

## ГЕОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ РОЗВИТКУ ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ «ВІКОН» (НА ПРИКЛАДІ КРЕЙДОВИХ ВОДОЗАБОРІВ СХІДНОЇ УКРАЇНИ)

Встановлено та охарактеризовано геологічні та екологічні передумови розвитку гідрогеологічних «вікон» в водотривкій товщі мергельно-крейдового водоносного горизонту на прикладі одних із найбільших крейдових водозаборів Східної України – Світлічанського, Житлівського та комплексу мергельно-крейдових водозаборів Харківської області. Проаналізовано геолого-гідрогеологічні, палеогеографічні, тектонічні та геоморфологічні особливості будови території дослідження. Доведено, що розвиток гідрогеологічних «вікон» в водотривкій товщі мергельно-крейдового водоносного горизонту на досліджуваній території пов'язаний із зонами тектонічних порушень, річковими долинами та безпосередніми виходами крейдових порід на денну поверхню.

Охарактеризовані основні особливості геологічної будови водотривкої товщі мергельно-крейдового водоносного горизонту на Світлічанському, Житлівському та комплексі мергельно-крейдових водозаборів Харківської області (на прикладі Середньооскільського родовища питних підземних вод). Виявлено, що підземні води мергельно-крейдового водоносного горизонту на досліджуваних водозаборах належать до недостатньо захищених. З урахуванням встановлених передумов розвитку гідрогеологічних «вікон» розроблена їх класифікація за такими ознаками: генезисом, площею поширення, гідрогеодинамічною та гідрогеохімічною складовою. Визначено екологічну роль гідрогеологічних «вікон» в формуванні запасів підземних вод мергельно-крейдового водоносного горизонту на території досліджень.

**Ключові слова:** гідрогеологічне «вікно», мергельно-крейдовий водоносний горизонт, крейдові водозабори, захищеність підземних вод, водотривка товща, зона тріщинуватості, відслонення, елювії, річкова тераса.

**А. В. Кононенко. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ «ОКОН» (НА ПРИМЕРЕ МЕЛОВЫХ ВОДОЗАБОРОВ ВОСТОЧНОЙ УКРАИНЫ).** Установлены и охарактеризованы геологические и экологические предпосылки развития гидрогеологических «окон» в водоупорной толще мергельно-мелового водоносного горизонта на примере одних из самых крупных меловых водозаборов Восточной Украины – Светличанском, Житловском и комплексе мергельно-меловых водозаборов Харьковской области. Проанализированы геолого-гидрогеологические, палеогеографические, тектонические и геоморфологические особенности строения территории исследования. Доказано, что развитие гидрогеологических «окон» в водоупорной толще на территории исследований связано с зонами тектонических нарушений, речными долинами и непосредственными выходами меловых пород на дневную поверхность.

Охарактеризованы основные особенности геологического строения водоупорной толщи мергельно-мелового водоносного горизонта на Светличанском, Житловском и комплексе мергельно-меловых водозаборов Харьковской области (на примере Среднеоскольского месторождения питьевых подземных вод). Выведено, что подземные воды мергельно-мелового водоносного горизонта на исследуемых водозаборах относятся к недостаточно защищенным. С учетом, установленных предпосылок развития гидрогеологических «окон», разработана их классификация по следующим признакам: генезису, площади распространения, гидрогеодинамической и гидрогеохимической составляющей. Определена экологическая роль гидрогеологических «окон» в формировании запасов подземных вод мергельно-мелового водоносного горизонта на территории исследований.

**Ключевые слова:** гидрогеологическое «окно», мергельно-меловой водоносный горизонт, меловые водозаборы, защищенность подземных вод, водоупорная толща, зона трещиноватости, обнажение, элювий, речная терраса.

**Загальна постановка проблеми та її актуальність.** Проблема забезпечення населення якісною питною водою є однією із важливих і актуальних в сучасних умовах. Це пов'язано з тенденцією погіршення якості питних вод внаслідок активізації техногенного впливу на навколишнє природне середовище в цілому та на поверхневі і підземні води зокрема. В сучасних реаліях інтерес, з екологічної точки зору, представляють саме підземні води. Однак, підземні води в умовах техногенізації середовища також піддаються активному техногенному забрудненню. Це відбувається внаслідок впливу цілого комплексу причин. Однією із таких причин, в окремих випадках, як зазначає ряд авторів [1, 3, 5, 8, 14, 15, 26] є їх слабка природна захищеність. Як відомо, природна захищеність підземних вод визначається не тільки літологією, фільтраційними властивостями, потужністю водотривкої товщі, а й наявністю чи відсутністю в водотривких товщах специфічних локальних утворень – гідрогеологічних «ві-

кон». Саме «вікна», в окремих випадках, можуть слугувати провідниками забруднюючих компонентів в підземні води. В зв'язку з цим, підкреслимо – особливістю гідрогеологічних «вікон» є їх розповсюдженість як в верхніх, так і в нижніх водотривках, що перекривають або підстеляють водоносний горизонт. За таких умов, вплив забруднюючих компонентів на підземні води може позначатися з двох сторін. Підземні води, у цьому випадку, скоріше виступають «середовищем-заручником», в якому концентруються основні забруднюючі компоненти, які надходять «зверху» чи «знизу» через гідрогеологічні «вікна» в водотривкій товщі. Задача гідрогеологів – визначити місце дислокації гідрогеологічних «вікон», встановивши геологічні передумови їх розвитку. Таким чином, актуальність цього дослідження не викликає сумнівів та робить його вкрай важливим з практичної точки зору.

**Аналіз попередніх досліджень і публікацій.** Питанням вивчення різних аспектів природ-

ної захищеності підземних вод, в тому числі гідрогеологічних «вікон», у різний час і на різних територіях приділяли увагу як зарубіжні, так і вітчизняні дослідники – В. М. Гольдберг, Н. Крістеа, М. А. Сунцов, Ф. М. Бочевер, А. Є. Орадовська, М. М. Лапшин, Р. В. Булатов, Є. Л. Мінкін, Є. М. Споріднених, В. П. Пілатовський, В. М. Шестаков, Н. Р. Туменко, Н. Н. Веригін, В. С. Саркисян, С. Н. Бузінов, І. Д. Умрихін, В. М. Шестопалов, А. С. Богуславський, В. Н. Бублясь, І. К. Решетов, Д. Ф. Чомко, М. І. Плотников, С. Краєвський, І. В. Удалов, В. В. Яковлев, Є. О. Кошляков, Н. П. Осокіна, А. Б. Климчук, С. В. Токарев, О. А. Остроух та ін.

Загальний підхід до виділення гідрогеологічних «вікон» в водотривких товщах, викладений в роботах М. А. Сунцова [19] та С. М. Єлохіної [7].

Гідродинамічне вирішення питання перегікання некондиційних вод через аномальні ділянки водотриву (гідрогеологічні «вікна») встановлено В. П. Пілатовським [16], С. Н. Бузіновим та І. Д. Умрихіним [2], Ф. М. Бочевером та М. М. Лапшиним [1], Н. Крістеа [9] та ін.

Гідродинамічні основи прогнозу зміни якості підземних вод з урахуванням часу підтягування некондиційних вод до водозабору через аномальні ділянки – «вікна» розглянуті в роботах В. М. Гольдберга [4], Є. Л. Мінкіна [12], В. М. Шестакова [25], Н. Р. Туменко [21], Н. Н. Веригіна [3], Ф. М. Бочевера [1] та ін.

Найґрунтовніше в Україні проблеми оцінки захищеності підземних вод до техногенного забруднення висвітлено в монографії В. М. Шестопалова зі співавторами [26]. У ній розглянуто історію виникнення цього поняття, методи його оцінювання, основні параметри, які використовуються для аналізу, вплив зон швидкої фільтрації та міграції на ступінь уразливості підземних вод.

Роботи М. І. Плотникова та С. Краєвського [17], І. В. Удалова [22], В. В. Яковлева [28] та ін. мають направленість на захист та покращення якості підземних вод від потрапляння забруднюючих компонентів.

Методичні аспекти визначення гідрогеологічних «вікон» за гідрохімічними даними знайшли своє відображення в роботах І. К. Решетова та Д. Ф. Чомка [18, 24].

Роботи Є. О. Кошлякова [8], Н. П. Осокіної [14], А. Б. Климчука та С. В. Токарева [27], О. А. Остроух [15] та ін. направлені на оцінку захищеності та уразливості підземних вод конкретних районів.

Таким чином, питання вивчення гідрогеологічних «вікон» дуже різновекторне і викликає широкий інтерес серед дослідників завдяки не-

однозначній оцінці умов виявлення та дослідження гідрогеологічних «вікон».

**Мета статті.** Метою статті є визначення та характеристика геологічних та екологічних передумов розвитку гідрогеологічних «вікон» в водотривких товщах мергельно-крейдового водоносного горизонту на прикладі крейдових водозаборів Східної України.

**Виклад основного матеріалу.** Як відомо, мергельно-крейдовий водоносний горизонт на території Східної України є одним із основних джерел питного водопостачання. Має повсюдне поширення – породи верхньої крейди плащеподібно покривають майже всю територію досліджень, за винятком відкритої частини Донбасу і його північно-західних окраїн. На вказаній території, мергельно-крейдовий водоносний горизонт інтенсивно експлуатується десятками великих і середніх водозаборів та сотнями одиночних свердловин. Складність його експлуатації визначається поширенням локальних ділянок підвищеної водопроникності як у верхньому, так і в нижньому водотривах. Зазначена характеристика може бути однією із причин погіршення якості води на водозаборах [12, 19]. Оскільки при цьому виникає небезпека природного (підтікання високомінералізованих вод «знизу») і техногенного (потрапляння забруднюючих компонентів з поверхні землі і з річковими водами) забруднення водоносного горизонту, що експлуатується.

Виявлені ділянки підвищеної водопроникності в водотривких товщах порід можуть класифікуватися як гідрогеологічні «вікна». З літературних джерел відомо, що гідрогеологічне «вікно» – локальна ділянка в перекриваючій або (та) підстеляючій водотривкій товщі, через яку відбувається більш інтенсивне перетікання забруднюючих компонентів (в порівнянні з рештою площі товщі) в досліджуваний водоносний горизонт [7].

Встановлено, що труднощі у виявленні, характеристиці та обліку гідрогеологічних «вікон» пов'язані з великим різноманіттям причин їх виникнення. Такими причинами можуть бути: літологічна, мінералогічна неоднорідність водотриву, його підвищена тріщинуватість, виклинування та ін.

Класично гідрогеологічні «вікна» визначають при бурінні свердловин за кернами матеріалом, за поглинанням промивної рідини, за рівнями води в свердловинах, пробурених на суміжні водоносні горизонти, за гідрогеохімічними показниками вод, що свідчать про надходження вод іншої якості в водоносний горизонт, який експлуатується. Ще один спосіб визначення гідрогеологічних «вікон» запропонувала С. М. Єлохіна [7]. Для прогнозу виявлення гідрогеологічних «вікон» вона застосовує методи аналізу потужнос-

тей водотриву і його коефіцієнта фільтрації. Визначати гідрогеологічні «вікна» також можна за гідрохімічними даними – спосіб Д. Ф. Чомко [24]. В основу запропонованого способу покладений факт схожості хімічного складу вод із експлуатаційного водоносного горизонту та вод із суміжних горизонтів. Зазначена особливість говорить про те, що при відсутності підтоку води із суміжного горизонту через затрубний простір, у цьому місці знаходиться гідрогеологічне «вікно».

Спираючись на дослідження С. М. Слохіної, М. А. Сунцова та ін. дослідників [1, 4, 7, 12, 19, 26] і виходячи із геолого-гідрогеологічних, палеогеографічних, тектонічних, геоморфологічних особливостей будови району досліджень здійснена спроба виділити можливі передумови розвитку гідрогеологічних «вікон» в водотривкій товщі мергельно-крейдового водоносного горизонту. Вважаємо, що зонами найбільш інтенсивного перетоку забруднень в мергельно-крейдовий водоносний горизонт можуть бути зони тектонічних порушень, річкові долини та безпосередні виходи крейдових порід на денну поверхню. Саме з цими зонами, які широко розвинені на території досліджень пов'язуємо розвиток гідрогеологічних «вікон» в водотривкій товщі мергельно-крейдового водоносного горизонту.

На основі аналізу геолого-гідрогеологічних особливостей будови території досліджень встановлено наступне: мергельно-крейдовий водоносний горизонт перекривається та підстеляється водотривкою товщею. Зазначено, що нижнім водотривом водоносного горизонту є монолітні або слаботріщинуваті породи мергельно-крейдової товщі. На вододілах і схилах річкових долин верхнім водотривом виступають глини або монолітні опоки палеогену, а в долинах річок майже повсюдно служить підзона замулювання і цементації кори вивітрювання мергельно-крейдових порід або глинисті і мулисті різниці алювію [13].

Виходячи із палеогеографічних характеристик території досліджень встановлені основні фактори формування водотривкої товщі: для нижнього водотриву – це механічна диференціація кластогенного матеріалу при його осадженні та неотектонічні рухи, що носять успадкований характер; для верхнього водотриву основними факторами геологічного формування є глибоководні умови осадконакопичення в верхньоолігоцен-четвертинний континентальний період. Зазначені особливості обумовили накопичення потужної товщі відкладів та подальший їх розмив, перевідкладення та розущільнення з утворенням ділянок підвищеної водопроникності в водотривкій товщі – гідрогеологічних «вікон» [10].

Зазначено, що складна тектонічна будова території досліджень дозволяє говорити про мож-

ливості поширення гідрогеологічних «вікон» в зонах розвитку тектонічних порушень. Складність тектонічної будови досліджуваної території визначається її розташуванням в межах тектонічних структур регіонального значення: південно-західного схилу Воронежського кристалічного масиву, Дніпровсько-Донецької западини, Донецької складчастої споруди та зон тектонічних порушень і оперяючих їх тріщин. З'ясовано, що на зв'язок зон тектонічних порушень з зонами розвитку гідрогеологічних «вікон» вказують дві основні ознаки та ряд додаткових ознак. Перша ознака – підвищена тріщинуватість мергельно-крейдових порід в зонах розвитку регіональних тектонічних порушень; друга ознака – наявність ділянок локального підвищення мінералізації підземних вод в мергельно-крейдовому водоносному горизонті (перевищуючі ГДК для питних вод) поблизу зон тектонічних порушень, що свідчить про підток високомінералізованих вод через гідрогеологічні «вікна» в підстилаючій водотривкій товщі.

Доказом зв'язку зон тріщинуватості з зонами розвитку гідрогеологічних «вікон» є також їх висока водопроникна здатність. Зони тріщинуватості представляють собою найбільш сприятливі шляхи для інфільтрації забруднюючих компонентів в водоносний горизонт, що експлуатується. Оскільки ці ділянки відрізняються більш високими фільтраційними властивостями слабопроникних порід і можуть класифікуватися як гідрогеологічні «вікна» тріщинуватості.

В якості додаткових ознак, які вказують на наявність гідрогеологічних «вікон» в водотривкій товщі мергельно-крейдового водоносного горизонту виділено такі геологічні особливості: збільшення модуля підземного стоку, накопичення більш грубих відкладів, зменшення потужності відкладів водотривів і т.д. [5, 13, 23, 24].

Розвиток гідрогеологічних «вікон» в водотривкій товщі мергельно-крейдового водоносного горизонту також пов'язуємо з ділянками розвитку купольних структур, оперяючих глибинний розлом по лінії Куп'янськ-Печеніги-Харків. Зв'язок зон розміщення «вікон» з купольними структурами описується розташуванням окремих локальних структур типу брахіантикліналей і пологих куполів в місцях перетину їх гідрографічною мережею. Зазначені структурні ділянки, маючи специфічну тектонічну, переважно розкриті тріщинуватість, утворюють систему зон тріщинуватості більш активного поглинання забруднюючих компонентів порівняно з іншими ділянками (гідрогеологічні «вікна»). Як приклад, до таких структур, відповідно до тектонічної схеми району досліджень, можна віднести наступні:

– Сухокам'янська структура, що перетинається долиною р. Суха Кам'янка, правої притоки р. Сіверського Дінця;

– Камишувахська структура, що перетинається системою балок і струмків в околицях с. Малої Камишевахи на правобережжі р. Сіверського Дінця;

– Куп'янська та Червонооскільська структури, що перетинаються р. Осколом;

– Нижньо-Дуванська і Попівська структури, що перетинаються р. Красною;

– Білокуракінська структура на перетині її р. Білою, правою притокою р. Айдар;

– Лозівсько-Шульгінська структура, що перетинається р. Айдар;

– Шебелинська, Червонодонецька, Співаковська, Святогірська, Нижньо-Торецька і Дроновська структури, що перетинаються р. Сіверський Донець.

Як відмічалось вище, іншою важливою ознакою, яка вказує на наявність гідрогеологічних «вікон» в водотривких товщах є підвищена мінералізація підземних вод в мергельно-крейдовому водоносному горизонті. Ще в 80-тих рр. минулого століття А. В. Суярко в своїх роботах [20] виділяла локальні ділянки, уздовж зон глибинних розломів, де в місцях їх перетину спостерігалися гідрогеохімічні і геотермічні аномалії. На зазначених ділянках, в найбільш ослаблених зонах в різні фази орогенічних рухів неодноразово відбувалося порушення цілісності гірських порід. Це стало причиною того, що уздовж насувів північної зони порушень (Північно-Донецького, Мар'ївського, Південного та ін.) фіксувалися гідрогеохімічні аномалії. На підтвердження гіпотези, як приклад, можна привести Житлівський водозбір, який розташований біля лінії проходження Северодонецького та Краснопопівського насувів. По даним гідрогеологічних досліджень на вказаній території фіксуються джерела розгрузки високомінералізованих підземних вод карбону і тріасу. Встановлено, що води тріасових відкладів мають приведений пластовий тиск на 0,20–0,25 МПа вище, чим води крейдових відкладів. Такий перерозподіл тисків забезпечує умови для висхідних перетоків підземних вод. Встановлено, що найбільш активно розгрузка підземних вод здійснюється в локальних прирозломних ділянках, і зокрема, поблизу Северодонецького і Краснопопівського насувів. В межах, зазначеної ділянки, на Житлівському водозборі відібрано пробу води з підвищеною мінералізацією – 1,8 г/дм<sup>3</sup> хлоридного натрієвого складу. Вказана особливість є підтвердженням розвитку гідрогеологічних «вікон» в нижньому водотриві, де підток «знизу» вод з підвищеною мінералізацією найбільш інтенсивний.

Щодо розвитку гідрогеологічних «вікон» в межах річкових долин, зазначимо, що вплив забруднення на мергельно-крейдовий водоносний горизонт позначається через алювіальний водоносний горизонт. Оскільки водоносний горизонт тріщинуватої зони крейди, розміщуючись в зоні вільного водообміну, представляє собою єдину гідравлічну систему з алювіальними, поверхневими водами р. Сіверський Донець та його притоками. Крім того, саме невелика потужність піщаних відкладів в межах річкових долин, хвилястий характер їх поверхні, висока поглинаюча здатність сприяє посиленому надходженню забруднюючих компонентів в мергельно-крейдовий водоносний горизонт [6, 13].

Відмічено, що розвиток гідрогеологічних «вікон» в межах річкових долин також пов'язаний із тріщинуватістю мергельно-крейдових порід. В долинах рік потужність тріщинуватої зони і ступінь розкриття тріщин збільшується від високих терас до заплави, в цьому ж напрямку збільшується і водопровідність крейдових порід. Ця закономірність пов'язана з вивітряннями і складними процесами розчинення і розмиву, що протікають в тріщинах під впливом діяльності підземних вод [13]. Роль водотриву при цьому виконує елювіальна товща, яка розділяє алювіальний і мергельно-крейдовий водоносні горизонти. Місцями піщаний алювій річок і дниц балок залягає на розмитій поверхні раніше відкладених порід. Саме через такі ділянки – ерозійні «вікна» здійснюється гідравлічний і фільтраційний взаємозв'язок з нижчезалягаючими водоносними горизонтами. При цьому, потужність елювіальної товщі в долинах р. Сіверський Донець, Красна, Вовча, Осколу та ін. поступово зменшується від ріки убик вододілів. Крім того, зустрічаються і локальні зміни потужності, зокрема її зменшення до повного виклинювання водотриву. Встановлено, що різке коливання потужності водотриву пояснюється двома факторами: по-перше, нерівністю поверхні накопичення відкладів; по-друге, інтенсивними ерозійними процесами [7]. В першому випадку мінімальна потужність елювію спостерігається на підняттях або уступах, у другому – в межах сучасних і древніх русел річок і стариць. Отже, при недостатній інформації про зміни потужності водотриву, нерівності в рельєфі поверхні накопичення відкладів і річкові долини (стародавні та сучасні) можуть служити вказівниками можливого знаходження гідрогеологічних «вікон».

Крім того, важливою ознакою розвитку «вікон» в водотривкій товщі є не тільки зменшення потужності елювію, але і його фаціальне заміщення з появою лінз, прошарків і гнізд матеріалу, що мають хорошу водопроникність (галька,

щербинь, пісок та ін.) [23]. Подібні фаціальні заміщення з'являються при різкій зміні умов накопичення відкладів. Тому такі «вікна» отримали назву літологічних. Через вказані «вікна» при наявності різниці напорів відбувається перетікання забруднюючих компонентів із одного водоносного горизонту в інший.

Підкреслимо, що гідрогеологічні «вікна» в долинах рік виконують роль не тільки провідника забруднення в мергельно-крейдовий водоносний горизонт, а й водночас являються областю живлення вказаного водоносного горизонту. Оскільки через такі локальні ділянки можна поповнювати запаси підземних вод мергельно-крейдового водоносного горизонту та ще й покращувати їх якість, шляхом використання спеціальних методик, заходів. Прикладом таких методик та заходів є розробки І. В. Удалова [22] та В. В. Яковлева [28].

Ще одним варіантом геологічних передумов розвитку гідрогеологічних «вікон» на території досліджень є безпосередні виходи крейдових порід на денну поверхню. Вказану ознаку можна віднести до прямої чи візуальної, що демонструє наявність «вікон» в водотривкій товщі. Відомо, що до ділянок безпосереднього виходу крейдових порід на денну поверхню належить правобережжя долини р. Сіверський Донець та лівобережні ділянки в верхів'ях приток р. Сіверський Донець. Встановлено, що виходи крейдових порід на денну поверхню пов'язані з особливостями тектонічної та геоморфологічної будови території досліджень [6]. Відмічено, що в геоморфологічному відношенні досліджувана територія

відноситься до структурно-денудаційної рівнини південно-західного схилу Середньоруської височини і Придонецького плато. Субстратом вказаної рівнини є мергельно-крейдові відклади і товща піщано-глинистих порід палеогену і неогену, що залягають на крейдових відкладах. В районі розвитку крейдових відслонень поширені ерозійно-денудаційні форми рельєфу, ускладнені брахіантиклінальними структурами, про які згадували вище. Так, наприклад, на південь від м. Ізюму, в межиріччі р. Сіверського Дінця і р. Сухого Торця, присутня велика смуга брахіантиклінальних структур (Слов'янська, Сухокам'янська та ін.), в склепінних частинах яких мезозойські (переважно крейдові мергелі), а місцями і палеозойські відклади високо підняті та розкриті ерозією. Крім того, на південь від лінії Куп'янськ-Сватово-Старобільськ поширена акумулятивна група полого хвилястих, розчленованих яружно-балочною мережею, рівнин з виходами крейдових порід на поверхню. Саме з зазначеними вище формами рельєфу пов'язуємо виходи крейдових порід на денну поверхню і як наслідок розвиток гідрогеологічних «вікон» на території досліджень (рис. 1, 2).

Охарактеризовані вище передумови розвитку гідрогеологічних «вікон» апроксимуємо на крейдові водозабори Східної України (Світлічанський, Житлівський та комплекс мергельно-крейдових водозаборів Харківської області). При чому, зазначені особливості, розглянемо також і з позиції оцінки захищеності мергельно-крейдового водоносного горизонту від надходження забруднюючих компонентів в підземні води.



Рис. 1. Схил Воронезького кристалічного масиву: відслонення крейдових відкладів в долині р. Айдар (Луганщина) [23]





Рис. 2. Схил Воронезького кристалічного масиву: відслонення крейдових відкладів в долині р. Вовча (Харківщина) [23]

Світлічанський водозабір. Водонесний горизонт, що експлуатується Світлічанським водозабором приурочений до тріщинуватої вивіреної зони, обумовленої процесами карстоутворення. У верхній частині, зазначена зона мергельно-крейдових порід, зруйнована суфозійними процесами і представляє собою елювійований прошарок (зону замулювання), що розділяє водонесні горизонти. Потужність цієї зони не перевищує декількох метрів, а на окремих ділянках вона повністю відсутня. Це сприяє об'єднанню водонесних горизонтів на локальних ділянках досліджуваної території в єдиний водонесний комплекс. І саме ці об'єднані ділянки можна розглядати в якості гідрогеологічних «вікон».

На Світлічанському водозаборі гідродинамічна ізолюваність мергельно-крейдового водонесного горизонту, як критерій природної захищеності, відпадає, тому що цей горизонт має тісний гідродинамічний зв'язок з вищезалегалими ґрунтовими водами. Відмічено, що зона аерації може виконувати роль водотриву мергельно-крейдового водонесного горизонту якщо вона представлена суглинками або глинами, тобто слабопроникними породами, достатньої потужності. На Світлічанському водозаборі зона аерації складена переважно пісками, потужністю кілька м, і тому це не є фактором, що захищає даний водонесний горизонт від забруднення. Таким чином, надійний захисний водотрив в покрівлі мергельно-крейдового водонесного горизонту відсутній. І всі вище перераховані факти свідчать про те, що на Світлічанському водозаборі мергельно-крейдовий водонесний горизонт є незахищеним.

Житлівський водозабір. Мергельно-крейдові відклади, в межах водозабору, поширені на північний схід від Северодонецького насуву. Представлені перешаруванням писальної крейди і крейдоподібного мергелю. Верхня частина мергельно-крейдової товщі перекрита слабопроникною товщею глинистих мергелів, що утворюють зону елювію, потужністю 1–5 м. Місцями елювій відсутній. Саме в цих місцях утворюються гідрогеологічні «вікна». Під елювієм розташовується зона інтенсивної тріщинуватості і водопроникності мергельно-крейдових порід, потужністю до 25–30 м. Відмічено, що верхньокрейдовий водонесний горизонт, приурочений до тріщинуватої зони – безнапірний. Однак, в місцях поширення слабопроникних елювіальних порід має напірний характер. При цьому, алювіальні відклади повсюдно перекривають мергельно-крейдові. За своїм літологічним складом алювіальні відклади неоднорідні. Представлені трьома основними фаціями: русловою, заплавною і болотно-старичною. До руслових відкладів належать нижні шари алювіальної товщі, складені дрібно-, середньо- і різнозернистими пісками з прошарками і лінзами гравію і гальки. Їх потужність 1–8 м. Взаємозв'язок поверхневих вод з підземними водами алювіальних, мергельно-крейдових водонесних горизонтів досить хороший і найбільш активно здійснюється через численні «вікна» в місцях відсутності суглинків і глин заплавної, болотно-старичної фації та елювіальних порід в покрівлі мергельно-крейдових відкладів. Отже, враховуючи всі вище зазначені особливості встановлено, що мергельно-крейдовий водонесний горизонт Житлівського водозабору є слабо захищеним.

Комплекс мергельно-крейдових водозаборів Харківської області. Вказаний комплекс розглянемо на прикладі Середньооскільського родовища питних підземних вод (Куп'янський район). Водоносний горизонт родовища, представлений щільними тріщинуватими мергельно-крейдовими відкладами. Загальна потужність горизонту 42–50 м, глибина залягання покрівлі до 25 м, напір 8–16 м. За геологічною будовою та гідрогеологічними умовами мергельно-крейдовий водоносний горизонт є недостатньо захищеним від поверхневого забруднення. На Середньооскільському родовищі, в якості верхнього водотриву виступає шар замуленої крейди («кольматаційний шар»), що недостатньо витриманий за площею та потужністю, і це сприяє виникненню гідрогеологічних «вікон». На площі розповсюдження алювіальних терас р. Оскіл, де кольматаційний шар у покрівлі тріщинуватих мергельно-крейдових відкладів місцями відсутній, забруднення мергельно-крейдового водоносного горизонту відбувається саме в цих місцях, за рахунок перетікання забруднень з товщі алювіальних відкладів.

Резюмуючи вищенаведене, визначено, що розглянуті вище водозабори за фактором захищеності підземних вод мергельно-крейдового водоносного горизонту належать до недостатньо захищених. Цьому сприяє не тільки невелика потужність водотриву, але і його повна відсутність на окремих ділянках. Крім того, на досліджуваних водозаборах присутні всі виділені вище передумови розвитку гідрогеологічних «вікон» в водотривкій товщі, а саме: вказані водозабори розміщені в межах річкових долин; річкові долини перетинають зони тектонічних порушень з оперяючими їх зонами тріщинуватості; наявні ділянки локального підвищення мінералізації підземних вод в мергельно-крейдовому водоносному горизонті поблизу зон тектонічних порушень та ін.

Зазначені вище характеристики та особливості дають підставу класифікувати гідрогеологічні «вікна» за наступними ознаками (факторами): генезисом, площею поширення, гідродинамічною та гідрогеохімічною складовою (табл. 1).

Таблиця 1

Класифікація гідрогеологічних «вікон»

Тип	Ознака	Типи гідрогеологічних «вікон»
I	генезис	«вікно» зони тріщинуватості
		літологічне «вікно»
		ерозійне «вікно»
II	площа поширення	локальне
		регіональне
III	гідрогеодинамічна	контур живлення
		контур розвантаження
		перетоки відсутні
IV	гідрогеохімічна	джерело покращення якості підземних вод
		джерело забруднення підземних вод
		джерело вод з якістю, аналогічною підживлюваному горизонту

I. За генезисом виділяємо три типи гідрогеологічних «вікон»: а) «вікна» зони тріщинуватості, що з'являються з розвитком тектонічної і екзогенної тріщинуватості, тяжіють до водонасичених ділянок водовміщуючих порід; б) «вікна» літологічні, пов'язані з локальним по площі фаціальним заміщенням водотривких порід, наприклад, заміна глибоководних, переважно глинистих відкладів, мілководними і більш грубими (піщаними і гравелистими); в) ерозійні «вікна», зумовлені дією екзогенних факторів, спрямованих на розмив, винос і перевідкладення порід водотриву.

II. За площею поширення виділяємо локальні і регіональні «вікна». Локальні «вікна» приурочені до невеликих ділянок розповсюдження,

пов'язуємо, наприклад, з локальними ділянками підвищення мінералізації поблизу зон тектонічних порушень. Регіональні ділянки поширення гідрогеологічних «вікон» виникають в зонах розвитку великих геологічних структур.

III. Виділення гідрогеологічних «вікон» за гідрогеодинамічною ознакою має також свої характерні особливості [2, 9, 16]. У природніх умовах виділяється три типи «вікон» за цією ознакою: а) перетікання відбувається в основний водоносний горизонт ( $H_1 - H > 0$ ); б) перетікання йде з основного водоносного горизонту ( $H_1 - H < 0$ ); в) перетікання відсутнє. Залежно від тривалості та інтенсивності відкачки (або експлуатації), «вікна» за цією ознакою можуть переходити з одного типу в інший. При достатньо тривалій та інтен-

сивній експлуатації можливий перехід всіх «вікон», що знаходяться в зоні депресії в перший тип.

IV. Гідрогеохімічна ознака – важлива ознака для прогнозу ролі «вікна» в гідрогеохімічному режимі водозабору [3, 12, 19, 21]. «Вікна» розглядаються як локальні джерела вод різної якості. Виділяється три типи джерел: а) джерело, що виступає в якості покращувача якості води, за рахунок поповнення запасів; б) джерело, через яке відбувається проникнення забруднюючих компонентів в експлуатований водоносний горизонт; в) джерело вод з якістю, аналогічною підживлюваному горизонту. В останньому випадку гідрогеохімічний прогноз не потрібен. У першому – такий прогноз виконується, якщо переслідуються мета покращити якість вод горизонту, що експлуатується. Для другого типу гідрогеохімічний прогноз водозабору обов'язковий етап в розрахунку водозабірної споруди. При цьому методика прогнозу вибирається, виходячи з гідрогеохімічної обстановки в горизонті, що експлуатується і в горизонті, що підживлює.

**Висновки.** Результатом дослідження геологічних та екологічних передумов розвитку гідрогеологічних «вікон» в водотривких товщах мергельно-крейдового водоносного горизонту (на прикладі крейдових водозаборів Східної України) стало наступне:

- 1) наведені та обґрунтовані умови формування гідрогеологічних «вікон»;
- 2) систематизовані ознаки існування гідрогеологічних «вікон»;
- 3) за змістом ознак запропонована практична

класифікація гідрогеологічних «вікон»;

4) представлені екологічні наслідки існування гідрогеологічних «вікон».

Проте зазначимо, що встановлені та охарактеризовані вище передумови розвитку гідрогеологічних «вікон» – перетин річковими долинами тектонічних структур; наявність ділянок локального підвищення мінералізації підземних вод поблизу зон тектонічних порушень; розвиток зон тектонічних порушень з оперяючими їх зонами тріщинуватості та місця розвитку купольних структур; виходи крейдових порід на денну поверхню – потребують більш пильного розгляду та подальшого більш уточненого дослідження потужності водотривких товщ на предмет наявності в них локальних ділянок інтенсивного перетікання – гідрогеологічних «вікон».

Важливим результатом дослідження є визначення екологічної ролі гідрогеологічних «вікон». Встановлено, що гідрогеологічні «вікна» можуть відігравати як негативну, так і позитивну роль.

Негативна роль гідрогеологічних «вікон» визначається через забруднення мергельно-крейдового водоносного горизонту на ділянках підвищеної водопроникності в водотривких товщах.

Позитивна роль гідрогеологічних «вікон» пов'язана з природним живленням мергельно-крейдового водоносного горизонту на цих ділянках в умовах його експлуатації. Ділянки розвитку гідрогеологічних «вікон» можуть використовуватися також для штучного поповнення запасів підземних вод та за рахунок цього покращувати їх якість.

#### Література

1. Бочеввер, Ф. М. *Защита подземных вод от загрязнения [Текст]* / Ф. М. Бочеввер, Н. Н. Лапшин, А. Е. Орадовская. – М. : Недра, 1979. – 254 с.
2. Бузинов, С. Н. *Гидродинамические методы исследования скважин и пластов [Текст]* / С. Н. Бузинов, И. Д. Умрихин. – М. : Наука, 1973. – 246 с.
3. Веригин, Н. Н. *О прогнозе качества воды в береговых водозаборах [Текст]* / Н. Н. Веригин, В. С. Саркисян. – Водные ресурсы, 1975. – 192–198 с.
4. Гольдберг, В. М. *Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения [Текст]* / В. М. Гольдберг, С. Газда. – М. : Недра, 1984. – 262 с.
5. Гольдберг, В. М. *Природные и техногенные факторы защищенности грунтовых вод [Текст]* / В. М. Гольдберг // Бюлл. МОИП, 1983. – № 2. – С. 103–110.
6. Дмитриев, Н. И. *Геоморфологическое расчленение Украины [Текст]* / Н. И. Дмитриев. – «Изд. Гос. Географического об-ва», 1934. – Т. 66. – Вып. 1. – 9–25 с.
7. Елохина, С. Н. *Использование комплексной характеристики водоупора для прогноза гидрогеологических окон [Текст]* / С. Н. Елохина, Э. М. Сродных // *Использование поверхностных и подземных вод Урала и проблема управления ими.* – Свердловск. – 1983. – С. 60–66.
8. Кошляков, О. С. *До питання вразливості питних підземних вод в межах Київської міської агломерації з урахуванням природної захищеності [Текст]* / О. С. Кошляков, О. В. Диняк, І. С. Кошлякова // *Вісник Одеського національного університету. Серія : Географічні та геологічні науки.* – 2014. – Т.19. – № 3(22). – С. 269–273.
9. Кристеа, Н. *Подземная гидравлика [Текст]* / Н. Кристеа. – М.: Гостоптехиздат, 1961. – Т. 1. – 343 с.
10. Крыжановская, Г. И. *Палеогидрогеологическая характеристика Днепровско-Донецкого артезианского бассейна [Текст]* / Г. И. Крыжановская // *Тр. Всесоюз. н.-и. ин-та гидрогеологии и инж. геологии.* – 1971. – Вып. 38. – С. 114–129.



11. Мартынов, А. А. Тектоника Днепровско-Донецкой впадины и Донбасса [Текст] / А. А. Мартынов, В. Н. Хныкин // *Тр. УкрНИГРИ*. – 1963. – Вып. 3. – С. 35–64.
12. Минкин, Е. Л. Влияние подсосывания подземных вод на качество воды инфильтрационных береговых водозаборов [Текст] / Е. Л. Минкин // *Разведка и охрана недр*. – 1965. – № 12. – С. 41–46.
13. Немец, К. А. Влияние речной сети на развитие проницаемости мело-мергельных пород [Текст] / К. А. Немец // *Вестник Харьковского университета. Материалы по геологии, гидрогеологии и географии Левобережной Украины*. – 1982. – № 228. – С. 24–27.
14. Осокина, Н. П. Влияние разрывной тектоники на естественную защищенность подземных вод на примере Киевской области (Украина) [Текст] / Н. П. Осокина. – *Пошукова та екологічна геохімія, 2016*. – №1(17). – 9–12 с.
15. Остроух, О. А. Якісна оцінка природної захищеності підземних вод засобами ГИС [Текст] / О. А. Остроух // *Вісник Харк. нац. ун-ту імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія-Географія-Екологія»*. – 2013. – № 1049. – Вип. 38. – С. 34–38.
16. Пилатовский, Б. П. Основы гидромеханики тонкого пласта [Текст] / Б. П. Пилатовский. – М. : Недра, 1966. – 316 с.
17. Плотников, Н. Гидрогеологические аспекты охраны окружающей среды [Текст] / Н. Плотников, С. Краевский. – М. : Недра, 1983. – 74 с.
18. Решетов, И. К. Оценка структуры эксплуатационных запасов подземных вод действующих водозаборов по гидрохимическим критериям / И. К. Решетов, Ф. В. Чомко, Д.Ф. Чомко // *Материалы юбилейной научной конференции кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии Воронежского госуниверситета*. – Воронеж : Изд-во ВГУ. – 1999. – С. 49–56.
19. Сунцов, М. А. Об оценке перетекания во взаимодействующих водоносных горизонтах [Текст] / М. А. Сунцов. – *Труды Всесоюз. заочного политехнического института, 1978*. – Вып. 120. – 38–43 с.
20. Суярко, А. В. К вопросу о разгрузке вод глубоких горизонтов Украинской части Большого Донбасса [Текст] / А. В. Суярко – 2-я геол. конф. «Степановские чтения». – Артемовск, 1969. – 209–212 с.
21. Туменко, Н. Р. Прогноз химического состава воды, поступающей в водозабор при их эксплуатации [Текст] / Н. Р. Туменко – В кн. : *Вопросы гидрогеологических прогнозов в связи с ирригацией земель и водоснабжением*. – Днепропетровск, 1972. – Вып. 4. – 94–118 с.
22. Удалов, І. В. Спосіб укриття низькоактивних радіаційних відходів [Текст] / І. В. Удалов, А. О. Окунь. – Патент на корисну модель № 88199. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 11 березня 2014 р.
23. Фото України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.photoukraine.com/russian/articles?id=3>.
24. Чомко, Д. Ф. Визначення гідрогеологічних вікон за гіdroхімічними критеріями [Текст] / Д. Ф. Чомко // *Геологічний журнал*. – Київ, 2000. – № 4. – С. 20–24.
25. Шестаков, В. М. Смешение сточных вод в реках [Текст] / В. М. Шестаков. – *Водоснабжение и санитария техники, 1961*. – № 7. – 15–18 с.
26. Шестопалов, В. М. Оценка защищенности и уязвимости подземных вод с учетом зон быстрой миграции [Текст] / В. М. Шестопалов, А. С. Богуславский, В. Н. Бублясь. – К. : Научно-инженерный центр радиогидрогеоэкологических полигонных исследований. Институт геологических наук НАН Украины, 2007. – 120 с.
27. Оценка уязвимости подземных вод районов открытого карста (на примере массива Ай-Петри, Крым) [Текст] / В. М. Шестопалов, А. Б. Климчук, С. В. Токарев, Г. Н. Амеличев // *Спелеология и карстология*. – Симферополь, 2009. – № 2. – 11–29 с.
28. Яковлев, В. В. Спосіб опріснення колодязної води [Текст] / В. В. Яковлев. – Патент на корисну модель № 104259. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25 січня 2016 р.