

Анотація дисципліни

1. Назва: **Основи водного господарства та контроль якості підземних вод**
2. Лектор: Кононенко Аліна Володимирівна
3. Статус: вибіркова дисципліна.
4. Курс 1 магістр, семестр 2
5. Загальна кількість академічних годин 120: лекцій - 28, практичних занять - 14, самостійна робота - 78
6. Кількість кредитів - 4
7. Попередні умови: знання всіх попередніх курсів з геології та гідрогеології, екології.
8. Стисла анотація дисципліни та розділів, з яких вона складається:
9. **Мета курсу** «Основи водного господарства та контроль якості підземних вод» - ознайомлення студентів з основними уявленнями про водні ресурси, основні джерела питної води, загальні гігієнічні вимоги до якості води для водопостачання, основні технологічні процеси очистки води для потреб питного водопостачання, що базуються на фундаментальних розробках циклу природничих наук: географії, хімії, біології, основ гідрогеології.

Задачі курсу: розгляд всіх стадій організації процесу господарчо-питного водопостачання: від формування водних ресурсів (статичних та динамічних), які визначають водозабезпеченість країни, оцінку їх якості, способів забору води (на підземні та поверхневі джерела), основних технологічних процесів очистки води, подання води у розподільчу мережу і в подальшому – скидання у водні об'єкти після певного кондиціонування.

Сформовані компетентності:

ЗК 01. Здатність до адаптації і дії в новій ситуації, пов'язаній з професійною роботою, вміння генерувати нові ідеї в сфері гідрогеології

ЗК 02. Вміння виявляти, ставити, вирішувати проблеми та приймати обґрунтовані рішення в професійній діяльності.

СК 02. Знання сучасних засад користування надрами, взаємодії підземної гідросфери і техногенного середовища із застосуванням раціонального використання природних ресурсів, екологічних аспектів та основ природоохоронного законодавства.

СК 04. Здатність до професійної практично-дослідницької діяльності: здатність виконувати польові і камеральні дослідження геологічного середовища і гідрогеологічних об'єктів, інтерпретувати отримані результати досліджень, застосовувати їх у професійній діяльності.

Згідно до вимог освітньо-професійних програм студенти повинні досягти таких результатів навчання:

ПР01. Аналізувати особливості взаємозв'язку геологічного середовища з антропогенними системами та об'єктами.

ПР02. Застосовувати свої знання для визначення і вирішення проблемних питань і прийняття обґрунтованих рішень в теоретичних та прикладних напрямках гідрогеології.

ПР04. Розробляти, керувати та управляти проектами вивчення геологічного середовища, гідрогеології родовищ вуглеводнів, оцінювати і забезпечувати якість робіт.

ПР05. Планувати і здійснювати наукові експерименти, польові і камеральні дослідження геологічного середовища і гідрогеологічних об'єктів, інтерпретувати отримані результати досліджень, писати наукові роботи за фахом.

ПР06. Вміти здійснювати екологічну оцінку, аудит, ліцензування, сертифікацію використання надр, прогнозувати розвиток екологічних, технологічних, економічних та соціальних наслідків на окремих об'єктах впливу на геологічне середовище.

ПР09. Розробляти та впроваджувати механізми територіального менеджменту, геопланування, здійснювати моніторинг регіонального розвитку, складати плани та програми.

ПР10. Вирішувати практичні задачі наук про геологічне середовище з використанням теорій, принципів та методів гідрогеології та інженерної геології.

ПР12. Самостійно планувати виконання інноваційного завдання та формулювати висновки за його результатами.

ПР13. Оцінювати еколого-економічний вплив на довкілля при впровадженні інженерної діяльності та проектувати заходи з охорони та захисту навколишнього природного середовища.

Курс складається з 2 розділів:

Розділ 1. Водні ресурси та загальні проблеми водопостачання.

Тема 1. Роль компонентів хімічного складу води у життєдіяльності людини.

Тема 2. Кількість води та основні джерела питної води на планеті. Споруди для приймання води з природних джерел. Джерела водопостачання та їх характеристика. Водозабірні споруди для приймання з підземних джерел.

Тема 3. Загальні відомості про водокористування і водовідведення. Водозабезпеченість і водокористування у світі, в Європі та в Україні.

Тема 4. Технологічні аспекти водопостачання та каналізації.

Розділ 2. Вимоги до якості води питного призначення та методи коригування її властивостей.

Тема 5. Якість води для водопостачання. Показники якості води.

Тема 6. Фізичні та хімічні методи очистки природних вод для водопостачання. Побутові пристрої для очистки води.

Тема 7. Санітарний догляд за джерелами водопостачання. Вимоги до господарської діяльності на території водоохоронних зон.

Тема 8. Діюче природоохоронне законодавство.

Тема 9. Альтернативні джерела води.

9. Форма організації контролю знань, система оцінювання: кредитно-модульна система поточного і підсумкового контролю знань студентів. Питання оцінюються у 100 балів.

10. Навчально-методичне забезпечення. Авторські розробки лекційних та практичних робіт, представлених на сайті кафедри фундаментальної і прикладної геології

11. Мова викладання: українська

12. Список рекомендованої літератури:

Основна література

1. Кононенко А.В. Основні фактори зниження якісного складу підземних вод (на прикладі Житлівського водозабору) / А.В. Кононенко // Сучасні проблеми наук про Землю: VII Всеукраїнська молодіжна наукова конференція-школа, 19-21 квітня 2017 р.: тези доп. – Київ, 2017. – С. 23–24.

2. Кононенко А.В. Особливості техногенних джерел забруднення питних підземних вод (на прикладі Світлічанського водозабору) / Кононенко А.В., Удалов І.В. // Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування: IV міжнародна науково-практична конференція, 6-7 листопада 2017 р.: тези доп. – Трускавець, 2017.– С. 345–349.

3. Кононенко А.В. Вплив техногенних факторів на еколого-гідрогеологічні характеристики крейдових водозаборів Північно-Східного Донбасу / А.В. Кононенко, І.В. Удалов // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: Геологія. Географія. Екологія, 2016. – Вип. 45. – С. 177–183.

4. *Хільчевський В.К.* Водопостачання і водовідведення. Гідроекологічні аспекти.: ВЦ Київський університет, 1999. - 319 с.

5. *Хільчевський В.К., Горєв Л.М., Пелешенко В.І.* Методи очистки вод. - К., 1993.

6. Харкевич В., Крижевич С. (2012). Заходи щодо охорони підземних вод від виснаження і забруднення. Вісник Львівського університету, 26, 148-161.

Допоміжна література

7. Водний кодекс України, 1995 (Верховна Рада України). Відомості Верховної Ради України, 24, 189.

8. ДСанПіН 2.2.4-171-10 “Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною”. Наказ Міністерства охорони здоров’я України від 12 травня 2010 року № 400.

Яцик А.В. Водогосподарська екологія: у 4 т., 7 кн. - К.: Генеза, 2004. - Т.4, кн. 6-7. -680с.

13. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Авторські розробки лекційних та практичних робіт, представлених на сайті кафедри фундаментальної і прикладної геології

2. Методика гідрогеологічних досліджень: підручник. /[Електронний ресурс]. – Режим доступу: geol.univ@kiev.ua, 2015 – 275 с.

3. Фонди Центральної наукової бібліотеки ХНУ ім. В.Н.Каразіна.

4. Фонд Харківської державної бібліотеки ім. В.Г. Короленка .
5. Мережа Інтернет.

Лекція

Споруди для приймання води з природних джерел

План

1. Джерела водопостачання та їх характеристика.
2. Водозабірні споруди для приймання з підземних джерел.

Вибір вододжерела є найважливішим завданням при проектуванні системи водопостачання, оскільки він визначає характер самої системи, технологічну схему і склад водопровідних споруд, а отже будівельну і експлуатаційну вартість водопровідного комплексу.

До джерел водопостачання ставлять наступні вимоги:

- 1) забезпечення безперебійного отримання необхідної кількості води з урахуванням перспективи зростання водоспоживання;
- 2) можливість подачі води об'єкту з найменшою витратою засобів на її транспортування;
- 3) якість води в джерелі повинна найбільшою мірою відповідати вимогам споживачів або необхідну якість можливо отримати шляхом простого і дешевого очищення;
- 4) достатня потужність для того, щоб отримання з них води не впливало на існуючу екологічну систему.

Використовувані для цілей водопостачання природні джерела можна підрозділити на дві групи: поверхневі джерела - річки, водосховища і озера; підземні джерела - ґрунтові й артезіанські води і джерела (ключі).

Основними чинниками, що впливають на вибір вододжерела, є:

- віддаленість від водозабезпечуваного об'єкта;
- санітарна і гідрологічна характеристика вододжерела (необхідність регулювання річкового стоку і умови його здійснення, якість і кількість води у вибраних джерелах);
- висота підйому води від джерела до об'єкта водопостачання.

В існуючій практиці з поверхневих вододжерел найчастіше використовують річки. Як правило, середні й великі річки за своїм дебітом

задовольняють потреби у воді звичайних об'єктів водопостачання, інакше проводять зарегулювання їх стоку.

Характерними особливостями якості річкової води є її велика каламутність (особливо весною і восени), високий вміст органічних речовин, рослин, часто значна кольоровість води. Річкова вода звичайно має відносно малий солевміст і, як правило, невелику жорсткість. Вода водосховищ і озер характеризується малим вмістом завислих речовин, значною кольоровістю, великою окислюваністю, наявністю планктону в літній час.

Річкам властиві сезонні коливання їх витрати і якості води. Тому при виборі річки як вододжерела слід перевіряти можливість отримання необхідних кількостей води в період найменшого її дебіту з урахуванням зміни контурів її русла. При цьому слід пам'ятати, що в періоди паводків річкова вода характеризується високою кольоровістю і низькою лужністю, великою кількістю завислих речовин, значною бактерійною забрудненістю, що ускладнює її кондиціонування.

Як правило, річкові води відрізняються малим вмістом мінеральних солей, невеликою жорсткістю і при цьому відносно великою каламутністю, високим вмістом органічних речовин, бактерій, часто значною кольоровістю.

Вода озер звичайно має малий вміст завислих речовин. Ступінь мінералізації озерної води різний.

Поверхневі джерела характеризуються значними, іноді дуже різкими коливаннями якості води і кількості забруднень в окремі періоди року. Якість води озер і річок великою мірою залежить від забруднення їх поверхневими стоками і стічними водами міст і промислових підприємств.

Основним чинником, що впливає на вибір місця водозабірної споруди для господарсько-питних цілей, є санітарний стан місцевості, зокрема можливість організації зони санітарної охорони. Тому при виборі джерелом водопостачання річки водозабірні споруди слід розташовувати за течією річки обов'язково вище населених пунктів і промислових об'єктів, які можуть

забруднювати їх. Враховуючи це, іноді доводиться водозабірні споруди відносити на значні відстані від населеного пункту.

Особливу трудність становить використання для цілей централізованого водопостачання гірських річок, що відрізняються не тільки різкими коливаннями дебіту, але і якістю води. Води озер і водосховищ характеризуються великою різноманітністю за ступенем мінералізації, високою прозорістю, кольоровістю і наявністю солей заліза в періоди паводків, високою окислюваністю, наявністю планктону в теплу пору року, низькою мінералізацією, невеликим лужним резервом і малою жорсткістю. Ці особливості якості води водосховищ і озер викликають відомі труднощі при вирішенні завдання поліпшення її якості. Походження, умови залягання і формування підземних вод.

Підземні води утворюються внаслідок проникнення углиб землі атмосферних опадів і поверхневих вод, а також конденсації водяної пари з атмосфери. Вони знаходяться в порожнечах усередині гірських порід. Порожнечі можуть мати форму пір (у пісках, супісках, суглинках, глинах) або тріщин і навіть цілих печер (у вапняках, пісковиках та в інших гірських породах). Підземні води, заповнюючи всі пори тих або інших порід, утворюють так звані водоносні пласти. У тріщинах і печерах вони протікають у вигляді підземних потоків. Водоносний пласт підстилає водотривкий пласт, називаний іноді водотривким ложем, або просто водоупором. Пласти породи, що перекривають водоносний пласт, називаються його покрівлею.

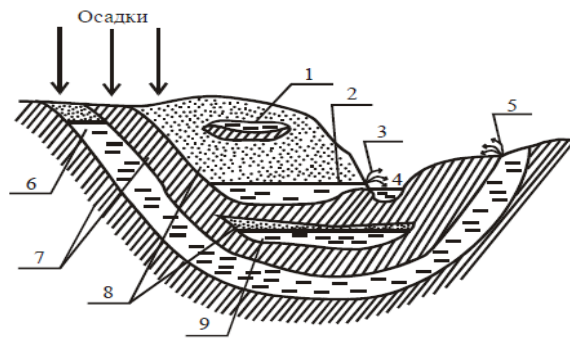


Рис. 2.1 - Схема залягання підземних вод:
 1 – верховодка; 2 – ґрунтові води;
 3 – низхідне джерело; 4 – річка; 5 – висхідне джерело;
 6 – артезіанські води; 7 – водотривкі породи;
 8 – водопроникні ґрунти;
 9 – міжпластові безнапірні води

Безнапірні підземні води насичують водоносний пласт не на всю його товщину, а мають вільну поверхню, названу дзеркалом ґрунтових вод. Рівень води в колодязях, опущених в такий пласт, встановлюється на тій же відмітці, на якій вода була зустрінута при розкритті пласта. Тиск над вільною поверхнею ґрунтових вод, тобто на їх дзеркалі, рівний атмосферному.

Потужність водоносного пласта визначається шаром водомісткої породи від водоупору до дзеркала ґрунтових вод. Підземні води, які насичують повністю водоносний пласт, покриті зверху

водонепроникними ґрунтами і мають п'єзометричний тиск, називаються напірними або міжпластовими. Напірні води характеризуються підйомом рівня води в колодязях вище за відмітку, на якій вода відзначена при влаштуванні колодязя. Тиск під покрівлею напірного пласта більший за атмосферний.

У місцях виходу водоносних пластів на поверхню землі утворюються джерела або ключі. У верхніх шарах ґрунту іноді зустрічаються води, звичайно називані верховодкою, які характеризуються непостійністю і невизначеністю залягання.

Підземні води, як правило, прозорі й безбарвні, але часто сильно мінералізовані, мають підвищену жорсткість, значний вміст фтору, заліза і т.п. Артезіанські води, перекрыті зверху водонепроникними породами, захищені від надходження проникаючих з поверхні землі забруднених стоків і тому мають високі санітарні якості. Такі ж якості мають і джерельні води.

Разом з тим підземні води часто сильно мінералізовані, тобто містять велику кількість розчинених солей.

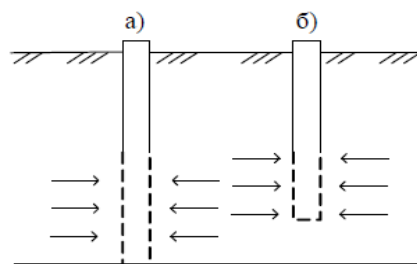


Рис. 2.2 - Схема досконалого (а) і недосконалого (б) трубчастого колодязя

2. Споруди для приймання води з природних джерел.

Водозабірні споруди з підземних джерел. Вживані в практиці водопостачання типи споруд для отримання підземних вод можна підрозділити на такі типи:

- трубчасті колодязі;
- шахтні колодязі;
- горизонтальні водозбори;
- променеві водозбори;
- споруди для каптажа джерел.

Використовуваний тип водозабірних споруд залежить від глибини залягання і потужності водоносного пласта, умов залягання (характеру ґрунтів, наявності, тиску в пласті і т.п.).

Трубчасті колодязі споруджують шляхом буріння в землі вертикальних циліндрових каналів - свердловин. У більшості порід стінки свердловин укріплюють обсадними трубами (сталевими, азбестоцементними, поліетиленовими), що створюють трубчастий колодязь. У межах водоносного горизонту для можливості прийому води з ґрунту колодязь виконують з перфорованих труб, обладнаних спеціальним фільтром.

Трубчасті колодязі застосовують при глибокому заляганні водоносних пластів і їх значній потужності. Характерною особливістю трубчастих колодязів є малий діаметр і відносно велика довжина водозабірної частини колодязя. Трубчасті колодязі використовують для отримання підземних вод

як безнапірних, так і напірних. Колодязь може бути доведений до підстилаючого водотривкого пласта - досконалий колодязь або закінчуватися в товщі найводоноснішого пласта - недосконалий колодязь. Для водопостачання крупних об'єктів споруджують декілька трубчастих колодязів, що об'єднуються в загальну систему водозбірних споруд.

У трубчастому колодязі розрізняють такі елементи (рис.2.3):

- водоприймальну частину (фільтр), яка служить для прийому води з водоносного горизонту;
- стовбур (або водопідіймальна частина), тобто глуху частину свердловини, по якій підіймається вода;
- гирло, вихідна частина колодязя, відповідним чином обладнана; вона розташовується в колодязі або спеціальному павільйоні.

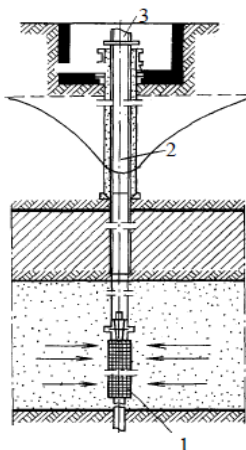


Рис. 2.3 - Елементи трубчастого колодязя:
1 - фільтр; 2 - стовбур;
3 - гирло

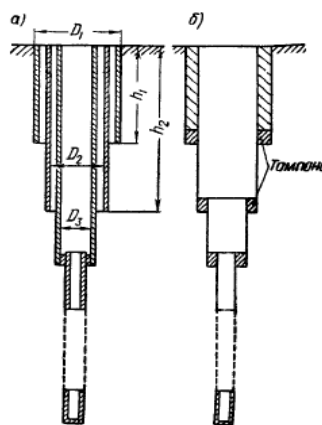


Рис. 2.4 - Схема трубчастого колодязя під час (а) і після (б) буріння

При значній глибині залягання водоносних порід досягти їх однією обсадною трубою не вдається, зважаючи на значне зростання опору при зануренні обсадних труб. Тоді послідовно використовують обсадні труби діаметра, що поступово зменшується. У цих умовах колодязь набуває телескопічного вигляду (рис. 2.4). Верхня частина колони обсадних труб повинна виступати над підлогою павільйону або заглибленої камери, де розташовується гирло свердловини, не менше ніж на 0,5 м. При цьому габарити павільйону в плані при висоті не менше 2,5 м повинні бути достатніми для розміщення електрообладнання і контрольно-вимірювальних

приладів. Оголовок свердловини повинен мати герметизацію, що виключає проникнення в міжтрубний простір забруднень.

Рівень води в колодязі за відсутності з нього водовідбору називається статичним. Для безнапірних підземних вод він відповідає рівню води у водоносному пласті. Для напірних підземних вод статичний рівень в колодязі вище за рівень води водоносного горизонту в даному місці, оскільки вода знаходиться у водоносному горизонті під тиском. При постійному відбиранні води з колодязя статичний рівень в ньому починає знижуватися і через деякий час встановлюється на певному горизонті, названому динамічним. Чим інтенсивніше водовідбір, тим нижче встановлюється динамічний рівень. Після припинення відкачування вода в колодязі знову піднімається до статичного рівня.

Шахтні колодязі (рис. 2.5) виконують з бетону, залізобетону, цегли, буту і дерева. Вони застосовуються для прийому безнапірних вод, при відносно невеликій глибині їх залягання (приблизно до 40 м). Найчастіше шахтні колодязі не доводяться до водоупору (колодязі недосконалого типу). Тоді вони приймають воду в основному через днище і частково через отвори в стінках. Шахтні колодязі мають значну площу поперечного перетину і малу довжину вертикальної частини. На дні шахтних колодязів для запобігання попаданню в них частинок ґрунту укладають піщано-гравійний фільтр. У крупних системах водопостачання для прийому необхідних кількостей води звичайно влаштовують не один, а декілька шахтних колодязів.

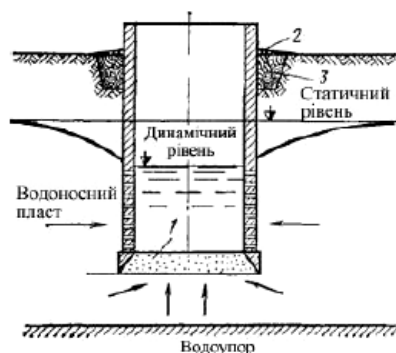


Рис. 2.5 - Схема шахтного колодязя:
1 – фільтр; 2 – відмостка;
3 – глиняний замок

Горизонтальні водозбори (рис. 2.6) споруджують при невеликій глибині залягання водоносного пласта (до 5-7 м) і малій його потужності. Вони є дренажними трубами або галереями, що укладаються в межах водоносного пласта, перпендикулярно до напрямку ґрунтового потоку. Навколо дренажних труб або галерей укладають гравієві фільтри. Вода, що поступає з ґрунту в дренажні труби або галереї, відводиться по них в збірний колодязь (резервуар), звідки відкачується насосами. На водозбірних лініях через кожні 25 м встановлюють оглядові колодязі.

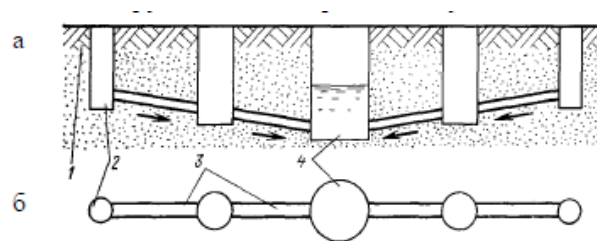


Рис. 2.6 - Схема горизонтального водозбору:
 а – розріз; б – вид зверху;
 1 – статичний рівень підземних вод; 2 – контрольні оглядові колодязі;
 3 – дренажні труби; 4 – водозбірний колодязь

Променевий водозабір (рис. 2.7) є водоприймальною спорудою з горизонтальними трубчастими дренами, розташованими в межах водоносних порід і радіально приєднаними до збірного шахтного колодязя. Дрени можуть розташовуватися як уздовж берега річки (у водонасичених ґрунтах), так і під самим її руслом. Променеві дрени виконують з перфорованих сталевих труб і встановлюють способом продавлювання з шахтного колодязя.

Ключі (джерела) підрозділяють на дві групи: висхідні й низхідні. Висхідні ключі утворюються при проникненні в поверхневі шари ґрунту розташованих нижче напірних вод в результаті порушення міцності перекриваючих їх водонепроникних порід. Низхідні ключі утворюються в результаті виклинювання на поверхню землі безнапірних водоносних пластів, що покоються на водонепроникних породах. Споруди для прийому джерельних вод одержали назву каптажних споруд, а процес збору джерельної води - каптажу джерел (ключів).

Для каптажу висхідних ключів (рис. 2.8, а) водоприймальні споруди виконують у вигляді резервуара або шахти, які споруджують над місцем найбільш інтенсивного виходу джерельної води. У тому випадку, коли корінні породи, через які поступає джерельна вода, покриті невеликим шаром наносного ґрунту, його видаляють. Коли корінні породи представлені щільними тріщинуватими утвореннями, їх поверхня повинна бути розчищена і, якщо спостерігається винесення частинок піску, перекрита шаром гравію. Якщо вода виходить з піщано-гравелистих порід, для каптажної споруди обов'язковим є влаштування зворотного гравієвого фільтру.

Каптаж низхідних ключів (рис. 2.8, б) здійснюють шляхом влаштування водоприймальних камер, що розташовуються в місці найбільш інтенсивного виходу джерельної води. Іноді для повнішого захоплення води влаштовують споруди у вигляді перемичок, підпірних стінок і т.п. перпендикулярно до основного напрямку руху води для її перехоплення і передачі до приймальної камери. Іноді уздовж цих перемичок укладають горизонтальні водозбірні труби або галереї, які збирають воду і тим полегшують її передачу до приймальної камери.

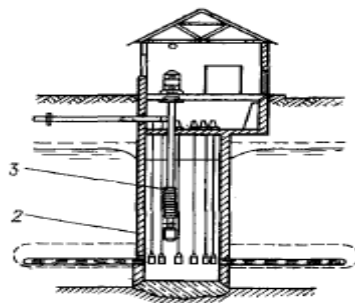


Рис. 2.7 - Схема променевого водозбору:
1 – перфоровані сталеві променеві дрени;
2 – залізобетонний шахтний колодезь; 3 – занурений насос

Питання для самоконтролю

1. Класифікація систем водопостачання.
2. Класифікація насосних станцій.
3. Гідравлічний розрахунок типової мережі.
4. Режими водоспоживання.
5. Контроль якості води.
6. Вимоги до якості води.
7. Норми водоспоживання в населеному пункті.
8. Гідравлічних розрахунок кільцевої мережі.
9. Вимоги до влаштування протипожежного водопроводу.
10. Вільні напори у системах водопостачання.
11. Проектування гідроколон.
12. Конструкція та експлуатація насосних станцій.
13. Норми витрат води на виробничі потреби промислових підприємств.
14. Забезпечення надійності насосних станцій.
15. Межі зон санітарної охрани.
16. Межа гідравлічного розрахунку водопровідної мережі.
17. Проблеми водопостачання в Україні.
18. Аварії на водопровідних спорудах.
19. Основні джерела забруднення природних вод.
20. Визначення типового РЧВ.
21. Споруди для приймання води з природних джерел
22. Джерела водопостачання та їх характеристика.
23. Водозабірні споруди для приймання з підземних джерел.
24. Як класифікують споживачів води?
25. Які вимоги ставлять різні категорії споживачів до використовуваної води?
26. Від яких параметрів залежить норма господарсько-питного водоспоживання?
27. Як (за яким документом) визначити норму господарсько-питного водоспоживання?
28. Як визначають норму технологічного водоспоживання?
29. Як визначають норму водоспоживання для протипожежних цілей?
30. Який режим водоспоживання води населеним пунктом протягом доби?
31. Від яких параметрів залежить необхідний напір у мережі?
32. Як розрахувати вільний напір для житлової будівлі?
33. Який максимальний гідростатичний напір в мережі господарсько-питного водопроводу біля споживача?
34. Яке призначення водопідіймальних споруд?
35. Яке призначення насосних станцій 1-го і 2-го підйому?
36. Яке призначення очисних комплексів систем водопостачання?
37. Яке призначення магістральних водоводів?
38. Яке призначення розподільних мереж?
39. Які бувають регулюючі й запасні ємкості?
40. Які водозабірні споруди використовують для прийому води з поверхневих джерел?
41. Які умови використання і принцип роботи берегових водозаборів?
42. Які умови використання і принцип роботи руслових водозаборів?
43. Які умови використання і принцип роботи комбінованих водозаборів?

44. В яких випадках використовують ковшові водозабори? Як вони працюють?
45. Що таке знезараження води?
46. Що таке знебарвлення води?
47. Як поділяються фільтри за швидкістю фільтрування?
48. Назвіть методи знезалізнення води.
49. Назвіть методи помякшення води.
50. Що таке коагуляція і для чого її використовують?
51. Назвіть спеціальні методи поліпшення якості води.

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Факультет ГГРТ

Напрямок підготовки 103 «Науки про Землю»

Освітня програма Гідрогеологія

Семестр 2

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти (освітньо-науковий рівень): магістр

Навчальна дисципліна: **Основи водного господарства та контроль якості підземних вод**

ПІБ студента, група _____

Загальна кількість балів – 40.

Екзаменаційний білет

Варіант № 1

1. Охарактеризувати основні джерела забруднення природних вод. (10б)
2. Перерахувати основні способи збереження недоторканого запасу води. (10б)
3. Які загальні вимоги використовуються до захисту систем централізованого господарчо-питного водопостачання? (10б)
4. Гідравлічний розрахунок типової мережі. (10б)

Затверджено на засіданні кафедри фундаментальної і прикладної геології
28.08.2023 р., протокол № 1

Питання до іспиту склала _____

Аліна КОНОНЕНКО

Зав. кафедри _____

Валерій СУХОВ

План лекцій з курсу «Основи водного господарства та контроль якості підземних вод»

Лекція 1. Водні ресурси та загальні проблеми водопостачання.

1. Водні ресурси – інвестиція сьогодення і перспектива майбутнього.
2. Загальні проблеми водопостачання в Україні, світі.

Лекція 2. Споруди для приймання води з природних джерел

1. Джерела водопостачання та їх характеристика.
2. Водозабірні споруди для приймання з підземних джерел.

Лекція 3. Роль компонентів хімічного складу води у життєдіяльності людини.

1. Значення води в житті людини.
2. Макроелементи і мікроелементи.

Лекція 4. Роль компонентів хімічного складу води у життєдіяльності людини.

1. Хімічні і фізичні властивості води.
2. Газовий склад підземних вод.
3. Бактеріологічний стан підземних вод.

Лекція 5. Кількість води та основні джерела питної води на планеті.

1. Загальна класифікація водних об'єктів.
2. Водні ресурси.
3. Запаси води на земній кулі.

Лекція 6. Водозабезпеченість і водокористування в Європі та в Україні.

1. Загальні відомості про водокористування і водовідведення.
2. Водні ресурси та водокористування в країнах Європи.
3. Водозабезпеченість і водокористування в Україні.

Лекція 7. Технологічні аспекти водопостачання та каналізації.

1. Водозабори, насосні станції та водоочисні споруди.
2. Водопровідна мережа.
3. Каналізації і очисні споруди системи каналізації.

Лекція 8. Водопостачання міста Харкова та області.

1. Особливості водопостачання м. Харкова.
2. Система каналізацій в місті.

Лекція 9. Вимоги до якості води питного призначення та методи коригування її властивостей.

1. Якість води для водопостачання.
2. Показники якості води.
3. Стандарти якості питних вод.

Лекція 10. Способи очистки природних вод для водопостачання.

1. Фізичні та хімічні методи очистки природних вод для водопостачання.
2. Побутові пристрої для очистки води.

Лекція 11. Санітарний догляд за джерелами водопостачання.

1. Зони санітарної охорони водозаборів.
2. Вимоги до господарської діяльності на території водоохоронних зон.

Лекція 12. Законодавство в сфері водокористування.

1. Водний кодекс України.
2. Вимоги до господарської діяльності на території прибережних захисних смуг річок.

Лекція 13-14. Альтернативні джерела води.

1. Дефіцит прісної води в світі.
2. Опріснення води.

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Факультет ГГРТ

Напрямок підготовки 103 Науки про Землю

Освітня програма Гідрогеологія

Семестр 2

Форма навчання денна

Рівень вищої освіти (освітньо-науковий рівень): магістр

Навчальна дисципліна: **Основи водного господарства та контроль якості підземних вод**

ПІБ студента, група _____

Загальна кількість балів – 20

Поточний контроль

ВАРІАНТ № 2

1. Класифікація систем водопостачання. (6б)
2. Класифікація насосних станцій. (6б)
3. Гідравлічний розрахунок типової мережі. (6б)
4. Режими водоспоживання. (2б)

Затверджено на засіданні кафедри фундаментальної і прикладної геології
28 серпня 2023р., протокол №1

Зав. кафедри _____

Валерій СУХОВ

Викладач _____

Аліна КОНОНЕНКО

Практична робота № 1

Розрахунок витрат води на господарсько-питні потреби населення

Добова норма водоспоживання – це кількість води, що витрачається протягом доби тим або іншим споживачем. Величина норми залежить від виду споживача і способу витрачання ним води.

Норми господарсько-питного водоспоживання в населених пунктах приймають залежно від ступеня оснащення будівель санітарно-гігієнічним обладнанням. Вказані норми передбачають водоспоживання тільки в житлових будинках і громадських будівлях. Сюди не входять витрати води на поливання вулиць і зелених насаджень, а також витрати в будинках відпочинку, санаторіях та ін. Вибирають норми залежно від висоти будівель, а також кліматичних та інших місцевих умов.

Завдання: виконати розрахунок середньої добової витрати води, середньої годинної витрати, максимальної і мінімальної годинної витрати води та максимальної секундної витрати води на господарсько-питні потреби населення в населених пунктах України. Зробити висновок по роботі.

№ варіанта	Населені пункти
1	м. Вінниця
2	м. Миргород, Полтавської обл.
3	м. Стрий, Львівської обл.
4	м. Подільськ, Одеської обл.
5	м. Лозова, Харківської обл.

Середню добову витрату води населенням міста визначають за формулою

$$Q_{\text{сер}}^{\text{доб}} = \frac{N \cdot q_{\text{М}}^{\text{доб}}}{1000}, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (1.1)$$

де N – кількість населення в місті;

$q_{\text{М}}^{\text{доб}}$ – норма добового водоспоживання на 1 мешканця населеного пункту, л/добу ([1], Додаток А).

Середню годинну витрату знаходять за формулою

$$Q_{\text{сер}}^{\text{год}} = \frac{Q_{\text{сер}}^{\text{доб}}}{24}, \text{ м}^3/\text{год}. \quad (1.2)$$

Максимальну й мінімальну годинну витрату визначають за формулами

$$Q_{\text{max}}^{\text{год}} = K_{\text{max}}^{\text{год}} \cdot Q_{\text{сер}}^{\text{год}}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (1.3)$$

$$Q_{\text{min}}^{\text{год}} = K_{\text{min}}^{\text{год}} \cdot Q_{\text{сер}}^{\text{год}}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (1.4)$$

де $K_{\text{max}}^{\text{год}}$, $K_{\text{min}}^{\text{год}}$ - максимальний і мінімальний коефіцієнти годинної нерівномірності, які визначають відповідно

$$K_{\text{max}}^{\text{год}} = \alpha_{\text{max}} \cdot \beta_{\text{max}}; \quad (1.5)$$

$$K_{\text{min}}^{\text{год}} = \alpha_{\text{min}} \cdot \beta_{\text{min}}, \quad (1.6)$$

де α - коефіцієнт, що враховує ступінь благоустрою будинків, режим роботи підприємств та інші місцеві умови; приймають $\alpha_{\text{max}} = 1,2-1,4$; $\alpha_{\text{min}} = 0,4-0,6$;

β_{max} , β_{min} - коефіцієнти, що враховують кількість жителів в населеному пункті; визначають за таблицею 2 [1] (Додаток Б).

Максимальну секундну витрату води знаходять за формулою

$$q_{\text{max}}^{\text{с}} = \frac{Q_{\text{max}}^{\text{год}}}{3,6}, \text{ л/с}. \quad (1.7)$$

Практична робота № 2

Розрахунок витрати води на поливання вулиць, площ, зелених насаджень

Для зрошування міських зелених насаджень, поливання і миття удосконалених покриттів, як правило, слід передбачати влаштування спеціальних поливальних водопроводів з використанням як джерела водопостачання місцевих водотоків, водойм, ґрунтових вод за наявності дозволу Державного агентства водних ресурсів України або Державної служби геології та надр України і Державної санітарно-епідеміологічної служби. Для зрошування міських зелених насаджень можливе використання доочищених міських та поверхневих стічних вод за наявності дозволу Державної санітарно-епідеміологічної служби. За неможливості або економічній недоцільності влаштування окремих поливальних водопроводів потреби у воді на поливання-миття міських територій передбачають з мереж централізованого питного водопостачання населеного пункту.

Витрати води на поливання у населених пунктах і на території промислових підприємств визначають згідно норми за даними про площі за видами благоустрою (зелені насадження, проїзди тощо) або на одного жителя залежно від їх кількості та розташування кліматичного району.

Завдання: виконати розрахунок середньої добової витрати води, максимальної годинної витрати та максимальної секундної витрати води на поливання вулиць, площ, зелених насаджень для населених пунктів України. Зробити висновок по роботі.

№ варіанта	Населені пункти
1	м. Вінниця
2	м. Миргород, Полтавської обл.
3	м. Стрий, Львівської обл.
4	м. Подільськ, Одеської обл.
5	м. Лозова, Харківської обл.

Середня добова витрата:

$$Q_{\text{сер}}^{\text{доб}} = \frac{F \cdot q \cdot n \cdot 0,1}{1000}, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (1.8)$$

де F - площа вулиць, площ, зелених насаджень, м^2 ;

q - норма витрати води на поливання, приймають залежно від типу покриття, виду поливання та ін. умов за таблицею 3 [1] (Додаток В);

n - кількість поливань, приймають 1-2 залежно від режиму поливання;

0,1 - поливається 10 % від усієї площі

Середня годинна витрата:

$$Q_{\text{сер}}^{\text{год}} = \frac{Q_{\text{сер}}^{\text{доб}}}{24}, \text{ м}^3/\text{год}. \quad (1.9)$$

Максимальна годинна витрата:

$$Q_{\text{max}}^{\text{год}} = \frac{0,0417 \cdot F \cdot K_{\text{max}}^{\text{год}} \cdot q \cdot n \cdot 0,1}{1000}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (1.10)$$

де $K_{\text{max}}^{\text{год}}$ - коефіцієнт годинної нерівномірності витрати води на поливання, для

середніх міст $K_{\text{max}}^{\text{год}} = 4$.

Максимальна секундна витрата води:

$$q_{\text{max}}^{\text{с}} = \frac{Q_{\text{max}}^{\text{год}}}{3,6}, \text{ л/с}. \quad (1.11)$$

Практична робота № 3

Розрахунок витрати води для промислових підприємств

Норми водоспоживання на господарсько-питні потреби і душ на промислових підприємствах приймають додатково до господарсько-питного водоспоживання населенням міста. Їх розраховують на час перебування робітників і службовців на виробництві. Витрати води на виробничі (технологічні) потреби промислових підприємств приймають на підставі технологічних розрахунків (за завданням технологів або господарських і плануючих організацій). За відсутності цих даних витрату води орієнтовно можна визначати, користуючись укрупненими питомими нормами на одиницю продукції, що випускається підприємством. Ці норми залежать від виду продукції, технології виробництва, їх встановлюють на підставі досвіду експлуатації аналогічних підприємств.

Витрата води для промислових підприємств складається з витрати води на господарсько-питні й комунальні потреби, витрати води на душ і витрати води на виробничі потреби.

Середня годинна витрата:

$$Q_{\text{сер}}^{\text{год}} = \frac{0,045 \cdot N_{\text{гар}} + 0,025 \cdot N_{\text{хол}}}{24}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (1.12)$$

де 0,045 і 0,025 - відповідно норми водоспоживання на 1 робітника в гарячих і холодних цехах, м³/добу;

$N_{\text{гар}}, N_{\text{хол}}$ - відповідно загальна кількість працюючих на підприємстві в гарячих і холодних цехах.

Розрахункові максимальна годинна і секундна витрати в розрізі доби повинні прийматися за зміною, в якій працює найбільша кількість робітників (в максимальну зміну).

Максимальна годинна витрата:

$$Q_{\text{max}}^{\text{год}} = \frac{0,045 \cdot n_{\text{гар}} \cdot K_{\text{гар}} + 0,025 \cdot n_{\text{хол}} \cdot K_{\text{хол}}}{t_{\text{зм}}} \text{ м}^3/\text{год}, \quad (1.13)$$

де $n_{\text{гар}}, n_{\text{хол}}$ - відповідно кількість працюючих на підприємстві в гарячих і холодних цехах в максимальну зміну;

$K_{\text{гар}}, K_{\text{хол}}$ - коефіцієнти годинної нерівномірності відповідно в гарячих і холодних цехах; $K_{\text{гар}}=2,5, K_{\text{хол}}=3$;

$t_{\text{зм}}$ - тривалість робочої зміни, год. (8 год.).

Максимальна секундна витрата води:

$$q_{\text{max}}^{\text{с}} = \frac{Q_{\text{max}}^{\text{год}}}{3,6}, \text{ л/с}. \quad (1.14)$$

➤ *Витрата води на душ на підприємстві*

Кількість води, необхідної для користування душем робітниками, які працюють в гарячих і холодних цехах, дорівнює

$$V_{\text{зм}} = (0,06 \cdot n_{\text{Гар}}^{\text{Д}} + 0,04 \cdot n_{\text{ХОЛ}}^{\text{Д}}), \text{ м}^3, \quad (1.15)$$

де 0,06 і 0,04 - норми витрати на один душ у гарячих і холодних цехах відповідно, м³/чол.;

$n_{\text{Гар}}^{\text{Д}}, n_{\text{ХОЛ}}^{\text{Д}}$ - кількість робітників у гарячих і холодних цехах відповідно в зміну, які користуються душем, чол. Для розрахунку максимальної витрати приймаються кількості робітників у максимальну зміну.

За нормами користування душ приймають протягом 45 хв. (0,75 год.) після закінчення кожної зміни, тому максимальна годинна витрата води на душ складає:

$$Q_{\text{max}}^{\text{ГОД}} = \frac{V_{\text{зм}}}{0,75}, \text{ м}^3/\text{ГОД}, \quad (1.16)$$

Максимальна секундна витрата води:

$$q_{\text{max}}^{\text{С}} = \frac{Q_{\text{max}}^{\text{ГОД}}}{3,6}, \text{ л/с}. \quad (1.17)$$

➤ *Витрата води на виробничі потреби підприємства*

Витрата води на виробничі потреби підприємства повинна прийматися за даними технологів.

Максимальна добова витрата води підприємства на виробничі потреби:

$$Q_{\text{max}}^{\text{ДОБ}} = \Pi \cdot q_{\text{ПИТ}}, \text{ м}^3/\text{ДОБУ}, \quad (1.18)$$

де Π - добова продукція підприємства;

$q_{\text{ПИТ}}$ - середня питома витрата на виробництво одиниці продукції, м³ (Додаток Г).

Максимальна годинна витрата дорівнює:

$$Q_{\text{max}}^{\text{ГОД}} = \frac{Q_{\text{max}}^{\text{ДОБ}}}{t}, \text{ м}^3/\text{ГОД}, \quad (1.19)$$

де t - тривалість роботи підприємства в розрізі доби, год.

Максимальна секундна витрата води на виробничі потреби:

$$q_{\text{max}}^{\text{С}} = \frac{Q_{\text{max}}^{\text{ГОД}}}{3,6} \text{ л/с} \quad (1.20)$$

Завдання: виконати розрахунок витрати води на господарсько-питні й комунальні потреби (максимальну годинну і секундну витрати води), витрати води на душ і витрати води на виробничі потреби (максимальну добову, годинну, секундну витрати води). Зробити висновок по роботі.

Практична робота № 4

Розрахунок витрати стічних вод від промислових підприємств

Вихідними даними для розробки проекту каналізування населеного пункту або промислового підприємства служить генеральний план населеного пункту або підприємства, який враховує перспективу їх розвитку.

Каналізацію проектують на повний розрахунковий період, протягом якого мережі повинні мати певну пропускну здатність і відповідати своєму призначенню без реконструкції та розширення. Для міст цей період складає 20-25 років, а для промислових підприємств він дорівнює строку, протягом якого вони працюватимуть на повну потужність.

Крім проекту генерального плану забудови міста або підприємства для проектування системи каналізації необхідні такі матеріали:

- відомості про розміщення населення та його чисельність на перспективу;
- межі території, що каналізується;
- характеристика благоустрою населеного пункту та санітарна оцінка місцевості;
- гідрологічні й геологічні дані території;
- гідрологічні дані прилеглих водних об'єктів;
- метеорологічні дані;
- характеристика природних та інженерно-будівельних умов, будівельних і сировинних баз.

Для визначення витрат стічних вод на кінець розрахункового періоду потрібні відомості про чисельність населення і дані про підприємства.

При визначенні норм водовідведення промислових стоків користуються даними технологів, а при визначенні норм водовідведення від окремих будинків та будівель спеціального призначення - нормами проектування внутрішнього водопроводу та каналізації.

Витрата стічних вод від промислових підприємств складається з витрати побутових стічних вод, стічних вод від душових і витрати виробничих стічних вод.

➤ *Витрата побутових стічних вод від підприємства*

Середньодобову витрату побутових стічних вод встановлюють за формулою

$$Q_{\text{mid}} = \frac{45 \cdot N_{\text{гар}} + 25 \cdot N_{\text{хол}}}{1000}, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (1.32)$$

де 45 і 25 - відповідно норми водоспоживання на 1 робітника в гарячих і холодних цехах, л/добу.

Максимальна годинна витрата дорівнює:

$$Q_{\text{max.h}} = \frac{45 \cdot n_{\text{гар}} \cdot K_{\text{гар}} + 25 \cdot n_{\text{хол}} \cdot K_{\text{хол}}}{t_{\text{зм}} \cdot 1000}, \text{ м}^3/\text{год.}, \quad (1.33)$$

Розрахункова секундна витрата дорівнює:

$$q_{\text{max.s}} = \frac{45 \cdot n_{\text{гар}} \cdot K_{\text{гар}} + 25 \cdot n_{\text{хол}} \cdot K_{\text{хол}}}{t_{\text{зм}} \cdot 60 \cdot 60}, \text{ л/с.} \quad (1.34)$$

➤ *Витрата стічних вод від душових на підприємстві*

Кількість води, утвореної від користування душами робітниками, які працюють в гарячих і холодних цехах, дорівнює:

$$V_{\text{зм}} = (0,06 \cdot n_{\text{гар}}^{\text{д}} + 0,04 \cdot n_{\text{хол}}^{\text{д}}), \text{ м}^3. \quad (1.35)$$

Максимальну витрату стічних вод від душових на підприємстві за зміну приймають рівною максимальній годинній витраті води на душ і визначають за формулою

$$Q_{\text{max}}^{\text{год}} = \frac{V_{\text{зм}}}{0,75}, \text{ м}^3/\text{год.} \quad (1.36)$$

Максимальна секундна витрата води:

$$q_{\text{max}}^{\text{с}} = \frac{Q_{\text{max}}^{\text{год}}}{3,6} \text{ л/с.} \quad (1.37)$$

➤ *Витрата виробничих стічних вод на підприємстві*

Середню добову витрату стічних вод від технологічних процесів визначають за формулою

$$Q_{\text{mid}} = \Pi \cdot q_{\text{пр}}, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (1.38)$$

де $q_{\text{пр}}$ - питома водовідведення на одиницю продукції, м^3 (може бути рівним середній питомій витраті на виробництво одиниці продукції або менше – див. Додаток Г).

При відсутності даних про витрати води на виробничі потреби окремими змінами витрату виробничих стічних вод приймають рівною протягом усього часу роботи підприємства.

Максимальна годинна витрата стічних вод при цьому дорівнює:

$$Q_{\text{max.h}} = \frac{Q_{\text{mid}}}{t}, \text{ м}^3/\text{год.}, \quad (1.39)$$

де t - тривалість роботи підприємства протягом доби, год.

Максимальна секундна витрата води на виробничі потреби:

$$q_{\max.s} = \frac{q_{\max.h}}{3,6} \text{ л/с.} \quad (1.40)$$

Завдання: розрахувати витрати стічних вод від промислових підприємств складається з витрати побутових стічних вод, стічних вод від душових і витрати виробничих стічних вод.