи раціонального природокористування, що попереджає саму можливість виникнення конфліктних ситуацій суспільства з природою.

Головним завданням цієї концепції є розроблення правового механізму оптимізації й керування гармонійним розвитком локальних, регіональних і глобальної соціоекосистем. Для реалізації її основних напрямків в області охорони навколишнього середовища було прийнято такі законодавчі акти [7]:

- «Про охорону навколишнього природного середовища» (1991);
- «Про охорону атмосферного повітря» (1992);
- «Про природно-заповідний фонд» (1992);
- «Про тваринний світ» (1993);
- «Про екологічну експертизу» (1995);
- «Про рослинний світ» (1999);
- «Про зону надзвичайної екологічної ситуації» (2000).

Для забезпечення ядерної безпеки населення в 1995 р. прийнято такі закони:

- «Про використання ядерної енергії та радіаційної безпеки»;
- «Про поводження з радіоактивними відходами».

Охорона й використання окремих природних ресурсів України регулюються такими відповідними кодексами:

- «Лісовий кодекс» (1994);
- «Кодекс про надра» (1994);
- «Водний кодекс» (1995);
- «Земельний кодекс» (2001).

Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» є основоположним законодавчим актом, що регулює відносини в галузі охорони, використання і відтворення відновлюваних природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки, запобігання і ліквідації наслідків впливу господарської та іншої діяльності на природне середовище. Нагляд за дотриманням природоохоронного законодавства здійснює міська екологічна прокуратура.

Закон України «Про охорону атмосферного повітря» серед усіх природоохоронних законодавчих актів найбільшою мірою стосується правового регулювання суто міських проблем, оскільки джерела антропогенного впливу на повітряний простір розташовані переважно в межах кордонів міста.

Законом встановлено єдині для України нормативи екологічної безпеки атмосферного повітря, до яких належать гранично допустимі

концентрації (ГДК) забруднювальних речовин в атмосферному повітрі й гранично допустимі рівні акустичного, електромагнітного, іонізуючого й інших видів шкідливого фізичного й біологічного впливу на атмосферне повітря. Передбачається можливість встановлення більш жорстких екологічних нормативів для атмосферного повітря курортних, лікувально-оздоровчих, рекреаційних та інших районів, де ставляться підвищені вимоги до якості повітряного середовища.

З метою обмеження впливу на атмосферне повітря підприємств та інших об'єктів для кожного стаціонарного джерела викидів або шкідливого впливу повинні встановлюватися нормативи гранично допустимих викидів (ГДВ) забруднювальних речовин у повітряний басейн і гранично допустимих шкідливих фізичних і біологічних впливів. Визначено порядок розроблення й затвердження цих нормативів.

Для транспортних засобів установлюються нормативи вмісту забруднювальних речовин у відпрацьованих газах і шкідливих фізичних впливів (шум, вібрація та ін.).

При експлуатації технологічного обладнання, окремих споруд та об'єктів залежно від часу їх введення в експлуатацію встановлюються граничні технологічні нормативи утворення забруднювальних речовин, які відводяться в атмосферне повітря. Визначено порядок розроблення й затвердження цих нормативів.

Підприємства, що впливають на атмосферне повітря, можуть здійснювати свою діяльність тільки на підставі дозволів, в яких указуються допустимі обсяги викидів забруднювальних речовин (г/с або г/рік) для кожного стаціонарного джерела, а також рівні шкідливих фізичних впливів. На авіаційних підприємствах передбачено заходи щодо запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям при аваріях і несприятливих метеоумовах (тривалий штиль, туман) [7].

Відповідно до класу екологічної небезпеки підприємства навколо нього встановлюється санітарно-захисна зона. У межах цієї зони не має проживати населення і розміщувати об'єкти соціального призначення.

До правопорушень в області охорони атмосферного повітря підприємством будь-якої галузі належать:

- перевищення лімітів викидів забруднювальних речовин і нормативів гранично допустимих речовин (ГДР);
- перевищення нормативів гранично допустимих рівнів шкідливого впливу фізичних і біологічних факторів;
- здійснення незаконної діяльності, що негативно впливає на погоду і клімат;
- експлуатація транспортних засобів, технологічного обладнання та інших об'єктів, які не відповідають встановленим вимогам щодо охорони атмосферного повітря;

- відмова від надання своєчасної, повної та достовірної інформації про стан атмосферного повітря, джерел забруднення, а також приховування або перекручення відомостей про екологічну обстановку, що склалася внаслідок забруднення атмосферного повітря.

Відповідно до міжнародних угод підприємства України повинні скорочувати й у подальшому повністю припинити виробництво й використання хімічних речовин, що роблять шкідливий вплив на озоновий шар атмосфери. Скоротити викиди діоксиду вуглецю та інших речовин, накопичення яких в атмосфері може призвести до негативної зміни клімату, скоротити викиди сірчистих та інших кислототвірних газів, наявність яких в атмосферному повітрі призведе до випадіння кислотних дощів.

Водний кодекс України регулює в правовому відношенні питання водокористування. У ньому встановлено такі нормативи в галузі використання й охорони вод:

- нормативи екологічної безпеки водокористування (для оцінювання можливостей використання води з водних об'єктів для потреб підприємства);
- екологічний норматив якості води (для оцінювання екологічного благополуччя, що складається із загальнофізичних, біологічних, хімічних і радіаційних показників забруднювальних речовин);
- нормативи гранично допустимих скидів (ГДС) забруднювальних речовин;
- технологічні нормативи утворення речовин, що скидаються у водні об'єкти (містять ГДК речовин у стічних водах, які утворюються в процесі виробництва).

Водним кодексом України встановлюється статус загального й спеціального водокористування.

Загальне водокористування здійснюється громадянами для забору води з водних об'єктів без застосування споруд або технічних пристроїв.

Спеціальне водокористування – це забір води з водних об'єктів із застосуванням споруд і технічних пристроїв або скидання в них стічних (зворотних) вод. Спеціальним водокористуванням забезпечуються промислові, транспортні, енергетичні та інші підприємства.

Промислові підприємства повинні скорочувати обсяги використання води шляхом створення систем послідовного, оборотного й замкнутого водопостачання, а також удосконалення технологічних процесів виробництва і очищення стічних вод відповідно до встановлених нормативів ГДС.

Не допускається введення в експлуатацію підприємств та інших об'єктів без очисних споруд, що забезпечують очищення стічних вод відповідно до нормативів ГДС.

1.4. Екологічний моніторинг навколишнього середовища

За останні десятиліття екологами України накопичено великий матеріал щодо зміни природного середовища. Однак він не містить даних про динаміку розвитку процесів. У зв'язку з цим виникає необхідність організації спеціальних спостережень за станом навколишнього природного середовища та його антропогенними змінами. З цією метою буде введено постійно діючу службу спостереження або моніторингу, яка зможе оцінити, спрогнозувати і своєчасно попередити про можливі несприятливі наслідки [4].

Необхідність систематичного збору, зберігання і перероблення даних про стан навколишнього середовища остаточно сформувалася наприкінці 1960-х років. У Стокгольмі (1972 р.) на конференції з охорони навколишнього середовища під егідою ООН поняття «моніторинг» пояснюється як комплексна система спостережень, оцінювання й прогнозування змін стану навколишнього середовища під впливом антропогенних факторів. Зараз під цим поняттям розуміють сукупність територіально і хронологічно організованих спостережень за компонентами біосфери. До моніторингу належать такі основні напрямки діяльності:

- спостереження за факторами, що впливають на навколишнє природне середовище;
- спостереження за зміною стану довкілля під дією цих факторів;
- оцінювання фактичного стану природного середовища;
- прогнозування розвитку стану природного середовища і оцінювання цього розвитку.

Таким чином, моніторинг – це система спостережень, оцінювання і прогнозування стану природного середовища, що не включає управління якістю навколишнього середовища, але дає необхідну інформацію для такого управління і розроблення інженерних методів захисту навколишнього середовища [9].

Моніторинг може охоплювати як локальні райони, так і земну кулю в цілому (глобальний моніторинг). Щоб забезпечити ефективне оцінювання й прогнозування, моніторинг повинен включати спостереження за джерелами забруднення, забрудненням природного середовища і наслідками від цього забруднення. Тому найбільш універсальним підходом до визначення структури системи моніторингу антропогенних змін є його поділ на такі етапи: «Спостереження», «Оцінювання фактичного стану», «Прогнозування стану», «Оцінювання прогнозованого стану».

Дані, що характеризують стан природного середовища, отримані внаслідок спостережень або прогнозу, повинні оцінюватися залежно від спеціально вибраних або вироблених критеріїв.

Оцінювання стану навколишнього середовища полягає, з одного боку, у визначенні збитків від впливу зовнішніх факторів, а з іншого – у виборі оптимальних умов для людської діяльності й визначенні існуючих екологічних резервів.

Інформаційна система моніторингу антропогенних змін є складовою частиною загальної системи управління і взаємодії людини з навколишнім середовищем. Для керування станом навколишнього середовища необхідно збирати, накопичувати й аналізувати інформацію про зміни екологічних параметрів.

Така інформація має бути основою комплексу заходів з охорони природи і враховуватися при плануванні розвитку економіки [4]. На рис. 1.3 наведено структуру моніторингу в системі керування (регулювання) станом навколишнього природного середовища. На схемі умовно поєднано енергетичні (Е) та інформаційні потоки (Н).

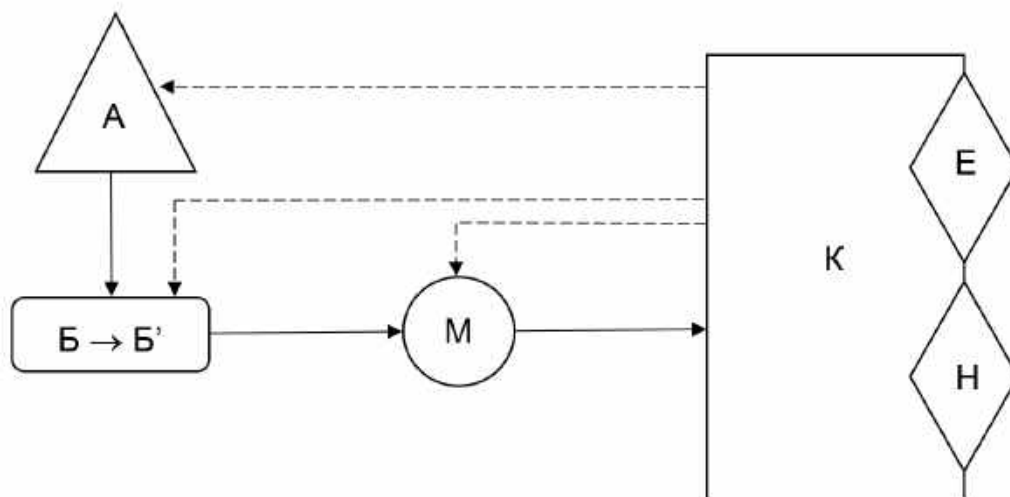


Рис. 1.3. Структура екологічного моніторингу

Елемент біосфери з рівнем стану (Б), піддаючись впливу (А), змінює свій стан (Б → Б'). За допомогою системи моніторингу (М) створюється «фотографія» цього зміненого, а по можливості й первісного стану, потім проводяться узагальнення даних, аналіз і оцінювання фактичного і прогнозованого станів. Ця інформація передається в блок керування (К) для прийняття рішення.

На основі отриманої інформації залежно від рівня науково-технічних розробок (Н) і економічних можливостей (Е) з урахуванням еколого-економічних оцінок вживаються захисні заходи з обмеження або припинення антропогенних впливів. Одночасно з ними розробляються заходи щодо профілактичного зміцнення або подальшого відновлення цього елемента біосфери [9].

Існують різні підходи до класифікації моніторингу залежно від характеру вирішуваних завдань, рівня організації, природних середовищ,

за якими ведуться спостереження, і т. д. Класифікація, яку показано на рис. 1.4, охоплює всі етапи екологічного моніторингу й спостережень за мінливою абіотичною складовою біосфери, а також за відповідною реакцією екосистем на ці зміни.

Таким чином, екологічний моніторинг складається з геофізичного і біологічного аспектів, що визначає широкий спектр методів і способів досліджень, які використовуються при його проведенні.

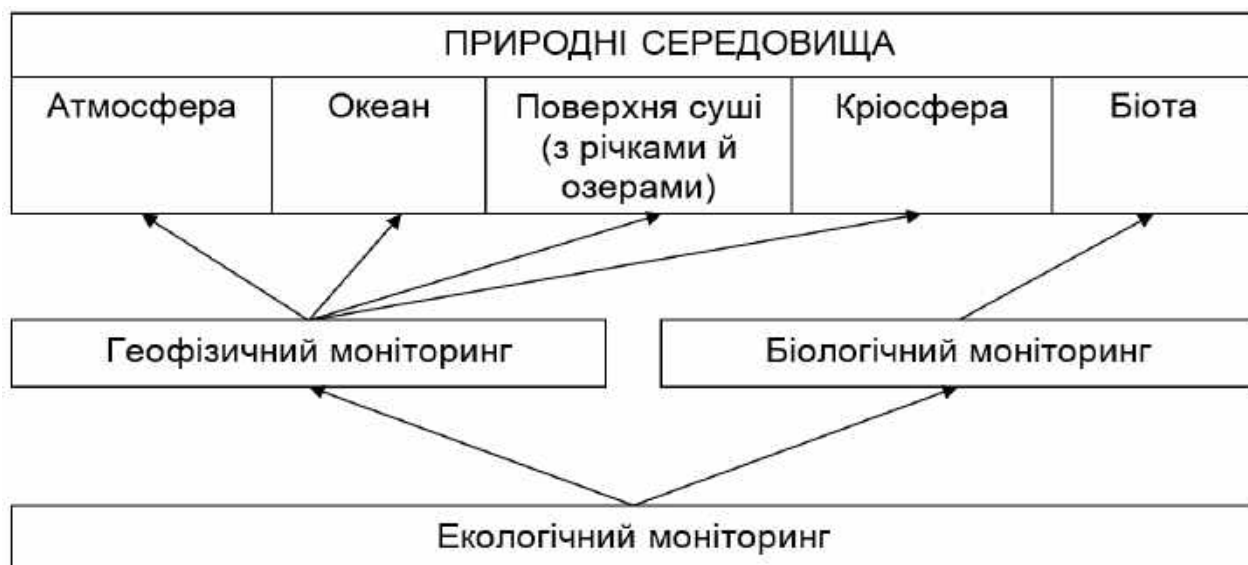


Рис. 1.4. Класифікація екологічного моніторингу

Спостереження за станом навколишнього природного середовища повинні включати спостереження за джерелами й факторами впливу (у тому числі джерелами забруднень, випромінювань тощо), а спостереження за станом елементів біосфери – спостереження за реакцією живих організмів на вплив, за зміною їхніх структурних і функціональних показників [9].

1.4.1. Глобальна система моніторингу навколишнього середовища

Сьогодні мережа спостережень за джерелами впливу і станом біосфери охоплює вже всю земну кулю. Глобальну систему моніторингу навколишнього середовища (ГСМНС) було створено спільними зусиллями світового співтовариства в 1974 році на першій міжурядовій нараді з екологічного моніторингу [9].

Першочерговим завданням було визнано організацію всесвітнього моніторингу забруднення навколишнього природного середовища і чинників впливу, що його спричиняють. Система екологічного моніторингу реалізується на декількох рівнях, яким відповідають спеціально розроблені

програми [9] відповідно до класифікації забруднювальних речовин (табл.1.1):

- імпактному (вивчення сильних впливів у локальному масштабі – І);
- регіональному (прояв проблем міграції і трансформації забруднювальних речовин, спільного впливу різних факторів, характерних для економіки регіону, – Р);
- фоновому (на базі біосферних заповідників, де забороняється всяка господарська діяльність, – Ф).

Таблиця 1.1

Класифікація основних забруднювальних речовин за класами пріоритетності в системі ГСМНС

Клас	Найменування забруднювальної речовини	Середовище	Рівень моніторингу
1-й	Діоксид сірки, зважені частинки	Повітря	І, Р, Ф
	Радіонукліди	Їжа	І, Р
2-й	Озон	Повітря	І, Ф
	Хлорорганічні сполуки і діоксиди	Біота, людина	І, Р
	Кадмій	Їжа, вода, людина	І
3-й	Нітрати, нітрити	Вода, їжа	І
	Оксиди азоту	Повітря	І
4-й	Ртуть	Їжа, вода	І, Р
	Свинець	Повітря, їжа	І
	Діоксид вуглецю	Повітря	Ф
5-й	Оксид вуглецю	Повітря	І
	Вуглеводні нафти	Морська вода	Р, Ф
6-й	Фториди	Прісна вода	І
7-й	Азбест	Повітря	І
	Миш'як	Питна сода	І
8-й	Мікробіологічні забруднення	Їжа	І, Р
	Реакційноздатні забруднення	Повітря	І

Програма імпактного моніторингу може бути спрямована, наприклад, на вивчення скидів або викидів конкретного підприємства. Предметом регіонального моніторингу, як випливає із самої його назви, є стан навколишнього середовища в межах того чи іншого регіону. Фоновий моніторинг, який здійснюється у межах міжнародної програми «Людина і біосфера», має на меті зафіксувати фоновий стан навколишнього середовища, що є необхідним для подальшого оцінювання рівнів антропогенного впливу.

Програми спостережень формуються за принципом вибору пріоритетних (що підлягають першочерговому визначенню) забруднювальних речовин та інтегральних характеристик (що

відображають групу явищ, процесів або речовин). Класи пріоритетності забруднювальних речовин (див. табл. 1.1) встановлено експертним шляхом і прийнято в системі ГСМНС.

Визначення пріоритетів при організації систем моніторингу залежить від мети і завдань конкретних програм. У територіальному масштабі пріоритет державних систем моніторингу відданий містам, джерелам питної води і місцям нерестовищ риб; щодо середовищ спостережень на першочергову увагу заслуговують атмосферне повітря і вода прісних водойм [4].

Пріоритетність інгредієнтів визначається з урахуванням критеріїв, що відображають токсичні властивості забруднювальних речовин, обсяги їх надходження в навколишнє середовище, особливості їх трансформації, частоту і величину впливу на людину і біоту, можливість організації проведення вимірів та інші фактори.

Пріоритети, вибрані громадськими організаціями при розробленні програм моніторингу, можуть бути сформульовані іншим чином, не повторюючи ранжування, прийняте в ГСМНС. Таке рішення є цілком виправданим, тому що регіональні й локальні пріоритети тісно пов'язані з економікою регіону й місцевими джерелами впливу. Нарешті, програма громадського моніторингу може бути пов'язана із цілком конкретною проблемою (наприклад, утилізація побутового сміття у Львові в 2013 – 17 рр.), яка і визначатиме пріоритети в певному випадку.

1.4.2. Суб'єкти екологічного моніторингу в Україні

До системи екологічного контролю належать різні суб'єкти системи моніторингу від міністерств до підприємств усіх форм власності [9]. Міністерство екології та природних ресурсів здійснює спостереження за станом атмосферного повітря, поверхневих, підземних і морських вод і водних об'єктів у межах природоохоронних територій. Крім цього, Міністерство екології проводить моніторингові дослідження ґрунтів різного призначення, в тому числі на природоохоронних територіях, різних ландшафтів, джерел промислових викидів і скидів, радіаційної обстановки, стихійних і небезпечних природних явищ, зокрема, геологічних процесів, повеней, паводків, снігових лавин, селів, а також державне еколого-геологічне картування території України для оцінювання стану геологічного середовища та його змін під впливом господарської діяльності.

Міністерство з надзвичайних ситуацій здійснює спостереження на територіях, підпорядкованих Адміністрації зони відчуження і зони безумовного (обов'язкового) відселення, а також в інших зонах радіоактивного забруднення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС.

Міністерство охорони здоров'я проводить моніторингові дослідження в місцях проживання і відпочинку населення, зокрема, на природних територіях курортів.

Міністерство аграрної політики веде спостереження за станом ґрунтів сільськогосподарського використання, сільськогосподарських рослин і тварин, продуктів з них, а також за поверхневими водами сільськогосподарського призначення. Державне агентство лісових ресурсів здійснює нагляд за станом ґрунтів земель лісового фонду, лісової рослинності, мисливської фауни та ін.

Державне агентство водних ресурсів України спостерігає за станом річок, водосховищ, каналів, зрошувальних систем і водойм у межах водогосподарських систем комплексного призначення, систем міжгалузевого та сільськогосподарського водопостачання, проводить моніторингові дослідження водойм у зонах впливу атомних електростанцій, поверхневих вод у прикордонних зонах і місцях їх інтенсивного виробничо-господарського використання зрошуваних і осушуваних земель, а також спостерігає за підтопленням сільських населених пунктів прибережних зон водосховищ.

Державне агентство земельних ресурсів проводить спостереження за станом ґрунтів і ландшафтів, ерозійними та іншими екзогенними процесами, просторовим забрудненням земель об'єктами промислового й сільськогосподарського виробництва, рослинного покриву земель, берегових ліній річок, морів, озер, водосховищ, лиманів, заток, гідротехнічних споруд.

Підприємства, установи й організації незалежно від їх підпорядкування і форм власності, діяльність яких призводить або може призвести до погіршення стану навколишнього середовища, зобов'язані здійснювати екологічний контроль виробничих процесів і стану промислових зон. Вони зобов'язані збирати, зберігати й безоплатно надавати дані й узагальнену інформацію для її комплексного опрацювання. З цією метою між суб'єктами системи моніторингу і постачальником інформації укладається угода, яка підлягає реєстрації в Мінприроди або його органах на місцях [9].

1.4.3. Збір і оброблення інформації про стан навколишнього середовища

Дані, отримані системами і методами моніторингу, використовуються для моделювання процесів у навколишньому природному середовищі й складання наукових прогнозів. На основі прогнозів виробляються практичні рекомендації щодо вдосконалення і поліпшення охорони природи.

Для визначення якісного і кількісного складу забруднювальних речовин у навколишньому середовищі (у повітрі, ґрунті, воді) застосовують методи хімічного та фізико-хімічного аналізу. Щоб оцінити стійкість природних екосистем до різних видів забруднень, застосовують метод біоіндикації. Біоіндикація – це виявлення і визначення антропогенних

навантажень за реакціями на них живих організмів і їхніх спільнот. Біоіндикація дає змогу виявити екологічні порушення ще при таких рівнях забруднення, які не становлять небезпеки для населення, що проживає на певній території [9]. Тому для визначення якості навколишнього середовища введено такі нормативи концентрацій забруднювальних речовин:

- ГДК – гранично допустимі концентрації;
- ПДД – гранично допустимі дози;
- ПДР – гранично допустимі рівні забруднювальних речовин;
- ГДК – найбільша концентрація речовини в середовищі й джерелах біологічного споживання (повітрі, воді, ґрунті, їжі), яка при тривалому впливі на організм – контакті, вдиханні, вживанні – не впливає на здоров'я і не викликає відстрочених ефектів (не позначається на потомстві й т. д.).

На основі нормативних концентрацій розроблено систему екологічних стандартів [4]. Екологічні стандарти – це єдина і обов'язкова для всіх об'єктів певного виду та рівня система норм і вимог щодо навколишнього природного середовища. Розрізняють стандарти міжнародні, державні, галузеві й стандарти підприємств.

Відповідно до екологічного стандарту на території авіаційного підприємства проводяться екологічні спостереження:

- за якістю атмосферного повітря і джерелами його забруднення;
- рівнем впливу шкідливих фізичних і хімічних чинників;
- якістю води джерел централізованого питного водопостачання;
- скиданням стічних вод у міську каналізацію.

Під час спостережень за забрудненням повітряного басейну здійснюється контроль за дотриманням нормативів ГДВ авіаційним підприємством, а також за відповідністю складу атмосферного повітря на зовнішній межі санітарно-захисної зони.

Спостереження за джерелами шкідливих фізичних і хімічних впливів здійснюють районні санепідемстанції. Вони вимірюють рівні шуму, радіації, напруженість електромагнітних полів, інтенсивність вібрації та інші види фізичних впливів, а результати вимірювань порівнюють з нормативами допустимих рівнів впливу фізичних факторів. Контроль за скиданням виробничих стічних вод у каналізацію здійснює міська служба водовідведення відповідно до встановлених лімітів. Авіаційні підприємства самостійно контролюють роботу власних локальних очисних споруд і визначають склад стічних вод, що скидаються ними в міську каналізацію [7].

Екологічні інспекції, санепідемстанції в порядку державного контролю здійснюють перевірку роботи очисних споруд, складу стічних вод, що скидаються у водні об'єкти, і визначають вплив скидів на стан водних об'єктів-приймачів стічних вод.

Метрологічне забезпечення вимірювань в системі екологічного моніторингу здійснює Держстандарт України. Держстандарт спільно з Міністерством охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки, іншими міністерствами і відомствами України, які беруть участь у функціонуванні екологічного моніторингу, забезпечує уніфікацію методик спостереження і лабораторних аналізів, сприяє оптимізації мережі спостережень і вдосконалення приладової бази.

Накопиченням, обробленням, узагальненням і аналізом інформації про стан навколишнього природного середовища і джерела впливу на нього займаються органи екологічної безпеки та місцеві організації Державного комітету статистики України.

За результатами роботи екологічного моніторингу Міністерство охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки щорічно готує і видає Національну доповідь про стан навколишнього природного середовища України [7].

1.4.4. Екологічний аудит і екологічна експертиза

Для встановлення екологічного стану підприємства, виконання вимог природоохоронних законодавчих актів або міжнародних стандартів і розроблення заходів щодо здійснення виробничої діяльності підприємства відповідно до цих вимог проводять екологічне обстеження, тобто екологічний аудит. Це інструмент керування, який охоплює всі питання екологічного оцінювання діяльності підприємства. Екологічний аудит має такі основні особливості:

- незалежність;
- конфіденційність;
- об'єктивність;
- системність;
- компетентність;
- ліцензійність;
- відповідність цілям, які визначаються замовником під час укладення договору на проведення аудиту.

Екологічний аудит організовується за ініціативою керівника або власника об'єкта і має характер екологічного самоконтролю. Його здійснюють незалежно від державної екологічної експертизи. Для

проведення екологічного аудиту залучають спеціалізовані аудиторські організації, які мають відповідний кваліфікаційний сертифікат.

Сфера дії екологічного аудиту – це виробничі площі підприємства і прилегла територія на відстані 5 км по периметру, основні й допоміжні технологічні процеси, будівлі й обладнання [7].

Проведення екологічного аудиту є обов'язковим:

- при приватизації виробництва;
- екологічному страхуванні;
- формуванні планів природоохоронних заходів;
- наданні підприємствам фінансової допомоги від екологічних фондів;
- зверненні підприємства із заявою на отримання «зеленої мітки» – знака високого екологічного стандарту продукції, що випускається.

Висновки екологічного аудиту є основою для розроблення перспективних екологічних проблем, планів природоохоронних заходів та формування напрямків екологічної політики.

Експертиза – це екологічне дослідження, аналіз і оцінювання результатів запланованої або існуючої господарської діяльності, яка впливає або може негативно впливати на навколишнє природне середовище. Екологічна експертиза спрямована на запобігання появи нових, обмеження або ліквідацію існуючих негативних джерел впливу на навколишнє природне середовище і здоров'я населення.

Необхідність і процедура проведення екологічної експертизи визначені природоохоронним законодавством України. Розрізняють державну і суспільну екологічні експертизи. З ініціативи зацікавлених осіб і організацій, а також за рішенням центральних або місцевих органів влади може проводитися додаткова незалежна екологічна експертиза [7].

Державну екологічну експертизу об'єктів загальнодержавного і міжобласного значення проводить управління екологічної експертизи Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України, а об'єктів місцевого значення – відділи екологічної експертизи обласних управлінь екологічної безпеки. У проведенні державної екологічної експертизи беруть участь органи державного санітарного нагляду та інші зацікавлені державні органи. Для підготовки висновків державної екологічної експертизи залучаються спеціалізовані науково-дослідні, навчальні й проектні організації, окремі висококваліфіковані фахівці, експерти міжнародних організацій.

Для врахування громадської думки та соціально-екологічних наслідків в результаті господарської діяльності підприємства проводиться громадська екологічна експертиза. Вона може здійснюватися в будь-якій сфері діяльності, яка потребує екологічного обґрунтування. Її проводять з ініціативи громадських організацій, що створюються на добровільних засадах, еколого-експертні колективи, які складаються з представників громадськості, преси, незалежних фахівців.

Висновок громадської екологічної експертизи висвітлюється в засобах масової інформації, направляється до органів, які проводять державну екологічну експертизу, місцевих і центральних органів влади [7].

Контрольні запитання

1. Який основний критерій еволюційного відбору?
2. Що таке екосистема?
3. Що таке інформація і яка її головна роль в екосистемах?
4. У чому суть законів екології: мінімуму і толерантності?
5. У чому суть концепції раціонального природокористування?
6. Якими законами регулюються охорона і використання окремих природних ресурсів України?
7. Яким законом України встановлено гранично допустимі скиди забруднювальних речовин?
8. Яким законом України встановлено гранично допустимі викиди забруднювальних речовин?
9. Що таке моніторинг навколишнього природного середовища?
10. Якими етапами характеризується структура системи моніторингу антропогенних змін?
11. На які рівні поділяються спеціально розроблені екологічні програми відповідно до класифікації забруднювальних речовин?
12. З урахуванням яких критеріїв визначається пріоритетність забруднювальних речовин у завданнях окремих екологічних програм?
13. Які суб'єкти системи моніторингу належать до системи екологічного контролю?
14. Які нормативи концентрацій введено для визначення якості навколишнього середовища?
15. Яке призначення екологічного аудиту?
16. В яких випадках екологічний аудит є обов'язковим для підприємства?
17. Чим екологічна експертиза відрізняється від екологічного аудиту?

2. ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА

Атмосферне повітря є необхідним як для дихання і життя живих організмів, так і для використання в технологічних процесах горіння і плавлення як сировина для отримання кисню, азоту, інертних газів, оксиду вуглецю. Атмосфера є також середовищем для розміщення газоподібних відходів виробництва. Однак під впливом атмосферних опадів, сонячної радіації і переміщення повітряних мас атмосферне повітря може позбавлятися від сторонніх домішок. Це явище називають самоочищенням атмосфери.

2.1. Склад, будова, властивість і функції атмосфери

Атмосфера – зовнішня газова оболонка Землі, механічна суміш різних газів, водяної пари і твердих (аерозольних) частинок. Вона має протяжність до 1100 км.

Склад атмосфери знаходиться в стані динамічної рівноваги, який підтримується такими кліматичними факторами, як переміщення повітряних мас (вітер і конвекція) і атмосферні опади, життєдіяльність тваринного і рослинного світу, особливо лісів і планктону світового океану, а також унаслідок космічних процесів, геохімічних явищ і господарської діяльності людини. Вона складається з чотирьох шарів (табл. 2.1).

Середній хімічний склад повітря в нижніх шарах атмосфери (в об'ємних відсотках у перерахунку на сухе повітря) містить: азоту – 78 %; кисню – 21 %; аргону, неону та інших інертних газів – 0,93 %; інших газів – 0,01 %. Загальна маса атмосфери становить 5,14–1015 т. Близько 50 % маси атмосфери припадає на нижній шар товщиною близько 5 км. Маса шару завтовшки 30 км становить 99 % всієї маси атмосфери [10].

Таблиця 2.1

Основні атмосферні шари

Найменування шарів атмосфери	Верхня і нижня межі шару від рівня моря, км	Температура, °C	
		Нижня межа шару	Верхня межа шару
Тропосфера	0 – 11	+ 15	– 56
Стратосфера	11 – 50	– 56	– 2
Мезосфера	50 – 85	– 2	– 92
Термосфера	85 – 500	– 92	+ 1200

Склад атмосфери істотно впливає на кліматичні умови Землі. Однією з перших глобальних проблем є збільшення вмісту CO₂. Він створює так званий парниковий ефект, оскільки перешкоджає розсіюванню в космос

тепла, що випромінюється Землею. Унаслідок господарської та виробничої діяльності людини збільшується кількість CO_2 , що надходить в атмосферу і, перш за все, під час згоряння величезної кількості органічного палива. За останні 20 років унаслідок антропогенного впливу вміст CO_2 в атмосфері збільшився на 15 %. Такі темпи зростання CO_2 можуть призвести до глобального потепління на Землі й до зміни клімату [6].

Другою глобальною проблемою, пов'язаною з антропогенним забрудненням атмосфери, є руйнування озонового шару внаслідок викидів галогенорганічних з'єднань-каталізаторів реакції руйнування озону. Руйнування озонового шару прискорюється також унаслідок викидів у стратосферу окислів азоту реактивними двигунами при польоті надзвукових літаків і авіакосмічною технікою.

Глобальний характер має і забруднення приземного космічного простору викидами з космічних апаратів, уламками ракетноносіїв і штучних супутників Землі. Антропогенні впливи на атмосферу не обмежуються матеріальними забрудненнями. Слід урахувати також зростаючі теплові потоки, електромагнітне та іонізуюче випромінювання. Ефір над територією країни забитий незареєстрованими радіопередавачами, радіошумами, електромагнітним випромінюванням від радіонавігаційного обладнання та систем керування повітряним рухом [7].

Причиною забруднень атмосфери іонізуючим випромінюванням є ядерні установки, яких сьогодні в космосі знаходиться понад 50 одиниць, а також аварії, що відбуваються на атомних електростанціях. Тому відповідно до Національного плану дій зі збереження довкілля встановлено основні пріоритети щодо охорони атмосферного повітря:

- обмеження діяльності об'єктів, які забруднюють повітря;
- удосконалення системи вентиляції, очищення і кондиціювання повітря закритих приміщень;
- удосконалення нормативної бази.

Для реалізації цього національного плану запропоновано такі заходи [7]:

- упровадження технологічної дисципліни на промислових підприємствах;
- обмеження в користуванні автотранспортом з незадовільними робочими характеристиками;
- контроль якості роботи пилогазоочисних споруд;
- удосконалення системи контролю викидів в атмосферне повітря;
- інвентаризація джерел викидів;
- введення в систему існуючого нормування викидів в атмосферу технологічних стандартів, що стосуються утворення забруднювальних речовин протягом технологічного процесу.

Атмосфера виконує такі функції:

- акумулює кисень, необхідний для дихання живих організмів;

- є джерелом вуглекислого газу для фотосинтезу рослин;
- захищає живі організми від космічних випромінювань;
- зберігає тепло Землі й регулює клімат;
- трансформує газоподібні продукти обміну речовин;
- є середовищем життя літаючих форм організмів;
- переносить водяні пари по планеті;
- є джерелом хімічної сировини і енергії;
- приймає і трансформує газоподібні й пилоподібні відходи.

Верхня межа атмосфери чітко не виділяється. Вона переходить поступово в космічний простір.

Середня температура атмосфери на середніх широтах зменшується лінійно з висотою до позначки 11 км. При цьому середня температура на рівні моря приймається такою, що дорівнює 288 К, а на висоті 11 км – 216,7 К.

2.2. Нормування якості атмосферного повітря

Для кількісного оцінювання змісту домішок в атмосфері використовується поняття концентрації. Концентрація – це кількість речовини, що міститься в одиниці об'єму повітря, приведеного до нормальних умов.

Якість атмосферного повітря – це сукупність його властивостей, що визначає ступінь впливу фізичних, хімічних і біологічних факторів на людей, рослинний і тваринний світ, а також на матеріали, конструкції і навколишнє середовище в цілому. Якість атмосферного повітря може вважатися задовільною, якщо вміст домішок у ньому не перевищує гранично допустимих концентрацій (ГДК). ГДК – це максимальна концентрація домішок в атмосфері, віднесена до певного часу осереднення, яка при періодичному впливі або протягом усього життя людини не робить на неї і на навколишнє середовище в цілому прямого або непрямого впливу, включаючи віддалені наслідки. Під прямим впливом розуміють нанесення організму людини тимчасової дратівної дії, що спричиняє відчуття запаху, кашель, головний біль. При накопиченні в організмі шкідливих речовин вище певної дози можуть виникати патологічні зміни окремих органів або організму в цілому. Під непрямим впливом розуміють такі зміни в навколишньому середовищі, які, не роблячи шкідливого впливу на живі організми, погіршують звичайні умови існування: уражаються зелені насадження, збільшується кількість туманних днів і т. д. [6].

Основним критерієм установлення нормативів ГДК для оцінювання якості атмосферного повітря є вплив наявних у повітрі забруднювальних домішок на організм людини.

Для оцінювання якості атмосферного повітря встановлено дві категорії ГДК (табл. 2.2) [7]:

- максимально разову (ГДК_{мр});
- середньодобову (ГДК_{сд}).

ГДК – основна характеристика небезпеки шкідливої речовини. Її встановлено для попередження рефлексорних реакцій у людини (відчуття запаху, світлової чутливості, біоелектричної активності головного мозку) при короточасному впливі атмосферних домішок. За цим нормативом оцінюють речовини, що мають запах або впливають на інші органи чуття людини.

ГДК_{сд} встановлено для попередження загальнотоксичного, канцерогенного, мутагенного та іншого впливу речовини на організм людини. Речовини, які оцінюються за цим нормативом, мають здатність тимчасово або постійно накопичуватися в організмі людини.

До початку 2010 р. за нормативом ГДК оцінювалося близько 1000 речовин, які можуть потрапляти в атмосферне повітря.

Таблиця 2.2

ГДК найбільш поширених речовин

Найменування забруднювальної речовини	ГДК мр, мг/м ³	ГДК сд, мг/м ³
Азоту діоксид	0,085	0,04
Азоту оксид	0,4	0,06
Ангідрид сірчаний	0,5	0,05
Аміак	0,2	0,04
Бенз(а)пірен	—	0,1 м ³
Завислі речовини	0,5	0,15
Ртуть металева	—	0,0003
Свинець та його сполуки	—	0,0003
Вуглецю оксид	5	3
Формальдегід	0,35	0,003

Перелік речовин, зміст яких в атмосферному повітрі нормується, постійно поповнюється. Якщо речовина шкідливо впливає на навколишнє природне середовище в менших концентраціях, ніж на людину, то при нормуванні виходять з порога дії цієї речовини на навколишню природу. Вплив речовин, для яких не встановлено ГДК, оцінюється за орієнтовним безпечним рівнем впливу ОБРВ речовини, яка забруднює атмосферу. ОБРВ – тимчасовий гігієнічний норматив для речовини, яка забруднює атмосферу, що встановлюється розрахунковим методом для цілей проектування промислових об'єктів [6].

Нормативи ГДК для атмосферного повітря є єдиними для всієї території України. ГДК, встановлені в інших країнах, можуть відрізнятися. Наприклад, у США ГДК, встановлена для SO_2 , дорівнює $0,75 \text{ мг / м}^3$, а в Україні – $0,5 \text{ мг / м}^3$. Для зон санітарної охорони курортів, місць розміщення великих санаторіїв і будинків відпочинку, а також для зон відпочинку міст ГДК устанавлюється на 20 % менше, ніж для житлових районів.

Якщо на певному підприємстві або групі підприємств, розташованих в одному районі, значення ГДВ з об'єктивних причин не можуть бути негайно досягнуті, встановлюють тимчасово узгоджений викид (ТУВ). Норматив ТУВ устанавлюють на період розроблення й реалізації повітроохоронних заходів, що забезпечують досягнення нормативів ГДВ. Термін дії нормативу ГДВ, зазвичай, не перевищує п'яти років. При появі нових виробництв, реконструкції діючих, зміні технологічного процесу або виду використаної сировини і в інших аналогічних випадках нормативи ГДВ підлягають перегляду [4].

Для кожного міста на підставі нормативів ГДВ підприємств і фонового складу атмосферного повітря розробляють загальноміські нормативи ГДВ, відповідно до яких індивідуальні ГДВ підприємств можуть бути переглянуті в бік зменшення.

Розрахунок нормативів ГДВ проводиться на ЕОМ за спеціально розробленими програмами, що затверджується Міністерством охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України.

Дотримання встановлених нормативів якості атмосферного повітря забезпечує сприятливу екологічну обстановку в певному районі відповідно до вимог Закону України про охорону атмосферного повітря.

2.3. Основні закономірності поширення забруднювальних речовин в атмосфері

Ступінь забруднення повітря шкідливими речовинами у поверхні землі визначається не тільки кількістю забруднювальних речовин, що викидаються, але і їх розподілом у просторі й у часі. Розбавлення шкідливих домішок повітрям відбувається внаслідок розсіювання промислових викидів в атмосфері.

Під розсіюванням домішок зазвичай розуміють спільну дію процесів перенесення і дифузії [5]. Перенесення відбувається в напрямку від високого атмосферного тиску до низького і залежить від швидкості вітру. Рух повітряних мас в атмосфері супроводжується пульсаціями швидкості вітру і має турбулентний характер. При цьому гази перемішуються в

атмосфері завдяки пульсаційним швидкостям і турбулентній дифузії. Пульсаційні швидкості забруднювальних викидів залежать від безлічі факторів:

- швидкості вітру;
- характеру підстильної поверхні, рельєфу місцевості;
- будови атмосфери і т. д.

На пульсаційні швидкості й форму факела викидів також впливає характер зміни температури – температурна стратифікація атмосфери. У звичайних умовах температура знижується із збільшенням висоти.

Для оцінювання зміни температурної стратифікації вводиться поняття градієнта температури, що відповідає зміні температури частинок повітря, що переміщується в сухій атмосфері по вертикалі без теплообміну з навколишнім середовищем. Сухаадиабатичний градієнт становить близько 1°C на 100 м підняття вгору. У реальних умовах спостерігається відхилення від заданого температурного градієнта внаслідок здатності поверхні землі поглинати і випромінювати тепло [6].

Рельєф місцевості, а також наявність промислової забудови значно впливають на характер розсіювання шкідливих речовин. Це пов'язано зі змінами в полях швидкостей повітряного потоку і мікроклімату в окремих районах. Наприклад, у понижених місцях утворюються застійні, погано провітрювані зони з високою концентрацією шкідливих речовин. Із завітрених боків пагорбів спостерігаються великі концентрації шкідливих речовин унаслідок утворення за пагорбами зон знижених тисків і наявності зворотних потоків повітря. За відсутності вітру додаткове початкове підняття домішок над зрізом труби досягає максимальних значень і приземні концентрації при цьому є невеликими.

З підвищенням швидкості вітру зменшується початкове підняття домішок і відбувається зростання приземних концентрацій. Але, починаючи з деякої швидкості вітру, здатність атмосфери розчиняти домішки стає визначальним фактором. Це приводить до зменшення рівнів приземних концентрацій. Викиди з труб можуть бути тільки газовими або містити суміші газів і завислих частинок. У загальному вигляді розміри частинок знаходяться у межах від 0,001 до 500 мкм.

Якщо розмір частинок становить більше 20 мкм, то вони мають значну швидкість осідання. Це призводить до підвищення концентрації таких частинок поблизу поверхні землі недалеко від фундаменту труби порівняно з концентраціями газів, що викидаються одночасно [7].

Забруднювальні викиди піддаються процесам перетворення, взаємодії, вимивання, що може привести до утворення вторинних компонентів, можливо, більш небезпечних, ніж первинні. Зазначені процеси проходять по-різному для зважених частинок і газоподібних домішок. Час перебування («життя») забруднювальних речовин в атмосфері залежить:

- від стану атмосфери;
- фізичних і хімічних властивостей речовин, що викидаються;
- висоти і діаметра джерела викидів;
- розташування джерел;
- рельєфу місцевості.

Час «життя», наприклад, сірчистого газу може коливатися від декількох годин до декількох днів.

Розподіл концентрації забруднювальних речовин в атмосфері під факелом точкового джерела показано на рис. 2.1.

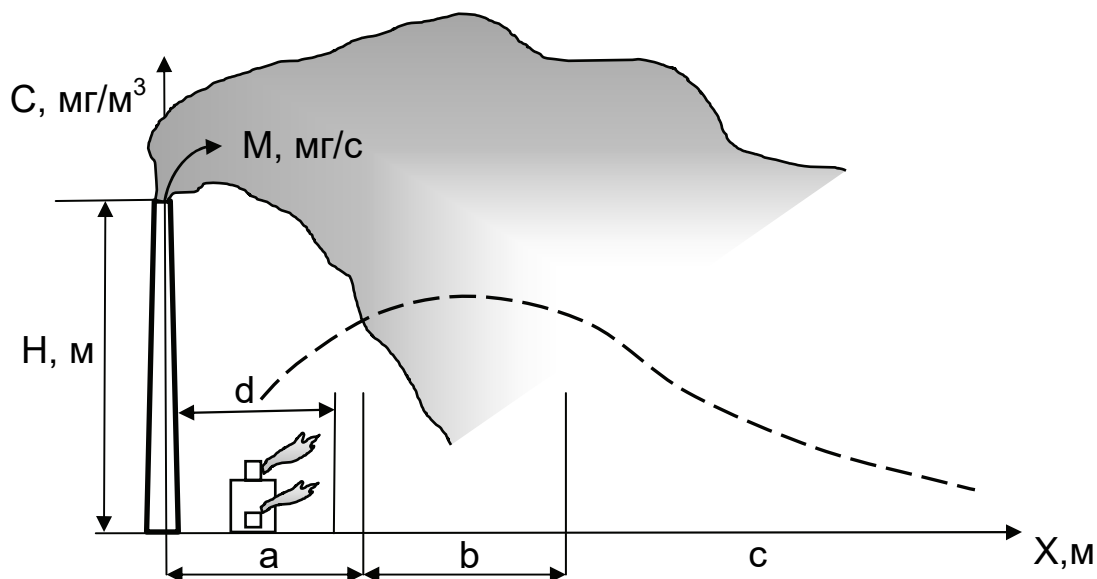


Рис. 2.1. Розподіл концентрації забруднювальних речовин у приземному шарі атмосфери під факелом точкового джерела:

- a — зона перекидання факела; b — зона задимлення;
- c — зона поступового зниження рівня забруднення;
- d — зона забруднення неорганізованими викидами

Усередині зони перекидання факела (a) мають місце високі концентрації забруднювальних речовин унаслідок неорганізованих викидів.

Зона задимлення (b) є найбільш небезпечною і не повинна потрапляти на територію житлової забудови. Розміри зони задимлення залежно від метеоумов знаходяться в межах 10–50 висот димової труби [6].

Розсіювання в атмосфері газоподібних домішок і дрібнодисперсних твердих частинок (діаметром менше 10 мкм), що мають незначну швидкість осадження, підпорядковується одним і тим же закономірностям. Для більш великих частинок пилу ця закономірність порушується, оскільки швидкість їх осадження під дією сили тяжіння зростає.

Метеоумови істотно впливають на перенесення і розсіювання домішок в атмосфері. Найбільше впливають надають режим вітру і температура (температурна стратифікація), опади, туман і сонячна радіація.

Ступінь забруднення атмосферного повітря визначається найбільшим розрахунковим значенням концентрації, що відповідає несприятливим метеорологічним умовам і небезпечною швидкістю вітру. Вітер може по-різному впливати на процес розсіювання домішок залежно від типу джерела і характеристики викидів. Якщо гази є перегрітими відносно навколишнього повітря, то вони мають початкову висоту підняття. У зв'язку з цим поблизу джерела створюється поле вертикальних швидкостей, що сприяють підняттю факела і віднесенню домішок угору. Це підняття зумовлює зменшення концентрацій домішок біля землі. Значення концентрації зменшується і при дуже сильних вітрах, однак це відбувається завдяки швидкому перенесенню домішок у горизонтальному напрямку. Внаслідок цього найбільші концентрації домішок у приземному шарі формуються при певній швидкості, яку називають небезпечною [6].

Вплив туману на вміст забруднювальних речовин в атмосфері проявляється таким чином. Краплі туману поглинають домішки, причому не лише поблизу підстильної поверхні, але й з верхніх, найбільш забруднених шарів повітря. Унаслідок цього концентрація домішок сильно збільшується в шарі туману і зменшується над ним. Розчинення сірчистого газу в краплях туману приводить до утворення сірчаної кислоти.

Опади добре очищають повітря від домішок. Після тривалих інтенсивних опадів високі концентрації домішок в атмосфері майже не спостерігаються.

Сонячна радіація обумовлює фотохімічні реакції в атмосфері з утворенням різних вторинних продуктів, що мають часто більш токсичні властивості, ніж речовини, які надходять від джерел викидів. Таким чином

відбувається окислення сірчастого газу з утворенням сульфатних аерозолів [7].

2.4. Методи контролю атмосферного повітря

Для контролю вмісту твердих частинок і аерозолів в атмосферному повітрі використовують гравіметричний (ваговий) і оптичний методи [8].

Гравіметричний метод полягає у виділенні частинок пилу з пилогазового потоку шляхом прокачування його через фільтр. Цей метод дає змогу отримати концентрацію пилу без урахування його хімічного і дисперсного складу.

Оптичний метод базується на визначенні непрозорості повітря при просвічуванні його з подальшим перетворенням оптичного сигналу на електричний.

Найпоширенішими приладами для контролю й аналізу домішок, що містяться в атмосфері, вважаються газоаналізатори. Розрізняють газоаналізатори термохімічні, електрохімічні, оптико-акустичні, фотоколориметричні, хемілюмінісцентні, лазерні й т. д. З їх допомогою визначають понад 100 найменувань горючих газів, парів і їх сумішей.

Для одночасного проведення якісного й кількісного аналізу газоподібних домішок застосовують хроматографи або мас-спектрометри. З їх допомогою визначають зміст будь-яких газів з концентрацією до 10–6 %. Хроматографи або мас-спектрометри є приладами періодичної дії з часом аналізу 10–20 хвилин.

Газоаналізатори ж дають змогу отримувати безперервні за часом характеристики забруднення повітря і виявляти максимальні концентрації домішок, які можуть бути не зафіксовані при періодичному відборі проб повітря по кілька разів на добу.

У цей час особлива увага приділяється розробленню й використанню лазерів для дистанційного аналізу забруднень домішками і визначення території їх поширення. Прилади, які являють собою поєднання лазера і локатора, називають лідарами. З їх допомогою вивчають просторовий розподіл домішок у повітрі [8].

Контрольні запитання

1. Якими чинниками підтримується склад атмосфери в стані динамічної рівноваги?
2. Яку протяжність має атмосфера?
3. Яким є середній хімічний склад повітря в нижніх шарах атмосфери?

4. Які глобальні екологічні проблеми загрожують Землі внаслідок антропогенного забруднення атмосфери?
5. Через що забруднюється атмосфера іонізуючими випромінюваннями?
6. Які функції виконує атмосфера?
7. Для чого використовують поняття концентрацій в атмосфері?
8. У чому відмінність максимально разової гранично допустимої концентрації від середньодобової?
9. Як оцінюється вплив речовин, для яких не встановлено гранично допустиму концентрацію?
10. За якими чинниками визначається ступінь забруднення повітря шкідливими речовинами при виробництві авіакосмічної техніки?
11. Що таке температурна стратифікація?
12. На які складові руху повітряних мас в атмосфері впливає стратифікація?
13. Чому дорівнює сухоадіабатичний градієнт при піднятті вгору на 100 м?
14. Від яких чинників залежить час перебування «життя» забруднювальних речовин в атмосфері?
15. Які методи контролю атмосферного повітря використовують при виробництві авіакосмічної техніки?
16. Чому для контролю й аналізу домішок, що містяться в атмосфері, краще використовувати газоаналізатори, а не хроматографи?

3. ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮВАЛЬНИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРУ ПІД ЧАС ВИРОБНИЦТВА АКТ

Джерела викидів в атмосферу підрозділяють на природні, обумовлені природними процесами, і антропогенні (техногенні), що є результатом діяльності людини. Виробництво авіакосмічної техніки належить до техногенного виду джерел викиду шкідливих речовин.

Загальний технологічний процес виробництва авіакосмічної техніки складається з окремих конкретних технологічних процесів виготовлення певних деталей, складових одиниць, агрегатів, відсіків і літального апарата в цілому, а також їх контролю й випробування.

Технологічний процес виготовлення і складання ЛА складається з таких технологічних процесів [2]:

- виготовлення основних елементів оболонок конструкцій ЛА;
- виготовлення фермових і каркасних корпусів ЛА;
- виготовлення трубопроводів, елементів автоматики, електричної мережі, приладів та іншої внутрішньої арматури;
- виготовлення двигунів і рульових установок ЛА;
- складання приладових, хвостових і фюзеляжних відсіків і обтічників;
- виготовлення й складання паливних баків;
- загальне складання ЛА.

Техногенні джерела забруднення атмосферного повітря відрізняються численністю і різноманіттям видів. Найбільш поширеними при виробництві авіакосмічної техніки є такі забруднювальні речовини: оксид вуглецю, сірчистий вуглець, аміак, анілін, ацетон, стирол, окис вуглецю, ціаніди, хромовий ангідрид, фенолформальдегід, вуглеводні CH , пил і т. д.

Основна маса викидів оксиду вуглецю (CO) утворюється в процесі спалювання органічного палива (гасу). Вміст CO в природних умовах становить від 0,01 до 0,2 мг / м³. Збільшення його в атмосфері може призвести до глобального потепління клімату.

Аміак – їдка і летка речовина четвертого класу небезпеки. Аміак використовується в цехах термічного оброблення, а також як горюча речовина на випробувальних станціях авіаційних двигунів. Пари аміаку спричиняють подразнення верхніх дихальних шляхів і ураження легень, при концентраціях, що перевищують 20 мг / м³, – зупинення серця. На станціях при випробуваннях двигунів сполучення аміаку з

нафтопродуктами може призвести не тільки до займання, але й до вибуху. Наявність аміаку призводить до руйнування водних екосистем [5].

Анілін застосовується не тільки на випробувальних станціях авіаційних двигунів, а й в цехах виготовлення деталей з композиційних матеріалів. Він являє собою агресивну, токсичну речовину 2-го класу небезпеки. Пари аніліну викидаються вентиляційними системами в атмосферу, спричиняючи загальне отруєння організму тварин і людини, руйнуючи озоновий шар Землі.

Ацетон використовується як розчинник у цехах виготовлення деталей з композиційних матеріалів, фарбувальних цехах, на випробувальних станціях авіаційних двигунів. При попаданні його в атмосферу вражається центральна нервова система людини. Ацетон, випадаючи з опадами, вражає рослинність, порушуючи інтенсивність фотосинтезу у рослин.

Ціаніди застосовуються майже у всіх технологічних процесах у цехах металопокриттів і являють собою джерела виділення в повітряне середовище шкідливих речовин. Нагріті травильні й гальванічні розчини інтенсивно випаровуються, виділяючи ціаніди. Витяжна вентиляційна система видаляє ціаніди в навколишнє середовище, що призводить до утворення вторинних продуктів, які мають значно більшу токсичність для атмосфери і ґрунтів.

Стирол і фенолформальдегід використовуються в цехах виготовлення деталей з композиційних матеріалів, основними компонентами яких є синтетичне сполучне і волокнистий наповнювач. Основою сполучного є стирол і фенолформальдегід. Так, приготування сполучного і формування готового виробу супроводжуються підвищеним виділенням парів стиролу і фенолформальдегіду в атмосферу через вентиляційну систему цеху. Вміст парів цих компонентів у атмосфері призводить до утворення ракових захворювань у населення [5].

Аерозолі марганцю, кремнію і міді, а також фторидів і оксидів азоту надходять в атмосферу з цехів і ділянок зварювання і паяння при ручному й автоматичному плазмовому зварюванні. Зміст аерозолів призводить не тільки до мутагенних змін в організмі людини, а й до руйнування озонового шару Землі.

Хромовий ангідрид застосовується в гальванічних цехах при використанні хімічних і електрохімічних методів очищення поверхонь деталей перед нанесенням покриттів, у фарбувальному цеху.

Потрапляючи в атмосферу, сприяє утворенню кислотних дощів і підвищенню токсичності ґрунтів.

Основним джерелом викидів вуглеводнів (CH – пари гасу) при виробництві авіакосмічної техніки є випробувальні станції авіаційних двигунів. Питома вага викидів вуглеводнів становить близько 50 % від загального обсягу всіх викидів в атмосферу аерокосмічного виробництва. При неповному згорянні палива відбувається також викид циклічних вуглеводнів, що мають канцерогенні властивості. Особливо багато канцерогенних речовин міститься в сажі, що викидається двигунами. Вуглеводні руйнують озоновий шар [5].

Пил у процесі виробництва авіакосмічної техніки утворюється при обробленні різних матеріалів, дробленні, подрібненні, шліфуванні, просіві подрібнених речовин і т. д.

Основні види пилу, характерні для авіаційного виробництва:

- мінеральний – піщано-кварцовий, корундовий, карборундовий, цементний, що утворюються при заточувальних та шліфувальних роботах на верстатах з абразивним кругом;
- металевий – чавунний, залізний, мідний, алюмінієвий, магнієвий, цинковий, що утворюються при різних видах механічного оброблення (заготівельно-штампувальний цех, гальванічний цех – при підготовці поверхонь покриттів для нанесення);
- деревний, який міститься у викидах деревообробних цехів при обробленні деревини;
- фенолформальдегідний, що утворюється при обробленні деталей з композитних матеріалів, зачищенні дерев'яних деталей, склеєних фенолформальдегідними смолами.

Розмір пилинок коливається від сотих часток до декількох десятків мікрометрів. Середній розмір частинок пилу в атмосферному повітрі становить 7–8 мікрометрів. Пил шкідливо впливає на людину, рослинний і тваринний світ, поглинає сонячну радіацію і тим самим впливає на термічний режим атмосфери і земної поверхні. Частинки пилу є ядрами конденсації при утворенні хмар і туманів. Основна маса пилу вимивається з атмосфери опадами.

Викиди, які містять домішки у вигляді частинок пилу, диму, туману або пари, називаються аерозолями. Кількість різновидів забруднювальних атмосфери аерозолів досягає 300 [5].

Речовини, які забруднюють атмосферу, класифікують:

- за агрегатним станом;
- хімічним складом;
- розміром частинок;
- масовою витратою викинутої речовини.

Забруднення атмосферного повітря може бути глобальним, регіональним, місцевим і локальним. Масштаби забруднення пов'язані з потужністю викиду і характером повітряних потоків. Якщо ці два фактори збігаються за напрямком і в часі, забруднення може бути глобальним, а якщо не збігаються, – регіональним, місцевим або локальним.

За впливом на організм людини забруднення атмосфери поділяють на фізичне і хімічне.

До фізичного забруднення належать: радіоактивне випромінювання, тепловий вплив, шум, низькочастотні вібрації, електромагнітні поля, а до хімічного – наявність хімічних речовин та їхніх сполук. Забруднювальні речовини викидаються виробничим обладнанням в атмосферу у вигляді суміші пилу, диму, туману, пари і газоподібних речовин.

3.1. Утворення забруднювальних речовин при виготовленні основних елементів оболонок конструкцій ЛА

Загальна схема побудови технологічного процесу виготовлення елементів оболонок конструкцій складається з таких процесів: вирізування плоскої заготовки і зачищення крайок, формування плоскої заготовки в криволінійну, виготовлення вікон, рифтів, свердління отворів, остаточне калібрування форми обшивки, остаточне обрізування й оброблення кромки, контроль обшивки і нанесення покриттів [2].

При роботі металорізального обладнання в цехах механічного оброблення повітря забруднюється аерозолями масел і охолоджувальних рідин. Оброблення «всуху» абразивними інструментами супроводжується виділенням абразивного металевих пилу сплавів титану, алюмінієво-магнієвих сплавів, жароміцних сталей, композиційних матеріалів. При роботі електроімпульсних верстатів виділяються аерозолі масел, сажа, аерозолі заліза і його оксидів.

При завершальній операції нанесення захисних покриттів витяжна вентиляційна система видаляє в атмосферу оксиди магнієвих сплавів, при анодуванні – аерозолі алюмінієвих сплавів. При виготовленні деталей силового набору, наприклад стрингерів, в атмосферу викидається в

основному металевий пил титану, алюмінієво-магнієвих і жароміцних сталей [3].

3.2. Утворення забруднювальних речовин при виготовленні фермових і каркасних корпусів ЛА

Загалом, виготовлення подібних корпусів полягає у виготовленні трубчастих або профільних деталей. Ці роботи проводяться в механічних цехах, при цьому в повітря виділяються пил металевих сплавів, аерозолі мастильно-охолоджувальних рідин або мінеральних масел. Виготовлення силових кілець і сполучних деталей проводиться на верстатах з холодним обробленням металів у тих же механічних цехах. Складання фермових корпусів здійснюється зварюванням. Зварювання електродами супроводжується виділенням парів оксидів міді, алюмінію і цинку, аерозолів марганцю, кремнію, а також фторидів і оксидів азоту [3].

При ручному і автоматичному плазмовому зварюванні міді та її сплавів у повітря виділяються оксиди міді, заліза, хромового ангідриду, оксиди азоту, сполуки марганцю і фтору. Коли відбувається паяння олов'яно-свинцевими припоями і каніфольним флюсом, у повітря надходять аерозолі свинцю, продукти згоряння ізоляції проводів.

На завершальному етапі при нанесенні покриттів виділяються аерозолі металів, що обробляються і напильються, оксиди азоту і озон.

Після зварювання і відпалу поверхні повинні оброблятися фрезеруванням, шліфуванням, гострінням. Ці операції супроводжуються описаними вище виділеннями забруднювальних речовин у механічних цехах [3].

3.3. Утворення забруднювальних речовин при виготовленні трубопроводів, елементів автоматики, електричної мережі, приладів та іншої внутрішньої арматури

Загальна схема виготовлення трубопроводів зі стандартних безшовних труб складається з таких процесів: відрізування труб, зачищення задирок і очищення труб, вирізування і зачищення отворів, зварювання й паяння трубопроводів та арматури, зачищення після зварювання або паяння, випробування, промивання, сушіння та консервації [2].

Після відрізування труб, зачищення задирок, вирізування і зачищення отворів, які відбуваються вручну, тут же роблять знежирення, травлення в лужній і кислотній ваннах. Нагріті травильні й гальванічні розчини

інтенсивно випаровуються, виділяючи ціаніди, оксиди азоту, сірчистий ангідрид, хлористий водень, хромовий ангідрид, пари кислот, лугів і т. д.

Для спеціальних сортів сталей використовують азотну, фосфорну і плавикову кислоти. Відпрацьовані розчини електролітичних ванн випаровують сполуки цинку, шестивалентного хрому та іони важких металів. При нагріванні й термообробленні в соляних ваннах, дегазації і сушінні виділяються в атмосферу шкідливі гази (окис вуглецю, оксиди азоту, сполуки хлору та фтору, вуглеводні й ін.).

Коли відбувається зварювання або паяння олов'яно-свинцевими припоями і каніфольним флюсом, у повітря надходять аерозолі свинцю, продукти згоряння ізоляції проводів [2].

3.4. Утворення забруднювальних речовин при виготовленні двигунів і рульових установок ЛА

У руховій установці найбільш характерним вузлом вважається сам двигун, основними елементами якого є безпосередньо камера згоряння і форсункова головка. При виготовленні основних елементів двигунів і рульових установок використовують верстати з холодним обробленням металів – преси, фрезерні, свердлильні, заточувальні верстати. При роботі на металорізальному обладнанні повітря забруднюється аерозолями масел і охолоджувальних рідин. При роботі електроімпульсних верстатів виділяються аерозолі масел, сажа, аерозолі заліза і його оксидів [2].

При обробленні абразивними інструментами в повітря виділяється абразивний металевий пил сплавів титану, алюмінієво-магнієвих і жароміцних сталей.

3.5. Утворення забруднювальних речовин при виготовленні й складанні паливних баків

Характерні деталі типових конструкторських паливних баків можна поділити на дві групи: деталі, що входять до силової схеми бака (обичайки, шпангоути, стрингери і т. д.), і деталі арматури (запірні пристрої, датчики рівнів рідини, клапани, фланці й т. д.) [2].

При виготовленні характерних елементів паливних баків виділення шкідливих речовин з виробничих приміщень цехів у навколишнє середовище відбувається через аераційні ліхтарі. Тільки при просочуванні склотканини фенолформальдегідними і епоксидними смолами на семи просочувальних машинах з обсягом виробництва 26000 м³/ рік викиди містять 92 – 516 мг/м³ етанолу, 7 – 78 мг/м³ бутанолу, 11 – 40 мг/м³ толуолу, 233 – 1638 мг/м³ бутилацетату, 19 – 116 мг/м³ ацетону, 0 – 0,4 мг/м³ формальдегіду й т. д.

Різні забруднення, що надходять в атмосферу з цехів і дільниць зварювання і паяння, супроводжуються виділенням парів оксидів свинцю і цинку, аерозолів марганцю, кремнію і міді, а також фторидів і оксидів азоту. При ручному і автоматичному плазмовому зварюванні міді та її сплавів у повітря навколишнього середовища надходять оксиди міді, заліза, хромовий ангідрид, оксиди азоту, сполуки марганцю і фтору. Перелічені сполуки вважаються канцерогенними речовинами, що призводять до утворення пухлин.

3.6. Утворення забруднювальних речовин при загальному складанні ЛА

Завершальний етап виготовлення ЛА – загальне складання і випробування. Загальне складання поділяють на безпосереднє складання-з'єднання окремих агрегатів і монтаж обладнання. Стикування й з'єднання агрегатів при загальному складанні виконуються зазвичай за конструктивно-технологічними роз'ємами, звареними або клепами з'єднаннями [2]. Таким чином, при загальному складанні ЛА не відбувається викидів забруднювальних речовин в атмосферу.

Контрольні запитання

1. Які основні види пилу є характерними для авіакосмічного виробництва?
2. При яких чинниках забруднення атмосферного повітря может бути глобальним або регіональним?
3. На які класи поділяють забруднення атмосфери за впливом на організм людини?
4. Які основні джерела утворення забруднювальних речовин при виготовленні основних елементів оболонок конструкцій ЛА?
5. Які основні джерела утворення забруднювальних речовин при виготовленні фермових і каркасних корпусів ЛА?
6. Які основні джерела утворення забруднювальних речовин при виготовленні трубопроводів, елементів автоматики, електричної мережі, приладів та іншої внутрішньої арматури ЛА?
7. Які основні джерела утворення забруднювальних речовин при виготовленні двигунів і рульових установок ЛА?
8. Які основні джерела утворення забруднювальних речовин при виготовленні й складанні паливних баків ЛА?
9. Які основні джерела утворення забруднювальних речовин при загальному складанні ЛА?

4. ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ГІДРОСФЕРИ

Наша планета на три чверті покрита водою. Об'єм гідросфери становить майже 1,5 млрд км³. Вода сама по собі вважається головним багатством біосфери. Вона є універсальним розчинником. Вода має багато аномальних властивостей: температуру кипіння (100 °С), тверда фаза води (лід) легше, ніж рідка, молекули води мають схильність до тяжіння. Основна ж маса води (близько 97 %) є солоною і непридатною для пиття, сільськогосподарського поливу, побутового й промислового споживання. Найцінніший елемент гідросфери – прісна вода. На частку прісної води припадає близько 3 % усієї води, причому 2 % з них містяться в малодоступних льодах. Структура водної екосистеми (рис. 4.1) дає змогу краще уявити взаємодію всіх компонентів.

Водна екосистема містить підсистему вищої водної рослинності (ВВР), планктонну і бентосну підсистеми, кожна з яких складається з більш простих підсистем нижнього рівня.

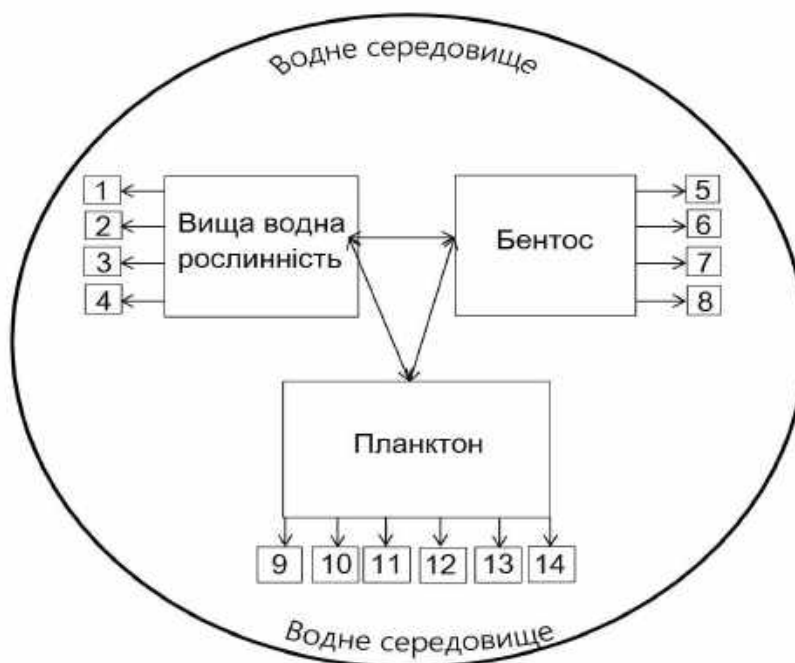


Рис. 4.1. Структура водної екосистеми:

- 1 – власне рослинна частина; 2 – планктон; 3 – бентос;
- 4 – перефітон на ВВР; 5 – дріжджі; 6 – водорості; 7 – прості черви;
- 8 – рачки; 9 – плісняві гриби; 10 – личинки комах; 11 – бактерії;
- 12 – актиноміцети; 13 – анаеробні бактерії;
- 14 – аеробні бактерії

Поглинення і накопичення зазначених біогенних елементів залежить від їх концентрації, стадії вегетації (максимальні весною і наприкінці літа), виду та біомаси ВВР. Тому ВВР можна застосовувати при водоохоронних заходах водних об'єктів.

До однієї з найважливіших проблем сучасності належить забруднення водних ресурсів. Для авіакосмічного виробництва також є характерною наявність багатьох водомістких технологічних процесів, а отже, і створення значної кількості виробничих стічних вод, що забруднюють гідросферу.

4.1. Показники якості води

Різноманітність видів водокористування породжує і різноманітність вимог до води. Виходячи з цього, поняття “якість води” має бути ув'язано з її використанням.

Відповідно до Водного кодексу України якістю води є характеристика складу і властивостей води, яка визначає її придатність для конкретного виду водокористування [6].

Якість води оцінюють за системою показників. Показники якості води поділяють на фізичні, бактеріологічні, гідробіологічні та хімічні. Іншою формою класифікації показників якості води є їх поділ на загальні й специфічні. До загальних належать показники, характерні для будь-яких водних об'єктів. Для специфічних показників характерною є наявність у воді елементів, властивих місцевим географічним умовам, або присутність антропогенного впливу на водний об'єкт, зокрема в умовах виробництва авіакосмічної техніки [8].

До основних фізичних показників якості води належать:

1. Температура води. У авіакосмічній галузі підвищення температури водних мас залежить від надходження підігрітих вод при виготовленні основних елементів оболонок конструкцій, внутрішньої арматури і т. д. Температура впливає майже на всі процеси, від яких залежать склад і властивості води.
2. Запах води, що створюється специфічними речовинами, які надходять у воду, і вимірюється в балах.
3. Прозорість води, яка залежить від ступеня розсіювання сонячного світла в воді речовинами органічного і мінерального походження, що знаходяться у ній у завислому і колоїдному станах. Прозорість залежить від біохімічних процесів, які відбуваються у воді, і вимірюється в сантиметрах.
4. Кольоровість води, яка обумовлюється вмістом органічних забарвлених сполук і вимірюється в градусах. Висока кольоровість знижує органолептичні властивості води й зменшує вміст розчиненого кисню.
5. Вміст завислих речовин. Завислі речовини впливають на глибину проникнення сонячного світла, погіршують життєдіяльність

гідробіонтів, призводять до замулювання водних об'єктів, спричиняючи їх екологічне старіння (евтрофування). Вміст завислих речовин вимірюється в грамах на метр кубічний (міліграмах на літр).

Бактеріологічні показники характеризують забрудненість води патогенними мікроорганізмами. До найважливішого бактеріологічного показника відносять: колі-індекс – кількість кишкових паличок в одному літрі води.

Гідробіологічні показники дають змогу оцінити якість води за тваринним населенням і рослинністю водойм. Зміна видового складу водних екосистем може відбуватися при настільки слабкому забрудненні водних об'єктів, яке не можна виявити ніякими іншими методами. Тому гідробіологічні показники є найбільш чутливими.

Фізичні, бактеріологічні й гідробіологічні показники відносять до загальних показників якості води.

Хімічні показники можуть бути загальними і специфічними. Загальними хімічними показниками якості води є розчинений кисень і біохімічне споживання кисню.

При виробництві авіакосмічної техніки до специфічних показників якості води, які найбільш часто використовуються, відносять [6]:

1. Водневий показник (рН) – показник жорсткості води, який характеризує кількісний вміст у воді кальцію і магнію, пов'язаних як зі слабкими, так і з сильними кислотами.
2. Феноли. Вміст фенолів у воді токсично впливає на людину і погіршує органолептичні властивості води. Установлено, що 80 % всіх матеріалів, вироблених в авіації, – це композиційні матеріали на основі фенолів [8].
3. Нафтопродукти. До нафтопродуктів належать палива, масла і деякі інші продукти, що являють собою суміш вуглеводнів різних класів. Джерелами надходження нафтопродуктів є витoki при їх транспортуванні, при роботі двигунів на випробувальних станціях, мастильно-охолоджувальні рідини, які використовуються під час холодного оброблення металів, і т. д. Вуглеводні, що входять до складу нафтопродуктів, токсично й деякою мірою наркотично впливають на живі організми, вражаючи серцево-судинну і нервову системи.
4. Важкі метали. До найбільш поширених важких металів належать свинець, ртуть, мідь, цинк. Важкі метали мають мутагенну і токсичну дію [6].

Таким чином, під впливом стічних вод можуть відбуватися докорінна зміна і погіршення всього гідрохімічного режиму гідросфери. За складом забруднювачів і характером їх дії всі стічні води поділяють на чотири групи [4]:

- 1) які містять неорганічні домішки зі специфічними токсичними властивостями;
- 2) що містять неорганічні домішки без специфічних токсичних властивостей;
- 3) які містять органічні домішки без специфічних токсичних властивостей;
- 4) що містять органічні домішки зі специфічними токсичними властивостями.

Авіакосмічне підприємство забруднює гідросферу стічними водами першої та четвертої групи.

Основними забруднювачами стічних вод першої групи є розчинні й нерозчинні неорганічні речовини (солі, луги, кислоти, мідь, свинець та інші важкі метали, сірководень, сірчисті сполуки, оксиди і гідроксиди металів і т. д.), багато з яких мають токсичні властивості. Під впливом таких стічних вод змінюються колір, прозорість, смак і запах води. При потраплянні стічних вод у водні об'єкти на дні з'являється відкладення нерозчинних опадів, що ускладнює розвиток донної фауни. Завислі речовини забивають і ушкоджують зябра риб, спричиняючи у них зяброві захворювання. Унаслідок цього у водоймі може повністю зникнути риба і її кормові об'єкти, що мешкають в товщі води (планктон) і ґрунтах (бентос).

До четвертої групи належать стічні води із забруднювачами, аналогічними стокам першої групи, але вони впливають на водойми більш сильно. Бензол, толуол, масла, смоли, феноли та деякі інші речовини мінералізуються повільно, і тому утворене ними в водоймі забруднення поширюється на десятки і навіть сотні кілометрів. Такі стічні води сильно впливають на фізичні властивості води водойми. Вода набуває неприродного забарвлення, неприємного фенольного медикаментозного запаху і смаку, робиться каламутною, покривається флуоресцентною плівкою, що перешкоджає природному перебігу біологічних процесів, і стає непридатною для потреб населення. Феноли і смоли є отруйними не тільки для людини, але й для водних організмів. Річки, забруднені фенольними стічними водами, втрачають своє рибогосподарське значення. Тому в цей час охорона гідросфери України і запобігання забрудненню її стічними промисловими водами набули важливого державного значення [10].

Проблема охорони гідросфери від забруднення може бути повністю вирішена тільки після проведення цілого комплексу різноманітних заходів, серед яких дуже важливими є розроблення методів очищення стічних вод і нормування скидання їх у водойми, тобто розроблення біологічних обґрунтувань і вимог до гранично допустимих норм очищення і знешкодження стічних вод і до умов скидання їх у водойми.

4.2. Захист від забруднень гідросфери

У зв'язку з різноманітністю забруднень у стічних водах при виробництві авіакосмічної техніки доводиться застосовувати таку комбінацію методів очищення, яка забезпечила б максимальний ефект при мінімальних витратах (табл. 4.1) [4].

Біохімічне очищення стічних вод з урахуванням значень показників ефективності (табл. 4.1) доцільно поєднувати з іншими методами очищення. А метод відстоювання є необхідним елементом у будь-якій комбінованій схемі очищення як перший ступінь для видалення основної маси нерозчинених забруднювальних речовин [10].

Біохімічні методи базуються на здатності мікроорганізмів руйнувати й перетворювати різні сполуки. Руйнування відбувається під дією ферментів, що виробляють мікроорганізми.

До механічних методів очищення води від твердих частинок залежно від їх властивостей, концентрації і розчину відносять: проціджування, відстоювання, відокремлення твердих частинок за допомогою дії відцентрованих сил, фільтрування.

Таблиця 4.1

Ефективність різних методів очищення стічних вод

№ п/п	Методи очищення стічних вод	Ефективність	
		за нерозчинними домішками	за біохімічною потребою в кисні
1	Механічні (відстоювання, фільтрування, зворотний осмос)	60–90	30–40
2	Механо-хімічні (коагуляція, нейтралізація)	80–85	40–50
3	Фізико-хімічні (іонний обмін, сорбція, флотація, ректифікація, кристалізація, екстракція, евапорація)	90	50–75
4	Термічні	90	-
5	Біохімічні	90	80–90

Проціджування використовують для виділення із забруднених стічних вод нерозчинних домішок розміром до 2,5 мм, а також волокнистих забруднень. Проціджування здійснюють пропусканням стічної води через решітки і волокноуловлювачі. Такі решітки виготовляють з металевих стрижнів або арматури із зазорами між ними 0,5–2,0 мм і встановлюють під кутом 60 °. Решітки найчастіше очищають механічно за допомогою поворотних граблів або вручну. При цьому домішки, зняті з решітки, подрібнюють і скидають назад у забруднені води, унаслідок чого погіршується якість повітряного і водного середовищ. Для усунення цього недоліку використовують решітки-дробарки, які подрібнюють домішки, не витягуючи їх із забруднених вод [10].

Відстоювання ґрунтується на особливості осадження твердих речовин у рідині. Забруднені води очищуються в пісковловлювачах і відстійниках. Залежно від напрямку руху забруднених вод пісковловлювачі можуть бути горизонтальними з прямолінійним і коловим рухом води і аерованими [6].

Фільтрування забруднених стічних вод призначено для очищення їх від тонкодисперсних твердих домішок. Для очищення забруднених вод використовують два види фільтрів: зернисті, в яких рідина протікає через насадки пористих матеріалів (пісок), і мікрофільтри, елементи яких виготовляють з пористих матеріалів.

Зворотний осмос (гіперфільтрування) – виділення зі стоків гідратованих іонів, молекул та інших дрібних частинок шляхом пропускання їх під великим тиском через мембрани, розміри отворів яких є меншими за розміри добутих із води частинок.

Очищення води від маслородуктів залежно від їх складу і концентрації здійснюється відстоюванням, обробленням у гідроциклонах, фільтрацією і флотацією.

Найбільшого поширення в авіакосмічній галузі набули екстракційний і евапораційний методи як регенераційні методи очищення для вилучення зі стічних вод цінних органічних речовин з подальшою їх утилізацією. При екстракції з стічних вод витягуються розчинені та емульговані речовини за допомогою екстрагента – розчинника, більш сильного, ніж вода. При евапорації відбувається відгін летких речовин за допомогою водяної пари [10].

При термічному переробленні стічних вод по суті повністю ліквідуються стічні води і наявні в них забруднення, однак у багатьох

випадках воно економічно є недоцільним і дуже затратним енергетично і фінансово.

Витрати на очищення стічних вод лише в окремих випадках окупаються вартістю витягнутих з них речовин і в більшості випадків є накладними витратами виробництва. Тому боротьба із забрудненнями повинна вестися як шляхом очищення стоків, так і шляхом скорочення обсягів стічних вод, що скидаються в міську каналізацію.

Багаторічні спостереження на водоймах показують, що стічні води і їх компоненти несприятливо діють на водні організми тоді, коли концентрація їх у воді перевищує якусь певну межу. Вміст шкідливих речовин нижче цієї межі створює іноді навіть сприятливе середовище для існування водних організмів. Отже, достатньо лише того, щоб вміст шкідливих речовин не перевищував гранично допустимих концентрацій (ГДК) (табл. 4.2) при надходженні стічних вод у водойми [10].

Таблиця 4.2

ГДК основних шкідливих речовин у водоймах

Інгредієнт	ГДК, г/м ³	Інгредієнт	ГДК, г/м ³
Свинець	0,1	Аміак	0,1
Миш'як	0,05	Солі амонію	5,0
Мідь	0,01	Таніни	Нижче 10,0
Цинк	0,01	Сульфіди	Немає
Нікель	0,01	Вільний хлор	Немає
Кадмій	0,005	Феноли	0,001
Ціаніди	0,05	Сірковуглець	1,0
Магній	50,0	Пестициди	0,1

4.3. Методи оцінювання якості води

Основними стандартними методами контролю за станом забруднення вод є визначення хімічного споживання кисню (ХСК) і біохімічного споживання кисню (БСК).

ХСК — це величина, що характеризує загальний вміст у забрудненій воді органічних і неорганічних відновників, що реагують з сильними окислювачами.

БСК — це кількість кисню, необхідного для окислення органічних речовин, які знаходяться у воді, в аеробних умовах, що виникають в забрудненій воді внаслідок біологічних процесів.

При аналізі складу стічних вод часто застосовують «багатокомпонентні» методи аналізу, які дають змогу визначити широкий

спектр хімічних речовин. До них належать атомно-емісійний, рентгенівський і хроматографічний методи [1].

Існують одноразові, опосередковані й комплексні методики оцінювання якості води. Одноразові й опосередковані методики вже давно стали традиційними. Необхідність більш об'єктивного оцінювання води зумовила появу комплексних оцінок.

Комплексне оцінювання якості води — це уявлення про ступінь її забруднення або про якість, виражену через ту чи іншу систему показників або через обмежену сукупність характеристик складу і властивостей води, які порівнюються з нормативами для певного водовикористання.

Комплексна методика оцінювання якості води має відповідати таким вимогам [6]:

- 1) мати фізичну суть, бути нескладною у визначенні й логічно зрозумілою;
- 2) мати універсальний характер і підходити до визначення оцінки якості води для будь-яких видів водокористування;
- 3) мати максимальну інформативність при мінімальній кількості показників, забезпечуючи максимально повне і достовірне оцінювання забруднення води;
- 4) давати змогу автоматизовано обробляти й накопичувати дані.

Коефіцієнти забруднення води є в основному абстрактними показниками, що враховують обмежену кількість елементів. Найбільш інформативним вважається гідрохімічний індекс забруднення води (ІЗВ).

Цей індекс є сумарним показником, який і являє собою середнє значення перевищення ГДК за певною кількістю речовин і обчислюється за такою формулою:

$$ІЗВ = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i} = \frac{1}{6} \cdot \sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{ГДК_{e_i}},$$

де n — кількість показників, які використовуються для розрахунку індексу;
 C_i — концентрація хімічної речовини у воді, мг/л; $ГДК_i$ — гранично допустима концентрація речовини у воді, мг/л [4].

При визначенні ІЗВ для водних об'єктів розрахунок проводиться за величиною $ГДК_v$ для шести компонентів, що мають найбільшу кратність перевищення ($C/ГДК_v$), тобто $n = 6$. До шести основних, так званих

«визначаючих» показників належать в обов'язковому порядку концентрація розчиненого кисню і значення БСК₅.

Залежно від величини ІЗВ ділянки водних об'єктів поділяють за якістю на 7 класів, наведених у табл. 4.3 [10].

Таблиця 4.3

Класифікація якості води

Клас якості води	Назва	Значення індексу забруднення
I	Дуже чиста	$< 0,3$
II	Чиста	$0,3 < \text{ІЗВ} > 1$
III	Помірно забруднена	$1 < \text{ІЗВ} > 2,5$
IV	Забруднена	$2,5 < \text{ІЗВ} > 4$
V	Брудна	$4 < \text{ІЗВ} > 6$
VI	Дуже брудна	$6 < \text{ІЗВ} > 10$
VII	Надзвичайно брудна	$\text{ІЗВ} > 10$

Класу якості води встановлюється за методиками відповідних нормативних документів.

Протягом тривалого періоду стічні води при виробництві авіакосмічної техніки були однією з найбільш істотних причин забруднення міських стічних вод (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Орієнтовний склад стічних вод при виробництві авіакосмічної техніки

Показник	Концентрація, г/м ³ (2000 р.)	Концентрація, г/м ³ (2013 р.)
Завислі речовини	100–200	50–100
Феноли	200–300	80–100
Ціаніди	70–120	40–80
Хром	40–60	20–40
Кислоти	70–100	30–70
Нафтопродукти і масла	25–40	10–25

У цей перехідний період природоохоронна політика в Україні, спрямована на обмеження скидання промислових стічних вод у водні об'єкти, аж до заборони скидання неочищених стічних вод у межах міста, істотно змінила співвідношення між різними джерелами забруднення. Значення концентрацій деяких показників шкідливих речовин зменшилося в три рази [10].

Контрольні запитання

1. Які аномальні властивості має вода?
2. З яким чинником ув'язано поняття якості води?
3. Які показники належать до основних фізичних показників якості води?
4. Які бактеріологічні показники характеризують забрудненість води?
5. Які показники якості води є найбільш чутливими?
6. На які групи поділяють хімічні показники якості води?
7. Які речовини належать до найбільш часто використовуваних специфічних показників якості води при виробництві авіакосмічної техніки?
8. До якої групи належать стічні води авіакосмічного підприємства за складом забруднювачів і характером їх дії?
9. Який метод очищення стічних вод є необхідним елементом у будь-якій комбінованій схемі очищення як найперший ступінь для видалення основної маси нерозчинених речовин?
10. Які методи доцільно поєднувати з урахуванням значень показників ефективності очищення стічних вод?
11. Що таке зворотний осмос?
12. Який метод очищення стічних вод авіакосмічного підприємства є економічно недоцільним і дуже затратним енергетично і фінансово?
13. Як впливають на людину важкі метали і чому їх так називають?
14. При якому методі очищення стічних вод при виробництві авіакосмічної техніки використовують водяну пару?
15. Які багатокomпонентні методи аналізу складу стічних вод дають змогу визначити широкий спектр хімічних речовин?
16. За якою формулою визначається найбільш інформативний гідрохімічний індекс забруднення води (ІЗВ)?
17. На скільки класів за якістю води залежно від величини ІЗВ поділяють ділянки водних об'єктів?

5. ЗАБРУДНЕННЯ ГІДРОСФЕРИ ПІД ЧАС ВИГОТОВЛЕННЯ АКТ

Основною причиною забруднення поверхневих вод є скидання неочищених і недостатньо очищених виробничих стічних вод безпосередньо в міську каналізацію.

Розрізняють хімічне, фізичне і біологічне забруднення водою.

Хімічне забруднення зумовлено збільшенням у воді неорганічних і органічних шкідливих домішок (мінеральні солі, кислоти, луги, поверхнево-активні речовини (ПАР) і т. д.).

Фізичне забруднення пов'язане зі зміною фізичних параметрів водного середовища і визначається тепловими, механічними, радіоактивними забрудненнями.

Біологічне забруднення полягає в зміні властивостей водного середовища внаслідок збільшення в ньому кількості мікроорганізмів, рослин і тварин (бактерії, гриби, черви), привнесених ззовні.

Авіаційна галузь характеризується наявністю кількох водомістких технологічних процесів, а отже, і створенням значної кількості виробничих стічних вод. Стічні води аерокосмічного виробництва в основному забруднюються відходами травильних, гальванічних, фарбувальних, механічних цехів і нафтопродуктами [10].

5.1. Основні види забруднень стічних вод при виготовленні основних елементів оболонок конструкцій ЛА

Основними елементами оболонок корпусів є обшивки, обичайки, деталі силового набору і сполучні деталі. Обшивки виготовляються з алюмінієвих, магнієвих, титанових, сталевих сплавів і композитних матеріалів. Основними видами забруднювачів стічних вод при виготовленні оболонок конструкцій є пісок, окалина, пил, флюси і т. ін. Масова концентрація суспензій у стічних водах може досягати 300 мг / л. Температура стічних вод становить 30 – 40 ° С.

Після хімічного фрезерування утворюються кислотно-лужні, ціановмісні й хромовмісні стоки. При подальшому відстоюванні зі стоку виділяються метали відповідно до їх розчинності. Для повного вилучення міді, нікелю та цинку проводиться додаткове оброблення стічних вод. При механічному обробленні металевих деталей на верстатах у стічні води потрапляють відпрацьовані мастильно-охолоджувальні речовини (МОР) – водна і масляна фази нафтопродуктів [6].

5.2. Основні види забруднень стічних вод при виготовленні фермових і каркасних корпусів

Основними деталями фермових і каркасних корпусів є тяги, стійки, розкоси, опори, кронштейни, косинки, куточки, шпангоути і т. д. При їх

виробництві в стічні води потрапляють завислі речовини (0,4 – 1 г/л) і мінеральні масла (0,01 - 0,06 г/л).

Після нанесення покриттів на основні деталі в стічних водах осідають ціаніди, які містять хлор компоненти, а також хром і перекис водню. Ціанідів міститься 15 – 60 мг / л. Кількість хлоровмісних компонентів змінюється в широких межах від 2 до 12 мг/л. Для хромування використовують електроліти, основними компонентами яких є хромовий ангідрид і сірчана кислота. Солі шестивалентного хрому, які мають велику токсичність, є основними забруднювачами стічних вод. У промивних стоках їх міститься до 600 мг/л, у відпрацьованих розчинах – до декількох тисяч. Стічні води, до складу яких входять нафтопродукти (бензин, гас, мастила, мазут, мастильні рідини), створюються при обробленні деталей, їх промиванні й розконсервації [2].

5.3. Основні види забруднень стічних вод при виготовленні трубопроводів та іншої внутрішньої арматури

У конструкціях ЛА трубопроводи в паливних, пневматичних, масляних та інших системах відіграють велику роль. Значною є і трудомісткість їх виготовлення й монтажу. Випробування на герметичність проводять методом акваріума. Після контролю і випробування трубопроводи і сильфони мийуть, сушать, обезжирюють з обох кінців, закривають технологічними кришками і пломбують.

Під час зварювальних робіт може здійснюватися відведення карбідного мулу в стічні води. При штампуванні різними методами в стічні води потрапляють відпрацьовані МОР – водна й масляна фази і нафтопродукти [3].

5.4. Основні види забруднень стічних вод при виготовленні двигунів і рульових установок

Конструкція двигуна і рульової установки має кілька типових елементів:

- паливні баки;
- камери згоряння;
- систему подачі палива з бака в камеру згоряння за допомогою турбонасосного агрегату;
- газогенератор;
- систему трубопроводів;
- силову раму;
- електросистему.

При виготовленні металевих корпусів двигунів у стічні води потрапляють відпрацьовані МОР – водна й масляна фази і нафтопродукти.

При виготовленні корпусів двигунів з композиційних матеріалів у стічні води потрапляють пісок, полівінілові спирти і т. ін.

Після операції травлення внаслідок промивання металевих виробів водою в стічних водах осідають оксиди і залишки масел, сірчана або соляна кислоти та їх суміші. Для спеціальних сортів сталей використовують азотну, фосфорну й плавикову кислоти. При сірчаноокислому травленні в стічні води потрапляють від 0,5 до 4 г / л сірчаної кислоти, від 0,5 до 8 г / л сірчаноокислого заліза і до 300 мг / л завислих речовин (окалина, пісок і т. д.) [2] .

5.5. Основні види забруднень стічних вод при загальному складанні ЛА

Процес загального складання ЛА полягає у базуванні агрегатів один відносно одного, з'єднанні і скріпленні їх різними способами, монтажі й підключенні комунікацій, проведенні різних регулювальних робіт систем і механізмів і випробувань. Тому у всіх випадках ставляться високі вимоги до отримання хімічно чистих поверхонь металу. Електролітичне знежирення, промивання в лужних і кислотних ваннах призводять до потрапляння в стічні води від 0,5 до 4 г / л сірчаної кислоти, від 0,5 до 8 г / л сірчаноокислого заліза і до 300 мг / л завислих речовин [3].

Контрольні запитання

1. Чим зумовлено хімічне, фізичне або біологічне забруднення водоймищ?
2. Які цехи аерокосмічного виробництва найбільше забруднюють навколишнє середовище?
3. Які основні види забруднень стічних вод відбуваються при виготовленні оболонок конструкцій ЛА?
4. Які основні види забруднень стічних вод спостерігаються при виготовленні фермових і каркасних корпусів ЛА?
5. Які основні види забруднень стічних вод спостерігаються при виготовленні трубопроводів та іншої внутрішньої арматури ЛА?
6. Які основні види забруднень стічних вод спостерігаються при виготовленні двигунів і рульових установок ЛА?
7. Які основні види забруднень стічних вод спостерігаються при загальному складанні ЛА?
8. Які забруднювачі потрапляють в стічні води, до складу яких входять нафтопродукти?
9. Які забруднювачі потрапляють в стічні води при виготовленні корпусів з композиційних матеріалів?
10. Для яких металів для повного вилучення забруднювальних речовин проводять додаткове оброблення стічних вод?

6. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ

Ґрунти – це самостійне природне тіло, яке утворилося на поверхні гірських порід, під сукупним впливом тварин, рослин, мікроорганізмів, клімату, води, рельєфу місцевості, часу, діяльності людини. Товщина ґрунтового покриву становить від 15 – 20 см до 2 – 3 м. Найважливіша особливість ґрунту – родючість, тобто забезпечення рослин усім необхідним для їх росту і розвитку.

За час розвитку людської цивілізації площа екологічно чистих ґрунтів безупинно скорочується. Однією з причин є відведення земель під будівництво і експлуатацію промислових об'єктів. Щорічно з поверхні землі зникає 25 млрд т родючого ґрунту. Проблема забруднення ґрунтів полягає в тому, що в них знаходять нові, не характерні для ґрунтів, речовини і мікроорганізми [7].

Основними причинами деградації ґрунтів при виробництві аерокосмічної техніки є їх підкислення і забруднення.

6.1. Основні види забруднень ґрунтів

Будучи найважливішою ланкою біологічного кругообігу речовин, ґрунт продукує основний харчовий і енергетичний матеріал для інших мешканців планети. При цьому він виконує функції регулятора, що підтримує природний склад атмосфери завдяки перетворенню біоти, що відмирає, і продуктів виробничої діяльності людини. Саме ця функція ґрунту в біологічному кругообігу речовин робить його найважливішою складовою екосистеми. Середній склад континентальної земної кори (рис. 6.1) показує, що тільки 9 елементів визначають 99 % всієї маси. Останні 79 елементів існують в малих і дуже малих кількостях, хоча вони є дуже важливими ресурсами для сучасної промисловості.

На території міст ґрунти піддаються забрудненню, яке можна поділити на механічне, хімічне й біологічне.

Механічне забруднення полягає в засміченні ґрунтів великоуламковим матеріалом у вигляді виробничого, будівельного сміття та інших відносно інертних відходів. Це негативно впливає на механічні властивості ґрунтів.

Хімічне забруднення ґрунтів пов'язане з проникненням у них речовин, які змінюють природну концентрацію хімічних елементів до рівня, що перевищує норму, наслідком чого є зміна фізико-хімічних властивостей ґрунтів.

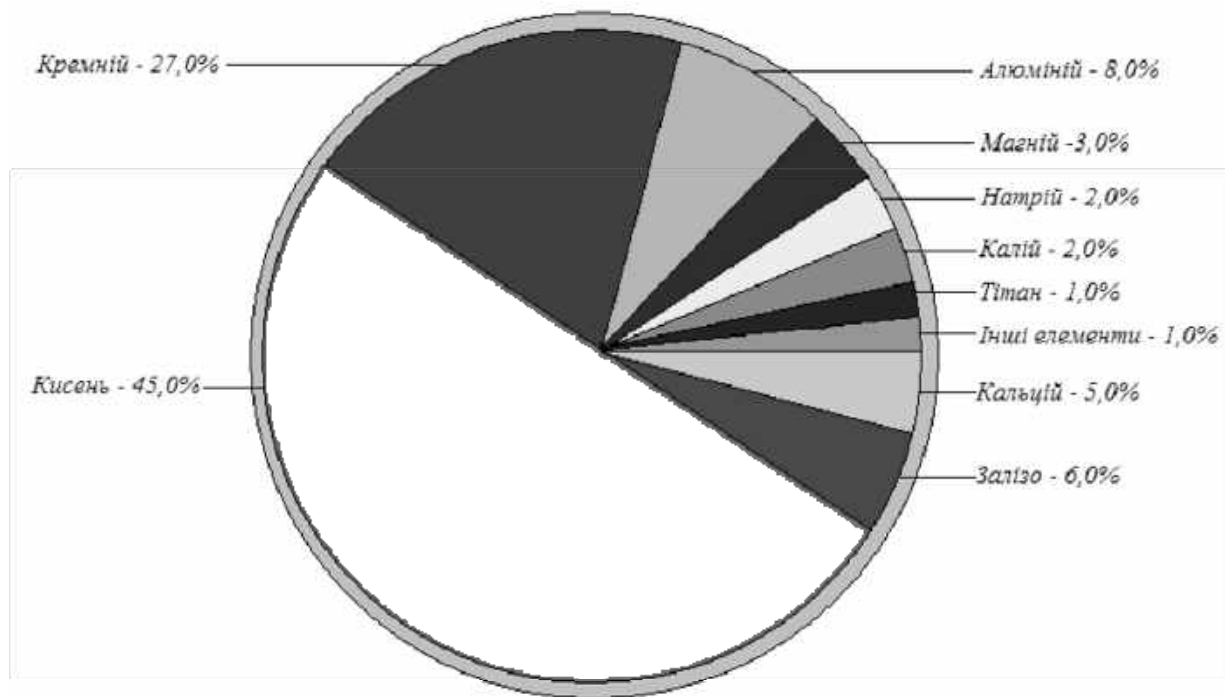


Рис. 6.1. Склад головних хімічних елементів у ґрунті

Цей вид забруднення є найбільш типовим для виробництва аерокосмічної техніки, довготривалим і небезпечним.

Біологічне забруднення пов'язане з привнесенням в ґрунтове середовище і розмноженням у ньому небезпечних для людини організмів. Бактеріологічні, гельмінтологічні й ентомологічні показники стану ґрунтів визначають рівень їх епідеміологічної небезпеки [6].

6.2. Забруднення ґрунтів при виробництві АКТ

Основна маса важких металів і канцерогенних речовин, які містяться в промислових викидах авіаційних підприємств, осідає на ґрунти. Хоча чинників деградації ґрунтів дуже багато, але головними серед них є такі:

- неправильне землекористування, що призводить до зникнення родючого ґрунту;
- зникнення екосистеми, у межах якої формувався певний тип ґрунту;
- зміна кліматичних факторів, у першу чергу, гідрологічних умов;
- забруднення виробничими відходами.

Для ґрунтів є небезпечним скупчення в них важких металів. За походженням важкі метали поділяються на три групи:

- літогенні, що входять до складу гірських порід;

- педогенні, які входять до складу ґрунту;
- антропогенні, що потрапляють у ґрунт унаслідок виробничої діяльності людини.

Найбільшу небезпеку становить остання група, до якої належить і аерокосмічне виробництво. Найбільш токсичними для ґрунту є речовини першого класу небезпеки, які застосовуються при виробництві ЛА. До них належать: ртуть, свинець, кадмій, кобальт, хром, нікель, олово, марганець, мідь, хлор і т. д. Більшість цих речовин концентрується в трофічних ланцюгах. Однак у підвищених концентраціях вони є біологічно небезпечними для всіх живих організмів [10].

6.3. Методи контролю в ґрунтовому моніторингу

Ґрунтовий покрив накопичує інформацію про процеси, що відбуваються, і зміни, тобто ґрунт не тільки є своєрідним індикатором одномоментного стану середовища, але й відбиває процеси, які вже відбулися. Тому ґрунтовий моніторинг має більш загальний характер і відкриває великі можливості для вирішення екологічних завдань. Основними показниками, які оцінюються під час моніторингу, є кислотність, втрата гумусу, засолення, забруднення нафтопродуктами [8].

Кислотність ґрунтів оцінюється за значенням водневого показника (рН) у водних витяжках ґрунту. Значення рН вимірюють за допомогою рН-метра або потенціометра. Оптимальні діапазони рН для рослин – від 5,0 до 7,5. Якщо кислотність менше 5, то вдаються до вапнування ґрунтів, при рН більше 7,5 – 8 використовують хімічні засоби для його зниження.

Вміст гумусу визначають за окислюваністю органічної речовини. При цьому органічна речовина, що входить до складу гумусу, окислюється до CO_2 і H_2O . Кількість витраченого окислювача визначають або титруванням, або спектрофотометричним методом. Знаючи кількість окислювача, розраховують кількість органічної речовини. Останнім часом застосовують аналізатори вуглецю, в яких відбувається сухе спалювання органічної речовини в струмі кисню з подальшим визначенням виділеного CO_2 .

Антропогенне засолення ґрунтів проявляється в збільшенні вмісту в ґрунтах і ґрунтових розчинах легкорозчинних солей – NaCl , Na_2SO_4 , MgCl_2 , MgSO_2 . Найпростіший метод виявлення засолення базується на вимірюванні електричної провідності. Визначають електричну провідність ґрунтових суспензій водних витяжок, ґрунтових розчинів і безпосередньо ґрунтів. Цей процес контролюють шляхом знаходження питомої електричної провідності водних суспензій за допомогою спеціальних солемірів.

При контролі за забрудненням ґрунтів нафтопродуктами визначають масштаби забруднення, оцінюють ступінь забруднення, виявляють токсичні й канцерогенні забруднювачі [16].

Перші два завдання вирішують дистанційними методами, до яких належить аерокосмічне вимірювання спектральної відбивної здатності ґрунтів. За зміною забарвлення або щільності почорніння на аерофото-знімках можна визначити розміри забрудненої території, конфігурацію площі забруднення, а за коефіцієнтом відображення – ступінь забруднення.

6.4. Захист ґрунтів від забруднень

З метою захисту ґрунтів від деградації застосовують такі екозахисні заходи:

- захист ґрунтів від водної та вітрової ерозії;
- рекультивація порушеного ґрунтового покриву;
- захист ґрунтів від дегуміфікації, ґрунтовтоми і виснаження;
- захист ґрунтів від засолення, осолонцювання і слітизації;
- захист ґрунтів від забруднення продуктами техногенезу (важкими металами, радіонуклідами тощо).

Для захисту ґрунтів від водної та вітрової ерозії використовують організаційно-господарські, агротехнічні, лісомеліоративні й гідротехнічні заходи [10].

Організаційно-господарські заходи: обґрунтування й складання плану протиерозійних заходів і забезпечення його виконання (раціональний розподіл земельних угідь, ґрунтозахисні сівозміни, землеробство смугами, регулювання випасу худоби та ін.).

Агротехнічні заходи: фітомеліорація, протиерозійне оброблення ґрунту (оброблення ґрунтів по горизонталі, «контурне» землеробство, щілювання і кротування ґрунтів, обвалування, безвідвальна оранка зі збереженням стерні й поживних залишків), снігозатримання і регулювання сніготанення (лісові смуги та куліси, оранка снігу, коткування).

Лісомеліоративні заходи основані на створенні лісових захисних насаджень (вітрозахисні й прибалкові лісові смуги, полезахисні лісові й чагарникові смуги поперек схилів і т. д.).

Гідротехнічні заходи застосовують у тих випадках, коли іншими способами не можна запобігти ерозії або коли ці способи основані на створенні гідротехнічних споруд, що забезпечують затримання або регулювання схилового стоку (терасування схилів, виположування ярів

бульдозерами, закріплення схилів ярів, сівозміни з багаторічними травами, заміна чистих парів на зайняті, сидеральні й кулісні).

Рекультивація земель – заходи з відновлення й оптимізації порушених ландшафтів. Це комплекс гірничо-технічних, меліоративних, сільськогосподарських, лісогосподарських та інженерно-будівельних робіт, спрямованих на відновлення порушеної родючості земель. На відновленій території створюються сільськогосподарські угіддя, лісонасадження, водойми, зони відпочинку, житлові й промислові забудови і т. д. [6].

Рекультивація земель складається з трьох етапів [4]:

1) підготовчий, на якому передбачається обстеження порушених територій: визначення напрямку рекультивації, його техніко-економічне обґрунтування і створення проекту рекультивації;

2) гірничо-технічна рекультивація, що включає хімічну меліорацію, якщо це є необхідним; гірничо-технічну рекультивацію виконують підприємства, які займаються розробленням корисних копалин;

3) біологічна рекультивація, спрямована на відновлення родючості підготовлених у процесі гірничо-технічної рекультивації земель і перетворення їх на повноцінні лісові або сільськогосподарські угіддя; найбільш дешевим видом освоєння рекультивованих територій є лісонасадження; для поліпшення властивостей верхнього шару відвалів, накопичення в ньому органічної речовини і азоту перед насадженням дерев висівають люпин, буркун або люцерну з подальшим їх заорюванням.

Для захисту ґрунтів від дегуміфікації, ґрунтовтоми і виснаження застосовують такі заходи:

- 1) використання органічних добрив;
- 2) вапнування кислих ґрунтів;
- 3) використання в сівозміні багаторічних трав;
- 4) регулювання співвідношення в сівозмінах просапних культур і культур суцільної сівби;
- 5) делікатне оброблення ґрунту (полегшення машин, мінімізація оброблення).

З метою захисту ґрунтів від засолення і злитості застосовують такі заходи: хімічна меліорація (внесення гіпсу), застосування фізіологічно кислих і кальцієвмісних добрив, використання в сівозміні багаторічних трав.

Захист ґрунтів від забруднення продуктами техногенезу (важкими металами, нафтою, нафтопродуктами, радіонуклідами й т. д.) здійснюється за двома напрямками:

- запобігання потраплянню забруднювальних речовин у ґрунт (застосовують технології замкнутого циклу);
- очищення ґрунту від забруднення, яке вже відбулося. Ґрунти очищають таким чином: видаляють верхній забруднений шар ґрунту, потім його промивають і тільки після цього для вилучення забруднювальних речовин (важких металів і радіонуклідів) ґрунт засівають багаторічними травами, щоб з їх допомогою зменшити вміст шкідливих речовин.

Інший підхід до захисту від забруднення продуктами техногенезу оснований на закріпленні атомів токсичних елементів у ґрунті з метою недопущення потрапляння їх у суміжні середовища і живі організми. Для цього вносять у ґрунт органічну речовину, фосфорні мінеральні добрива, іонообмінні смоли і природні цеоліти, буре вугілля, вапнують ґрунт і т. д. [6].

Контрольні запитання

1. Які основні причини деградації ґрунтів при виробництві авіакосмічної техніки?
2. У чому полягає проблема забруднення ґрунтів?
3. Якій вид забруднення ґрунтів є найбільш типовим для виробництва аерокосмічної техніки?
4. За якими основними показниками оцінюють процес моніторингу ґрунтів?
5. За якими показниками оцінюють забруднення ґрунтів нафтопродуктами?
6. Які екозахисні заходи застосовують з метою захисту ґрунтів від деградації?
7. Чим відрізняється фітомеліорація від протиерозійного оброблення земель?
8. Які екозахисні заходи застосовують для запобігання забрудненню ґрунтів при виробництві аерокосмічної техніки?
9. З яких етапів складається рекультивація земель?
10. Що таке дегуміфікація?
11. Які заходи застосовують для захисту ґрунтів від дегуміфікації?

7. ЕКОЛОГІЯ І ЗАХИСТ БІОСФЕРИ

7.1. Антропогенні порушення біосфери і здоров'я населення

Організм людини може існувати тільки при постійній взаємодії з природою і самовідновлюватися внаслідок такої взаємодії [1].

Комплексним показником стану людської популяції є здоров'я її представників. Здоров'я – це природний стан організму, що характеризується його певною рівновагою з біосферою і відсутністю будь-яких хворобливих змін [6].

За визначенням Всесвітньої організації охорони здоров'я, здоров'я – це стан повного фізичного, духовного й соціального благополуччя. До факторів, які впливають на рівень здоров'я людини, належать такі: спосіб життя (50 %), генетичний фактор (30 %), фактори забруднення навколишнього середовища і медичні фактори (20 %). Якщо допустити, що генетичний фактор істотно залежить від стану навколишнього середовища, то можна вважати, що здоров'я людини на 50 % залежить від антропогенного впливу на навколишнє середовище [7].

У ХХІ столітті через виробничу діяльності збільшилися фізичні, хімічні й біологічні навантаження на біосферу. Через зростання кількості населення планети відповідно скорочуються запаси всіх природних ресурсів.

Глибокі генетичні зміни й патологічні явища в організмі людини спричиняють енергетичні, хімічні й радіоактивні забруднення повітря, води, ґрунту і продуктів харчування. Через забруднення води щодня в світі помирає близько 20 тис. людей [1].

Поряд з дефіцитом сонячних променів і чистої води на міську людину негативно впливають і стресові ситуації, зумовлені напруженим ритмом життя, скупченням населення, нестачею зелених насаджень. Чорнобильська катастрофа призвела до того, що щорічно збільшилися показники загального рівня захворюваності, зростає частота захворювань гіпертрофією щитовидної залози, хвороб ендокринної системи, порушення органів травлення і обміну речовин [7].

Значну тривогу в Україні викликають патології, які найбільше залежать від стану навколишнього середовища. Це захворювання алергічного характеру. Крім того, несприятлива екологічна ситуація провокує поширення хронічних захворювань, які досягають максимуму до репродуктивного періоду, утворюючи замкнутий цикл: хворі батьки – хворий плід – хвора дитина – хворий підліток – хворі батьки. Термін такого циклу становить 20–25 років.

Така ситуація погіршує демографічну ситуацію в Україні, особливо у високоурбанізованих областях Донецького, Дніпропетровського, Харківського та Сумського регіонів. Зниження народжуваності й зростання смертності призводять до поглиблення процесу депопуляції. В останні роки природний приріст населення України має негативний характер – смерність переважає над народжуваністю.

Багато галузей економіки, у тому числі й аерокосмічна, за сировинним забезпеченням обсягу виробництва знаходяться у великій залежності від ресурсів біосфери, що формуються під час екологічних процесів. Економіка, яка не враховує негативного впливу техніки на все живе, призвела до сучасного техногенезу. Техногенез – це народження техніки і технологій, створення людиною все більш досконалих знарядь і пристроїв для впливу на навколишній матеріальний світ з метою виробництва і споживання благ цивілізації.

Важливою рисою сучасного техногенезу є хімізація всіх галузей господарства, у тому числі й аерокосмічної. За останнє десятиліття у декілька разів зросло виробництво пластмас, синтетичних волокон, синтетичних мийних засобів тощо.

Техногенез усе сильніше впливає на екологію біосфери, витісняючи природні екологічні системи і процеси. Масштаби забруднення від промислових відходів у першу чергу позначаються на стані атмосфери, гідросфери і ґрунтів.

Необхідним є захист навколишнього середовища, який би включав комплекс технічних і адміністративних заходів, спрямованих на припинення або зменшення зростаючого антропогенного забруднення.

Для захисту природного і навколишнього середовища в зоні впливу на неї аерокосмічного виробництва необхідним є проведення низки інженерно-екологічних заходів.

Інженерно-екологічні заходи поділяють на три групи:

- 1) інженерні;
- 2) екологічні;
- 3) організаційні.

Інженерні заходи застосовують з метою вдосконалення існуючих і розроблення нових технологічних схем і процесів, машин, механізмів і матеріалів для виключення або пом'якшення негативних впливів на природне й навколишнє середовище. Інженерні заходи поділяють на технологічні й технічні. Унаслідок технологічних заходів змінюються показники і характеристики джерел впливу. Технічні заходи спрямовані на зменшення ступеня впливу на природне й навколишнє середовище людини або на ліквідацію джерел забруднень.

Екологічні заходи базуються на використанні природних фізичних і хімічних процесів, які відбуваються в літосфері, гідросфері й атмосфері, що дає змогу знизити небезпеку впливу або зменшити його наслідки.

Організаційні заходи пов'язані з управлінням структурою і функціонуванням створюваних або діючих природно-промислових систем. Їх поділяють на планові й оперативні [7].

7.2. Технології і технічні засоби очищення викидів

В аерокосмічному виробництві впровадження безвідходних і маловідходних технологій є найбільш перспективним заходом, що дає змогу докорінно знизити рівень забруднення атмосфери. На авіапідприємствах пристрої і апарати зазвичай розміщують у верхніх ярусах цехового простору. Вилучені з пилогазових викидів речовини є або готовим продуктом, або вторинною сировиною.

При виробництві аерокосмічної техніки для очищення газів від твердих і рідких частинок застосовують такі технології [18]:

- сухе інерційне очищення газів;

- мокре очищення газів;
- фільтрація.

Для очищення газів від газо- і пароподібних компонентів використовують методи абсорбції, адсорбції, термічне і термokatалітичне очищення, а також біохімічні реактори.

Основні вимоги, що ставляться до апаратів пило- і газоочищення:

- висока ефективність;
- експлуатаційна надійність.

Газоочисні установки зазвичай не дають прямого прибутку. Можливість використовувати уловлений продукт покриває тільки незначну частину витрат. Тому як техніко-економічний показник слід урахувати відшкодований збиток від можливого забруднення атмосферного повітря у разі відсутності очищення, що створює передумови встановлення рентабельності й очікуваного прибутку від впровадження систем і апаратів очищення викидів.

На практиці найбільш широко застосовують апарати сухого інерційного очищення газів. Принцип дії цих апаратів полягає в осадженні пилу внаслідок зміни напрямку й швидкості руху газового потоку, що очищується, і вдарення частинок пилу об стінки і поперечні перешкоди. Ці апарати відрізняються простотою конструкції і виготовлення. До сухих інерційних пилеуловлювачів належать циклони. Будова і принцип дії циклона показано на рис. 7.1 [19].

Мокре очищення викидів є одним з найбільш ефективних і широко застосовуваних методів пилегазоуловлювання. При мокрому очищенні досягається високий ступінь вилучення твердих, рідких і газоподібних домішок. Основою процесу мокрого очищення є осадження частинок пилу на краплях або на шарі рідини. Як зрошувальну рідину найчастіше використовують воду. Іноді залежно від особливостей складу очисних викидів, воду підлужують або підкисляють. Апарати мокрого газоочищення відрізняються простотою конструкції і експлуатації, відносно невисокою вартістю. У них можна очищати викиди будь-якої вологості, а також пожежо- і вибухонебезпечні суміші [6].

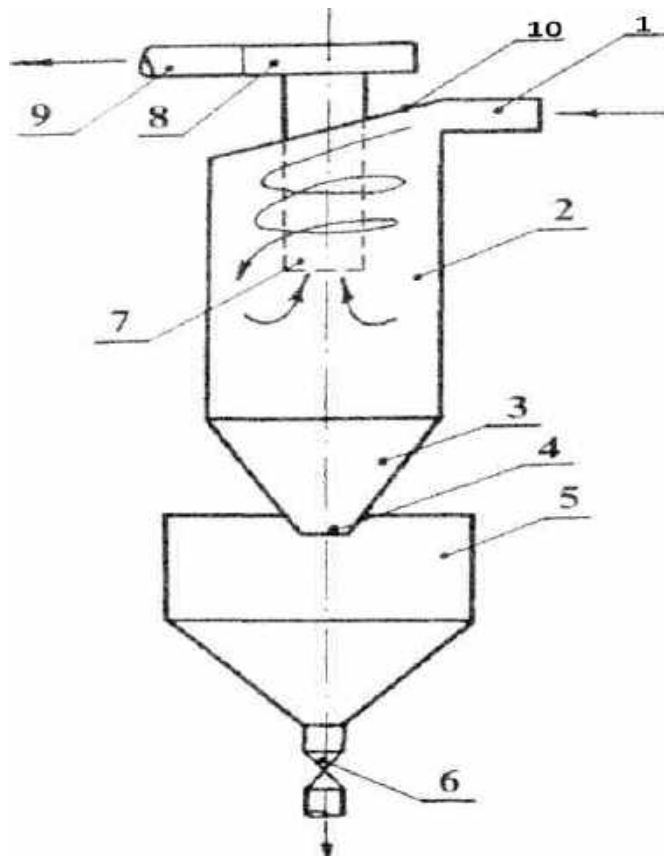


Рис. 7.1. Циклон:

- 1 – вхідний патрубок; 2 – циліндрична частина корпусу;
- 3 – конічна частина корпусу; 4 – пилевипускний отвір;
- 5 – бункер для пилу; 6 – пиловий затвор; 7 – вихлопна труба;
- 8 – завиток, що розкручується; 9 – вихідний патрубок;
- 10 – нахилена кришка

До недоліків мокрого пилогазоочищення слід віднести:

- утворення стічних вод і шламу, які потребують подальшого оброблення;
- корозію обладнання при впливі агресивних зволжених газів і рідин;
- відносно високі питомі витрати електроенергії.

Найпростішим апаратом мокрого очищення викидів є форсунковий скруббер Вентурі. Його призначено для уловлювання частинок розміром більше 10–15 мкм, а також для охолодження й зволоження очисних викидів.

Скрубер Вентурі (рис. 7.2.) являє собою циліндричну ємність, оснащену патрубками для підведення і відведення очищеного повітря. У механічному скруббері Вентурі розпилення рідини проводиться за допомогою обертового диска.

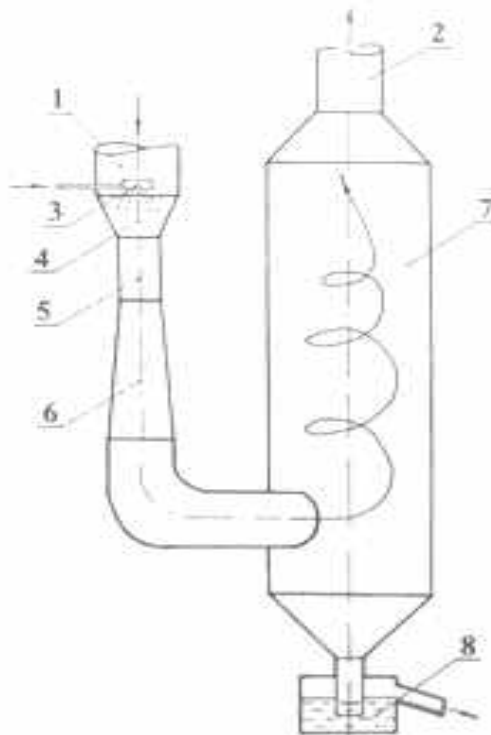


Рис. 7.2. Скрубер Вентурі:

1 – вхід газу, що очищається; 2 – вихід очищеного газу; 3 – диск, що зрошує; 4 – конфузори труби Вентурі; 5 – горловина; 6 – дифузор;
7 – краплеуловлювач; 8 – гідрозатвор

До високоефективних технологій очищення газів відносять очищення газів за допомогою фільтрів. Основою роботи фільтрів усіх видів є фільтрація запиленого повітря через пористу перегородку, у процесі якої частинки пилу, завислі в газі, затримуються перегородкою, а газ безперешкодно проходить через неї.

Пористі перегородки можуть бути виготовлені із тканини, паперу, волокнистого матеріалу, кераміки, металевої сітки. Зернисті фільтри можуть з достатньою ефективністю затримувати частинки будь-якого розміру. Найбільш доцільно використовувати фільтри для вловлювання частинок пилу розміром менше 5 мкм. Швидкість процесу фільтрування визначається перепадом тиску на пористій перегородці. Найбільш поширеним типом тканинного фільтра є рукавний фільтр, зображений на рис. 7.3. [6]. Після закінчення терміну служби відпрацьований фільтрувальний матеріал зазвичай замінюють новим.

У волокнистих фільтрах використовуються як природні, так і спеціально виготовлені волокна товщиною від 0,01 до 100 мкм. Ступінь очищення при уловлюванні дрібнодисперсного пилу може досягати 99 %.

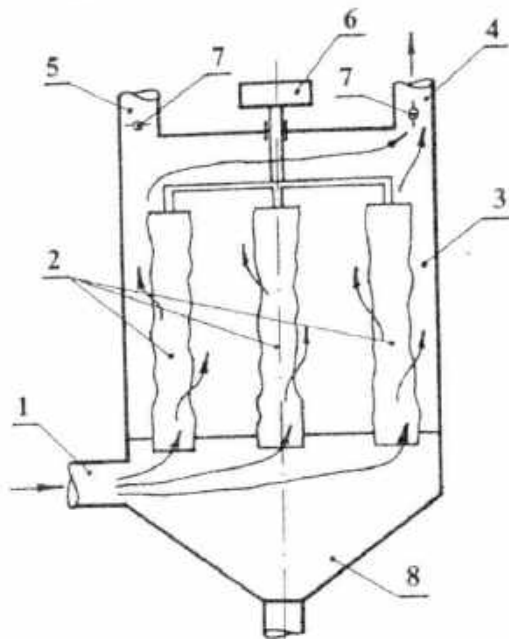


Рис. 7.3. Рукавний фільтр:
 1 – вхід запиленого газу; 2 – рукава; 3 – корпус фільтра;
 4 – повітропровід очищеного газу; 5 – повітропровід
 продувального повітря; 6 – механізм струшування; 7 – клапани;
 8 – бункер для збору пилу

Зернисті фільтри застосовують при очищенні газів з високими температурами (до 500–800 ° С) в умовах агресивного середовища при різких змінах тиску і температури. Вони являють собою ємність, заповнену фільтрувальним матеріалом. Це можуть бути пісок, щебінь, шлак, тирса, крихта руди, вугілля, графіту, пластмас та ін. Як фільтрувальний шар у зернистих фільтрах використовують насипні матеріали.

А також, зернисті фільтри застосовують для уловлювання злиплого, і абразивного пилу в тих випадках, коли використання апаратів іншого типу є ускладненим. Різновидом зернистих фільтрів є фільтри сорбційного очищення, де як фільтрувальне завантаження використовують каталізatori і сорбенти. Сорбційні фільтри призначено для уловлювання газоподібних домішок [6].

7.3. Методи очищення виробничих стічних вод

На підприємствах авіакосмічної галузі широко використовують такі фізико-хімічні методи очищення стічних вод:

- флотація;
- сорбція;

- нейтралізація;
- електрохімічне очищення;
- термічне очищення;
- озонування.

Основою флотації є молекулярне злипання частинок домішок і бульбашок повітря. Змочуваність частинок можна змінити введенням у стічні води реагентів. Підвищення стійкості бульбашок повітря досягається введенням реагентів – піноутворювачів. Флотацію використовують для видалення зі стічних вод нерозчинних домішок, зокрема нафтопродуктів і механічних частинок [19].

При сорбції очищення стічних вод відбувається внаслідок вилучення органічних речовин сорбентами. Найбільш ефективним сорбентом є активоване вугілля різних марок. При використанні вискоефективних сорбентів воду можна очистити від забруднювальних речовин майже до нульових залишкових концентрацій. У промисловості очищення здійснюється пропусканням стічних вод через шар сорбенту.

Нейтралізація – це реакція між іонами водню і гідроксиду, яка призводить до утворення недисоційованих молекул води. Нейтралізацію кислот можна проводити будь-якими лугами. Відповідно для нейтралізації будь-яких лугів застосовують кислоти. У більшості виробничих стічних вод поряд з кислотами містяться і катіони металів, які при нейтралізації можуть випадати в осад у вигляді відповідних гідроксидів.

Електрохімічне очищення полягає в окисленні стічних вод. При пропусканні через стічну воду постійного електричного струму за допомогою електродів на катоді відбувається виділення газоподібного водню з утворенням осаду відповідних металів.

На аноді виділяються кисень і галогени, а також окислюються органічні речовини. Отже, при електролізі стічних вод відбувається кілька різних фізико-хімічних процесів, що зумовлюють ефект очищення стічних вод від розчинених і диспергованих домішок [20].

Термічне очищення – це спалювання рідких відходів нафтопродуктів та іншого палива в печах і пальниках різної конструкції. Стічні води, що підлягають спалюванню, повинні мати високий вміст нафтопродуктів, зазвичай не менше 30 %. Для цього стічні води збирають в резервуар, накопичуючи, відстоюють і шар нафтопродукту подають на спалювання. У зоні горіння підтримуються температура 800 – 1200 ° С і надлишок кисню. При горінні органічних сполук відбуваються реакції окислювально-

відновного типу. При повному згорянні утворюються продукти, які не здатні до подальшого горіння: O_2 і H_2O . При неповному згорянні утворюються H_2S , HCH , NH_3 і т.ін.

Озонування відбувається за допомогою пропускання через шар стічної води озono-повітряної суміші. Озон розщеплює органічні речовини до нешкідливих продуктів.

Крім фізико-хімічних методів очищення застосовують біохімічне окислення промислових стічних вод. За наявності в промислових стічних водах завислих домішок використовують механічне очищення – відстоювання, фільтрацію, осадження у відцентровому полі й т. д. [22].

Для очищення промислових стічних вод застосовують три основних типи очисних споруд:

- локальні (цехові);
- загальні (заводські);
- районні (міські).

На підприємствах аерокосмічної галузі головним чином використовують локальні й загальні очисні споруди. У деяких випадках стічні води після очищення в заводських умовах відправляють для доочищення на районні або міські споруди [6].

7.4. Технології рекультивації ґрунтів

Рекультивація ґрунтів – це комплекс робіт, спрямованих на оновлення продуктивності й господарської цінності пошкоджених земель. Процес рекультивації ґрунтів складається з трьох етапів [10].

Перший етап називається підготовчим, або проектно-пошуковим. На цьому етапі вивчають структуру ґрунтів і здатність їх до біологічної рекультивації, одночасно розробляють техніко-екологічні обґрунтування.

Другий етап – гірничо-технічний, на якому вирівнюють поверхню землі, засипають кар'єри і ями, проводять хімічну меліорацію ґрунтів, насипають родючий шар землі, проводять меліораційні заходи.

На третьому етапі, який називають біологічним, відновлюють родючість ґрунту.

Багатосторонній вплив техногенезу на природні ландшафти і різна реакція екосистем не дають змоги однозначно підходити до вирішення питання про рекультивацію будь-якої території. Не завжди виявляється доцільним відновлення колишніх комплексів, які були до порушення природного середовища. Однак рекультивовані землі й прилеглі до них

території після завершення всього комплексу робіт повинні являти собою організований і стійкий до техногенного впливу ландшафт. Цінність рекультивованих земель і ґрунтів має бути не нижчою за ту, що була до їх порушення.

Рекультивація земель має бути завершальним етапом тих виробничих процесів, які призводять до порушення ґрунтового покриву або літогенної основи території. Складання проектів рекультивації слід проводити одночасно з проектуванням основного виробничого об'єкта і враховувати весь комплекс природних, господарських, економічних, соціальних і санітарно-гігієнічних факторів, оскільки саме вони визначають вибір напрямку рекультиваційних робіт [10].

З давніх-давен людство прагнуло підвищити родючість ґрунтів. Однак в основному це завдання вирішувалося шляхом внесення хімічних добрив, які негативно впливають на навколишнє середовище і здоров'я людини. Необхідна була альтернативна рекультивація земель, яка мала б системний характер.

У сучасному землеробстві альтернативна рекультивація складається з трьох систем: органічної, біологічної, біодинамічної.

Органічна система передбачає підвищення родючості шляхом внесення в ґрунти речовин органічного походження (перегній, компост, кісткове борошно, крейда, водорості й т. д.).

Біологічна система передбачає застосування природних способів захисту рослин від шкідників і хвороб (збір шкідливих комах, розпорошення рослинних настоянок і т. д.).

Біодинамічна система полягає в урахуванні земних, сонячних і місячних ритмів під час оброблення землі.

Протягом трьох десятиліть учені-ґрунтознавці України розробляють нові ґрунтозахисні системи підвищення родючості ґрунтів, спираючись на наукові розробки зарубіжних і вітчизняних учених.

Основним шляхом екологізації і стримування деградації родючих земель, а також зниження залежності їх від техносфери є забезпечення умов для еколого-економічного збалансованого їх розвитку, таких, як:

- вирощування екологічно чистої продукції;
- упровадження полегшення сільськогосподарської техніки, яка не ущільнює ґрунти;
- упровадження біологічних методів боротьби з шкідниками і хворобами рослин;

- упровадження нових ефективних технологій землеробства і т.д.

За останні роки антропогенні забруднення, які потрапили в землю, накопичуються і сумуються. Ланцюгова реакція наслідків забруднення пов'язана з впливом не тільки на ґрунти, але й на атмосферне повітря і водні об'єкти, а за цими ланцюгами – на здоров'я людини.

Контрольні запитання

1. За який комплексним показником визначають стан людської популяції?
2. Яка основна риса сучасного техногенезу?
3. Які інженерно-екологічні заходи використовують для захисту середовища від впливу авіакосмічного виробництва?
4. Які технології очищення викидів застосовують при виробництві авіакосмічної техніки для очищення газів від твердих і рідких частинок?
5. Які основні вимоги ставляться до апаратів пило- і газоочищення?
6. Опишіть роботу апарата сухого інерційного очищення газів типу «циклон».
7. Яка основна різниця між роботою циклона і скрубера Вентурі?
8. Який принцип є основою роботи фільтрів?
9. Від чого залежить швидкість процесу фільтрування?
10. В яких випадках для очищення газів при виробництві авіакосмічної техніки використовують зернисті фільтри?
11. Які фізико-хімічні методи очищення стічних вод застосовують на підприємствах авіакосмічної галузі?
12. До якого типу належать очисні споруди для очищення промислових стічних вод при виробництві авіакосмічної техніки?
13. З яких етапів складається процес рекультивації ґрунтів?
14. Назвіть основні шляхи екологізації і стримування деградації родючих земель.
15. Яку роль відіграє біодинамічна система в альтернативній рекультивації земель?
16. З яких систем складається альтернативна рекультивація земель?

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Білявський, Г. О. Основи екології: теорія та практика / Г. О. Білявський - Київ: Лібра, 2004. – 368 с.
2. Камалов, В. С. Производство космических аппаратов / В. С. Камалов – М.: Машиностроение, 1982. – 280 с.

3. Алексеев, Ю. С. Технология производства ракетно-космических летательных аппаратов / Ю. С. Алексеев, Л. Д. Кучма. – Днепропетровск: АРТ-ПРЕС, 2007. – 480 с.
4. Івашура, О. О. Екологія: теорія та практикум / О. О. Івашура, В. М. Орехов – Харків: ВД «ІНЖЕК», 2004. – 208 с.
5. Азаревич, О. Я. Безпека життєдіяльності при проектуванні та виробництві аерокосмічних літальних апаратів / О. Я. Азаревич. – Харків: ХАІ, 1997. – 366 с.
6. Стольберг, Ф. В. Экология города / Ф. В. Стольберг. – Київ: Лібра, 2000. – 464 с.
7. Семиноженко, В. П. Энергия. Экология. Майбутнє / В. П. Семиноженко. – Харків: Прапор, 2003. – 484 с.
8. Некос, А. Н. Экология та неоекология: укр.-рос. словарь-справочник / А. Н. Некос, Н. В. Борисова. – Харків: ХНУ, 2001 – 236 с.
9. Экологический мониторинг: шаг за шагом / Е. В. Веницианов и др.; под ред. Е. А. Заика. – М.: РХТУ им Д. И. Менделеева, 2003. – 252 с.
10. Турской, Ю. И. Очистка производственных сточных вод: учеб. пособие / Ю. И. Турской, И. В. Филиппов. – СПб.: Химия, 2001. – 331 с.
11. Постанова Кабінету Міністрів України про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля від 30 березня 1998 р. № 391 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua>
12. Безопасность жизнедеятельности: учебник / под ред. проф. Е. А. Арустамова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд.-торг. корпорация «Дашков и Ко», 2003. – 496 с.
13. Агаджанян, Н. А. Человек и биосфера / Н. А. Агаджанян. – М.: Знание, 1987. – 93 с.
14. Алексеева, Т. И. Урбоэкология / Т. И. Алексеева. – М.: Наука, 1990. – 239 с.
15. Гиляров, А. М. Популяционная экология / А. М. Гиляров. – М.: МГУ, - 1990. – 191 с.
16. Будыко, М. И. Глобальная экология / М. И. Будыко. – М.: Мысль, 1997. – 315 с.
17. Вернадский, В. И. Биосфера и ноосфера / В. И. Вернадский. – М.: Айрис-пресс, 2004. – 576.
18. Моисеев, Н. Н. Человек и ноосфера / Н. Н. Моисеев. – М.: Молодая гвардия, 1990. – 352 с.
19. Федоров, Е. К. Экологический кризис и социальный прогресс / Е. К. Федоров. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 176 с.
20. Прыкин, Б. В. Стратегия экономики. Природный экогормонизм. / Б. В. Прыкин, – М.: Юнити, 2010. – 367 с.
21. Савченко, В. К. Геосфера / В. К. Савченко. – Минск: Беларус. навука, 2009. – 415 с.

Навчальне видання

**Кузнецова Наталія Володимирівна
Бетін Олександр Володимирович
Лобов Сергій Олександрович**

**ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА
ПРИ ВИРОБНИЦТВІ АЕРОКОСМІЧНОЇ ТЕХНІКИ**

Редактор А. М. Ємленінова

Зв. план, 2018

Підписано до друку 18.09.2018

Формат 60x84 1/16. Папір офс. № 2. Офс. друк

Ум. друк. арк. 4,0. Обл.-вид. арк. 4,5. Наклад 50 пр.

Замовлення 286. Ціна вільна

Видавець і виготовлювач
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»
61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17
<http://www.khai.edu>
Видавничий центр «ХАІ»
61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17
izdat@khai.edu

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного
реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої
продукції сер. ДК № 391 від 30.03.2001