

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Геологорозвідувальний

(факультет)

Кафедра гідрології та інженерної геології

(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеню магістра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студента Маймол Тетяна Сергіївна

(ІПБ)

академічної групи 103М-18-2

(шифр)

спеціальності 103 Науки про Землю

(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою «Геологія»

(офіційна назва)

на тему Динаміка формування фільтраційних течій в підробленому гірському

(назва за наказом ректора)

масиві та їх інженерне регулювання

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Загриценко А.М.			
розділів:				
Загальний	Загриценко А.М.			
Спеціальний	Загриценко А.М.			
Рецензент				
Нормоконтролер	Деревягіна Н.І.			

Дніпро
2019

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

гідрогеології та інженерної геології

(повна назва)

Рудаков Д.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 2019 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеню _____ магістра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Маймол Тетяні Сергіївні академічної групи 103м-18-2
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 103 "Науки про Землю"

за освітньо-професійною програмою «Геологія»

на тему Динаміка формування фільтраційних течій в підробленому гірському масиві та їх інженерне регулювання

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
Загальний	Аналіз сучасних уявлень щодо умов формування техногенного режиму підземних вод, методів прогнозування та засобів інженерного водорегулювання при підземній розробці вугільних родовищ	14.10.19-21.10.19
Спеціальний	Систематизовані дані щодо природних умов обводнення вугільного родовища Західного Донбасу, а саме результати дослідно-фільтраційних робіт, геоморфологічні та гідрогеологічні умови, геологічна та тектонічна будова	22.10.19-02.12.19
	Обґрунтовані переваги використання комп'ютерного моделювання техногенного режиму підземних вод в межах шахтних полів та його математичні основи Кількісно оцінена ефективність використання варіантних схем водорегулювання	

Завдання видано _____

(підпис керівника)

Загриценко А.М.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі _____

14.10.2019

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

02.12.2019

Прийнято до виконання _____

(підпис студента)

Маймол Т.С.

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 75 с., 23 рис., 14 табл., 26 джерел.

Об'єкт досліджень - процеси формування техногенного режиму підземних вод при підземній розробці вугільних родовищ

Предмет досліджень - закономірності формування фільтраційних та ємнісних параметрів підробленого гірського масиву.

Метою роботи є обґрунтування закономірностей формування фільтраційних течій в підробленому гірському масиві та засобів їх інженерного регулювання.

Методи досліджень. Системний аналіз результатів попередніх досліджень, чисельне моделювання гідродинамічних процесів.

У вступі викладено проблему відпрацювання вугільних запасів в складних гідрогеологічних умовах, визначені мета і завдання досліджень, наукова новизна і практична цінність отриманих результатів.

В загальній частині проаналізовані сучасні уявлення щодо умов формування техногенного режиму підземних вод, методів прогнозування та засобів інженерного водорегулювання при підземній розробці вугільних родовищ

В основній частині систематизовані дані щодо природних умов обводнення вугільного родовища Західного Донбасу, обґрунтовані переваги використання комп'ютерного моделювання техногенного режиму підземних вод в межах шахтних полів та чисельна гідродинамічна модель фільтрації. Кількісно оцінена ефективність використання варіантних схем водорегулювання в підробленому масиві.

Ключові слова: ВОДОПРИТОК, ФІЛЬТРАЦІЙНІ ТА ЄМНІСНІ ПАРАМЕТРИ, МОДЕЛЬ ГЕОФІЛЬТРАЦІЇ, ВОДРЕГУЛЮВАННЯ

З М І С Т

	Стор.
ВСТУП	5
1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ УЯВЛЕНЬ ЩОДО ФОРМУВАННЯ ТЕХНОГЕННОГО РЕЖИМУ ПІДЗЕМНИХ ВОД (ТРПВ) ТА ЙОГО РЕГУЛЮВАННЯ В ЗОНІ ВЕДЕННЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ	7
1.1. Умови формування техногенного режиму підземних вод при підземній розробці вугільних родовищ.....	7
1.2 Особливості умов формування водопритоків в гірничі виробки	10
1.3. Методичні основи та технологічні засоби управління геофільтрацією	18
2 ПРИРОДНІ УМОВИ ЯК ФАКТОР ОБВОДНЕННЯ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК ШАХТ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ	22
2.1 Фізико-географічні умови	22
2.2 Геолого-гідрологічні умови	24
2.3 Тектонічна будова	39
3 МАТЕМАТИЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ ФІЛЬТРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ	43
4 ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ СХЕМ ВОДРЕГУЛЮВАННЯ В МЕЖАХ ШАХТНОГО ПОЛЯ	47
4.1 Обґрунтування гідродинамічної схеми моделі	47
4.2 Аналіз результатів прогностичних рішень з управління водопритокami	53
4.2.1 Спорудження протифільтраційної перемички	54
4.2.2. Управління затопленням відпрацьованих блоків шахтного поля	59
4.2.3. Створення тампонажної протифільтраційної завіси (ПФЗ)...	64
4.2.4. Гідроізоляція перетікання з р. Самара	68
ВИСНОВКИ	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	74
Додаток 1 Відгук керівника	77
Додаток 2 Рецензія	78

ВСТУП

Сучасний розвиток мінерально-сировинної бази України відбувається в умовах, коли більша частина розвіданих вугільних запасів вичерпана, а економічні ресурси на розвідку і освоєння нових родовищ обмежені. Це визначає необхідність пошуку шляхів підвищення повноти виїмки корисних копалин із залученням до відпрацювання запасів, розташованих в складних гідрогеологічних умовах.

Під час ведення гірничих робіт в такій ситуації збільшуються собівартість видобутку вугілля і втрата запасів, скорочуються темпи проходки гірничих виробок і підвищується аварійність, зростає техногенне навантаження на підземну і поверхневу гідросферу, що в свою чергу призводить до виснаження і забруднення водних ресурсів регіону.

Вуглепромисловий район Західного Донбасу відноситься до таких регіонів, де гідрогеологічні умови відрізняються особливою складністю, а 75% вугільних запасів залягає в знижених частинах рельєфу і заплавах річок.

Незважаючи на те, що в шахтах Західного Донбасу апробовано ряд технічних рішень щодо зниження притоку води до гірничих виробок (протифільтраційні зависи, тампонаж гірських порід, випереджаючий дренаж та ін.), вищезгадані аспекти залишаються актуальними і зумовлюють пошук нових схем водорегулювання.

Максимальна ефективність технічних рішень досягається за умови, що достовірно відомий механізм формування водопритоку, природа факторів їх формування та закономірності зміни. У зв'язку з цим *метою досліджень є обґрунтування закономірностей формування фільтраційних течій в підробленому гірському масиві та засобів їх інженерного регулювання.*

В зв'язку з цим в роботі вирішені наступні *задачі.*

- аналіз сучасних уявлень щодо умов формування техногенного режиму підземних вод, методів прогнозування та засобів інженерного регулювання шахтних водопритоків;

- систематизація даних щодо природних умов обводнення вугільного родовища Західного Донбасу;
- обґрунтування методу прогнозування гідродинамічних змін в межах шахтного поля;
- кількісно оцінка ефективності використання варіантних схем водорегулювання.

Об'єкт досліджень - процеси формування техногенного режиму підземних вод при підземній розробці вугільних родовищ

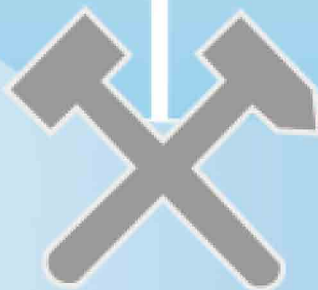
Предмет досліджень - закономірності формування фільтраційних та ємнісних параметрів підробленого гірського масиву.

Методи досліджень Системний аналіз результатів попередніх досліджень, чисельне моделювання гідродинамічних процесів.

Наукова новизна Обґрунтована чисельна гідродинамічна модель шахтного поля для оцінки ефективності технологічних схем водорегулювання, реалізація яких дозволяє знизити приток води в шахту від 10 до 38%. При цьому застосовуватися вони можуть як незалежно один від одного на різних етапах експлуатації шахти, так і одночасно.

Практична значимість полягає у зменшенні техногенного навантаження на підземну і поверхневу гідросферу та зниження фінансових витрат на відкачку води та екологічні штрафи.

КАФЕДРА ПІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ



1. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ УЯВЛЕНЬ ЩОДО ФОРМУВАННЯ ТЕХНОГЕННОГО РЕЖИМУ ПІДЗЕМНИХ ВОД (ТРПВ) ТА ЙОГО РЕГУЛЮВАННЯ В ЗОНІ ВЕДЕННЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ

Головна мета вивчення ТРПВ на родовищах корисних копалин – підвищити техніко-економічну ефективність і забезпечити безпеку ведення гірничих робіт при їх мінімальному негативному впливі на водні ресурси району.

Техногенний режим підземних вод характеризується різкою зміною умов розвантаження водоносних горизонтів та напрямку руху підземних вод, збільшенням градієнтів підземного потоку, інтенсифікацією перетікання між горизонтами, порушенням загального балансу підземного і поверхневого стоку.

В усіх гірничо-промислових регіонах техногенні зміни підземної та поверхневої гідросфери мають схожі ознаки, що проявляються в формуванні на поверхні мільд осідання та зон підтоплення, кількісних та якісних порушеннях в експлуатації питних водозаборів, забрудненні ґрунтових вод за рахунок інфільтраційних втрат зі ставків-накопичувачів шахтних вод та ін.

1.1. Умови формування техногенного режиму підземних вод при підземній розробці вугільних родовищ

Умови формування ТРПВ при підземній розробці вугільних родовищ в переважній більшості випадків залежать від технології гірничих робіт. Основні відмінності при підземній розробці визначаються напружено-деформованим станом оточуючого гірського масиву. Над очисними виробками в масиві формуються зони обвалення і техногенної тріщинуватості з підвищеною проникністю, а на поверхні - мільди осідання. У мільдах виникають скупчення атмосферних опадів або технічних вод, які розглядають як водні об'єкти. Швидкість накопичення води в мільдах і її об'єми залежать від метеорологічних умов району, рельєфу шахтного поля і технології гірничих робіт.

Напруги і деформації порід навколо підземних підготовчих і очисних виро-

бок проявляються за будь-якої технології проходки. Однак їх інтенсивність змінюється в широких межах. Найбільші напруги і деформації виникають при виробництві очисних робіт довгими стовпами з керуванням покрівлею обваленням, найменші - при камерних системах очисних робіт і проходці підготовчих виробок.

Напруги і деформації порід поблизу очисних виробок зосереджені в певних зонах (рис. 1.1), що переміщуються в масиві слідом за межами цих діючих виробок [1, 2].



Рис. 1.1. Схеми зон напружень в масиві біля підземної очисної виробки з керуванням покрівлею обваленням: I - неповна підробка; II - повна підробка; H - глибина виробки; a - ширина виробки; AC - напівмульда на поверхні; BC - пласка ділянка напівмульди; δ - кут впливу виробки; ψ - кут повних зрушень; 1 - межа області впливу виробки; 2 - зона опорного тиску; 3 - зона розвантаження; 4 - еюра напружень

Основними є дві зони - опорного тиску і розвантаження, в яких відбуваються складні гідрогеомеханічні процеси. Так, в зоні опорного тиску порода стискається і, відповідно, її пористість і проникність зменшуються, зростає тиск води в порах [3].

У зоні розвантаження, навпаки, розкриваються тріщини, що пересікають шари, по тріщинах уздовж шаруватості виникають розшарування, збільшується пористість і проникність порід. Це викликає процеси:

- 1) формування нових (техногенних) джерел і шляхів обводнення виробок;
- 2) розрідження пористих пісковиків;
- 3) прориви в виробки води і породи.

У нерухомих границь очисних виробок у міру «заліковування» тріщин і розсіювання напружень згадані зони поступово зменшуються і зникають. У більш міцних породах довше зберігаються напруги і залишкові деформації, а зони їх розвитку ширше. У слабких породах - навпаки.

Глинисті породи (аргіліти, алевроліти та ін) здатні витримувати без утворення тріщин в кілька разів більші відносні деформації, ніж вапняки і пісковики. Тому на деякому віддаленні від виробленого простору серед верств деформованих міцних порід може зберегтися шар більш слабкої глинистої породи з практично незмінною природною тріщинуватістю і проникністю. Цей шар ділить подроблену товщу на дві важливі зони (рис. 1.2):

- 1) верхню, практично не пов'язану з виробками, в якій шари зберігають значний фільтраційний опір, а також напори води;
- 2) нижню, в якій тріщини, що пересікають групи зону прогину шарів, в комплексі з тріщинами розшарування утворюють систему сполучених каналів, здатних проводити воду з подробленої покрівлі в очисну виробку [3].

У нижній зоні фільтраційний опір порід невеликий і напори води знижені практично повністю. У зв'язку з цим нижню зону прийнято називати *зоною водопровідних тріщин* (ЗВТ), а її границі вважати контурами безпосереднього дренавання обводнених шарів подробленої покрівлі. Шари, що дренаються за рахунок перетікання, до ЗВТ не належать. Таким чином, очисні гірничі роботи впливають

на ТРПВ в основному через ЗВТ. Висота ЗВТ в корінних породах над виробленим простором одного пласта відрховується від покрівлі очисної виробки по нормалі до неї.

У ЗВТ в результаті припинення природної циркуляції підземних вод, надходження з виробок підігрітого повітря і окислення вуглецю, температура порід зазвичай підвищується.



Рис 1.2. Схема гідробленого масиву: а - зона обвалення; б - зона тріщин; в - зона пружного прогину; ЗВТ - зона водопровідних тріщин; 1 - пласт вугілля, 2 - досить пластичний і водостійкий шар, 3 - розшарування в зоні розвантаження; 4 і 5 - техногенні та природні тріщини, що пересікають шари; 6 - мульда осідання поверхні

1.2. Особливості умов формування водопритоків в гірничі виробки

Водоприток в очисні виробки надходить, головним чином, на бокових границях ЗВТ і по площі виробок з боку покрівлі і підшви за рахунок посилення перетікання через екрануючі шари. Водопритоки із зони опорного тиску або при порушеннях рівноваги екрануючих водотривких порід в покрівлі та підшві виробок можуть набувати форму проривів.

Водопритоки в виробки і ТРПВ при підземній розробці родовищ визначаються комплексом природних і технологічних чинників. Найбільш істотними природними факторами ТРПВ на шахтних полях є:

- гідрогеологічна структура поля;
- природні напори підземних вод;
- фільтраційні параметри шарів або комплексів;
- умови живлення водоносних шарів або комплексів;
- фізико-механічні та водні властивості водопроникних і водотривких порід.

До основних технологічних факторів ТРПВ на шахтних полях відносяться:

- спосіб управління покрівлею;
- потужність пласта, що виймається;
- межі і розміри виробленого простору,
- глибина гірничих робіт;
- напрямлення і порядок відпрацювання пласта;
- швидкість посування очисного вибою;
- опорний гірничий тиск;
- дренажні заходи

Важливою особливістю всіх технологічних факторів є можливість управління ними.

Спосіб управління покрівлею очисних виробок - найбільш значимий фактор, так як визначає характер деформування підробленого масиву. Очевидно, що в одних і тих же геологічних умовах висота ЗВТ буде більшою при виїмці пластів з керуванням покрівлею повним обваленням і меншою - при закладці виробок або застосуванні камерних систем.

Потужність пласта, що виймається, визначає напрямок осідання підробленої товщі. Чим більше потужність пласта, що виймається, тим сильніше деформації викривлення і вище над пластом знаходиться ЗВТ. Повторні підробки при виїмці інших пластів на ділянці сприяють збільшенню деформацій раніше підроблених шарів. Найбільші деформації покрівлі приурочені до крайових частин очисних виробок, тому вплив повторних підробок можна зменшити, оперуючи взаємним розташуванням цих виробок і іншими гірничо-технічними заходами.

Межі виробленого простору, що визначають контури ЗВТ, є також контурами безпосереднього дренажу водоносних горизонтів в очисні виробки. Розміри виробленого простору впливають на рівень зависання міцніших шарів покрівлі, що перешкоджають розвитку деформації по висоті. При великих розмірах виробленого простору деформації шарів будуть поширюватися на більшу висоту до досягнення умов повної підробки [4].

Глибина відпрацювання пласта визначає вплив вивітрювання і гірського тиску на фільтраційні властивості порід.

Від напрямку посування очисного забою і порядку відпрацювання пласта залежить режим водопритоків в виробки. Ця залежність тим сильніше, чим яскравіше виражені неоднорідність водоносних горизонтів, відмінності умов на їх границях, мінливість залягання і т. п. [5].

Швидкість посування очисного забою визначає швидкість зростання обсягів осушуваних підроблених порід. Чим вище швидкість посування забою, тим вище і водоприток в очисну виробку з його боку [1].

Опорний гірничий тиск на краях очисних виробок з керуванням покрівлею обваленням призводить до стиснення порід в широкій зоні, до скорочення в них об'єму пор і підвищення порового тиску води в порівнянні з природним. При русі зони опорного стиснення порід разом з очисним забоєм, перед цією зоною може зібратися великий об'єм пружно стислої в порах води, яка загрожує гідророзривом екрануючих порід і проривом в підготовчі виробки.

Величина порового тиску в таких умовах може наблизитися до значення опорного. Поровий тиск піднімається інтенсивніше в більш стискаючих, більш

ізольованих і менш проникних шарах при більш високих швидкостях руху очисного вибою.

Інтенсивність і тривалість впливу підземних гірничих робіт на ТРПВ визначаються інтенсивністю напруг і деформацій в шарах, що вміщують підземні води. Виникаючи при цьому тріщини зрушення і гідророзриву більш розкриті і більш проникні, ніж тріщини природні, і їх розвиток залежить головним чином від технологічних факторів. Отже, спрямоване регулювання технологічних факторів дозволяє ефективно управляти дренажним впливом підземних виробок на ТРПВ і, відповідно, зменшувати їх шкідливий вплив на оточуюче природне середовище.

Фактичні геолого-маркшейдерські дані і літературні відомості [4, 5, 6] дають можливість провести типізацію водопроявів в гірничих виробках за зовнішніми формами їх виникнення, протікання в часі, зв'язку зі структурно-геологічними чинниками, технологічними особливостями гірничих робіт, геомеханічними процесами в підроблюваному породному масиві.

Водопрояви в шахтних стволах і основних підготовчих виробках формуються, як правило, при розкритті водоносних порід, що проходять без попереднього заморожування. При цьому максимальним припливом води супроводжується початкова фаза, коли гідравлічні градієнти навколо виробок близькі до одиниці. При заглибленні забою у водоносні породи величина припливу обумовлена збільшенням площі фільтраційного контакту і швидким зниженням напорів в зоні гідродинамічної депресії. Більш інтенсивний вплив останнього фактору обумовлює тенденцію до зниження водопритоку. Водозбагаченність порід формує абсолютні значення притоку від 0,1 до 500 м³/год і навіть більше, що відображається на їх градації від нормально-прийнятних до аварійних.

При збільшенні ступеню метаморфізму порід зростає небезпека розкриття стволами і магістральними виробками водозбагачених ділянок у зонах тектонічного дроблення порід: поодинокі випадки в Західному Донбасі переходять в систематично повторювані для Красноармійського району, Львівсько-Волинського басейну.

При відшаруванні подошви водоносного горизонту в покрівлі магістральних штреків або покрівлі водоносних порід в підшві виробок, формується капіж або струменеве водовиділення у зоні на відстані 4 – 10 радіусів від утримуючого впливу забою. При розмоканні порід стан виробки різко погіршується.

Перешарування стійких і слабких порід (наприклад, в гранітах) провокує впливи водоґрунтових сумішей в забій гірничої виробки. Це небезпечне гірничо-геологічне явище часто призводить до ускладнень при проведенні тунелів в м. Дніпрі, колекторних тунелів в м. Житомирі та інших місцях.

Прориви водопіскових сумішей з підроблюваних водоносних горизонтів є наслідком втрати стійкості захисної товщі порід, що розділяли очисні і підготовчі виробки. Це характерно для Дніпробасу, де надвугільні водоносні піски повсюдно залягають в покрівлі вугільних пластів.

Більш різноманітні водопрояви в очисних виробках спостерігаються в Західному Донбасі, де їх вплив на гірничі роботи має велике значення.

У класифікації умов відпрацювання вугільних пластів у Західному Донбасі водоносні горизонти пластового типу підрозділяються на два види - підроблювані і надроблювані. Перетікання води в очисний простір робочого пласту завчасно запобігається проходкою дренажних виробок на верхній межі шахтного поля. Відповідно підробці або надробці водовмісних порід формуються спадні і висхідні джерела водопрояву в лавах.

Зафіксовані лише окремі випадки виникнення експлуатаційних ускладнень внаслідок виникнення висхідних джерел водопрояву (наприклад, лави 703, 711 шахти "Павлоградська"). Вода з подошви виробки надходить через тріщини, сформовані в аргілітовому або алевролітовому міжпласті. Величини водопритоку не перевищують, як правило, 2-3 м³/год з поступовим загасанням у часі і, практично, припиняються протягом 3-5 діб [7].

Переважає більшість водопровів в очисних виробках формується при підробці водоносних горизонтів. На частку цього типу водопрояву припадає понад 95% гірничо-геологічних ускладнень процесу виїмки вугілля на шахтах Західного Донбасу. Формування водопровів з покрівлі виробки чітко пов'язується з струк-

турно-геологічною приналежністю водовмісних порід - джерел обводнення в лавах. Підробка пористих водоносних пісковиків, що є безпосередньою і основною покрівлею робочих вугільних пластів, супроводжується постійним рідкісним протіканням або дрібним водовиділенням з покрівлі, котре різко посилюється у моменти осаду основної покрівлі. Останні добре виражені, завдяки суттєвій міцнісній анізотропії пісковиків [8] і літологічно однорідному їх розвитку в покрівлі вугільних пластів.

Величини водопритоку в лаву, як правило, не перевищують $1 - 5 \text{ м}^3/\text{год}$, що пояснюється низькими фільтраційними властивостями водовмісних пісковиків, коефіцієнти фільтрації яких за даними гідрогеологічного випробування, складають тисячні і, рідше, соті частки м/год. Сприяє цьому і значна площа гідравлічного розвантаження, яка може орієнтовно оцінюватися площею основної покрівлі, відповідно до кроку її посадки (рис. 1.3). Крім того, в період накопичення прогину породної консолі над очисним забоєм формується зона перетискання, що знижує природну фільтраційну здатність водовмісних порід. Посадка основної покрівлі викликає динамічне розвантаження напружень в породному масиві і появу додаткових оголених поверхонь, дренуючих додаткові об'єми води.

Зафіксовані випадки короткочасних рясних водопритоків у лави на шахтах "Самарська", "Дніпровська", "Тернівська" при підробці пісковиків з тектонічними порушеннями скидного типу незначної амплітуди, які виконують роль колекторів зі статичними запасами води.

Практично не відрізняються, за зовнішніми формами від описаних, водопрояви в лавах, які підробляють водоносні пісковики, розвинені тільки в основній покрівлі і розділені з вугільним пластом, як правило, 2-5 метровим аргілітовим міжпластям. Однак інтенсивність водопрояву при осадах основної покрівлі наростає більш плавно, захоплюючи 2-3 метровий інтервал посування забою, що передує осадці, і стільки ж, після неї. Це можна пояснити піковими змінами у формуванні тріщин у безпосередній покрівлі, досягненням ними максимуму внаслідок динамічних дій в породному масиві при вторинних посадках [8,9].

При стійкому режимі посування очисного вибою, описувані водопрояви, як правило, формуються не ближче посадкового ряду механізованого кріплення.

Більш різноманітні зовнішні форми водопрояву у вигляді спадного капежу різної інтенсивності, переривчастих і безперервних цівок, зволоження покрівлі очисних виробок у вигляді слабого виділення води. Ця найбільш численна форма водопрояву виникає при підробці відносних вугільних пластів неробочої потужності і порівняно малопотужних слабких пісковиків, що входять до складу основних аргіліто-алевролітових покрівель пластів. Джерела обводнення формуються через систему гідралічно взаємопов'язаних тріщин, що перетинають водотривкі породи



мі-ж пласт'я, які розділяють покрівлю робочого вугільного пласта і підшву водовмісних порід.

Рис. 1.3. Формування зон гідралічного розвантаження в підроблюваному водоносному піщанику: 1 - очисний вибій, 2 - водоносний горизонт, 3 - зона перетискання, 4 - зона облому породних консолей, 5 - водотривкі породи, 6 - шляхи руху води [7]

Спостереженнями встановлено, що найбільш схильні до обводнення сполучення лав з виїмковими штреками, ніші і прилеглі до них ділянки лав. Інтенсивність водопрояву активізується на ділянках посування очисних вибоїв довжиною 5 - 8 м, відповідно наростанню гірського тиску при реалізації циклів вторинних

осадів основної покрівлі. В цьому періоді обводненню піддається майже увесь призабійний простір лави, тоді як в звичайному, стійкому режимі посування лінії забою, водопрояви охоплюють у вигляді рідкісного капежу посадовий ряд кріплення. При досягненні певної швидкості виїмки, джерела водопрояву спостерігаються тільки у виробленому просторі.

Зазвичай, при наявності в основній покрівлі маломіцних аргілітових порід, водопрояви формуються і в прилеглих виїмкових штреках у вигляді сочіння і рідкісного капежу. Причому цей процес починається попереду очисного вибою на 8-10 м, що відповідає зоні розвитку пікових значень опорного тиску в шахтах Західного Донбасу [10].

Технологічні і непередбачувані простої при веденні очисних робіт сприяють просуванню зони обводнення довжиною і шириною лави. При відсутності водопрояву в лаві, через деякий час після її зупинки, виникає обводнення з наростаючою інтенсивністю за площею очисного простору. Ці явища слід, очевидно, пов'язувати з реологічними процесами в породному масиві, які, як зазначалося, сильно виражені в вуглевмісній товщі Західного Донбасу.

Величини водопритоку в очисні виробки, для розглянутого структурно-геологічного типу низхідних джерел водопрояву, коливаються в значних межах - від 1 до 30 м³/год, що пояснюється різними колекторськими властивостями водовмісних порід, ступенем їх гідравлічного розвантаження в погашену зону виробленого простору за лавою, а також особливостями взаємодії з бічними породами і застосовуваних кріплень в очисних виробках. Інтенсивність водопритоку, як правило, знижується в часі, що зазвичай спостерігається при завалах лав, які тягнуть за собою тривалі зупинки у веденні очисних робіт.

Зазначені явища можна пояснити поступовим спрацюванням напорів у водоносних горизонтах без залучення додаткових площ, а також кольматацією водопровідних тріщин аргілітовими породами.

Аналогічно пояснюється і характер розподілу водопроявів в плані. Як правило, ділянки обводнення в лавах формуються на межі з ціликом. Зона гідравлічного розвантаження на контакті очисних виробок і погашеної зони збігається з

зоною геомеханічного розвантаження в породному масиві, а напрям водопровідних тріщин орієнтований відповідно до кутів зрушення в бік завалених порід.

1.3. Методичні основи та технологічні засоби управління геофільтрацією

В існуючих науково-практичних розробках з врахування фільтраційних процесів при веденні гірничих робіт можна виділити чотири основних напрямки: гідрогеологічне прогнозування водопритоку, оцінка зони водопровідних тріщин з точки зору безпеки гірничих робіт, прогнозування гідродинамічних процесів в гірському масиві навколо виробок, розробка технологічних засобів боротьби з водопритоками при веденні гірничих робіт [7]. Розглянемо коротко ці напрямки.

Гідрогеологічні розрахунки водопритоку в гірничі виробки виконуються, як правило, на стадії проектування шахт, рудників, нових горизонтів і т.д. Це необхідно для вибору потужностей водовідливних установок і розміщення підземних водовідвідних мереж. Розвинені два основні методи прогнозування водопритоку - гідродинамічний і метод аналогій [11].

У гідродинамічному методі гірнича виробка (або мережа виробок) розглядаються дренажною порожниною контурів водоносного горизонту. Шляхом схематизації фільтраційного поля задача зводиться до вирішення диференціальних рівнянь гідродинаміки при крайових умовах першого, другого або третього роду. Явний вигляд розрахункових формул досягається застосуванням відомих в математичній фізиці перетворень Лапласа-Карсона, Фур'є, Функцій Бесселя і т.п. Незважаючи на це, врахування найпростішої фільтраційної неоднорідності, нестационарності на контурах області фільтрації, наближення до реальної геометрії стічних границь і їх зміна при веденні гірничих робіт, висувають непереборні математичні труднощі в отриманні рішень. Тому відомі формули відображають вельми прості умови, ідеалізують реальну гідродинамічну картину. Згадаємо в цьому зв'язку формулу В.Д.Бабушкіна [4] для розрахунку водопритоку в шахтний стовбур, яку з огляду на громіздкість зручно привести в вигляді

$$Q = f(k_{\phi}, S, m, H_e, R_b, r_c, r_n, l_3), \quad (1.3)$$

де відповідно позначені: водоприток, коефіцієнт фільтрації водоносних порід, зниження п'єзометричного рівня, потужність напірного водоносного горизонту, початкова висота п'єзометричного рівня над водотривкою підшовою горизонту, радіус гідродинамічної депресії, радіус стовбура, параметр форми вибою стовбура, заглиблення забою в водоносні породи. Формула не знайшла широкого практичного застосування через значні (до 300% за даними В.Н. Савицької) розбіжності величин фактичних і прогнозованих водопритоків.

Найімовірніше розбіжності обумовлені значними змінами проникності в пристовбуровій зоні, а також істотним впливом нестационарності фільтраційного поля в фазах розкриття водоносних порід і подальшого заглиблення забою ствола.

Метод аналогій заснований на якісному або кількісному (наприклад, із застосуванням статистичних методів подібності об'єктів) встановленні гірничо-геологічної ідентичності проектованої і існуючої шахти або горизонту. При наявності такої подібності, водопритоки зіставляються в пропорціях аналогічних співвідношенню глибин і площ гірничих робіт.

Метод аналогій отримав розвиток із застосуванням кореляційного аналізу на ЕОМ. Наприклад, в роботах [12] показані стійкі зв'язки водопритоку з параметрами водоносних горизонтів і інтенсивністю відпрацювання вугільних пластів і рудних тіл. Теоретично більш суворим представляється напівемпіричний аналіз функцій перетікання в зону ведення гірничих робіт з відомими гідродинамічними параметрами формування ресурсів підземних вод [34]. У такому варіанті зручні для розгляду природоохоронні аспекти підземної гідросфери при розробці родовищ.

Вивчення зони водопровідних тріщин в покрівлі виробок носить виразний прикладний характер [4]. У зв'язку з цим, ймовірно, в дослідженнях превалює емпіричний аналіз натурних і експериментальних даних про розміри зони водопровідних тріщин в гірських породах, що розділяли водні об'єкти та гірничі виробки. Контурами цієї зони є наближення гірничих робіт до водоносних порід пухкої будови. Аналітичне рішення задачі формування зони водопровідного розпушення і

водопритоку з неї [13] можна віднести поки до ілюстративно-методичного варіанту.

Розгляд гідродинамічних процесів в гірському масиві навколо виробок актуально у зв'язку з необхідністю врахування гідравлічного навантаження кріплення, тампонажним і фізико-хімічним зміцненням порід, зменшенням водопритоків, прогнозуванням газодинамічних явищ і дегазацією гірських порід [14].

Найбільший розвиток в цьому напрямку отримали теоретичні та експериментальні дослідження фільтраційної газопроникності гірських порід і формування газодинамічних явищ в шахтах і рудниках, гідродинамічні дослідження тріщинуватої проникності порід, які підлягають тампонажу, а також механізм протікання процесів газодинаміки і зрушення в гірському масиві. Для більшості рішень можна відзначити ряд характерних особливостей: використання лінійного закону фільтрації, врахування зміни проникності масиву за співвідношенням компонентів поля напружень, використання методу послідовної зміни стаціонарних станів на межі газового скупчення. В окремих випадках враховуються: відхилення від лінійного закону фільтрації, нестационарність геомеханічно порушеного масиву і дискретність його нових властивостей (наприклад, поява порожнин розшарування), незворотні деформації гірських порід, врахування геометрії крайових умов застосуванням чисельних методів та інші.

У геомеханічному обґрунтуванні параметрів стійкості виробок на сучасному етапі сформувалося кілька наукових напрямків [15]. У роботах провідних вчених використовуються методи механіки суцільних і дискретних середовищ, аналітичні, експериментально-аналітичні, ймовірно-статистичні методи, враховуються анізотропія і неоднорідність властивостей масиву, його реологічні параметри і параметри різних фаз деформування і руйнування. У розглянутих аспектах, ці роботи становлять наукову базу для оцінки поведінки основної твердої фази гірського масиву як середовища, в якому реалізуються геомеханічні і фільтраційні процеси.

Просторова параметризація геометрії і розмірів тріщин в водоносних породах служить вихідною базою для реалізації комплексного методу тампонажу во-

доносних порід при будівництві шахт і їх експлуатації в складних гідрогеологічних умовах. Крім врахування властивостей тампонажних розчинів і масиву порід, технологія тампонування збагачена новими розробками щодо застосування гідрозриву тріщин, гідрогеомеханічного обтиснення обводнених зон тектонічного дроблення та ін.

Технології та засоби спеціальних способів закріплення пухких водонасичених порід (в т.ч. з пливунними властивостями) розвинені в роботі [16]. Вони базуються на фізичному (заморожування) або фізико-хімічному (силікатизація, парафінізація) перетворенні властивостей гірських порід з доведенням гірського масиву до твердого стану.

Серед технологічних засобів боротьби з водопритоками при веденні гірничих робіт найбільш широко поширені дренажні схеми попереднього осушення водоносних порід. В умовах підвищеного вмісту води в піщано-глинистих відкладеннях Підмосковного і Дніпровського вугільних басейнів попереднє осушення порід через забивні фільтри, висхідні свердловини або наскрізні фільтри є вкрай необхідним заходом забезпечення процесів очисної виїмки.

Перспективними є гірничо-технічні способи управління водопроявами при веденні очисних робіт [17]. На відміну від дренажних схем вони не є обов'язковими, але містять значні резерви підвищення ефективності будівництва шахт і розробки родовищ. Сутність цих способів у врахуванні гідрогеомеханічних і структурно-геологічних особливостей в системі "водоносні породи - гірничі виробки". Водопрояви розглядаються в ряду домінуючих факторів, що ускладнюють гірничі роботи, тому оптимальність параметрів схем підготовки, систем розробки, застосовуваних засобів механізації обумовлена урахуванням цього фактора. Серед апробованих гірничотехнічних способів управління водопроявами відомі [18]: порядок відпрацювання бремсбергу і похилої частини шахтного поля для гідродинамічно відкритих і закритих вугільних пластів, швидкісний режим введення в експлуатацію виїмкових стовпів, діагональні лави, чергування довгих і коротких лав та ін.

2. ПРИРОДНІ УМОВИ ЯК ФАКТОР ОБВОДНЕННЯ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК ШАХТ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ

2.1 Фізико-географічні умови

Територія Західного Донбасу відноситься до зони нестійкого зволоження. Річна кількість опадів складає 350-400 мм. Випаровування з поверхні суші не перевищує 400-420 мм. Випаровування з поверхні водойм перевищує випаровування з поверхні суші й у посушні роки дорівнюється 850-1100 мм. Найбільша величина випаровування спостерігається в липні-серпні, найменша – у грудні-лютому.

Гідрографічна мережа. На досліджувальній ділянці розташовані річки: Самара, Вовча, Тернівка, Бик, а також велика кількість балок із тимчасовими водотоками. Річки мають рівнинний характер з широкими асиметричними долинами, швидкість течії річок незначна, русла покручені, берега глинисті та низькі, дно мулисте, уклон рік складає 0,02-0,007 м/км.

На західному схилі Донецької височини починається *річка Самара*. Абсолютні відмітки рівня води в р. Самара на досліджувальній ділянці змінюються від 51 до 75,7 м. Середньобогаторічний рівень води в районі м. Павлоград складає 61,5 м, середньобогаторічні витрати – 12,8 м³/с. Рівень води в р. Самара схильний до різких коливань, які досягають максимуму в районі с. Кочережки – 7,67 м, в районі м. Павлоград – 4,25 м. В повінь ріка заливає заплаву (ширина затоплювання досягає 10-15 км). Тривалість весняного стоку складає 35-40 діб [Ошибка! Источник ссылки не найден.]. В посушливі роки деякі ділянки ріки пересихають. Річка Самара має невелику глибину і тільки на ділянці від гирла (6 км нижче за м. Дніпропетровськ) до м. Новомосковськ її глибина досягає 6-8 м. Ріка меандрує, постійний водотік простежується тільки нижче за впадіння р. Вовча. Річка має асиметричну долину: лівий кут нахилу – 5-7°, правий кут нахилу – до 30°. На лівому схилі р. Самара розташовані заплава та чотири надзаплавних тераси.

За рахунок просідання поверхні землі, що викликано веденням гірничих робіт, у заплаві річки при високих відмітках рівнів підземних вод відбувається затоплення значної площі. Рекультивація ділянок, що просідають, виконувалася по полях шахт Благодатна, Павлоградська, Тернівська, Самарська. До заходів по запобіганню негативного впливу просідання земної поверхні відноситься також використання старого русла р. Самара як горизонтальної дрени. Рекультивація землі насипним ґрунтом призводить до зміни фільтраційних властивостей зони аерації, знижує водопровідність алювіального водоносного горизонту, ускладнює розвантаження ґрунтових вод у річку, створюючи умови підпору підземного потоку. Утворення нового русла р. Самара (з 1978 р. абсолютна відмітка води – більш 63 м) також сприяє підпору підземних вод.

Мінералізація річної води навесні не перевищує $1,0-1,4 \text{ г/дм}^3$, а в період літо-осінь вона досягає $3,0-3,5 \text{ г/дм}^3$, взимку – $2,0-2,5 \text{ г/дм}^3$. За змістом солей р. Самара відноситься до найбільш мінералізованих річок України.

На досліджувальній дільниці пролягає водовод – Дніпро-Західний Донбас.

Рельєф. На території Західного Донбасу виділяються Запорізьська та Полтавська рівнини, межа між якими умовно проходить вздовж р. Самара. Рельєф – слабкогорбиста рівнина, що розчленена річковою та яружно-балковою мережею. Спостерігається загальне зниження абсолютних відміток поверхні землі по напрямку до р. Дніпр. Абсолютні відмітки поверхні землі змінюються від 50 до 180 м. Найменші відмітки пристосовані до заплави, найбільші – до вододілів (рис. 2.1).

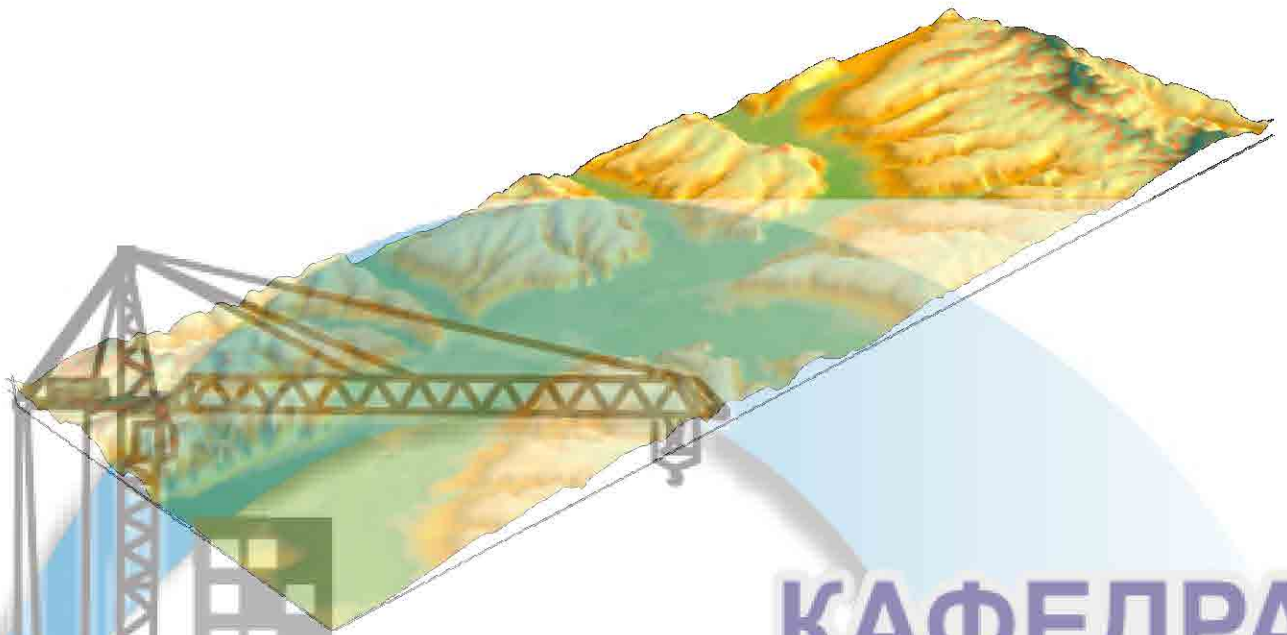


Рис. 2.1 Об'ємне зображення поверхні землі

2.2 Геолого-гідрогеологічні умови

В геолого-структурному відношенні Західний Донбас знаходиться в області з'єднання південно-західної частини Дніпровсько-Донецької западини, північно-східного схилу Українського масиву та платформенної частини Донбасу. В геологічній будові приймають участь породи архейського віку, осадові відклади палеозою (кам'яновугільна система), мезозою та кайнозою (палеогенова, неогенова, четвертинна системи). Приуроченість до південного борта Дніпровсько-Донецької впадини спричиняє моноклінальне залягання осадових порід, а характер рельєфу кристалічної основи - їхнє полого падіння на північний схід (рис. 2.2). Основну роль у тектонічній будові території грають регіональні розлами північно-західного простягання, уздовж яких відбувається східчасти опускання окремих брил зі зсувом на південний схід. Кожна із цих брил розсічена багаточисленними скиданнями на блоки другого й третього порядку.

В гідрогеологічному відношенні Західний Донбас знаходиться в межах двох гідрогеологічних зон. Північна та північно-східна частини відносяться до Донецького басейну пластово-блокових напірних вод, південна та південно-східна частини до Українського басейну напірних тріщинно-жильних вод. Гідрогеологічна

структура Західного Донбасу – це система водоносних горизонтів й комплексів, що охоплюють усю товщу осадових порід та верхню частину тріщинуватої зони кристалічних порід. Загальний напрямок потоку в природних умовах – до долин рр. Самара, Дніпро. У порушених умовах на напрямок потоку підземних вод впливає шахтний водовідлив та експлуатація водозаборів.

Загальна потужність порід, що обводнені, складає від 20 м до 1660 м і більше, збільшуючись в напрямку занурювання порід до осі Дніпровсько-Донецької западини.

Водоносний горизонт алювіальних, полтавських та берекських відкладів. Перший від поверхні водоносний горизонт розповсюджений в алювіальних відкладах (aQ_{2-4}) у межах заплави та надзаплавних терас, у відкладах полтавської й берекської світ (N_{1pb} , P_{3br}) – у межах вододілів та схилів. На вододілах також розповсюджений водоносний горизонт в еолово-делювіальних відкладах.

Водоносний горизонт алювіальних відкладів, розповсюджений в долинах річок Самара, Вовча, Тернівка, а також у балках, неоднорідний за літологічним складом. Сучасні й верхньочетвертичні алювіальні відклади надані супісями, суглинками, тонкозернистими пісками. Середньо-, верхньочетвертичні алювіальні відклади частіше за усе надані середньо- великозернистими пісками з гравієм. На вододілах та схилах водовмісні породи – дрібно-, середньозернисті піски, рідко пісковики з прошарками глин.

Живлення першого від поверхні водоносного горизонту відбувається за рахунок атмосферних опадів та під час паводку.

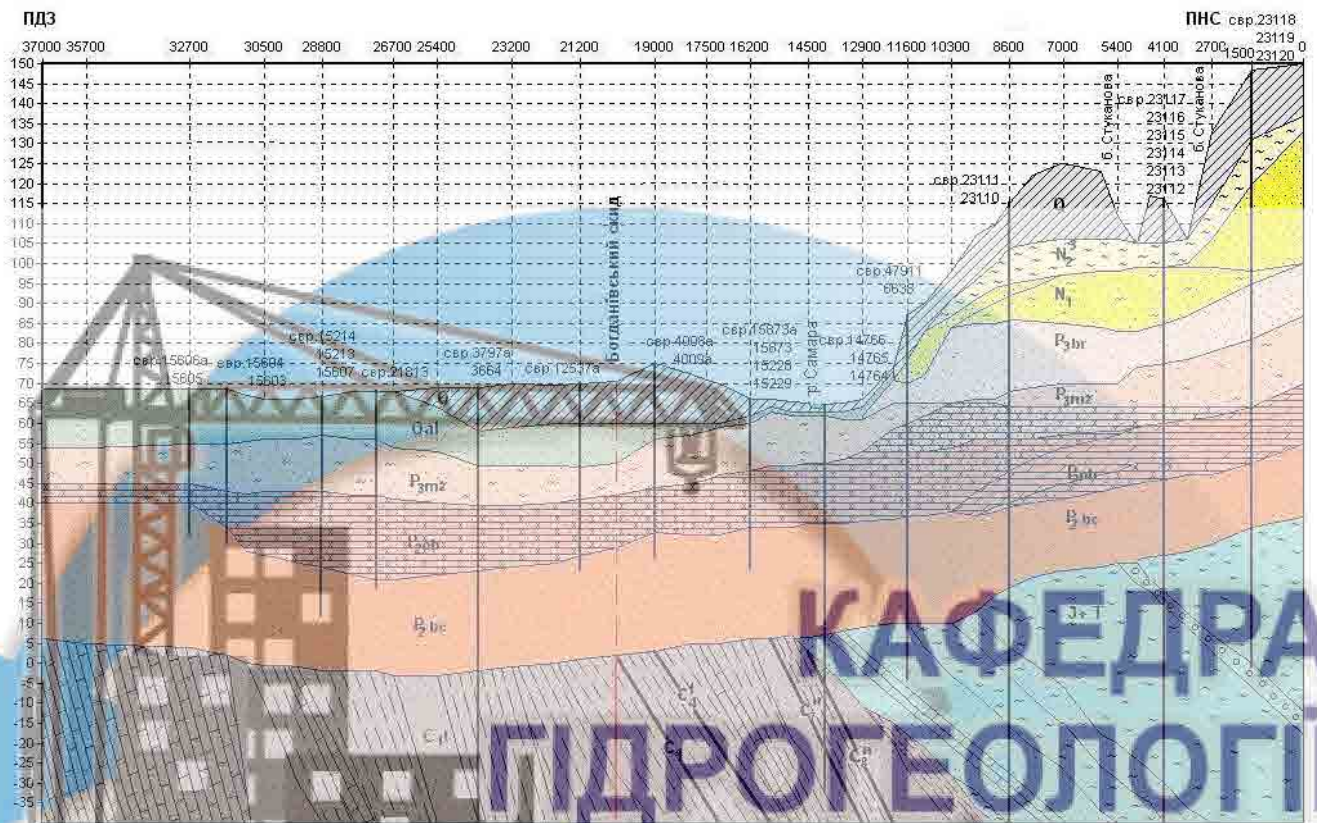


Рис. **Ошибка!** Текст указанного стиля в документе отсутствует. 2
Геологічний розріз

Режим підземних вод алювіального водоносного горизонту обумовлений, в основному, природними чинниками – метеорологічними та режимом річок Самари й Тернівка. Глибина залягання водоносного горизонту сучасних алювіальних відкладів складає 1-10 м, потужність 0,5-5,6 м. Максимальна потужність водоносних пісків досягає 15-21 м в долині річок Самара, Вовча. Глибина залягання ґрунтового водоносного горизонту складає 1-20 м. На ділянках, де піски перекриті глинистими відкладами, водоносний горизонт стає напірним. Висота напору 6-7 м. Абсолютні відмітки рівнів підземних вод дорівнюють 59,8-70,5 м.

Коефіцієнти фільтрації алювіальних пісків складають 0,3-33 (0,505-49,26) м/добу; $km=300$ м²/добу – на ділянках водозаборів, 10 м²/добу – на інших ділянках); на ділянці шахтного поля ім. Героїв Космосу – 0,05-0,1 м/добу, шх. Степна – 3,135 м/добу, шх. Тернівська – 0,04-18 м/добу, шх. Західно-Донбаська № 55 – 0,069-2,11 м/добу ($km=0,68-20,25$ м²/добу), ділянка Павлоградського водозбору – 21-111 м/добу. Найбільша кількість даних пристосована, головним чином, до ділянки Павлоградських водозаборів (міжріччя річок Самара та Вовча).

Коефіцієнт фільтрації полтавських й берекських відкладів не перевищує 1 м/добу, на ділянці шх. ім Героїв Космосу – 0,01-3,5 м/добу.

Найбільш водозбагачені середньо- та великозерністі піски – питомий дебіт свердловин досягає 28-4,6 л/с при зниженні 6-10 м. Водопровідність порід 10-800 м²/добу, коефіцієнт фільтрації змінюється від 0,2 до 111,7 м/добу. Величина водо-віддачі піщано-суглинистої товщі в зоні коливання рівнів ґрунтових вод складає 0,02-0,1.

Водоносний горизонт сарматських відкладів поширений повсюдно на водо-ділах та схилах. У долинах річок він відсутній. У південно-західній частині залягає на поверхні харківських відкладів, у північно-східній – на поверхні київських та бучацьких відкладів. Літологічний склад – дрібні- та середньозерністі піски, частіше глинисті. Потужність відкладів не перевищує 30 м. Глибина залягання рівнів підземних вод – 15-40 м. Водоносний горизонт – напірний, висота напору – до 20 м (на окремих ділянках, де відклади водозбагачені тільки в нижній частині, безнапірний). Водоносний горизонт сарматських відкладів ґрунтового типу практичного значення для водопостачання не має.

Колівання рівня підземних вод повторює коливання рівня алювіального водоносного горизонту і складає 0,2-0,3 м. Абсолютні відмітки рівнів підземних вод водоносного горизонту сарматських відкладів вище, ніж алювіального. Сарматський водоносний горизонт гідравлічне пов'язаний з харківським водоносним горизонтом.

На ділянках, де відсутній водотрив, живлення водоносного горизонту відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів.

Коефіцієнти фільтрації складають 0,007-2,66 м/добу. Коефіцієнт фільтрації на ділянках шахт: ім. Героїв Космосу – 0,4-1,1 м/добу; Першотравнева, Степова, Ювілейна (свр. №№ 3958, 3961) – 0,37-0,95 м/добу; Західно-Донбаська № 55 – 0,026 м/добу.

Водоносний горизонт *харківських* відкладів має широке розповсюдження. Горизонт має гідравлічний зв'язок із водоносними горизонтами сарматських та алювіальних відкладів. Протягом усього року рівень водоносного горизонту зна-

ходиться на відмітках нижче за сарматський. В долинах річок рівень харківського водоносного горизонту встановлюється вище за алювіальний. Водоносний горизонт напірний. Висота напору складає до 36 м (у середньому 10-14 м). Водовмісні породи харківського водоносного горизонту – кварцево-глауконітові піски різного гранулометричного складу, рідко пісковики. Глибина залягання харківських відкладів змінюється від 4 до 38 м, в середньому складає 15-20 м.

Різний літологічний склад обумовлює різний ступінь водозбагаченості. На північному заході від м. Павлоград, де харківські відклади надані, головним чином, середньозернистими пісками водозбагаченість порід значно підвищується. Зменшення водозбагаченості пісків київсько-харківського водоносного горизонту спостерігається з північного заходу на південний схід. Коефіцієнти фільтрації харківських відкладів змінюються від 0,0001 до 53,49 м/добу. На ділянці шх. Степова середні коефіцієнти фільтрації київсько-харківських пісків – 0,275 м/добу, київсько-харківських пісковиків – від 0,013 до 0,199 м/добу. Коефіцієнти фільтрації пісків на ділянці шх. Дніпровська – 2,18-2,34 м/добу; шх. Степова – 0,52 (0,042-0,89) м/добу; шх. ім. Сташкова – 0,01-6,398 (0,99 м/добу); шх. Самарська – 3,48-39,6 (0,0029-0,65) м/добу; ділянці Першотравенського водозабору – 1,6-23 м/добу.

Київські відклади розповсюджені практично на всій досліджувальній ділянці. Відсутні тільки на окремих ділянках у заплавах річок Велика Тернівка, Самара, Бик. Літологічний склад порід: на півночі та північному заході – мергелі, мергельні та опоковидні глини й пісковики; на півдні та сході мергелі заміщуються глауконітовими пісковиками.

Водоносний горизонт київських відкладів має гідравлічний зв'язок із харківським та алювіальним водоносними горизонтами. В долинах рік його рівень знаходиться вище за харківський та алювіальний рівні підземних вод. На ділянках, де за рахунок локального живлення утворилися купола розтікання алювіального водоносного горизонту, рівень останнього встановлюється вище за рівень київського водоносного горизонту.

Живлення водоносних горизонтів харківських та київських відкладів відбувається за рахунок перетоку з водоносних горизонтів, що залягають вище; за ра-

хунок атмосферних опадів на ділянках, де харківський водоносний горизонт є першим від поверхні; за рахунок перетоку з водоносних горизонтів, що залягають нижче.

На ділянці шх. Тернівська амплітуда коливання рівня підземних вод київських відкладів складає 0,55-0,8 м, збільшує до 1,5 м на ділянках, що розташовані поблизу річки Самара.

На досліджуваній території водоносний горизонт київських відкладів вивчений недостатньо. Водопровідність порід складає 3,5-407,7 м²/добу, пр'єзопровідність – $5,63 \times 10^5$ м²/добу.

За даними режимних спостережень на 1985 р. під впливом шахтного водовідливу в водоносному горизонті київсько-харківських відкладів сформувалася депресійна воронка розміром 15×9 км при зниженні рівня води – 18,5 м. Відзначалася залежність між режимом водоприпливу до шахтних стовбурів та зміною рівнів підземних вод водоносного горизонту київсько-харківських відкладів.

Водоносний горизонт *київсько-бучацьких відкладів* розповсюджений у центральній, південній та східній частинах досліджувальної ділянки; *бучацьких відкладів* – у західній і північній частинах. Горизонт – напірний. Бучацькі відклади відсутні тільки на окремих ділянках (на заході й півдні досліджувальної ділянки). Водовмісні породи – піски тонкозернисті, дрібнозернисті, іноді глинисті, рідко пісковики. Глибина залягання рівня підземних вод змінюється від 10 до 130 м, потужність водоносного горизонту – 10-40 м. Свердловини, що пробурені в низинах, самовиливні, перевищення рівня підземних вод над поверхнею землі складає 1-6 м. Амплітуда коливання рівнів підземних вод 0,32-1,2 м. Водозбагаченість порід дуже нерівномірна як у плані, так і у розрізі. Найбільша водозбагаченість спостерігається в долинах річок Самара й Вовча.

Живлення водоносного горизонту бучацьких відкладів відбувається за рахунок атмосферних опадів, а також за рахунок перетоку з водоносних горизонтів, що залягають нижче. Водоносний горизонт бучацьких відкладів розвантажується до водоносного горизонту алювіальних відкладів, який у свою чергу дрениється долинами річок Самара й Тернівка.

Коефіцієнти фільтрації бучацьких відкладів змінюються від 0,004 до 115 м/добу. Величина водопровідності – 0,6-148,3, 50-700 м²/добу в долинах річок та біля 50 м²/добу – на міжріччі. На ділянці Вербського водозабору водопровідність складає 120 м²/добу; на ділянці Петропавлівського водозабору – 100-200 м²/добу. Коефіцієнти фільтрації на ділянках шахт дорівнюють: ім. Героїв Космосу – 0,4-8,4 м/добу, Павлоградської – 1,62-1,98 м/добу; Першотравневої, Ювілейної – 0,012-0,56 м/добу; Західно-Донбаської – 0,19-3,03 м/добу; Тернівської – 0,023-4,52 м/добу; Степової – 0,2-0,5 м/добу.

Водопровідність київсько-бучацького водоносного горизонту змінюється, відповідно, від 15,6 до 480 м²/добу, п'єзопровідність від $1,08 \times 10^4$ до $4,76 \times 10^6$ м²/добу; на ділянці хімзаводу та Павлоградського водозабору, відповідно, 132-188 м²/добу; на інших водозаборах – 115- 460 м²/добу. Середньозважена величина водопровідності у цілому складає 160 м²/добу.

Видобування вугілля в Західному Донбасі обумовило різке зниження статичного рівня підземних вод бучацького водоносного горизонту. Максимальне зниження рівня води бучацького водоносного горизонту від природного відзначено у 2000 р. на полі шахт Першотравнева – 38,7 м, Степова – 25,7 м. За період 2001-2006 рр. відмічено відновлення рівнів бучацького водоносного горизонту, відповідно, на 5,95-1,5 м. Максимальне зниження рівня підземних вод від природного у водоносних горизонтах, що залягають вище у 2000 р. склали: в київському – 24,5 м, у харківському – 19,9 м, в олігоцен-міоценовому – 10,0 м. Четвертинний горизонт на площі 9-10 км² було здреновано цілком.

Водоносний горизонт юрських відкладів розповсюджено на півночі та північному заході досліджувальної території. Водовмісні породи – піски, пісковики й вапняки. Загальна потужність порід складає 35-40 м, збільшуючись на північ до 114-154 м. Глибина залягання рівнів підземних вод – 50-70 м на сході та 150-200 м на північному заході. Водоносний горизонт – напірний. Висота напору досягає 47-89 м, п'єзометричний рівень встановлюється на глибині 40- 60 м, у зниженнях – на 1-5 м вище за поверхню землі. Напрямок потоку – на південь. Підосва юрських відкладів проводиться умовно за літологічною ознакою. На деяких дільницях

у подошві юрських відкладів розповсюджені галечники й піски загальною потужністю 8-25,8 м. Живлення водоносного горизонту відбувається, головним чином, за рахунок перетоку з водоносних горизонтів, що залягають нижче.

Коефіцієнти фільтрації юрських відкладів становлять 0,059-17,2 м/добу (ділянка шх. ім. Героїв Космосу), 0,2-8,65 м/добу (шх. Західно-Донбаська № 55). Водопровідність пісків за даними опробування свердловин (№№ 14382, 13750, 13752, 13846, 13822) визначалася в південній та південно-східній частині поблизу виходу нижньоюрських пісків під буцацькі відклади. Водопровідність змінюється від 12 до 195,5 м²/добу, головним чином, 50-80 м²/добу. Її максимальне значення відзначається в міжріччі річок Сухий Бичок й Самара (свр. № 14426). Прозовідність пісків складає $3,55 \times 10^2$ м²/добу. Водопровідність пісковиків нижче, ніж пісків і складає 3,32-17,69 м²/добу.

Водоносний горизонт тріасових відкладів розповсюджено на півночі та північному заході досліджуваної території. Водовмісні породи – пісковики, конгломерати, галечники, вапняки, піски. Загальна потужність тріасових відкладів досягає 45-100 м, збільшуючись до 130-50 м на півночі та північному заході. Висота напору досягає 30-130 м. Глибина залягання рівнів підземних вод складає 7-56,4 м. У долинах річок величина напору досягає 5 м над поверхнею землі.

Водопровідність порід тріасового водоносного горизонту змінюється від 0,12 до 350 м²/добу, відзначається її зменшення при зануренні порід тріасу під юрські відклади. Максимальні значення водопровідності спостерігаються в західній частині досліджуваної ділянки, в зоні виходу тріасових відкладів під буцацькі відклади, де тріасові відклади надані пісковиками й різнозернистими пісками. Коефіцієнт фільтрації – 0,007-134,1 м/добу (середнє значення – 2,0-16,0 м/добу). Значна водозбагаченість горизонту впливала на проходження стовбурів шахт та обводнення гірничих виробок.

Водоносні комплекси кам'яновугільних відкладів на території, що досліджується, притаманні до порід нам'юрського, візейського і турнейського ярусів нижнього карбону. У гідрогеологічній будові кам'яновугільних відкладів особлива роль належить тектонічним порушенням скидного типу. Досвід експлуатації шахт

свідчить, що з одного боку тектонічні порушення являються екранами на шляху підземних вод, з другого – їх каналами. Між ними створюються окремі гідравлічні структури. За даними роботи коефіцієнт фільтрації порід у зоні Богданівського скиду в межах шахт Благодатна, Павлоградська й ім. Героїв Космосу має значення $0,94 \cdot 10^{-3}$ м/добу, а площа скиду являється екраном на шляху підземних вод.

Кам'яновугільні відклади представлені перешаруванням аргілітів, алевролітів, пісковиків, вапняків та шарів вугілля. Породи анізотропні (водопроникність порід по простяганню і вхрест простяганню у кілька разів більше, ніж у перпендикулярному напрямку). Літологічний склад порід і потужність ярусів карбону відрізняються між собою (табл. 2.1).

Водовмісні породи – тріщинуваті вапняки, пісковики. У Павлоградському та Петропавлівському районах потужність й водозбагаченість пісковиків зменшується. В межах Західного Донбасу поширені низкометаморфічні породи і їх водопроникність пов'язана як з тріщинуватістю, так і з пористістю.

Таблиця Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует. 1

Середній літологічний склад товщі кам'яновугільних порід

Яруси кам'яновугільних порід	Літологічний склад товщі кам'яновугільних порід, %				Потужність, м
	Пісковики	Алевроліт та аргіліти	Вапняки	Вугілля	
Павлоградсько-Петропавлівський район					
Нам'юрський ярус (надвугленосна світа)	25	73	1,2	0,23	160-770
Візейський ярус (самарська вугленосна світа)	15,8-18-20,8	79-81,3-82,2	0,4-0,7	1,5-2-2,5	535-600
Візейський ярус (підвугленосна світа)	16-17	80,6-81	2,1-2,4	0,3-0,4	320-400
Західно-Павлоградський район					
Візейський ярус (самарська вугленосна світа)	26,4	70,9	0,25	2,45	320-425

З глибиною тріщинуватість і пористість порід зменшується, що підтверджено під час ведення гірничих робіт на шахтах Тернівська, Першотравнева, Степова (табл.. 2.2, табл.. 2.3). Зменшення розкритості тріщин з глибиною пояснюється зі-

мкнутістю стінок під дією геостатичного тиску.

Таблиця **Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует.**2

Розкритість тріщин у пісковиках та вугіллі

Інтервали глибин, м	Розкритість тріщин, мм	Число точок	Розкритість тріщин, мм	Число точок
	Пісковики		Вугілля	
200	1,7	27	1,23	111
300	1,1	10	1,03	15
400	0,75	1	0,85	12
500	0,49	2	0,71	3
600	–	–	0,59	4

Таблиця **Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует.**3

Середні значення величин пористості порід

Інтервал глибин, м	Середнє значення пористості, %	Кількість проб	Середнє значення пористості, %	Кількість проб
	Пісковики		Вапняки	
0-100	24	12	–	–
100-200	21,6	105	12,38	3
200-300	17,4	62	4,51	4
300-400	15,5	57	7,8	2
400-500	14,5	51	–	–
500-600	13,1	88	–	–
600-700	12,3	71	7,0	4
700-800	11,9	27	–	–
800-900	11,5	16	–	–
900-1000	10,5	10	–	–
1000-1100	9,9	19	–	–
1100-1200	9,2	5	–	–

Водозбагаченість візейських відкладів невисока й нерівномірна. Вугільні шари більш водозбагачені, ніж пісковики. Встановлено, що найбільш водозбагачена верхня тріщинувата зона потужністю до 150 м. Окрім того, підвищення водозбагаченості пристосовано до площі виходу кам'яновугільних порід під буцацькі відклади, а також спостерігається в долині річки Самара. Низький ступінь метаморфізму й переважно глинистий склад кам'яновугільних відкладів призводить до їх розмокання і кольматації тріщин. Через 1-2 місяця після утворення тріщинуватос-

ті над гірничими виробками водотривкі властивості піщано-глинистої товщі повністю відновлюються. Пісковики менш водопроникні, ніж вапняки, але у зв'язку з більшою потужністю, вони містять переважну частину запасів підземних вод. Алевроліти й аргіліти – водотривкі й практично безводні породи. Слід відзначити, що вугілля і алевроліти водозбагачені у зоні вивітрювання кам'яновугільних порід й на глибині в зонах тектонічних порушень, які мають відкриті тріщини, або заповнені крупноуламкуватим матеріалом. Так, наприклад у свр. №№ 3939 (б. Космінна), 4026 (Західно-Межівська ділянка № 2), що розкривають зони порушень, коефіцієнт фільтрації досягає 0,8 м/добу. Тріщини в зонах тектонічних порушень, головним чином, заповнені глинистим матеріалом.

Коефіцієнти фільтрації кам'яновугільних відкладів змінюються від 0,0006 м/добу до 2,37 м/добу. Водопровідність порід візейського ярусу 0,057-12,73 м²/добу. Коефіцієнти фільтрації кам'яновугільних порід з глибиною зменшуються в зв'язку із зменшенням з глибиною розкритості тріщин і пористості порід. На однакових глибинах коефіцієнти фільтрації порід можуть відрізнятись на один-два порядки (табл. 2.4).

Для підвугленосної світи візейського ярусу характерна перевага тонкозернистих алевролітів та аргілітів із значною кількістю вапнякових шарів. Вугільні прошарки мають незначну потужність. Коефіцієнти фільтрації за даними дослідних робіт змінюються від 0,0019 м/добу до 0,0077 м/добу (табл. 2.5).

Таблиця **Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует.** 4

Коефіцієнти фільтрації кам'яновугільних порід

№№ свр.	Ділянка	Інтервал випробування*, м		Коефіцієнти фільтрації порід (м/добу)						
		від	до	25	50	100	200	300	400	500
3808	Косьминна	8	463	0,24	0,18	0,11	0,04	0,015	0,006	–
3994	Брагінівська – Північна	24	589	0,02 5	0,01 8	0,01 1	0,00 4	0,001 5	0,000 6	0,000 2
5995	Брагінівська	15	624	0,07	0,05	0,03	0,01 2	0,004	0,002	0,000 6
5501	Петропавлівська					0,06		0,009 7	0,006 3	0,004 1
3672	Вербський комплекс							0,013		

3939	Петропавлівська						0,04 3	0,017		
962	Вербський комплекс						0,11	0,028		
3729	Аліферовська							0,065	0,047	0,034
3646	Тернівська Південна						0,00 8			
3746	Аліферовська						0,01 2			

*інтервал та глибина випробування визначені від покрівлі кам'яновугільних відкладів

Зведень про коефіцієнти фільтрації безпосередньо підвугленосної світи недостатньо, а ті, що є, характеризують тільки її верхню зону.

Загальна потужність водозбагачених порід візейського ярусу складає 15-20% від його загальної потужності.

Таблиця Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует. 5
Коефіцієнти фільтрації підвугленосної кам'яновугільної товщі

№№ свр.	До глибин від покрівлі кам'яновугільних порід, м	Кф, м/добу
Підвугленосна товща (Павлоградські водозабори)		
3661	46,6	0,0077
3662	83	0,0019-0,0057

Серед водовмісних порід візейського ярусу найбільш витримані за потужністю й площею розповсюдження пісковики, що розташовані у зоні вугільних шарів С₁-С₄. Їх коефіцієнти фільтрації за даними змінюються від 0,192 м/добу до 0,003 м/добу (табл. 2.6).

Самарська (вугленосна) світа візейського ярусу відрізняється від підвугленосної високою вугленосністю і незначною потужністю вапнякових шарів. Коефіцієнти фільтрації вугленосної товщі разом з підвугленосною змінюються від 1,12 м/добу до 0,0003 м/добу (табл.2.7), а тільки вугленосної товщі – від 1,183 м/добу до 0,003 м/добу (табл. 2.8Таб).

Таблиця Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует. 6
Коефіцієнти фільтрації пісковиків кам'яновугільної товщі по інтервалах глибин

Інтервал гли-	Середньоарифметична величина кое-
---------------	-----------------------------------

бин, м	фіцієнта фільтрації пісковиків, м/добу
0-200	0,192
200-400	0,047
400-600	0,012
600-800	0,003

Таблиця **Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует.**7

Коефіцієнти фільтрації вугленосної товщі разом з підвугленосною

№ сверл.	Глибина від покрівлі кам'яновугільних порід, м	Кф, м/добу
4010	166,6	0,12
4000	127,63	0,0255
3991	128	0,194-0,06
3808	584	0,0003
5758	165,3	0,056-0,044
4007	175,24	0,012
3770	131,4	0,04-0,027
3778	107,5	0,029-0,0024
3779	75,6	0,0052
3756	99,3	0,0038
3781	380,4	1,12-0,109
3994	573,8	0,0036
3706	544,4	0,12-0,011

Таблиця 2.8

Коефіцієнти фільтрації вугленосної кам'яновугільної товщі за результатами дослідних робіт

№№ свер.	Інтервал випробування від покрівлі кам'яновугільних порід, м	Кф, м/добу	№№ свер.	Інтервал випробування від покрівлі кам'яновугільних порід, м	Кф, м/добу
3822	74,14-163,7	0,196	3690	9,06-147,31	0,067-0,084
3739	2,75-103,9	0,1-0,139	3994	14,57-573,78	0,0036
4698	7,83-83,43	0,057-0,069	5799	4,4-336,3	0,0045
3849	0-275,76	0,0057	963	15,2-266,1	0,039
3681	15,63-266,23	0,104-1,183	3622	2,4-88,1	0,3
15	5,8-93,45	0,086-0,108	3654	3,31-74,16	0,003
3692	12,44-385,44	0,21	3654	74,16-180,16	0,003

3944	9,71-43,41	0,46-1,511	3646	2,2-51,85	0,27-0,36
3705	5,3-160,9	0,0037- 0,0038	5792	0-494,3	0,0153
3959	11,57-59,27	0,674-1,03	1382	7,28-210,08	0,083-0,38
3706	0-162,9	0,00013	3601	5,81-72,71	0,064-0,075
3706	0-530,4	0,011- 0,0115	3601	72,71-186,36	0,012-0,015
1362	0-164,3	0,029-0,065	3787	10,7-129,6	0,0038
1466	2,41-276,217	0,024	3781	24,82-157,22	0,082-0,177
3733	13,26-489,46	0,006	3781	24,82-380,42	0,109-1,121
3610	5,57-208,67	0,041-0,072	3631	0-129,44	0,0089- 0,0098
3610	5,57-116,52	0,037-0,065	3631	0-79,04	0,0056
3746	5,87-63,87	0,0036- 0,0065	973	109,41-237,9	0,13-0,2

До відкладів самарської світи належить промислова вугленосність. У наближених робочих шарах вугілля зосереджено біля 40 % від усіх його балансових запасів. Глибина залягання водоносного горизонту *самарської світи* від 60-70 м у південній частині і 700-1 000 м й більше – у північній. Знизу і зверху світу обрамляють вапняки, відповідно, С₁ і Д₁. Фільтраційні властивості вугілля та вміщуючих порід характеризуються значною неоднорідністю. На ділянках шахт значення коефіцієнтів фільтрації складають: шах. ім. Героїв Космосу – 0,0011-1,1 м/добу, шах. Павлоградська – 0,059-0,006 м/добу, шах. Першотравнева, шах. Степова, шах. Ювілейна – 0,067-2,61 м/добу, шах. Західно-Донбаська – 0,0035-0,21 м/добу. Зведення про водовіддачу відсутні.

Абсолютні відмітки рівня підземних вод кам'яновугільних порід на час до експлуатації вугільних шахт змінювалися від 61,4 м до 100 м і більше. Напрямок потоку – від вододілів до річки Самара. Рівень підземних вод зазнає сезонного впливу, максимальна амплітуда – 0,5-0,7 м. Встановлено, що максимальний рівень води в річках в період повені впливає на підземні води із затриманням біля одного місяця. Висота напору в середньому становила 70-100 м.

Найбільше зниження рівня водоносного горизонту кам'яновугільних відкладів, що зафіксовано на сьогодні, складає 115,6 м на шахтах східної групи.

Живлення водоносного комплексу відбувається за рахунок перетоку з водоносних горизонтів, що залягають вище або нижче. Розвантаження – перетік до водоносних горизонтів, що залягають вище у долинах річок, і за рахунок водовідливу з шахт.

Надвугленосна товща (намюрський ярус) розповсюджена в північній і північно-східній частинах досліджуваної території і представлена численними вапняковими шарами, вугільними прошарками і глинистими сланцями. Потужність окремих водовмісних пісковиків сягає 50-80 м. Питомі дебіти свердловин змінюються від 0,001 л/с до 0,32 л/с, коефіцієнт фільтрації порід – 0,01-0,86 м/добу (свр. № 3724). Більша водозбагаченість порід намюрського ярусу притаманна до ділянок з активним гідравлічним зв'язком з водоносними горизонтами тріасових і буцацьких порід. Висота напору складає 45-1 300 м. Підземні води в пісковиках високо мінералізовані з сухим залишком 9-60 г/дм³.

Обводнення виробок при веденні гірничих робіт формується, головним чином, у зонах “свіжого зрушення”. В обводненні гірничих виробок приймають участь тільки водоносні горизонти кам'яновугільних порід, що потрапляють до зони водопровідних тріщин, яка утворюється після обвалення покрівлі очисних виробок й досягає потужності 30m (m – потужність вугільного пласта, що розроблюється). Низький ступінь метаморфізму й переважно глинистий склад кам'яновугільних відкладів призводить до розмокання й кольматації тріщин. Через 1-2 місяця після утворення тріщинуватості водотривкі властивості порід практично відтворюються.

Водоносний комплекс девонських відкладів та відкладів турнейського ярусу нижнього карбону. Девонські відклади потужністю від 7 до 15 м представлені вапняками, кварцовими пісковиками з тонкими прошарками глини. На північний захід від м. Павлоград потужність девонських відкладів різко скорочується і складає 2-5 м. Деякі автори припускають, що ці відклади відносяться до турнейського ярусу, а деякі – все ж таки до девону.

Відклади турнейського ярусу трансгресивно залягають на поверхні девонських відкладів, в містах їх відсутності – на кристалічному масиві. Відклади тур-

нейського ярусу надані товщею білих і сірих вапняків й незначною кількістю сірих кремнієвих пісковиків. Підземні води девонських відкладів та відкладів турнейського ярусу нижнього карбону утворюють загальний водоносний комплекс.

Водоносний комплекс – напірний. На південному сході величина напору складає біля 25 м, на північному заході він збільшується до 2 000 м. Статичний рівень знаходиться на глибині від 1,0 до 46,7 м і більше. Напрямок руху потоку – у бік р. Самара. Водозбагаченість порід нерівномірна, різко змінюється, але зберігає загальну закономірність зменшення з південного сходу на північний захід, що відповідає зануренню порід й зменшенню їх тріщинуватості. Найбільша водозбагаченість притаманна вапнякам середньої зони, а також зонам тектонічних порушень. Коефіцієнти водопровідності знаходяться в межах 1291-0,058 м²/добу, а питомий дебіт свердловин – в межах 0,0015-10,85 л/с. Коефіцієнти фільтрації – 0,0035-253 м/добу.

Живлення водоносного горизонту відбувається за рахунок перетоку з водоносних горизонтів бучацьких і харківських відкладів, що залягають вище, а також за рахунок перетоку підземних вод з кристалічного масиву. Амплітуда коливання рівня складає 0,45 м. На ділянках, де турнейські відклади виходять під бучацькі відклади, спостерігається активний гідравлічний зв'язок між підземними водами. На обводнення шахт водоносний горизонт турнейських відкладів практично не впливає.

Підземні води сульфатно-хлоридні натрієво-кальцієві, хлоридно-сульфатні натрієво-кальцієвого складу. Сухий залишок змінюється від 1,5 до 30,2 г/дм³.

Підземні води тріщинуватих кристалічних порід докембрію мають повсюдне поширення. Породи представлені, головним чином, мігматитами, амфіболітами, гранітами і гнейсами, а також продуктами їх вивітрювання. Глибина залягання кристалічних порід у межах досліджуваної території змінюється від 30-40 м до 2 500 м. Підземні води тріщинуватої зони і кори вивітрювання утворюють загальний водоносний горизонт. Зона тріщинуватості кристалічних порід, що обумовлена процесами вивітрювання і тектонікою, має потужність до 50-150 м. У зонах тектонічних порушень вона може мати і більшу потужність. Кристалічні породи і

древня кора їх вивітрювання перекриваються палеогеновими, девонськими і, на більшій частині території, породами турнейського ярусу нижнього карбону. Глибина залягання рівня (напору) підземних вод кристалічних порід змінюється від 2,6 м до 48,8 м і більше. Водозбагаченість кристалічних порід в цілому невелика, збільшується вона на півдні досліджуваної території, де кристалічні породи виходять під харківські тонкозернисті піски, а на окремих ділянках під київські та бучацькі відклади, особливо у долинах річок і на їх схилах. Коефіцієнти фільтрації, що визначені за даними відкачок із свердловин, складають у долинах річок і балок 0,24-0,7 м/добу, на схилах – 0,06-0,12 м/добу і на вододілах – 0,02-0,06 м/добу. Зведення про водовіддачу відсутні. На решті території водоносний горизонт напірний. Величина напору змінюється від кількох метрів до 2 000 м і більше.

Тріщинні води поповнюють свої ресурси за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, перетоку підземних вод кайнозойських відкладів, дренуються річками, балками та на окремих ділянках водоносними горизонтами, що залягають вище.

2.3 Тектонічна будова

Західний Донбас розташовано у зоні зчленування геосинклінальної й платформної частин Донецького прогину, що визначає головні риси тектонічної будови. Пристосованість до південного борта Дніпрово-Донецької западини обумовила моноклінальне залягання кам'яновугільних відкладів, а характер рельєфу – пологі падіння в південно-східному напрямку.

Переважний тип тектонічних порушень Західного Донбасу – паралельні (іноді вони сходяться), скиди з кутами скидачей від 45° до $80-85^\circ$ та амплітудою від декількох метрів до 300 м та більше. Розташування скидачів призводить до утворення великих блоків, в межах яких знаходяться відокремлені блоки, які дуже відрізняються за своїми розмірами. Деякі з скидачів є природними технічними межами шахтних полів. Найбільш великими скидами є Богданівський, Брагіновський, Південний, Південно-Тернівський, Михайлівський, Морозовський, Межівський, Петропавлівський та інш. Ці скиди перетинають не тільки відклади середнього й нижнього карбону, але й захоплюють покривні відклади тріасу й

юри. У великих скидів ширина скидачів досягає 10 м й більше. Тріщини зсунення заповнені перем'ятими й подрібненими породами, уламками пісковиків й алевролітів, аргілітів і вугілля. Уламки й подрібнені породи ущільнені. Усі скиди поділені на 5 груп: головні, великі, середні, оперенні, дрібні.

У Павлоградсько-Петропавлівському районі визначаються три головні тектонічні структури, що знаходяться в межах зон регіональних розломів:

- Павлоградська структура, що обмежена на південному заході системою Карабіновського скиду, на північному сході – системою Павлоградсько-В'язовського скиду. В її межах розташовані великі скиди: Булаховській й Центральний. Ці скиди утворюють Павлоградський грабен;
- Богданівський грабен, який обмежують Морозовський скид на півночі й Богуславський – на півдні;
- Петропавлівська структура, що обмежена Петропавлівським Північним скидом на північному сході й Богуславським скидом – на півдні.

Тектонічні порушення мають нерівномірне розвинення. Найбільша їх кількість пристосована до південної частини басейну, де потужність осадової товщі невелика (рис. 2.3Рис.). Відклади зон тектонічних порушень Вербського, Діагонального, Центрального, Богданівського, Продольного, Південно-Тернівського, В'язовського скидів практично неводозбагачені. За даними випробувань коефіцієнт фільтрації загально випробуваної товщі кам'яновугільних порід з урахуванням зон тектонічних порушень складає 0,0003-1,72 м/добу; водопровідність – 0,35-30,6 м²/добу.

Вивчена ступінь водозбагаченості Богданівського скиду. Зона порушених порід практично непроникна (коефіцієнт фільтрації – $0,94 \cdot 10^{-3}$ м/добу) і площа скиду є перешкодою на шляху руху потоку підземних вод. Це підтверджується перепадом рівнів підземних вод у різних блоках на 75-80 м та підвищеною мінералізацією підземних вод 24-34 г/дм³ проти 12 г/дм³.

Гірничими роботами неодноразово були розкриті Тернівський, Богданівський, Південний скиди. Ширина тріщин головних порушень змінюється від 1 до 3,5 м і вони заповнені уламками порід й вугілля, що ущільнені між собою без наявності порожнеч. Водоприплив до гірничих виробок в межах цих скидів відсутній, що вказує на водонепроникність порушень. Режимні спостереження, досвід будівництва й експлуатації шахт Західного Донбасу свідчать, що тектонічні порушення з великою амплітудою коливання є водотривкими екранами. Цьому також сприяє схильність слабометаморфізованих порід до розмокання, яка збільшується при зменшенні ступеня метаморфізму. Можливо, що в тектонічних порушеннях нижче границі вивітрювання на глибині більш 300-500 м породи, особливо пісковики, мають підвишену тріщинуватість, тріщини менш закольматовані глинистим матеріалом. Це сприяє накопичуванню статичних запасів підземних вод, що може викликати короткочасне збільшення водоприпливу до гірничих виробок. Там, де зони порушених порід заповнені великоуламковим матеріалом або мають відкриті тріщини, спостерігається збільшення водозбагаченості тектонічних порушень.

Так, наприклад, у свр. №№ 3939, 4026, що розкривають зону тектонічних порушень, питомий дебіт досягав 0,17 л/с, коефіцієнт фільтрації – 0,8 м/добу.



3 МАТЕМАТИЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ ФІЛЬТРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

Вибір методів гідрогеологічного прогнозу визначається постановкою задач дослідження і залежить від ступеня вивченості родовища, складності прогнозованого техногенного режиму підземних вод.

У практиці гідрогеологічного прогнозування застосовують балансовий метод, метод аналогії, статистичний і гідродинамічний [18-21]. Найбільш досконалим апаратом фільтраційних розрахунків в рамках гідродинамічного методу є рішення диференціальних рівнянь фільтрації чисельними методами.

Переваги математичного моделювання при вирішенні прогнозних задач проявляються в тому, що воно дозволяє отримувати повні прогнозні оцінки режиму підземних вод, ускладненого практично будь-яким комплексом факторів (фільтраційна неоднорідність водоносних пластів, складні умови на гідродинамічних межах, нестационарність і нелінійність фільтраційних процесів, різночасне введення джерел-стоків та ін.).

Математична модель аналогічна об'єкту досліджень за сукупністю і тотожністю рівнянь, якими описуються процеси і явища, що протікають на об'єкті.

Так, в основу моделювання техногенного режиму підземних вод шахтного поля покладене основне диференціальне рівняння фільтрації (3.1). Останнє вирішується чисельними ітераційними методами, які базуються на використанні сіток, тобто системи кінцево-різницевих рівнянь [22-26]

$$T_x \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + T_y \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} + W + Q_p + Q_n = \mu \frac{\partial H}{\partial t}, \quad (3.1)$$

де H - шукана функція напору, м; T_x - водопровідність водоносного горизонту в напрямі "x", м²/доб; W - величина одиничної інфільтрації, м²/доб; Q_p - одинична витрата, що відображає взаємозв'язок з поверхневим водотоком, м²/доб; Q_n - одинична витрата, що характеризує взаємозв'язок водоносних горизонтів через слабопроникні розділяючі шари, м²/доб; μ - пружна водовіддача, t -поточний час, доб.

Сутність виведення кінцево-різницевого рівняння полягає в тому, що для кожного елементарного блоку сітки складається рівняння балансу, яке замінюється відповідним різницевою виразом.

Фільтраційний опір (величина зворотна водопровідності) між центрами сусідніх блоків є співвідношення зміни напору до витрати потоку на обраній ділянці (доб/м²):

$$\Phi = \frac{\Delta H}{Q} = \frac{\Delta H}{K\omega \frac{\Delta H}{\Delta x}} = \frac{\Delta x}{K\omega}, \quad (3.2)$$

де ω - площа поперечного перерізу потоку підземних вод, м².

Для планового потоку підземних вод шириною Δy рівняння (3.2) приймає вигляд:

$$\Phi = \frac{\Delta H}{q\Delta y} = \frac{\Delta H}{T\Delta y} = \frac{\Delta H}{T\Delta y \frac{\Delta H}{\Delta x}} = \frac{\Delta x}{T\Delta y} \quad (3.3)$$

В умовах руху води перпендикулярно границі розподілу середовищ з різною водопровідністю їх середні значення для ділянок $[x_{j-1}, x_j]$, $[x_j, x_{j+1}]$ й $[x_{i-1}, x_i]$, $[x_i, x_{i+1}]$ обчислюють за формулами:

$$T_{j-1,j} = \frac{2}{1/T_{j-1} + 1/T_j} \quad T_{j,j+1} = \frac{2}{1/T_j + 1/T_{j+1}}$$

$$T_{i-1,i} = \frac{2}{1/T_{i-1} + 1/T_i} \quad T_{i,i+1} = \frac{2}{1/T_i + 1/T_{i+1}}$$

Для представлення диференційного рівняння балансу підземних вод (3.1) в кінцево-різницевої формі похідні напору в розрахунковій точці виражають через різницю значень напорів на кінцях просторових або часових інтервалів, віднесених до відстані між границями сусідніх блоків.

Кінцево-різницева апроксимація рівняння (1) має вигляд

$$\frac{H_{j-1,j}^t - H_{j,j}^t}{\Phi_{j-1,j}} - \frac{H_{j,j}^t - H_{j,j+1}^t}{\Phi_{j,j+1}} + \frac{H_{j,i-1}^t - H_{j,j}^t}{\Phi_{i-1,j}} - \frac{H_{j,j}^t - H_{j,i+1}^t}{\Phi_{j,i+1}} \pm W_{j,i} \Delta x_j \Delta y_i = \mu_{j,i} \Delta x_j \Delta y_i \frac{H_{j,j}^t - H_{j,j}^{t-\Delta t}}{\Delta t}$$

(3.4)

Фільтраційний опір (Φ) потоку між розрахунковими блоками, виражають, згідно (3.3), через розміри блоків (Δx , Δy) і значення водопровідності (T):

$$\Phi_{j-1,j} = \frac{2\Delta y_i T_{j,i} T_{j-1,i}}{T_{j,i} \Delta x_{j-1} + T_{j-1,i} \Delta x_j}; \quad \Phi_{j,j+1} = \frac{2\Delta y_i T_{j,i} T_{j+1,i}}{T_{j,i} \Delta x_{j+1} + T_{j+1,i} \Delta x_j};$$

$$\Phi_{i-1,i} = \frac{2x_j T_{j,i} T_{j,i-1}}{T_{j,i} \Delta y_{i-1} + T_{j,i-1} \Delta y_i}; \quad \Phi_{i,i+1} = \frac{2x_j T_{j,i} T_{j,i+1}}{T_{j,i} \Delta y_{i+1} + T_{j,i+1} \Delta y_i};$$

Параметр W , що відображає живлення (розвантаження) пласта за площею розповсюдження, в даній постановці відображує перетікання через слабопроникні розділяючі шари. Його чисельне значення визначається співвідношенням:

$$W = \frac{H - H'}{m_0/k_0}$$

де H , H' – напори підземних вод в основному та суміжному водоносних горизонтах; k_0 , m_0 – коефіцієнт фільтрації та потужність розділяючого шару.

З рівняння (3.4) шукане значення напору $H_{j,i}^t$ і, позначивши множники при значеннях рівнів через коефіцієнти β_1 , β_2 , β_3 , β_4 , β_5 , α , отримаємо:

$$H_{j,i}^t = \frac{\beta_1}{\alpha} H_{j-1,i}^t + \frac{\beta_2}{\alpha} H_{j+1,i}^t + \frac{\beta_3}{\alpha} H_{j,i-1}^t + \frac{\beta_4}{\alpha} H_{j,i+1}^t + \frac{1}{\alpha} W_{j,i} \Delta x_j \Delta y_i + \frac{\beta_5}{\alpha} H_{j,i}^{t-\Delta t} \quad (3.5)$$

де

$$\beta_1 = \frac{T_{j,i} \Delta x_{j-1} + T_{j-1,i} \Delta x_j}{2\Delta y_i T_{j,i} T_{j-1,i}}; \quad \beta_2 = \frac{T_{j,i} \Delta x_{j+1} + T_{j+1,i} \Delta x_j}{2\Delta y_i T_{j,i} T_{j+1,i}};$$

$$\beta_3 = \frac{T_{j,i} \Delta y_{i-1} + T_{j,i-1} \Delta y_i}{2\Delta x_j T_{j,i} T_{j,i-1}}; \quad \beta_4 = \frac{T_{j,i} \Delta y_{i+1} + T_{j+1,i} \Delta y_i}{2\Delta x_j T_{j,i} T_{j,i+1}};$$

$$\beta_5 = \frac{\mu_{j,i} \Delta x_j \Delta y_i}{\Delta t}; \quad \alpha = \sum_{i=1}^5 \beta_i.$$

Рівняння (3.5) представляє собою неявну кінцево-різницеву схему, де визначення невідомого значення напору $H_{j,i}^t$, стає можливим після вирішення системи рівнянь виду (3.5) для всіх вузлових точок сітки на час t .

У разі, якщо похідні $\partial^2 H / \partial x^2$ і $\partial^2 H / \partial y^2$ диференціальних рівнянь виражені через значення напорів, що відповідають початку розрахункового часового інтервалу, стає можливим в явному вигляді отримати шукане значення рівня $H_{j,i}^t$. Часто роз-

рахункова нестійкість явної схеми при певних відношеннях величин Δt , Δx , Δy , T , і μ робить її застосування обмеженим. Тому в практиці гідродинамічного моделювання основний розвиток отримали неявні і явно-неявні схеми, стійкість і збіжність яких математично доведена.

Найпростішим прикладом явно-неявної схеми може бути наступний вид рівняння (3.1):

$$\left(H_{j,i}^t - H_{j,i}^{t-\Delta t} \right) \beta_5 = \sigma \left[\frac{\beta_1 H_{j-1,i}^t + \beta_2 H_{j+1,i}^t + \beta_3 H_{j,i-1}^t + \beta_4 H_{j,i+1}^t}{\alpha} \right] + (1-\sigma) \left[\frac{\beta_1 H_{j-1,i}^{t-\Delta t} + \beta_2 H_{j+1,i}^{t-\Delta t} + \beta_3 H_{j,i-1}^{t-\Delta t} + \beta_4 H_{j,i+1}^{t-\Delta t}}{\alpha} \right] + \frac{1}{\alpha} W_{i,j} \Delta x \Delta y, \quad (3.6)$$

де σ – ваговий коефіцієнт, визначений в межах $0 \leq \sigma \leq 1$.

При $\sigma=1$ рівняння (3.6) переходить в неявне рівняння (3.5), при $\sigma=0$ – приймає явної вигляд, а при проміжних значеннях – стає явно-неявним.

Геофільтраційні задачі, вирішуються ітераційними методами, суть яких полягає в послідовному наближенні отриманого рішення до точного. Критерієм завершення ітераційного процесу є умова близькості результатів двох послідовних ітерацій:

$$\max_{j,i} |H_{j,i}^{k+1} - H_{j,i}^k| \leq \xi.$$

Вважається, що розрахункова ітерація відрізняється від точного рішення не більш, ніж на задане мале число ξ . Додатковим критерієм є дотримання балансу в кожному блоці області фільтрації.

Вищеописані алгоритми чисельного рішення гідродинамічних задач застосовані в комп'ютерному програмно-алгоритмічному комплексі, який використовується для вирішення прогнозних задач щодо змін природно-техногенного режиму підземних вод.

4. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ СХЕМ ВОДОРЕГУЛЮВАННЯ В МЕЖАХ ШАХТНОГО ПОЛЯ

4.1. Обґрунтування гідродинамічної схеми моделі

Незважаючи на те, що на шахті ім. М.І. Сташкова апробовані і реалізовані технічні рішення щодо оцінювання фільтраційних бар'єрів в межах розвитку давніх палеорусел карбону, питання зниження притоку води до гірничих виробок і техногенного навантаження на приповерхневу гідросферу залишаються актуальними і зумовлюють пошук нових технологічних схем водорегулювання.

Тому завданням наступних досліджень оцінити ефективність технологічних схем водорегулювання на основі чисельного моделювання фільтраційних і гідравлічних потоків в межах поля шахти ім. М.І. Сташкова з хронологічним відтворенням всіх етапів відпрацювання шахтного поля і встановленням закономірностей зміни техногенної проникності гірського масиву в часі.

На основі аналізу геологічних, гідрогеологічних та гірничо-технічних умов поля ш. ім. М.І. Сташкова, а також техногенного режиму підземних вод, що сформувався в зоні ведення гірничих робіт східної групи шахт, обґрунтована розрахункова гідродинамічна схема для побудови моделі шахтного поля.

Поле шахти апроксимовано сіткою 77×43 блоки (рис. 4.1) і в реальних координатах має розмір $15,4 \times 8,6$ км. У кожній вузловій точці сітки відображена гіпсометрія пласта, фільтраційні і ємнісні параметри водоносних горизонтів і поділяючих товщ. У вертикальному розрізі модель шахтного поля представляє 8-ми шарову товщу, де верхній шар (1) відображає водоносний комплекс мезокайнозойських відкладень, а нижні - відпрацьовані й ті, що розробляються, вугільні пласти і палеоруслові пісковики ($C_{10}, C_8, C_7, C_6, C_5, C_4, C_{1-3}$), які мають безпосередній вихід під шар 1 (рис. 4.2).

Зовнішні гідродинамічні границі першого розрахункового шару бучаксько-кїївських відкладень (рис. 4.1) відображають природні умови живлення і розвантаження підземного потоку в річку Самара (гранична умова I-го роду $H = const$), а

бічні границі в межах шахтного поля - гранична умова II- го роду відповідає лініям струмів з нульовою витратою ($Q = 0$).



Рис. 4.1 Геометрія і границі області, що моделюється

У плані гідродинамічні границі модельованих вугільних пластів є межами шахтного поля, які відповідають зонам тектонічних порушень (Поздовжній, Петровський, Богдановський і Никольський скиди) та є непроникними екранами на шляху фільтрації підземних вод ($Q = 0$).

Межі виходів пластів під бучаксько-київські відкладення є гідродинамічними границями III роду і відображають взаємозв'язок рівня і витрат під впливом дренуючої дії шахтного водовідливу.

Внутрішні границі моделі - це гірничі виробки, які є контуром дренажу також для пісковиків, що залягають в безпосередній покрівлі або зоні водопровідних тріщин. У такій постановці пісковики розглядаються як частина гірничої виробки, тобто як контур дренажу з заданим зниженням рівня підземних вод на позначці підшви вугільного пласту.

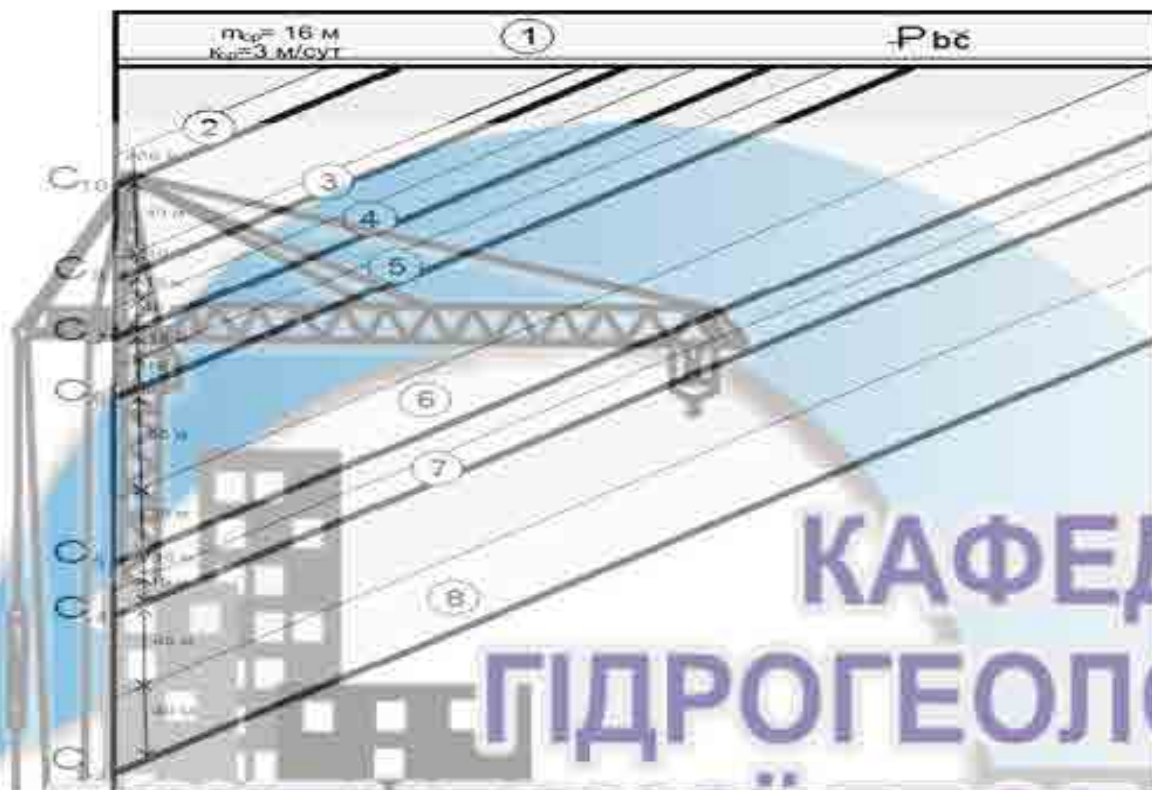


Рис. 4.2 Схематичний розріз моделі

Чутливість схеми-моделі визначена шляхом оцінки зв'язку між змінами фільтраційних параметрів моделі або граничних умов і реакцією моделі, що відповідає критеріям її фізичної правдоподібності на ці зміни, у вигляді розподілу напорів і складових балансу підземних вод.

Представлена схема моделі дозволяє врахувати тісний гідравлічний зв'язок вугленосної товщі карбону і покривних відкладень, а також передумову про переважачу роль алювіальних пісковиків у формуванні аномально високих величин водопритоків.

Створення моделі супроводжується вирішенням ряду ідентифікаційних або обернених задач у природній і порушеній гірничими роботами гідродинамічній обстановці. В результаті їх вирішення за положенням в плані і розрізі рівневих поверхонь, величин водопритоків уточнюються граничні умови, фільтраційні і емнісні параметри.

Остаточна оцінка результатів ідентифікації виконується за даними функціонування об'єкта, тобто встановлюється функціональна відповідність, і на моделі відтворюються процеси, фактичні дані протікання яких були зафіксовані в натурних умовах. Для цього на моделі повторюється процес відпрацювання вугільних пластів відповідно до планів гірничих робіт в періоди, де зафіксовані найбільш характерні зміни водопритоку (рис. 4.3). В результаті аналізу динаміки притоків води в гірничі виробки виділено 5 періодів: 1983-90 рр., 1999-94 рр., 1994-1998 рр., 1998-2006 рр., 2006-2012 рр.

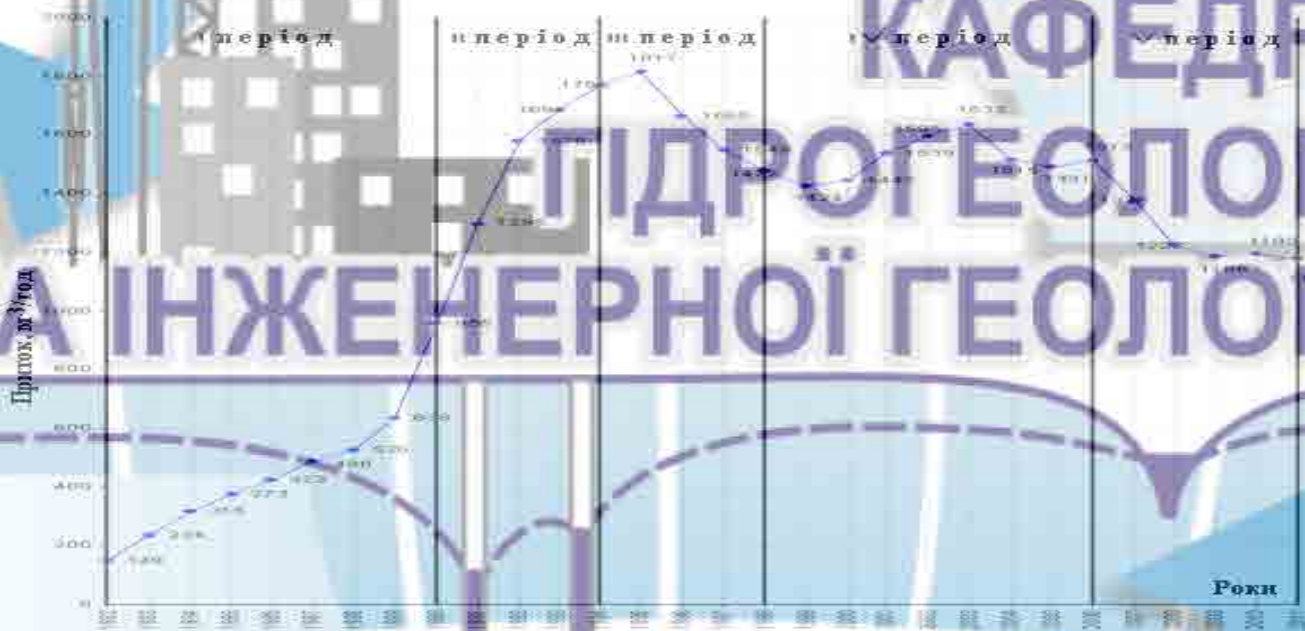


Рис. 4.3 Динаміка формування шахтних водопритоків

Для створення масивів вихідної інформації використані карта гіпсометрії поверхні землі, гідрогеологічні карти на різні часові періоди, геологічні та гідрогеологічні розрізи, дані про фільтраційні параметри порід, карти гіпсометрії покрівлі і підшви водонесних горизонтів, відомості про режимні спостереження, дані про водоприток до гірничих виробок за багаторічний період.

При створенні *масивів покрівель і підшви водонесних горизонтів* використані дані про геологічну будову досліджуваної території, геологічні розрізи, плани гірничих робіт.

Масив інфільтраційного живлення на моделі відображає перетікання підземних вод з вищезалігаючих водоносних горизонтів у водоносний горизонт бучаксько-київських відкладень. На початковий період заданий однієї зоною з величиною 20 мм/рік.

Масив коефіцієнтів фільтрації створений на основі даних, отриманих при проведенні гідрогеологічних досліджень в різні періоди часу. Коефіцієнт фільтрації бучаксько-київських відкладень прийнятий рівним 3 м /доб. Коефіцієнт фільтрації водомістких порід карбону розрахований як середньозважений в розрізі з урахуванням наявності водопровідних пісковиків в покрівлі і змінювався від 0,1 до 3,1 м/доб. Максимальні величини приурочені до вугільних пластів C_8 і C_5 , що пояснюється наявністю в їх покрівлі зон підвищеної проникності палеоруслових пісковиків.

Масив анізотропії відображає особливості фільтрації підземних вод в кам'яновугільних відкладах за напрямком X та Y . Згідно з дослідженнями, проведеними на території Західного Донбасу, усереднений коефіцієнт анізотропії прийнятий рівним 2.

Масиви гравітаційної і пружної водовіддачі сформовані за літературними даними. Початкові значення гравітаційної водовіддачі склали для бучаксько-київських відкладень - 0,2; для кам'яновугільних відкладень - 0,001, а пружної водовіддачі, відповідно, - 0,00001 і 0,000001.

Взаємозв'язок підземних вод з поверхневими на моделі відображається масивами абсолютних відміток рівня води, абсолютних відміток підшви подруслених відкладень і параметром взаємозв'язку підземних вод з поверхневими.

Для визначення абсолютних відміток рівня води в р. Самара використані топографічні карти, дані водопостів, гідрологічні розрізи. В межах досліджуваної території абсолютні позначки рівня води в р. Самара змінювалися від 67,5 до 71,7м.

Параметри взаємозв'язку підземних вод з поверхневими водотоками розраховані за наступними залежностями:

для лінійного і недосконалого водотоку

$$DL = \frac{TS \cdot N}{L + \Delta L}$$

для площадного водотоку

$$DL = \frac{k_0 F \theta}{m_0},$$

де TS - водопровідність водовмісної товщі; N - довжина водотоку в розрахунковому блоці; L - відстань від центру блоку до водотоку; ΔL - гідродинамічна недосконалість; k_0 , m_0 - коефіцієнт фільтрації і потужність ярового аллювію; km - водопровідність водоносного горизонту.

Гідродинамічна недосконалість водотоку визначена відповідно до формули

$$\Delta L = \sqrt{\frac{k \cdot m \cdot m_0}{k_0}}$$

Початкові значення параметрів взаємозв'язку підземних вод з поверхневими водотоками прийняті для р. Самара - 200 м²/доб; для ставка - 150 м²/доб.

Параметр взаємозв'язку водоносних горизонтів розраховується за залежністю:

$$TR = \frac{K_0}{m_0} \times 10^6,$$

де K_0 , m_0 - коефіцієнт фільтрації і потужність розділяючого шару в розрахунковому блоці; 10^6 - перерахунковий коефіцієнт.

В якості контрольних даних використані дані величин водопритоку в гірничі виробки шахти, режимних спостережень, гідродинамічної зйомки і змін положення рівня підземних вод в бучакських відкладеннях (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Фактичні дані про величини водопритоку в ш. ім. М.І Сташкова

Роки	Вугільні пласти (розрахункові шари), м ³ /год							Приток по шах- ті, м ³ /год	Зниження рі- вня в бучак- ських відкла- деннях, м
	C ₁₀ (2)	C ₈ (3)	C ₇ (4)	C ₆ (5)	C ₅ (6)	C ₄ (7)	C ₁₋₃ (8)		
I період									
(1982- 1990)	45	335			–			690	15
II період									
(1990- 1994)	122	455	–	163	649	386	–	1788	27
III період									
(1994- 1998)	146	287	–	163	412	369	–	1454	29
IV період									
(1998- 2006)	302	115	–	125	556	387	–	1510	31
V період									
(2006- 2012)	204	97	–	72	463	325	–	1176	32

Достовірність отриманих результатів підтверджена контрольними даними за положенням рівневих поверхонь водоносних горизонтів і збігом балансових складових чисельної моделі і об'єкта.

4.2. Аналіз результатів прогнозних рішень з управління водопритоками

На підставі встановленої при моделюванні гідродинамічної структури, параметрів зон підвищеної проникності і її динаміки, аналізу технічних можливос-

тей і технологічних аспектів розглянута ефективність наступних варіантів технічних рішень з водорегулювання.

4.2.1 Спорудження протифільтраційної перемички. *Варіант 1.* Результати детальної гідродинамічної зйомки в гірничих виробках шахти, рішення обернених ідентифікаційних задач і аналіз технічних можливостей є підставою для розгляду двох підваріантів: *1а* - блокування проникності перемичкою 519-го збірного штреку пласта C_5 (рис. 4.4) і *1б* - створення перемички у зоні штучного перепуску води з пласта C_8 на C_5 .

КАФЕДРА
ГІДРОГЕОЛОГІЇ
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ

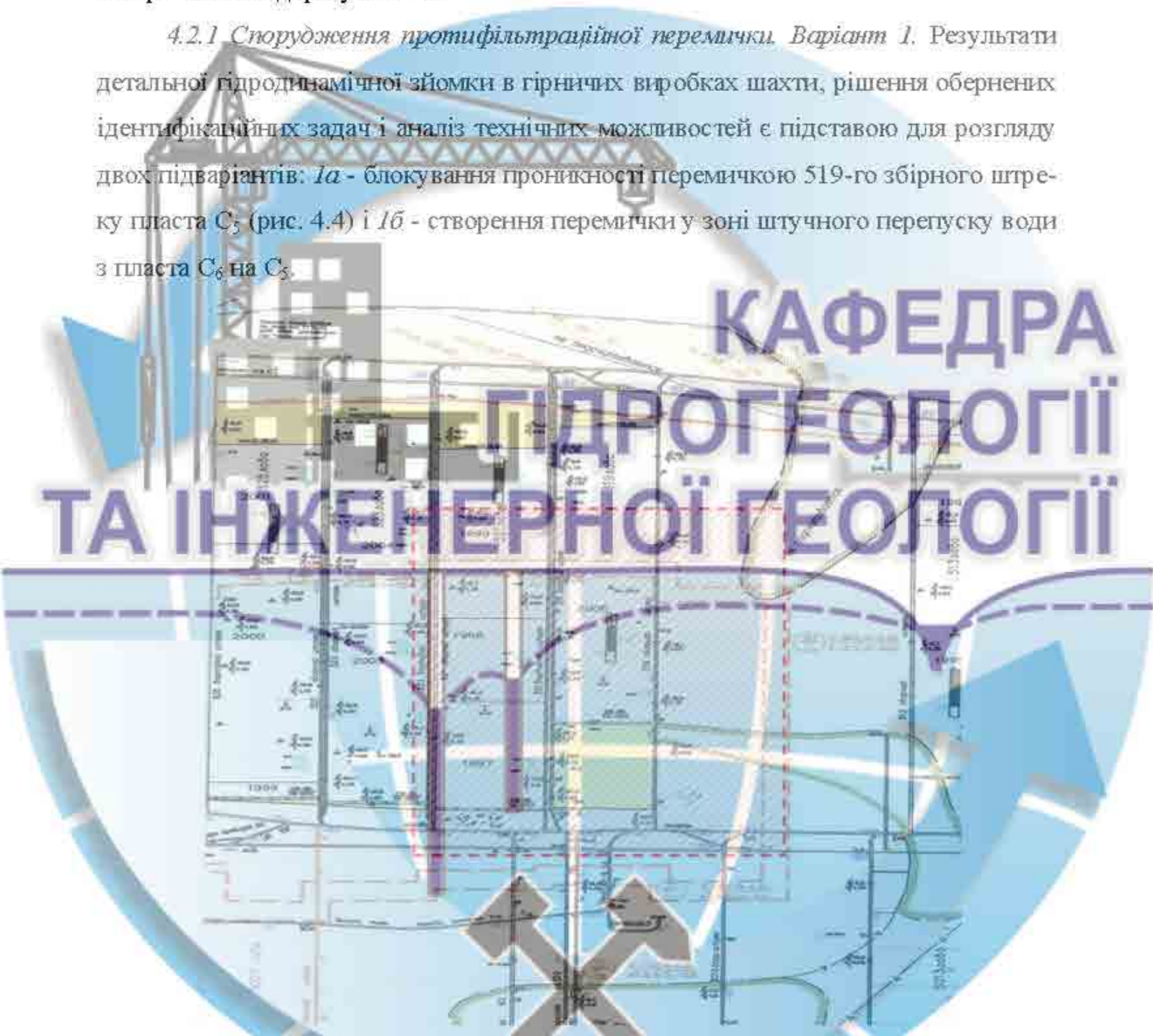


Рис. 4.4. Фрагмент плану гірничих робіт по пласту C_5 (ділянка досліджень виділена штриховкою)

Об'єкт досліджень за *варіантом 1а* розташований в східній бремсберговій частині шахтного поля в зоні дренажування 519-го збірного штреку (рис. 4.4).

Водоприток з погашеної гірничої виробки становить близько $30 \text{ м}^3/\text{год}$. Слід зазначити наявність сполучення 519-го збірного штреку і захисних ціликів.

Реалізація на моделі даного варіанту управління водопритоком можлива шляхом фрагментації об'єкта і створення локальної гідродинамічної моделі ділянки. Локальна модель представлена двошаровою товщею і відображає фрагменти пластів C_5 і C_6 з кроком сітки $20 \times 20 \text{ м}$. Гідродинамічна схематизація фрагмента шахтного поля в плані по пласту C_5 зображена на рис. 4.5.



Рис. 4.5. Геометрія фрагмента по пласту C_5



Рис. 4.6. Напрямок руху фільтраційних потоків при створенні перемички

Спорудження протифільтраційної перемички у зоні дренавання 519-го збір-ного штреку призводить до перерозподілу потоків підземних вод (рис. 4.6), створення підпору через 1 рік до 7,2 м в зоні перед перемичкою і зниження рівня до 5,7 м поза нею (рис. 4.7 і 4.8).



Рис. 4.7. Формування підпору в зоні спорудження перемички

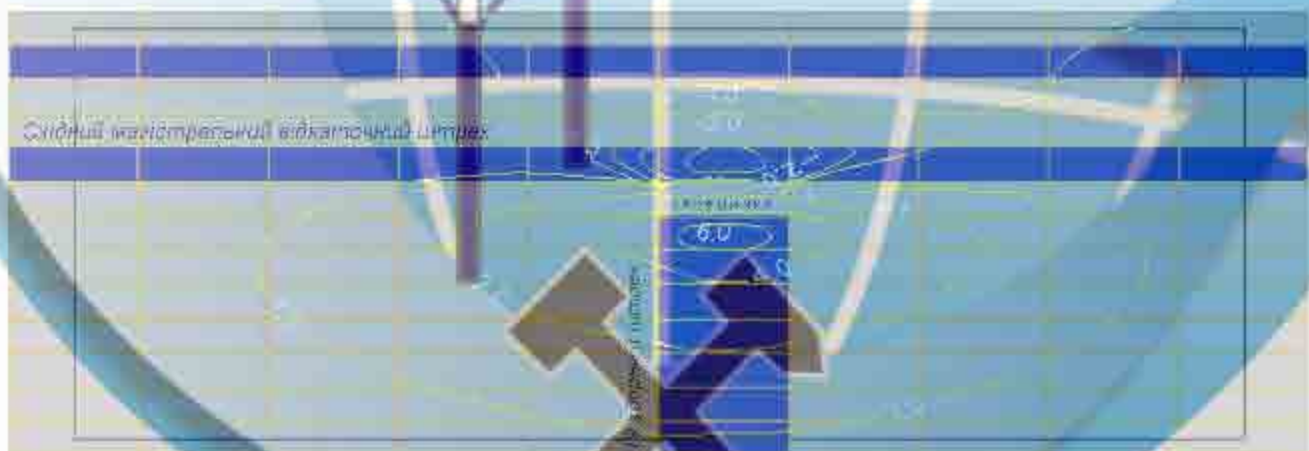


Рис. 4.8. Розподіл поля напорів у зоні перед та поза протифільтраційною перемичкою ("+" і "-" відповідно, підвищення і зниження напору, м)

Слід зазначити, що процес формування поля напорів нестационарний у часі і для початкового періоду (1 місяць) характерна величина підпору 3,1 м.

Створенням протифільтраційної перемички в умовах сталого режиму фільтрації вдається перехопити фільтраційний потік по 519-ому збірному штреку на 67%, а в східному магістральному відкаточному штреку на даній ділянці на 10% (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Зміна величин водопритоку при сталому режимі фільтрації

Гірничі виробки	Водопріток на моделі, м ³ /год		
	До створення перемички	Після створення перемички	Зниження, м ³ /год / %
Східний магістральний конвеєрний штрек	22,7	22,5	0,2 / 0,009
Східний магістральний відкаточний штрек	225,0	201	24 / 10,1
519 збірний штрек	32,3	10,6	21,7 / 67,5

Варіант 1 б. На ділянці сполучення 627-го збірного штреку і східного магістрального відкатувального штреку (рис. 4.9) організований штучний перепуск води через свердловину з пласта С₆ на С₅ в кількості до 100 м³/год (значення орієнтовне, оскільки прямий доступ до ємності переливу утруднений).

Створення додаткової стокової поверхні для пласта С₆ з дренуючими відмітками на підшві вугільного пласта С₅ є додатковим джерелом обводнення шахтного поля. Запропонованим варіантом технічних рішень передбачається ліквідація штучної дрени (перепуску) і оцінка нових умов формування водопритоку і напорів (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Зміна балансу водопритоку при ліквідації зони перепуску

Вугільні пласти	Водоприток на моделі, м ³ /год				Величина підпору, м
	В умовах перепуску води	Величина гідрравлічного перетікання свердловиною	При ліквідації перепуску води	Збільшення «+», зменшення «-» м ³ /год	
C ₆	79	78	102	+23	20
C ₅	444		398	-46	
Загальний	1123		1100	-23	

КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ

Рис. 4.9 Фрагмент схеми гірничих виробок пласта C₅ у зоні перепуску води

Прямий гідрравлічний перепуск води на моделі становить 78 м³/год. При його ліквідації водоприток по пласту C₆ збільшується на 23 м³/год, а по C₅ зменшується на 46

м³/год в умовах сталого режиму фільтрації (через 1 рік). При цьому відновлення рівнів у верхньому шарі призводить до формування напорів до 20 м (табл. 4.3).

4.2.2. Управління затопленням відпрацьованих блоків шахтного поля. Варіант 2

Зниження водопритоку в цьому випадку відбувається за рахунок зменшення розмірів здренованих площ.

Реалізація даного варіанту можлива при затопленні відпрацьованих ділянок пластів С₅ і С₄ на 300-му горизонті до позначки -115 м (рис. 4.10). На моделі процес затоплення здійснюється відключенням внутрішніх граничних умов.

Слід зазначити, що в умовах невизначеності фільтраційних параметрів і наявності фільтраційних опорів відпрацьованого в різні періоди гірського масиву, слід розглянути два підваріанти:

- 2а, коли дрени, що підтримують рівень затоплення на позначці -115 м, є досконалими, а масив котрий затоплюється, представлений обваленим виробленим простором з проникністю на порядок вище природної;

- 2б, в умовах затоплення гірського масиву з підвищеним фільтраційним опором, коли виробки-дрени, що підтримують позначку затоплення - 115 м, є недосконалими.

КАФЕДРА
ГІДРОГЕОЛОГІЇ
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ



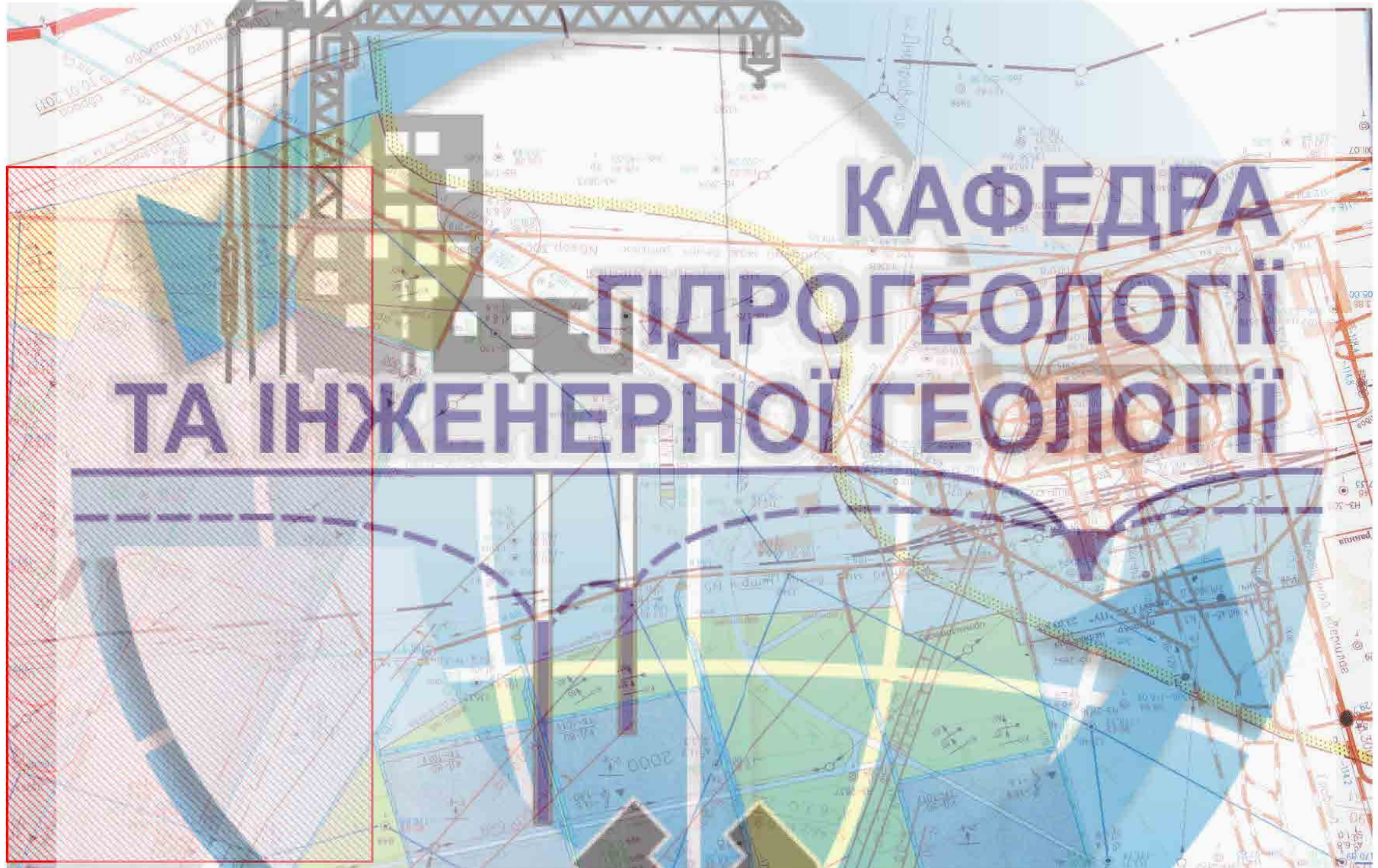


Рис. 4.10. Ділянка затоплення (заштрихована) на схемі гірничих робіт по пласту C_5

Результати рішень за варіантом 2а показують, що затоплення горизонту до абсолютної позначки -115 м відбувається протягом одного року (рис. 4.11). При цьому шахтний водопріток в перший місяць затоплення зменшується на $188 \text{ м}^3/\text{год}$ (17%), у другій - на $175 \text{ м}^3/\text{год}$, а період повного затоплення 300-го горизонту (1 рік) характеризується зниженням загально шахтного водотоку до $50 \text{ м}^3/\text{год}$. На загальному фоні зменшення водопритоку в шахті очікується на кінцевий період збільшення при на $60 \text{ м}^3/\text{год}$ у західний магістральний відкаточний штрек на горизонті 225 м. Формування рівної поверхні підземних вод на період до і після затоплення показані на рис. 4.12.



Рис. 4.11. Схема управління водопритоком шляхом затоплення частини шахтного поля: а) площа затоплення по пласту C_5 ; б) динаміка затоплення 300-го горизонту до позначки -115 м за лінією перерізу I-I*



Рис. 4.12. А) б) позначки рівня підземних вод в західній частині шахтного поля по пл. С₅ а) при роботі водовідли-
ву на гор. 300м, б) при затопленні гор. 300 м.

Збільшення напорів по пластах C_4 і C_5 (рис.4.13) призводить до відновлення воронки депресії на 1 м в бучакського водоносному горизонті (рис. 4.14).

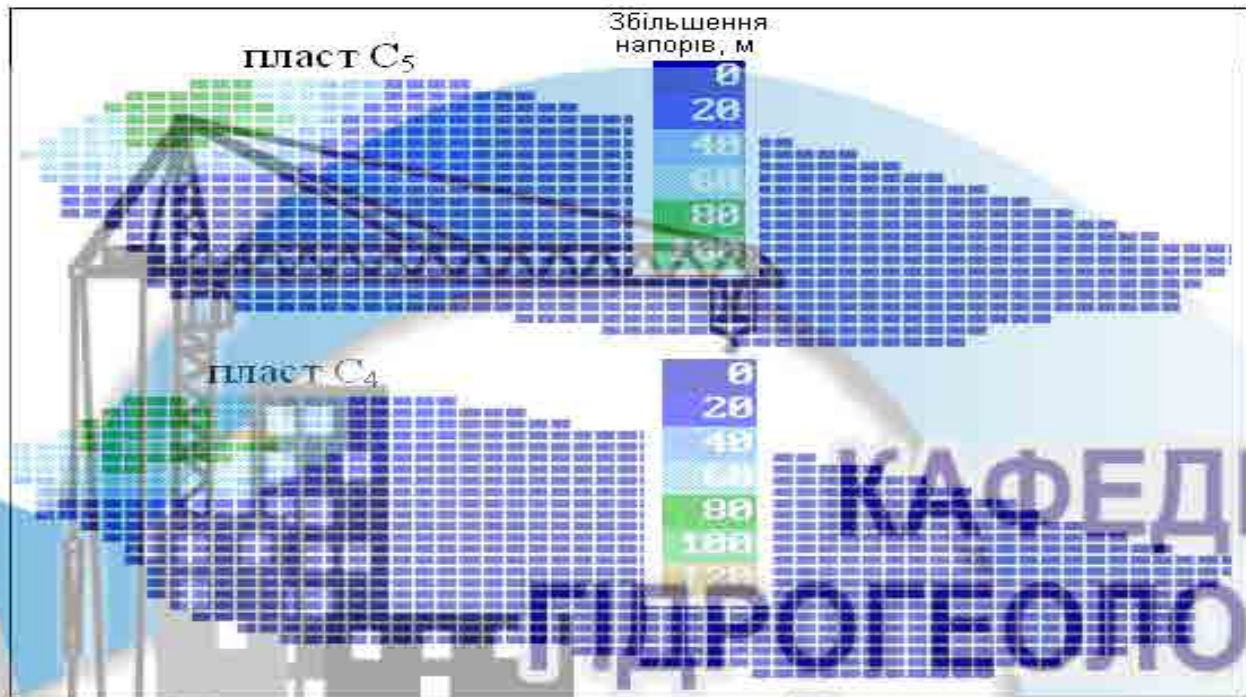


Рис. 4.13. Зростання напорів на ділянці затоплення

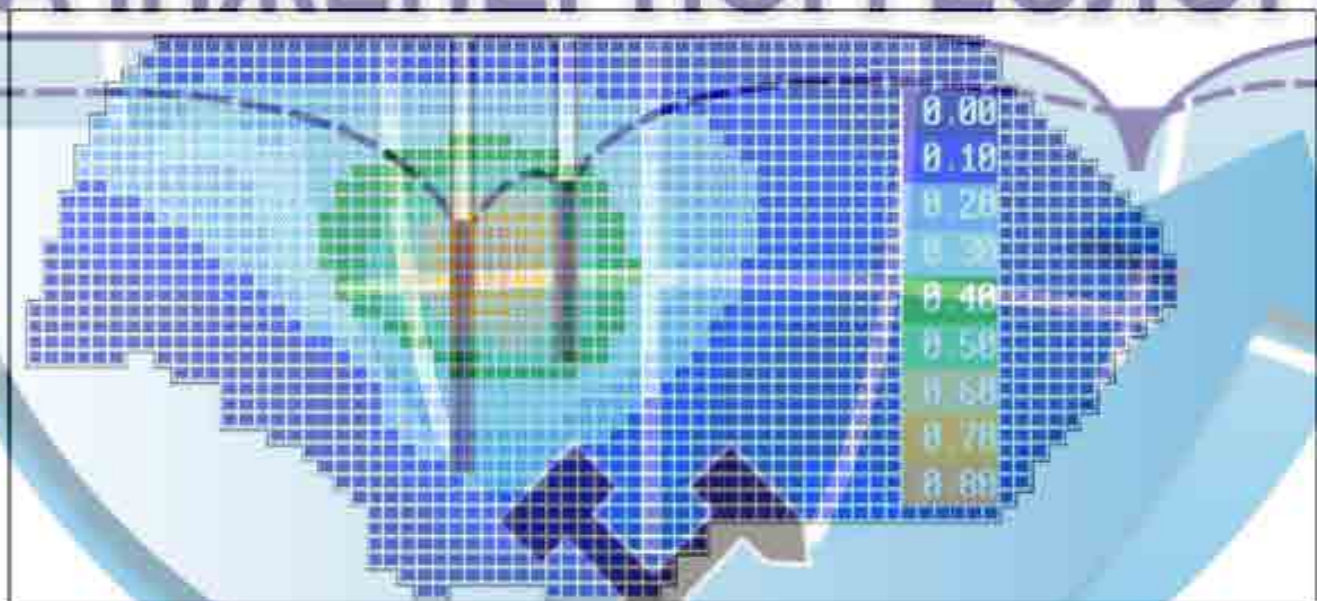


Рис. 4.14. Підйом рівня бучакського водоносного горизонту

Результати рімень за варіантом 2б свідчать, що при формуванні фільтраційних напорів до 4-6 м в межах відпрацьованої і затопленої площі, загальна динаміка відновлення рівня зберігається (варіант 2а), але величина зниження водопритоку на кінцевий період затоплення складає до $70 \text{ м}^3/\text{год}$ (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Величини водопритоків при затопленні гор. 300 м в умовах формування фільтраційних опорів

Вугільні пласти	Величина водопритоку, м ³ /год		Водоприток при затопленні, м ³ /год
	Факт	Модель	
C ₁₀	204	198	199,4
C ₈	97	77	78
C ₇	-	21	21,5
C ₆	72	79	81,4
C ₅ + C ₄	788	748	674,2
Загальношахтний водоприток	1161	1123	1053
Зниження водопритоку, м ³ /год			70

4.2.3. Створення тампонажної протифільтраційної завіси (ПФЗ). Варіант 3

Аналіз факторів формування водопритоку в шахту за результатами розв'язку обернених ідентифікаційних задач свідчить про переважання ролі алювіальних пісковиків при підробці заплави річки Самари. Тампонування зон підвищеної проникності в зоні виходу пластів найбільш раціонально розглянути, використовуючи схему вертикально-горизонтального буріння.

На період 2012 року фактичний водоприток у шахту складає 1161 м³/год, при цьому 85% або 992 м³/год становить приток по пластах C₁₀ + C₅ + C₄. З урахуванням цього і динаміки руху воронки депресії в бучакському водоносному горизонті (рис. 4.15, 4.16) розглянуті різні варіанти створення фільтраційної завіси, де змінювалися:

- величина проникності ПФЗ від 10⁻³ до 10⁻¹ м / добу (варіант 3а, табл.4.5);
- лінійні розміри ПФЗ аж до повного перекриття виходів пластів (варіант 3б, табл.4.5);
- кількість пластів, що перекриваються (варіант 3в, табл. 4.5).

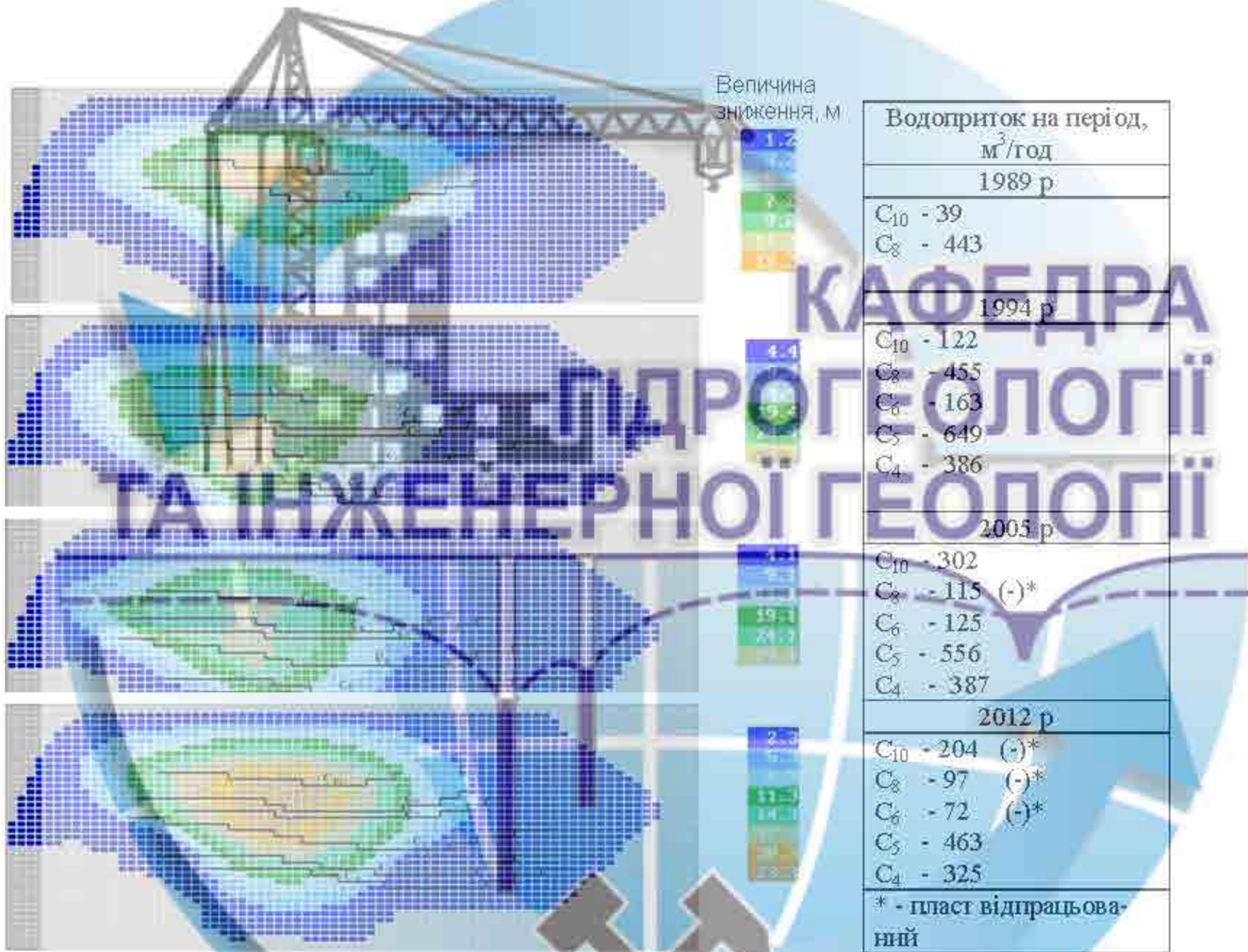


Рис. 4.15. Динаміка руху воронки депресії в бучакському водоносному горизонті з 1989 до 2012 роки

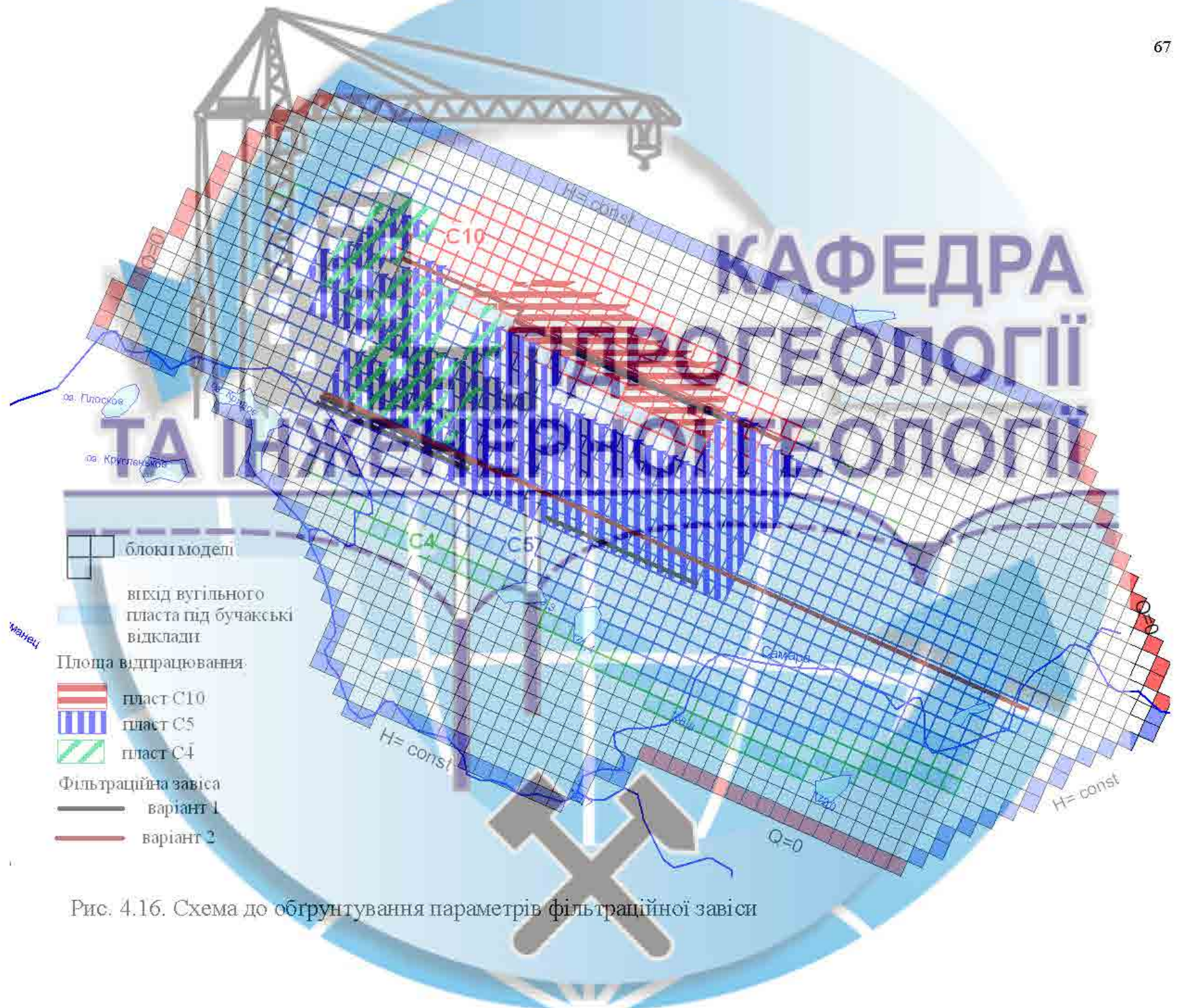


Рис. 4.16. Схема до обґрунтування параметрів фільтраційної завіси

Таблиця 4.5

Зміна водопритоку при створенні протифільтраційної завіси (ПФЗ)

Вугільні пласти	Без водорегулювання	Величина водопритоку на моделі, м ³ /год («-» зниження водопритоку, м ³ /год / %)					
		ПФЗ у зоні підвищеної проникності вугільних пластів C_{10}, C_5, C_4				ПФЗ у зоні підвищеної проникності вугільних пластів C_5, C_4	
		При зміні проникності ПФЗ		При максимальній протяжності ПФЗ		Лінійні розміри $LC_5=4000$ м (західне та східне крило), $LC_4=2000$ м.	Зменшення лінійних розмірів $LC_5=2000$ м (східне крило), $LC_4=2000$ м.
		$K_{\phi}=10^{-3}$	$K_{\phi}=10^{-2}$	$K_{\phi}=10^{-1}$	$K_{\phi}=10^{-2}$		
C_{10}	198	87 (-111/-55%)	87 (-111/-55%)	91 (-107/-53%)	46 (-152/-76%)	199	199
C_8	77	78	78	78	78	77	77
C_7	21	21	21	21	21	21	21
C_6	79	79	79	79	79	79	79
C_5	444	325 (-119/-26%)	329 (-115/-25%)	354 (-90/-20%)	271 (-175/-39%)	329 (-115/-26%)	343 (-101/-23%)
C_4	304	230 (-74/-24%)	231 (-73/-24%)	245 (-59/-19%)	200 (-104/-34%)	231 (-73/-24%)	260 (-44/-14%)
Шахтний водоприток	1123	820 (-303/-26%)	898 (-225/-25%)	936 (-187/-20%)	695 (-428/-38%)	936 (-187/-16%)	979 (-144/-12,8%)
Підняття рівня в бучакському в.г., м	-	+7	+7	+5,7	+8,5	+2,64	+2,5
Лінійні параметри завіси	<i>варіант 3а</i> протяжністю ПФЗ (L) у зоні підвищеної проникності пластів C_{10}, C_5, C_4 $LC_{10}=2000$ м, $LC_5=4000$ м (західне та східне крило), $LC_4=2000$ м.			<i>варіант 3б</i> $LC_{10}=5400$ м, $LC_5=8800$ м, $LC_4=8000$ м		<i>варіант 3в</i>	

Результати рішень за варіантом *3а* показують найбільшу ефективність ПФЗ при коефіцієнті фільтрації 10^{-2} м/добу (зниження загальношахтного водотоку на 25%, табл. 4.5), який приймався як базовий в розрахунках за варіантами *3б* та *3в*.

Наявність відкритого гідравлічного зв'язку карбонівих відкладень і бучакського водоносного горизонту обумовлюють активну реакцію моделі на збільшення лінійних розмірів ПФЗ. Наприклад, при максимальному перекритті виходів пластів C_{10} , C_5 , C_4 можливе зменшення водопритоку в шахту до $695 \text{ м}^3/\text{год}$ (-38%, табл. 4.5).

4.2.4 Гідроізоляція перетікання з р. Самара. Варіант 4. Передбачає створення водонепроникної «стіни в ґрунті», що перешкоджає підтіканню з р. Самари. Під час ведення гірничих робіт в 200 м прируслової зоні (період 1994р.) підтік з річки по пласту C_5 становив $570 \text{ м}^3/\text{год}$ або 69% притоку пласта. При віддаленні фронту ведення гірничих робіт підтік зменшився і на період 2012 року становив $76 \text{ м}^3/\text{год}$ (17%, табл. 4.6).

Таблиця 4.6

Вплив р. Самара на формування водопритоку пласта C_5

Період часу, роки	1994	1998	2006	2012
Приток до гірничих виробок пласта C_5 , в тому числі підтік з р. Самара, $\frac{\text{м}^3/\text{год}}{\%}$	832 <u>570</u> (69 %)	605,5 <u>329</u> (54 %)	595 <u>159</u> (27%)	457 <u>76</u> (17%)
Без заходів з гідроізоляції прируслової зони				
Загально шахтний приток, $\text{м}^3/\text{год}$	1123			
При гідроізоляції прируслової зони р. Самари				
Загально шахтний приток, $\frac{\text{м}^3/\text{год}}{\text{Зниження, (м}^3/\text{год} / \%)}$	<u>1078</u> 45 / 4			

В таких умовах ведення гірничих робіт можливо в 2 рази зменшити підтік з річки до $31 \text{ м}^3/\text{год}$ шляхом гідроізоляції прируслової зони (зона гідроізоляції показана на рис. 4.17).

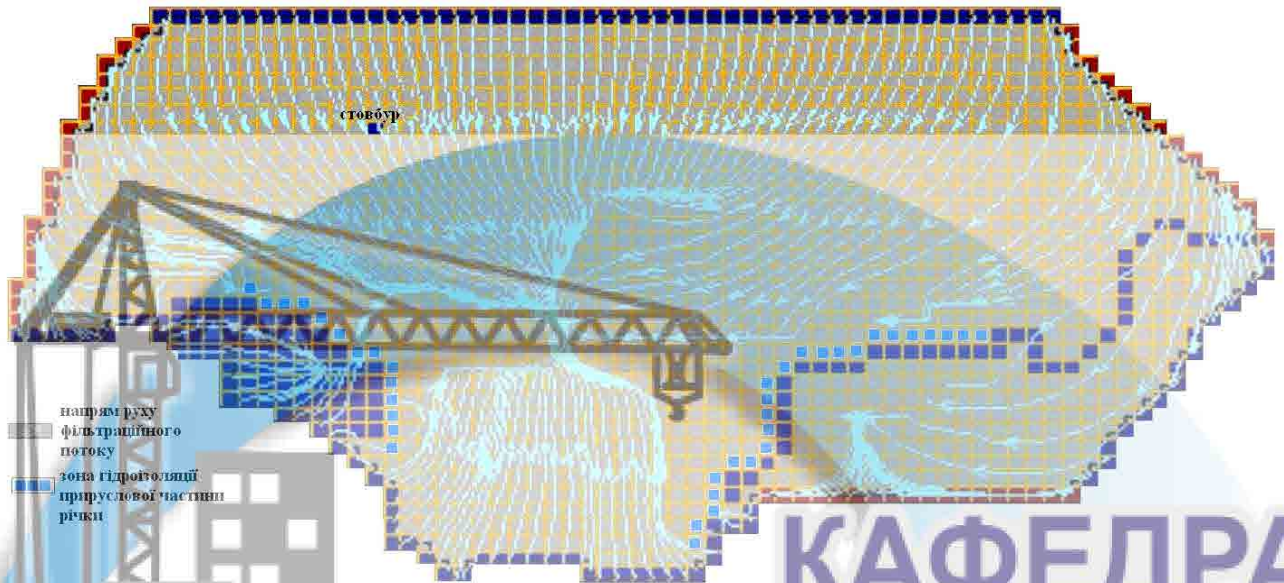


Рис. 4.17 Зміна напрямку руху фільтраційних потоків при гідроізоляції прируслової зони (бучакський водоносний горизонт)

Реалізація розглянутих інженерних схем водорегулювання дозволяє знизити приток води в шахту від 10 до 38%. При цьому застосовуватися вони можуть як незалежно один від одного на різних етапах експлуатації шахти, так і одночасно.

КАФЕДРА

ГІДРОГЕОЛОГІЇ

ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ

ВИСНОВКИ

1. Техногенний режим підземних вод шахтних полів характеризується різкою зміною умов розвантаження водоносних горизонтів та напрямку руху підземних вод, збільшенням градієнтів підземного потоку, інтенсифікацією перетікання між горизонтами, порушенням загального балансу підземного і поверхневого стоку. При оцінці техногенного режиму підземних вод продуктивної товщі шахтного поля слід вважати, що формується він головним чином при веденні очисних робіт під дією гідрогеомеханічних процесів в гірському масиві.

2. На основі аналізу геологічних, гідрогеологічних та гірничотехнічних умов поля шахти ім. М.І. Сташкова, а також техногенного режиму підземних вод, що сформувався в зоні ведення гірських робіт Східної групи шахт, обґрунтована розрахункова гідродинамічна схема для побудови моделі шахтного поля.

Поле шахти апроксимоване сіткою 77×43 осередки і в реальних координатах має розмір $15,4 \times 8,6$ км. У кожній вузловій точці сітки відображена гіпсометрія пласта, фільтраційні і ємнісні параметри водоносних горизонтів і поділяють товщ.

У вертикальному розрізі модель шахтного поля представлена 8-ми шаровою товщею, де верхній шар відображає водоносний комплекс мезокайнозойських відкладень, а нижні - відпрацьовані і ті, що відпрацьовуються, вугільні пласти і палеоруслові пісковики ($C_{10}, C_8, C_7, C_6, C_5, C_4, C_{1-3}$).

Математична модель аналогічна об'єкту за сукупністю і тотожністю рівнянь, що описують процеси і явища, які відбуваються на об'єкті і моделі.

3. В якості контрольних даних використані дані про величини водопритоків в гірничі виробки шахти, дані режимних спостережень, дані гідродинамічної зйомки і дані про зміну положення рівня підземних вод в бучакських відкладеннях.

Отримані в процесі вирішення ідентифікаційних обернених задач результати по формуванню рівної поверхні підземних вод і динаміці водопритоків в часі, свідчать про адекватність моделі і об'єкта досліджень. Це дозволяє обґрун-

товано виконувати прогностні розрахунки параметрів технічних рішень, що дозволяють знизити величину водопритоків до гірничих виробок шахти.

4. Проведено моделювання та оцінені очікувані результати наступних технологічних схем водорегулювання.

- Спорудження інвентарної протифільтраційної перемички в зоні дренажування 519 зб. штреку призводить до перерозподілу потоків підземних вод і формування підпору підземних вод через 1 рік до 7,2 м в зоні перед перемичкою і зниження рівня до 5,7 м за нею. Протифільтраційна інвентарна перемичка в умовах сталого режиму фільтрації дозволяє перехопити фільтраційний потік по 519 збірному штреку на 67%, а в східний магістральний відкаточний штрек на даній ділянці на 10%.

- Ліквідація штучної дрени (перепуску води по свердловині з пл. C_6 на пл. C_5 на сполученні 627 зб. штреку з магістральним відкаточним). Прямий гідравлічний перепуск води становить $78 \text{ м}^3/\text{год}$. При його ліквідації водопріток по пласту C_6 збільшується на $23 \text{ м}^3/\text{год}$, а по C_5 зменшується на $46 \text{ м}^3/\text{год}$ в умовах сталого режиму фільтрації (через 1 рік). При цьому відновлення рівнів в пласті C_6 призводить до формування напорів до 20 м.

- Управління затопленням відпрацьованих ділянок шахтного поля оцінено для умов затоплення відпрацьованих ділянок пластів C_5 і C_4 на 300-му горизонті до позначки -115 м. Ці ділянки розташовані в західній частині шахтного поля в зоні підробки-надробки пластів.

Результати рішень за варіантом з повним погашенням виробок показують, що затоплення до абсолютної позначки -115 м проходить протягом одного року, при цьому водопріток по шахті в перший місяць затоплення зменшується на $188 \text{ м}^3/\text{год}$ (17%), у другий - на $175 \text{ м}^3/\text{год}$, а період повного (1 рік) затоплення характеризується зниженням загально шахтного притоку до $50 \text{ м}^3/\text{год}$. На загальному тлі зменшення водотоку по шахті очікується на кінцевий період збільшення притоку на $60 \text{ м}^3/\text{год}$ в західний магістральний відкаточний штрек на горизонті 225 м.

- Тампонаж зон підвищеної проникності в зоні виходу пластів найбільш раціонально з використанням схеми вертикально-горизонтального буріння, що зводить до мінімуму порушення поверхні.

На момент досліджень фактичний водоприток в шахту складає 1161 м³/год, при цьому 85% або 992 м³/год становить приток по пластах С₁₀ + С₅ + С₄. З урахуванням цього і динаміки руху воронки депресії в бучакському водонесному горизонті розглянуті різні варіанти створення протифільтраційної завіси (ПФЗ).

Результати рішень показують найбільшу ефективність ПФЗ при коефіцієнті фільтрації 10⁻² м/добу (зниження загально шахтного водопритоку на 25%), який приймався як базовий в розрахунках в зв'язку з достатнім підтвердженням практикою зменшення проникності при тампонажі порід.

Наявність відкритого гідравлічного зв'язку карбонатних відкладень і бучакського водонесного горизонту обумовлюють активну реакцію шахтного поля на збільшення лінійних розмірів ПФЗ. Наприклад, при максимальному перекритті виходів пластів С₁₀, С₅, С₄ можливе зменшення притоку води в шахту до 695 м³/год (-38%).

- Гідроізоляція перетікання з р. Самара передбачає формування за відомими технологіями «стіни в ґрунті», що перешкоджає підтоку води з річки. В умовах ведення гірничих робіт на сучасному етапі можливо в 2 рази зменшити підток з річки до 31 м³/год шляхом гідроізоляції прируслової зони.

5. Розроблена постійнодіюча модель, яка в діалоговому режимі на комп'ютері відображає стан динаміки водопритоків на полі шахти ім. М.І. Сташкова, а також дозволяє оцінювати технічні рішення з водорегулювання і прогнозувати водопрояви на ділянках шахтного поля, які входять в поточну програму гірничих робіт.

Створена гідродинамічна модель поля шахти ім. М.І. Сташкова в перспективі повинна стати складовою частиною геофільтраційної моделі регіону Західного Донбасу для вирішення поточних завдань водорегулювання і екологічно безпечного процесу неминучого згортання гірничих робіт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мироненко В. А., Норватов Ю А, Сердюков Л И и др. Гидрогеологические исследования в горном деле. – М.: Недра, 1976 - 352 с.
2. Защитные пласты / И М Петухов, А М Линьков, И А Фельдман и др – Л.: Недра, 1972. - 424 с.
3. Стрельский Ф. П., Бокий Л. Л. Условия возникновения прорывов при разжижении пористых пород под нагрузкой // ФТПРПИ. – 1987. - № 6. – с. 103-106.
4. Безопасная выемка угля под водными объектами / Б Я Гвирцман, Н Н Кацнельсон, Е В Бошнятов и др. – М.: Недра, 1977. -175 с.
5. Скворцов А. Г. Исследование условий формирования и прогноз притоков воды в очистные выработки при выемке угольных пластов лавами по падению в Донбассе / Автореф дис канд геол.-мин. наук. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1983 - 20 с.
6. Безопасная выемка угля под водными объектами /Б.Я. Гвирцман, Н.Н. Кацнельсон. Е.В. Бошнятов и др. - М.: Недра. 1977.-175 с.
7. Гідроєкозахист вугільних шахтних полів [Текст]: монографія / А.М. Загриценко, Ю.І. Демченко, В.О. Соцков. О.Р. Мамайкін / Під заг. редакцією І.О. Садовенка. – Дніпро: Національний технічний університет "Дніпровська політехніка", 2018. – 146 с.
8. Безазьян А.В., Садовенко И.А., Никитина К.М. Пластовые отдельности и типизация поверхностей ослабления в породах нижнего карбона Западного Донбасса // Уголь. - 1986. - №7. - С. 55-56.
9. Левит В.В. Новые технические решения при строительстве вертикальных стволов и сопряжений в сложных условиях // Материалы отраслевой научно-технической конференции «Прогрессивные решения по креплению и поддержанию горных выработок». - Павлоград, 1996. - С. 44-46.
10. Борисов А.А. Механика горных пород и массивов. - М.: Недра, 1980. - 360 с.
11. Павлова Н.Н. Трещиноватость и разрушение горных пород. - М.:

Наука, 1970.-96с.

12. Изучение фильтрационных свойств водоносных горизонтов в Западном Донбассе / В.Н. Савицкая, В.Н. Нагорный, Е.М. Ксенда, Ю.Н. Нагорный // Вопросы развития угольной промышленности Западного Донбасса - К.: Техніка. - 1973, - С. 38-40.

13. Хохлов И.В. Сдвигение и проницаемость отработанной толщи горных пород. – М.: Недра, 1980. – 176 с.

14. Мироненко В.А., Шестаков В.М. Основы гидрогеомеханики. - М.: Недра, 1974. - 296 с.

15. Слащева Е.А. К методике учета гидрогеологических факторов при решении геомеханических задач устойчивости породного массива // Геотехническая механика. - Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 1997. - № 3. - С. 167-170.

16. Садовенко И.А., Тимошук В.И. Исследование геофильтрационного состояния подрабатываемого горного массива на геомеханических моделях // Известия вузов. Геология и разведка. -1991. - № 2. - С.92-97.

17. Лисица И.Г., Василенко Г.Т. Определение границ безопасного ведения очистных работ под пльвунами // Изв. вузов. Горный журнал. - 1968. - N 12. - С. 29-31.

18. Методические указания по изучению и прогнозу техногенного режима подземных вод при освоении угольных месторождений. – Ч. I. Методика изучения техногенного режима подземных вод при разведке и эксплуатации угольных месторождений. - СПб, 1992 - 107 с

19. Методические указания по изучению и прогнозу техногенного режима подземных вод при освоении угольных месторождений. – Ч. II. Методика интерпретации результатов режимных наблюдений и прогноз техногенного режима подземных вод - СПб., 1992. - 62 с.

20. Мироненко В.А., Мольский Е.В., Румынин В.Г. Горно-промышленная гидрогеология. – М.: Недра. 1989. 287 с.

21. Инструкция по изучению и прогнозированию гидрогеологических условий угольных месторождений при геологоразведочных работах. –

ВНИГРИуголь, Ростов-на-Дону, 1985. - 137с

22. Рудаков Д.В. Моделивання в гідрогеології [Текст]: навч. посібник / Д.В. Рудаков. – Д.: Національний гірничий університет, 2011. – 88 с.

23. Ломакин Е. А., Мироненко В. А., Шестаков В. М. Численное моделирование геофильтрации. – М.: Недра, 1988. 227 с.

24. Жернов И. Е., Шестаков В. М. Моделирование фильтрации подземных вод. – М.: Недра, 1971. – 224 с.

25. Гавич И. К. Теория и практика применения моделирования в гидрогеологии. – М.: Недра, 1980. – 357 с.

26. Лукнер Л., Шестаков В. М. Моделирование геофильтрации. – М.: Недра, 1976. – 404 с.



КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ