

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних занять з дисципліни

«Ресурсозбереження та біотехнології в АПК»

за темою: «Оцінка стічних вод і забруднюючих речовин з території
підприємства»

для студентів денної та заочної форми навчання.

Спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Ресурсозбереження та біотехнології в АПК» за темою «Оцінка стічних вод і забруднюючих речовин з території підприємства» для студентів IV року денної та заочної форм навчання за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій», рівень вищої освіти бакалавр / Автор: Барсукова О.А., канд. геогр. наук., доц., Одеса, ОДЕКУ, 2024, 21 стор.

ЗМІСТ

	Стр.
ВСТУП.....	5
1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1. Поняття «стічні води»	7
1.2. Класифікація забруднень стічних вод	9
1.3 Основні показники ступеня забруднення стічних вод	11
1.4 Поверхнєве стікання з міської території й території промислових підприємств.....	16
1.5. Оцінка стічних вод і забруднюючих речовин з території підприємства	17
2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	
2.1 Приклад розрахунку.....	18
3. ЗАВДАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ.....	19
4.КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ.....	20
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	21

ВСТУП

Промислові підприємства (ПП) витрачають величезну кількість води, а деякі вимагають навіть безперервної подачі води. Зі збільшенням потужності підприємств, використанням складних технологічних процесів, споживання води збільшується.

Система водовідведення ПП призначена для забезпечення відводу води, що в силу придбаних технологічних і виробничих забруднень перетворилася в стічну воду, яку необхідно очищати перед повторним використанням або скиданням за межі ПП.

Після використання у виробничих цілях вода забруднюється або нагрівається, змінює свої первинні властивості, що робить її непридатною для подальшого використання, тобто вона перетворюється у виробничі стічні води (промислові стоки).

У складі інженерних комунікацій кожного промислового підприємства є комплекс водовідвідних мереж і споруд, за допомогою яких здійснюється відведення з території підприємства стічних відпрацьованих вод (якщо подальше використання їх неможливо за технічними умовами, або недоцільно за технікоекономічними показниками), а також споруд і устаткування для очистки стічних вод та видалення з них цінних речовин і домішок.

При проектуванні очисних споруд необхідно враховувати склад і властивості виробничих стічних вод, норми водовідведення на одиницю продукції, умови випуску виробничих стоків у міську каналізацію й водойми, а також необхідний ступінь їх очистки

Метою методичних вказівок є:

1) методичне забезпечення виконання практичного завдання за темою «Оцінка стічних вод і забруднюючих речовин з території підприємства», що забезпечить студентам відповідні сучасним вимогам знання студентів;

2) навчити студентів розраховувати об'єм стічних вод і масу забруднюючих речовин з території підприємства за рік.

Виконання практичних завдань сприяє закріпленню теоретичних знань та надає студентам можливість набути практичні навички у виконанні розрахунків.

Після виконання практичного заняття студенти повинні **знати**:

– основні категорії стічних вод, що відводяться від промислових підприємств;

– види забруднень промислових стічних вод;

– кількісну та якісну характеристику промислових стічних вод;

– основні характеристики стічних вод;

– за якими показниками хімічного складу та фізико-хімічними властивостями забруднюючих речовин розділяють виробничі стічні води;

– що передбачає повний санітарно-хімічний аналіз.

Після виконання завдань студенти повинні **вміти**:

- розраховувати масу забруднюючих речовин у складі атмосферних і поливо-мийних вод з території підприємства;
- розраховувати річну кількість поливо-мийних вод, що стікають з території підприємства?
- розраховувати річну кількість стічних вод з території підприємства від атмосферних опадів?

Методичні вказівки складаються із двох частин – теоретичної частини і практичної частини. В теоретичній частині стисло наводяться розрахунки об'єму стічних вод і масу забруднюючих речовин з території підприємства за рік, в практичній – порядок виконання розрахунків.

На практичних заняттях студенти повинні: ознайомитись із теоретичними положеннями, виконати розрахунки за даними представлених викладачем матеріалів, самостійно проаналізувати.

На аудиторне заняття відводиться 4 години і 3 години на самостійну роботу студентів.

Методика проведення та оцінювання контрольних заходів ЗМ-П1, полягає в оцінюванні результатів виконаних розрахунків, умінні студента узагальнювати результати розрахунків, складати відповідні тексти, повноті відповідей на запитання. Оцінюється виконання практичного заняття і відповіді на запитання. За виконання цього завдання студент може отримати максимум 5 балів.

1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Поняття «стічні води»

У поняття "стічні води" входять різні за походженням, складом й фізико-хімічними властивостями води, які використовуються людиною для побутових і технологічних потреб. При цьому вода забруднюється, і її фізико-хімічні властивості змінюються. Стічні води різноманітні за складом й, отже, за своїми властивостями.

Розрізняють три основні категорії стічних вод залежно від їхнього походження:

- господарсько-побутові;
- виробничі;
- атмосферні.

Побутові стічні води утворюються в житлових, адміністративних й комунальних (лазні, пральні й ін.) будинках, а також у побутових приміщеннях промислових підприємств. Це стічні води, які надходять у водовідвідну мережу від санітарних приладів (умивальників, раковин або мийок; ванн, унітазів і трапів – приладів з ґратами, розташованих на підлозі). Вони містять фізіологічні виділення людей, а також господарські відходи: залишки продуктів харчування, пісок, мило і пральні засоби, тканину, папір тощо.

Господарсько-побутові стічні води можна розглядати як розбавлену суміш сечі і фекалій, кухонних (стоки від приготування їжі і миття посуду) і банно-пральних стоків (стоки від гігієнічних процедур і прання білизни). Особливістю господарсько-побутових стічних вод є відносна постійність їх складу, що зумовлюється подібністю фізіології людини і її господарської діяльності.

Виробничі стічні води утворюються в процесі виробництва різних товарів, виробів, продуктів, матеріалів та ін. Виробничі стічні води надзвичайно різноманітні за кількістю і складом, які, у свою чергу, залежать від виду виробництва, сировини і технології, що застосовується. Забруднення, характерні для виробничих стічних вод, умовно поділяють на п'ять категорій:

- біологічно нестійкі органічні сполуки;
- малотоксичні органічні солі;
- нафтопродукти; біогенні сполуки;
- речовини зі специфічними токсичними властивостями, у тому числі важкі метали, біологічно жорсткі органічні синтетичні сполуки, що не розкладаються.

Виробничі стічні води, що містять органічні речовини, а також токсичні домішки, що перешкоджають біохімічному окисленню цих органічних речовин, піддають локальному очищенню з метою видалення

токсичних домішок, після чого скидають у міську каналізацію.

Стічні води багатьох виробництв, окрім розчинних неорганічних і органічних речовин, містять колоїдні домішки, а також завислі грубодисперсні й дрібнодисперсні домішки, щільність яких може бути більше або менше за щільність води.

Скидання виробничих стічних вод у міську каналізацію регламентується правилами прийому виробничих стічних вод в системи каналізації населених пунктів.

Надходження виробничих стічних вод у міську каналізацію може бути рівномірним чи нерівномірним, безперервним або залповим, цілорічним чи сезонним.

Атмосферні стічні води утворюються в процесі випадіння дощів і танення снігу як на житловій території населених пунктів, так і території промислових підприємств, АЗС й ін. До цієї категорії стічних вод відносять поталі води, а також води від поливання вулиць.

Атмосферні стічні води у сучасних містах містять, крім піску і сміття, що змиваються із бруківок, також і органічні речовини, тому за своїм складом вони часто можуть бути віднесені до слабо забруднених побутових стічних вод.

Забруднення території промислових підприємств призводить до появи в зливових водах домішок, характерних для даного виробництва. Відмінною рисою зливого стоку є його епізодичність і різко виражена нерівномірність по витраті й концентраціям забруднень.

Залежно від системи каналізації господарсько–побутові і виробничі, або господарсько–побутові, виробничі й атмосферні стічні води надходять у міську каналізаційну мережу, утворюючи міські стічні води.

Залежно від гідрогеологічних умов місцевості, характеру виробничих процесів у певному регіоні, витрати води на господарсько–побутові й виробничі цілі вибирається та або інша система водовідведення й, відповідно, схема водовідвідної мережі.

Всі зазначені вище стічні води потребують обов'язкового очищення при їх відведенні у відкриті водойми, оскільки в них містяться різні забруднюючі речовини у концентраціях, що значно перевищують допустимі. Різний ступінь забруднення стічних вод й природа їхнього утворення вимагають при проектуванні спільного або роздільного відведення окремих видів стічних вод, спільного або роздільного їх очищення.

Основними характеристиками стічних вод є:

- кількість стічних вод, що характеризується витратою, вимірюваною в л/с або $\text{м}^3/\text{с}$, $\text{м}^3/\text{год}$, $\text{м}^3/\text{змін}$, $\text{м}^3/\text{добу}$ і т. п.;
- види забруднень і вміст їх у стічних водах, що характеризується концентрацією забруднень, вимірюваною в мг/л або г/м^3 .

Важливою характеристикою стічних вод є ступінь рівномірності (або нерівномірності) їх утворення й надходження у водовідвідні системи. Зазвичай вона визначається нерівномірністю надходження стічних вод за

годинами доби у році. Ці характеристики враховуються при проектуванні водовідвідних систем.

1.2. Класифікація забруднень стічних вод

Стічні води надзвичайно різноманітні за своїм складом, а отже і за своїми властивостями. Знання складу стічних вод і характеру присутніх домішок є головною умовою, яка дозволяє правильно вибрати методи їхнього очищення і скласти оптимальну технологічну схему очисних споруд.

Забруднення, що містяться в стічних водах, можуть бути класифіковані за різними ознаками, найважливішими з яких є їх походження і фазоводисперсний стан.

Стічні води перед скиданням у водойми повинні бути очищені на очисних спорудах. Для цього необхідно знати склад стічних вод і їхню якість. За походженням забруднення поділяють на:

- мінеральні,
- органічні,
- біологічні,
- бактеріальні.

До мінеральних забруднень відносять пісок, глинисті частинки, шлак, розчини мінеральних солей, кислот і лугів, мінеральні масла тощо.

Органічні забруднення бувають рослинного і тваринного походження. До забруднень рослинного походження відносяться залишки овочів, фруктів, злаків, паперу тощо. Основним хімічним елементом цього виду забруднень є вуглець. До забруднень тваринного походження відносяться фізіологічні виділення людей і тварин, залишки м'язових і жирових тканин тварин, клейові речовини тощо. Вони характеризуються значним вмістом азоту. Органічні забруднення за хімічним складом поділяють на безазотисті, які містять вуглець, водень і кисень, та на азотовмісні.

Основу безазотистих органічних домішок господарсько–побутових стічних вод складають вуглеводи і жири. З вуглеводів у стічних водах найчастіше зустрічаються моносахариди – глюкоза, лактоза (молочний цукор) і дисахарид – сахароза. Компонентами господарсько–побутових стічних вод є також такі полісахариди, як целюлоза і крохмаль, які, на відміну від простих вуглеводів, не розчиняються у воді. У стічних водах целюлоза знаходиться у завислому стані, складаючи значну частину твердої фази.

Забруднення мінерального й органічного походження, що містяться у побутових стічних водах, перебувають у нерозчинених, розчинених і колоїдному станах. Частину нерозчинених забруднень, затримуваних при аналізах на паперових фільтрах, називають завислими речовинами. Найбільшу санітарну небезпеку представляють забруднення органічного

походження. Вміст органічних забруднень, що перебувають у розчиненому стані, оцінюється значеннями біохімічної потреби в кисні (БПК) і хімічної потреби в кисні (ХПК). Побутові стічні води мають БПК=100-400 мг/л, а ХПК=150-600 мг/л, і їх можна оцінити як сильно забруднені. При зберіганні вони здатні загнивати через 12-24 год (при температурі 20°C).

Для міських стічних вод кількість забруднень органічного походження доволі значна і складає 45-58 %. Мінеральні речовини і забруднення становлять відповідно 42-55 %.

Органічні забруднення стічних вод є сприятливим середовищем для розвитку різноманітних мікроорганізмів і бактерій, які складають так зване біологічне і бактеріальне забруднення стічних вод і зумовлюють їх епідемічну небезпеку. Розрізняють:

- сапрофітні бактерії (безпечні) (найпростіші, водорості, личинки комах, дріжджі, плісняві грибки);
- хвороботворні бактерії (збудники черевного тифу, паратифу, дизинтерії).

Згідно з відомою класифікацією домішок за їх фазово-дисперсним станом, розробленою академіком Л. А. Кульським, усі домішки стічних вод незалежно від їх природи поділені на чотири групи відповідно до розмірів частинок.

Першу групу домішок складають нерозчинні речовини, що знаходяться у воді у вигляді крупних завислих частинок діаметром більше десятих часток міліметра, а також у вигляді суспензії, емульсії й піни (частинки розміром від десятих часток міліметра до 0,1 мк).

Другу групу домішок складають речовини колоїдного ступеня дисперсності з розміром частинок від 0,1 до 0,001 мк.

Домішки третьої групи знаходяться у вигляді молекулярно-дисперсних часток діаметром менше за 0,001 мк й утворюють у воді істинні розчини. Домішки четвертої групи мають розміри частинок менше 0,0001 мк, що відповідає іонному ступеню дисперсності. Це, головним чином, луги, кислоти і їх солі. Деякі з них, зокрема амонійні солі й фосфати, частково вилучаються зі стічних вод у ході біологічного очищення на міських очисних спорудах.

Витрата побутових вод з 1 га площі кварталів міста зазвичай дорівнює 0,3-2 л/с (питома витрата) або 10000 – 60 000 м³ /рік. У водовідвідну мережу вони надходять порівняно нерівномірно за годинами доби. У денний час витрата більше, ніж у нічний час, витрати за годинами доби можуть змінюватися в 2-5 разів.

Виробничі стічні води різних галузей промисловості істотно відрізняються як за складом забруднюючих речовин, так і за їх концентраціями.

Виробничі стічні води утворюються в результаті технологічних процесів. Якість стічних вод і концентрація забруднюючих речовин визначаються видом виробництва й вихідної сировини, режимом

технологічних процесів. Наприклад, на металообробних підприємствах виробничі стічні води забруднені мінеральними речовинами. Харчова промисловість дає забруднення органічними домішками. Більшість підприємств має забруднення стічних вод як мінеральні, так й органічні у різних співвідношеннях. Концентрація забруднень стічних вод різних підприємств неоднакова. Вона коливається в доволі широких межах залежно від витрати води на одиницю продукції, вдосконаленості технологічного процесу й виробничого встаткування. Концентрація забруднень у виробничих стічних водах може сильно коливатися протягом години й залежить від ходу технологічного процесу в окремих цехах або на підприємстві в цілому. Нерівномірність припливу стічних вод й їхньої концентрації у всіх випадках погіршує роботу очисних споруд й ускладнює експлуатацію.

Для прикладу нижче наведені характеристики стічних вод деяких галузей промисловості.

У стічних водах заводів чорної металургії по окремих цехах утримується: завислих неорганічних речовин 0,2-5 г/л; окалини 0,3-2 г/л; фенолів 0,7-1 г/л, смол і масел 0,2-1,8 г/л.

У стічних водах целюлозно-паперових заводів завислих речовин утримується 400–2000 мг/л. Це переважно деревне волокно й целюлоза.

У стічних водах текстильних підприємств утримується: завислих речовин 250-400 мг/л, мийних засобів 50-120 мг/л, БПК їх досягає 300-350 мг/л.

У дощових водах утримується значна кількість нерозчинених мінеральних домішок, а також забруднення органічного походження. БПК дощових вод досягає 50-60 мг/л.

Дослідженнями встановлено, що дощові води можуть бути джерелами забруднення водойм. Загальна витрата дощових вод за рік становить 1500-2000 м³ з 1 га, тобто в 5-30 разів менше витрати побутових вод.

Утворення (випадання) дощових вод відбувається нерівномірно. Їх витрата змінюється від нуля (у суху погоду) до максимального значення 300 л/с (у період інтенсивних злив).

1.3 Основні показники ступеня забруднення стічних вод

Аналіз стічних вод необхідний для визначення методу їх очищення, можливості випуску у водойми, наявності в них цінних чи токсичних домішок.

Склад стічних вод і їхні властивості оцінюють за результатами санітарно-хімічного аналізу, що включає поряд зі стандартними хімічними тестами, цілу низку фізичних, фізико-хімічних і санітарно-бактеріологічних визначень.

Різноманітність складу стічних вод і неможливість визначення кожної із забруднюючих речовин призводить до необхідності вибору таких показників, які характеризували б певні властивості води без ідентифікації окремих речовин. Такі показники називаються груповими або сумарними. Наприклад, визначення органолептичних показників (запах, забарвлення) дозволяє уникнути кількісного визначення у воді кожної з речовин, що має запах або надає воді колір.

Повний санітарно-хімічний аналіз передбачає визначення наступних показників: температура, забарвлення, запах, прозорість, величина рН, сухий залишок, щільний залишок і втрати при проколюванні, завислі речовини, що осідають за об'ємом й за масою, перманганатна окисність, хімічна потреба в кисні (ХПК), біохімічна потреба в кисні (БПК), азот (загальний, амонійний, нітритний, нітратний), фосфати, хлориди, сульфати, важкі метали й інші токсичні елементи, поверхнево-активні речовини, нафтопродукти, розчинений кисень, мікробне число, бактерії групи кишкової палички (БГКП), яйця гельмінтів. Крім перерахованих показників, у число обов'язкових тестів повного санітарно-хімічного аналізу на міських очисних станціях може бути включене визначення специфічних домішок, що надходять у водовідвідну мережу населених пунктів від промислових підприємств.

Температура – один з важливих технологічних показників. Функцією температури є в'язкість рідини й, отже, сила опору осідаючим часткам. Тому температура – один з визначальних факторів процесу седиментації. Найважливіше значення має температура для біологічних процесів очищення, тому що від неї залежать швидкості біохімічних реакцій і розчинність кисню у воді.

Забарвлення – один з органолептичних показників якості стічних вод. Господарсько-фекальні стічні води зазвичай слабо забарвлені й мають жовтувато-буруваті або сірі відтінки. Наявність інтенсивного кольору різних відтінків свідчить про присутність виробничих стічних вод. Для забарвлених стічних вод визначають інтенсивність кольору за розведенням до безбарвних, наприклад 1:400; 1:250 і т. п.

Запах – органолептичний показник, що характеризує наявність у воді летучих речовин, що пахнуть. Зазвичай запах визначають якісно при температурі проби 20°C и описують як фекальний, гнильний, гасовий, фенольний та ін. При неявно вираженому запаку визначення повторюють, підігрівачи пробу до 65°C. Іноді необхідно знати порогове число — найменше розведення, при якому запах зникає.

Концентрація іонів водню виражається величиною рН. Цей показник надзвичайно важливий для біохімічних процесів, швидкість яких може істотно знижуватися при різкій зміні реакції середовища. Установлено, що стічні води, що подаються на споруди біологічного очищення, повинні мати значення рН у межах 6,5–8,5. Виробничі стічні води (кислі або лужні) повинні бути нейтралізовані перед скиданням у водовідвідну мережу, щоб

запобігти її руйнуванню. Міські стічні води зазвичай мають слабколужну реакцію середовища ($\text{pH} = 7,2\text{--}7,8$).

Прозорість характеризує загальне забруднення стічної води нерозчиненими й колоїдними домішками, не ідентифікуючи вид забруднень. Прозорість міських стічних вод зазвичай становить 1 – 3 см.

Сухий залишок характеризує загальне забруднення стічних вод органічними й мінеральними домішками в різних агрегативних станах (у мг/л). Визначається цей показник після випарювання й подальшого висушування при температурі 105 °С проби стічної води. Після проколювання (при температурі – 600°C) визначається зольність сухого залишку. За цими двома показниками можна судити про співвідношення органічної й мінеральної частин забруднень у сухому залишку.

Щільний залишок – це сумарна кількість органічних і мінеральних речовин у профільтованій пробі стічних вод (у мг/л). Визначається при таких самих умовах, що й сухий залишок. Після прожарювання щільного залишку при температурі 600°C можна орієнтовно оцінити співвідношення органічної й мінеральної частин розчинних забруднень стічних вод. При порівнянні прожарених сухих і щільних залишків міських стічних вод визначено, що більша частина органічних забруднень перебуває в нерозчиненому стані. При цьому мінеральні домішки більшою мірою перебувають у розчиненому вигляді.

Завислі речовини – показник, що характеризує кількість домішок, що затримується на паперовому фільтрі при фільтруванні проби. Це один з найважливіших технологічних показників якості води, що дозволяє оцінити кількість осадів, що утворюються в процесі очищення стічних вод. Крім того, цей показник використовується як розрахунковий параметр при проектуванні первинних відстійників. Кількість завислих речовин – один з основних нормативів при розрахунку необхідного ступеня очищення стічних вод. Втрати при прожарюванні завислих речовин визначаються так само, як для сухого й щільного залишків, але виражаються зазвичай не в мг/л, а у вигляді процентного відношення мінеральної частини завислих речовин до їх загальної кількості за сухою речовиною. Цей показник називається зольністю. Концентрація завислих речовин у міських стічних водах зазвичай становить 100 – 500 мг/л.

Осідаючі речовини – частина завислих речовин, що осідають на дно відстійного циліндра за 2 год відстоювання у стані спокою. Цей показник характеризує здатність завислих часток до осідання, дозволяє оцінити максимальний ефект відстоювання й максимально можливий обсяг осаду, що може бути отриманий в умовах спокою. У міських стічних водах осідаючі речовини в середньому становлять 50 – 75% загальної концентрації завислих речовин.

Під окисністю розуміють загальний вміст у воді відновників органічної й неорганічної природи. У міських стічних водах переважну частину відновників становлять органічні речовини, тому вважається, що

величина окисності повністю ставиться до органічних домішок.

Окисність – груповий показник. Залежно від природи використовуюваного окислювача розрізняють хімічну окисність, якщо при визначенні використовують хімічний окислювач, і біохімічну, коли роль окисного агента виконують аеробні бактерії – цей показник – біохімічна потреба у кисні – БПК. У свою чергу, хімічна окисність може бути перманганатною (окислювач KMnO_4), біхроматною (окислювач $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) й іодатною (окислювач KIO_3). Результати визначення окисності незалежно від виду окислювача виражають у mg/l O_2 . Біхроматну й іодатну окисність називають хімічною потребою у кисні або ХПК.

Перманганатна окисність – кисневий еквівалент домішок, що легко окислюються. Основна цінність цього показника – швидкість і простота визначення. Перманганатна окисність використовується з метою одержання порівняльних даних. Проте є такі речовини, які не окислюються KMnO_4 . Визначаючи ХПК, можна доволі повно оцінити ступінь забруднення води органічними речовинами.

БПК – кисневий еквівалент ступеня забруднення стічних вод біохімічно окислюваними органічними речовинами. БПК визначає кількість кисню, необхідного для життєдіяльності мікроорганізмів, що беруть участь в окислюванні органічних сполук. БПК характеризує біохімічно окислювану частину органічних забруднень стічної води, що перебувають, у першу чергу, в розчиненому й колоїдному стані, а також у вигляді суспензії. БПК називається кількістю кисню, що витрачається на біохімічне окиснення органічних речовин, виражається в mg/l , g/m^3 . БПК визначається в пробі стічної води за температури 20°C , попередньо відстоюваної протягом 2 год.

Пробу поміщають у посудину з притертою кришкою і ставлять у термостат до появи нітритів у кількості $0,1 \text{ mg/l}$. Це відбувається на 15 – 30 добу й супроводжується майже повним (99 %) споживанням кисню. У життєвих умовах неможливо витримувати такі терміни. До того ж, окиснення відбувається нерівномірно: так, на 1 добу споживається 20-21% кисню від його загальної потреби, на 20 добу БПК₂₀ – 99%. На 5 добу БПК₅ – 68%; і тільки на 100 добу БПК_{повн.} – 100%. При експлуатації очисних споруд вважається, що $\text{БПК}_{\text{повн.}} = \text{БПК}_{20} = \text{БПК}_{5/0,68} = 1,5 \text{ БПК}_5$. Експериментально визначена величина БПК_{повн.} на одного мешканця $a = 40 \text{ g/добу}$, коли рідину попередньо відстоюють 2 години, а не вистояна $a = 75 \text{ g/добу}$ на одного мешканця.

За величиною БПК можна визначити ступінь забруднення стічних вод розчиненими органічними речовинами. Чим більше БПК, тим більше забруднена вода органічними сполуками.

Хімічна потреба в кисні. Загальна кількість кисню, необхідна для перетворення вуглецю органічних сполук на вуглекислоту, водню на воду, азоту на аміак, сірки на сірчаний ангідрид, називається хімічною потребою в кисні й позначається ХПК. ХПК більше БПК.

БПК не характеризує всієї кількості органічних речовин, тому що:

1. Частина органічних речовин узагалі не піддається біохімічному окисненню.

2. Частина органічних речовин витрачається на приріст мікроорганізмів.

Тому використовуються хімічні методи окиснення. Для визначення ХПК пробу стічної води змішують з чистою концентрованою сірчаною кислотою, додають йодид калію або солі хромової кислоти, що віддають свій кисень для окиснення. Окиснення проводиться при кип'ятінні. $БП = 0,86 \cdot ХПК$.

Азот перебуває в стічних водах у вигляді органічних і неорганічних сполук. У міських стічних водах головну частину органічних азотних сполук складають речовини білкової природи – фекалії і харчові відходи. Неорганічні сполуки азоту представлені відновленими NH_4^+ і NH_3 і окисленими NO_2^- і NO_3^- формами. Велика частина амонійного азоту утворюється при гідролізі сечі, яка є кінцевим продуктом азотного обміну людини. У вигляді аміаку або сечовини в побутових стічних водах присутні 80 – 90 % всіх азотовмісних речовин.

Концентрація різних форм азоту в стічних водах не постійна, вона змінюється як в мережах водовідведення, так і на різних етапах очищення. Трансформація азотовмісних сполук починається вже в процесі транспортування стічних вод на міські очисні споруди. У міських стічних водах до їх очищення азот в окислених формах (у вигляді нітритів і нітратів), як правило, відсутній. Нітрити й нітрати відновлюються групою денітрифікуючих бактерій до молекулярного азоту. Окислені форми азоту можуть з'явитися в стічній воді лише після біологічного очищення.

Вміст фосфатів у міських стічних водах знаходиться в межах 5 – 10 мг/л і зумовлюється фізіологічними виділеннями людей, відходами господарської діяльності людини і деякими видами виробничих стічних вод. В очищених стічних водах вміст фосфатів складає 1,5-5 мг/л. В останні роки вміст фосфатів у стічних водах різко збільшується, тому що до 40 % маси багатьох синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР) складають поліфосфати.

Вміст азоту й фосфору має особливе значення для біологічного очищення стічних вод. Азот і фосфор є біогенними елементами, тобто входять до складу живих бактеріальних клітин. При їх недостатній кількості біологічне очищення стічних вод може гальмуватися, а за їх повної відсутності – стає взагалі неможливим. Відповідно до СНіП 2.03.04–85 співвідношення $БПК_{повн} : N : P$ повинно відповідати 100:5:1.

Вміст хлоридів і сульфатів у господарсько-побутових стічних водах незначний і зумовлюється їх вмістом у водопровідній воді. Однак у виробничих стічних водах їх може міститися значно більше, тому в суміші господарськопобутових і виробничих стічних вод, яка надходить на очисні споруди, вміст хлоридів і сульфатів складає відповідно близько 180-300 й 80-160 мг/л.

На міських очисних спорудах вміст хлоридів і сульфатів практично не змінюється, а їх концентрації в стічних водах не мають суттєвого значення ні для фізико-хімічних, ні для біологічних процесів очищення води. Хлориди не впливають на біохімічні процеси навіть при концентраціях до 10 г/л, далі для запобігання засоленню водойм, у які відводяться стічні води, скидання високомінералізованих виробничих стічних вод у міську каналізацію заборонене.

У забруднених стічних водах розчинений кисень, як правило, відсутній чи його концентрація не перевищує 0,5-1 мг/л. Для нормальної життєдіяльності мікроорганізмів – біоокислювачів мінімальний вміст розчиненого кисню складає 2 мг/л. Вміст розчиненого кисню в очищених стічних водах є нормованим показником і складає не менше 4 мг/л, якщо водойма належить до об'єктів господарсько-питного і культурно-побутового водокористування, і 6 мг/л, якщо стічні води скидаються у водойму рибогосподарського водокористування.

Санітарно-бактеріологічні показники включають: визначення загальної кількості аеробних сапрофітів (мікробне число), бактерій групи кишкової палички (БГКП) і аналіз на яйця гельмінтів.

Мікробне число є оцінкою загального обсіменіння стічних вод мікроорганізмами і є непрямою характеристикою ступеня забруднення води органічними речовинами – джерелами живлення аеробних сапрофітів. Цей показник для міських стічних вод коливається в межах 10⁶-10⁸. Стічні води є дуже небезпечними у санітарно-епідемічному відношенні. Ступінь забруднення води патогенними мікроорганізмами оцінюють опосередковано за присутністю у воді БГКП, які відносяться до родів *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*. Найбільше санітарно-показове значення має рід *Escherichia*. Наявність колиформ у воді свідчить про її фекальне забруднення, а їх число дозволяє оцінити ступінь цього забруднення. При оцінюванні санітарноепідемічної небезпеки стічних вод визначають також вміст яєць гельмінтів. Цей показник характеризує загальну й видову ураженість населення гельмінтозами й дозволяє оцінити рівень санітарного стану населеного пункту.

1.4 Поверхнєве стікання з міської території й території промислових підприємств

Поверхнєве стікання – істотне джерело забруднення і засмічення водних об'єктів. Поверхнєве стікання включає в себе дощові, снігові та поливомийні води і буває:

- організованим, яке збирається з водозбірної території за допомогою спеціальних лотків і каналів. Потім ця вода надходить до мережі каналізації або безпосередньо у водний об'єкт через випуски зливових вод;
- неорганізованим, тобто стікає у водний об'єкт із рельєфу

місцевості.

Основними джерелами забруднення поверхневого стікання на міських територіях є:

- сміття з поверхні покриття;
- продукти руйнування дорожніх покриттів; – продукти ерозії ґрунтових поверхонь;
- викиди речовин до атмосфери промисловими підприємствами, автотранспортом, опалювальними системами;
- протікання нафтопродуктів на поверхні покриттів;
- втрати сипучих і рідких продуктів, сировини, напівфабрикатів на території підприємств або під час транспортування;
- майданчики для збирання побутового сміття.

Найбільш високий рівень забруднення поверхневого стікання спостерігається на територіях: великих торговельних центрів; автомагістралях з інтенсивним рухом транспорту; промислових і автотранспортних підприємств; непорядкованих будівельних майданчиків.

Склад поверхневого стікання з території промислових підприємств визначається видом виробництва ефективністю пило- і газуловлення, транспортуванням сировини і відходів, санітарним станом території тощо (табл. 1).

Таблиця 1 – Орієнтовні узагальнені дані про склад поверхневого стікання з території міста

Показник	Концентрація стічних вод, мг/л		
	Дощові води	Снігові води	Поливо-мийні води
Зважені речовини	1 000–2 000	2 000–4 000	3 000–5 000
Мінеральні речовини	300	–	–
ХСК	400–600	750–1500	–
БСК5	50–100	100–300	200 БСКпов
Нафтопродукти	10–15	30–40	–

Підприємство зобов'язане зі своєї території прибирати і вивозити сніг. Тоді основним видом поверхневого стікання є дощові води. Залежно від складу речовин у поверхневому дощовому стіканні, з території промислових підприємств, його поділяють на дві групи:

1-ша група. Поверхневе стікання цих підприємств не містить специфічних речовин із токсичними властивостями і близьке за складом до дощового стікання з районів житлової забудови. Це підприємства енергетики, чорної металургії (крім коксохімічної), машинобудування,

приладобудування, металообробні і нафтопереробні, легка, харчова та електронна промисловість;

2-га група. Поверхнєве стікання містить специфічні речовини (важкі метали, феноли, фтор, миш'як, аміак тощо) та значну кількість органічних сполук. До цієї групи належать усі інші підприємства.

1.5. Оцінка стічних вод і забруднюючих речовин з території підприємства

Річна кількість стічних вод W_x (м³) з території підприємства від атмосферних опадів визначається за формулою

$$W_x = 10 \cdot x_o \cdot \frac{k_m \cdot F_m + k_n \cdot F_n + k_r \cdot F_r}{F_m + F_n + F_r}, \quad (1)$$

де x_o - середньорічний шар атмосферних опадів, мм;

k - коефіцієнт стоку ($k_T = 0,6-0,8$ - тверді покриття; $k_{\Pi} = 0,2$ - ґрунтові поверхні; $k_r = 0,1$ - газони);

F_m, F_{Π}, F_r - відповідно площа твердих покриттів, ґрунтової поверхні і газонів, м².

Річна кількість поливо-мийних вод W_{xw} (м³), що стікають з території підприємства, знаходиться з рівняння

$$W_{xw} = 100 n \cdot F \cdot k_m \cdot g_m, \quad (2)$$

де n - середня кількість миття в році, шт.;

F - площа мокрого прибирання, га;

$k_T = 0,5$ - коефіцієнт стоку; g_m - витрата води на одне миття, л/м².

Річна кількість атмосферних і поливо-мийних вод W_{xw} , (м³) визначається з формули

$$W_{xw} = W_x + W_w. \quad (3)$$

Маса забруднюючих речовин у складі атмосферних і поливо-мийних вод M_{xw} , (т/рік) з території підприємства знаходиться з формули

$$M_{xw} = \theta W_{xw} C_{xwi}, \quad (4)$$

де θ - параметр, що коригує розмірність показників;

C_{xwi} - концентрація і-ї забруднюючої речовини в стічних водах, мг/л.

2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Мета практичної роботи. Закріпити теоретичні знання з даної теми та придбати практичні навички у визначенні об'єму стічних вод і масу забруднюючих речовин з території підприємства.

Вихідні дані. Визначити свій варіант за номером залікової книжки (якщо остання цифра 0 або 1 – I варіант, якщо остання цифра 2 або 3 – II варіант, якщо остання цифра 4 або 5 – III варіант, якщо остання цифра 6 або 7 – IV варіант, якщо остання цифра 8 або 9 – V варіант)).

2.1 Приклад розрахунку

Завдання 1. Необхідно розрахувати об'єм стічних вод і масу забруднюючих речовин з території підприємства за рік.

Початкові дані. Середньорічний шар атмосферних осадів $x_0 = 580$ мм. Площа твердих покриттів $F_T = 8400$ м², ґрунтової поверхні $F_{\Pi} = 1700$ м², газонів $F_r = 900$ м². Кількість мийок в рік $n = 70$ шт. Витрата води на одну мийку $g_m = 1,5$ л/м². В стічній воді концентрація в зважених $C_{xwb} = 2100$ мг/л; концентрація нафтопродуктів $C_{xwh} = 300$ мг/л; концентрація органічних речовин по ВПК - $C_{БПК} = 50$ мг/л. Параметр $\theta = 10^{-6}$.

Рішення.

1. По формулі (1) знаходимо річну кількість стічних вод від атмосферних опадів

$$W_x = 10 \cdot 580 \cdot \frac{0,7 \cdot 8400 + 0,2 \cdot 1700 + 0,1 \cdot 900}{8400 + 1700 + 900} = 3329 \text{ м}^3.$$

2. Обчислюємо за формулою (2) річну кількість поливо-мийних вод $W_{\omega} = 100 \cdot 70 \cdot 0,84 \cdot 0,5 \cdot 1,5 = 4410 \text{ м}^3$.

3. Сумарна кількість стічних вод за рік з території підприємства, знайдене по формулі (3), складає: $W_{xw} = 3329 + 4410 = 7739 \text{ м}^3$.

4. Маса забруднюючих речовин з території підприємства рівна:

$$M_{xob} = 0,000001 \cdot 7739 \cdot 2100 = 16,252 \text{ т /рік - зважені речовини};$$

$$M_{xwh} = 0,000001 \cdot 7739 \cdot 300 = 2,322 \text{ т /рік - нафтопродукти};$$

$$M_{БПК} = 0,000001 \cdot 7739 \cdot 50 = 0,387 \text{ т /рік - органічні речовини}.$$

3.ЗАВДАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

Варіант 1. Необхідно розрахувати об'єм стічних вод і масу забруднюючих речовин з території підприємства за рік.

Початкові дані. Середньорічний шар атмосферних осадів $x_0 = 450$ мм. Площа твердих покриттів $F_T = 70000$ м², ґрунтової поверхні $F_{\Pi} = 1500$ м², газонів $F_r = 800$ м². Кількість мийок в рік $n = 50$ шт. Витрата води на одну мийку $g_m = 1,3$ л/м². В стічній воді концентрація в зважених $C_{xwb} = 2000$ мг/л;

концентрація нафтопродуктів $C_{xwh} = 250$ мг/л; концентрація органічних речовин по ВПК - $C_{БПК} = 45$ мг/л. Параметр $\theta = 10^{-6}$.

Варіант 2. Необхідно розрахувати об'єм стічних вод і масу забруднюючих речовин з території підприємства за рік.

Початкові дані. Середньорічний шар атмосферних осадів $x_0 = 520$ мм. Площа твердих покритий $F_T = 8000$ м², ґрунтової поверхні $F_{п} = 10600$ м², газонів $F_r = 850$ м². Кількість мийок в рік $n = 65$ шт. Витрата води на одну мийку $g_m = 1,5$ л/м². В стічній воді концентрація в зважених $C_{xwb} = 1900$ мг/л; концентрація нафтопродуктів $C_{xwh} = 310$ мг/л; концентрація органічних речовин по ВПК - $C_{БПК} = 55$ мг/л. Параметр $\theta = 10^{-6}$.

Варіант 3. Необхідно розрахувати об'єм стічних вод і масу забруднюючих речовин з території підприємства за рік.

Початкові дані. Середньорічний шар атмосферних осадів $x_0 = 560$ мм. Площа твердих покритий $F_T = 7400$ м², ґрунтової поверхні $F_{п} = 1400$ м², газонів $F_r = 750$ м². Кількість мийок в рік $n = 65$ шт. Витрата води на одну мийку $g_m = 2,0$ л/м². В стічній воді концентрація в зважених $C_{xwb} = 2300$ мг/л; концентрація нафтопродуктів $C_{xwh} = 350$ мг/л; концентрація органічних речовин по ВПК - $C_{БПК} = 45$ мг/л. Параметр $\theta = 10^{-6}$.

Варіант 4. Необхідно розрахувати об'єм стічних вод і масу забруднюючих речовин з території підприємства за рік.

Початкові дані. Середньорічний шар атмосферних осадів $x_0 = 480$ мм. Площа твердих покритий $F_T = 8600$ м², ґрунтової поверхні $F_{п} = 1800$ м², газонів $F_r = 950$ м². Кількість мийок в рік $n = 75$ шт. Витрата води на одну мийку $g_m = 1,7$ л/м². В стічній воді концентрація в зважених $C_{xwb} = 2200$ мг/л; концентрація нафтопродуктів $C_{xwh} = 320$ мг/л; концентрація органічних речовин по ВПК - $C_{БПК} = 52$ мг/л. Параметр $\theta = 10^{-6}$.

Варіант 5. Необхідно розрахувати об'єм стічних вод і масу забруднюючих речовин з території підприємства за рік.

Початкові дані. Середньорічний шар атмосферних осадів $x_0 = 480$ мм. Площа твердих покритий $F_T = 7600$ м², ґрунтової поверхні $F_{п} = 1300$ м², газонів $F_r = 800$ м². Кількість мийок в рік $n = 60$ шт. Витрата води на одну мийку $g_m = 1,2$ л/м². В стічній воді концентрація в зважених $C_{xwb} = 1800$ мг/л; концентрація нафтопродуктів $C_{xwh} = 250$ мг/л; концентрація органічних речовин по ВПК - $C_{БПК} = 45$ мг/л. Параметр $\theta = 10^{-6}$.

4. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Як класифікують стічні води?
2. Охарактеризуйте побутові стічні води.
3. Які основні забруднення характерні для побутових стічних вод?
4. Охарактеризуйте промислові стічні води.
5. Охарактеризуйте атмосферні стічні води.

6. Які є джерела забруднення поверхневого стоку?
7. Які основні забруднення характерні для виробничих та атмосферних стічних вод?
8. Як утворюються так звані «міські» стічні води?
9. Які основні забруднення за походженням характерні для різних видів стічних вод?
10. Які основні забруднення за фізичним станом характерні для різних видів стічних вод?
11. Що називають БПК. Стандартні умови для його визначення. Чим відрізняється БПК5 від БПКповн.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Барсукова О.А. Ресурсозбереження в агропромисловому комплексі. Конспект лекцій. Одеса, 2013. 159 с.
<http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/2192>
2. Аблієва І. Ю. Екологія міських систем : конспект лекцій. Суми : Сумський державний університет, 2020. 178 с.
3. Айрапетян Т. С. Конспект лекцій з дисципліни «Технологія очистки промислових стічних вод». Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 73 с.
4. Нестер А. А. Стічні води підприємств та їх очищення : монографія / А. А. Нестер, Н. М. Корчик, Б. А. Баран. Хмельницький : ХНУ, 2008. 171 с
5. Запольский А.К., Мішкова-Клименко Н.А., Астрелін І.М. та ін. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод. Київ, 2000.
6. Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні системи каналізації населених пунктів України від 19.02.2002 р. № 37. Київ. 2002.