

1.1.2. Нормування вмісту речовин у воді

Норми якості води являють собою сукупність встановлених допустимих значень показників складу і властивостей води водних об'єктів, в межах яких надійно відвертається шкода здоров'ю населення, забезпечуються нормальні умови водокористування і екологічне благополуччя водного об'єкта. Показники, що входять до сукупності норм якості води, називаються *нормованими показниками складу і властивостей води*. Вони включають нормовані властивості, тобто загальні вимоги до фізичних, хімічних, біологічних характеристик властивостей води (температури, водневого показника рН, запахів, присмаків, токсичності води та ін.) і нормовані речовини, що характеризуються нормами їх вмісту і гранично допустимими концентраціями (ГДК) у воді водних об'єктів для різних категорій водокористування (або ОБР - орієнтовно безпечних рівній шкідливих речовин у воді рибогосподарських водних об'єктів і орієнтовно допустимих рівнів вмісту таких речовин у воді водних об'єктів господарсько-питного та комунально-побутового водокористування). Нормовані речовини розподіляються на групи з однаковими лімітуючими ознаками шкідливості, класами безпеки [4].

Хімічні речовини у воді поділяються на 4 класи небезпеки: 1 клас – надзвичайно небезпечні, для яких виконується повна схема тестування (гостре, підгостре, хронічне дослідження, та дослідження впродовж життя на різних групах тварин); 2 клас – високонебезпечні речовини, для яких виконується повна схема тестування; 3 клас – небезпечні речовини, для яких не виконується хронічний експеримент; 4 клас – помірно небезпечні, які нормуються експрес тестуванням.

Клас небезпеки характеризує наступні властивості шкідливої речовини: - здатність до накопичення в організмі та кумуляції ефекту шкідливого впливу; - вірогідність викликати віддалені ефекти (небезпека хронічного отруєння); - швидкість резорбції речовини тканинами живого організму (більш небезпечні гідрофільні та ліпофільні хімічні сполуки, які легко потрапляють до чутливих центрів біологічних реципієнтів) [4, 11].

Величину гранично допустимої концентрації речовин у воді визначають за ознакою, яка характеризується найменшою підпороговою та пороговою концентрацією. Всього у воді нормують вміст більше як 1500 речовин, серед яких 60 для рибних господарств. Найбільш жорстко нормують вміст речовин у господарсько-побутових водах. Однак ці нормативи не відповідають нормативам інших споживачів та водокористувачів.

Для речовин ГДК визначають за вказаними нижче показниками.

1. *Санітарний режим водойми*, який включає процес мінералізації органічних речовин (БСК); спостереження за розвитком бактеріальної флори. Пороговою вважається доза речовини, при якій процеси у водоймі перебігають аналогічно до природних.

2. *Органолептичні властивості* – вивчають воду з уведеною сторонньою речовиною на запах, колір, на смак звареної у такій воді риби. Так встановлюють *порогову дозу*.

3. *Здоров'я людини*. Вивчають токсикологічну і біохімічну дію різних концентрацій певної речовини у воді на тваринах, визначають дози хронічних ефектів або *підпорогову дозу* (після дії речовини протягом 6–8 місяців), *підгостру* (вплив після дії речовини протягом 1–3 місяців) та *гостру* або *смертельну дозу*. Вважається, що підпорогові дози не приводять до зміни стану і функцій організму.

Розроблені стандарти якості води України, Європи, США, Міжнародний. Вода для споживання, як і вода після очищення, повинна відповідати цим вимогам. Вода для побутово-господарського споживання не має містити шкідливих речовин, у ній не може бути грубодисперсних частинок як завислих, так і у вигляді плівок на поверхні, вона не може мати кольору, каламуті, запаху і неприємного смаку.

Обчислення величини ГДК речовин у водоймах проводять математичними методами з врахуванням *середньої смертельної дози* та *концентрації* (мг/кг і мг/л відповідно). Так для речовин, як, проявляють *неспецифічну токсичну дію*,

$$\lg ГДК_{(токс.)} = 0,8 \cdot \lg ЛД_{50} - 0,8 \cdot \lg \frac{ЛД_{50(перор.)}}{ЛД_{50(ингаляц.)}} - 0,64 \quad (1.5)$$

Якщо дія речовин *специфічна*, то величину ГДК зменшують у 2–5 разів.

ГДК речовин у воді пов'язана з ГДК речовин у повітрі:

$$\lg ГДК_{(токс.)} = 0,61 \cdot \lg ГДК_{p.v.} - 0,1$$

Сумарним показником для водойм є розрахунок *мінімальної концентрації*, при якій не відбувається забруднення водойми.

Максимально допустима концентрація речовин у водоймі:

$$C_{i,max} = \frac{k_{змішування} \cdot Q_{сток}}{Q_{рік}} (ГДК_i - C_{i,фону}) + ГДК_i, \quad (1.6)$$

де Q – витрата води у водоймі, м³/с.

У питній воді обмежена мінералізація, твердість, рН, вміст поліакриламід, сполук важких металів, As, Cu, F, Fe, Be, Mn, Mo, NO₃⁻, Pb, Se, Sr, Zn, U, радіоактивних ізотопів Ra, ⁹⁰Sr. Якщо у воді наявні одночасно деякі з цих речовин (крім NO₃⁻, F, радіонуклідів), то сума їх відносних концентрацій не повинна перевищувати 1.

1.1.3. Нормування вмісту речовин у повітрі

Відповідно до ст. 4, 5 Закону України "Про охорону атмосферного повітря" від 16.10.1992 р. [12] стандартизація і нормування в галузі охорони атмосферного повітря проводяться з метою встановлення комплексу обов'язкових норм, правил, вимог до охорони атмосферного повітря від забруднення та забезпечення екологічної безпеки.

В галузі охорони атмосферного повітря встановлюються такі нормативи:

- нормативи гранично допустимих викидів забруднюючих речовин стаціонарних джерел;
- технологічні нормативи допустимого викиду забруднюючих речовин;
- нормативи екологічної безпеки атмосферного повітря;
- нормативи гранично допустимого впливу фізичних та біологічних факторів стаціонарних джерел;
- нормативи вмісту забруднюючих речовин у відпрацьованих газах та впливу фізичних факторів пересувних джерел.

За ступенем токсичності забруднювачі повітря поділяються на 4 класи. Визначають токсичність речовин за їхньою дією при потраплянні в легені, в шлунок та на шкіру. За цими показниками визначають ГДК речовин (табл. 1.9).

Таблиця 1.9

Класифікація небезпеки речовин у повітрі за ступенем дії на організм

Доза/клас	1	2	3	4
ГДК виробничої зони (мг/м ³)	<0,1	0,1-1	1,1-10	>10
Смертельна концентрація в повітрі (г/м ³)	<0,5	0,5-5,0	5-50	>50
Смертельна доза на шкірі (г/г)	<0,1	0,1-0,5	0,5-2,5	>2,5
Смертельна доза при потраплянні у шлунок (г/г)	<0,015	0,015-0,15	0,151-5,0	>5,0

Нормативи стосуються повітря, у якому перебувають всі жителі, а крім того є окремі нормативи для працюючих на виробництві. Допустимі концентрації на виробництві завжди є більшими за ГДК у повітрі населених пунктів.

Згідно нормативів вміст токсичних речовин у повітрі повинен бути меншим за ГДК, при цьому враховують і фоновий вміст у повітрі:

$$\text{ГДК} > \text{C}(\text{приземна}) + \text{C}(\text{фонова}).$$

Нормативом для населення є середньодобова гранично допустима концентрація (ГДК_{с.д.}) – вміст речовин, який не чинить шкідливої дії на живі організми та людину при вдиханні повітря протягом тривалого часу.

Для речовин, що викликають рефлекторну реакцію (кашель, чхання, ін.) нормативом є максимально разова гранично допустима концентрація (ГДК_{м.р.}) – концентрація речовини у повітрі, при якій вдихання повітря протягом 30 хв. не викликає рефлекторних реакцій.

Нормативом для працюючих на виробництві є гранично допустима концентрація робочої зони (ГДК_{р.з.}) – така концентрація речовини у повітрі, яка не викликає шкідливої дії при вдиханні повітря протягом 3 год. в день або 41 год. на тиждень.

Нормативи вмісту токсичних речовин на виробництві переважно завжди більші, ніж для населення, причому встановлені для окремих специфічних виробництв. Також за ефектом разової дії, який спричиняє рефлекторні реакції (кашель, чхання), нормативи більші. Порівняння величин ГДК приведено у табл. 1.10.

Таблиця 1.10

Величини ГДК речовин у повітрі, мг/м³ для різних категорій людей

Речовина	ГДК _{с.д.} (середньодобова)	ГДК _{м.р.} (максимально разова)	ГДК _{р.з.} (робочої зони)
H ₂ SO ₄	0,003	0,035	0,5
HCl	0,015	0,05	5
NO ₂	0,04	0,085	2
SO ₂	0,05	0,5	10
NH ₃	0,004	0,2	20
C ₆ H ₆	0,1	1,5	5
CO	1	3	20

У випадку викиду пилу в повітря користуються низкою показників.

Пилове навантаження (P_п) – це маса пилу, який випав на одиницю площі твердої поверхні (кг/км²). Загальне навантаження забруднювача на довкілля, обумовлене випаданням його у складі пилу, обчислюють таким чином:

$$P_{\text{заг}} = P_{\text{п}} \cdot C \quad (1.7)$$

Інтенсивність навантаження забруднювача у довкіллі вираховують відносно його фонового пилового навантаження ($P_{п.ф.}$), і воно залежить як від кількості, внесеної пилом, так і від природного фонового вмісту:

$$K_p = \frac{P_{заг}}{P_{\phi}} = \frac{P_{заг}}{P_{п.ф.} \cdot C_{\phi}} = \frac{P_n \cdot C}{P_{п.ф.} \cdot C_{\phi}} \quad (1.8)$$

Для поліелементного забруднення вираховують сумарний показник пилового навантаження:

$$Z_n = \sum_{i=1}^n K_p - (n - 1) \quad (1.9)$$

Максимально допустимий викид в атмосферу за одиницю часу (ГДВ), г/с, т/рік, при якому вміст речовини в атмосферному повітрі не перевищує фонового:

$$ГДВ = ГДК \cdot K_{розв.} \quad (1.10)$$

а з урахуванням фонового вмісту

$$ГДВ = (ГДК - C_{\phi_{оку}}) \cdot K_{розв.} \quad (1.11)$$

де $K_{розв.}$ ($м^3/с$) – коефіцієнт розбавлення – об'єм чистого повітря, який за 1 с розбавляє викид у повітрі до рівня ГДК.

ГДВ встановлюють з урахуванням клімату, тому в різних районах країни він може відрізнятись. Він залежить від умов осідання забруднення з повітря на землю; висоти труби, через яку відбувся викид; об'єму викиду за 1 сек; температури повітря. Величину ГДВ враховують при проведенні заходів з очищення території від викидів у атмосферу.

Тимчасові нормативи. Може бути така ситуація, що в одному районі на групі підприємств неможливо досягти нормативів з ГДВ. Тоді керівництво за узгодженістю з урядом встановлює *тимчасово погоджені викиди* (ТПВ).

Тимчасово погоджені викиди (ТПВ) - гранична кількість забруднювачів, встановлена для підприємств на відповідний термін, протягом якого будуть впроваджені заходи з охорони повітря для досягнення величини викидів на рівні ГДВ.

Величини ГДВ та ТПВ встановлюють окремо для кожного джерела забруднення. При цьому береться до уваги повне навантаження технологічного процесу на підприємстві та повноцінну роботу на ньому газоочисного обладнання. Для населення вважається, що:

$$\frac{C}{ГДК_{м.р.}} \leq 1 \quad (1.12)$$

Якщо для речовин, які проявляють певну рефлекторну реакцію, встановлена лише $ГДК_{с.д.}$, то поки не встановлена величина $ГДК$ можлива умова:

$$\frac{0,1 \cdot C}{ГДК_{с.д.}} \leq 1 \quad (1.13)$$

Якщо взагалі відсутні нормативи р $ГДК$, то для визначення величини викиду використовують встановлені Міністерством охорони здоров'я *орієнтовно безпечні рівні впливу* (ОБРВ).

Середньодобова ГДК повинна опиратись на токсичну дію речовин, так щоб речовини у повітрі не викликали шкідливої дії. Вона повинна бути обов'язково меншою за максимальну разову. Фактично для більшості речовин величини $ГДК_{с.д.}$ співпадають з $ГДК_{м.р.}$.

Сумарні показники забруднення повітря. Часто в повітрі важко диференціювати вміст кожного конкретного забруднювача. У цьому випадку використовують дві основні величини:

1) *відносну концентрацію, яку використовують і у випадку забруднення вод:*

$$q = \frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \quad (1.14)$$

2) *приведену концентрацію* (до концентрації однієї з речовин, наприклад C_1):

$$\sum \bar{C} = C_1 + C_2 \frac{ГДК_1}{ГДК_2} + C_3 \frac{ГДК_1}{ГДК_3} + \dots + C_n \frac{ГДК_1}{ГДК_n} \quad (1.15)$$

Сумарну концентрацію забруднювачів вираховують, якщо вони мають *однонаправлену дію*. Якщо декілька забруднювачів у повітрі мають комбіновану дію, то критерієм для визначення $ГДВ$ є те, щоб сумарна приведена концентрація (q) була меншою за коефіцієнт комбінованої шкідливої дії, $K_{к.д.}$, величину якого беруть з довідника: $q \leq K_{к.д.}$

1.1.4. Нормування вмісту речовин у продуктах харчування

Здоров'я людини значною мірою залежить від якості харчових продуктів та сировини, з якої їх виготовляють. На даний час небезпеку в харчових продуктах становлять трансгенні продукти рослинного

походження. Такі рослини стійкі до хвороб, шкідників, приморозків, тощо, однак їхня дія на людський організм ще не з'ясована остаточно. Іншою небезпекою є залишки пестицидів у рослинній сировині, оскільки зараз хімічні речовини для захисту рослин використовують дуже широко. Небезпечний залишок антибіотиків у продуктах тваринного походження, які застосовують для захисту тварин і птиці від захворювань. Нез'ясованим є механізм дії на людський організм м'ясних продуктів з домішками гормональних препаратів, які додають для інтенсифікації росту худоби. Небезпечними є й інші токсичні хімічні речовини, такі, як промислові викиди, що забруднили ґрунти, води та повітря. Серед них на першому місці є сполуки важких металів, особливо Плюмбуму, Кадмію, Арсену.

Методологія нормування сторонніх речовин або *ксенобіотиків* у довкіллі та в харчових продуктах відрізняється, тому що допустима доза ксенобіотика повинна бути віднесена до усіх разом спожитих продуктів за день. Отже, важливо встановити, яка саме кількість ксенобіотика потрапила в організм людини протягом певного часу. Нормативи встановлюють експериментально, як і для попередньо розглянутих об'єктів довкілля, вивчивши дію речовин на дослідних тваринах. Аналогічно беруть до уваги три показники: токсикологічний, загально-гігієнічний та органолептичний. Визначають, який рівень допустимого вмісту забруднювача у кормах не впливає на стан тварини.

При встановленні нормативу для людини враховують коефіцієнт запасу (в межах 0,1–0,005). Це означає, що визначений для тварини вміст забруднювача повинен бути для людини у 10–500 разів меншим.

У продуктах харчування та в сировині для цілої низки речовин встановлені *гранично допустимі концентрації*. Гранично допустиму концентрацію, як норматив, використовують переважно для нормування вмісту *важких металів*. Її обчислюють у мг/кг в твердому продукті та у мг/дм³ в рідкому. Відповідно до міжнародних вимог, які висуває Об'єднана Комісія FAO/WHO Кодекс Аліментаріус, найважливішими в гігієнічному контролі харчових продуктів є 8 мікроелементів – Hg, Cd, Pb, As, Zn, Cu, Sn, Fe. Величини ГДК для найбільш токсичних елементів приведені в табл. 1.11.

Таблиця 1.11

**Гігієнічні нормативи вмісту найбільш токсичних хімічних елементів
в основних харчових продуктах, мг/кг**

Елемент	Рибні	М'ясні	Молочні	Хліб	Овочі	Фрукти
Cd	0,1	0,05	0,01	0,022	0,03	0,03
As	0,1	0,5	0,05	0,2	0,2	0,2
Hg	0,5	0,03	0,005	0,01	0,02	0,01
Pb	1	0,5	0,05	0,2	0,5	0,4