

557.49  
B-92

# ГІДРОГЕОЛОГІЯ

ПРОФЕСОР Р. Р. ВИРЖИКОВСЬКИЙ

НГ ■ ТЕХНІЧНЕ ВИДАВНИЦТВО ■ УСРР

54542





55149  
B-92

У

Р. Р. ВИРЖИКОВСЬКИЙ

ПРОФЕСОР КИЇВСЬКОГО ІНЖЕНЕРНО-МЕЛІОРАТИВНОГО ІНСТИТУТУ

# ГІДРОГЕОЛОГІЯ

54542

Київський  
Гидромелиоративний  
ІНСТИТУТ  
БІБЛІОТЕКА

сверено  
1966 г.

✓

0 W

ОНТВУ / ВУГІЛЛЯ ТА РУДА

ХАРКІВ

1932

КИЇВ

Бібліографічний опис цього  
видання вміщено в „Літопису  
Укр. Друку“, „Картковому  
реперт.“ та інших показниках  
Укр. Книжн. Палати.

ЛІТОПИС

Друкарня Об'єднання  
науково-технічних  
видавництв України

Київ, вул. Вороб'ячого 42

ЛІТОПИС

## ВІД АВТОРА

В тісному зв'язку з ростом нашої культури й техніки, з п'ятирічним планом індустріалізації країни та розвитку й інтенсифікації соціалістичного господарства, — питання водопостачання, висушування, обводнювання та санітарії набрали величезного значення.

Коли вже здавна меліорації надавали чималої ваги в колах спеціалістів, то тепер її велике значення визнають усі як у центрі, так і на периферії, а розмір меліоративних робіт сягає нечуваних темпів; велике та різноманітне будівництво шляхів, портових споруд, заводів, радгоспів та колгоспів, напружений темп гідрогеологічних дослідів, потреба під час розвідування корисних копалин з'ясовувати гідрогеологічні умови родовищ — вимагають з одного боку виховання кадрів спеціалістів-гідрогеологів, а з другого — ознайомлення геологів-розвідників та інших фахівців з основами гідрогес-логії.

Великий брак фахівців-гідрогеологів відзначила Всеукраїнська гідрогес-логічна нарада, що її скликав у Києві Гідро-метеорологічний комітет у січні 1931 р.; ця сама нарада зазначила величезний обсяг завдань у галузі вивчення підземної води на Україні.

Питання про воду стало і на VI Всесоюзному з'їзді рад («Правда», 14/III 1931 р.). Наркомземсправ СРСР тов. Я. А. Яковлев у своїй промові про радгоспне будівництво підкреслив у числі головних хиб у роботі тваринницьких радгоспів нез'ясованість водних баз для радгоспного водопостачання і сказав: «Ось чому питання про воду, питання про вивчення ґрунтової води... нам доведеться розв'язувати негайно».

У зв'язку з великим планом будування тваринницьких радгоспів на Україні, в нас ще більше зростає потреба в гідрогеологічних дослідях та в відповідних кадрах.

Не знаючи якості, ресурсів підземної води та законів її походження, поширення та руху, ми не можемо в одних випадках доцільно їх використувати, а в інших — провадити боротьбу із шкідливими наслідками їхньої діяльності, як от: зсувами ґрунту, припливом води до підземних копалин, забагнюванням тощо. Через те гідрогеологія завоювала широке визнання, і її включено до програм багатьох вишів, а в недалекому майбутньому вона безперечно ввійде в плани більшості не тільки вищих, але й середніх учбових закладів — багатьох профшкіл, а може й трудшкіл.

Дивним здається, коли культурна людина, відкручуючи ґранта, щоб напиться води, не знає походження тієї води, або, коли сповзають схили разом із садибами, дорогами, різними технічними спорудами чи залізничними коліями, і ніхто не знає, крім фахівців-гідрогеологів, у чому тут річ і як запобігти цим явищам.

У зв'язку з запровадженням викладання гідрогеології в багатьох вищих постає потреба і в підручниках гідрогеології; не тільки немає жадного підручника гідрогеології українською мовою, але взагалі з підручниками з цього фаху справа стоїть погано.

Є книжки: С л и х т е р, «Подземные воды и источники», що її 1912 ро переклав російською мовою А. Д. Стопневич. (Це видання давно розійшлося. і навіть у букіністів важко його знайти). К е й л ь г а к, «Подземные воды, и источники» (переклад з німецької під ред. П. В. Огоцького, 1914; видання давно розійшлося). П. Н. Ч и р в и н с к и й, «Учебник гидрогеологии» (Новочеркаськ, 1924), Г е ф е р, С е м и х а т о в, «Подземные воды и источники» (Госиздат. 1925).

Зазначені книжки не містять практичних даних і вказівок. Отже брак практичного ухалу і недостатність матеріялу з гідрогеології України вимагають нової книжки, яка поповнила б ці хиби.

Мій підручник гідрогеології не досить повний. Щоб не гаяти часу з виданням цієї книжки, я мусів трохи обмежити її обсяг. Можливо, що я допустився деяких помилок.

Я буду дуже вдячний тим особам, які ласкаво візьмуть на себе труд вказати мені на хиби й дефекти цього курсу гідрогеології, щоб можна було згодом ці дефекти виправити.

В складанні III частини цієї книжки мені подав велику допомогу геол. М. В. Фрейд, за що складю йому щіру подяку.

16. III. 1931

Геологічний кабінет  
Київського меліоративного  
інституту.



## ЗМІСТ

Вступ . . . . .	7
<b>Частина I. Деякі дані з геології</b>	
I. Загальний огляд сил, що діють на землі. Будова земної кулі. Причини рухів земної кори . . . . .	9
II. Умови уложення гірських порід. Типи дислокацій. . . . .	17
III. Геометрична хронологія. . . . .	26
<b>Частина II. Загальна гідрогеологія</b>	
IV. Поширення води в земній корі. . . . .	59
V. Хімічні властивості гірських порід. . . . .	57
VI. Гідрогеологічні властивості гірських порід. . . . . Воропрхідність та водомісткість. Перистість. Розкриття в твердих породах. Шляхи та верси в глинах. Капілярність. Гігроскопічність.	59
VII. Походження ґрунтової води. . . . . Історія питання. Теорія інфільтраційна. Атмосферні опади; стік, парувал інфільтрація. Значення клімату, пори року, погоди. Склад ґрунту. Реслин- ність. Теорія конденсаційна. Ювенільна вода.	76
VIII. Ґрунтосва всда. . . . . Рух ґрунтової води. Бесейни та потоки. Нап'ямок руху ґрунтової води; методи його визначення; поплавець, сіль, фарби; гідрогіпси.	71
IX. Швидкість руху підземної всди. . . . . Обрахунки та формули. Закон Дарсі. Ефективна величина. Формула Газена. Ме- тоди вимірювання швидкості руху підземної води: сіль, фарби; електролі- тична метода Спіхтера. Рух води в розколинах та печерах.	79
X. Дебет і рівень ґрунтової води. . . . . Дебет ґрунтової води. Вимірювання дебету. Джерела. Колодязі. депресійні лійки. Крива відсмоковування ґрунтової води. Поповнення колодязя після відсмоковування. Коливання рівня та дебет ґрунтової води.	85
XI. Горианти ґрунтової води. . . . . Місця, де ґрунтової води немає. Верхводка. Число водовмісних горизонтів. Київ. Західне Поділля. Спускі колодязі.	89
XII. Види ґрунтової води. . . . .	95
XIII. Вплив лісу на ґрунтову воду. . . . .	102
XIV. Карст. Його походження, характер та гідрогеологічне значення. . . . .	106
XV. Відклади підземної води та джерел. . . . .	111
XVI. Зсуви. . . . . Походження, механізм, поширення, типи. Дослідження зсувів. Боротьба із зсувами.	116
XVII. Санітарна охорона ґрунтової води. . . . .	129

XVIII. Артезійська вода. . . . .	132
Напор. Походження артезійської води. П'єзометричний рівень. Самовиливні колодязі. Артезійська вода в масивних породах.	
XIX. Відсмоковування артезійських колодязів. . . . .	139
Крива відсмоковування. Поповнення рівня після відсмоковування. Нормальне користування артезійською водою. Шахти коло колодязів. Виснадження артезійських сточищ та занобіжні до цього заходи	
XX. Джерела. . . . .	142
XXI. Мінеральні джерела. . . . .	148
Головні типи мінеральних джерел. Пальні гази Сопухи (грязеві вулкани).	

### Частина III. Методика гідрогесологічних дослідів

XXII. Завдання гідрогесологічних дослідів . . . . .	155
XXIII. Геодезична робота. . . . .	157
XXIV. Геологічні досліді. . . . .	158
XXV. Гідрогесологічні досліді. . . . .	161
XXVI. Розвідкове свердлення. Збирання та документація матеріалів свердлення. . . . .	163
XXVII. Записи та мапи. . . . .	164
XXVIII. Гідрогесологія в військовій справі. . . . .	166

### Частина IV. Гідрогесологічний нарис України

XXIX. Короткий геологічний огляд України. . . . .	168
XXX. Підземна вода району Українського кристалічного масиву. . . . .	175
XXXI. Північно-Українська артезійська мульда. . . . .	182
XXXII. Підземна вода Поділля. . . . .	199
XXXIII. Підземна вода надморського степового району . . . . .	205
XXXIV. Про підземну воду Донбасу. . . . .	209
Предметовий покажчик . . . . .	211

## ВСТУП

Гідрогеологія, як показує сама назва, є галузь геології; геологія вивчає землю, будову та історію земної кори; гідрогеологія вивчає воду в земній корі, так звану підземну воду. Таким чином гідрогеологія входить і до складу гідрології, цебто науки про воду взагалі. Гідрогеологія є не тільки цікава теоретична наука, але й дуже важлива з практичного погляду дисципліна. Людина використовує підземну воду для водопостачання, починаючи від маленьких селянських криниць та природних джерел і кінчаючи глибокими артезійськими свердловними колодязями й могутніми водогонами великих міст. Підземна вода спричиняє зсуви, що руйнують залюднені місця, залізниці й шляхи, різноманітні споруди, і без гідрогеологічного вивчення не можна провадити раціональну боротьбу з цими шкідливими явищами.

Пустинні місцевості, випалені сонцем, що не мають річок і струмків, нерідко вдається перетворити в розкішні оази через використання підземної води. Навпаки, іноді води буває занадто багато і вона спричиняється до забавлення місцевостей та великого утруднення життєвих умов; нерідко гідрогеологічне вивчення таких місцевостей вказує раціональні засоби, як позбавитися лишків води, наприклад споруджаючи вбирні колодязі та свердловини.

Для інженерів і техніків будівного та шляхового фаху, для діячів комунального господарства, для меліораторів, геологів-розвідників, культур-техніків, агрономів і лікарів-санітарів знання гідрогеології конче потрібне.

Крім цього, треба нагадати безліч помилок, що трапляються як наслідок недбалого ставлення до гідрогеологічних дослідів. Не скрізь є придатна до використання підземна вода, і часто буває, що дурно витрачаються великі кошти на свердлування «артезійських» колодязів у тих місцях, де нема артезійської води, що призводить до великих розчарувань та ламання складених проєктів. Будування залізниць та шосе за трасами, прокладеними без гідрогеологічного вивчення, спричиняється до зсувів в одних пунктах лінії, западання в других та іншої деформації, що всі потребують постійного ремонту й великих видатків, розмір яких далеко перевищує вартість попередніх дослідів, а крім того, користування такими шляхами важке й небезпечне.

Під час землевпорядкування, якщо не переведено гідрогеологічного дослідження, то часто запроєктовані виселки опиняються в такому критичному становищі щодо водопостачання, що весь проєкт руйнується.

Умови водовмісності ґрунту далеко не однакові як до кількості, так і до якості води, залежно від місцевості. Одні райони мають неглибоко під поверхнею великі запаси хорошої води по всій площі, в інших умови надзвичайно мінливі і з двох близьких пунктів один може бути забезпечений ґрунтовою водою, а другий цілком позбавлений її. Є великі площі, так звані артезійські сточища, що на всьому протязі містять у собі запаси чудової води, але є й площі зовсім безводі або такі, що мають непридатну підземну воду — вода ця солоня, або гірка, або містить у розчині якінебудь шкідливі речовини.



## ЧАСТИНА ПЕРША

### Деякі дані з геології

#### І. ЗАГАЛЬНИЙ ОГЛЯД СИЛ, ЩО ДІЮТЬ НА ЗЕМЛІ. БУДОВА ЗЕМНОЇ КУЛІ. ПРИЧИНИ РУХІВ ЗЕМНОЇ КОРИ

##### І

Геологія вивчає будову земної кулі та її історію. Геологи відрізняють дві групи сил, які діють на землі: одні сили зовнішні, що залежать від енергії сонця, місяця та інших тіл, що лежать далеко від землі в світовому просторі. Ці тіла впливають на землю силою свого притягання, а також посилають нам світло й тепло. Відомо, що в океанах і широко сполучених з ними морях щодня підвищується рівень води, і море заливає смугу суходолу, а потім вода спадає і відходить від берега, залишаючи ту саму смугу сухою; в деяких місцях ці щоденні коливання рівня води в океанах, що їх звуть припливи й відпливи, сягають 15—20 м, наприклад, у затоці Фунді на сході Північної Америки. Ці коливання залежать від притягання води місяцем та почасти сонцем. Коли місяць та сонце є на одному боці неба, під час молодика, то приплив буває найбільший.

Найбільше різних природних явищ залежить від потужної енергії сонця. Сонце — це центральне тіло планетної системи, величезна розпечена до температури в тисячі градусів куля, що своїм розміром в 1 300 000 разів перевищує землю. На землю попадає дуже невелика частина тої казкової великої енергії, яку сонце розливає по всіх напрямках у світовий простір, а саме — 1 22 000 000 000 частина.

Проте цієї енергії досить, щоб віяли вітри, шуміли океани та моря, лили дощі та падав сніг, текли річки, сунулись з гір льодовики та існувало в воді й на суходолі життя в його різноманітних проявах, у тому числі й життя людини з її величезною культурою та технікою. Паливо, як у вигляді дров, так і кам'яного вугілля, що утворилося з рослинності давніх геологічних часів, — це сонячна енергія, що її законсервували рослини. Усю сукупність явищ, що їх спричиняють на землі зовнішні сили, в геології звуть *екзодинамічними явищами*. Текуча вода розмиває гори; вітер у сухих пустелях точить скелі й руйнує гори, морські хвилі та припливи океанів розмивають береги. Усі ці чинники намагаються зрівняти земну поверхню, знищити гори та всякі підвищення й перетворити поверхню всіх суходолів на одноманітну низьку рівнину.

##### ІІ

Геологи знають, що земля існує багато мільйонів років; вже більш як 500 мільйонів років на землі існує життя. Але за весь цей час земля не стала одноманітною рівниною; ми знаємо, що на землі є і високі гори, стрімкі скелі. Це тому, що є інші явища, протилежні екзодинамічним.

Є сили в самій землі, в її глибинах, що замість знищених гір висувають нові величезні гірські громади; ці сили спричиняють вулканічні вибухи, під їхнім впливом здригається земля під час землетрусів. Усі явища на землі, що залежать від самої землі, її внутрішніх сил, геологи звуть *ендодинамічними явищами*.

Не тільки потужні вулканічні явища свідчать про високу температуру, що панує в глибоких верствах землі; про це саме каже й безпосереднє вимірювання температури в свердловинах, глибоких шахтах та тунелях. За пересічну величину геотермічного градієнта можна вважати, на підставі численних вимірів у різних пунктах землі, 33 м. Заглиблюючися нижче уложеної коло поверхні верстви сталої температури<sup>1</sup>, на кожні 33 м температура підвищується на 1° Цельсія; на глибині 1 000 м температура пересічно на 30° вища за температуру поверхні; коли вважати, що геотермічний градієнт є сталий, то можна сподіватися на глибині 100 км температури близько 3 000°, а в центрі землі 190 000°. Проте, ніхто з сучасних учених не припускає, що може існувати така висока температура всередині землі, і що геотермічний градієнт є незмінний для всіх глибин земної кулі. Відомий дослід Бішофа, що виливав кулі з розтопленого базальту і, коли на поверхні охололих куль утворювалася кора, виміряв температуру в них на різній глибині, — показав, що температура підвищується тільки до певної глибини в периферійній частині кулі, а далі всередині вся речовина має однаково високу температуру. Всередині землі геотермічний градієнт повинен збільшуватись, і на якійсь глибині, що визначити її більш-менш достатньо, за сучасного стану знань про землю, ми ще не маємо змоги, приріст температури припиняється, і вся інша середова частина земної кулі повинна мати однаково сталу температуру. Думки про цю температуру дуже розбіжні й ми візьмемо цифру, що нам видається за найближчу до дійсності, — мало не 2 000°.

### III

Розміри землі визначають такі цифри:

радіус полярний . . . . .	6 356 км
радіус екваторіяльний . . . . .	6 378 »
величина сплюсненості . . . . .	1/300 »
поверхня землі . . . . .	510 000 000 км <sup>2</sup>
об'єм землі . . . . .	1 033 000 000 000 км <sup>3</sup>
маса землі . . . . .	6 · 10 <sup>21</sup> т

Питома вага земної кулі дорівнює 5,6. Тим часом пересічна питома вага гірських порід, що складають земну кору, є всього 2,7. Звідси ясно, що всередині землі густина дуже велика, близька до густини заліза. Міркуючи про стан глибоких частин землі, ми повинні взяти до уваги величезний тиск, що панує там. Адже вже на глибині 1 км тиск земної товщі, що лежить вище, складає близько 270 ат, до центру тиск щодалі більше зростає, на глибині 100 км він становить 27 000 ат, а в центральній частині землі тиск треба міряти сотнями тисяч, як не мільйонами ат.

В жадній лабораторії на землі ми не одержуємо тисків, що хоч трохи нагадували б величезний тиск, що є в надрах землі, а тому й не можемо мати більш-менш докладної уяви про стан матерії всередині землі. Якби не було цього колосального тиску, то вся середина землі під впливом її високої температури перебувала б у вогнянотечному стані, але разом із збільшенням тиску збільшується температура топлення тіл. Оскільки не було змоги визначити хоч трохи достатньо стан середових частин землі, то на це висловлено найрізноманітніші погляди. Особливо поширений був спочатку погляд

<sup>1</sup> Температура цієї верстви дорівнює пересічній річній температурі поверхні землі в даному пункті.

про вогнянотечний стан усієї середової частини земної кулі. Проте, висловлювали й гадку (Цепріті) про газовий стан ядра землі; беручи до уваги високу температуру й дуже великий тиск, уявляли, що ядро землі складається з так званого надкритичного газу, з пари речовин, нагрітої до температури, що перевищує їхню критичну температуру кипіння. На цій гадці ґрунтується й відома Гюнтерівська схема будови земної кулі, за якою під земною корою лежить пояс зв'язкої речовини, глибше залягає вогнянотечна речовина, що переходить в надкритичний газ, який і становить земне ядро. Нарешті, була гадка про твердий стан ядра землі. Цю гадку й тепер треба вважати за найуґрунтованішу. Крім теоретичних міркувань, що беруть до уваги велику питому вагу ядра землі та високий тиск, а також припинення зростання температури вглиб землі далі якоїсь граничної глибини, на користь гадки про тверде ядро землі каже і безпосередня математична аналіза рухів землі, як небесного тіла, і детальні підрахунки, що їх зробили Келвін та Дж. Дарвін.

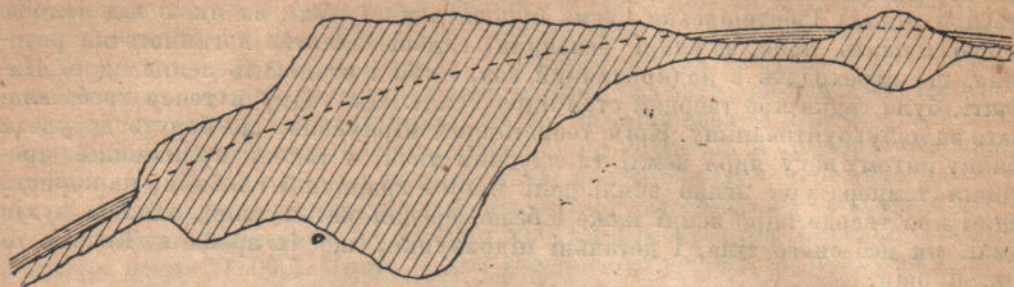
Є ще дуже важливе міркування, що заперечує можливість газового стану земного ядра і схиляє нас прийняти гадку про твердий стан ядра: коли б матерія ядра була в газовому стані, то вона не могла мати відомої нам великої щільності; тиск не міг би це спричинити, бо всередині сонця, маса якого в 330 000 разів більша за масу землі, тиск у багато разів більший, ніж усередині землі, і не зважаючи на це, густина сонця в 4 рази менша за густину землі. Отже, не тільки той величезний тиск, що панує в надрах землі, але й у багато разів більший тиск усередині сонця не може надати розжареному газові густини твердого тіла. Хоч у масі сонця переважають також метали, головню, залізо, але сонце має газове металеве ядро — барисферу, навколо якої йдуть інші легші газові оболонки — фотосфера, хромосфера й корона. Отже, ядро землі є густа тверда куля, що складається з важких речовин, серед яких, імовірно, головну роль відіграє залізо.

Спектроскопічна аналіза сонця свідчить про переважну роль заліза в складі цього світила; земля й сонце — діти одної спільної туманности, і коли в сонці переважає залізо, то цей самий елемент, природно, повинен відігравати переважну роль і в складі землі. І сонце, і земля, і місяць були розжареними тілами в початкові часи їхнього існування, але маленький місяць швидко втратив своє тепло, що пішло в світову безодню, земля зберегла ще всередині розжарену масу, а сонце до цього часу являє гаряче світило; алеж сонце в 1 300 000 разів більше за землю і в 330 000 разів переважає її своєю масою. Крім того, сонце, як величезний центр тяжіння, що керує всією соняшною системою, притягає до себе безліч метеоритів і поглинає їх, що підтримує яскраве полум'я сонячного вогнища. Зрідка й землі щастить зловити метеорити, що залетіли близько до неї; досліджуючи їх, ми переконуємося, що в головній масі вони складаються з заліза з ніклем. Це ще більше переконує нас у наявності великих мас заліза та нікелю в землі. Для простоти ми далі застосовуватимемо назву: «залізне ядро землі».

Ще Е. Зюсс висунув гадку про поділ земної кулі на три концентричні зони: поверхневу, що в її складі особливо велику роль відіграють елементи силіцій та алюміній, через що цю зону названо Sial; глибше залягає оболонка, де переважають силіцій та маґній, звана Sima, нарешті, в глибині переважають залізо й нікель, і цю зону названо Nife.

Проте не треба думати, що коли всередині землі є тверде ядро, то й уся земна товща складається з твердої матерії; трохи ближче до поверхні, де тиск менший, під земною корою, можна гадати, лежить зона течної або зв'язкої матерії. Особливо добре такий погляд погоджується з чудово уґрунтованою наукою про ізобатазис, а також найлегше пояснює нам можливість пересування на поверхні землі великих мас земної кори, так званих континентів. Оскільки ми знаємо, що земна кора найгрубша під континентами, особливо під їхніми підвищеними ділянками — горами, що поверхневі виступи твердої кори зрівноважують відповідні підземні виступи і що порівнюючі легка земна

кора плаває на важчій магмі, — то для нас найлегше припустити течний стан магми. Крайній доказ вогнянотечного стану магми — виливи лав під час вулканічних вибухів. Вогняні озера ляви в Гавайських вулканах безпосередньо оголюють магму.



Мал. 1. Ізостатична рівновага масивів земної кори.

На підставі всього сказаного вище ми приходимо до такої схеми будови земної кулі: зокола легша тверда кора; вона спирається на вогнянотечну магму і плаває на ній; за магмою йде ядро землі — тверда важка куля, що складається переважно з заліза.

#### IV

Питання про поземі пересування масивів земної кори обмірковували в геології неодноразово. Ряд учених визнавали за можливе зсування земної кори в зв'язку із зменшенням швидкості обертання землі і відповідною зміною сплюсненості землі. Зосібна висували подібні погляди, розглядаючи причли тектоніки<sup>1</sup>.

До недавнього часу панувала теорія горотворення, що її розробив Зюсс, так звана контракційна теорія, згідно з якою обсяг земної кулі зменшується через її охолодження, що тягне за собою збігання земної кори в фалди, які утворюють гори. Згідно з Зюсовими поглядами земна кора тонша під материками й грубша під океанами через більший охолодний вплив океанів.

Пізніше теорія ізостазису, що згідно з нею виступи, горбовини земної кори є зрівноважені відповідними поглубшеннями кори під ними, бо кора, як легша, лежить, немов би плаває на середовій важчій масі, — стала в різку суперечність з Зюсовими поглядами. Згідно з ізостазисом, земна кора грубша під континентами й тонша під океанами. Ізостазис перевірили різними підрахунками та дійсними фактами, напр., вимірами сили тяжіння в різних пунктах на суходолі й на морі.

Обчислення математика Келвіна та підрахунки геолога Гайма пробили незагладний пролім у контракційній теорії. Келвін показав, що згущенність землі вже майже досягла свого максимуму. Гайм установив, що для утворення гірських пасом на землі стиск землі повинен бути дуже великий.

Нарешті, дуже важливе заперечення проти контракційної теорії є нерівномірність горотворення на землі в різні періоди, що її встановила вся історична геологія. Минали цілі періоди, десятки мільйонів років, і не відбувалося більших горотвірних процесів, тоді як були інші періоди, що спеціально відзначаються потужним горотворенням.

Проте, треба визнати, що хоч ізостазис одержав дуже серйозне потвердження, а разом із тим відпав старий погляд на грубину земної кори, але контракційна теорія горотворення ще користується чималим визнанням у колах

<sup>1</sup> Тектонікою звуться рухи земної кори — горотвірчі рухи.



учених. Є погляди, що комбінують ізостазию із контракцією. Але є й інші погляди — людей надто прихильних до контракційної теорії, що в зв'язку з нею заперечують усе, що їй суперечить. Як приклад, можна навести гадку Фішера та Си, що контракційна теорія горотворення не може миритися з теорією Келвіна, бо згущеність землі за Келвіном така велика, скорочення обсягу її таке дуже мале, що воно зовсім не може пояснити утворення таких гір, як Гімалаї, або Анди, або хоч би тільки Альпи.

Дуже дотепно каже з цього приводу Рудзький:

«Закид, що Келвінова теорія не мириться з відомою орогенетичною теорією не є важливий. Недобре, коли теорія не мириться з фактами, а суперечність з іншими теоріями нестрашна. В даному випадку так і є: контракційна теорія сама стала сумнівною».

У зв'язку з підупадком контракційної теорії почали з'являтися різні інші погляди. Припустили навіть притягальний вплив сонця на земну кору, що примушує її збиратися в фалди, коли вона рухається по течному ядрі до екватора (Ветштайн), або вплив сонця на тверде магнетне ядро землі (Шнайдер).

Бем погоджувався з можливістю горотвірних рухів у земній кулі через її зсування, коли змінюється форма землі, зменшується її сплюсненість, що стається через загання швидкості обертання землі від припливного тертя. Особливо блискучі й оригінальні вийшли Вегенерові праці<sup>1</sup>, що вразно й ясно поставив питання про пересування земної кори, пересування континентів, плавання Sial на Sima.

Хоч спочатку Вегенерову теорію й зустріли як надто парадоксальну, проте вона притягла до себе широку увагу й зацікавлення, що виявилось в цілій спеціальній літературі. Поруч із супротивниками Вегенерової теорії з'являлися й прихильники її, а саму теорію щораз глибше опрацьовував Вегенер та інші вчені, і вона щораз міцнішала.

Треба відзначити також Крайхгаверову теорію, згідно з якою уся маса материків одночасно пересувається на поверхні землі (за Вегенером окремі материки мають самостійні рухи). Надзвичайні кліматичні зміни, що відбувалися на землі протягом геологічних епох, розміщення прастарих зледенінь і тропічної рослинності та ряд інших фактів якнайкраще пояснюють ці теорії.

Треба ще згадати в нашому короткому й дуже неповному огляді теорію, що поясняє тектонічні явища підкорковими рухами магми. Цілий ряд учених останніми часами дуже розвивають цю теорію (Ампферер, Швінер, Космат та інші).

Проте в усіх цих теоріях не розв'язується питання про джерела тепла в магмі, за винятком радіоактивної теорії (ми її зараз розглянемо).

## VI

Найблискучіша книжка, що трактує питання історії земної кори, її рухів, — це «Історія поверхні землі» Дж. Джолі.

Джолі відрізняє в цій історії еволюції та революції. За джерело тепла Джолі вважає енергію радіоактивного розпаду. Ця величезна, що виробляється поступово, енергія дає тепло, що сприяє повільному топленню базальтової постелі. Материки, що являють собою сіялеві брили, які спираються на цю постелю, в міру топлення та зменшення її питомої ваги спускаються глибше, і тоді настають морські трансгресії, що заливають великі обшири на континентах. Далі топлення постелі доходить міри, коли припливна сила починає на неї впливати: тоді відбуваються великі рухи в поверхневій зоні землі, пересуваються материки, утворюються гірські пасма на місці накопченого в морях у вигляді геосинкліналь сіялю. Джолі бере до уваги й поривання середової частини земної кулі обертатися швидше від поверхневої оболонки і надає цьому

<sup>1</sup> Вегенер. Походження материків та океанів.

фактові великої ваги в горотворенні, зростанні гір на західних берегах континентів з крайньої геосинклінальної зони океанів. Але Джолі не схильний до того, щоб припустити незмінну різницю в пересуві різних зон земного тіла і вбачати в цьому джерело тепла й середової енергії землі. Це джерело тепла й енергії, на думку Джолі, полягає в радіоактивних процесах і тільки в них.

На підставі вивчення вмісту радіоактивних елементів одержано цифри такого порядку, що цілком пояснює тепло та енергію землі. Для гранітів пересічний вміст радію становить  $3 \times 10^{-12}$  г на 1 г породи.

Вміст торію в граніті на 1 г породи становить  $2 \times 10^{-5}$ . Радіоактивність базальтів менша; Джолі дає такі цифри:

	Радій	Торій
Декан (6) . . . . .	$0,77 \times 10^{-12}$	$0,46 \times 10^{-5}$
Гейбридо (6) . . . . .	$0,77 \times 10^{-12}$	$0,49 \times 10^{-5}$
Орегон (7) . . . . .	$1,69 \times 10^{-12}$	$1,52 \times 10^{-5}$

В дужках зазначено число аналізованих зразків.

Отже, виходить, що радіоактивний вплив повинен бути аж надто великий, і що земля не тільки не повинна охолоджуватися, але, навпаки, радіологи шукають способів, щоб довести менше поширення радіоактивних елементів у тілі землі, бо інакше матимемо цілком несподівані висновки. Тут треба ще зробити поправку на радіоактивну роллю калію, що за обчисленнями Гелмса й Лавсона чимало збільшує приплив енергії.

Strutt підрахував, що коли б кожен кубічний сантиметр земної кулі містив тільки  $1,75 \cdot 10^{-13}$  г радію, то щорічна продукція тепла з радію дорівнювала б витраті тепла землі через промінювання. Проте ми бачимо, що породи земної кори мають незрівняно більшу кількість радію, майже в 75 разів більшу. З усіх порід, що їх дослідив Strutt, найменшу кількість радію містив Овіфакський базальт з острова Діско, а саме  $18,4 \cdot 10^{-13}$  г. Через те Стреттові доводиться робити припущення, що не вся земля, а тільки поверхнева кора, до глибини 72 км має радій, а глибше його нема. Далі, на основі параболічного закону Стретт обчисляє, що температура зростає тільки до глибини 72 км, де досягає  $1530^{\circ}\text{C}$ . Глибше, до самого центру землі вся земна куля має ту саму температуру  $1530^{\circ}$ .

Рудзький вважає цю гіпотезу за дуже неугрунтовану. Та й справді припущення, що радій поширений у земній корі тільки до 72 км дуже штучне. Далеко простіше гадати, що радій поширений у всьому тілі землі, і що кількість тепла, яку він дає, далеко більша за те тепло, що його земля випромінює. Тоді повинне б іти не охолодження, а ogrів землі, вона давно розтопилася би або перетворилася на газ; одно слово, усі наші поняття треба було б перевернути догори дном.

Тим часом від кембрія й до наших днів на землі були моря, океани й материки — протягом сотень мільйонів років; у цих морях відклалися породи, що докладно документують історію землі та її життя; горотвірні й інші процеси йшли так само, як і тепер, і факти рішуче суперечать Стреттовому припущенню.

Потім, можна зробити й ще одно заперечення проти поглядів радіологів. Адже досліджені породи взято на поверхні землі; описані кількості радію залягають у поверхневій товщі землі. Чому ж поверхневі породи до якоїсь непевної глибини радій не нагріває, а нижче раптом енергійно нагріває; чому саме з глибин іде струм тепла і виривається розжарена лява? Чому розжарена магма лежить на порівнюючи великій глибині, а ізостатична зона проходить на 120 км від поверхні землі?

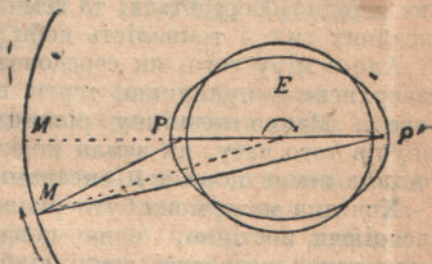
Ми не можемо вважати питання про вплив радіоактивних елементів на температуру земної кулі за досить wyjaснене і приходимо до висновку, що тут ще не все опрацьовано. Припущення ці невірні тому, що не можуть wyjaснити термічних властивостей землі, а разом з тим її тектонічних процесів та їхнього розподілу в просторі й у часі. Разом з тим ми приходимо до кінцевої потреби замінити радіологічну гіпотезу якоюсь іншою.

Внутрішні сили землі не є зовсім незалежні від зовнішніх, — навпаки, між ними є певний зв'язок, що ми покажемо зараз на важливих прикладах.

Факт існування геотермічного градієнта важливий не тільки тим, що він вказує на високу температуру всередині землі, існування якої так яскраво доводять і вулкани, але ще й тим, що він показує нам існування безперервного теплового потоку, що йде на цілій поверхні земної кулі всередині назвни, тобто на безперервний процес охолодження землі; як не мало теплопровідна є земна кора, все ж тепло весь час іде крізь неї. Земна куля, втрачаючи це тепло, повинна безперервно охолоджуватися, весь час — тисячі, мільйони, сотні мільйонів років.

Крім цього охолодження є й інший охолоджувач тіла землі, який діє ще дужче і так само безперервно, — світовий океан. Пересічна глибина океанів на землі мало не  $3\frac{1}{2}$  тисячі метрів; на глибинах більш як 1—2 тисячі метрів у всіх океанах під усіма широтами, в тім числі й у тропіках, вода має дуже низьку температуру, на дні океанів ця температура близька до нуля, навіть на екваторі. Пояснення цього факту знаходимо в віковій циркуляції океанської води; холодна вода має більшу густину, ніж тепла; в полярних океанах холодна вода спускається до самого дна; звідси вона поволі стікає дном океанських западин до нижчих широт, заповнюючи скрізь океанські глибини й витискаючи догори теплішу, легшу воду. В міру того, як відбувається на дні нагрівання води теплом землі, вода, що стала тепліша, підіймається догори, безперервно замінюючися на дні новими й новими масами холодної води, що йде від полярних морів. Океани — потужний, безперервочинний холодильник землі, він працює сотні мільйонів років, і все ж земля не заholола, а часті землетруси й вулканічні вибухи не перестають нагадувати навіть про зайвину її середової енергії.

Доба, цебто час оберту землі навколо осі, складається з 24 годин. Проте, математичні досліди деяких учених, особливо Д. Ж. Дарвіна привели до висновку, що тривалість оберту земної кулі навколо осі, не стала величиною, а саме — вона поволі збільшується, іншими словами, протягом величезних проміжків часу швидкість обертання землі навколо своєї осі зменшується. Раніше тривалість доби була не 24 години, а 23, 22, 20, 15... За основну причину того, що обертання землі загається, Дарвін уважає так зване припливне тертя. Пригадаймо тут основну схему, що її наводить Дарвін у своїй книжці про припливи.



Мал. 2. Припливи, загаєні тертям.

Через те, що вода є течиво, яке має середове тертя, найбільше припливне піднесення води в океані буває не в той момент, коли під час обертання землі даний меридіан проходить просто під місяцем, а трохи пізніше. Наводимо тут малюнок з Дарвінової книги («Приливи», стор. 206), що ілюструє таке положення припливу.

Якби океани складалися з ідеального течива без середового тертя, то приплив був би в пункті, що є безпосередньо під місяцем у даний момент, тобто на малюнок приплив  $P$  і протилежний приплив  $P'$  настали б у той момент, коли місяць був би в пункті  $M'$  своєї орбіти. Справді ж припливне піднесення води з причини тертя трохи запізнюється, і повна вода настає, коли місяць буде в пункті  $M$ , бо обертання планети заносить опуклість уперед.

Маси води, що їхні центри ваги є в точках  $P$  і  $P'$ , притягає місяць; відомо, що сила притягання обернено пропорційна до квадрату віддалі, а тому місяць тягне до себе з більшою силою масу  $P$ , аніж віддалену масу  $P'$ . Притягаючи до себе  $P$ , місяць сприяє пришвидженню обертання землі, а притягаючи  $P'$ ,

звін намагається загаяти обертання; а як остання сила більша, то загалом місяць через припливне тертя загаяє обертання землі.

Крім цього космічного впливу на припливну масу води, треба ще взяти до уваги й безпосереднє тертя припливів об береги та дно мілких заток, проток та берегових морів, що теж загаяє обертання землі, чого не бере до уваги Дарвін.

Звернімо увагу ще на одну обставину. Сплюсненість землі коло полюсів залежить від обертання землі. Ряд астрономів та математиків показали, що в різних обчисленнях буде нев'язка, якщо припустити, що різні середові верстви землі мають таку саму, рівнобіжну до поверхні землі, сплюсненість.

«А от коли ми відкинемо гіпотезу про те, що всі середові верстви мають фігури, що їх якраз вимагає сучасна швидкість обертання, і навпаки — припустимо, що всі верстви стиснені трохи більше, ніж вимагає ця швидкість, то всі дані спостережень приходять до повної гармонії» («Приливи», стор. 231).

Припливне тертя помалу, але невхильно загаяє швидкість обертання землі навколо своєї осі, до того ж чин цього тертя безпосередньо прикладається до поверхні землі, тобто до земної кори.

Автор цієї книжки припускає, що середове ядро землі, величезна, згущена, надзвичайно важка залізна куля, дуже неохоче піддається загаянню обертання через тертя повищих верств і в усякім разі випереджає їх, маючи більшу швидкість обертання. З цим чудово ув'язується наведена вище вказівка Дж. Дарвіна про те, що середові верстви землі сплюснені трохи більше, ніж того вимагає сучасна швидкість обертання землі; раз ці середові верстви обертаються з більшою швидкістю, ніж поверхнева верства землі, то, розуміється, вони повинні бути більше сплюснені. Різниця в швидкості ходу земного ядра й кори не може бути велика, з причини величезного тертя, що його утворюють всередині землі окремі верстви та ще й при наявності дуже великого тиску. І коли б припливне тертя не діяло далі, тобто коли б далі земля перестала загаявати своє обертання, то скоро швидкість обертання всіх верств землі вирівнялася б, і вся земна куля, як одно ціле, оберталася б з однаковою швидкістю. І навпаки, коли б не середовоземне тертя на поверхні земного ядра, яке швидко обертається, то земна кора далеко легше піддавалася б впливові загайних сил, і тривалість доби швидко зростала б.

Але в міру того, як середовоземне тертя загаяє обертання земного ядра, поверхнєве — припливне тертя й далі загаяє швидкість обертання земної кори... Маємо незмінну різницю в швидкості обертання ядра й кори, що існує з того часу, як земля поділилася на окремі оболонки, з того часу, як достала земна кора з її океанами зона магми та залізне ядро.

Хоч яка мала може бути різниця швидкостей у ході окремих земних зон, але діючи постійно, вона повинна давати величезний механічний ефект. Адже тертя всередині землі відбувається на величезній поверхні і перетворюється на тепло, яке головню утворюється в проміжній зоні магми і не дає їй охолонути, а також зберігає незмінність температури в земному ядрі. Магма є мастівна зона, що нагрівається від тертя земних зон, які різно обертаються, вона уможливорює різницю швидкостей і далі зберігає потрібний для цієї різниці течний стан — завдяки цій самій різниці та тертю, що його вона спричиняє.

Ось у чому бачить автор джерело магмового тепла та пояснення тієї загадки, що земля не заохолола, магма не затвердла, горотвірні процеси не завмерли, землетруси не припинилися, вулкани не згасли, хоч після архейської ери минуло більш, як півмільярда років.

## VII

Закінчуємо розділ викладом у загальній схематичній формі тієї картини тектонічного життя землі, що впливає з нашої гіпотези про обертання землі та походже і з тепла в магмі.

Під нашими ногами, на глибині кількох сотень кілометрів у вогняному морі магми рухається величезна розжарена куля земного ядра і випереджає нас швидкістю свого обертання; земна кора, з материками, морями щодо швидкості відстає від ядра; її нижчі виступи — під Африкою, Тибетом та іншими височинами — вриваються вглиб магми, скородять її; в банях під океанами повільно повзуть хвилі й вихори густої магми. Ідуть роки, тисячоліття; ідуть мільйони років; під впливом течій у магмі, притягальних сил космічних тіл, рівних деформацій, що відбуваються ритмічно і зв'язані з нутаціями та прецесіями, — земна кора змінює положення, на поверхні землі материки потроху пересуваються. Тим часом, завдяки середовищному тертю, що діє безперервно, певний прибуток тепла, запас енергії нагромаджується в магмі. Рухи в магмі стають щораз швидші, обсяг її трохи збільшується, настає розтоплювання базальтової постелі. материки рухаються енергійніше, розсуваються й стикаються, потужні тектонічні рухи стрясають земною корою, найгнучкіші ділянки — геосинклінали згинаються, на їхньому місці випинаються величезні витягнені гірські пасма. Розріджена магма виривається крізь щілини і розриви на поверхню в вигляді величезних потоків та поволок; окремі ділянки кори, сколюючись косими розколинами, насуваються одна на одну, розшаровуються; нерідко прастарі породи найжджають на молодші... Маса енергії, маса тепла з магми виходить протягом такого періоду, магма стискається, осідає, і земна кора морщиться далі; в ряді місць починає слабшати бічний напрямок тиску; тоді тільки прямовисні розколини й далі розколюють земну кору, і окремі її ділянки, що прийшли до незрівноваженого ізостатичного стану, западають, розсувають магму, випирають її в боки й спричиняють піднесення прилеглих ділянок; навпаки, інші, грубі, дуже глибоко вдавнені попередніми рухами ділянки земної кори, повільно підносяться, відколюються від сусідніх ділянок, випливають угору в вигляді горстів. Нарешті вгамовуються й ці рухи. Плавко працює потужна динамомашина землі; помалу нагромаджується нова енергія для далеких великих змін і катастроф.

## II. УМОВИ УЛОЖЕННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД. ТИПИ ДИСЬОКАЦІЙ

Земна кора складається з гірських порід. Петрографія — наука про гірські породи (дослівно — наука про каміння) — розрізняє три великих групи порід залежно від їхнього походження та структури:

1) Вулканічні породи, що походять від охолодження магми, і залежно від умов цього охолодження поділяються на глибинні або масивно-кристалічні (граніт, сієніт, діорит, габро) та виливні (порфіри, порфірити, базальти, діабаз).

2) Осадкові породи, серед яких відрізняємо осади механічні (рінь, нарінок, піски, пісковики, глини, мергелі), хемічні (гіпс, кам'яна сіль) та органічні (вапняки, трипля, вугілля). Після відкладання ці породи часто до деякої міри змінюють свою структуру, цементуються — в ріні утворюється конгломерат, з піску — пісковик, з глин — лупаки; такі зміни носять назву діягенези.

3) Метаморфічні породи, що постають із порід двох перших груп через глибоку зміну їх (метаморфізм) під впливом високої температури та великого тиску в глибоких зонах земної кори. Характерним прикладом метаморфічних порід є гнайси, що в одних випадках походять з гранітів, а в других — з осадкових порід.

Осадкові породи відкладаються здебільшого приблизно поземо; більшість осадків утворюється на морському дні; верстви осідають, заглибини й нерівності на дні ступнево заповнюються, дальші верстви обмежуються рівними, майже зовсім поземними площинами знизу та згори. Текуча вода також відкладає осади в долинах (алювій) та на схилах (делювій); делювій та еолові (вітрові) осади, до яких належить лес (loess), відкладаються плашувато, ідучи за рельєфом місцевості. Окремий тип осадкових порід — це відклади льодовиків — так

звані *морени*; для них характерна несортованість матеріалу — суміш глини, піску та каменів (наметнів).

Для осадових порід характерне вертвове уложення.

Залежно від умов відкладання маємо різні відміни одночасових покладів або *фації* — ближче до берега осідають більш грубозерні породи — *рінь*,



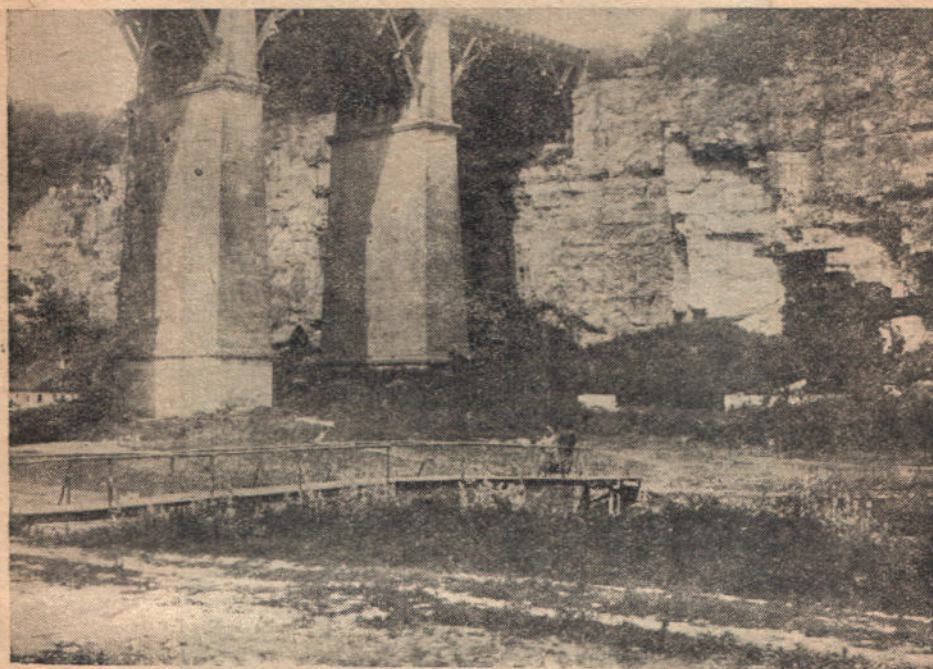
Мал. 3. Вертвувата товща вапняків крейдяного віку в долині р. Кодора на Кавказі. Негатив Р. Р. Виржиковського.

пісок, далі, на більшій глибині — глини. Там, де скупчується багато черепашок та інших вапнистих органічних частин — утворюються вапняки; там, де оселяються рифотвірні організми — коралі, вапняні водорості — наростає рифовий масивний вапняк, що не має звичайної вертвуватости. Відклади узбережні, дельтові, річкові, що серед них головну роль відіграють піски, часто мають скісну або діагональну вертвуватість (мал. 5); своєрідну діагональну вертвуватість мають також піски, що їх пересуває та відкладає вітер, — надми або дюни річкових, озерних та морських берегів, піщані поля й бархани пустинь.

Земна кора не перебуває в стані спокою та нерухомости. І тепер можна помітити, що в одних місцях іде повільне піднесення суходолу (Скандинавський півострів, Поділля), а в інших — зниження, западання (Голяндія, південь України).

В наслідок рухів земної кори неодноразово відбуваються протягом геологічних періодів на поверхні землі дуже великі зміни; дно моря стає суходолом, а потім через довгий час знову наступає море. Ніде немає послідовної серії покладів з усіх періодів історії землі; відкладання осадів припиняється, коли

місцевість стає суходолом і, навпаки, починається руйнування й розмивання тих осадових порід, що залишилися від тверчої роботи моря. Енергійні тектонічні (горотвірні) рухи спричиняються до того, що морські осади не тільки підносяться над рівень моря, але в тих чи тих районах вони згинаються в фалди; трощаться. Тектонічні процеси спричиняють утворення великих гір на землі,



Мал. 4. Вертвове уложення силурського валцяку. Кам'янець.

так протягом третинного періоду вирости Піренеї, Альпи, Карпати, Кавказ, Тянь-Шань, Гімалаї, Кордільєри та інші гірські пасма. По інших місцях в наслідок розломів та прямовисних рухів окремих дільниць земної кори утворюються великі западини.

Коли верстви гірських порід виходять з їхнього нормального положення, підносяться або западають чи згинаються, то ці явища звать *дисльокації*. Є дві головні групи дисльокацій:

- 1) *Пофалдовані дисльокації або плікативні* (складчатые дислокации).
- 2) *Скидові дисльокації або диз'юнктивні* (сбросы).

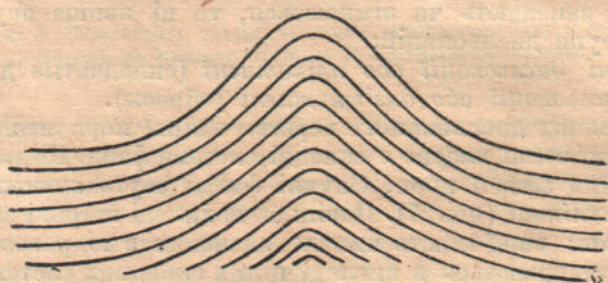
При пофалдованих дисльокаціях верстви земної кори згинаються в *фалди*; найбільші гори на землі власне є складні системи фалд. Ці дисльокації походять від стискання земної кори. Опуклі фалди звать *антиклінали* (мал. 6), а ввігнуті — *синклінали* (мал. 7). Повільно похилені широкі замкнені синклінали звать *мульди*; вони мають чимале значення в гідрогеології (мал. 8). У горах фалди утворюються в вигляді цілих складних систем і мають дуже різноманітну форму та розмір. Енергійний боковий тиск земної кори спричиняється до утворення *перекинутих та лежачих фалд* (мал. 9). При такому порушенні деякі старіші породи, що нормально повинні лежати під пізнішими, молодшими, уложені поверх них. Ще енергійніший тиск спричиняється до розриву верств та насування вздовж площини розриву частини фалд на інші фалди; утворюються *насуви (шар'язи)*. Таких насувів чимало в Альпах та по інших гірських країнах (мал. 10).

Під час скидових дисльокацій земна кора розбивається щілинами, при чому верстви гірських порід з одного боку щілини западають або підносяться проти другого боку, і утворюється *скид* (мал. 11).

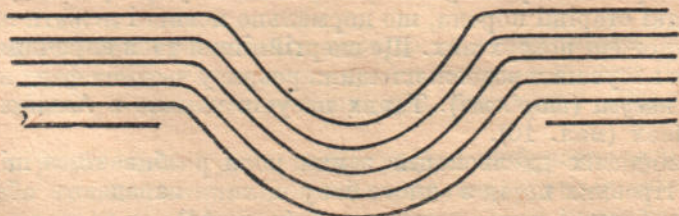
Буває, що при западанні однієї ділянки вона не відривається цілком від другої (щілини нема), а верстви перегнуті на місці меж обох ділянок; це є *флексура*.



Мал. 5. Діагонально-верстуваті піски в околицях м. Піщанки на Тульчинщині.

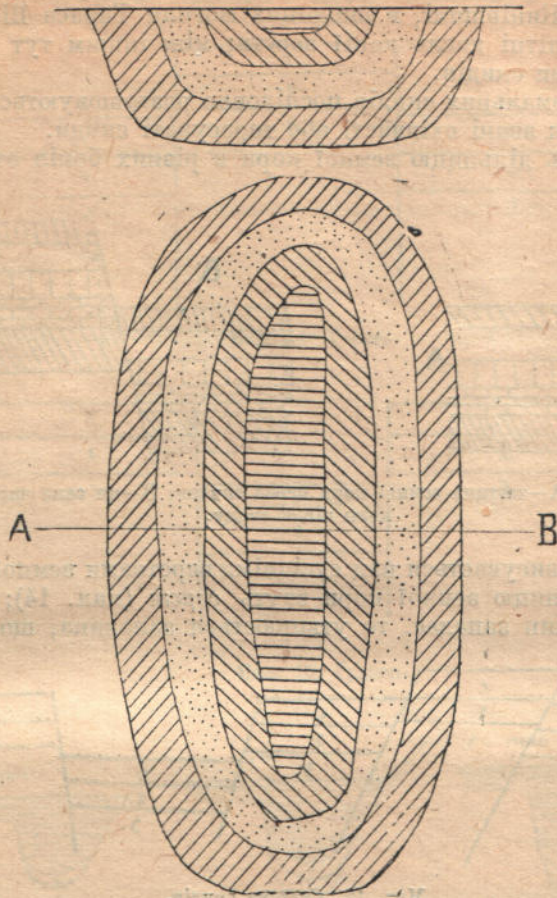


Мал. 6. Антикліналя.



Мал. 7. Синкліналя.

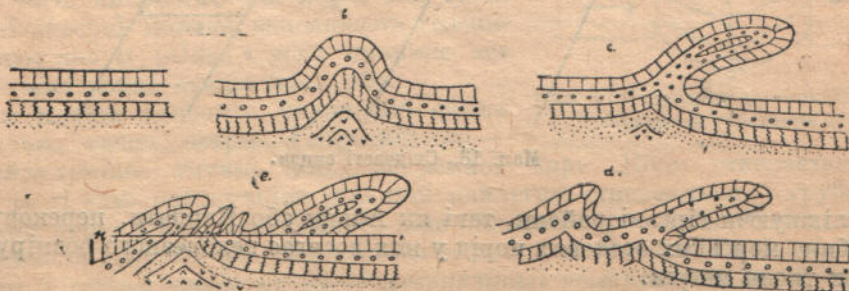




Мал. 8. Мульда в плані та розрізі по А-В.



Мал. 9. Перекінута фалда.

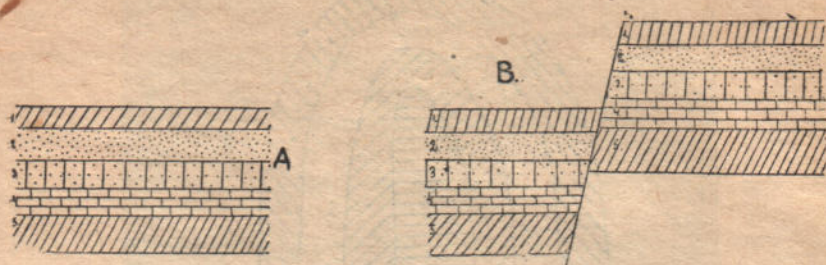


Мал. 10. Схема утворення насову; н—н площина насову.

Іноді земна кора розбивається рядом щілин, і утворюється система скидів (мал. 12—13). На Канівщині, в околицях могили Тараса Шевченка по ярах відслонені різноманітні дисльокації верств; між іншим тут можна спостерігати скиди й системи скидів.

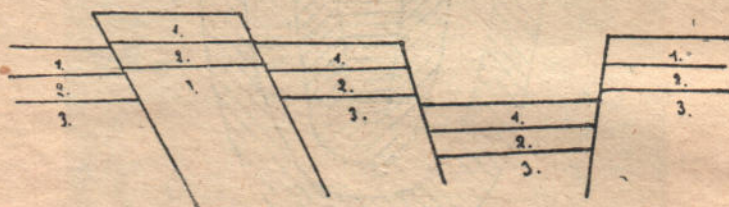
Коли кілька нормальних скидів послідовно розташовуються один за одним, то утворюються так звані східчасті або терасуваті скиди.

Буває, що якусь ділянку земної кори з різних боків оточують щілини,




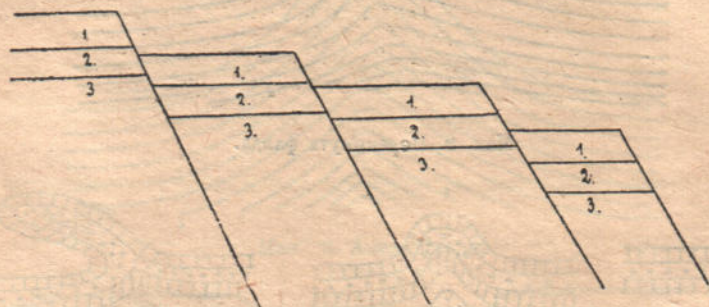
Мал. 11. Скид. А—частина земної кори перед скидом; В—ця сама частина земної кори після скиду.

і після скидів вона висувається над сусідніми верствами земної кори; таку піднесену скидом ділянку земної кори звать *горст* (мал. 14); якщо, навпаки, ділянка серед щілин западає, то утворюється западина, що її звать *грабен*



Мал. 12. Система скидів.

(мал. 15). У східній Африці є ряд великих грабенів, по яких розмістилися великі озера; Червоне море теж є грабен. Великий грабен займає Черне море.  Перехідний тип між пофалдованими та скидовими дисльокаціям — це *не есуви* (сдвиги).

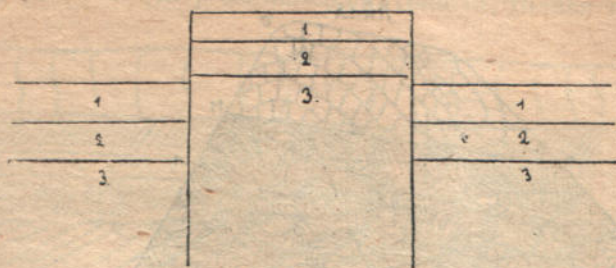


Мал. 13. Східчасті скиди.

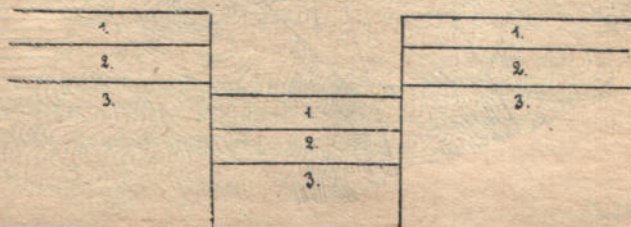
Досліджуючи гірські райони, такі як Альпи або Карпати, переконаємось, що глибина морських осадових порід у них досягає величезного розміру, іноді багатьох тисяч метрів.

Яка ж повинна бути глибина морів, де утворилася така товща осадів? Вивчаючи всі океани, ми ніде не знайдемо такої глибини. Крім того, породи,

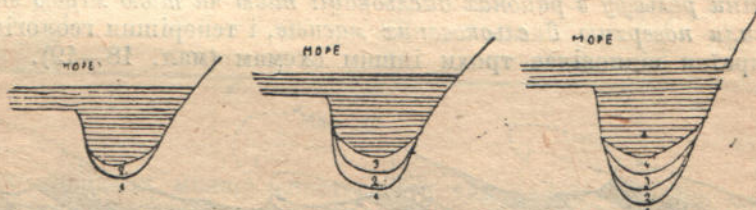
що ми їх знаходимо в горах — вапняки, мергелі, пісковики, глини (і лупаки) та інші утворилися не дуже глибоко в морі. Навпаки, досліджуючи моря та



Мал. 14. Горет.



Мал. 15. Грабен.

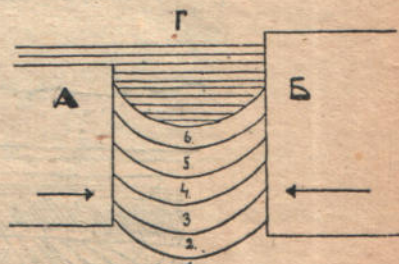


Мал. 16. Схема западання дна геосинкліналі та скупчення в ній осадових порід.

океани, ми переконаємося, що в найглибших місцях осади бувають зовсім інші, утворюються дуже повільно і тому не дуже грубі. Тут постають великі розбіжності; отже, щоб погодити їх, висуваною теорію геосинкліналі, що її найдокладніше розробив О.г.

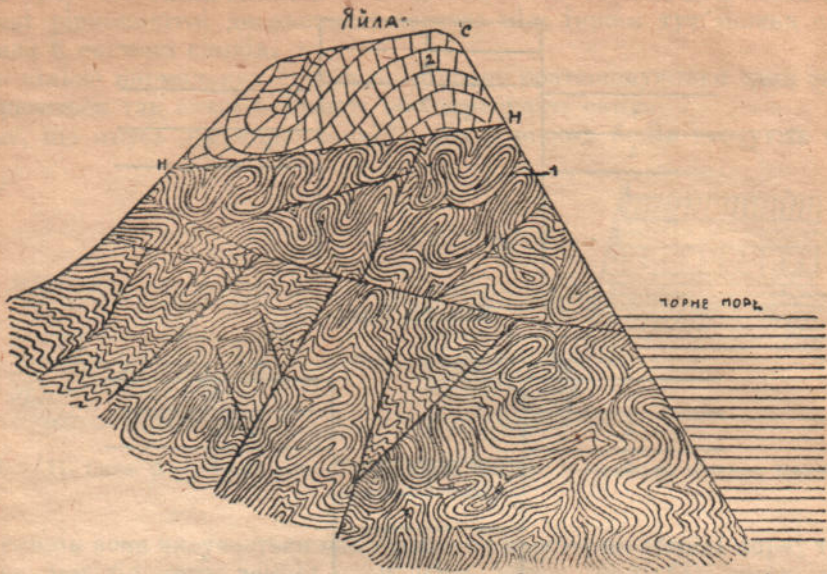
Геосинкліналями назвали великі западини в поверхні земної кори, заповнені морем, що перебувають у стані довгого западання; в міру того, як ріані осади моря, так звані осадові гірські породи, заповнюють геосинкліналю, дно її осідає і вона приймає все нові й нові товщі осадів (мал. 16).

Так можна пояснити скупчення осадів на кілька тисяч метрів. Геосинкліналі — це найрухоміші, гнучкі дільниці земної кори. Коли стискається земна кора, то ті самі найгнучкіші дільниці найлегше стискаються, і груба товща осадових порід у них, стискаючись під впливом пересування бокових твердших масивів земної кори, складається в фалди, висувається з глибин на поверхню, і таким чином на місці геосинкліналі утворюється складна система гір (мал. 17).



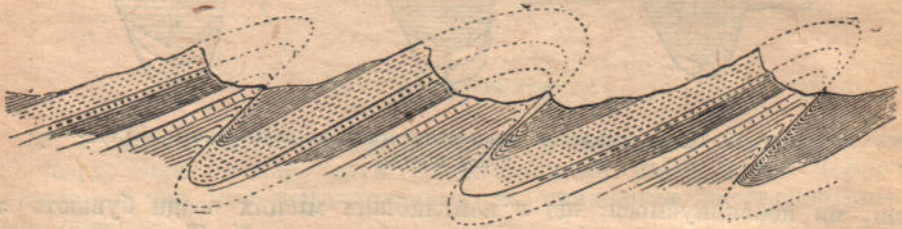
Мал. 17. Стискання геосинкліналі, що спричиняє утворення гір.

Якби ми шукали в природі тих форм, що показані на наших схематичних малюнках, то лише зрідка могли б їх зустріти в тому самому вигляді; частіше

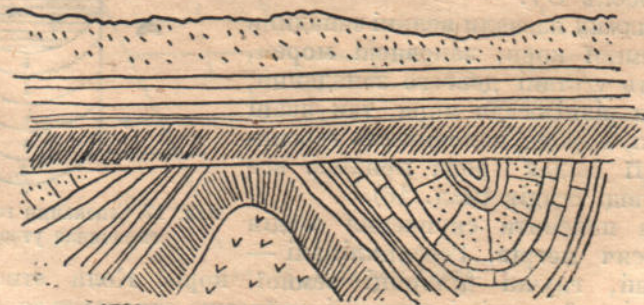


Мал. 18. Схема будови південного Криму.

пізніші зміни рельєфу в районах дисльокації тією чи тією мірою знищили або дуже змінили поверхню дисльокованих масивів, і теперішня геологічна будова гірської країни відповідає трохи іншим схемам (мал. 18—19).



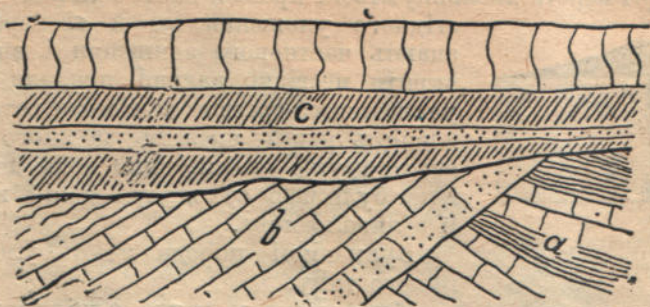
Мал. 19. Система фалд зі зниженими сідлами.



Мал. 20. Незгілне уложення верств.

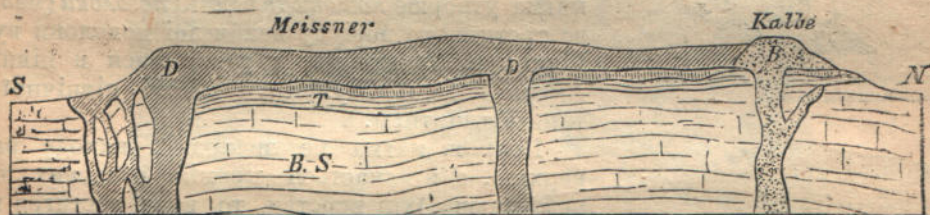
Може бути й так, що з поверхні гори зовсім знищені, але, приглядаючися до уложення гірських порід, ми знаходимо в ньому дисльокації, що вказують

на колишні гори. За приклад можна взяти середню частину України, так званий український кристалічний масив. Це знищені до основи колишні надзвичайно старі гори, від яких тепер залишилися граніти, гнайси та інші породи,



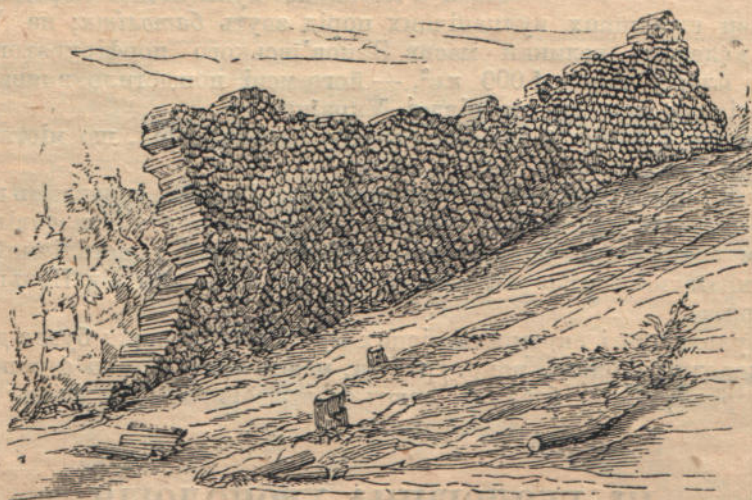
Мал. 21.

що ніде не уложені нормально, а навпаки надзвичайно інтенсивно дисльоквані і являють собою так би мовити коріння гірських пасом. Так само й скиди нерідко бувають зовсім невиявлені в рельєфі.



Мал. 22.

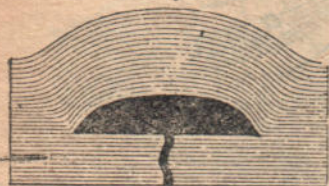
В багатьох випадках можна спостерігати так зване *незгідне уложення верств* (несогласное залегание пластов). Це явище має таке походження та



Мал. 23. Дайка коло Бенару; південний Кавказ.

вигляд: якась країна зазнає дисльоканій; після того протягом більш або менш довгого часу вона руйнується, розмивається, а потім її затоплює море і відкла-

дає на ній свої осади. Тоді нові верстви лягають «незгідно» на дисльюковані верстви, що будуть уложені під різними кутами до нових покладів (мал. 20). Трапляється, що нові тектонічні порушення знову охоплюють ту саму країну; тоді обидві серії верств дисльюкуються, проміж ними залишаються ознаки незгідного уложення; ті й ті верстви знову зазнають часткового знищення, і знову їх можуть вкрити незгідно дальші поклади (мал. 21). За уложенням верств геолог може встановити послідовність подій, вказати, за якого саме часу які верстви утворилися, коли вони дисльюкувалися, коли були часи суходолу в даній країні та коли її заливало море.



Мал. 24. Ляколіти.

Вулканічні породи мають уложення зовсім іншого типу.

Коли маґма застигла в щілинах серед інших порід, то утворюються *жили* (мал. 22). Буває, що міцні жилні породи дужче протистоять руйнуванню, ніж ті породи, що містять їх; тоді жили виступають на поверхні в вигляді стін або *дайк* (мал. 23).

Розливаючись із вулканів по поверхні землі, маґма утворює *потоки* та великі *поволоки* (мал. 22); за третинного періоду величезні поволоки вулканічних виливних порід утворилися в північній Америці, Індії, Вірменії, в районі північної частини Атлантики.

Коли ж маґма не знаходить виходу на поверхню, а втискається проміж осадових порід, розсуваючи їхні верстви, то вона застигає в вигляді *ляколітів* (мал. 24). Буває, що за дальших геологічних періодів ті породи, що містять ляколіт — вкривають його зверху та з боків, — розмиваються, тоді ляколіт виступає на поверхні в вигляді евоєрдної самостійної гори, що складається з глибинної вулканічної породи. Дуже великі масиви глибинних вулканічних порід звуть *батоліти*; на Україні до батолітів належить великий масив Зинов'ївського порфіруватого граніту, що займає площу понад 1 000 км<sup>2</sup>, — його мені пощастило виявити під час гідрогеологічних дослідів на півдні України.

Неправильної форми й різного розміру масиви порід, що містяться серед інших порід у земній корі, звуть *штоки*.

Подекуди кристалічні породи разом з метаморфічними складають дуже великі площі, що їх звуть *кристалічні масиви* або *щити*; до таких масивів належить між іншим величезний Скандінавсько-фінляндський кристалічний масив та менший Український кристалічний масив, що тягнеться від Польщі до Озівського моря.

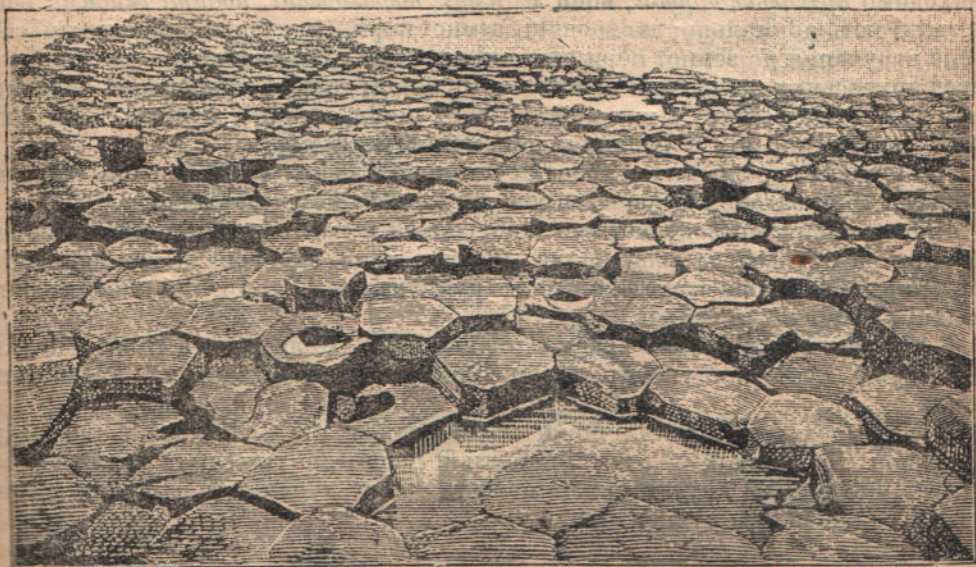
Форма уложення і окремоти різних вулканічних порід буває дуже різноманітна; породи глибинні, напр. граніти, мають цілком інші форми (мал. 25); виливні породи, напр. базальт, дають часто оригінальні форми окремоти (мал. 26).

### III. ГЕОЛОГІЧНА ХРОНОЛОГІЯ

Час, що минув від утворення землі, не маємо ще засобів точно обрахувати; різні наукові міркування приводять до висновку, що це дуже великий час, — багато сот мільйонів років, скорше навіть далеко понад мільярд років.



Мал. 25. Гранітові скелі на правому березі р. Бога нижче м. Хоцєватої. Негатив Р. Виржиковського



Мал. 26. Стовпчастий базальт в Ірландії

Тут не до речі було б детально подавати всі відомості з історичної геології, бо це викладається в окремих курсах, і доводиться обмежитися лише коротким повторним оглядом геологічної хронології, без твердого знання основних моментів якої не можна вивчати гідрогеологію.

## I

Найдавніші часи в історії земної кори об'єднують під назвою так званої *протерозойської ери*. Ця ера охоплює величезний, незміряний обсяг часу, що минув від початку утворення земної кори до розвитку на землі життя.

Оскільки протерозойська ера закінчилася більш як 500 мільйонів років тому, що доводить радіологічне вивчення мінералів гірських порід після-протерозойського віку, то протерозойські гірські породи зазнали величезних змін, так що часто не можна й домислитися, що являла собою та чи та порода в первісному стані, за часу утворення її. Ці дуже змінені, як геологи кажуть, метаморфічні породи та породи вулканічного походження власне характеризують протерозойську групу<sup>1</sup>.

Породи протерозойської групи дуже поширені на землі, але в одних місцях вони вкриті грубими верствами пізніших утворень, а в других — виходять на поверхню або вкриті незначною поволокою осадових порід; останні місцевості звуть кристалічні масиви або *щити*. Великі щити, або площі розвитку протерозойських кристалічних та метаморфічних порід містяться, наприклад, на півночі Європи — Фінляндський кристалічний щит, в середній Європі — Чеський щит, на Україні — Український кристалічний масив, в Сибіру, Північній Амер. ці тощо.

Розглядаючи уважно будову протерозойської групи там, де її породи добре відслонюються, вчені поділили її на дві системи: *архейську* та *альгонську*. До архейської системи належать кристалічні породи, як от: граніти, сієніти, діорити, габро та метаморфічні — гнайси, лоснякові лупаки тощо.

До альгонської системи належать також кристалічні та метаморфічні породи, що дуже зміцнені і часто зовсім не відрізняються від архейських, але тут трапляються й нормальніші осадові породи — конгломерати, пісковики, глинясті лупаки.

Під час архейського періоду земна кора була дуже рухома, і скрізь, де ми знаходимо *архейські породи*, вони зі *якоїсь пофалдовані, побиті скидами* і ніде не залягають нормально; дислокації земної кори, її розриви спричинили енергійне втручання до земної кори вулканічних мас і спричинилися до утворення серед архейських порід сили кристалічних порід; дальші дислокації спричинилися до значного стиску й цих кристалічних порід, нерідко надавши їм верствуватої структури, що є наслідок динамометаморфізму.

Альгонські породи також зазнали потужних дислокацій та метаморфізації, але всеж вони загалом меншою мірою дислоковані, ніж архейські.

Протягом протерозойської ери відбувалися й горотвірні процеси та великі розмиви на суходолах; дощі, річки, морські хвилі працювали над знищенням порід; архейські гори зазнали значного руйнування, і альгонські поклади лягли на їхній розмитій поверхні.

В чудових відслоненнях великого каньйону р. Кольорадо в Північній Америці дуже ясно виступають взаємовідносини архейських та альгонських порід.

В Українському кристалічному масиві також є і архейські і альгонські утворення. До перших належать найбільш поширені гнайси та граніти цього масиву, як приклад других можна навести товщу лупаків та залізистих кварцитів Криворізького рудного району.

<sup>1</sup> Ера — це поняття часу; ери поділяються на періоди; група — це сума горотворів, що утворилися на землі протягом ери; система — сума горотворів, що відповідає періодові.



Наступна ера — *палеозойська* відзначається значним розвитком життя на землі.

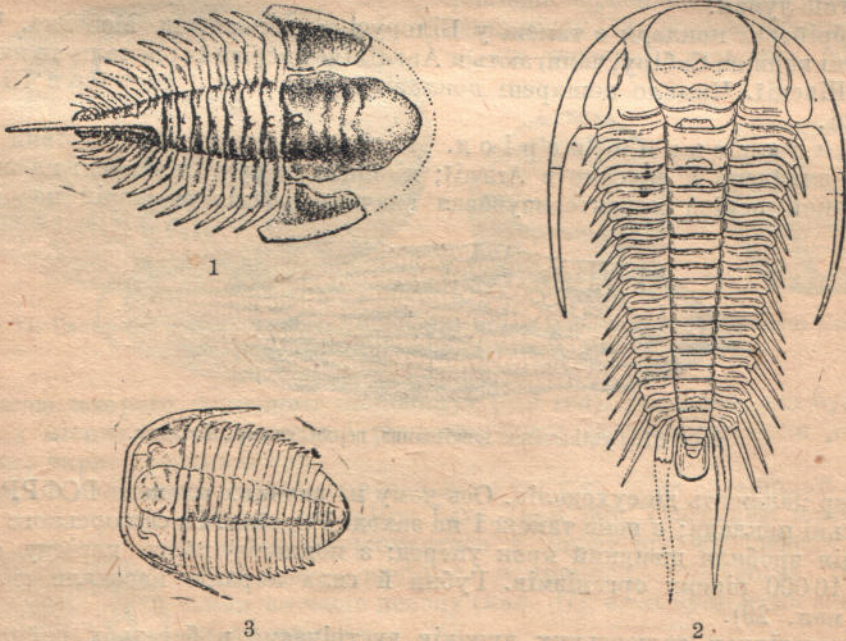
Вся історія життя на землі, про яку яскраво розповідають останки організмів, сховані в покладах різного часу, розповідає нам про *головний закон життя* — *еволюцію*, яка йшла безперервно і була скерована до розвитку, поліпшення, прогресу тварин та рослин. Оскільки вже в найстаріших покладах палеозойського часу поширені скам'янілості таких тварин, як ракуваті, медузи, брахіоподи, м'якуни, що мають досить складну органічну будову, то мусимо припустити, що еволюція тваринного світу ще перед початком палеозойської ери пройшла великий шлях, і що за альгонського періоду вже повинно було існувати на землі життя, від якого не збереглося слідів через великий метаморфізм альгонських порід. Зрештою в каньйоні Кольорадо та в Канаді в горішніх верствах альгонських покладів було знайдено останки ракуватих та деяких м'якунів.

Палеозойська ера охоплює величезний проміжок часу, сотні мільйонів років. Вона поділяється на ряд періодів.

1. **Кембрійський період.** В морських відкладах цього періоду — пісковиках, глинястих луках, глинах — зустрічаємо останки ракуватих



Мал. 27. *Obolus Appollinis* з околиць Ленінграду і *Obolus Quenstedti*.



Мал. 28. Кембрійські трилобіти:

1—*Olenellus Mickwitzi* із спіднього кембрію Надбалтицького краю; 2—*Paradoxides bohemicus* із середнього кембрію Чехії; 3—*Olenus truncatus* з верхнього кембрію Швеції.

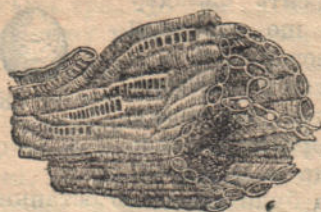
тварин в групі трилобітів, які взагалі в великій кількості населяли моря палеозойської ери, а наприкінці цієї ери вимерли і потім більше не існували на землі. Крім того, тут знаходимо інші скам'янілості: брахіоподи, наприклад, *Lingula*, *Obolus* (мал. 27), деяких м'якунів (молюсків), медуз тощо. З рослин у покладах кембрію зустрічаються лише морські водорості.

Трилобіти не були однакові протягом усього кембрійського періоду; одні з них вимирали, а другі форми з'являлися в наслідок еволюції та поширювалися

На підставі знаходження в кембрійських покладах різних трилобітів кембрійську систему поділяють на відділи:

1. Верхній кембрій з *Olenus*.
2. Середній кембрій з *Paradoxides*.
3. Східний кембрій з *Olenellus*.

В межах України кембрійські поклади невідомі. Вони є в Прибалтицькому краї, наприклад в околицях Ленінграду. На південному березі Фінської затоки



Мал. 29. Силурські корали *Halysites catenularia*, острів Готланд.

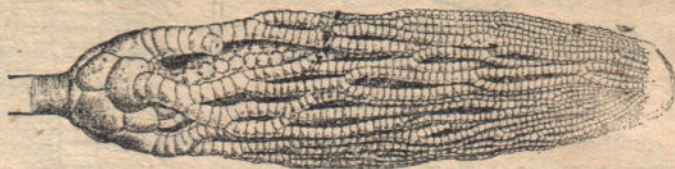


Мал. 30. *Echinospaerites aurantium*, східний силур, р. Волхів.

насподі лежить блакитна глина східного кембрію, вище — пісковик, що належить до середнього кембрію, а над ним пісковик верхнього кембрію і пальний смолистий лупак.

Кембрійські поклади є також у Білорусі, недалеко від Мєнська. Чимало поширені вони на Сибіру, залягають в Англії (де вперше їх описали та назвали), Чехії, Швеції. Чимало поширені поклади Кембрійської системи в Північній Америці.

2. Силурський період. Поклади силурської системи також уперше знайдено й описано в Англії; ці поклади дуже поширені на землі, бо силурський період характеризувався значним розмивом морів на плсцях



Мал. 31. *Cyathocrinus longimanus*, верхн. силур, Готланд.

що тепер належать до суходолів. Ось чому на значних площах РСФРР лежать силурські поклади; є вони також і на заході України. За силурського періоду еволюція зробила швидкий крок уперед; з покладів цього періоду описано понад 10 000 різних організмів. Губки й сила коралів населяли силурські моря (мал. 29).

На платівках силурських лупаків зустрічаємо в багатьох районах відбитки граптолітів, своєрідних тварин з групи гідроїдних.

Жили тоді своєрідні форми голкошкірих, напр. *Echinospaerites* (мал. 30), морські лілії (мал. 31). З'явилися перші морські їжаки.

Мшанки жили в силурських морях. Сила була брахіопод (мал. 32).

Трилобіти в силурських морях були дуже численні й різноманітні (мал. 33).

З'являються також своєрідні величезні раки з групи *Euripterus*. Чимало посувається наперед еволюція м'якунів; крім пелеціпод та гастропод, з'являються своєрідні форми цефалопод, наприклад, ортоцератити (мал. 35).

Протягом силюру з'явилися вперше хребтові тварини, а саме — риби; щоправда, ці первісні риби не були схожі на наших риб і мали на тілі твердий панцер.

Розвивалося життя на суходолі; там росли перші папороті; знайдено останки комах та скорпіонів.

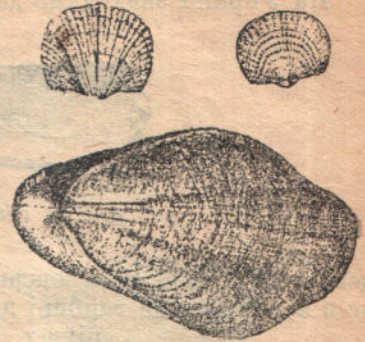
На підставі значного розвитку органічного світу протягом силюрського періоду його розподілили на два відділи:

1. Верхній силюр.
2. Східний силюр.

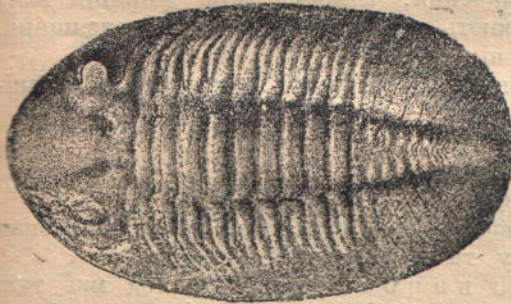
На Україні силюрські поклади, що належать до верхнього силюру, є лише на Поділлі та Волині; м. Кам'янець стоїть на скелях силюрського коралового вапняку; в районі Могильова-Подільського та Ямпіоля поширені силюрські пісковики та лупаки. Силюрське море вкривало чималу площу в Прибалтицькому краї, на Сибіру, в Чехії, Англії, Північній Америці.

Під час силюру в земній корі відбулися потужні горотвірні рухи, що утворили ряд так званих каледонських гір, між іншим Скандинавські гори.

3. Девонський період між іншим відзначається встановленням сухого пустинного клімату на сухододах у багатьох місцевостях на землі; в пустинях утворювалися великі поклади червоного прожареного на сонці піску, що згодом перетворилися на червоний пісковик, відомий



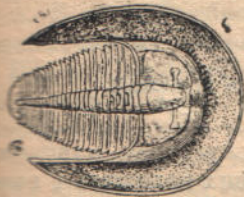
Мал. 32. Силюрські брахіоподи: 1. *Orthis obtusa*, східний силюр, Пулково. 2. *Pentamerus estonus*, верхн. силюр, Естонія.



Мал. 33. Силюрські трилобіти: східний силюр: ліворуч — *Asaphus expansus*, околиці Ленінграду; праворуч — *Phaenus crassicauda*, Швеція.

під назвою «старого червоного пісковика» (old red). Звичайно, що були тоді по інших місцях і моря, населені різноманітними тваринами; були також і суходоли, вкриті рослинністю.

В морі й далі жили корали стародавнього типу та дуже своєрідний кораль *Calceola sandalina* Lam. (мал. 36). Трилобіти помалу починають зменшуватися в числі під час девону. Раки величезного розміру, наприклад, *Pterygotus*, *Dipterus* жили за часів девону (мал. 37); вони були такі завбільшки як людина.



Мал. 34. Верхній силюр, *Nautes unguis*, Чехія.

Численні брахіоподи, з яких одні зникають протягом певного часу, а інші з'являються, характеризують окремі частини девонської товщі.

М'якуни досить різноманітні; різні пелеціподи, гастроподи. Щодо головоногів, то серед них з'являються нові типи, а саме гоніяти та клімені (мал. 39).

Риб було вже чимало в девонських морях; вони належали переважно до групи панцерних риб та ганоїдних; крім того з'явилися дводощні риби, що крім жабр мали легені, а тому, в разі висихання якого басейну (затоки, озера), могли виходити на суходіл і перекочувувати до іншого басейну.

Там, де клімат був не надто сухий, на девонських сухододах існувала рослинність. Ця рослинність ані окремими видами рослин, ані загальним

виглядом девонських лісів ані трохи не нагадувала сучасної рослинності; тоді росли тільки безквіткові рослини — папороті, хвощі. В лісах жили комахи та павуки, скорпіони.

На Україні знаходимо девонські пісковики та лупаки на Волині; поклади



Мал. 35. *Orthoceras timidum*, верхній силур, Чехія.

девону є й у Донбасі; девонське море вкривало північно-східню частину України, де й залягають на глибині девонські глини, сховані під грубим укриттям пініщих покладів і виявлені лише під час глибоких свердловань. Девонські поклади дуже розвинені в Європейській частині Росії, на Уралі, на Сибіру та в Туркестані, а також у Західній Європі — Польщі, Німеччині, Англії та інш., в Америці, Індії, південній Африці та ін.



Мал. 36. *Calceola sandalina*, середній девон.

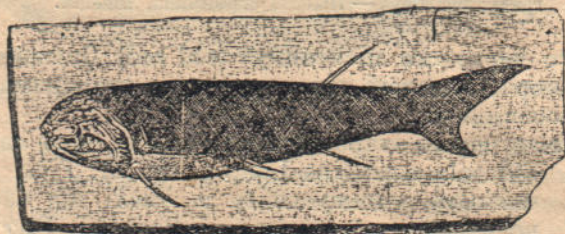
Девонські вапняки середньої РСФРР мають велике гідрогеологічне значення, зокрема для України важливу роль відіграють девонські вапняки Смоленщини, Курщини та Вороніжчини.

Девонські поклади, за вмістом характерних скам'янілостей, поділяють на:

1. Спідній девон,
2. Середній девон,
3. Верхній девон,

які поділяються ще на ряд поверхів, добре вивчених зокрема в Німеччині в районі Райну та в Північній Америці.

4. Кам'яновугільний або карбонівий період має такі назви тому, що за нього утворилися найголовніші поклади кам'яного вугілля.

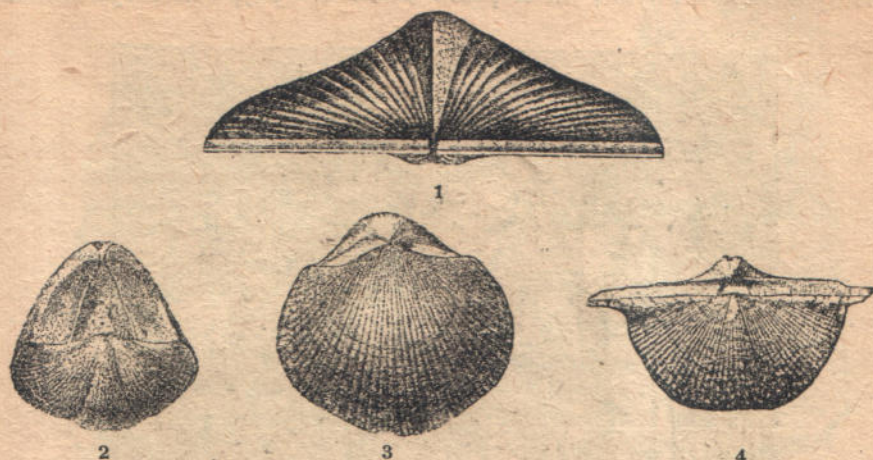


Мал. 37. *Dipterus Valenciennesi* з старого червоного пісковика в Шотляндії.

Але поклади цього періоду не вичерпуються лише кам'яним вугіллям, навпаки, воно становить дуже малу частину всіх порід карбону, до яких належать і вапняки, пісковики, глинясті лупаки тощо.

На значно розвинених під час карбону суходолах панував переважно теплий та вогкий клімат; енергійні тектонічні рухи відбувалися в земній корі, спричиняючи будівання гір та утворення багатьох розколин, що відкрили шлях до поверхні магми; цим пояснюється потужна діяльність вулканів; коливання земної кори спричиняли часті зміни суходільного та прибережно-морського режиму на суходолах. В умовах теплового й вогкого підсоння та збагачення атмосфери на вугляний ангідрид, що поставав у наслідок вулканічних вибухів, суходоли вкрилися густими лісами з безквіткових рослин;

шпороти, хвоці та п'ядичі різних видів, що з них складалися ці ліси, були різної величини, багато з них росли у вигляді великих дерев. В карбованих покладах є скам'янілості та відбитки цих рослин. На основі цих знахідок змально-



Мал. 38. Девонські *Spirifer*'и: 1—*Spirifer macropterus* (п. девон); 2—*Sp. Archaici*, 3 і 4—*Sp. Anossofi*; 4. *Sp. disjunctus*; в. девон.

вано чудово красвид карбованого часу в Донбасі (Київ, Національний Геологічний Музей).

Цей буйний розвиток рослинності і спричинився до утворення великих покладів кам'яного вугілля, яке є законсервована в земній корі соняшна енергія, так широко вживана тепер у техніці та житті людини. Крім цих рослин, було вже трохи шпилькових, і з'явилися перші сагові пальми.

Кам'яновугільні поклади вивчено добре завдяки видобуванню кам'яного вугілля по багатьох країнах; щодо утворення самого вугілля, то з'ясовано, що в одних випадках воно утворювалося на місці великих лісів та зарослих деревами боліт, бо в верствах кам'яного вугілля знаходять скам'янілі стовбури дерев, що стоять сторч і продовжуються вниз скам'янілим корінням, а в других випадках вугілля залягає серед морських покладів, що свідчить про утворення його в затоках морських узбереж, куди з прилеглих суходолів вода наносила силу рослин.

В лісах карбону жили павуки, скорпіони та різні комахи — таракани, жонки, сарана; деякі з них були дуже великі, наприклад, сарана досягала 1 м.

Під час карбону, зокрема наприкінці його, розвинулася друга група хребтових тварин, а саме амфібії (земноводні), що були дуже різноманітні і нерідко досягали великого розміру, як наприклад, двометрова жаба *Branchiosaurus*.

Карбовані моря, поклади яких поширені в різних країнах, мали населення, трохи відмінне від морів попереднього девонського періоду. З простих тварин треба зазначити великих фораменіфер, наприклад, фузулін та швагерин (мал. 43), з яких іноді складаються цілі товщі карбованих вапняків.

Чимало було й коралів, наприклад *Chaetetes* (мал. 44), морських лілій та безкиків.

Сила була різних брахіопод, скам'янілості яких дають змогу поділити кам'яновугільну систему на поверхи, бо різні форми брахіопод жили за різних епох карбону. На малюнках 45 і 46 показано кілька характерних кам'яновугільних брахіопод.



Мал. 39. Девонські клімені — *Climenia undulata*.

Швидко йде еволюція членонігих тварин; про суходільних ми вже згадували, а щодо ракуватих, то трилобіти занепадають і зустрічаються рідко, а зате в'явився звичайний рак (*Astachus fluviatilis*).

Розвинулися й м'якуни, як морські (мал. 47—50), так і суходільні.



Мал. 40. Кривид карбону.

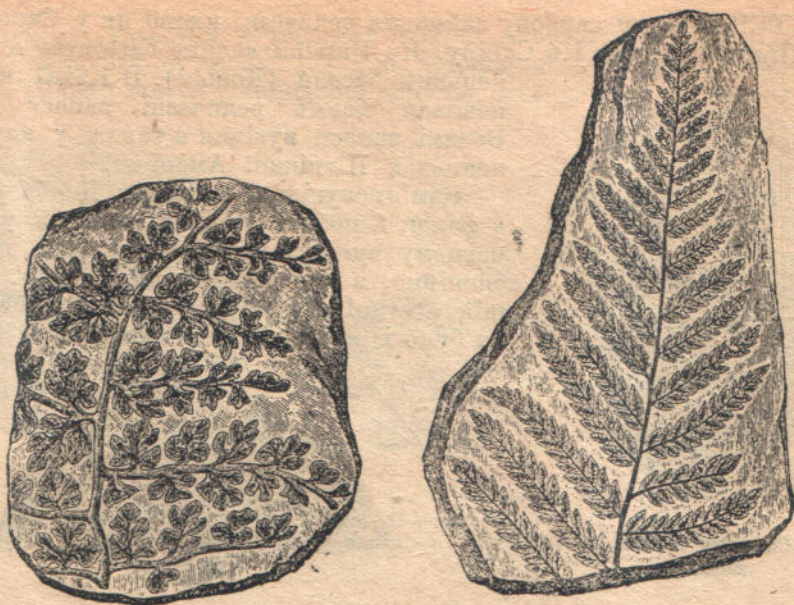
Чимало було м'якунів з групи гоніятитів.

Кам'яновугільні поклади поділяються на:

1. Верхній карбон,
2. Середній карбон,
3. Східний карбон.

Ці відділи карбону поділяються далі на ряд поверхів. Найхарактерніша скам'янілість для східного карбону є *Productus giganteus*, для середнього — *Spirifer mosquensis*, для верхнього — *Productus cora* й швагерина.

Карбонові поклади поширені по багатьох країнах; в численних копальнях добувають кам'яне вугілля, що є основа промисловости та технічного розвитку всього світу. Карбонові поклади, багаті на кам'яне вугілля, поширені в Англії, Франції, Бельгії, Німеччині (Рурський та Саарбрюкенський басейни)



Мал. 41. Карбонові рослини. *Sphenopteris* і *Pecopteris*.



Мал. 42. Карбонові рослини. А. Стовбур *Archaeocalamites radiatus*, В. *Annularia*, С. *Sphenophyllum*.



Мал. 43. Кам'яновугільні фораменіфери. Ліворуч—*Fusulina cylindrica*. Праворуч—*Schwagerina princeps*. Верхній карбон.

тощо. В СРСР поклади карбону займають величезні площі як у Європейській Росії та Приураллі, так і в Сибіру. На Україні велике багатство являє Донецький басейн (Донбас). В Китаї карбонові поклади мають величезні запаси вугілля. Великі запаси вугілля є також у карбових покладах Північної Америки.

Кам'яновугільні поклади Донбасу зігнуті в фалди й побиті скидами, тоді як у Підмосковному вугільному басейні вони залягають спокійно, з ледве помітним спадом. На більшій частині України під час карбону моря не було і покладів не залишилося.



Мал. 44. *Chaetetes radians*, спідній карбон.



5. Пермський період. Назва походить від Пермської губернії на північному сході Європейської частини РСФРР, де вперше знайдено й описано поклади цього періоду. Пермський період закінчує палеозойську еру; рослинний світ цього періоду набагато відрізняється від перших часів палеозою; в пермських покладах уже не знаходимо трилобітів, мало й коралів; брахіоподи в морях пермського періоду були інші, ніж кам'яновугільні, і по них легко розпізнати пермський вік покладів (мал. 51).



Мал. 45. Кам'яновугільні брахіоподи: Зверху—*Spirifer striatus*, спідній карбон. Знизу—*Spirifer mosquensis*, середній карбон.

Головоногі м'якуни, закручені спіралею, мали черепашки, поділені на камери переділками хвилястої форми.



Мал. 46. а) *Productus giganteus*, спідній карбон. б) *Productus cora*, верхній карбон.

Серед риб зустрічалось чимало ганоїдних, були й акули та плахури. Збільшилося число амфібій, і з'явилися й чимало розвинулися рептилії (плазуни; мал. 53).



Рослинність суходолів пермського періоду набагато змінилася. Хоч переважали ще папороті та хвоці, але вони відрізнялися від папоротів та хвоців карбону. Збільшувалося поширення шпилькових рослин та сагових пальм.



Мал. 47. *Pecten Keyserlingi*, верхній карбон. Тиман.



Мал. 48. *Aviculopecten subrapiraceus*, верхній карбон, р. Донець.



Мал. 49. *Pasidonomia Becheri*.

На значних площах були пустині, і серед суходільних покладів зустрічаємо різнокольорові глини та червоні пісковики; через висихання солоних озер та зосередження соли в морських затоках утворилися в пермських покладах великі зложища гіпсу та соли, наприклад сіль Стасфурту, Донбасу (Артемівськ, Слов'янськ), Ілецької Защити. Розподіл клімату на землі за пермського часу був зовсім інший, ніж тепер: на далекій півночі, в сточищі Двини велися плазунитравоїди та хижакі і навпаки на стародавньому суходолі Гондвані, залишки якого являють собою південна Африка, Австралія та Індія, клімат був такий холодний, що цей суходіл укритися величезним льодовиком, від якого залишилися в цих країнах типові льодовикові поклади з наметнями.



Мал. 50. *Euomphalus catillus*.

На Україні пермські поклади є лише в Донбасі і містять в собі величезні



Мал. 51. Пермські брахіоподи. 1—*Productus horridus*. 2—*Productus cancrini*. 3—*Strophalosia horresceus*. 4. *Spirifer regulatus*.

зложища кам'яної соли, що її видобувають у копальнях Артемівського району та за допомогою промивних свердлових споруд у Слов'янську.

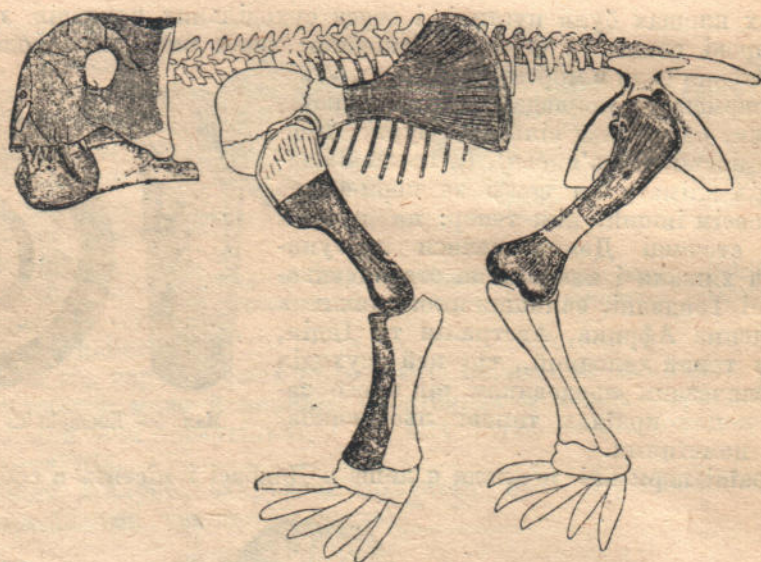
Горотвірні рухи, що почалися за часів карбону, тривали і розвивалися за часів пермського періоду. Рухи земної кори, утворення гір, переміщення шифів та суходолів, великі коливання та зміни клімату спричинялися до знач-

них змін у населенні землі. Протягом пермського періоду зникли остаточно стародавні, характерні для палеозойської ери групи тварин, як трилобіти,



Мал. 52. Головоногі Gas' giseras з пермських покладів.

стародавні корали, більшість брахіопод тощо, і розвинулися нові групи, а тому кінець пермського періоду вважають за кінець і всієї архейської ери та поча-



Мал. 53. Deuterosaurus з пермських покладів Уфимщини.

ток дальшої мезозойської ери, так би мовити середньовіччя в історії життя на землі.

### III

Дальша ера — мезозойська — об'єднує періоди: тріасовий, юрський та крейдяний.

Протягом цієї ери життя на землі набрало остільки своєрідних форм, що останки його різко відрізняють мезозойські поклади від покладів як палеозойської ери, так і пізніших періодів.

Можна визначити мезозойську еру, як час панування рептилій (плазунів). Ці тварини населяли весь суходіл, всі його ліси, степи та пустині; серед них були й травояди та хижаки; були такі, що жили в воді як в озерах, так і в морях, так що в них замість ніг були плавці; були навіть такі, що літали, як наші летючі миші. Крім панування плазунів, для часів мезозою дуже ха-

рактерний великий розквіт у морях *амонітів*, що належали до групи головоногих м'якунів (моллюсків). Вони мали черепашки, що поділялися на окремі відділи, або камери з переділками дуже складної форми. Ці організми проходили дуже швидко еволюцію, і їхні форми змінювалися; тому на основі скам'янілостей амонітів легко розрізнити в покладах мезозойських періодів окремі горизонти, що відповідають коротким геологічним епохам. Амоніти відрізнялися між собою загальною формою черепашок та величиною, а також формою переділок між окремими камерами. До групи головоногих м'якунів належали також *белемніти*, що мали на кінці тіла загострену піку або *ростр*.

З кінцем мезозою загинули численні рептилії та всі амоніти й белемніти. За мезозойського часу вперше з'явилися на землі й перші представники вищих класів тварин: ссавці та птаці, але вони були ще лише в вигляді примітивних форм і не могли дуже поширитися по землі, де неподільно панували плазуни; це були раси, що запанували вже пізніше, після кінця мезозойської ери.

Риби за мезозойської ери розвинулися, з'явилися й костисті риби.

Рослинність протягом більшої частини мезозойської ери в основному мало відрізнялася від рослинності кінця палеозою. Споріві рослини — папороті, тивоці та п'ядичі поступово відступали на другий план; перевага переходила до сагових пальм та шпилькових рослин. Великі зміни в рослинному світі сталися наприкінці мезозойської ери — за крейдового періоду, а саме — з'явилися й почали дуже ширитися квіткові рослини.

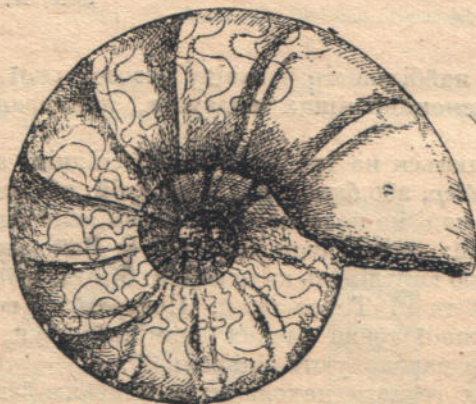
Хоч і за періодів мезозойської ери відбувалися тектонічні рухи в земній корі, але, порівнюючи, — це був час спокою, горотвірні рухи були досить малопотужні і не охоплювали водночас великих теренів на землі. Вулканічні вибухи хоч і траплялися по багатьох місцевостях, наприклад у Криму, але їхній темп не був надто енергійний.

Правда, протягом другої половини мезозою рухи земної кори підсилювалися, щоразу зростаючи до кінця ери, але це були лише підготовчі рухи до тієї бурі, що настала на землі з кінцем мезозойської ери.

1. Тріясовий період. Тріясові поклади вчені вперше зустріли й описали в Німеччині; сама назва постала від того, що загальна товща цих



Мал. 54. *Ceratites nodosus* з черепашкуватого вапняку.



Мал. 55. *Gryphea arcuata*, спідній леяс, Вюртемберг.

покладів виразно поділяється на три відділи: спідній або рябий пісковик (*Buntsandstein*), середній або черепашкуватий вапняк (*Muschelkalk*), верхній або кайпер (глинясто-піщано-мергелястий).

За часів тріасу моря середземного типу під впливом сухого клімату значно випарувалися, а на їхньому дні та в затоках осідали грубі зложища соли. Були, звичайно, і відкриті моря та океани, поклади яких нічим не відрізня-

ються від морських покладів звичайного типу. В трісових покладах серед різних скам'янілостей зустрічаються так звані *цератити*, дуже характерні для цього періоду.

Хоч в Європі та на інших суходолах трісові поклади дуже поширені, але в Європейській частині РСФРР вони майже не зустрічаються; нема їх і на Україні. Вони є на Кавказі та в Криму. В Криму, крім конгломератів та пісковиків з відбитками черепашок трісових м'якунів, дуже поширені темні глинясті дупаки з проверстками пісковиків, без жадних органічних останків, що належать почасти до трісової системи, почасти ж до нижньої частини юри і мають назву — таврицька система.

На південному сході Європейської частини СРСР серед Астраханських степів виступають відокремлені гори, наприклад гора Велика Богдо коло озера Баскунчак; ці гори складаються з спідньо-трісових покладів.

2. Юрський період. Назва походить від Юрських гір у Західній Європі, що побудовані переважно з покладів юрської системи. За часів юрського періоду море широко розгорнулося на площі багатьох теперішніх суходолів; це був період великих трансгресій або розливів моря, а тому юрські поклади дуже поширені по різних країнах.



Мал. 56. *Astarte Duboisi*, верхня юра, Москва.

Мал. 57. *Phylloceras heterophyllum*, верхній леяс, Англія.

Юра — це був час найбільшого розквіту мезозойської фауни, максимального панування найрізноманітніших плазунів, найхарактернішої еволюції амонітів.

Поклади юри поділяються на три видділи: 1) спідній, або *леяс*, або *чорна юра*, 2) середній, або *доггер*, або *бура юра*, 3) верхній, або *мальм*, або *біла юра*. Ці видділи поділяються далі на поверхні. Приміром леяс ділять на: 1) спідній, 2) середній та 3) верхній; доггер поділяють на: 4) Байоський та 5) Батський поверх; мальм або верхню юру ділять на поверхи: 6) Келовейський, 7) Оксфордський, 8) Кімеридзький та 9) Титонський. Поверхи на основі знаходження в окремих частинах їхньої товщі різних скам'янілостей, головню амонітів, ділять далі на зони, яких нараховують більш як 30.

В юрських покладах геологи находили та описали безліч різноманітних скам'янілостей.

Серед рослин — папороті, хвоці, а окрема цикадові та шпилькові рослини.

Безліч простіших (одноклітинних) тварин. Численні губки, рифотвірні корали, черви, морські ділії та їжаки, павуки, раки, комахи.

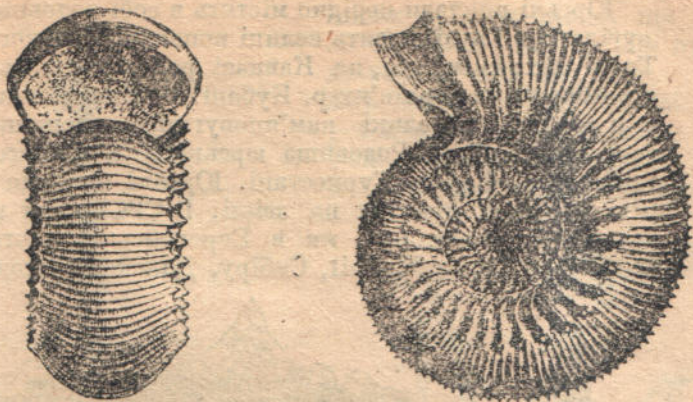
М'якуни відіграють головну роль серед морських скам'янілостей (мал. 55—56).

Зокрема велику роль відіграють амоніти (мал. 57—62).

Белемніти з'являються та поширюються в юрі.

В морях та річках було чимало риб різних порід.

Серед морських плазунів, що досягли найбільшого розвитку за юри; найширеніші були іхтіозаври та плезіозаври.

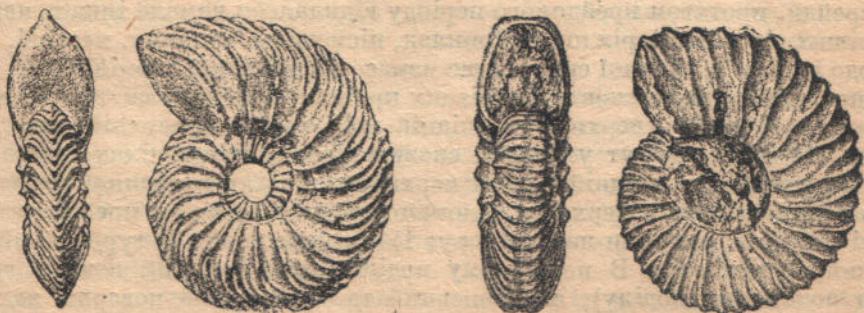


Мал. 58. *Stephanoceras Humphriesi*, доггер, Англія.



Мал. 59. *Cadoceras Elatmae*, Беловей,

Серед плазунів суходолу були велетні нечуваного розміру; пригадаймо групу динозаврів, наприклад *Brontosaurus*, *Atlantosaurus*, *Stegosaurus* (мал. 67).



Мал. 60. *Cardioceras cordatum*, Оксфорд.

Мал. 61. *Hoplites rjasanensis*, верхній Титон, (Рязанський горизонт).

Цікаві були летючі плазуни — птеродактилі (мал. 65). За юрського періоду вперше з'явилися на землі птахи.

Вищі представники тваринного світу — *ссавці*, що вперше з'явилися ще за тріасу, в вигляді інших форм жили й під час юри, але вони були нечисленні, бо непереможні юрські плазуни не давали їм змоги поширюватися.

Юрські поклади нерідко містять в собі родовища кам'яного вугілля; в Грузії досить великі копальні юрського вугілля є в Тквібулах; крім того, на Кавказі родовища юрського вугілля є в Абхазії, в верхів'ях р. Кубані. В Криму поклади доггеру теж містять невеликі кам'яновугільні зложища, напр. на горі Бешуй-Шор. Родовища юрського кам'яного вугілля є також у Сибіру та Туркестані. Юрські поклади дуже поширені в різних пунктах на землі. В СРСР вони залягають на величезних просторах, як в Європейській частині, так і на Кавказі, в Середній Азії, Сибіру, Далекому Сході.



Мал. 62. *Belemnites Panderi*, Оксфорд, Кострома.



Мал. 63. Іхтіозавр.

На Україні юрські поклади найкраще відслонюються в Донбасі; вони є також на всій площі північно-східньої України, але не виходять тут на поверхню, бо вкриті грубими верстами пізніших покладів; лише коло Канева, де земля кориснодисльоквана, юрські поклади — *бат* та *келовей* — відслонюються на велику вишину в численних ярах і містять у собі багато белемнітів та амонітів. Юрські поклади північно-східньої України містять рясний горизонт артезійської води.

В Криму гори побудовані переважно з юри, зокрема верхньої юри, вапняки якої складають увесь масив так званої Яйли; під ними залягають пісковики доггеру, а місцями відслонюється й леяс — вапняки та глинясті лупаки.

**3. Крейдяний період.** Крейдяний період закінчує мезозойську еру; назва «крейдяний» походить від того, що здебільшого за цього періоду під час другої його половини відклалися великі товщі білого м'якого вапняку під назвою крейда, що нею ми пишемо на дошках у наших аудиторіях. Але, крім крейди, протягом крейдяного періоду відклалися чимало інших найрізноманітніших гірських порід як, наприклад, пісковики, вапняки, мергелі, глини.

Щодо поділу крейдяної системи ще немає одноманітної термінології. Навіть поділ на відділи неоднаковий по різних країнах: крейдяну систему поділяють або на два відділи — верхній та спідній, або на три — верхній, середній та спідній. Не заходячи тут у деталі, скажемо, що в тих поділах, де визнають лише два відділи, за спідній поверх верхнього відділу крейдяної системи вважають сеноманський поверх або сеноман (ценоман); верхню крейду поділяють на такі поверхи, рахуючи знизу вгору; 1) сеноманський, 2) туронський, 3) сенонський, 4) датський. В потрійному поділі *тольт* (верхній поверх спідньої крейди подвійного поділу), сеноманський та туронський поверхи залічують до середнього відділу крейдяної системи, а вищі поверхи — до верхнього відділу, при чому сенон поділяють на ряд поверхів. Сеноманський поверх для гідрогеології України має першорядне значення, бо його поклади в ряді районів містять у собі рясний горизонт підземної води.

За крейдяного періоду в земній корі відбувалися енергійні рухи, але вони ще не спричинили утворення великих гір, не збудили масової потужної діяль-

ности вулканів. Це були, очевидно, просто великі коливання земної кори, що спричинилися до великих змін на земній поверхні; за часів сеноману настала найбільша трансгресія, яку тільки знає історія землі. В найрізноманітніших країнах площі, що не зазнавали морського затоплення протягом ряду геологічних періодів, а часом навіть являли собою суходіл від протерозойських часів, ставали дном моря. Тоді, очевидно, в магмі зкупчилося надто багато тепла, она дуже розтопи-



Мал. 64. Плезіозавр.



Мал. 65. Птеродактьль.

лася, питома вага її зменшилася, дно океанів підносилося, континенти спускалися в магму, і моря широко розлилися по землі.

В Німеччині, Франції, Україні, Туркестані, Індії, Африці, Австралії, Бразилії, Північній Америці сеноманське море затопило площі, що склалися часті з стародавніх палеозойських покладів, часті ж із протерозойських порід.

Тектонічні рухи підсилювалися проти попередніх періодів мезозою; а разом із тим вулканічні породи означають зміцнення вулканічної діяльності.

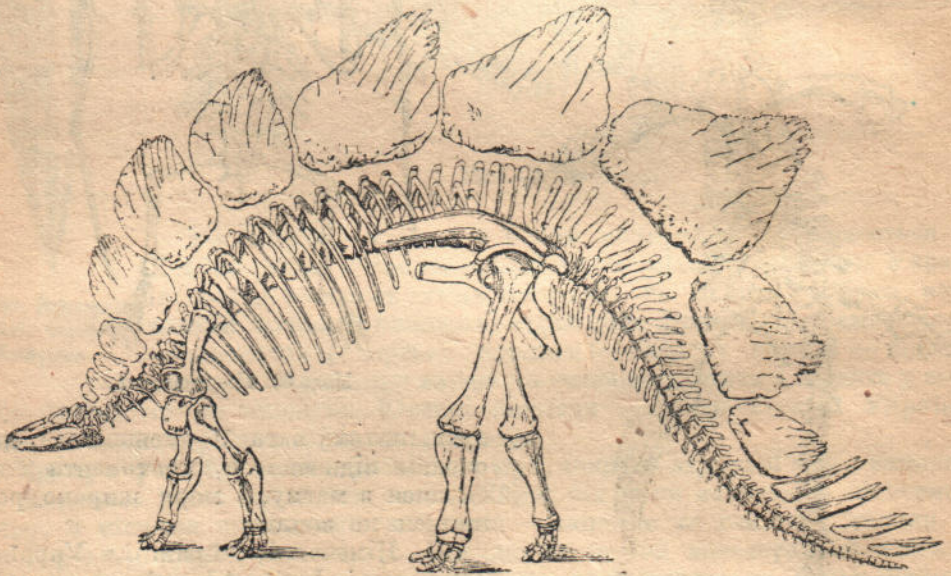
Разом із цими подіями еволюція рослинного та тваринного світу зміняє свої попередні темпи; намічається катастрофа в тваринному світі; амоніти ясно починають відхилятися від звичайного типу, поруч нормальних типів, закручених спіралею в одній площині, з'являються амоніти розігнуті і навіть прямі як палки (мал. 68—70).

Плазуни ще живуть і панують, але число видів їх зменшується, поступово гинуть то одні, то другі. Наприкінці мезозойської ери вресгі і амоніти, і белемніти і більшість різноманітних плазунів гине, щоб за дальшої ери дати дорогу новим класам вищої організації.

Флора крейдяного періоду різко відрізняється від флори попередніх періодів: за крейдяного періоду вперше з'явилися й швидко поширилися вищі рослини — квіткові; в лісах крейдяного періоду, крім рослин юрського типу



Мал. 66. Останки юрських птиц Archaeopteryx.



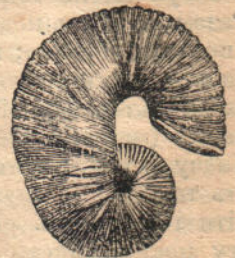
Мал. 67. *Stegosaurus angulatus*, верхня юра, Скалисті гори в Півн. Америці.



Мал. 68. Амоніт *Crioceras simbirskensis*, нижня крейда, Симбірськ.



Мал. 69. Амоніт *Turritites catenatus*, голът, Франція.



Мал. 70. Амоніт *Scaphites equalis*, сеноман, Франція.





Мал. 71. *Inoceramus digitatus*, сенон, Чехія.



Мал. 73. *Iguanodon*, Бельгія.



Мал. 72. Птиця з зубами — *Nesperognis*.

(спорових, сагових, цикадових, шпилькових), росли магнолії, дуби, фікуси платани, клени, берези, буки, тополі, черешні, пальми тощо.

Наводимо тут кілька малюнків скам'янілостей, що характеризують різні епохи крейдяного періоду.

Поширення крейдяних покладів у всіх частинах світу велике. В Європейській частині СРСР спідньокрейдяні поклади поширені в середній та північній РСФРР; сеноманські поклади лежать у південній частині РСФРР, на Україні, Кавказі, в Криму. Верхня крейда (турон і сеноман) є в РСФРР та на Україні, хоч на Україні поширення її менше, ніж поширення сеноману, а саме вона є лише на півночі та сході України, в тому числі в Донбасі.

#### IV

Остання ера історії землі — неозойська або кенозойська — почалася після закінчення мезозойської ери і триває досі.

Протягом цієї ери відбулося чимало великих подій та змін на землі.

Насамперед, треба відзначити, що протягом цієї ери земля зазнала потужних рухів; за той відносний спокій, що панував на землі протягом мезозойської ери, прийшла розплата; рухалися цілі континенти, земна кора згиналася у великі фалди — гори, окремі дільниці її, що вийшли із стану ізостатичної рівноваги, западали глибоко. Ще верхньо-крейдяна величезна трансгресія показала ознаки періоду революції, що розпочався з початком мезозойської ери.

Великі зміни на поверхні землі зразу відбилися на її тваринному населенні; зникли цілі групи тварин, що протягом всієї мезозойської ери панували на суходолах та в морях землі: більшість плазунів-заврів, амоніти, белемніти. З плазунів збереглися лише чотири групи: ящурки, крокодили, черепахи та гади. Запанували ссавці та птахи.

Неозойську еру поділяють на два періоди — третинний та четвертинний, протягом якого на землі з'явилася вища форма ссавців — людина. Третинний період поділяють на два відділи — старіший відділ, або *палеоген*, та молодший відділ, або *неоген*.

Славний французький геолог Е. Ор (E. Haug) вказував, що між цими двома відділами третинного періоду є така різниця, що їх треба розглядати як окремі періоди, які він назвав: період *нумулітовий* та період *неогеновий*. Надалі ми користуватимемося назвами палеоген та неоген.

1. Палеоген. Назва нумулітовий період не зовсім підходить, тому що, хоч нумуліти й були справді поширені протягом цього періоду, але вони були характерні не для всіх морів, а лише для морів теплої смуги землі. На Україні поклади цього періоду не містять нумулітів. Тому ми вживаємо назви палеогеновий період або палеоген.

Осади палеогенових морів вказують на неглибокі моря, що вкривали ті чи ті частини теперішніх суходолів. Великі рухи земної кори спричинили утворення найвищих гірських пасом, на землі виростили Альпи, Піренеї, Апенніни, Балкани, Карпати, Кавказ, Тянь-Шань, Гімалаї, Анди. Моря коливалися, затоплювали низинні частини суходолів, поділялися на окремі озера та лягуни.

Палеогенові поклади відомі на різних суходолах землі. В Європі море розлилося в межах теперішніх Англії, Франції, Бельгії, Данії, частини Скандинавії, Німеччини, Польщі, України та Південної і Південно-східньої частини РСФРР; на півдні Європи море теж займало чималі площі, між іншим в районах теперішніх гір — Альпів, Апеннін, Карпат, Кавказу тощо.

Палеогенові поклади поділяють на три відділи, починаючи з найстарішого: *палеоцен*, *еоцен* та *олігоцен*.

Найстаріші — *палеоценові* поширені в РСФРР по Волзі, а на Україні вони зустрічаються по Дніпру і відслонюються в околицях Канева в вигляді зелених глауконітових пісків, так званого канівського поверху.

Дуже поширені на Україні так звані *буцацькі* поклади — піски й пісковики, що нерідко містять у собі рясний водовмісний горизонт. Буцацький поверх відповідає верхньому палеоцену та середньому еоцену. В Києві буцацькі піски залягають під рівнем Дніпра і не відслонюються.

Синя глина, що залягає в півніжжі наддніпрянських відслонень і містить останки морських черепашок, риб та зуби акул, належить до київського поверху — верхнього еоцену. Поклади київського поверху знані не тільки в Києві, але по багатьох місцевостях на півночі, сході та півдні України. В покладах цього поверху поширені характерні черепашки *Spondylus Buchi*<sup>1</sup>, *Pecten idoneus*, *Ostrea flabellula* та інші. В Києві та його околицях синю глину широко видобувають для цегельні, що виробляють з неї високоякісну цеглу.

Над київською глиною залягає харківський поверх зеленкуватих глинко-піскових пісків. В Києві та в багатьох інших місцях на північному сході України харківські поклади не містять в собі жодних скам'янілостей, але південніше місцями в них зустрічаються численні морські черепашки (околиці м. Дніпропетровського, долина р. Солоні тощо).

Над харківськими пісками в київських берегових урвищах залягає груба товща білих пісків полтавського поверху (до 30 м); більшість геологів залічувала ці піски до верхнього олігоцену, але це робили трохи безпідставно, тому що фауни в цих пісках не знаходили. Ряд дослідів переконує нас, що «полтавські» піски — це досить складна товща, до якої входить і верхній олігоцен і неогенові поклади. Полтавські піски відклалися в мілководних морях, переважно в лягунах та затоках.

Вивчення українського палеогену вказує, що за часів еоцену море затопило більшу частину України і що лише деякі ділянки Українського кристалічного масиву виступали з води в вигляді великих островів. За олігоцену від-



Мал. 74. Нумуліт з Криму.



Мал. 75. *Turritella imbricata*. Еоцен.

бувалося обміління моря, врешті перетворення його на мілководні лягуни, а на початку неогену вся північна, центральна й північно-східня Україна перетворилася на суходіл.

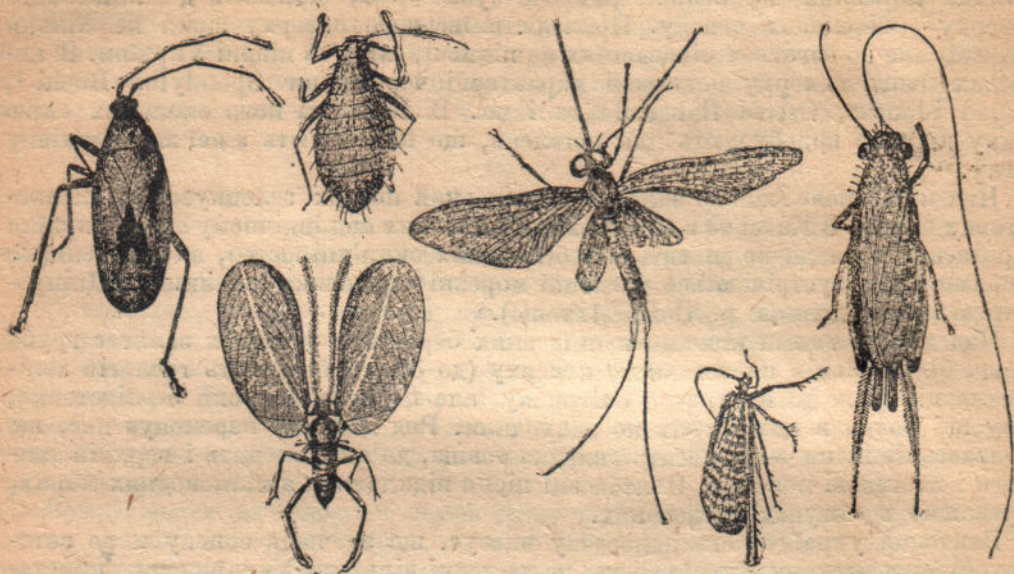
В південній Європі, на Кавказі та в Криму, а також в інших країнах палеогену поклади дуже відрізняються від усіх інших тим, що містять численних *нумулітів*. Нумуліти дуже поширилися в морях палеогену, а пізніше зникли — вимерли, під час неогену їх не було.

На Україні лише в деяких свердловинах південної степової смуги в палео-генових пісках зустрічаються дрібні нумуліти.

*Нумуліти* — це заокруглені плескати черепашки, що формою цілком нагадують монету; кримські нумуліти завбільшки як п'ятикопійкова мідна мо-

<sup>1</sup> Тому київську синю мергелясту глину звали ще *спондилова глина*.

нета, але часом бувають і більші. Нумуліти належать до групи простіших (однокліткових) тварин — фораменіфер, серед яких належать до велетнів (мал. 74). Всередині нумуліти поділяються на численні камери. В Симферополі можна бачити скелі еоценового вапняку, що складається переважно з нумулітів і містить чимало черепашок морських м'якунів — устриць тощо.



Мал. 76. Комахи з бурштину. Олігоцен.

**2. Неоген.** Недавній, порівнюючи, неогеновий період — це був один з найбурхливіших, революційних періодів в історії землі. Горотвірні рухи відбувалися щонайенергійніше; велетенські фалди земної кори піднесли найвище і утворили гори, окремі частини її насувалися одні на одні, в деяких місцях земна кора западала, утворюючи грабени-западни, розколини роздирали наскрізь товщу кори, і з надр землі виходили на поверхню і розливалися величезні маси лави. Саме за неогену утворилися величезні маси виливних вулканічних порід у Північно-Атлантичному районі, в Північній Америці, Індії, Вірменії.



Мал. 77. *Valuta muricina*.  
Еоцен.

Розполіг морів за неогену був зовсім інший, ніж за палеогену; для неогену дуже характерне мандрування морів, переміщення берегових ліній, утворення великих відокремлених басейнів. Загалом розмір морських басейнів, порівнюючи з палеогеном, зменшився; поступово суходоли звільнялися від моря.

Еволюція ссавців та птахів ішла швидкими кроками; серед ссавців поширилися такі форми як хобітні, хижаки, мавпи.

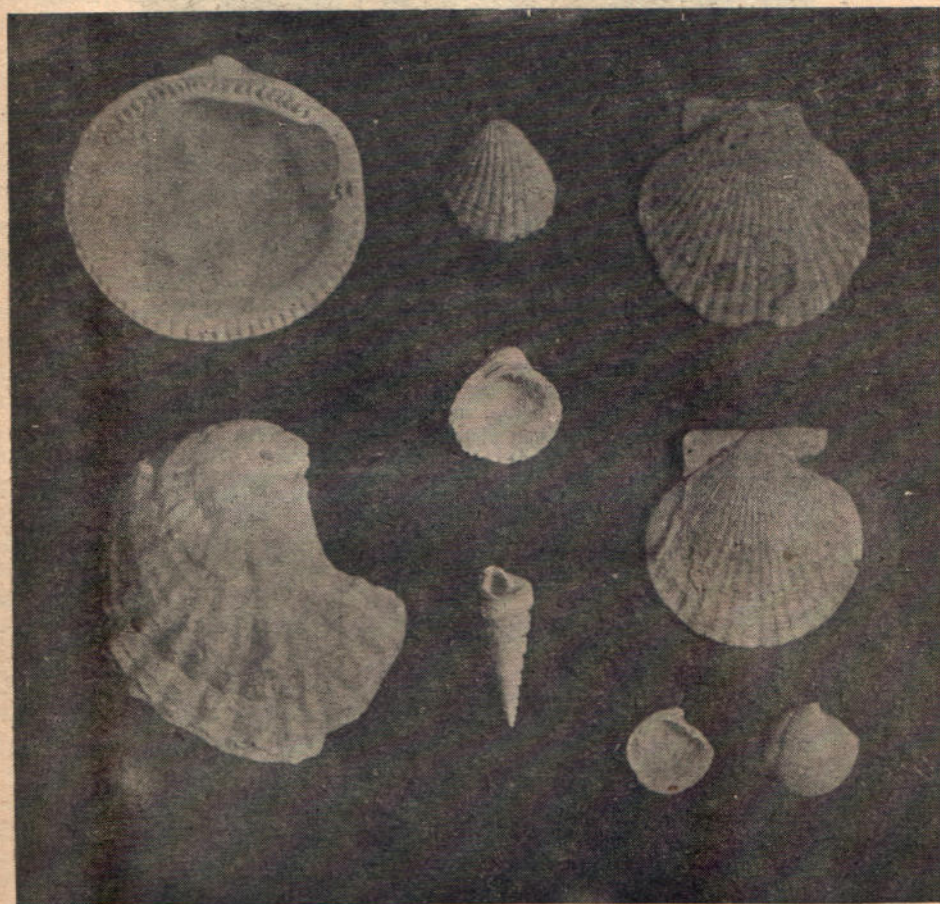
Населення морів вже дуже нагадувало сучасну морську фауну, щоразу більше наближаючись до неї протягом неогенового часу.

Неоген поділяють на два відділи, що з них старіший звуть *міоцен*, а молодший — *пліоцен*.

Поклади морів, що існували протягом міоцену на території Європи, через схожість їхньої фауни з фауною теперішнього Середземного моря поділяють на перший, другий та третій середземноморські поверхи.

Під час другої середземноморської епохи в Австрії, Румунії, Галичині, на Волині, Поділлі, почасти на півдні України, в Криму та на Кавказі було море з нормальною солоною водою; в його покладах — пісках, вапняках, — залишилися численні черепашки м'якунів; на мал. 78 показано черепашки з покладів другого середземноморського поверху Кам'янецьчини на Поділлі.

На початку третьої середземноморської епохи, цебто останньої третини неогену, рухи земної кори висунули ряд височин на півдні східньої Європи і відокремили наш морський басейн від Середземного моря. Тоді утворився

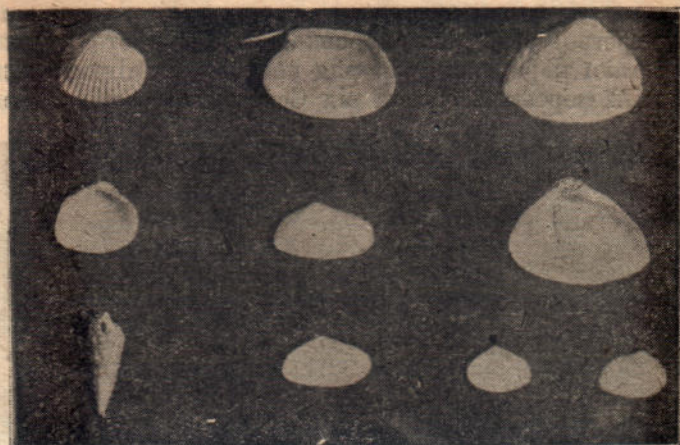


Мал. 78. Черепашки з покладів 2-го середземноморського поверху на Поділлі.

дуже своєрідний ізольований величезний басейн, що тягся від Альп на заході через Австрію, Румунію, Галичину та Південну Польщу, Волинь, Поділля та всю Південну Україну, Крим, Кавказ аж за Каспійське море до Аральського озера включно, під назвою *Сарматське море*. Велике число річок, що текли до цього велетенського озеруватого басейну набагато зменшили його солоність; це спричинилося з одного боку, до загибелі більшості середземноморських тварин, а з другого боку, до розвитку дуже своєрідних тваринних форм, що хоч були мало різноманітні, але дуже численні; на малюнках 79—80 показано черепашки, характерні для початку та середини сарматської епохи.

В кінці міоцену намітилася *регресія* (відступ) моря; тоді і Волинь і Поділля перетворилися на суходіл. До цього відпливу води з суходолів не мало спричинилося й утворення величезного ґрабену Чорного моря, який забрав чимало води.

Пліоценові поклади теж поділяються на ряд поверхів, але коли б навести  
весь поділ пліоцену, то це дуже обтяжило б виклад. Нагадуємо тут, що після



Мал. 79. Черепашки м'якунів спіднього сармату: *Maetra fragilis* (праворуч), *Donax dentiger* (всередині), *Ervilia podolica* (праворуч  
нанизу), *Tapes gregaria* (в горі посередині), *Cardium obsoletum*  
(ліворуч) *Cerithium pictum* (ліворуч  
нанизу).



Мал. 80. Черепашки середнього сармату: *Maetra Fabreana* (праворуч), *Cardium*  
*Fittoni* (ліворуч вгорі), *Tapes gregaria* (всередині), *Trochus podolicus* (нанизу).

відступу сарматського моря на півдні України залишилися лише невеликі  
водні басейни — поклади яких відомі під назвою *меотичного* поверху. Але

після меотичної епохи море ще раз наступило на суходіл; правда це море завоювало далеко менші простори, ніж сарматський басейн; на Україні поклади цього моря під назвою понтичний поверх поширені в південному надморському степовому районі. Понтичний вапняк дуже поширений на Одещині (майже всю Одесу збудовано з цього вапняку).

Це був останній значний наступ моря; наприкінці понтичної епохи вся Україна перетворилася на суходіл. За неогенового періоду клімат був зовсім відмінний від сучасного; в Америці та Європі, в тому числі навіть на далекій півночі, поруч із сучасними рослинами, як от: береза, верба, дуб, бук, клен, тополя, росли вічно зелені лаври, мірти, магнолії, фігові дерева тощо — аж до Канади, Гренландії та Шпіцбергена. Але наприкінці неогену настало різке похолодання клімату.

3. Четвертинний період. Останній період минулої історії землі — четвертинний — характеризується похолоданням клімату та великими зледеніннями. Горотвірні рухи в основному закінчилися за неогену і тільки де-не-де ще тривали тепер незначні порівнюючі рухи. Окремі ділянки земної кори, виведені з ізостатичної рівноваги, западалися та підносилися; загалом піднесення переважало, бо після величезної витрати енергії, тепла, маґма чималою мірою охолодилася, а разом із тим значна частина її товщі переходила в твердий стан, питома вага її збільшувалася, і суходоли поступово виступали вище на поверхні землі. Загальна нерівномірність геологічних процесів відбилася протягом четвертинного періоду на процесі піднесення суходолів, який то йшов енергійно, то притихав; відповідно до цих етапів, затримок та піднесень, на берегах суходолів утворювалися морські тераси, що потім залишали морський рівень і підносилися вгору, і тепер у вигляді чотирьох або й п'ятьох поверхів тягнуться рівнобіжно до морського берега на Середземному морі та в інших місцях.

Північна частина Європи, а також Америки завнали дуже своєрідного процесу. Ці країни енергійно підносилися; коли вони піднеслися до такої висини, що на їхній поверхні настав холод, то рясні атмосферні опади в вигляді снігу почали вкривати їхню поверхню, і це спричинилося до утворення величезних льодовиків, що вкрили весь простір цих північних земель подібно до того, як тепер льодовик вкриває всю Гренландію, тільки ще більших територією та потужністю. Поступово льодовики посувалися на південь, закриваючи величезні простори в багато мільйонів квадратних кілометрів на суходолах. На південних краях льодовика ішла дуже енергійна боротьба тепла й холода; тепло повітря великою мірою витрачалось на розтоплення льоду, і це спричинило охолодження повітря на всій земній поверхні. З'явилися льодовики великого розміру на всіх значних горах — в Альпах, на Кавказі, в Карпатах тощо — і відбирали ще більше тепло від атмосфери землі, щодалі більше охолоджуючи її клімат.

Велика поволока льоду, завгрубшки до 2000 м і більше, спричинила великий обтяг земної кори на півночі Європи та Америки, що мало наслідком стискування земної кори в маґму, її западання. Зниження суходолу спричинилося до потепління його клімату і до танення льодовиків. Коли льодовик розтав, то й клімат потеплішав, і скрізь на землі льодовики почали зменшуватись своїм обсягом, відступати, а місцями й зовсім зникли. Настала міжльодовикова епоха з помірним кліматом, схожим на сучасний.

Але як тільки північні землі позбавилися льодового обтягу, процес западання суходолу змінився на його піднесення, і зледеніння повторилося.

Всього було чотири зледеніння — чотири льодовикових епохи, і в перервах між ними три міжльодовикових епохи. На півночі Європи знаходять чотири поверхи морен — льодовикових покладів.

Сучасна епоха може бути названа післяльодовикова епоха, але деякі міркування дозволяють вважати її за четверту міжльодовикову епоху й гадати, що за дальшої епохи знову настане зледеніння, п'яте. Північ Європи — Скандінавія, Фінляндія, Мурман — підносяться вгору. На підставі наведе-

ного матеріалу можна подати таку таблицю поділу четвертинного періоду на епохи, починаючи від післяльодовикової:

- 1) Післяльодовикова епоха.
- 2) 4-та льодовикова епоха або Вюрмська.



Мал. 81.

- 3) 3-я міжльодовикова епоха або Ріс-Вюрмська.
- 4) 3-я льодовикова епоха або Ріська.
- 5) 2-а міжльодовикова епоха або Міндель-Ріська.
- 6) 2-а льодовикова епоха або Міндельська.



7) 1-а міжльодовикова епоха або Гюнц-Міндельська.

8) 1-а льодовикова епоха або Гюнцька.

Звичайно заведено епоху Гюнцького зледеніння залічувати до кінця третинного періоду — кінця неогену. Але це навряд чи логічно, і ми вважаємо за доцільніше всі льодовикові епохи об'єднати під назвою четвертинного періоду, який можна було б назвати льодовиковий період.

Найбільшого розміру льодовик досяг за Ріського зледеніння, і можна сподіватися, що льодовиковий період перейшов через свій максимум і наближається до закінчення. За Ріського зледеніння льодовик захопив і північну частину України і просунувся вздовж долини Дніпра майже до того місця, де тепер стоїть м. Дніпропетровське (мал. 81).

На Україні та в Криму, як і взагалі на більшій частині Європи поза межами зледеніння, під час льодовикових епох клімат був холодний. Протягом минулої частини четвертинного періоду тут жили тварини зовсім відмінні від сучасних; з них відзначимо мамута — великого волохатого слона, печерного ведмедя, печерну гієну.

Четвертинний період — це період з'явлення на землі та розвитку людини.

На Україні та в РСФРР поза межами зледеніння відкладався лес. Коли дослідники розглянули на півдні України в спеціально викопаних ямах лес, то вони побачили, що товща лесу не одноманітна: вона трьома темними верствами поділяється на чотири поверхи (Крокос); дальші досліді показали, що темні проверстки — це колишні, поховані в лесовій товщі ґрунти; чотири лесові поверхи відклалися під час чотирьох зледенінь, а під час міжльодових епох утворилися ґрунти.

Річки, що текли на Україні на південь до Чорного моря, за льодовикових епох ставали величезні, бо ними спливала сила води з льодовика.

На півдні України суходіл за післяльодовикової епохи значно опустився, що й спричинило затоплення низових частин річкових долин та перетворення їх на лимани.

Навпаки, середня та західня частини України підносяться вже з давнього часу. Завдяки цьому піднесенню граніти Українського кристалічного масиву стали на шляху Дніпра, й утворилися Дніпрові пороги, що їх тепер Радянська влада використала для спорудження велетенської Дніпрівської Електричної Станції.

На долині Дністра зокрема яскраво відбилися піднесення Поділля. Тут є шість поверхів терас — колишні річкові піщано-рінясті поклади, що піднялися високо над сучасним рівнем ріки. Найстаріша з цих терас найвище залягає — на висоті близько 200 м над Дністром. Решта терас мають такі рівні: 150 м, 90—100 м, 50 м, 12—15 м та 5—7 м.

І за нашої епохи рухи земної кори не зовсім вгамувалися; про це свідчать могутні землетруси та інші природні явища.

Додаток до розділу III

Таблиця геологічної хронології

Ера	Період	Відділ	Епоха
Кенозойська	Четвертинний (льодовиковий)		Післяльодовикова
			IV Льодовикова або Вюрмська
			III Міжльодовикова
			III Льодовикова або Ріська
			II Міжльодовикова
			II Льодовикова або Міндельська
			I Міжльодовикова
	I Льодовикова або Гюнцька		

Ера	Період	Відділ	Епоха
	<b>Неогеновий</b> (верхньо-третинний)	Пліоцен	Верхньо-пліоценова Понтична Меотична
		Міоцен	III Середземноморська-Сарматська II Середземноморська I Середземноморська
	<b>Палеогеновий</b> (спідньо-третинний)	Олігоцен	Шатійська Рюпельська Ляторфська
		Еоцен	Людійська Бартонська Оверська Лютетійська
		Палеоцен	Лондонська Танетська Монська
	<b>Мезозойська</b>	<b>Крейданий</b>	Верхній
Середній			Туронська Сеноманська Гольтська
Спідній			
<b>Юрський</b>		Верхній (малъм)	Титонська Кімеридзька Окфордська Келовейська
		Доггер (середній)	Батська Вайоська
		Леяс (спідній)	Верхній леяс Середній леяс Спідній леяс
<b>Тріасовий</b>		Верхній	
		Середній Спідній	

Ера	Період	Відділ	Епоха
<b>Палеозойська</b>	<b>Пермський</b>	Верхній Середній Східний (пермо-кар- бон)	
	<b>Кам'яновугіль- ний (карбон)</b>	Верхній Середній Східний	
	<b>Девонський</b>	Верхній Середній Східний	
	<b>Силурський</b>	Верхній	Лудловська Венлокська Ландоверська
		Східний	Верхньо-Бальська Карадокська Ландельська Аренігська Тремадокська
<b>Кембрійський</b>	Верхній (Olenus) Середній (Paradoxides) Східний (Olenellus)		
<b>Протерозойська</b>	<b>Альгонський</b>	Кьюноусь- кий Верхньо-гу- ронський Нижньо-гу- ронський	
	<b>Архійський</b>	Верхньо- Лаврентій- ський Східньо- Лаврентій- ський Катархей- ський	

## ЧАСТИНА ДРУГА

### Загальна гідрогеологія

#### IV. ПОШИРЕННЯ ВОДИ В ЗЕМНІЙ КОРИ

Вся маса води в поверхневій зоні землі — в океанах, морях, озерах, річках, болотах, снігах, льодовиках, у повітрі в вигляді пари та хмар, в земній корі в підземній воді та в усій масі гірських порід, об'єднується під назвою *гідросфери*. Це не лише формальний термін, але справді ця вода є єдиний великий комплекс, вона скрізь і всюди перебуває в русі, всі види води тісно пов'язані один з одним і безперервно переходять один в один. Наука, що вивчає всі види води на землі, їхній рух та обіг, має назву гідрології.

Вода міститься в масі земної кори в величезній кількості не лише в вигляді *вільної води*, але і *зв'язаної води*, яка входить до складу мінералів, а разом з тим до складу земної кори. Цю зв'язану воду вивчає мінералогія, а також геохімія — історія хімічних елементів у земній корі і лише почасти гідрогеологія, що в цій ділянці дослідів увиходить у тісний зв'язок із зазначеними науками. Але головню *гідрогеологія* цікавиться вільною водою, що пересувається в масі земної кори, її походженням, поширенням та рухом.

Коли поставити питання про можливу нижню границю, до якої може існувати вода на землі, то доведеться затриматися на пересічному числі 10 000—11 000 м; пригадуючи, що пересічна глибина твердої земної кори трохи більша від 30 км, можемо вважати, що течна вода проходить у земну кору на  $\frac{1}{3}$  її товщі. Нижче тиск у земній корі вже остільки великий, що розколини та пори не можуть існувати, і воді немає місця в тих верствах, що лежать глибше від 11 км. Цей тиск не важко обрахувати: беручи питому вагу земної кори за 2,7, на глибині 11 000 м, маємо тиск близько  $2,7 : 10 \times 11\,000$  або близько 300 000 кг на 1  $\text{дм}^2$ , приблизно 3 000 ат.

На глибинах, більших від 3 500 м, температура землі більша від 100°, але це не суперечить існуванню там течної води, бо вода кипить при 100° лише при нормальному атмосферовому тиску, а із збільшенням тиску температура кипіння води підноситься.

Ми ще мусимо поставити питання, де вода поширюється на більшу глибину в земній корі — під суходолами чи під океанами. Раніш учені гадали, що земна кора під океанами грубша, а під суходолами тонша (Зюсс), і що під океанами вода, завдяки більшому охолодженню земної кори, має змогу проходити на більшу глибину до земної кори; на цьому припущенні П. А. Тутковський побудував свою теорію вулканів. Але останнього часу ми переконалися, що, навпаки, земна кора далеко грубша під суходолами, а під океанами вона дуже тонка (ізостаза); є думки про те, що, власне кажучи, земної кори, тобто маси сіялю під океанами навіть зовсім нема. Разом із тим переконались, що вода проходить на більшу глибину на суходолах. При-

гадуючи, що найбільші глибини океанів трохи менші від 10 000 м, можемо загалом вважати, що гідросфера спускається в тіло землі на 10 км від рівня океану.

Але практично такі глибини є неприступні для людини при сучасному стані техніки; найглибші свердловини проходять на 2—2 $\frac{1}{2}$  тисячі метрів. Для життєвих потреб гідрогеологові доводиться цікавитись далеко менш глибокими водами, найчастіше тими водами, що містяться на глибині кількох метрів або десятків метрів від поверхні землі, рідше тими, що лежать на глибині кількох сотень метрів.

Про велику циркуляцію води в масі земної кори яскраво свідчать процеси цементації, бо власне водні розчини й переводять м'які, сипкі породи на тверді цементовані. За приклад можна взяти величезні товщі пісковиків, що є цементовані із сипкого піску, завдяки циркуляції підземних вод, твердий матеріал. Вода перебуває в земній корі як у зовсім вільному стані, підлягаючи загальному законові тяжіння, так і в гігроскопічному стані, прив'язуючись більш або менш тісно до тих або інших порід. Під впливом вмісту гігроскопічної води, нерідко гірські породи мають цілком відмінні властивості від тих, яких ті самі породи набирають, коли їх видобути на поверхню і вони висохнуть. Трапляються відміни вапняку, що в верстві дуже м'які, і в каменярнях ріжуться пилюкою або обтісуються сокирою, а коли їх винести з каменярні, то вони незабаром стають тверді і не піддаються обробітці. Вогкі, глинясті пісковики в природному уложенні в глибоких верствах часом не нагадують пісковиків, а більше схожі на мастку піскувату глину, на поверхні ж вони являють собою тверду породу.

Поширення води в різних верствах дуже нерівномірне і водночас із верствами, що насичені водою цілком, є інші верстви, що майже сухі. Часто, під водовмісною верствою лежить вогка глина, а нижче майже сухий сипкий пісок.

Далі ми побачимо, які є погляди на утворення підземної води та переважне скупчення її в окремих верствах. Але зараз же треба зауважити, що ця тема, важлива і для теоретичної і для прикладної гідрогеології, ще дуже недостатньо висвітлена, і потребує впертої праці дальших дослідників.

Що далі проходимо ми в глибину землі, то зустрічаємо щораз теплішу воду. Вода при високій температурі набуває великої розчинної сили і, збагачуючись за різні речовини, вона стає мінеральна. Тому можна гадати, що для звичайних життєвих потреб глибокі води навряд чи можуть мати якесь більше значення. Далі в нашому курсі ми не будемо повертатися до води, що є в земній корі на глибинах, більших від 1 000 м.

## V. ХЕМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПІДЗЕМНОЇ ВОДИ

Хемічно чиста вода, яку ми маємо в лабораторії, в природі піде не зустрічається. Навіть найчистіша, природно дистильована дощова вода має в розчині атмосферні гази, деяку домішку пилу та бактерії. Ще дужче відрізняється від хемічно-чистої води підземна вода, і її хемічний склад буває дуже різноманітний. В даному разі ми не будемо говорити про мінеральну воду, в якій домішка різних речовин досягає великого розміру, але про звичайну ґрунтову воду, що дуже поширена на землі.

Питна вода повинна бути чиста і не містити в собі будь-яких змулених частинок. Температура її нормально повинна змінюватися між 8—12°, вище 12° вода втрачає свій свіжий смак, а вода, що має температуру нижчу за 5°, шкодить здоров'ю. Вода не повинна мати жадного запаху.

З речовин, що містяться в розчині в ґрунтовій воді, насамперед укажемо за сполуки кальцію та магнію. Від цих домішок залежить, так звана, *твердість* води. Всім відомо, що так звана «тверда вода» (жесткая вода) погано смалиться, в ній погано заварюється чай; тверда вода непридатна і для паровиків, через те, що вона осаджує дуже швидко грубі шари накипи. Твердість води визначають в так званих «градусах твердості». Німецький градус твердості (H°d) відповідає вмістові в 100 000 частин води однієї частини

оксиду кальцію, французький градус (Н<sup>ф</sup>) — відповідає одній частині карбонату кальцію в 100 000 частин води. Вміст магнію перераховують на кальцій, для чого, при визначенні твердості в німецьких градусах, кількість оксиду магнію помножають на 1,4. Обрахувуючи в французьких градусах, помножають кількість карбонату магнію на 1,75.

Властивість води — розчиняти карбонати кальцію та магнію — великою мірою залежить від вмісту в воді двооксиду вуглевого.

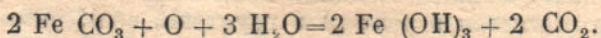
Загальною твердістю звать твердість свіжої, сирової води. Коли воду закип'ятити, частина двооксиду вуглевого виділяється з води, через що більша частина карбонатів кальцію та магнію стає нерозчинна і осідає з води. Твердість кип'яченої води має назву «сталогої твердості». Вона залежить, головню, від наявности сульфатів, нітратів, хлоридів та силікатів кальцію та магнію. Твердість води визначають або за допомогою хемічної, кількісної аналізи, або титруванням води мильним розчином (Кляркова метода). Кляркова метода дуже зручна тому, що і гідрогеологи і інженери можуть дуже легко й швидко визначати твердість води, користуючись цією метою.

Кляркова метода полягає ось у чому: готують так званий *нормальний мильний розчин*, для цього беруть чисте мило і розчиняють його в чистому спирті, потім розбавляють спиртовий розчин водою. До титрувальної трубки (градуйована трубка, внизу якої є гумова кишка з затискним грантом) наливають нормального мильного розчину. Коли налити в градуйовану скляночку 50 см<sup>3</sup> води з нормальною твердістю (12 Н<sup>д</sup>) і потім приливати нормального мильного розчину до цієї води і перебовтувати суміш склянкою паличкою, то в той час, коли ми додамо до води 24,4 см<sup>3</sup> мильного розчину, всі карбонати що є в воді, підуть на нейтралізацію мила, і коли будемо потім ще приливати мильного розчину, в воді з'явиться мильна піна. Залежно від того, скільки доводиться додавати мильного розчину до тієї чи тієї пробі води, щоб почала з'являтися піна, ми можемо обрахувати твердість води, яку ми вивчаємо. Звичайно, найтвердіша вода міститься в породах карбонатних або багатих на карбонати та сульфати, як от: у вапняках, гіпсах тощо. Найм'якші води зустрічаються в гранітах та інших кристалічних породах, чистому кварцовому піску тощо.

Гефер подає такі цифрові норми: м'яка вода може мати до 12 Н<sup>д</sup>; тверда — до 30 Н<sup>д</sup>; а дуже тверда — понад 30 Н<sup>д</sup>.

Вода з твердістю більшою як 30 Н<sup>д</sup> непридатна для парових машин. Її також треба вважати за погану для пиття та для господарських потреб, проте на практиці трапляються випадки, коли не лише воду з 30 німецькими градусами твердості використовують для водопостачання, але й далеко твердішу. На півдні України, де взагалі дуже не вистачає доброї води, нерідко користуються водою, що має 50—60° і навіть 70 Н<sup>д</sup>. Ще гірше стоїть справа в Донбасі, де часом уживають води, твердість якої досягає 100 Н<sup>д</sup>. Буває, що вода того самого підземного горизонту має неоднакову твердість у різних місцях. Твердість води залежить, великою мірою, від кількості розчиненого в ній двооксиду вуглевого; коли під землею зустрічаються великі порожнини, розколини або печери, то, попадаючи до них, вода звільняється від частини двооксиду вуглевого, і від цього твердість її почасти зменшується.

*Сполуки заліза*, зокрема бікарбонати та сульфати часто зустрічаються в розчині в підземній воді. Коли воду з домішкою сполук заліза поставити в якійнебудь посудині, то залізо осідає на дно. При цьому виділяється гідрат оксиду заліза за такою формулою:



Невелика кількість заліза майже завжди є в підземній воді. Коли кількість ця зростає, то вода стає недобра, вона має кепський смак. Вода навіть з малою кількістю залізних сполук непридатна для бліхарень та фарбувалень, а коли вміст заліза чималий, то вода непридатна і для пралень та папірень, керамічень та текстилень.

Там, де ґрунтова вода витікає на поверхню в вигляді джерел, нерідко можна спостерігати руді скоринки, наявність яких означає чималий вміст у воді залізних сполук.

Лугові сполуки спостерігають у всякій воді. Невелика кількість їх є і в питній воді, але коли кількість лугів дуже збільшується, вода стає мінеральна, і її не можна вживати, як звичайну питну. Здебільшого, в воді зустрічається хлористий натр. В питній воді не повинно бути більш, як 500 м.м хлориду натрійного на літр.

Кількість солей магнію, звичайно, буває невелика, але іноді в воді помічається значний вміст солей магнію. Така вода непридатна пити, кепська для використання в техніці і шкідливо впливає на рослинність.

Сполуки азоту зустрічаються в воді у вигляді амоніаку, нітритної кислоти та азотової кислоти.

Наявність амоніаку часто вказує на те, що в воді містяться шкідливі продукти розкладу органічних речовин; але бактерії ґрунту також можуть виділяти амоніак.

Нітритна кислота ще ясніш вказує, що в воді є продукти розкладу.

Азотова кислота також може вказувати на забрудненість води, хоч і не завжди.

Коли в воді багато азотових сполук, то її треба аналізувати, бо може виявитися, що вона дуже забруднена і шкідлива до вжитку.

Сірчана кислота рідко зустрічається в вільному стані, але часто в вигляді сульфатів. Великий вміст сульфатів, головно, гіпсу, надає воді твердості і робить її непридатною.

Силіцієва кислота звичайно зустрічається в дуже малій кількості і не має жадного значення.

Двооксид вуглевий надає воді доброго смаку; коли кількість двооксиду вуглевого велика, то вода належить до мінеральної води і утворює, так звані, кислі джерела. Вода з чималою кількістю вільного двооксиду вуглевого в водопровідних трубах може руйнаційно впливати на бетон, цемент, оливу, мідь та цинк, що, з одного боку, шкідливо відбивається на водогоні, а, з другого боку, може зробити воду шкідливою або навіть отруйною.

Про наявність у воді сірководню легко дізнатися з його характерного запаху. Часом сірководень утворюється завдяки розкладові органічних речовин, які містять в собі сірку (наприклад, білків); в неглибоких криницях сірководень може завжди походити з покиді, і в таких випадках його треба вважати за сигналізатора небезпеки, так само як азотові сполуки. Але і в тій воді, що зовсім чиста, в воді, що її добувають з глибоких артезійських горизонтів, також нерідко буває чимала домішка сірководню, і ця вода, виходячи на поверхню, має характерний сірководневий запах. В цьому разі на сірководень не треба дивитись, як на шкідливу речовину, бо його легко можна виділити з води, і вода стає чиста і придатна до пиття та інших потреб.

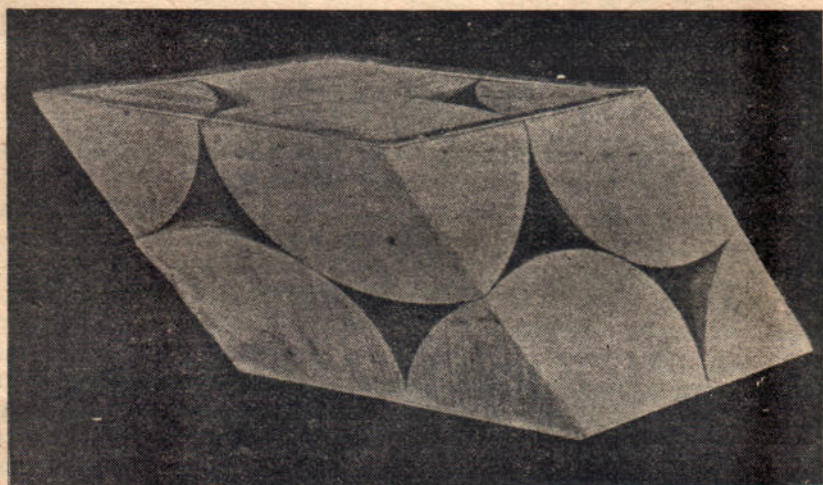
Крім тих сполук, про які ми вище згадували, в воді зустрічається ще багато різних інших хемічних сполук, але звичайно в невеликій кількості.

## **VI. ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГІРСЬКИХ ПОРІД** **Водопрхідність та водомісткість. Пористість. Розколини в твердих породах. Щілини та пори в глинах. Капілярність. Гігроскопічність**

Тоді як петрографія — наука про гірські породи — має досить складну та вдосконалену класифікацію гірських порід, для практичних завдань гідрогеології доводиться мати своєрідну, дуже спрощену класифікацію гірських порід залежно від їхнього стосунку до води. В одних породах може вміщатися велика кількість води, а в других дуже мала, крім одні породи вода

може легко проходити, крізь другі трудно, крізь треті течна вода зовсім не проходить.

Властивість порід пропускати крізь себе воду звуть *водопрхідність*. Вода проходить крізь пори чи порожнини в породі. Є породи цілком щільні, не пористі, як, наприклад, граніт та інші масивно-кристалічні породи. Осадкові округлі породи (механічні осадки) мають значну *пористість*. До порід дуже пористих належить пісок. Поміж окремими зернами піску або піщинками є пори, що по них протікає вода. Загальний обсяг пор дуже великий, пересічно 30—40% від усього обсягу піску. Загальний обсяг пор в одиниці обсягу породи звуть пористістю цієї породи. Якщо, наприклад, сумарний обсяг усіх пор в 1 м<sup>3</sup> піску дорівнює 0,41 м<sup>3</sup>, то кажуть, що пористість цього піску 41%. Пористість піску залежить від форми та уложення його зерен. Якби уявити собі замість природного піску ідеальний пісок, що весь складається з кульок однакового розміру, то можна обчислити такі граничні цифри його пористости.



Мал. 82. Пори поміж кульками (модель піску) при тетраедричному уложенні зерен.

Коли кульки лежать одна коло одної, утворюючи квадратну сітку, та одна над одною в прямовисному напрямку (кубічне уложення), то загальна пористість досягає найбільшого розміру: 47,6%.

Коли кульки уложені так, що утворюють не куби, а тетраедри, тобто над трьома кульками спіднього ряду, що лежать, утворюючи рівнобічний трикутник, посередині лежить кулька верхнього ряду, то обсяг пор зменшується до 26% (мал. 82).

Пористість не залежить від розміру кульок, а лише від їх уложення.

Але зерна в природному піску не бувають кулястої форми, до того ж вони не бувають і однакового розміру. Пори поміж більшими зернами зменшуються часто тому, що в них містяться менші зерна. Пористість пісків рідко досягає зазначених граничних чисел, змінюючись частіше в межах 30—40%.

Пористість пісків можна визначити так: до скляної посудини насипають певну кількість піску, напр., 200 см<sup>3</sup>; потім доливають води стільки, щоб рівень її зрівнявся з поверхнею піску, при чому стежать за кількістю води, що її налили. Ділячи обсяг цієї води на обсяг піску в посудині, вираховують пористість. Напр., коли води пішло 80 см<sup>3</sup>, то пористість =  $\frac{80 \cdot 100}{200} = 40\%$ .

Водопрхідність порід залежить не тільки від їхньої пористости, але і від розміру складових частин та разом із тим і від розміру пор; що грубший пісок, то більша його водопрхідність. До дуже водопрхідних порід належить рінь.



Навпаки, бувають породи дуже пористі, але маловодопроникні або цілком водонепроникні. До водонепроникних порід належать глини, хоч пористість їх дуже велика — близько 40—50%.

Отже, гідрогеологи поділяють породи на водопрохідні та водонепроникні.

До водонепроникних порід належать всі щільні непористі вулканічні кристалічні породи — граніт, сієніт, діорит, габро, базальт та інші. Більшість метаморфічних порід теж водонепроникні, напр., гнейс, кварцит, мармур. Осадові кристалічні породи теж не пропускають води — гіпс, кристалічні вапняки, сіль тощо. Перелічені породи не тільки водонепроникні, але й не водомісткі, бо вони або не мають пор, або дуже мало пористі.

До другої групи порід треба залічити породи також водонепроникні, але водомісткі, що вбирають чималу кількість води, але не пропускають її крізь себе. Найхарактерніша й найпоширеніша порода цього типу — глина. Глина вбирає велику кількість води (300—500 л на 1 м<sup>3</sup>) і енергійно затримує її. Якщо до глини домішується пісок, навіть у чималій кількості, вона не втрачає своєї водонепроникності. З домішкою вапна глина стає мергеляста; коли маємо значний вміст вапна, 60—80% загальної маси породи, то її звуть мергель. Мергелясті глини та мергелі теж дуже водомісткі та водонепроникні.

Торф вбирає воду в величезній кількості, але дуже погано проводить її, часом майже не проводить. Під час розроблення торфовищ часом можна бачити ями, викопані в торфі набагато нижче рівня ґрунтової води і сухі; такі ями лише через кілька днів, а часом тижнів, починають заповнюватися водою.

Окрему групу порід щодо водопрохідності становлять крейда та лес. Крейда, залежно від складу, може вбирати води від 144 до 439 л на 1 м<sup>3</sup>; вона проводить воду, хоч і дуже повільно; водопрохідність крейди мала, але до водонепроникних порід її залічити не можна.

Лес має дуже своєрідні гідрогеологічні властивості; поперше, лес дуже пориста порода, але зерна, з яких складається лес, дуже дрібні — переважно це мікроскопічні кварцеві зерна. Лес вбирає води до 50% свого обсягу; ця вода проходить униз дуже повільно. Ще гірше, надзвичайно повільно пересувається вода в лесі в поземому напрямку. Велика трудність пересування води в лесі в поземому напрямку пояснює таке нерідке явище в степовому районі на півдні України: в двох криницях, що лежать одна від одної на віддалі кількох десятків метрів, а часом кількох метрів, вода зовсім неоднакова, в одній вона солодка, придатна до пиття, а в другій солоня, цілком непридатна. Своєрідність походження лесу пояснює нам, чому в одному напрямку — прямовисному — лес далеко водопрохідніший, ніж у другому — поземому. Лес є наземний витвір, що склався з дрібного пилу в колишніх степах. В міру того як на поверхні степу відкладалися нові верстви пилу, перетворюючись на лес, степові рослини пророщували його своїми корінцями; старі корінці згнивали, і на їхньому місці залишалися в лесі численні трубочки, що пронизують всю товщу лесу і тягнуться здебільшого приблизно в прямовисному напрямку. Існування цих каналців полегшує циркуляцію води в прямовисному напрямку в товщі лесу.

Лес, так само, як і крейду, треба вважати за напівпроникну породу.

Дуже дрібний пісок належить до маловодопроникних порід. Пісок, що в ньому пересічний діаметр зерен 0,1 мм, майже водонепроникний. Із збільшенням розміру зерен, а разом із тим і розміру пор поміж зернами, водопрохідність піску збільшується в геометричній прогресії (див. далі, розділ XI). Грубозерний пісок, нарінок (гравій) та ринь (галька) мають величезну водопрохідність; коли копати яму в таких породах, вона зразу заповнюється водою.

Домішка до піску глини надзвичайно зменшує його водопрохідність; домішка 10—15% глини достатня для того, щоб пісок був водонепроникний; в Подільській Наддністрянщині поширений пісок так званого Подільського поверху, що містить таку домішку глини й являє собою водотривку породу, над якою залягає багатіючий водовмісний горизонт.

Щодо твердих осадових порід, як от: пісковики, вапняки, то їхня водопрхідність буває дуже різноманітна залежно від структури тієї чи тієї породи. Якщо в пісковіку цемент заповнює цілком всі пори поміж піщинками, то пісковик не пропускає води; коли ж цементация не настільки значна і частина пор залишилася вільна, то пісковик буває водопрхідний більшою або меншою мірою.

Серед вапняків теж є відміни, дуже щільні й цілком водонепрхідні, але безліч вапняків мають пористу структуру й належать до водопрхідних порід.

Але й із тих порід, що ми їх залічили до водонепрхідних, нерідко добувають воду і часом у значній кількості. В районі м. Могилева-Подільського рясні джерела витікають з силурського пісковіку, постачають артезійську воду з тієї самої породи. В колишній середній Росії на величезній площі добувають, артезійську воду з вапняків девону. Коли в Альпах проводили Сен-Ітгардський тунель і проривали міцні кристалічні породи, то доплив води був такий значний, що до проєкту довелося запровадити зміни і збільшити спад тунелю з 0,01 до 0,02, щоб полегшити вплив води. З міцних напівкристалічних юрських вапняків Криму вибігають потужні джерела, з яких утворюються річки. В багатьох країнах найпотужніші джерела виходять з вапняків. Численні свердловини на сході України (Старобільщина) добувають артезійську воду з крейди.

Як же можна пояснити існування підземної води в твердих, загалом непрхідних та водонепрхідних породах. Це пояснюється існуванням розколин та порожнин у породах. Під впливом тектонічних рухів, тиску в земній корі, найміцніші породи тріскають; в багатьох каменярях, де добувають граніт або інший камінь, можна бачити великі й менші розколини; з деяких розколин тече вода і її треба відливати. Старі залишені каменярі нерідко перетворюються на озера. В роботі здобування каменю щілини порід мають велике значення; в одних місцях вони перешкоджають видобуванню, бо існування численних, зразу невидних розколин спричиняється до того, що порода розколюється на неправильні скиби або на дрібні грудки та щебру. В інших випадках існування прямовисних та поземних розколин надзвичайно полегшує видобування, допомагаючи відокремлювати від масиву окремі, певної форми та розміру, брили; існування дрібнішої щілинистости дає змогу далі розколювати матеріал на правильні куски.

Великі розколини можуть проводити чималу кількість води, дрібніші теж нерідко є шляхом підземної водної циркуляції.

В тих породах, які можуть помалу розчинятися в воді, як от: вапняк, крейда, циркулювання води в розколинах спричиняється до розширу розколин та утворення складних проходів — так званих печер, що в них часом течуть струмки та річки (див. розділ XIV).

Нерідко колодязі беруть воду з глин, що належать до порід водонепрхідних. Це пояснюється різними причинами. Часом буває, що в глинах є проверстки піску з водою; але часто-густо вода йде з непіскуватих глин. Річ у тому, що в глинах з різних причин бувають щілинки, порожнини, так звані нори, якими протікає вода. Якщо, при копанні колодязя взяти зразок тієї глини, з якої добувається вода, і дослідити її, то виявиться, що це цілком водонепрхідна порода; але, відливши воду з колодязя, нерідко можна побачити щілинки й нори, що з них витікає вода.

*Капілярність*, як відомо з фізики, є властивість води підійматись у тонесеньких трубочках вище рівня води в тій посудині, до якої ми ставимо трубочки, при чому вода підіймається то вище, що менший діаметр трубочки. Вишину, до якої підноситься рівень води в тонесеньких трубочках, визначають з такої формули:

$$h = \frac{30 (1 - 0,002 t)}{d}$$

де  $t$  — температура;  $d$  — діаметр капілярної трубочки в міліметрах.

Якщо діаметр трубочки 0,05 мм, а температура 20° С, то підняття =

$$= \frac{30(1 - 0,04)}{0,05} = 576 \text{ мм.}$$

В пористих та щільнистих гірських породах вода може підійматися вище загального рівня ґрунтової води всупереч силі тяжіння під впливом капілярності. Але через велику складність та неправильність форми дрібних порожнин у породах вищину капілярного піднесення не можна обчислити за формулою і визначити її можна лише дослідним шляхом. Для цього беруть скляні трубки завдовжки 1 м та діаметром 2 см, і на нижньому кінці їх закривають марлею, яку прив'язують або прикріплюють за допомогою гумового кільця. Трубки заповнюють тими породами, капілярність яких треба вивчати і ставляють їх до широкої мілкої посудини з водою. Вода поволі підіймається в трубках з породами, і спостерігаючи її рівень, можна визначити капілярність порід. В пісках сила капілярності то більша, що вони дрібніші. За дослідями Атерберґа капілярність піску така:

Розмір зерен	Капілярність
5 00—2 00 мм	25 мм
2,00—1,00 »	66 »
1,00—0,50 »	131 »
0 50—0 20 »	246 »
0 20—0,10 »	428 »
0,10—0,05 »	1 055 »
0,05—0,02 »	1 860 »

В глинястих ґрунтах вода підіймається на 2 м і навіть більше.

Капілярність має величезне значення для рослинності та сільського господарства. Капілярне підняття води в ґрунтах з горизонту ґрунтової води під сушу пору постачає рослинам конче потрібну їм воду. В піскуватих грубозернистих ґрунтах цієї допомоги з боку капілярності не доводиться сподіватися.

Скажемо ще кілька слів про *гігроскопічність* порід.

Коли карналіт або іншу калієву сіль покласти відкрито на повітрі, то вона скоро розмокне й розпливється. В вогкому приміщенні кухенна сіль розмокне, тютюн звогчується. Властивість різних речовин притягати до себе вологу звуть гігроскопічністю. Такі надзвичайно гігроскопічні породи, як солі калію, дуже рідко зустрічаються; але різні породи бувають до деякої міри гігроскопічні. Питання про гігроскопічність порід дуже мало висвітлено, хоч воно безперечно має важливе значення для з'ясування походження підземної води.

## VII. ПОХОДЖЕННЯ ҐРУНТОВОЇ ВОДИ

**Історія питання. Теорія інфільтраційна. Атмосферні опади; стік, парування та інфільтрація. Значення клімату, порв року, погоди. Склад ґрунту. Рослинність. Теорія конденсаційна.**

### Ювенільна вода

В питанні про походження підземної води були й є великі суперечки.

Нам довелося б багато писати, щоб розповісти про всі погляди, які поставили з цього приводу, починаючи з давніх часів. Починаючи від Платона, цим неодноразово повторювали думку про те, що підземна вода походить із океанів, вода яких проходить під землею. Дуже давно з'явилася і правильна думка про те, що підземна вода походить із дощів та снігу, вода яких проходить у землю; цю думку за 40 років перед нашою ерою висловив Марк В і т

рувій Поліс, але її потім закинули; до тієї самої думки приходили Бернар Палісі (1650 р.), Фосій (1656 р.) та Бертолін (1701 р.), але лише Маріот (1711 р.) довів правильність цього погляду, переконавши більшість учених у тому, що ґрунтова вода постає з атмосферних опадів, які дрібними каналцями та порами інфільтруються (проходять) у землю, аж доки натраплять якусь водонепрохідну породу. На поверхні такої породи в землі утворюється водовмісна верства, якою вода тече над водонепрохідною породою. Цей погляд названо — *інфільтраційна теорія*.

Не кажучи про різні надзвичайно фантастичні погляди, відзначимо, що вже в Галлея зародилася думка про велику роль роси — конденсації водяної пари з повітря — в утворенні ґрунтової води (1674 р.) і що цю думку розвивав та уґрунтовував Де-ля-Метрі (1797 р.). 1877 р. у Франкфурті в Німеччині відбувся великий диспут про походження підземної води, на якому Фольгер виступив на оборону тези: «*Ґрунтова вода ніколи не походить від дощової води*». Фольгер обстоював тезу про утворення підземної води через конденсацію водяної пари того повітря, яке проходить у ґрунт та підґрунтя і там охолоджується. Надто різке відкидання факту інфільтрації з боку Фольгера спричинило негативне ставлення до його погляду, який названо *теорія конденсації*. Цієї теорії більшість учених не визнала, але це не була ще смерть теорії; деякі факти, що їх наводив Фольгер на доказ конденсації, важко було відкинути; за новішого часу російський вчений Лебедєв виступив знову на оборону конденсаційної теорії, при чому він надзвичайно ґрунтовно опрацював питання про походження підземної води і додав стільки нового матеріалу, що теорія конденсації Лебедєва вже зовсім не така, яку висунув Фольгер і її вірніше було б назвати *теорія Лебедєва*.

Саме на розгляді цих головних теорій нам доведеться докладніше зупинитися далі.

Найширше визнання та найбільше поширення має інфільтраційна теорія.

Вода на поверхні суходолу, яка йде на живлення підземної води, випадає в вигляді атмосферних опадів, як от: дощ, сніг, град, роса; крім того, вода з річок та струмків, озер та морів теж інфільтрується в ґрунт і в різних випадках більшою або меншою мірою йде на живлення підземних водовмісних верств.

Вода атмосферних опадів розподіляється так: 1) частина її стікає за рельєфом до найближчої річки, озера або моря — *стік*; 2) частина випаровується і знову повертається до повітря — *випаровування*; 3) частина проходить у ґрунт та підґрунтя і йде на живлення підземної води — *інфільтрація*. В жадному разі, при жадних обрахунках не можна вважати ці три частини за рівні, вони змінюються залежно від багатьох причин у різних пунктах і в тому самому пункті за різного часу; до причин, що впливають на розмір інфільтрації належать такі: клімат, погода, пора року; рельєф загально-географічний, рельєф місцевості та мікрорельєф; склад ґрунту та геологічна будова місцевості; рослинність і ще інші дрібніші фактори.

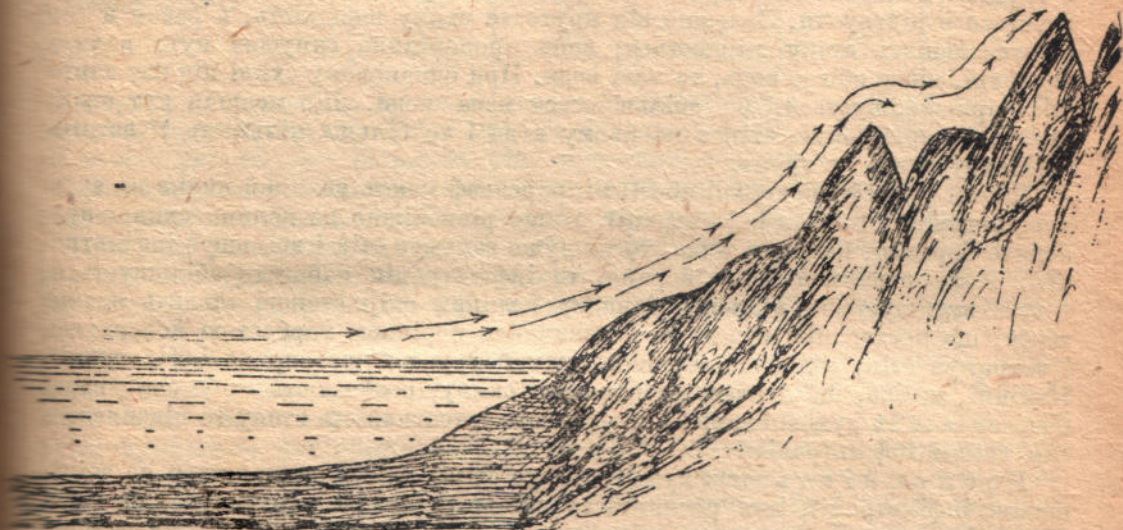
Клімат, звичайно, не може не відбиватися на умовах живлення та на загальній кількості підземної води. Не важко уявити собі, що сухі випалені сонячним промінням пустині, як от: Сахара, Аравія, Гобі, Калахарі, Атакама, відзначаються великою бідністю ґрунтової води і, навпаки, райони, багаті на атмосферні опади, як, наприклад, Західня Європа, Полісея, Західня Грузія та інші мають часом зайву кількість ґрунтової води. Кліматичні зміни, погода та пора року навіть в одній місцевості спричиняють різне живлення ґрунтової води.

На весні, коли розтане сніг, і ґрунт вогкий, а повітря також насичене вологою і ще мало тепле, вода під час дощів легко проходить у ґрунт. Якщо ґрунт мерзлий — проходження стає неможливе. Влітку, під час жаркої сухої погоди, коли раптом випаде дощ, то, копнувши лопатою землю, не важко побачити, що вона промокла на незначну глибину, а далі суха; вигляне сонце або повіє вітрець, дивись — уже сухо; в даному разі парування так дуже перевищує інфільтрацію, що вона або зовсім не відбувається або йде надзви-

чайно помалу. Але, якщо дощ піде обложний, на кілька день, а то й тижнів, то ґрунт глибоко промокає, і вода тоненькими каналцями та порами інфільтрується на чималу глибину. Крім того, після коротких, хоч би й великих дощів, злив, вода значною частиною стікає.

Рельєф має велике значення для інфільтрації,—як загальний географічний рельєф, так і рельєф кожної окремої місцевості, а також мікрорельєф—деталі форми поверхні, горбки, канави, ямки, насипи тощо.

Загальний рельєф має насамперед вирішне значення для клімату. Не кажучи вже про залежність температури місцевості від висоти її над рівнем моря, рельєф дуже впливає на кількість атмосферних опадів. Досить взяти за приклад північний схил Кавказу та його південний схил; на першому випадає вдвоє менше атмосферних опадів, ніж на другому. Так само в Альпах з західного та південно-західного боку, який підпадає під вогкі Атлантичні



Мал. 83. Західний вітер коло Батуму.

повітряні течії, випадає далеко більше атмосферних опадів, ніж на північному та східному боці. Яскравий приклад дає нам кліматичний перекрій південного Кавказу через Батум. З заходу йдуть вогкі вітри; вони несуть вологу з Атлантичного океану та Чорного моря. Батум стоїть на низовинній надморській смузі, за якою зразу починається підняток на Аджарські гори, що мають середню висоту 2500 м. Потіки теплої, насиченої вологою повітря впираються в Аджарські гори. Не маючи іншого шляху, повітряна течія починає підійматися на гори. Повітря, що підноситься вгору, переходить з верстви з більшим атмосферним тиском до верстви з меншим атмосферним тиском; при цьому воно охолоджується і вже не може вміщати в собі стільки вологи, як тепле повітря. Часто-густо над Батумом лежать хмари, гори ховаються в них, ллють дощі та ще які; часом у Батумі дощ ллє по кілька тижнів; кількість атмосферних опадів на рік досягає 1600—1800 мм. Теплий та вогкий клімат Батуму дає змогу культивувати тут риж, бамбук, чай, мандарини, цитрини тощо, вирощувати бананові дерева та пальми; ліси навколо Батуму та в Ріонській низовині перевиті ліанами, так що не пройдеши і не пройдеши. На Чорноморському схилі Аджарських гір випадає сила дощів, і цей схил укритий величезним чудовим лісом; взимку на цих горах випадає така груба снігова поволока, про яку не мають навіть уяви в жадній іншій місцевості СРСР. Вгору та вгору підноситься повітряна течія, щораз більше охолоджується, щораз більше звільняється від вологи; врешті вона переходить через гори

й починає помалу спускатися на Вірменську високорівню. Спускаючись, повітря стискається, зменшується в обсязі й нагрівається; волога, що залишилася в ньому в малій кількості, стає зовсім недостатня для теплого повітря; по Вірменії проходить гарячий сухий вітер — той самий вітер з Атлантики, що приніс дощі Батумові, що виростив ліси, облутані ліянами, цей самий вітер сушить Вірменські степи і, спускаючись далі в Муганську долину, перетворюється вже на справжній фен-суховій і випалює цю долину, обертаючи її на голодний напівпустинний степ, в якому ґрунтова вода залягає на великій глибині і в недостатній кількості.

Це все ми говорили про вплив загально-географічного рельєфу; перейдімо до рельєфу місцевості. Зрозуміло, що стік залежить від рельєфу; коли рельєф нерівний, горбастий, багатो схилів, ярів, балок, долин, то вода після дощу швидко збігає, і стік набагато перевищує кількість тієї води, що залишається в ґрунті і почасти випаровується, повертаючись у повітря, почасти ж інфільтрується в підґрунтя. Залежно від крутості схилу швидкість, а разом з тим і інтенсивність стоку змінюється; вона пропорційна синусові кута нахилу поверхні, якою збігає вода, та масі води. При однаковому схилі під час зливи стік пришвидшується, бо збільшується маса води. Що менший кут спаду схилу, то повільніше стікає по ньому вода і то більша кількість її встигає інфільтруватись у ґрунт.

Деталі рельєфу поверхні або її мікрорельєф мають великий вплив на взаємовідношення стоку та інфільтрації. Якщо рівнобіжно до долини схилом проходять борозни, канавки тощо, то це дуже гальмує стік і збільшує інфільтрацію. Коли поверхня землі зорана, то інфільтрація набагато збільшується, а стік зменшується; в цьому випадку великий опір стокові ставить значне тертя, що постає між водою та надзвичайно нерівною горбастою поверхнею, і затримує стік; водночас зораний пухкий ґрунт дуже сприяє інфільтрації. Камінці, щебра, що лежать на поверхні схилу, розбивають струмочки води, позбавляють їх рухової енергії, зменшують інтенсивність стоку та підсилюють тим самим інфільтрацію.

Рослинність теж дуже гальмує стік і тим спричиняється до збільшення інфільтрації, але рослинність збільшує також випаровування води. Польові рослини, трави дуже вбирають та випаровують вологу. Ліс витягає з землі й випаровує своїм листям величезну кількість вологи; далі ми розповімо про вплив лісу на ґрунтову воду (див. розділ XIII).

Надзвичайно велике значення для балянсу води атмосферних опадів має геологічна будова поверхні та склад ґрунту. Коли поверхня складається з водонепрохідної глини, то, зрозуміло, на інфільтрацію припадає надто мала частина, а випаровування та стік забирають величезну більшість води атмосферних опадів. Якщо ґрунт лесовий або суглинястий, то інфільтрація іде дуже повільно, і за сухої пори року переважна кількість води що випадає, припадає на парування. Коли атмосферні опади випадають на пісок, то перевага буде на боці інфільтрації, бо ця водопрохідна порода швидко інфільтрує дощову та снігову воду. Якщо дощі виливаються на поверхню карстового вапняку, то інфільтрація досягає найвищого розміру — ніздрато-печеристий вапняк зразу вбирає всю воду, і на долю стоку та парування лишається дуже мала кількість її.

Факт інфільтрації атмосферних опадів можна довести суто дослідним шляхом; для цього користуються *лізиметрами*. Лізиметри — це скриньки або циліндри, заповнені тією чи тією породою або ґрунтом, що їх закопують у землю або під землею та стежать за прибутком або протіканням води; є лізиметри двох типів: з суцільним дном, що їх уживають, щоб збирати воду, що інфільтрується, та з пористим дном, у яких можна стежити за інфільтрацією води через даний ґрунт. Підземні лізиметри можна встановити так, щоб можна було робити спостереження, не виймаючи лізиметра з землі. Для цього копають сторчову шахту, від якої на тій чи тій глибині проводять у кожному напрямкові боковий хід або штрек; в кінці такого штрека закопують лізиметр, один бік

якого, звернений до штрека (до спостерігача), має скляне довге віконце, крізь яке роблять спостереження.

Такі спостереження довели, що дійсно відбувається інфільтрація опадів, та показали, що інфільтраційний потік посувається повільно і запізнюється, порівнюючи з часом випадення дощу то більше, що глибше в землі в даний лізиметр.

Ебермаєр у Німеччині на підставі лізиметричних спостережень встановив, що такий відсоток води атмосферних опадів інфільтрується в ґрунті:

Ґ р у н т	Весна	Літо	Осінь	Зима	За рік
Торф . . . . .	64,0	11,0	49,0	9,0	53,0
Садовий ґрунт . . . . .	6,9	4,6	2,8	7,1	5,2
" " . . . . .	6,7	2,1	0,6	4,7	3,1

Беручи до уваги, що загальна кількість атмосферних опадів на рік у тій місцевості, де Ебермаєр робив свої спостереження, дорівнює 850—950 мм, не важко уявити, яка кількість води проходить під землю.

Лізиметричні дослідження показали, що на голій, не вкритій рослинністю землі, інфільтрація іде далеко інтенсивніше, ніж на землі, вкритій рослинами.

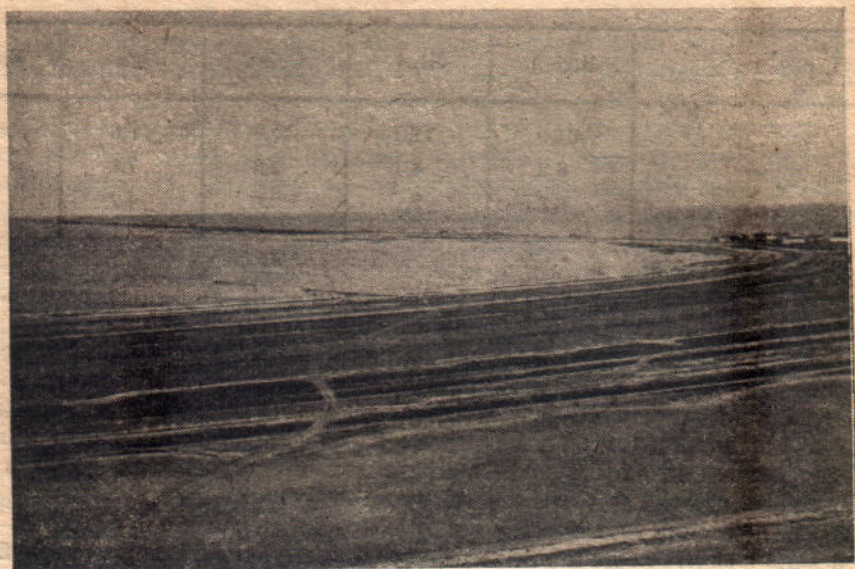
Під сухі роки зменшується не тільки кількість атмосферних опадів, але й відсоток інфільтрації їх. Та це відомо й без детальних дослідів кожному, що під час посухи кількість води в криницях зменшується, а деякі криниці й зовсім пересихають.

Проте, якщо інфільтрація води з атмосферних опадів у землю є факт, то це ще не значить, що в ґрунті не відбувається й конденсаційного утворення води. Навіть Гефер, що ставить дуже прихильно до інфільтраційної теорії та негативно до конденсаційної теорії, наводить деякі факти, що їх він сам може пояснити лише конденсацією. Але, якщо в окремих пунктах навіть вороги конденсаційної теорії визнають факт конденсації, то як вони можуть пояснити відсутність цього самого процесу і в багатьох інших пунктах? Легше гадати, що процес цей поширений і відбувається рівнобіжно з інфільтрацією.

Гефер наводить таке спостереження. На горі Цірбіцкогел (2397 м над рівнем моря) в Штирії влітку, під час посушливої погоди, коли в долинах та на схилах повисихало чимало джерел, він зустрів чинне джерело. Гора Цірбіцкогел під час посухи часто й довго була вкритана туманом. Вона складається з дуже щільного лоснякавого лупаку. На верховині цієї гори температура низька, завдяки великій висині її та туманові, що стикаючись із горою, конденсується; конденсація відбувається не лише на поверхні, але й у численних розколинах та щілинах. Коли в щілинах конденсується туман, то повітря там рідшає, і нові маси туману втягаються до щілин. Вода, що утворюється з конденсації туману, спускається щораз нижче і з'являється як джерело через якусь бокову щілину. Далі Гефер подає інший подібний приклад.

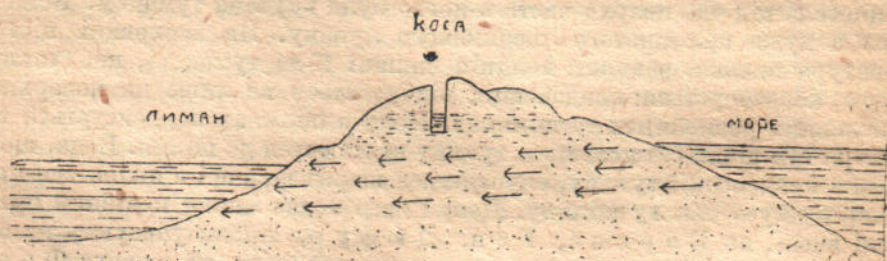
Інші вчені, як Барков, Ган, Дюфур, також указують на велике значення конденсації для утворення ґрунтової води на горах. Форел показав щодо кількості води в Роні нижче Женевського озера, що для живлення цієї ріки, не рахуючи випаровування, потрібні були б атмосферні опади в кількості 1450 мм на рік, але метеорологічні виміри з'ясували, що кількість опадів на рік дорівнює лише 700 мм. Недостача 450 мм та додаток на випаровування показує, яка кількість води одержується від конденсації пари на горах та яке велике гідрологічне значення має цей факт. Наведімо приклад з України; у нас на півдні в степах уздовж берегів Чорного та Озівського морів є ряд лиманів, що здебільшого являють собою солоні озера, відокремлені від моря лиманною смугою, що її звуть пересипи або коса. Коси бувають і дуже вузькі

(80—100 м) і широкі, до кількох кілометрів. Рибалки, що тимчасово оселяються влітку на косах, добувають воду так: вони копають неглибокі ями в піску коси («копанки») і з них беруть солодку воду для пиття та готування чаю та обіду. Якщо існування цієї води під час дощового літа можна пояснити інфільтрацією опадів, то це пояснення відпадає для сухого літа та цілковитого браку атмосферних опадів, коли з копанок на косах рибалки так само добувають солодку воду.



Мал. 84. Шаболатський лиман (озеро) в Басарабі. Видко вузьку косу, що відокремлює лиман від озера. На першому пляні концентричні смуги висихання озера.

На вузькій косі Шаболатського озера (близко 100 м завширшки) поміж Чорним морем та озером, солоність води в якому втричі більша від морської, з копанок добувають солодку воду під час посухи. На довжезній вузькій смузі острова Тендри в північній частині Чорного моря рибалки теж беруть воду з копанок і під дощове і під сухе літо. Нічим іншим, як конденсацією пари з повітря в пісках морських кіс цей факт не можна пояснити. В даному



Мал. 85. Розріз коси Шаболатського озера з копанкою. Стрілки вказують рух солоної води з моря до озера крізь пісок коси.

разі, як і в прикладі гірських верховин, обставини складаються так, що відхилити конденсаційне пояснення походження ґрунтової води неможливо; але очевидно, що конденсація повинна відбуватися і в інших випадках, де вона, разом з інфільтрацією, підтримує живлення ґрунтової води.

Фольгер казав, що коли в пори ґрунту та підґрунтя проходить з атмосфери повітря разом з водяною парою і в ґрунті воно охолоджується, то пара



з повітря конденсується і йде на живлення ґрунтової води. Разом з тим, повітря, що втратило вологу, повинне стати рідше, і в пори ґрунту повинні входити нові порції повітря з новою вологою. Де ж у такому разі повинен найбільше скупчуватися процес конденсації пари, на якій глибині в ґрунті? Щоб відповісти на це, розглянемо температурні умови поверхневої оболонки земної кори. Ця поверхнева верства, зазнаючи впливу літнього нагрівання та зимового охолодження, має температуру мінливу. Найбільші температурні зміни звичайно проходять на самій поверхні ґрунту; що далі в глибину, то зміни стають менші і врешті припиняються. Ту глибину, на якій уже нема температурних змін, звуть зоною сталої температури. В Парижі така зона залягає на глибині 28 м, де термометр завжди показує температуру 11,83°. В Зінов'ївському, за спостереженнями Кюсовського, зона сталої температури лежить на глибині 19,2 м, але температурні зміни дуже незначні й на менших глибинах, а саме: на 0,5 м амплітуда коливань 21,9°, на 1,5 м — 14,28°, на 3 м — 8, 12°. Зона сталої температури значно змінюється, від 1 до 30 м і більше, залежно від клімату та геологічної будови місцевості. Очевидно, в самому ґрунті та підґрунтовій товщі, де швидко змінюється температура, конденсація йде найінтенсивніше, а далі вона слабшає, але триває аж до зони сталої температури.

Нижче зони сталої температури в міру заглиблення в земну кору температура невинно зростає (див. розділ I).

Вода, що утворюється в ґрунті та підґрунті як через інфільтрацію атмосферних опадів, так і через конденсацію водяної пари, інфільтрується крізь породи далі, аж доки зустрінє водонепрохідну верству, наприклад глину. Тоді над поверхнею водонепрохідної породи вода затримується, скупчується і таким чином утворюється водовмісна верства — горизонт ґрунтової води. За спадом водонепрохідної постелі вода поволі пересувається по водовмісній породі й утворює потік ґрунтової води.

В тих місцях, де під водонепрохідною породою є ще водопрохідна верства, з ній теж може бути водовмісний горизонт; вода до нього потрапляє десь ізбоку, з тієї місцевості, де верхніх порід нема (розмиті, знищені), і водопрохідна порода безпосередньо виходить на поверхню або вкрита лише поволокою водопрохідних намулів; в таких пунктах водопрохідна верства живиться водою через інфільтрацію та конденсацію, а потім вода розходить по всій площі водопрохідної верстви, утворюючи в ній водовмісний горизонт навіть там, де над водопрохідною верствою залягає водонепрохідна верства.

Для живлення підземної води часом мають значення не лише атмосферні опади та конденсація пари з повітря в ґрунті; в деяких випадках велике значення має інфільтрація води з річок або озер. Якщо під дном річки або озера залягає водопрохідна порода, вода інфільтрується до неї. Часом цілі річки можуть зникати через те, що вода проходить до водопрохідних товщ нарізку або піску. Часто-густо буває, що в горішній частині балки або яру тече струмок, але він не виходить до гирла яру, бо вода з нього цілком розпорошується в водопрохідних намулах. Для прикладу можу навести яри, що впадають у річкові долини на Подільській Наддністрянщині. Потужні джерела, яких немало в цій місцевості, нерідко утворюють струмки, але часто ці струмки не доходять до річки, бо губляться в піщано-рінястих намулах; якщо викопати яму в цих намулах, то виявиться, що в них протікає потік ґрунтової води.

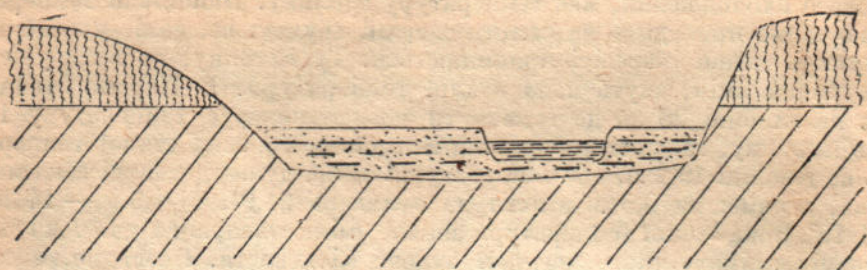
Якщо річка тече серед піскуватих алювійних покладів, то вона може зникнути, витративши свою воду на інфільтрацію; якщо річка несе багато води, то, наситивши алювійні поклади, вона далі не витрачає води і тече серед водовмісних пісків як по водонепрохідній породі; коли рівень води в річці підвищиться, наприклад, під час весняної поводи, підвищується й рівень ґрунтової води в алювії. Коли ж, навпаки, влітку або восени рівень води в річці спадає, то відповідно знижується й рівень ґрунтової води в алювії.

Коли річкова долина перетинає водопрохідну верству, що має похил, то вода з річки входить до такої верстви і в вигляді потоку підземної води тече по

цій верстві. Таке явище в районі верхньої частини басейну Дніпра, а також у долинах Курщини та Вороніжчини має чимале значення для живлення потужних водовмісних верств північно-східньої України (мал. 87).

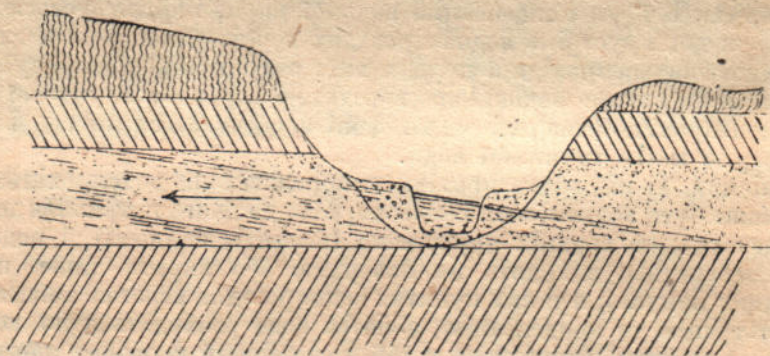
Коли річка або струмок перетинає породу, в якій є розколини, то цими розколинами вода витікає з річки, або частково або й уся.

На Поділлі, поблизу Могилева, коло села Лядави є велика балка «С у х а».



Мал. 86. Алювій річки, насичений річковою водою.

Назва балки походить не від того, що в ній нема річки, а від того, що річка тече в горішній частині долини Сухої, а нижче вона зникає, і долина справді на протязі приблизно 2 км суха; але далі на низ у долині виходить потужне



Мал. 87. Живлення водовмісної верстви водою річки.

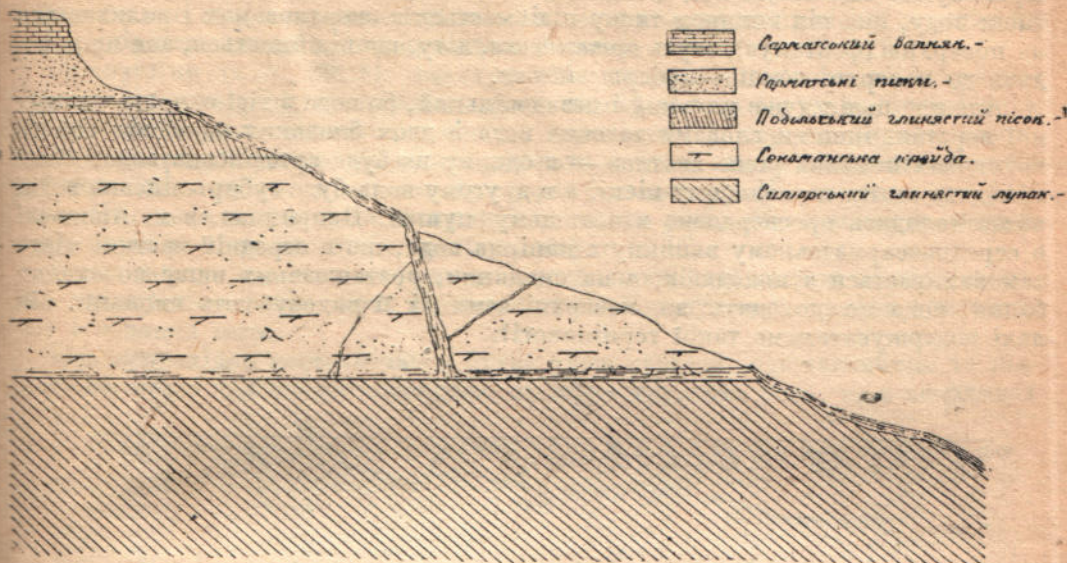
джерело, від якого знову починається річка і тече до р. Лядави. Досліди, що я їх зробив тут, виявили таку гідрогеологічну картину: річка народжується з водовмісних сарматських пісків, що лежать під вапняком над верствою глини. Нижче долина річки проходить по мергелястій сеноманській крейді, товща якої має великі розколини. Одна з таких розколин вбирає воду річки Сухої і проводить її до підніжжя крейдяної товщі, де залягає щільниста піскувата крейда та глауконітовий пісок; у цій водопрохідній породі підніжжя сеноманської товщі утворюється потужний водовмісний горизонт над водонепрохідним силурьським глинястим лупаком, і коли долина Сухої перетинає цей водовмісний горизонт, то потужні джерела дають воду в такій кількості, що річка відновлюється (мал. 88).

В карстових країнах (див. далі, розділ XIV) нерідко цілі річки зникають в ніздратах печеристих вапняках, і їхня вода присиднується до тієї карстової води, що циркулює в системі печер, і десь в іншому місці витікає знову в вигляді потужного джерела.

А. Ф. Лебедєв, як ми вже зазначили, не відкидаючи значення інфільтрації для походження та живлення підземної води, доводить першорядну вагу конденсації в цій справі. Влітку пара в ґрунті пересувається згори вниз до зони сталої температури; крім того, нижче цієї зони весь час іде рух пари

в зворотному напрямкові — знизу вгору. Пара, як відомо, завжди пересувається з пунктів, де вона має більший тиск, до тих пунктів, де її тиск менший.

При цьому рухові, залежно від розміру теплопровідності тих чи тих порід земної кори та змінності геотермічного градієнта, пара пересувається то швидше, то повільніше; саме в тих верствах, де геотермічний градієнт менший, швидкість руху пари більша і навпаки. На межі більш «паропровідної» та



Мал. 88. Гідрогеологічний розріз долини р. Сухої на Поділлі.

менш «паропровідної» верств, через гальмування пари при проходженні в останній, відбувається конденсація та утворення течної води; так утворюються за Лебедєвим другий, третій і т. д. водовмісні горизонти. Таким власне конденсаційним способом утворення глибоких водовмісних горизонтів Лебедєв пояснює факт існування між першим та третім горизонтом з солоною водою другого горизонту з солодкою водою.

Нам залишається сказати кілька слів про так звану *ювенільну воду* (воду, що походить з надр землі і вперше виходить на поверхню). Цю назву вперше застосував Е. Зюсс, що висунув гіпотезу про піднесення в маґмі водяної пари по розколинах, які глибоко проходять у земну кору. Але потім Зюсс, беручи до уваги докази відсутності кисню в маґмі, змінив цю думку на таку: не водяна пара, а гарячий водень підіймається по розколинах з маґми і, наближаючись до поверхні землі, сполучається з киснем повітря в ґрунті і дає теплі джерела (див. далі, розділ «Мінеральна вода»).

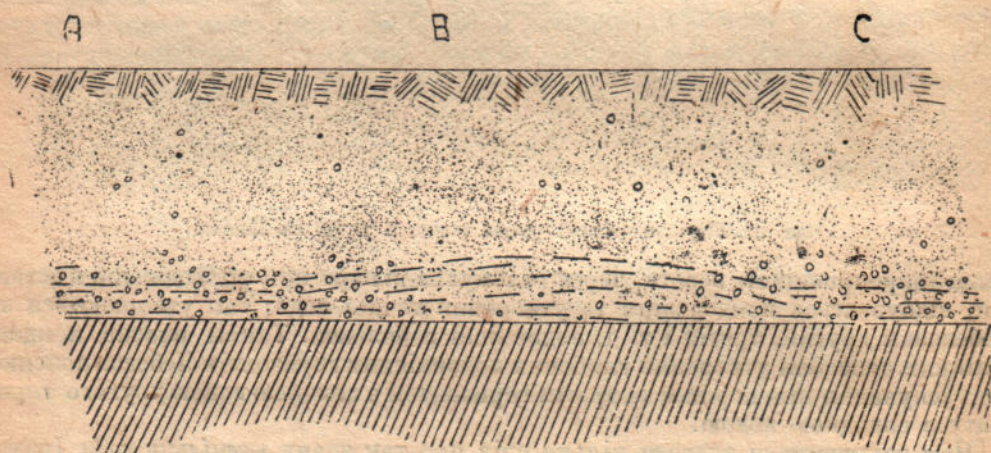
### VIII. ҐРУНТОВА ВОДА

**Рух ґрунтової води. Басейни та потоки. Напрямок руху ґрунтової води; методи його визначення: поплавець, сіль, фарби; гідрогієн**

Питання класифікації підземної води дуже складне. Назва «ґрунтова вода» постала ще за старого часу, коли всі гірські породи звали «ґрунти». Тепер різні дослідувачі по-різному застосовують цю назву. Одні звать «ґрунтовою водою» лише верхній горизонт підземної води, найближчий до поверхні, що його не вкриває згори водонепрохідна порода; такий водовмісний горизонт лежить у водопрохідній породі і має відкритий зв'язок з повітрям; всі горизонти підземної води, що лежать глибше і містяться у водопрохідних верствах,

які залягають між водонепрохідними породами, такі дослідники об'єднують під назвою *артезійської води*. Проте, більшість не визнає такої класифікації і до ґрунтової води залічує всяку підземну воду, що не має власного яскраво виявленого тиску (напору); її ще звуть *вінна вода*. До артезійської води залічують лише воду, що є під гідростатичним тиском і що, зустрічаючись із свердловиною, енергійно підіймається під впливом цього тиску до вищого рівня. Пропонують іще такий поділ підземної води, що має власний гідростатичний тиск: воду, яка під впливом тиску підіймається в свердловинах і виливається на поверхню (фонтанує), звуть *артезійська*, а ту, що підіймається, але не доходить до поверхні землі — *субартезійська*.

Але цей поділ дуже умовний і незадовільний, бо вода з тієї самої водовмісної верстви, іншими словами та сама вода в двох близьких один від одного колодязях повинна різно зватися — в одному це буде артезійська вода, якщо колодязь стоїть на низькому місці, а в другому вона буде субартезійська вода, якщо колодязь просвердлено в підвищеному пункті. Наприклад, в м. Ананьєві в середньосарматському вапняку є напірна вода, що в середній частині міста самовиливається з колодязів, а на околицях, розташованих вище по схилах балки, вона не доходить до поверхні землі, і її видобувають смоками. Ми далі додержуватимемо такої термінології:



Мал. 89. Зміна профіля потоку ґрунтової води залежно від зміни у складі породи.

I. Воду, що не має яскраво виявленого напору, зватимемо *ґрунтова вода*; з них верхній горизонт, не вкритий згори водонепрохідною верствою, матиме назву *верховодка* («зашкурна вода»).

II. Воду, що має яскраво виявлений напір і інтенсивно підіймається в свердловинах, зватимемо *артезійська вода*.

Мусимо одразу зауважити, що й цей поділ досить умовний, бо в природі нема різкої межі між різними типами підземної води, а, навпаки, є перехідні форми. Крім того, вода того самого горизонту в одних місцях може мати артезійські властивості (напір), а в інших може вже не мати їх. Наприклад, у пісках бучацького поверху на Полтавщині міститься артезійська вода, що в одних пунктах самовиливається з колодязів, а в інших хоч і не доходить до поверхні, але енергійно підіймається над тим рівнем, де її зустріне свердловина, проте в Києві ті самі бучацькі піски мають воду ґрунтову, безнапорну, бо Дніпро, промиваючи свою долину, зніс київську глину, яка утворювала водонепрохідну покрівлю бучацького артезійського горизонту, і тим самим знищив його артезійські властивості.

Про артезійську воду мова у нас буде далі в окремих розділах; тепер почнемо з розгляду ґрунтової води.

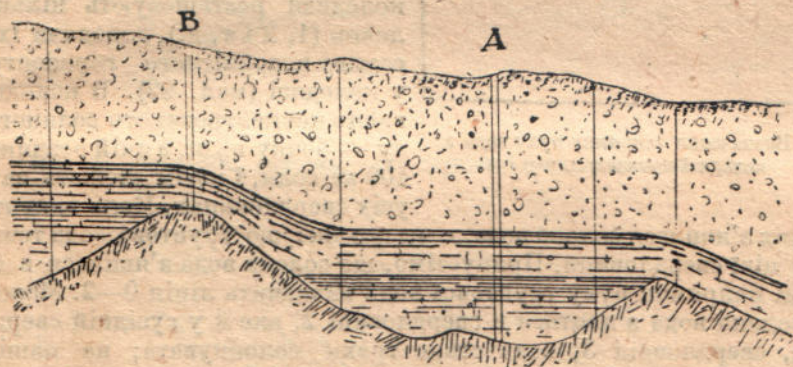
Ґрунтова вода, що утворюється як через інфільтрацію, так і через конденсацію над поверхнею якоїсь водонепрохідної породи, далі посувається, йдучи за спадом цієї поверхні, або так званої постелі водовмісного горизонту. Там, де водовмісний горизонт, завдяки формі рельєфу місцевості (яри, долини) виходить на денну поверхню, ґрунтова вода витікає в вигляді джерела. Джерела — це взагалі природні виходи підземної води на поверхню.

Грубина шару ґрунтової води буває різна в різних пунктах водовмісного горизонту; до цього спричиняються коливання складу водовмісної верстви та нерівномірність спаду водонепрохідної постелі.

Припустімо (мал. 89, А), що ґрунтова вода посувається серед грубозерного піску та ріні; ця порода є дуже водопрохідна, і рух ґрунтової води тут швидкий; далі водовмісна порода переходить у середньозерний пісок; через цю породу вода вже не може протікати з такою самою швидкістю, і потік ґрунтової води мусить протікати тут через більший профіль породи, він розбухає (В); коли ж далі вода знову переходить до ріні, яка швидко проводить воду, грубина водяного шару зразу зменшується (С).

Якщо порода одноманітна, але спад водонепрохідної постелі збільшується, то в такому місці і швидкість підземної течії збільшується, а разом з тим тоншає і водяний шар.

Водонепрохідна постеля часом буває дуже нерівна, має заглибини та піднесення; якщо над такою поверхнею протікає ґрунтова вода, то в западинах

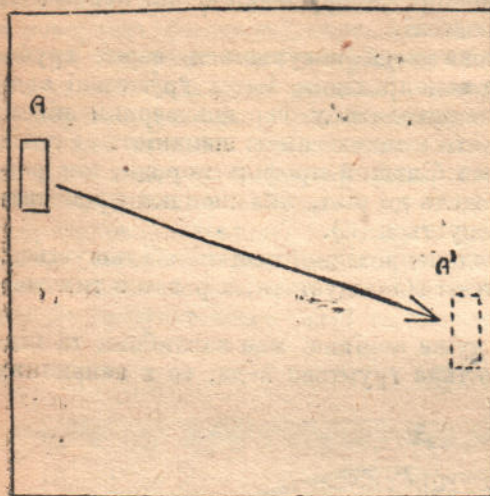


Мал. 90. Потік та басейни ґрунтової води.

утворюються так звані басейни ґрунтової води, в яких вода затримується (мал. 90). Коли в місці розташування такого басейну (А) ми проведемо розвідкову свердловину і висмокуємо з неї воду, то можемо допуститися помилки і неправильно запроектувати водопостачання; коли потім тут збудують завод або радгосп і розпочнуть експлуатацію ґрунтової води, то може трапитися біда — води не вистачатиме; потік ґрунтової води не даватиме постійно стільки, скільки дало спробне смокування, тому що під час нашої розвідкової роботи ми користувалися не тільки потоком ґрунтової води, але й запасами з басейну, а останні обмежені. Коли ж ми поставимо нашу розвідкову свердловину в пункті В, то довідаємось про справжню видатність водовмісного горизонту. Значить, у жадному разі не можна, досліджуючи ґрунтову воду, обмежуватись одною свердловиною, а треба закладати їх кілька або й цілий ряд, щоб докладніше вивчити характер водовмісного горизонту, умови його залягання, напрямку руху ґрунтової води та її видатність.

Щоб визначати напрямку руху ґрунтової води, користають із різних метод. Найпростіша метода — це визначення напрямку за допомогою поплавця; але цей спосіб не завжди дає наслідки, а часом може привести навіть до помилкового висновку. Проте, при розвідковому дослідженні, коли на всю місцевість є один — два колодязі, доводиться користати з поплавця. Це робиться так: спускають до колодязя на воду якийнебудь поплавець (корок, ко-

робку від сірників тощо), намагаючись вмістити його в центрі колодязя, і дивляться, куди він попливе; потім поплавець містять уже коло стінки, протилежної тій, до якої пристав поплавець під час першої спроби, і над цим пунктом позначають пункт на поверхні землі або на зрубі колодязя; потім позначають пункт над поплавцем, коли він пристане до другої стінки (мал. 91). Лінія А—А' вказує нам напрямок руху води.



Мал. 91. Визначення напрямку руху води в колодязі поплавцем.

Але вітер та повітряні течії можуть чимало змінити рух поплавця, і далеко надійніші наслідки від такого визначення можна одержати, якщо закрити колодязь лядою, в якій є отвір для того, щоб стежити за рухом поплавця, освітлюючи його дзеркальцем. Часом вода вступає до колодязя з джерела, що міститься на дні, тоді поплавець може не дати жодних наслідків або навіть невірну вказівку. Далеко кращі наслідки дають методи соляного розчину та пофарбування води. Метода соляного розчину полягає ось у чому: навколо колодязя розташовують кілька свердловин (1, 2 і т. д.), доводячи їх до того самого водовмісного горизонту, що й у колодязі (мал. 92). В колодязь вливають концентрованого соляного розчину — бочку води, в якій розчинено 50—100 кг соли, і потім стежать за водою в усіх свердловинах. Коли виявиться, що в одній з них з'явилася солоната вода, то це покаже, що ґрунтова вода тече від колодязя до цієї свердловини. Припустимо, що солоната вода з'явилася в свердловині 2; тоді напрямок руху ґрунтової води визначить лінія 0—2. Може трапитися, що солоната вода з'явиться в свердловині 2, але й у сусідній свердловині, наприклад, свердловині 3, вода стане трохи солонкувата; на нашій схемі (мал. 93) велику солоність води в свердловині 2 позначено двома плюсами, а меншу солоність води в свердловині 3 позначено одним плюсом. У такому разі головний потік води з колодязя проходить між свердловинами 2 і 3, ближче до першої. Може трапитися, що солоната вода з'явиться в свердловині 2, а солонкувата вода в свердловинах 1 та 3. В такому разі напрямок потоку ґрунтової води буде 0—2.

З якої ж причини сіль потрапляє не лише до тієї свердловини, яка лежить на лінії потоку ґрунтової води, що проходить через колодязь, але й до сусідніх свердловин? Причина полягає в дифузному поширенні соли в водовмісній верстві. ґрунтова вода тече з дуже малою швидкістю, і сіль встигає поширитись дифузним шляхом за межі головного потоку, що позначений на нашій схемі грубим пунктиром, до ліній, які проведено тоненьким пунктиром.

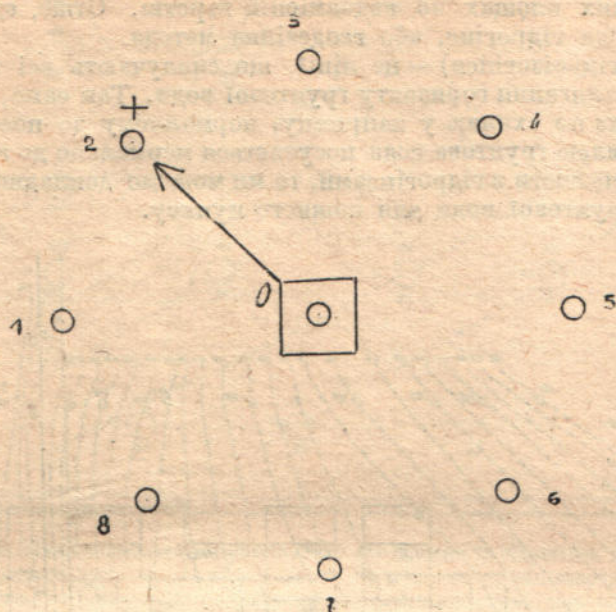
Метода пофарбування води полягає в тому, що до колодязя вливають концентрованого розчину якоїнебудь фарби, тільки не шкідливої для здоров'я. Найбільше рекомендують для цього флюоресцин або уранін, бо найменший уміст цих речовин у воді надає їй помітного забарвлення. Досить 1 мг ураніну на 100 л води, щоб забарвлення можна було помітити оком. Мартель рекомендує таку формулу, щоб обчислити потрібну кількість флюоресцину в кілограмах:

$$M = ad.$$

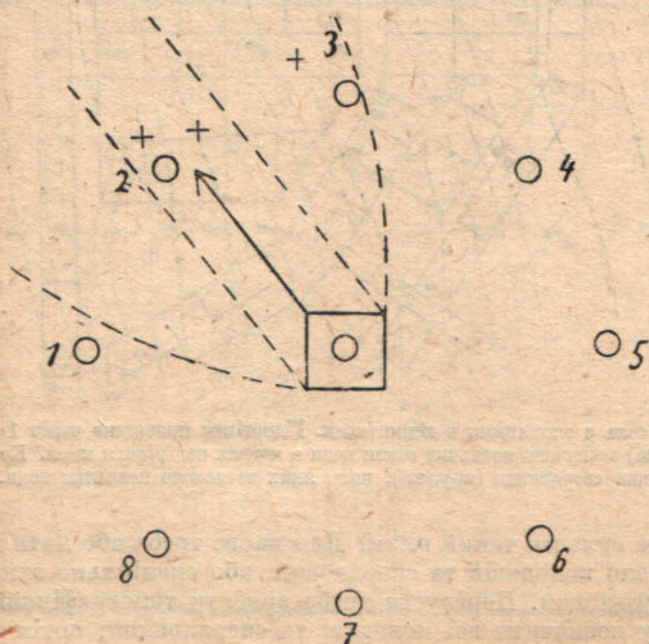
В цій формулі  $a$  означає кількість води, що протікає, в кубічних метрах на секунду,  $d$  — віддаль, на яку розраховують (шлях води), у кілометрах.

Якщо знаємо, що потік ґрунтової води дає через колодязь 2 л на секунду, хочемо визначити напрямок руху, маючи на увазі, що навколо є колодязі на віддалі 2—3 км, то  $M = ad = 0,002 \cdot 3 = 0,006 \text{ кг} = 6 \text{ г}$ .

Коли, як це ми описували для методу соляного розчину, закласти свердло-



Мал. 92. Визначення напрямку руху ґрунтової води за допомогою соли.

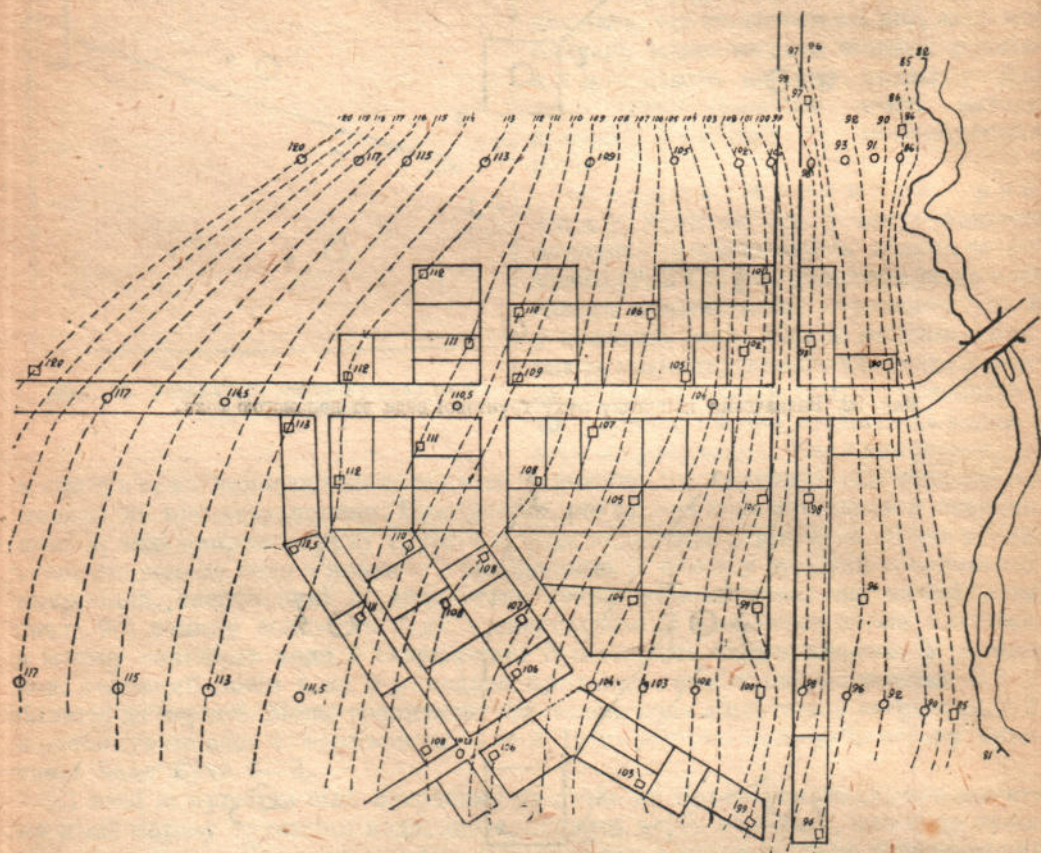


Мал. 93. Напрямок руху води та дифузне поширення соли.

недалеко від колодязя, то досить 1 г і навіть менш флюоресцину або ґрунтині, щоб за забарвленням води в свердловинах визначити напрямок руху ґрунтової води.

Гідрогіпси. Всі наведені методи дають часом лише приблизні наслідки, а часом зовсім можуть не дати наслідків, бо коли в колодязі є дерево, або вода проходить крізь глинясті породи, то фарба зникає; сіль на великій віддалі не доходить у помітній кількості, бо встигає через дифузію значно розійтись на великих площах по водовмісній верстві. Отже, єдина ґрунтова метода—це метода гідрогіпсу, або геодезійна метода.

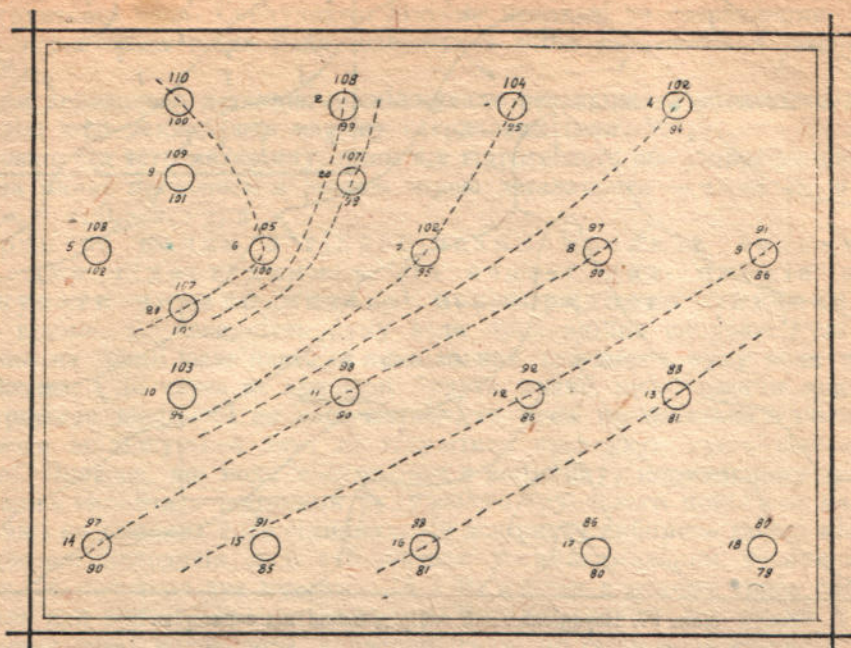
Гідрогіпси (гідроізогіпси) — це лінії, що сполучають всі точки з однаковою вишиною залягання горизонту ґрунтової води. Так само, як на поверхні землі вода стикає по схилах у напрямку, нормальному до поземин (горизонталь), так під землею ґрунтова вода посувається нормально до гідрогіпсу. Якщо в нас є плян місцевости з гідрогіпсами, то ми можемо докладно визначити напрямок руху ґрунтової води для кожного пункту.



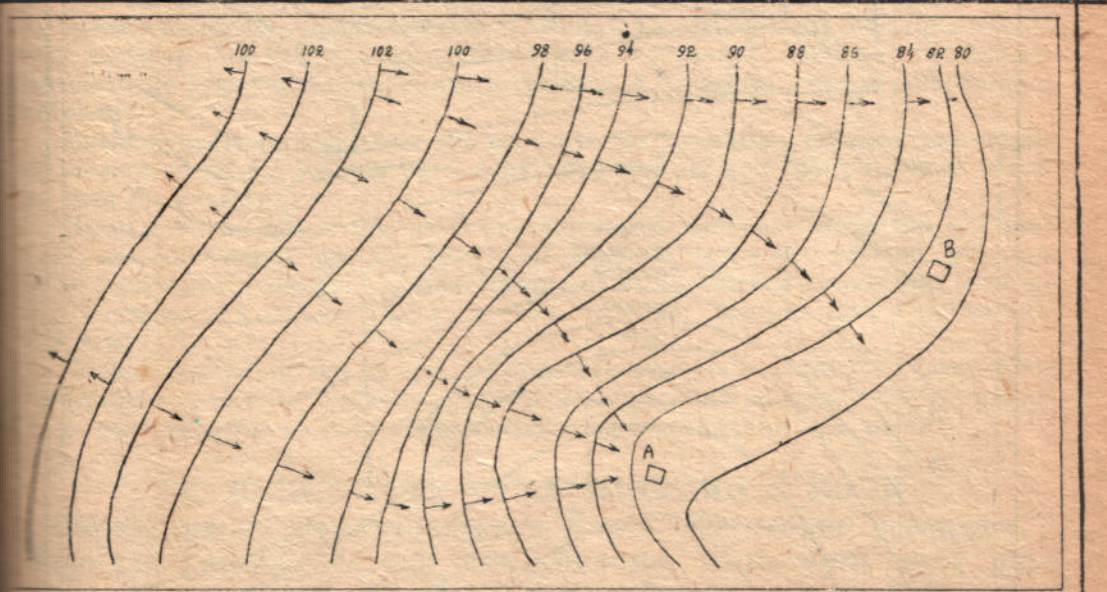
Мал. 94. Плян села з околицями в гідрогіпсах. Гідрогіпси проведено через 1 м. Коло кожного колодязя (квадратика) зазначено позначку рівня води в метрах над рівнем моря. Крім того, зроблено кілька свердловин (кружки), коло яких зазначено позначки води.

Як же можна скласти такий плян? Для цього треба або мати в даній місцевості велике число колодязів та свердловин, або спеціально закласти мережу розвідкових свердловин. Передусім треба зробити топографічний плян місцевости, на якому позначити всі колодязі та свердловини; потім роблять нівелювання всіх колодязів та свердловин і на пляні коло кожної надписують абсолютну позначку поверхні землі в даному пункті. Якщо нема в даній місцевості репера, то вибирають умовний 0 і дають умовні позначки. Після цього обміряють усі колодязі та свердловини і записують глибину кожної з них до води, рахуючи від поверхні землі (якщо колодязі мають зруб і вимір глибини роблять від верху зруба, то потім віднімають вишину зрубу). Віднімаючи

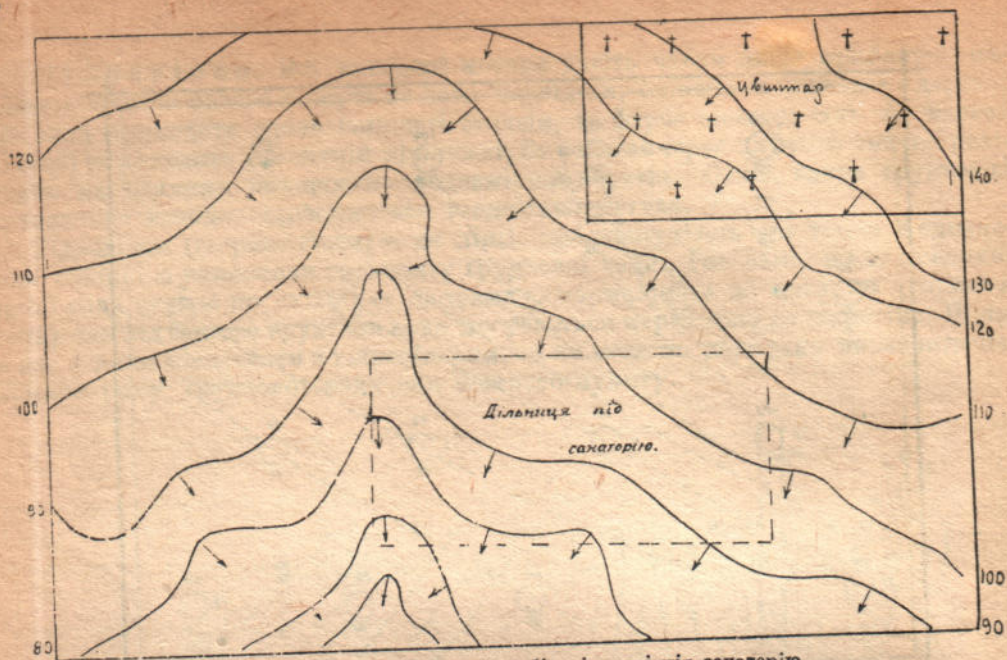




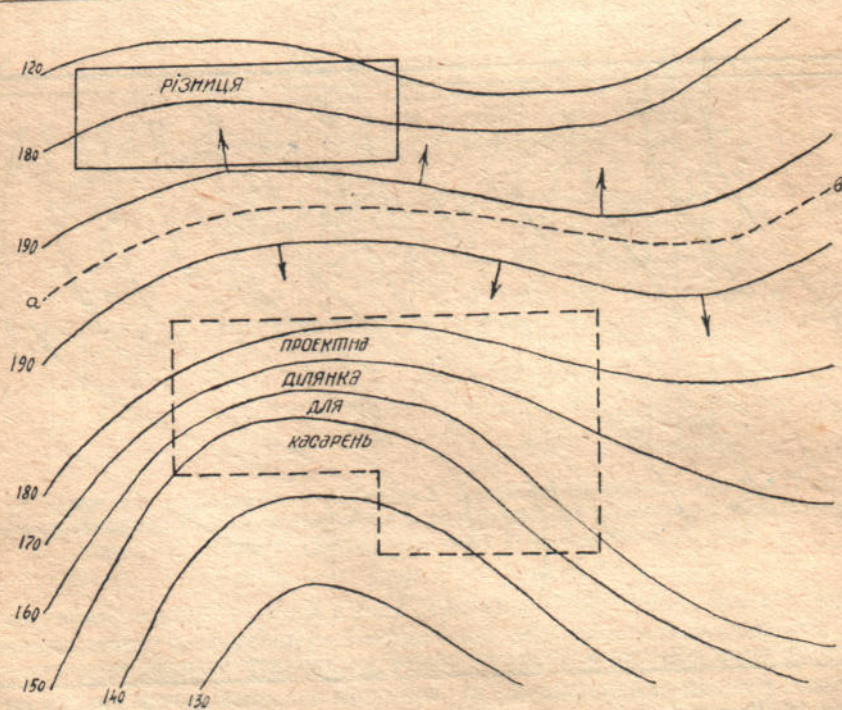
Мал. 95. План розташування розвідкових свердловин та гідроісиси ґрунтової води в полі (нумери свердловин з лівого боку кружків); над свердловинами позначки поверхні землі, під свердловинами позначки рівня води.



Мал. 96. Мапа в гідроісисах та інтенсивність дощливу ґрунтової води до колодязів.



Мал. 97. Нераціональний вибір ділянки під санаторію.



Мал. 98. Вододіл ґрунтової води (а-б).

від позначок поверхні землі глибину колодязів до води, одержують позначки рівня ґрунтової води. Сполучаючи лініями колодязі та свердловини з однаковими позначками рівня води, одержують плян місцевости з гідроісопами (мал. 94).

Часом доводиться детально досліджувати незалюднену місцевість, де нема колодязів; тоді закладають мережу свердловин (мал. 95).

Залежно від того матеріялу, який є в гідрогеолога або гідротехніка, гідроісопи на пляні проводять з різною мірою детальности — через 20 м, 10 м, 5 м, 2 м, 1 м, 0,5 м, і т. д.

Карти та пляни з гідроісопами являють велику цінність для гідротехників. На основі цих плянів можна вирішувати чимало питань першорядного значення. Оскільки відомо, що швидкість руху води пропорційна синусові кута спаду, то можна на пляні розв'язати, в яких місцях швидкість руху води повинна бути більша, і де через це колодязі будуть кращі щодо якости води (коли вода протікає швидше і не застоюється, то вона не псується в колодязях). Спад води збільшується там, де гідроісопи проходять густо-близько одна до одної. Знаючи, що вода посувається в напрямку, нормальному до гідроісопи, можна визначити напрямок руху всього ґрунтового потоку як на всьому полі, так і на окремих його ділянках. Це дає змогу вибирати кращі місця для спорудження колодязів, щоб забезпечити їх максимальним допливом води. На мал. 96 показано два пункти — А і В, з яких в одному треба спорудити колодязь для водопостачання радгоспу. З малюнка ясно, що пункт А далеко вигідніший щодо видатности ґрунтової води, бо сюди вода стікає з великої площі водовмісної верстви, а пункт В порівнюючи дуже бідний на воду.

Гідроісопи дають змогу розв'язувати ряд різноманітних питань. На основі пляну в гідроісопах можна без помилки робити висновки про раціональне планування сіл, розташування цвинтарів, різниць та інших підприємств, що можуть забруднювати води тощо.

На мал. 97 подано плян у гідроісопах, проведених через 10 м, на якому ми бачимо дільницю, приділену для санаторії; на тому самому малюнку зазначено цвинтар. Ми бачимо, що ґрунтова вода з території цвинтаря прямує до дільниці, де буде санаторія. Значить, місце для санаторії дуже нераціонально вибрали.

Якщо будується нове село або колгосп, то не можна ставити цвинтарів та таких споруд, що забруднюють воду, так, щоб від них ґрунтова вода текла до села чи колгоспу.

На мал. 98 показано проєктне розташування касарень недалеко від різниці; але ми бачимо, що для ґрунтової води на території касарні різниця не має жадного значення, бо між різницею та касарнями проходить підземний вододіл (мал. 98,  $a-b$ ), і ґрунтова вода від різниці тече в протилежний бік.

Цілком зрозуміло, що плян у гідроісопах не можна скласти без переведення геодезійних робіт та гідрогеологічних дослідів; але цінність такого пляну така очевидна, що не слід утримуватися від переведення цих робіт.

## ІХ. ШВИДКІСТЬ РУХУ ПІДЗЕМНОЇ ВОДИ

**Обрахунки та формули. Закон Дарсі. Ефективна величина. Формула Газена. Методи вимірювання швидкості руху підземної води: сіль; фарби; електролітична метода Сліхтера.**

### **Рух води в розколинах та печерах.**

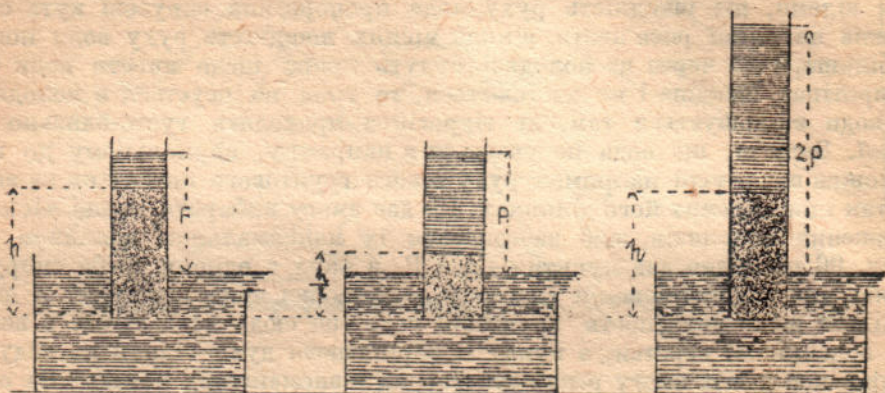
Швидкість руху підземної води дуже різноманітна. Вона залежить від розміру пор у пористих породах та щілин у твердих масивних породах, від спаду водовмісної верстви, від тиску в водяному шарі, а також від інших чинників — температури тощо.

Є чимало спроб знайти точні закони руху води та формули для обрахунку швидкості руху.

Найпростіший закон встановив Дарсі (Darcy) 1856 р. За цим законом швидкість руху води через пісок прямо пропорційна до різниці тисків на кінцях стовпа породи (піску) і обернено пропорційна до довжини піщаного стовпа, крізь який вода протікає. Цей закон Дарсі подав у вигляді такої формули:

$$V = K \frac{P}{h},$$

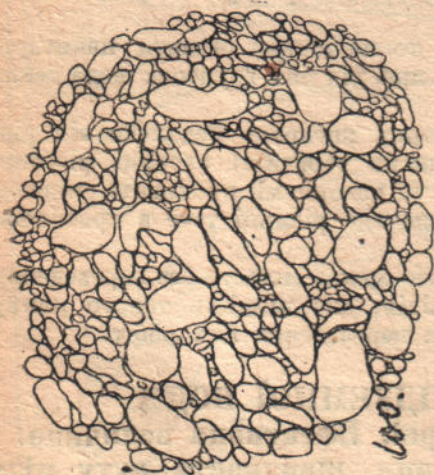
де  $V$  — швидкість руху підземної води,  $P$  — різниця тисків на кінцях стовпа піску,  $h$  — довжина піщаного стовпа,  $K$  — коефіцієнт, що для даної породи



Мал. 99. Діаграма, що ілюструє закон Дарсі.

є стала величина і залежить від характеру породи, зокрема від її зерен.

Мал. 99 є діаграма, що ілюструє закон Дарсі. Таким приладом, як показаний на малюнку, можна водночас визначити  $K$  для різних порід. До посудин вставлено широкі труби, в яких до різної висини насипано пісок;  $h$  на малюнку означає довжину піщаного стовпа; щоб вода в посудинах зберігала незмінний рівень, з правого боку, коло верхньої частини кожної посудини пристосовано збіжник.  $P$  означає різницю тисків на кінцях піщаного стовпа. На фігурі 2 довжина піщаного шару вдвоє менша, ніж на фігурі 1, і тому швидкість руху води через пісок удвоє більша. На фігурі 3  $h$  таке саме, як і на фіг. 1, але різниця тисків удвоє більша, і швидкість руху води вдвоє більша.



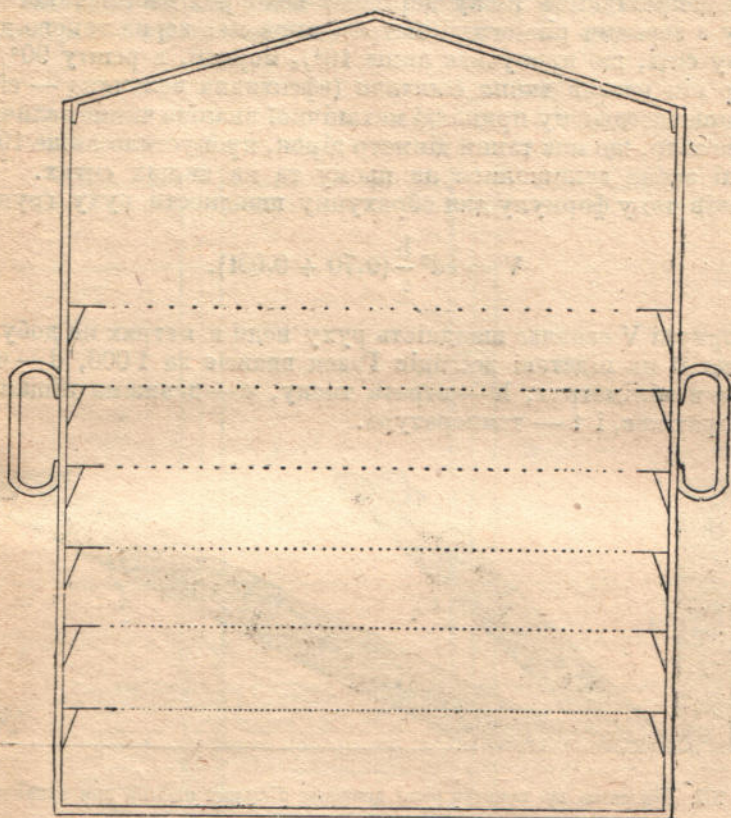
Мал. 100. Вигляд звичайного кварцевого піску при 20-разовому збільшенні.

Для водопротікання породи, від якої найбільше залежить швидкість руху ґрунтової води, має головне значення величина пор, а величина пор в зернистих породах залежить від величини зерен. Але природні зернисті осадові породи — пісок, гравій, ринь — мають зерна не однакового розміру й різної форми (мал. 100). Повстає питання, на які ж зерна треба звер-

нути увагу, щоб вивчити водопротікання піску?

Якщо взяти до уваги лише більші зерна, що впадають в око, коли розглядати пісок, то зробимо чималу помилку щодо розміру пор, бо пори між вели-

кими зернами заповнюють менші зернятка, і це зменшує водопрохідність породи. Відсотковий вміст у піску зерен різного діаметра визначають за допомогою так званої механічної аналізи породи. Є багато метод механічної аналізи, наприклад, просіювання сухої породи крізь ряд сит з дірками різного діаметра, промивання породи водою, що тече з різною швидкістю та зносить до відповідних посудин спочатку менші, а потім щораз більші зерна в міру збільшення швидкості струму. Для піску найпростіша метода — це просіювання. Можна користати з такого простого приладу: до циліндра встановлено



Мал. 101. Комплект сит для визначення механічного складу піску.

кілька сит, одне над одним; верхнє сито має найбільші дірки, наприклад з діаметром 5 мм, друге сито — 2 мм, третє — 1 мм, четверте — 0,5 мм, п'яте — 0,2 і шосте — 0,1 мм; до циліндра на верхнє сито висипають певну зважену кількість породи, закривають циліндр покриткою і, тримаючи його за ручки, прироблені з обох боків, довго його струшують. Потім виймають по черзі сита, висипають з них пісок і важать. Знаючи вагу всієї аналізованої породи та вагу порцій з різних сит, можемо вирахувати відсотковий вміст зерен різного діаметра (мал. 101).

Наприклад, ми взяли 1 кг піску; після просіювання на ситах залишилося:

на першому (5 мм) . . . . .	0
» другому (2 мм) . . . . .	100 г
» третьому (1 мм) . . . . .	500 г
» четвертому (0,5 мм) . . . . .	200 г
» п'ятому (0,2 мм) . . . . .	100 г
» шостому (0,1 мм) . . . . .	100 г

В такому разі запишемо, що пісок містить:

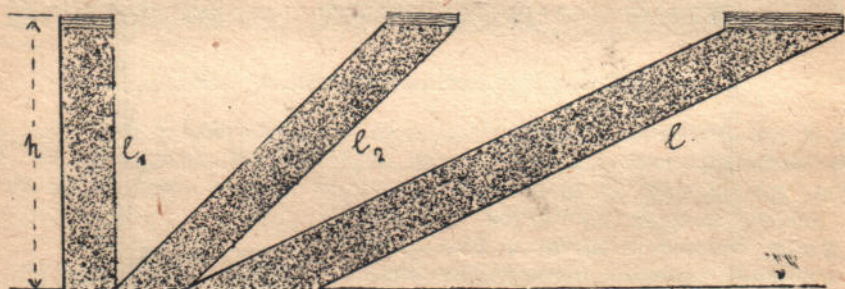
зерен від 2	до 5	мм (або 2 мм)	.....	10%	
»	» 1	» 2	мм	.....	50%
»	» 0,5	» 1	мм	.....	20%
»	» 0,2	» 0,5	мм	.....	10%
»	» 0,1	» 0,2	мм	.....	10%

Американський дослідник Газен (Hazen) довів численними дослід-  
дами, що водопрохідність піску дорівнює водопрохідності такого ідеального  
піску (піску з зернами рівного діаметра), який має зерна такого діаметра, як  
дірки в тому ситі, що пропускає лише 10% породи, а решту 90% затримує.  
Цей діаметр він назвав *чинна величина* (ефективна величина — *effective size*).  
В нашому вищенаведеному прикладі механічної аналізи чинна величина піску =  
= 0,2 мм, бо сито, що має такий діаметр дірок, пропустило лише 10% породи,  
а всі більші зерна залишилися на ньому та на вищих ситах.

Газен вивів таку формулу для обрахунку швидкості руху ґрунтової води:

$$V = cd^2 \frac{h}{e} (0,70 + 0,03t).$$

В цій формулі  $V$  означає швидкість руху води в метрах на добу;  $c$  — стала  
величина, що її на підставі дослідів Газен вважає за 1000,  $d$  — чинна вели-  
чина породи в міліметрах,  $h$  — втрата тиску,  $e$  — довжина піщаного стовпа,  
яким вода протікає, і  $t$  — температура.



Мал. 102. Діаграма, що показує різні довжини піщаних стовпів при однаковому напірному градієнті.

При однаковій різниці тисків на кінцях піщаного стовпа або при одна-  
ковому «напірному градієнті» швидкість різна, залежно від кута його похилу;  
на мал. 102 показано три стовпи піску, що мають різну довжину, але однакові  
рівні на кінцях; вода крізь перший стовп протікає в  $1\frac{1}{2}$  раза швидше, ніж  
крізь другий, і вдвоє швидше, ніж крізь третій.

Припустімо, що нам треба обрахувати на основі Газенової формули швид-  
кість руху води між двома свердловинами, віддаленими на 100 м одна від  
одної. Механічна аналіза показує, що чинна величина піску 0,4 мм. Втрата  
водяного тиску на всьому протязі 1 м, температура 10°. Підставмо ці числа до  
формул, замінюючи  $e$  на 1000.

$$V = 1000 \cdot (0,4)^2 \cdot \frac{1}{100} (0,7 + 0,3) = 1,6 \text{ м на добу.}$$

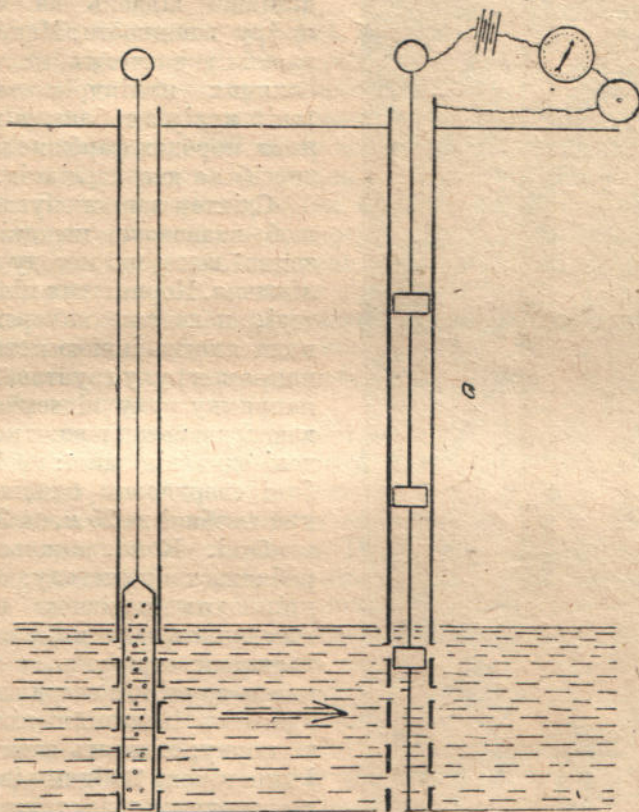
Кінг довів, що швидкість із збільшенням тиску зростає більшою мірою.  
Це має велике значення для в'ясування великої швидкості руху глибокої  
артезійської води і зокрема теплої та гарячої води.

Крім Газенової, є ще інші формули — Сліхтера, Люгера; вони  
складніші.

Не завжди можна за допомогою формул обрахувати швидкість ґрунтової води, бо на відхилення цієї швидкості від обрахованої величини дуже впливають зміни складу породи водовмісного горизонту, мінливість спаду його, покручена форма гідрогіпе тощо.

Крім того, не завжди зручно добувати потрібні для формул величини, робити механічну аналізу порід.

Частіше, замість обраховувати швидкість руху підземної води за формулами, доводиться користуватися з різних метод вимірювання цієї швидкості. Для цього, так само як для визначення напрямку руху підземної води, вживають концентрованого розчину кухонної соли або фарби.



Мал. 103. Сліхтерова метода визначати швидкість руху ґрунтової води.

Так само, як це описано в попередньому розділі, розчин соли вливають у середній колодязь; при чому для виміру швидкості треба відзначити час, коли почато дослід; далі стежать за з'явленням солоної води в другому колодязі або свердловині, що лежить нижче першої по течії потоку ґрунтової води; коли з'являються перші ознаки солоності, то часто беруть проби і відзначають момент, коли солоність води була максимальна і потім почала спадати.

З'явлення першої меншої солоності пояснюється тим, що коли ще головна маса води з першого колодязя не дійшла до другого колодязя, то до нього вже дійшла передня вода з деяким вмістом соли, що поширилася через дифузію навкруги в водовмісній веретві. Поділивши віддаль між обома пунктами на час, потрібний для протікання води, обраховують швидкість руху води.

Припустімо для прикладу, що ми влили розчин соли в перший колодязь о 10 год ранку 5-го червня, на другий день о 23 год вечора з'явилися перші ознаки солоності в другому колодязі, а найбільша солоність була о 4 год

ранку 7-го червня;] віддаль між колодязями 10,5 м. Ділимо цю віддаль на число годин 42. Одержуємо швидкість 0,25 м на годину, або 6 м на добу. Цей спосіб на практиці дуже складний, бо, щоб достатньо визначити момент максимальної солоності води, доводиться робити ряд хемічних аналіз.

Так само визначають швидкість і за допомогою фарб. Вливши розчину флюоресцину або ураніну в перший колодязь, замічають час, а потім слідкують, коли в другому колодязі настане максимальне забарвлення води. Поділивши віддаль на час, одержують цифру швидкості. Максимальне забарвлення визначають, наливаючи воду до скляних циліндрів та порівнюючи їхній колір з таблицею кольорів. В деяких породах фарби не проходять і цей спосіб не дає наслідків.

Сліхтер запропонував іншу методу, щоб визначити швидкість руху підземної води; цю методу звуть *електролітична*. Користати з цієї методи можна тоді, коли вже наперед відомий, або коли якоюсь іншою методою визначено напрямку руху ґрунтової води. На лінії напрямку руху підземної води закладають дві свердловини на невеликій віддалі одна від одної: на 1,25 м при глибині свердловин близько 10 м, на 2 м при глибині до 25 м, на 3 м при більшій глибині. Коло нижньої свердловини роблять таку згадку: свердловину закріплюють залізною трубою; до неї вставляють залізний або мідний понікльований стрижень, а щоб він не торкався до стінок свердловини, на нього одягають ізоляційні кільця з кавчуку та корку; ставлять електричну батарею і один кінець її мідним ізольованим дротом сполучають із стрижнем, а другий — з цямровою трубою свердловини; до цього електричного кола вмикають гальванометр, а можна також ще ввімкнути електричний дзвоник. Ґрунтова вода кепсько проводить електрику і гальванометр вказує мінімальний струм. До верхньої свердловини спускають довге відерце з мідної сітки, в яке наведено

Мал. 104. Електрод та мідні продірквані відерця для Сліхтерової методи визначити швидкість руху ґрунтової води.

амонійного хлориду ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), і відмічають час. Амонійний хлорид є сильний електроліт, і розчин його в воді добре проводить електрику. Стежачи за гальванометром, протягом довгого часу не помічають значної зміни струму. Якщо в колі є дзвоник, то можна не дивитись безперервно на гальванометр, — коли вода з розчиненим амонійним хлоридом дійде до нижньої свердловини, то зразу стрибком збільшиться струм, і дзвоник почне дзвонити. Відзначаючи час максимального струму, визначають увесь час, потрібний на пересування води з амонійним хлоридом від однієї свердловини до другої.

Поділивши віддаль між свердловинами на час проходження води від однієї до другої, обраховують швидкість.



Додані малюнки ілюструють Сліхтерову методи.

Різні виміри показують, що пересічна швидкість ґрунтової води в піску в зернами середньої величини змінюється в межах 3—5 м на добу.

## Х. ДЕБЕТ І РІВЕНЬ ҐРУНТОВОЇ ВОДИ

**Дебет ґрунтової води. Вимірювання дебету. Джерела. Колодязі. Депресійні лійки. Крива відсмоковування ґрунтової води. Поповнення колодязя після відсмоковування. Колювання рівня та дебет ґрунтової води**

Дебетом джерела або колодязя зветь ту кількість води, яку джерело або колодязь дає за одиницю часу. Дебет виражають або в літрах на секунду, або в відрах на хвилину, чи на годину, чи навіть на добу. Приблизний коефіцієнт для переводу літрового дебету на відровий і при тому добовий є такий: один літр на секунду відповідає 7000 відер на добу. Коли відсмоковувати воду з колодязя і при тому брати малу кількість води, то рівень колодязя може і не знижатися. Якщо відсмоковування стає досить інтенсивне, і кількість води, що ми її забираємо з колодязя, перевищує той прибуток, який колодязь одержує від водовмісної верстви, то рівень води в колодязі починає знижатися, при чому то швидше, що інтенсивніше відсмоковування. Ту кількість води, яку ми забираємо з колодязя, не знижуючи її рівня, зветь вільний дебет; він відповідає тій кількості, яку подає до колодязя водовмісна верства.

Вимірювання дебету в колодязях роблять за допомогою відсмоковування або відрами, або смоком.

Коли ж доводиться вимірювати дебет джерела, то тут уживають різних способів. Якщо джерело витікає з якоїнебудь труби або взагалі спадає з більш-менш значної вишини, то можна підставляти під струмину води ту чи ту посудину з вимірем обсягом і відзначати за годинником або секундоміром, за скільки часу наповниться ця посудина. При польових вишуках, коли часом доводиться вимірювати дебет джерел, які витікають низько на дні долини, вказані методи не підходять. Тоді розчищають канал того рівчака, яким вода біжить від джерела, і надають цьому каналові більш-менш правильної форми; вимірюють пересічний профіль водяної струмини, яку несе рівчак по цьому каналі, і потім, кидаючи на воду якінебудь поплавці, стежать, протягом скількох секунд вода протікає певну віддаль. Це дає змогу приблизно обрахувати дебет джерела. Наведімо приклад: ми прокопали канали завдовжки 10 м, завширшки 1 м; вода в цьому каналі має пересічну глибину 20 см. Коло верхнього кінця каналу кидаємо поплавці, наприклад, сірники, і зауважуємо, коли, вони допливуть до нижнього кінця каналу. Зробивши вимір кілька разів приходимо до висновку, що пересічно потрібно 20 сек на те, щоб вода пробігла 10 м у каналі.

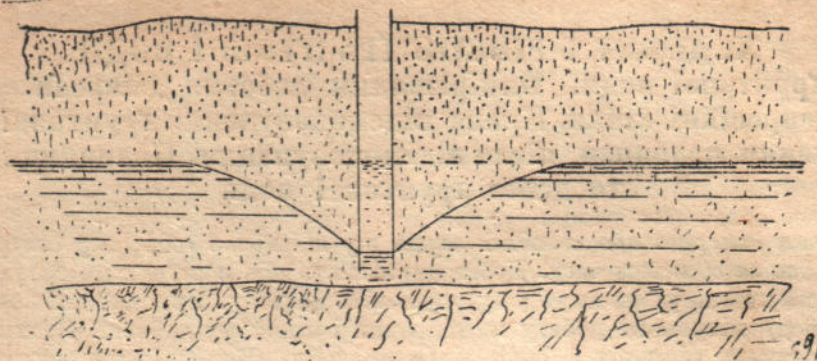
$$\text{Дебет } V = \frac{0,2 \times 1 \times 10}{20} = 0,1 \text{ м}^3 = 100 \text{ л на сек.}$$

В відрах на добу це дорівнює 700 000 відер.

Уживають ще так званих щитів. Щитом можна користуватися двома способами. Коли перегорджують канал, яким біжить вода, щитом, то за цією перегородкою утворюється басейн води; в щиті є віконце, з боку якого надписано по сторчовій лінії цифри; дивлячись, до якої цифри підіймається вода, що тече крізь віконце, можна обрахувати дебет джерела. Можна ще інакше користуватися щитом, а саме; коли вода набіжить до рівня перегородки, вона починає вилитися через трубку, вставлену в верхній частині перегородки, і тоді можна підставити відро, обсяг якого вимірений, і обрахувати, протягом якого часу наповнюється відро.

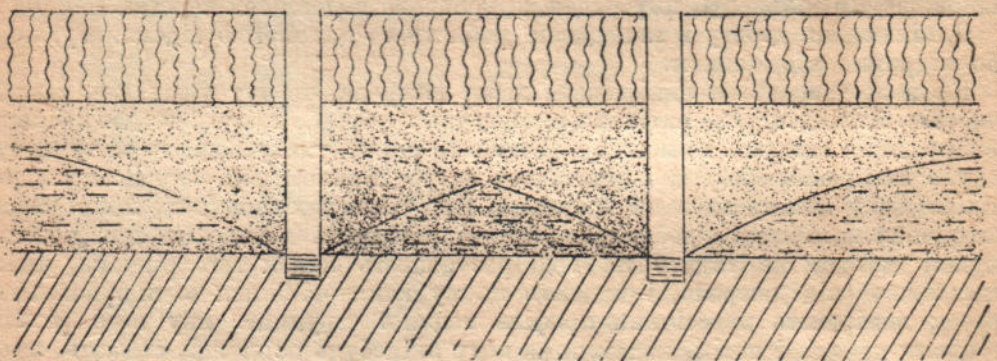
Дебети джерел бувають дуже різноманітні, від тисячних та сотих частин літра на секунду і до тисяч літрів у карстових джерелах. Бувають джерела, що мають сталий дебет. Вони зв'язані з водовмісним горизонтом, що залягає

досить глибоко, і мають великий протяг по площі. В таких випадках на водовмісній поверх, а водночас і на ті джерела, які він дає, не впливають атмо-



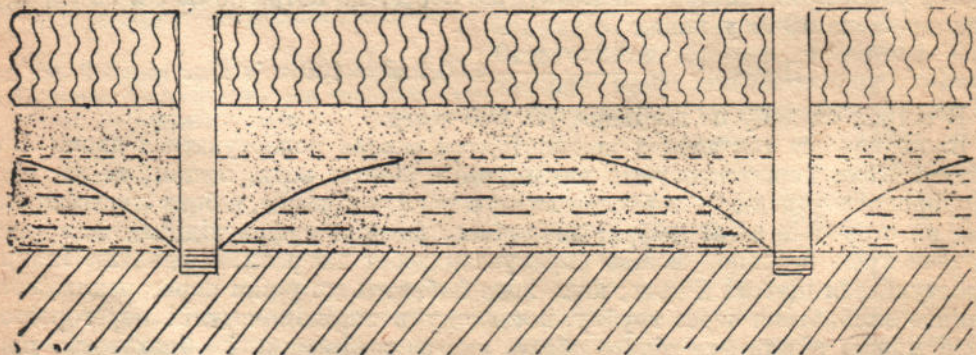
Мал. 105. Депресійна лійка ґрунтової води.

сферні опади, поря року та інші метеорологічні причини. Джерела, зв'язані з верхнім водовмісним рівнем, часто мають змінні дебети, змінюючись залежно від кліматичних умов.



Мал. 106. Перехрещування двох депресійних лійок при відсмоковуванні двох колодязів.

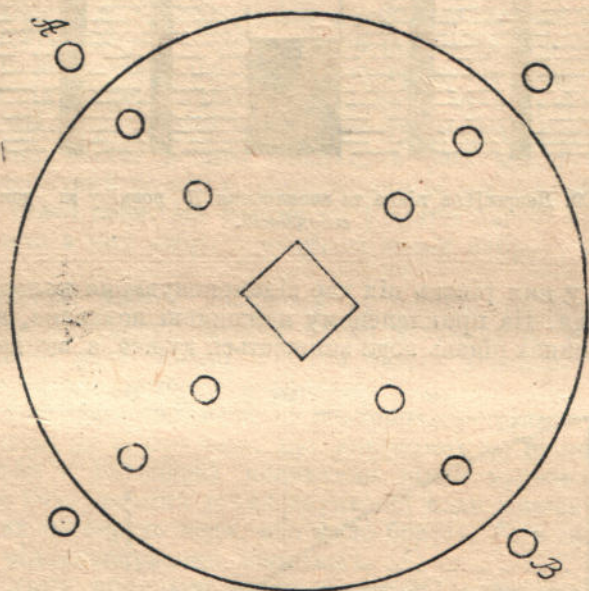
Карстові джерела дають зокрема великі коливання дебетів, так що навіть протягом однієї пори року, наприклад, на весні, вони можуть бути потужні



Мал. 107. Колодязі не впливають один на один; депресійні лійки не дотикаються.

і давати сотні літрів на секунду, а протягом сухого періоду можуть зменшуватися до мінімуму, або навіть зовсім висихати. Мені довелося в Криму бачити

джерело вище села Карасу-Баші, в районі Карасубазару (джерело, зв'язане з карстовими водами юрських вапняків, що складають головний масив кримських гір), яке ніколи не пересихає і завжди буває досить потужне. Дебету його мені не доводилося вимірювати, але приблизно можна визначити його на 200—250 л на секунду в літню пору. На весні, після торо, як на так званий Яйлі, цебто на Кримській високорівні розтане сніг, це джерело надзвичайно збільшує свій дебет, утворюючи бурхливий потік, що несе більше 1 000 л води на секунду. Те саме можна сказати і про дебети колодязів. Колодязі, які беруть воду з глибоких горизонтів ґрунтової води, звичайно мають дебет сталий, або цей дебет коливається в дуже незначних межах. Навпаки, колодязі, що їх живить верховодка, або взагалі неглибока ґрунтова вода, мають дебети мінливі, залежно від пори року та кліматичних умов. Буває, що такі



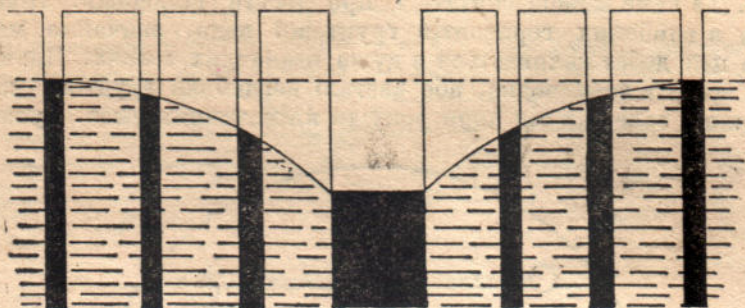
Мал. 108. Розташування свердловин навколо колодязя для визначення форми та розміру депресійної лійки.

колодязі під час посухи зовсім пересихають. Розмір дебету колодязів буває дуже різний і за лежить від тих водовмісних горизонтів, які живлять колодязь.

Коли ми провадимо енергійне відсмоковування води з колодязя, так що рівень води знижується, то звичайно не можна собі уявити, що на протилежному до колодязя просторі, рівень ґрунтової води залишиться без зміни. Навпаки, коло колодязя рівень ґрунтової води знижується відповідно до того зниження, яке спричиняє в колодязі відсмоковування. В міру дальшого відсмоковування води, зниження рівня ґрунтової води поширюється щоразу далі й далі від нашого колодязя: таким чином утворюється так звана депресійна лійка (воронка). Залежно від тих порід, в яких залягає вода, а також почасти від умов залягання цих порід та від руху потоку ґрунтової води, і форма депресійної лійки буває неоднакова. Загалом, лише дуже приблизно можна вважати, що лійка депресії має круглу форму. Вимірюючи віддаль, на яку поширюється зниження рівня ґрунтової води навкруги колодязя, ми знаходимо так званий радіус депресійної лійки; звичайно, що цей радіус відрізняється від геометричного розуміння цього слова, оскільки сама форма депресійної лійки, цебто тієї площі, на яку поширюється зниження рівня, відрізняється від форми кола. Коли два колодязі розташовано близько один від одного, то часом трапляється, що їхні депресійні лійки перетинаються, це означає, що обидва колодязі беруть воду з ґрунтового потоку, та те, що один

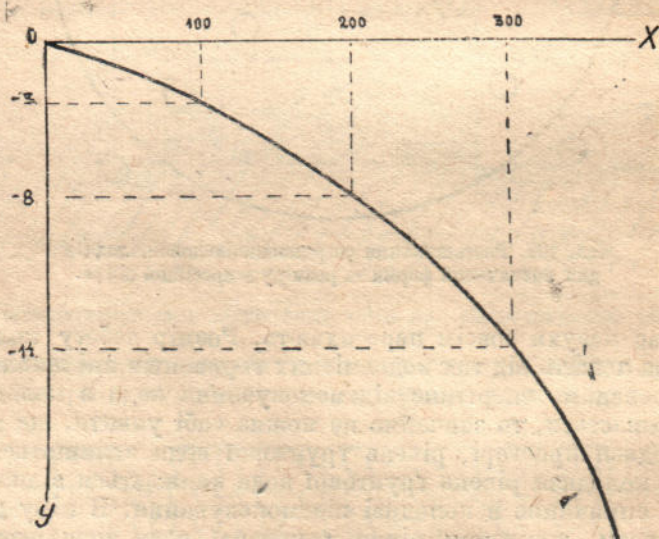
захоплює частину тієї води, яку хотів би забрати другий. Таке розташування колодязів не є раціональне, і треба мати на увазі як правило, розташовувати колодязі на віддалі не ближчій за подвійний радіус депресійної лійки один від одного.

Як же можна визначити радіус депресійної лійки в тому чи тому водовмісному горизонті. Для цього навкруги колодязя закладають ряд свердловин.



Мал. 109. Депресійна лійка та визначення її розміру за допомогою свердловин.

вони і вимірюють у них рівень під час відсмокочування колодязя та зниження в ньому рівня води. На прикладеному малюнку показано, що в ближчих до колодязя свердловинах рівень води знижується дужче, а що далі від колодязя,



Мал. 110. Крива відсмокочування ґрунтової води.

то зниження рівня щоразу менше і нарешті, на тій чи тій віддалі, припиняється вплив колодязя на рівень ґрунтової води.

Коли породи маловодопрохідні, як наприклад, лес, суглинки, дрібнозерні піски тощо, радіус лійки буває малий; у таких випадках колодязі, навіть розташовані недалеко один від одного, не мають взаємного впливу. В тому разі, коли вода залягає в породах, дуже водопрохідних, як от, наприклад, грубозерні піски, ринь, щільністі вапняки тощо, депресійні лійки можуть мати дуже великий радіус.

Коли швидкість ґрунтового потоку чимала, то депресійна лійка має дуже несиметричну форму. Радіус коротший у тому напрямку, звідки вступає вода,

і далеко довший у напрямку руху ґрунтового потоку; це цілком зрозуміло, бо з верхньої частини часто припливає вода і заповнює те зниження рівня, яке спричиняє відсмоковування колодязя.

З протилежного боку колодязя депресія поширюється на велику віддадь, бо колодязь охоплює водяний потік.

Коли ми провадимо відсмоковування колодязя, що його живить ґрунтова вода, і рівень води знижається, то ми можемо нарисувати діаграму, на якій відсмоковування буде показано в формі кривої лінії; цю криву ми будемо так: на осі абсцис (мал. 110) відкладаємо інтенсивність відсмоковування, цебто видатність смока, а на осі ординат позначаємо зниження рівня, при чому за 0 ми беремо вихідну точку координат. Крива відсмоковування в разі ґрунтової води завжди має форму параболі, що значить, що із збільшенням інтенсивности відсмоковування рівень ще дужче знижається. Коли припинити відсмоковування, то нормальний рівень води в колодязі поступово відновлюється. В колодязях, що їх живить ґрунтова вода, ніколи не буває, щоб рівень води відновився відразу, але завжди це потребує певного, більш або менш значного часу. В разі потужного ґрунтового потоку встановлення нормального рівня настає досить швидко; в разі малопотужної ґрунтової води, при малопрохідних породах, відновлення рівня потребує кількох годин, а часом навіть і цілої доби. Ми знаємо на Україні багато сіл, по яких колодязі такі, що, коли з них забрати воду, то знову набрати води можна лише на другий день.

Часто на підставі дебету колодязів та швидкості відновлення їхнього рівня після відсмоковування можна буває встановити, що в тому самому селі різні колодязі, розташовані нерідко навіть недалеко один від одного, живляться з різних водовмісних поверхів.

Рівень ґрунтової води змінюється; вимірювання рівнів протягом довгого часу може вказати на ті причини, що впливають на ці коливання. Далекі краще помічаються в колодязях коливання рівня протягом року.

Звичайно, що вимірювання рівня ґрунтової води можна провадити в тих колодязях, з яких не беруть води, або мало беруть, бо в інших випадках на рівень впливає відсмоковування колодязів.

До цікавого типу коливань рівня ґрунтової води належать коливання рівня води в деяких колодязях, зв'язані із змінами атмосферного тиску. Один із таких колодязів мені довелося спостерігати на Єлизаветградщині в українському степовому районі. Хуторянин, що в садибі його був цей колодязь, користувався явищами коливання рівня як барометром; коли вода в колодязі спадала, йому доводилося розкручувати весь ланцюг, до якого було причеплено відро, щоб дістати води. Він уважав це за показник гарної сухої погоди; коли ж рівень води підвищувався, і на барабані залишалися два звороти ланцюга, то хуторянин провіщав дощ або погану погоду. Цей факт я перевіряв під час гідрогеологічної експедиції на Єлизаветградщину 1925 року. Коливання рівня в колодязі досягає 1,8 м (як максимум).

Колівання рівнів, залежно від барометричного тиску, можна спостерігати лише в колодязях, що їх живить глибока ґрунтова вода, а може й артезійська. В мілких колодязях таких коливань не спостерігається.

## ХІ. ГОРИЗОНТИ ҐРУНТОВОЇ ВОДИ

**Місця, де ґрунтової води немає. Верховодка. Число водовмісних горизонтів. Київ. Західне Поділля. Спускні колодязі.**

В деяких місцях бувають не один, а кілька горизонтів ґрунтової води, що залягають один над одним і розділені між собою верствами водонепрохідних порід. Як приклад можна навести Київ. Тут маємо такі горизонти ґрунтової води (див. гідрогеологічний розріз Києва).

1) Перший горизонт ґрунтової води, або так звана верховодка в Києві зв'язана з підніжжям товщі лесу, що залягає над мореною. Оскільки морена в районі Києва має дуже неоднотипний склад і місцями надто піскувата, то вона не скрізь має достатню водонепрохідність, а тому цей верхній горизонт не всюди зустрічається на площі київської території. Він відзначається бідністю та несталістю; вода в ньому залежить від атмосферних умов; під час воєної пори року, після того як розтане сніг або після довгих дощів, рівень води верхнього горизонту підноситься, кількість води збільшується. В тих місцях, де морена піскувата, вона пропускає воду крізь свою товщу, і верховодки немає. Наприклад, в урвищах над берегами Дніпра, в Саду 1-го Травня цього водовмісного горизонту не помічається; він не дуже розвинений у районі Липок, де під час свердлення доводиться його констатувати; в районі Печерська він уже потужніший і навіть дає джерела в верхів'ях деяких ярів, коло Червонопрапорного заводу.

Київ розташований у місцевості з типовим ерозійним рельєфом, і на площі його ми не скрізь маємо однакову геологічну будову; в багатьох місцях ряд порід знищено розмивом ще за часу перед відкладанням лесу, а тому лес не завжди лежить на морені, але місцями залягає на давніх породах різного віку — полтавських пісках, рябих глинах тощо. В деяких випадках у підніжжі лесу може бути або не бути ґрунтова вода, залежно від тих порід, які підстелюють лес. Але загалом через те, що на схилах, які вкриває лес, чергуються породи водопрохідні та водонепрохідні, що утворюють підніжжя лесу, то ґрунтова вода не може дати значного розвитку, і верховодки або нема зовсім, або вона дуже слабенька.

2) Другий горизонт залягає в суглинках, які утворюють верхню частину товщі бурої глини. Як видно з доданого розрізу, під мореною лежить верства піску близько 2 м завглубшки, а під нею залягають зеленкуваті суглинки, які вглиб поступово переходять у буру глину. Суглинок цей пористий, щільнистий, і тому в ньому міститься ґрунтова вода. За водопрохідну постелю править бура глина. До цього водовмісного рівня нам далі ще доведеться повертатися, коли ми будемо описувати зсуви в Києві, оскільки він є головна причина цих зсувів.

3) Третій горизонт міститься в харківських пісках над товщею київської синьої глини.

4) Нарешті, нижче рівня Дніпра, під верствами київської синьої глини, в пісках Буцацького поверху лежить ще один, досить потужний водовмісний горизонт. Він також належить до ґрунтової води, тому що не має значного тиску, і його не можна використовувати свердловинами, як артезійський горизонт.

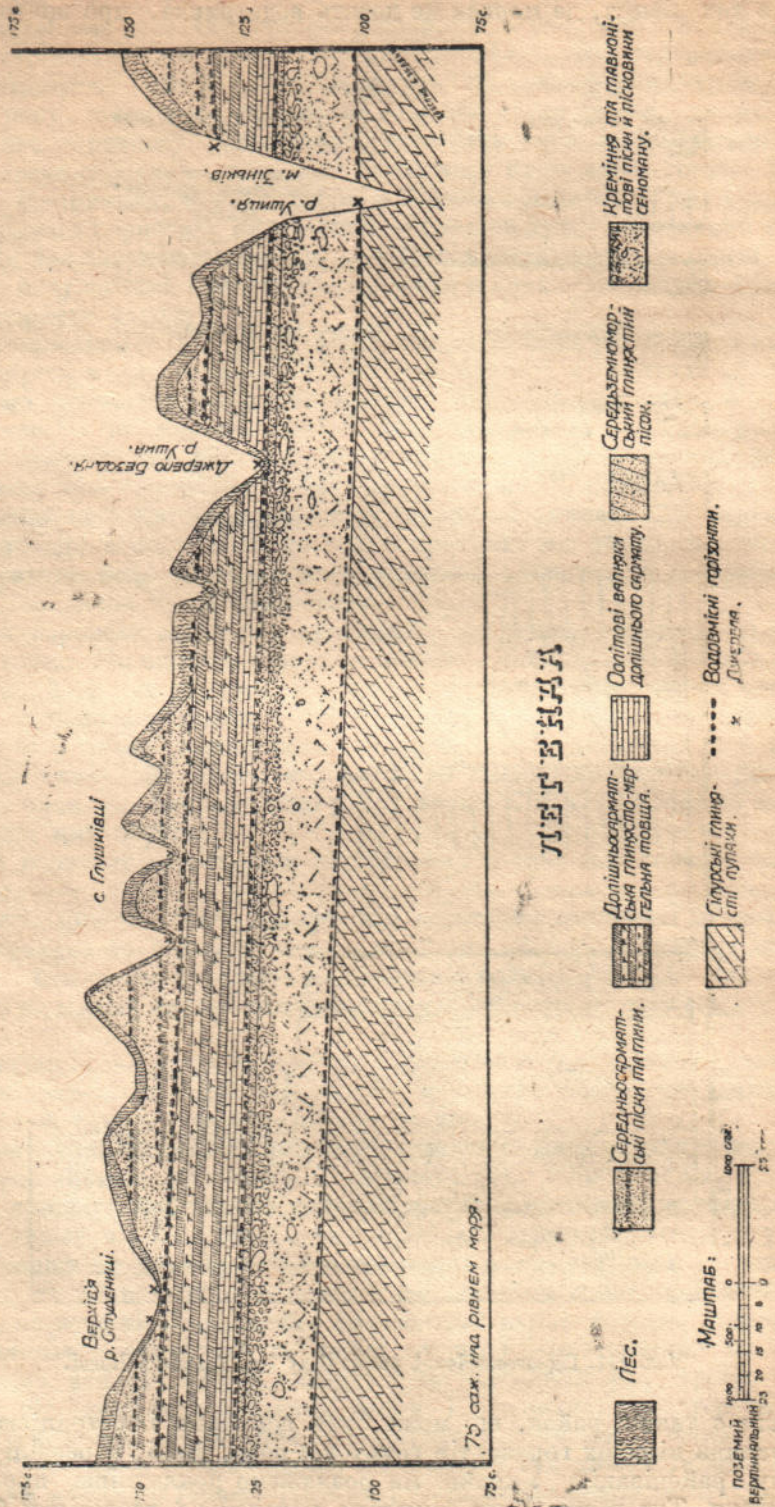
Постає питання, — яким чином потрапляє вода до нижчих горизонтів, коли вони відокремлені один від одного верствами водонепрохідних порід; як погодити цей факт з інфільтраційною теорією?

Для Києва пояснення знайти не важко: вже вище ми згадували, що ерозійні процеси спричинилися до змивання значної маси різних порід, що колись утворювали суцільні верстви на великій площі того плато, розмиті останки якого тепер являють собою вищі точки київської території. Якщо в урвищах Саду 1-го Травня ми бачимо всю послідовність водопрохідних та водонепрохідних порід, то в інших місцях деякі з них відсутні в наслідок розмиву їх. Наприклад, на вулиці Воровського (Хрещатик) немає морени, підморенових пісків, суглинків бурої глини та рябої глини, і безпосередньо на полтавському поверсі залягає лес. Хрещатик — це колишній яр, краще сказати балка, тому що схили його затягнені лесом, і, очевидно, розвиток цього яру припинився вже давно, не за часів перед відкладанням лесу. Чимало в Києві інших місць, де також безпосередньо на полтавських пісках залягає лес або нанесені піски молодого геологічного віку — післяльодовикового. Зрозуміло, що в таких місцях інфільтрація може відбуватися в товщу полтавських та харківських пісків, і може утворюватись третій горизонт ґрунтової води. Ще



Поділля — це високе плато, що його розтинають глибочені долини Дністра та його допливів, які прямують з півночі на південь. До складу цього плато

ГІДРОГЕОЛОГІЧНИЙ РОЗРІЗ



Мал. 112. Гідрогеологічний розріз Поділля вздовж течії р. Ушиці.

входять сарматські піски з провертками глин, спідньо-сарматські оолітові вапняки та піски, глинястий масткий водонепрохідний пісок, що належить



до так званого подільського поверху, сеноманські мергелі та глауконітові піски, силурські пісковики, глинясті лупаки і далі на захід — вапняки. В підніжжі всіх перелічених порід залягають кристалічні породи — граніт, що входить до складу Українського кристалічного масиву. В товщі зазначених порід спостерігаємо такі водовмісні горизонти:

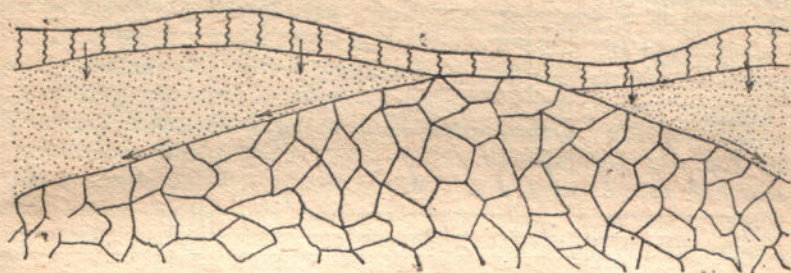
1. Верхній горизонт, або верховодка в підніжжі товщі лесуватих суглинків, або в верхній веретві середньо-сарматських пісків, над глинястими провертками.

2. В товщі середньо-сарматських пісків міститься один або кілька водовмісних горизонтів, що пристосовуються до проверток глин та до поверхні глинястої товщі, яка підтелює піски.

3. В сарматських вапняках або пісках, що їх підтелюють, над глинястою породою подільського поверху. Цей горизонт дуже рясний, він дає силу джерел у районі і найбільш живить річки Подільської Наддністрянщини. Джерела, що виходять з цього горизонту, часом мають дуже великі дебіти.

4. В підніжжі сеноманських покладів, над товщею силюру.

5. В цілинистих силурських породах та в підніжжі силюру над графітами.



Мал. 113. Безводна ділянка серед українського степу в розрізі.

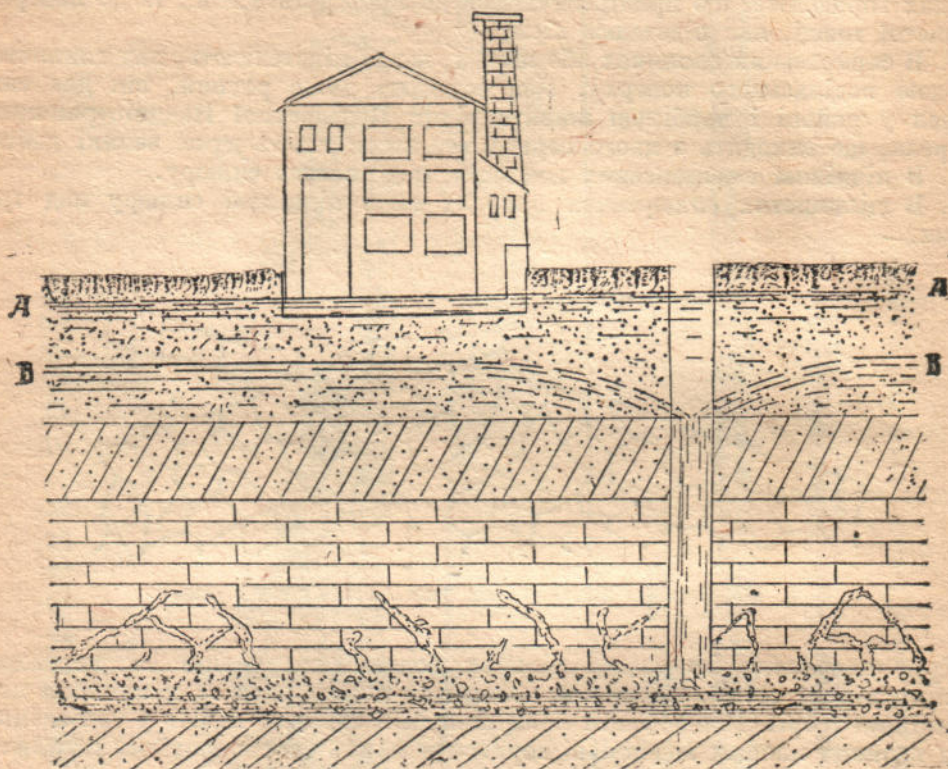
Крім пояснення існування кількох водовмісних рівнів за допомогою фільтраційної теорії, ще краще пояснення можна дати за допомогою конденсаційної теорії. Конденсація може пояснити те, чому навіть у тих місцях, де на великих площах водовмісні горизонти мають водонепрохідну покрівлю, вони все ж бувають дуже рясні.

Але бувають і такі пункти, які в зв'язку з їхньою геологічною будовою зовсім не мають ґрунтової води, ані одного рівня. Такі пункти є й на Україні, в районі, що має назву Українського кристалічного масиву. Річ у тому, що масив цей має дуже нерівну поверхню, замасковану зверху новішими осадовими породами, переважно наземного походження. Серед цих порід є водопрохідні та водонепрохідні. В западинах поверхні кристалічного масиву, де часто скупчується багато піску, утворюється щільна ґрунтова вода, при чому її пористість змінюється залежно від розміру западин; а там, де кристалічні породи підносяться високо, врізаючись у товщу осадових порід, ґрунтова вода, що утворюється в масі покривних порід, стікає вбік по схилах піднесення кристалічних порід до сусідніх басейнів, а над цими піднесеннями створюються умови безводності. Під час гідрогеологічних вишуків на північній Херсонщині 1925 р., проваджених, щоб виявити ділянки, придатні з гідрогеологічного погляду до влаштування на них сіл для переселенців з північної України, мені не раз доводилося констатувати такі безводні ділянки. Взагалі, на площі кристалічного масиву ґрунтова вода настільки мінлива, настільки неоднорідна, що, проєктуючи якість водопостачання, тут завжди треба зробити детальні вишуки за допомогою розвідкового свердлування.

По тих місцях, де поверхневі породи водопрхідні, і їх підстилює також значна площа водопрхідних порід, у значній поверхневій товщі не утворюється ґрунтової води, бо вона фільтрується далі в глибину, доки зустріне якусь водонепрхідну верству або не досягне рівня місцевих річок або озер.

Знаходження кількох водопрхідних горизонтів у тому самому пункті часто може бути за підставу для осушення, дренажування.

Коли прокопати колодязь від поверхні до другого водовмісного горизонту і зробити закріплення цього колодязя так, щоб воно пропускало воду, то вода верхнього або першого горизонту спуститься до рівня другого горизонту:



Мал. 114. Спускний колодязь.

звичайно, якщо другий горизонт пристосований до дуже маловодопрхідної породи, а перший горизонт потужніший, то може статись, що другий горизонт не буде вбирати воду першого, і колодязь заповниться водою до рівня першого, верхнього горизонту. Навпаки, коли нижній горизонт потужніший, лежить у більш водопрхідних породах, то він легко і цілком вбиратиме воду верхнього горизонту.

На півдні України, де місцевість загалом посушлива, степова, поширені так звані поди. Це—западини на поверхні степової рівнини південної України. В багатьох випадках під цими западинами залягають водонепрхідні глини, і тоді вода атмосферних опадів, що стікає до подів, спричиняється до перетворення таких подів на болітця, озерця або солонці. Проте, під верствами водонепрхідних глин часто лежать верстви пісків, і, коли просвердлити глиняну підстилку подів, або викопати в них колодязі, то вода з подів спускається наниз до пісків, і поди осушуються.

Часто будують так звані спускні колодязі, щоб зливати непотрібну воду, наприклад на заводах. Цим разом, в Одесі копали колодязі до другого горизонту ґрунтової води, який міститься в ніздратих та щілинистих понтичних вапняках. У цих вапняках циркулює потужний горизонт ґрунтової води,

при чому водопрохідність вапняків дуже велика; отже в Одесі були дуже поширені спускні колодязі, якими непотрібна опрацьована вода заводів стікала до понтичних вапняків і зникала в другому горизонті ґрунтової води.

## ХІІ. ВИДИ ҐРУНТОВОЇ ВОДИ

Залежно від геологічної будови, ґрунтова вода буває дуже різноманітна щодо типу залягання, руху та запасів. Тут ми хочемо розглянути деякі поширені види ґрунтової води. Найчастіше на практиці доводиться користуватися ґрунтовою водою з пісків. В піску вода просувається, як це було вище описано, в порах породи між окремими її зернятками. Швидкість руху води в пісках буває дуже різноманітна, залежно від розміру зерен піску та уложення їх. Піски дуже рідко бувають рівнозерні, частіше в породі змішані піщинки різної величини.

Наведена вище Газенова формула, в якій, як ми бачили, головну роль відіграє чинна величина піску, визначає швидкість руху води в різних пісках.

Загалом рух води відбувається дуже повільно, і для середньозерного піску в звичайній ґрунтовій воді, де спад верстви не дуже великий, можна вважати за пересічну швидкість ґрунтових потоків 3—5 м на добу. Частіше піски бувають досить чисті, промиті водою і через це ґрунтова вода в пісках здебільшого має гарну якість, придатна до пиття. Коли пісок глинястий, цебто містить домішку дрібних глинястих частинок, то водопрохідність його дуже зменшується, і швидкість руху води знижується. Нерідко трапляється, що піски з домішкою глини в 10—15% зовсім водонепрохідні. Але нерідко буває також, що водовмісні горизонти містяться в суглинках. Це пояснюється не лише тим, що в суглинках пористість достатня для того, щоб пропускати воду, але почасти й тим, що в цих суглинках є дрібненькі пори та щілини, якими циркулює вода. Ще більше це стосується до глин, бо часом ґрунтова вода зустрічається і в глинах, які переважно належать до безумовно водонепрохідних порід. В глинах циркуляція води відбувається виключно порами, розколинами та так званими норами. Ці нори постають через те, що вода промиває собі ширший шлях у деяких порах і утворює каналці в товщі глини. Все ж треба вважати, що здебільшого глини є цілком водонепрохідні й водовмісні горизонти в них зустрічаються рідко.

В твердих породах, як от: вапняках, крейді, пісковиках, лунаках тощо часом зустрічається ґрунтова вода різної потужности та якості.

**Щ і л ь н і в а п н я к и** не пропускають води крізь усю свою масу. Вапняки пористі, ніздраті, легко пропускають воду; але й у щільних вапняках бувають розколини, якими циркулює вода і, розмиваючи ці розколини ще більш у ширину, вода утворює собі великі шляхи у вапняних товщах (див. далі — Карст).

В оолітових черепашкуватих вапняках, пористість яких дуже велика, утворюються справжні рівні ґрунтової води, нерідко дуже потужні.

**К р е й д а** має оригінальні властивості; вона дуже погано пропускає воду, але все ж пропускає, а під впливом значного тиску водопрохідність крейди збільшується. Все ж треба зазначити, що крейда дуже мало водопрохідна, і колодязі, викопані в щільній крейді, не можуть давати великої кількості води. Проте крейда нерідко побита розколинами, по яких може циркулювати підземна вода в вигляді більш або менш значних потоків.

На північному заході та сході України, в щілинистій крейді міститься досить потужний рівень води.

**П і с к о в и к и**, так само як і вапняки, бувають дуже різноманітні щодо гідрогеологічних властивостей. Пісковики щільні, в яких цемент заповнює всі пори між окремими піщинками, цілком водонепрохідні. Але бувають пісковики з досить великою пористістю; тоді вони можуть пропускати воду і містять у собі водовмісні горизонти. Ще більше значення має щілинистість

пісковиків; коли пісковики побиті розколинами, то цими розколинами великою мірою іде циркуляція підземної води.

Навіть такі міцні і цілком водонепрохідні породи, як масивно-кристалічні, наприклад граніти, і ті можуть містити в собі воду, коли вони побиті розколинами. Тому в поверхневій частині гранітних масивів часом можна добувати воду, оскільки саме з поверхні граніти бувають найбільш потріскані. Крім того, вода міститься нерідко і в породах руйнування гранітів та інших кристалічних порід, що залягають на поверхні кристалічних масивів. Завдяки розколинам, у гранітах часом зустрічається артезійська вода.

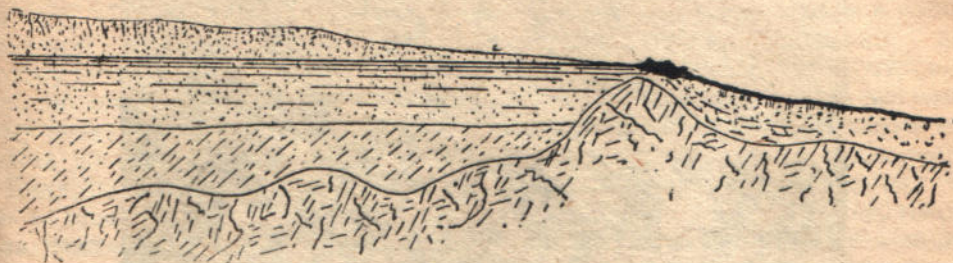
Своєрідний вид ґрунтової води являє собою вода алювійних покладів. Алювій, як відомо, це відклади текучої води—річок, ярів тощо. Великі маси пісків у долині Дніпра—це алювійні поклади Дніпра. Алювійні поклади дуже часто містять у собі більш або менш рясну ґрунтову воду. До складу алювійних покладів часто входить пісок, відкладений з текучої води, відсортований, відмитий і цілком водопрохідний. У долинах, де завжди тече вода, наприклад у долинах річок таких, як Дніпро, глибина залягання підземної води залежить від рівня води в річці. Коли вода в річці прибуває, то підвищується і рівень ґрунтової води, бо ця вода залежить від річкової води, живиться великою мірою безпосередньо з річки, вода якої проходить у водопрохідні верстви алювійних покладів. Навпаки, коли річка висихає, і рівень її знижується, то знижується й рівень ґрунтової води алювію. Протягом такого періоду ґрунтова вода підтримує річку, захищає її від висихання.

Але не тільки в тих долинах, де завжди тече вода, але й у долинах, де проходять тимчасові річки, що пересихають і не течуть значну частину року, в алювії нерідко міститься ґрунтова вода. Як приклад, можна взяти сухі долини, так звані балки нашого українського півдня. Балки Одещини та Херсонщини здебільшого містять досить потужні горизонти алювійної ґрунтової води, і це пояснює те явище, що села здебільшого тиснуться до балок. На дні цих балок нерідко можна бачити великі колодязі, так звані чигирі, з яких воду за допомогою доморобних споруд проводять до городів, щоб обводнювати їх. Правда, не в усякому місці можна твердо розраховувати на горизонт балочного алювію. Коли під алювієм залягає порода водопрохідна, наприклад, товща пісків або щільністі вапняки, в алювії може зовсім не бути води. Досліджуючи деякі балки на Єлизаветградщині, ми спостерігали такі явища: в верхній течії балки є ґрунтова вода, але кількість її не дуже значна; спускаючись балкою, ми помічаємо нерідко збільшення кількості ґрунтової води в алювії. Часом кількість води так збільшується, ґрубина верстви, насиченої водою, так зростає, що балки забagnюються. Найчастіше причиною цього явища є підземні виходи кристалічних порід; ці породи підгачують алювійні потоки і спричиняють піднесення рівня ґрунтової води, часом до самої поверхні, що і призводить до утворення джерел або до забagnення балки. Коли далі йти балкою наниз, то помічаємо знову зменшення водовмістності балки або цілковите зникання ґрунтової води в алювії; це пояснюється тим, що під алювійними покладами залягають піщані верстви.

В житті алювійна ґрунтова вода відіграє чималу роль. І в Радянському Союзі і за кордоном користуються алювійними горизонтами ґрунтової води для водопостачання. Мені довелося оглянути водогін міста Чернівців, який використовує воду з алювійних, піщано-рінястих покладів ріки Прута. Серед терас ріки збудовано кілька колодязів великого діаметра, з яких збирають воду і по трубах подають її до міста. Територія навкруги цих колодязів входить у зону санітарної охорони, що забезпечує воду від забруднювання.

Одна з частих хиб ґрунтової води в алювії—це те, що вона здебільшого не захищена зверху водонепрохідними верствами і легко забруднюється та заражається. На Херсонщині нерідко алювійна ґрунтова вода, що спочатку

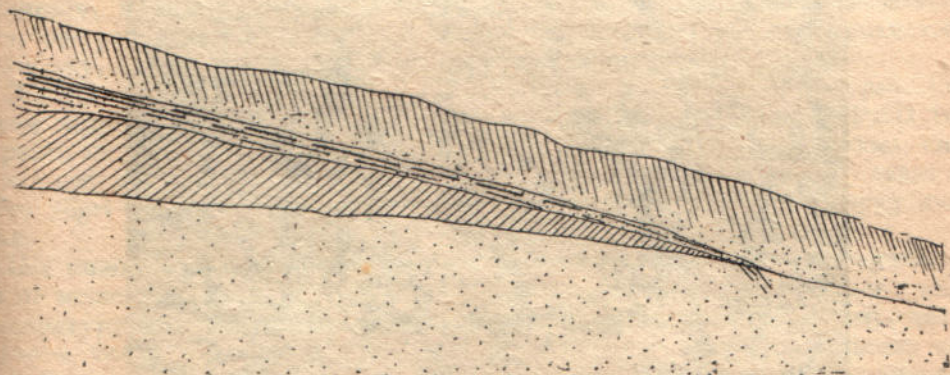
була зовсім добра, після того як осяде село, за кілька років або десятків років стає недобра, погана на смак і забруднена, а часом навіть заражена через різні шкідливі бактерії. В тих місцях, де на площі алювійних покладів містяться чималі селища, алювійна вода здебільшого дуже поповнена. Вона часто спричиняється до епідемій черевного тифу, дизинтерії та інших епідемічних хвороб. Тому, в тих випадках, коли провктують водопостачання, основане на



Мал. 115. Вихід підземної води з алювію на поверхню у зв'язку з виступом граніту серед алювійних покладів.

використанні ґрунтової води алювійних покладів, треба встановлювати зону санітарної охорони, щоб запобігти псуванню та зараженню ґрунтової води; не можна користуватися алювійною водою коло базарів та густо залюднених пунктів; не можна розташовувати цвинтарі в долинах вище залюднених пунктів; треба вибирати для використання води пункти, розташовані в долинах вище залюднених пунктів.

Вище ми наводили приклад значного піднесення ґрунтової води в долинах, коли під дном долини значно підносяться тверді водонепрохідні породи



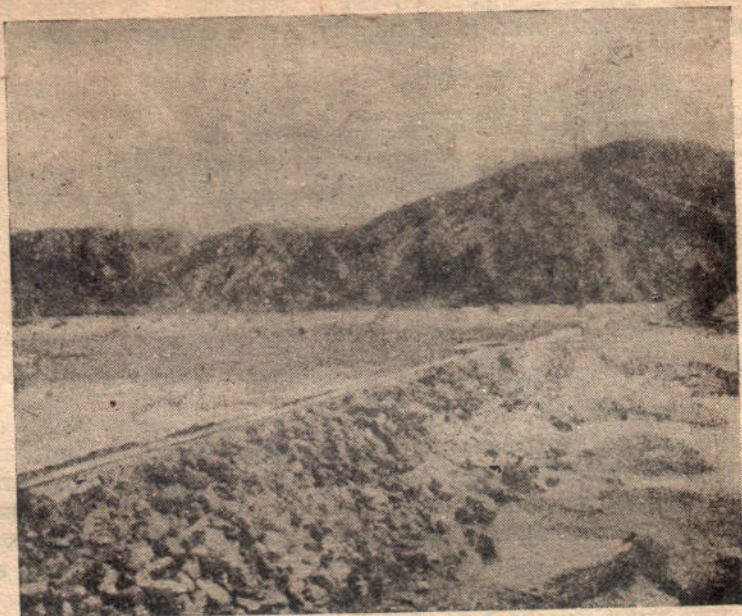
Мал. 116. Зникання ґрунтової води з алювію в місці, де алювій налягає на піски.

(граніт), врізуючись у товщу водомісного алювію. Можна робити і штучні загатки для підземної води. Сліхтер описує підземну греблю в окрузі Льюїс-Анжелос в Каліфорнії, збудовану 1887-90 р. р. Ця гребля дала змогу мешканцям, під посушливі роки, користуватися ґрунтовою водою та обводнювати плантації помаранч, цитрин та маслин. Упоперек долини викопали рів, який заклали водонепрохідними матеріялами; через те вода мусіла підійматися в товщі алювійних покладів і нарешті вийшла на поверхню і збігала з греблі водоспадом (мал. 117).

Опишемо з гідрогеологічного боку лес, цю найпоширенішу на Україні породу. Нам доведеться пригадати походження лесу, бо воно має велике значення для розуміння його гідрогеологічних властивостей. Лес є поклад, що утворювався з пилу, який приносив, головню, вітер. Лес і тепер утворюється на краях пустині, як це спостерігаємо в Китаї, Монголії та Туркестані. Укра-

Інський лес відкладався в степу дуже повільно, тонесенькими поверстками осідав пил на поверхні степу, вкритій рослинністю. В міру того, як наростали все грубші й грубші верстви лесу, рослинність проростала вище, і врешті вся товща лесу стала пронизана прямовисними каналцями, які в між корінцями

А



В



Мал. 117. А — гребінь підземної греблі; В — вид центральної частини підземної греблі.

степових рослин. В масі своїй лес є дуже маловодопродітна порода, але через наявність цілої системи прямовисних каналців, лес досить легко пропускає воду в прямовисному напрямку; навпаки, в поземному напрямку циркуляція води в лесі дуже затруднена. Ось чому після того, як розтане сніг або після довгих дощів ґрунтова вода в лесі значно збагачується, рівень її підноситься. З тих самих причин в лесі та подібних до нього лесуватих суглинках нерідко

спостерігаємо таке явище: у сусідніх колодязях, розташованих часом тут близько один від одного, зустрічаємо зовсім неоднакову воду. На Херсонщині раз у раз трапляються випадки, коли в одному колодязі вода добра на смак і придатна до пиття, а в другому, віддаленому від першого на яких 100, 50 і менше м, вода солоніша або гірка і зовсім непридатна до пиття. Це пояснюється тим, що лес Херсонщини багатий на гіпс та різні розчини, сполуки, при чому збагачення нерівномірне, і саме ці сполуки зустрічаються в вигляді конкрецій і нерівномірно розкидані в породі. Колодязь, проведений у лесі, в якому немає конкрецій різних солей, дає добру ґрунтову воду; другий колодязь, що лежить поблизу першого, але натрапив на конкреції солей, дає непридатну воду; відсутність широкої поземної циркуляції води в лесі пояснює можливість довгого існування води різної якості в дуже близьких дільницях.

Воду, що міститься в лесі та лесуватих суглинках і не вкрита зверху жадною водонепрохідною породою, часто звуть верховодка. Лесові верховодки відзначаються великою нестабільністю дебету; в посушливу пору року колодязі, що користуються верховодкою, дуже бідніють на воду, а часом зовсім пересихають; але ці самі колодязі, після того як розтане сніг, або після дощів чимало збагачуються на воду.

Дуже оригінальний вид ґрунтової води являє так звана *висна* в е р х о в о д к а; висні верховодки поширені, наприклад, у степах південної України. Назву «висна» дають цій воді тому, що вона утворює горизонт серед товщі лесу, не спираючись на якунебудь водонепрохідну породу. Буває, що й вище горизонту верховодки та нижче його залягають приблизно однакові верстви лесу. Існування висної верховодки можна пояснити виключно конденсаційною теорією. Ця верховодка залягає приблизно на глибині зони сталої температури, що в ній якраз найенергійніше відбувається конденсація води з ґрунтового повітря; досить мала водопрохідність лесу та подібних до нього суглинків, в тих пунктах, де існує висна верховодка, і спричиняється до того, що утворення води йде в більшій інтенсивності, ніж її проходження в глибину, і тому в зоні сталої температури скупчується вода.

Льодовикові поклади належать до так званих *морен*. Серед морен відрізняють спідні морени, кінцеві, бокові та інші. В Росії та на Україні, на площі колишнього великого зледеніння, поширені, головню, спідні та кінцеві морени. Крім морен, на цій площі проходять ще так звані *ози*, себто довгі піщані смуги, що простяглися вздовж колишнього руху льодовика.

Під кожним льодовиком циркулює текуча вода. Відомо, що лід льодовиків не може мати температуру, близьку до 0°, а повинен мати далеко нижчу температуру, то нижчу, що більша товща льодовика. Річ у тому, що під впливом тиску лід розтає при температурах, то нижчих, що більший тиск. В глибоких частинах льодовиків, де тиск верхньої частини льоду дуже значний, температура льоду повинна бути дуже низька. Для того, щоб зберегти цю низьку температуру, льодовик мусить частково розтавати, через що решта льоду охолоджується. Крім того, знизу льодову масу нагріває тіло землі. Під льодовиком утворюється велика маса текучої води, що, підлягаючи загальним фізичним законам, посувається зверху вниз; ідучи за рельєфом, вода зриває собі під льодовиком долини і відкладає в таких долинах підльодовиково-алювійні, переважно піщані поклади. Нерідко ці підльодовикові зорита змінюють свою форму та напрямки. Часто вони зверху вкриваються мореновими покладами. Тепер, коли льодовик давно розтав, і на великих просторах РСФРР та північної України розташувалися моренові поклади, що складаються з маловодопрохідних або цілком водонепрохідних глин з наметнями та суглинків, під ними в деяких місцях залягають такі заповнені алювієм підземні долини льодовикового часу. Власне через це на площі, яку колись займав льодовик, поширення ґрунтової води дуже нерівномірне. В середній частині РСФРР ми зустрічаємо села, які витяглися смугами, а між такими смугами проходять незалюднені площі. Ці залюднені смуги

ідуть за підземними алювійними смугами — похованими алювійними покладами колишніх підльодовикових річок. В таких смугах похованого алювію вода циркулює з досить значною швидкістю і прямує зверху наниз, ідучи за напрямком цих колишніх долин. Під час вишуків та дослідів ґрунтової води в льодовикових районах, треба закладати мережу свердловин, розташованих на значних інтервалах одна від одної, і коли деякі свердловини натраплять на ці підземні корита, багаті на ґрунтову воду, то коло них треба закладати розвідкові свердловини, щоб дослідити такі корита та виявити поширення й напрямок потоків ґрунтової води.

Морени складаються з дуже неоднорідного матеріалу; ця несортованість матеріалу є якраз характерна риса льодовикових покладів. Лід воліє за собою і відкладає і дрібненькі глинясті частинки, і пісок, і маленькі камінчики, і великі наметні, які потім зміщувалися і входили до складу спідніх морен. В поземому напрямку склад морен також є досить мінливий. Текуча вода спричинилася чималою мірою до перемивання моренових покладів та до зміни первісної структури в окремих ділянках поширення моренових покладів; морена в одних місцях є водотривка, а в других досить водопрохідна. На прикладі Києва можна виявити цю неоднаковість гідрологічних властивостей морени; коло Саду 1-го Травня, в підніжжі лесової товщі над мореною, ми не зустрічаємо ґрунтової води. Дуже малопотужна ґрунтова вода в підніжжі лесу поширена на площі частини міста, що її звали «Липки». Цей же самий горизонт лесової верховодки на Печерську набагато потужніший, а коло Червонопрапорного заводу він уже дає джерела коло верхів'їв деяких ярів, що тут проходять. В тих випадках, коли моренові поклади достатньо водопрохідні і залягають на глинах, вони самі часом правлять за водовмісний поверх. На захід від Києва, в районі Ірпеня та Бучі, в морені зустрічається вода поверх синьої Київської глини.

Дуже своєрідні властивості має порода, що має назву п л и в у н.

П л и в у н — це найчастіше дрібний зернистий пісок, часом досить глинястий та просяклий водою, при чому вода й порода, завдяки, головню, капілярним силам та тискові, між собою зв'язані, утворюючи ніби одне ціле. В техніці доводиться нерідко зустрічатися з пливунами, як із шкідливим явищем, і провадити з ними вперту боротьбу. Коли доводиться копати канали або колодязі й проходити пливуні, то ця розріджена, переповнена водою маса цілком сунеться до виїм, намагаючись їх заповнити. Буває, що жадні засоби, в тому числі й забивання гарованих рядів не допомагає; в такому разі вживають заморожування пливунів; за допомогою охолодних течив заморожують воду в пливуніх і таким чином позбавляють пливуні їхньої рухливості. Пливун нерідко захоплює свердловий струмент і спричиняється до аварій свердловин.

Гефер описує такий випадок, що трапився коло Брюксу, в Чехії, в буровугільній шахті. Коли тут провадили свердлування, то завдяки швидкому проходженню порід та закріпленню свердловини цямровими трубами, не встигли помітити верстви пливуні; його прийняли за пісковик, що спричинилося до катастрофи, яка трапилася в копальні 19 липня 1895 р. Видобування тут провадили способом завалювання покрівлі вугільної верстви: коли під час видобування вугілля утворювалися великі порожнини, то їх залишали і завалювали покрівлю. Коли в першій камері, в південній частині копальні завалили покрівлю, то зверху з'явилася молочно-біла вода, ознака наявності пливуні. Зрозумівши, що загрожує велика небезпека завалу, робітники зразу ж почали бігти до верхніх штреків і встигли врятуватися через шахту «Ганна», тільки один новак у гірничій роботі побіг у найдаальній штреки і загинув під масою пливуні, що прорвався і заповнив усю мережу штреків, аж до шахти «Ганна». Незабаром після цього, на південь від залізниці, в Брюксі, на Вокзальній вул. почали утворюватися в землі лійки, в які провалювалися будинки, а в інших будинках утворювалися щілини. Утворення провалів щоразу наближалось до вокзалу, коло залізниці утво-



рилося велике провалля і три пари рейок залишилися висіти в повітрі. Верства пливуна виходить на денну поверхню на Вокзальній вулиці. Коли, через завалення покрівлі в шахті «А», пливун з цієї покрівлі почав вилитися до підземних галерій, то далші маси пливунової верстви повинні були йти за цим рухом. Подібно до того, як у посудині рівень води знижається, коли вода починає витікати знизу, пливун повинен був насамперед опуститися в місці свого виходу на денну поверхню на Вокзальній вулиці; через це верхні ґрунти мусіли обвалюватися в формі лійок. Рівень пливуна знижався щораз більше, і через те провали повинні були наближатися поступово до лінії залізниці.

До окремого типу ґрунтової води належить вода в піскових надмах (дюнах) морських узбереж та островів. Якщо навійний вітром пісок, з якого складається надма, залягає на грубій товщі піску, то ґрунтова вода, що є в надмі, заповнює і пісок під надмою. При цьому не тільки в надмі вище рівня моря, але і під нею в піску може міститися солодка вода і залягати навіть нижче морського рівня, хоч з боків у тих самих пісках міститься солоня вода, проходячи з моря.

Пояснимо це на прикладі острівної надми. Нехай її на велику глибину підстелює пісок, тобто водопропускна порода. Атмосферні опади проходять у надму і, підлягаючи законові ваги, ідуть далі вглиб. Морська вода проходить у піскувате підґрунтя і тут під тиском стовпа води, що лежить вище, проходить вбік і змішується з солодкою ґрунтовою водою; тиск солодкої води більший за тиск морської води на вишину стовпа  $H$  (мал. 118); тоді як морська вода має більшу густину (питому вагу)  $G_1$ , густина солодкої води дорівнює тільки  $G_2$ , що її можна взяти за 1. На глибині  $T$  нижче рівня моря тиск стовпа солодкої та стовпа морської води однаковий, тоді

$$\begin{aligned} G_1 T &= G_2 (T + H) = G_2 T + G_2 H, \\ G_1 T - G_2 T &= G_2 H = T (G_1 - G_2); \\ T &= \frac{G_2 H}{G_1 - G_2}. \end{aligned}$$

Коли взяти, що  $G_1 = 1,024$ , то

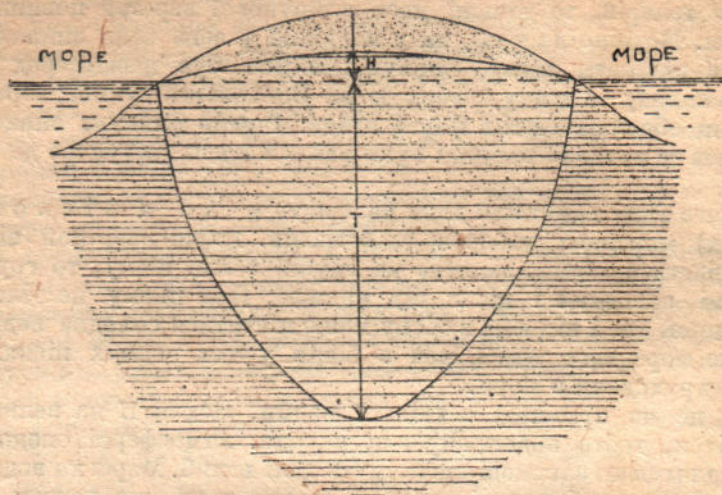
$$T = \frac{1}{1,024 - 1} H = 42 H.$$

Коли скатерть ґрунтової води лежить, напр., на  $1,4 \text{ м} = H$  вище поверхні моря, то найглибше місце, до якого поширюється солодка вода, буде лежати на  $58,8 \text{ м}$  нижче рівня моря. Праворуч і ліворуч від  $H$  опуклість поверхні ґрунтової води менша, через що й відповідні величини  $T$  повинні бути менші, а як на рівні моря  $H = 0$ , то там і  $T$  повинне дорівнювати 0. Звідси випливає, що межа між солонюю і солодкою водою повинна набрати форми, показаної на мал. 118. Для голландських надм Верслюї показав, що вода на цій межі не являє собою звичайної суміші солонюю та солодкої води, але що кількість хлор-йонів відповідає їхній кількості в солодкій воді, а, навпаки, кількість  $\text{Na}$ ,  $\text{Mg}$  та  $\text{Ca}$  відповідає приблизно розподілові їх у морській воді. В багатій на  $\text{Na}$  перехідній глибинній воді відношення  $\text{Na} : \text{Cl}$  більше, ніж у нормальній солодкій чи солоній воді; через те перехідна глибинна вода не може бути звичайною сумішшю тієї та тієї води. Це пояснюється тим, що тверді речовини, які є в ґрунті, намагаються прийти до рівноваги з катіонами, що є в ґрунтовій воді <sup>1</sup>.

Коли в колодязя, влаштованого на надмі, забирати води більше, ніж її утворюється в надмі інфільтраційним та конденсаційним шляхом, то  $H$  буде зменшуватись, а одночасно почне зменшуватись і  $T$ ; солоня вода буде підійматись. Врешті колодязь почне давати солону воду. Це треба мати на увазі

<sup>1</sup> Геффер. Подземные воды и источники, стор. 130—131.

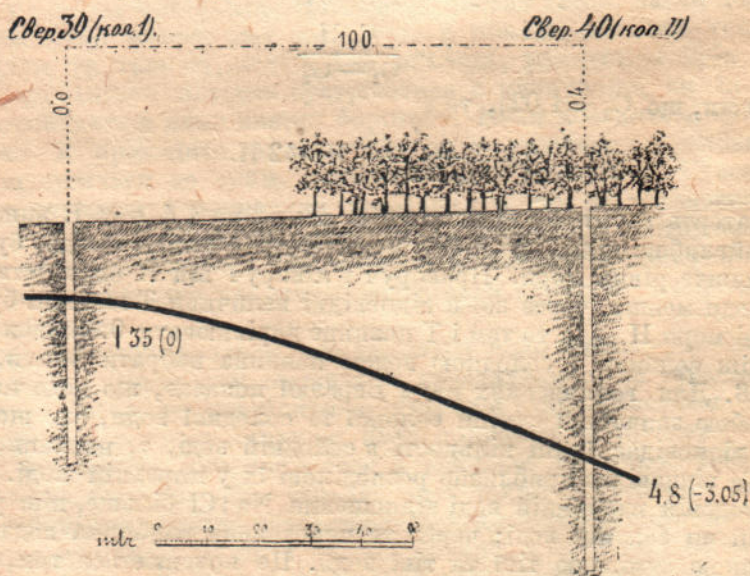
і обережно користуватись ґрунтовою водою з острівних та прибережних пісків. В Амстердамі так і сталося, що солодка вода обернулася на солону завдяки надмірному використанню ґрунтової води з пісків.



Мал. 118. Схема залягання солодкої води на піщаному острові серед моря.

### ||XIII. ВПЛИВ ЛІСУ НА ҐРУНТОВУ ВОДУ

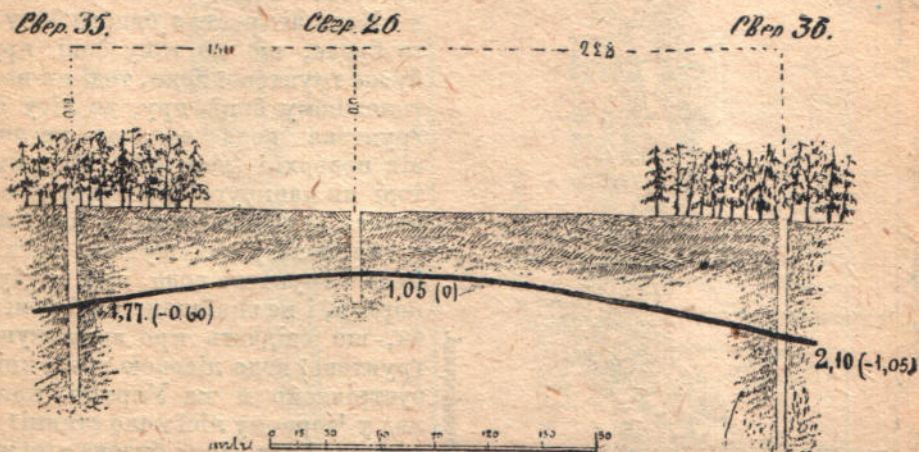
Дуже поширена думка, що ліс відіграє велику роль в збиранні та захисті ґрунтової води. Нерідко вважають, що вирубування лісів спричиняється до пересихання джерел та річок. Проте, П. Отоцький з'ясував, що вплив



Мал. 119. Свердловини в лісі Задня Гарь, кол. Новгородської губернії.

лісу на ґрунтову воду трохи інший, ніж гадали, а саме, що ліс великою мірою використовує ґрунтову воду та знижує її рівень. Отже, залежність між вирубуванням лісів та засиханням річок не дуже проста. Можливо, що ліси мають деяке значення як кліматичний чинник і впливають на збільшення атмосферних опадів, що, звичайно, відбивається позитивно на всьому водному режимі, в тому числі й на ґрунтовій воді; велике значення має також

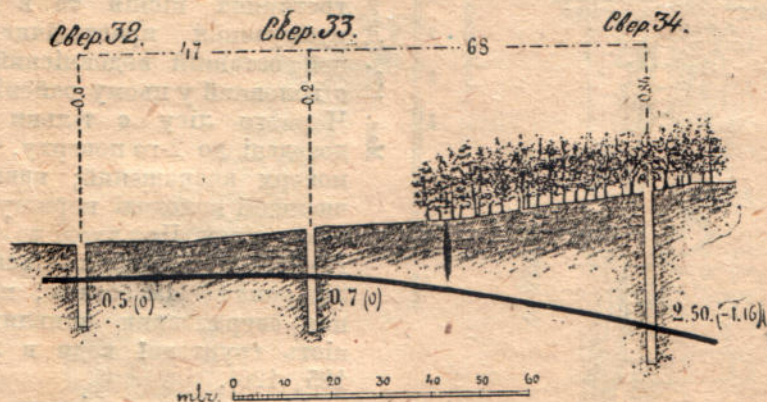
розмив ґрунту після вирубування лісів, утворення ярів, що, з одного боку, дренають місцевість, а з другого — спричиняють винос до річкових долин різних порід, скопчення яких спричиняється до утворення мілей та перемілей. Але головну роль відіграють кліматичні зміни, а не вирубування лісів. Отоцький дослідив з гідрогеологічного погляду багато лісів, працюючи за



Мал. 120. Рівень ґрунтової води в лісі та на галявині; кол. удільний ліс в околицях Ленінграду.

такою методою: він закладав ряд свердловин уздовж одного профіля, при чому одні свердловини містилися в лісі, а інші поза межами лісу на сусідньому полі; вимірюючи рівні води в лісових та польових свердловинах, він щоразу переконувався в тому, що вода під лісом залягає на більшій глибині (мал. 119).

Коли серед лісу є прогалина або галявина, то під нею рівень ґрунтової води вищий, ніж навкруги в лісі (мал. 120). Навіть тоді, коли вбік



Мал. 121. Свердловини коло Червоного Села в околицях Ленінграду.

лісу місцевість підноситься, то рівень ґрунтової води знижається (мал. 121). Лісова рослинність тягне воду з ґрунту і випаровує її в великій кількості, що й пояснює наведені явища. Отоцький спостеріг ряд випадків, коли під лісом зовсім зникав горизонт ґрунтової води, тоді як навколо лісу ґрунтова вода залягала близько поверхні або не дуже глибоко (мал. 122).

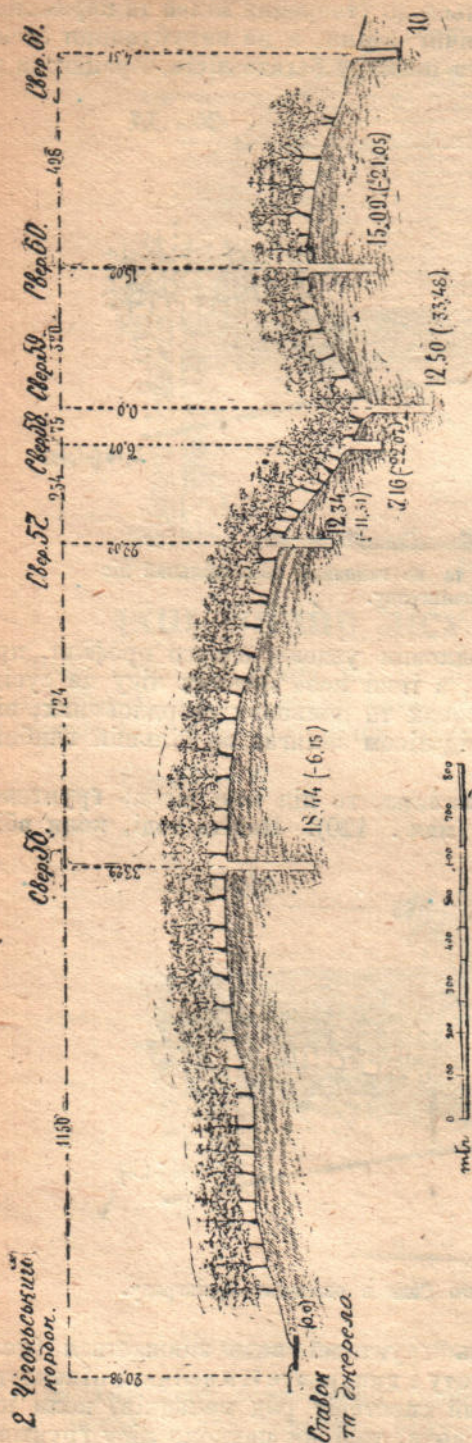
Відзначено факти, коли ліс виростав на вогкій або болотистій місцевості і висушував її. Таке явище трапляється на багатьох ділянках воронізьких лісів, у лісах Лянд на заході Франції тощо. Кількість джерел на площі

лісу зменшується, багато джерел цілком висихають. В великій Корабельній Році на Вороніжчині Отоцький на площі близько 110 км знайшов лише три

невеликих джерела; коло одного з них збереглися рештки млина, які вказують, що колись джерело давало багато води.

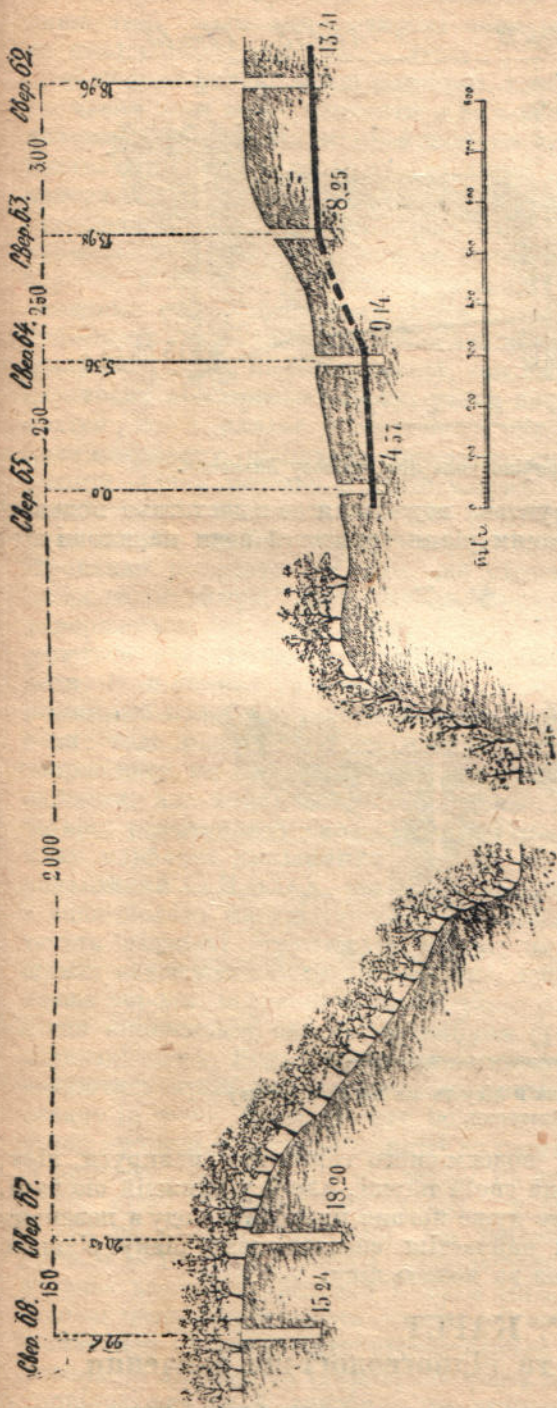
Коли ліс росте з одного боку яру, то буває, що на тому боці яру не буває ґрунтової води, тоді як на протилежному боці яру, де лісу нема, ґрунтова вода залягає неглибоко від поверхні (мал. 123). Наприклад, тоді як навкруги Семенівського лісу багато ґрунтової води в наметневих суглинках, у лісі шукали місця, де була б ґрунтова вода, щоб збудувати кордон, і не знайшли. Такі самі факти, що свідчать про виснажування

Мал. 122. Свердловини в Шиговому лісі на Вороніжчині.



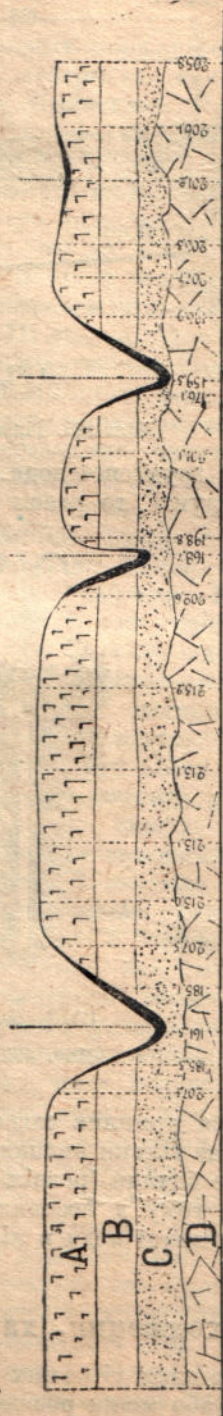
ґрунтової води, але що, навпаки, степові ліси протягом вегетаційного часу надзвичайно висушують ґрунт і знижують рівень ґрунтової води. На весні, коли тане сніг, рівень ґрунтової води підноситься; повільне, поступове танення снігу в лісі часом спричиняється до того, що тут

Те саме спостерігаємо в Велико-Анадольському лісі на Маріупільщині та в інших лісах та посадках лісо-степової та степової смуги України. Факти численних дослідів, що їх перевів Отоцький, свідчать, що ліс не тільки не є чиня-



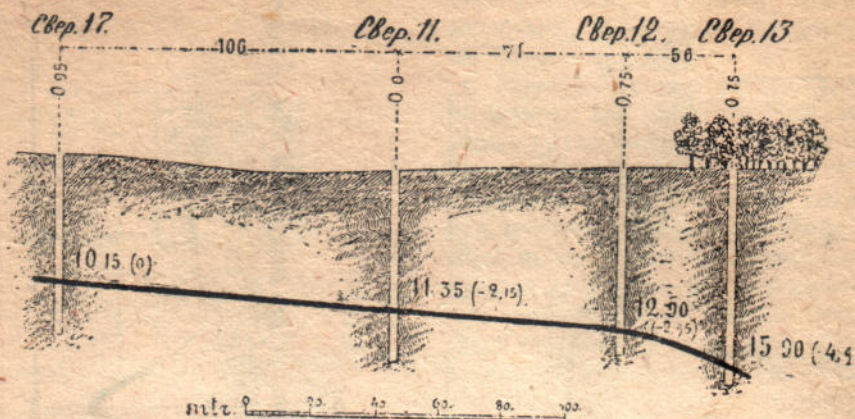
Мал. 123. Сverdлюшин в Семенівському лісі на Бороніжчині.

с. Знобуєве. б. Чорнілісна. Арвідський. Б'юдна дор. Васильський. Ст. Знаменна



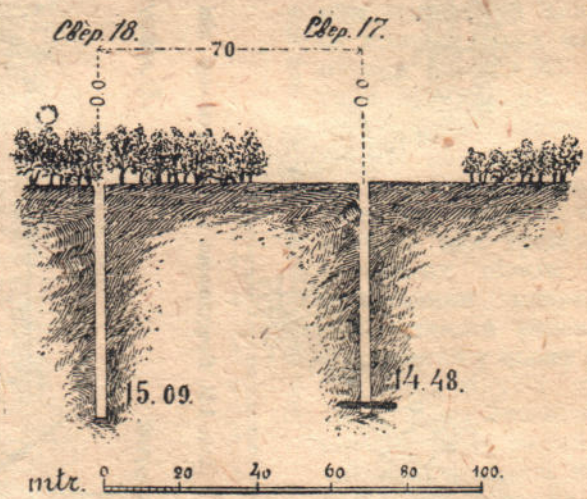
Мал. 124. Геологічний розріз Чорного лісу кодо Знаменки. А — лес, В — темно-бура глина, С — третинні піски, D — граніт.

утворюється навіть більша кількість ґрунтової води ніж у сусідніх місцях поза лісом. Але інтенсивне випаровування під час вегетації лісу не тільки забирає зайвину ґрунтової води, але спричиняє максимальне виснажування



Мал. 125. Гідрологічний профіль коло лісу поблизу Знаменки.

горизонту ґрунтової води. Коли ґрунтова вода залягає в достатньо водопродіюму ґрунті, то разом із зниженням рівня ґрунтової води на площі лісу



Мал. 126. Сведдловина в лісу та на поліні поблизу Знаменки.

починається приплив сюди води з водовмісного горизонту навкруги лісу, і тоді ліс не тільки виснажує воду на своїй площі, але й у ближчій околиці. Як ми вже бачили (розділ XIII), лес дуже погано проводить воду в повесому напрямку; тому в лесових районах найчастіш спостерігаємо різку рівницю рівнів ґрунтової води в лісі та зараз за межею лісу.

#### XIV. КАРСТ

##### Походження, характер та гідрогеологічне значення

Серед різних гірських порід, що входять до складу земної кори, є такі, що більш або менш розчиняються в воді. За приклад дуже легко розчинної породи може бути кам'яна сіль (NaCl). В природі відомі великі зложища соли, як от соляні родовища Артемівщини на Україні, Велички та Бохні в Польщі, Магдебургського басейну в Німеччині тощо. В Штенберґу під Бер-

ліном відкрили зложища соли завгрубшки більш як 1 180 м. Коли б ці зложища відкрито виходили на поверхню або коли б у них циркулювала потужна підземна вода, то, звичайно, вони швидко б були знищені, як це й траплялося не раз в історії землі з соляними зложищами. Соляні маси зберігаються лише тоді, коли вони закриті захищеною водонепрохідною верствою глини чи якоїсь іншої породи.

Є породи далеко менш розчинні, ніж сіль, що проте помалу розчиняються, і з часом вода може виносити в них велику масу матеріялу, наприклад гіпс, доломіт, вапняк. Коли пройти по верховинах Кримських гір, що побудовані з юрського вапняку, то легко побачити вплив води на цю породу; поверхня тут дуже нерівна, гострі кам'яні ребра, мов ножі, виступають і утрудняють екскурсантові пересування; між ними проходять глибокі та мілкі борозни. Численні провалля та западини вкривають поверхню. Багато є печер—то в вигляді глибоких природних колодязів, то похилих заглибин, то складних розгалужених проходів та коридорів в масивах вапняку. Така погризеність та печеристість зобов'язана своїм походженням виключно розчинній діяльності води, як поверхневої, так і підземної. Ці явища відомі під назвою карстових або просто карсту; назва походить від місцевости Карет—гірської країни, що прилягає з північного сходу до Адріатичного моря. Карст має наче погризену, віспувату поверхню; скрізь є дірки, провалля або так звані долини. Річки нерідко в одній частині течуть нормальною долиною, а потім зникають під землю, ховаючись у печерах та щілинах серед вапняків. Річкова долина закінчується тупиком; такі долини мають назву сліпих долин. Провалля походять від того, що підземні порожнини стають надто великі, стеля не витримує, розламується і провалюється в печеру. Місцями заглибини утворюються без завалу, через поступове розчинення вапняку. Печери утворюються в вапняках завдяки розчинній, а почасти й розмивній діяльності води. В щілинках та розколинах вапняку циркулює вода, розчиняє вапняк, розширює щілини, утворює канали, якими течуть вже більші маси підземної води; тоді діяльність води посилюється, канали щодалі ширшають і перетворюються на печери. Чиста вода має не дуже велику здатність розчиняти вапняки, але вода, що має в розчині двооксид вуглець ( $\text{CO}_2$ ), має далеко більшу розчиняльну силу. Вона вступає з вапняком у хемічну реакцію, при чому карбонат кальційний ( $\text{CaCO}_3$ ) перетворюється на двогідродвокарбонат кальційний  $\text{CaH}_2(\text{CO}_3)_2$ , що легко розчиняється в воді й виноситься. З часом у вапняковому масиві утворюється таким чином складна система печер; в них течуть підземні струмки та річки; на перегінах підлоги печер спадають шумкі водоспади. Вода діє не лише, як розчинник, але й безпосередньо розмиває породи, переносить пісок, рінь; у розширах печер, так званих «заялях», стеля підноситься високо; заглибини в підлозі, заповнені водою, утворюють підземні озера. Вода, збагачена на двооксид вуглець (вуглекислий газ), просочуючись крізь породи стелі та протікаючи щілинками, крапля по краплі спадає із стелі. Коли крапля води висить на стелі, вона втрачає значну частину двооксиду вуглевого, який виходить у повітря; разом з тим зменшується її розчиняльна сила, і з неї осідає на стелі карбонат кальційний. Так поступово, дуже повільно наростають на стелі печери борульки — сталактити, схожі на льодові борульки, що звисають взимку з дахів будинків. Коли крапля води спадає вниз і розбивається об підлогу печери, вона ще більше втрачає двооксид вуглець і, крім того, осаджує карбонат кальційний, і на підлозі печери наростають стовпчасті виступи — сталагміти. Зростаючи далі, сталактити та сталагміти зустрічаються, і тоді вони зростаються в суцільні колони. В цілковитій темряві печерних підземель провадить вода свою роботу, прорізує печери й оздоблює їх сталактитами, сталагмітами та колонами. Коли бокові щілинки розвиваються, вони часом перехоплюють воду з печери, яка стає сухою.

Підземні порожнини печер, з їх річками, водоспадами, озерами, з заялями та коридорами, оздобленими колонами, сталактитами та сталагмітами, здавна

притягали до себе увагу людей; людська фантазія заселяла печери різними духами, страхіттями, драконами, семиголовими зміями тощо. Культурна людина підійшла до вивчення печер з науковою метою; своєрідність печер та їх бідного тваринного світу спричинилася до того, що вивчення печер відокремилася навіть у спеціальну наукову галузь—спелеологію. В печерах оселялися деякі породи звірів, за передісторичної епохи в них жив, наприклад, печерний ведмідь. За стародавніх часів печери були й за притулок первісним людям, що мали в печерах захист від дощу та негоди, від диких звірів та ворожих нападів. Тому в печерах археологи знаходять дуже цікаві останки стародавнього життя людини. Пізніші печери не раз були за сховище людям під час війни та нападів чужих народів. На Україні печери є на Кам'янецьчині. Між іншим відоме своїми печерами містечко Черче в долині р. Смотрича. Ці печери мають розгалужені коридори; вони не раз правили людині за сховище під час татарських нападів. Інколи люди викопували штучні печери, щоб ховатися в них; за приклад може бути кол. київський монастир Лавра з її печерами. Багато печер є на Кавказі; в околицях м. Кутаїсу численні печери проходять у вапняках долини Красної річки. В Криму теж печери дуже численні: зокрема цікаві печери в горі Чатир-Даг.

Бувають печери величезного розміру. Найбільша з відомих — Мамутова печера міститься в Північній Америці в штаті Кентукі, між містами Луїсвіль та Нешвіль. Її ще не досліджено до кінця, це—цілий підземний світ, що має свою систему озер та річок, лабіринт незліченних коридорів, що розходяться по кількох поверхах; місцями вишина печери сягає до 30 м. Головний хід має більш як 16 км завдовжки. В Карсті така сила підземель, що весь масив вапняків нагадує губку.

Гіпс належить до порід, що значно розчиняються в поверхневій та ґрунтовій воді. Тому в гіпсах нерідко також утворюються печери, а на поверхні гіпсів провалля; такі провалля є, наприклад, в околицях П'ятигорська на Кавказі. Велика печера в гіпсі є поблизу Нордгавзена в Німеччині—Ельріхська печера завдовжки 90 м, завширшки 80 м та заввишки до 48 м. Вімельсбургська печера коло Айслебену тягнеться на 6 км. Вапняки далеко більш поширені на землі, ніж гіпсові поклади, а тому для нас головне значення мають карстові явища великого й малого розміру серед вапняків.

Гідрогеологічне значення карсту дуже велике. Явище стоку на місцях з карстовим рельєфом відбувається зовсім своєрідно; вода провалюється крізь лійки, провалля та розколини в ніздрату товщу вапняків, і більша частина атмосферних опадів не стікає по поверхні, не випаровується, а потрапляє в глибину. Ніздраті карстові вапняки містять у собі великі запаси води; з них виходять найпотужніші джерела, з них часом беруть початок цілі річки. Якщо масив ніздратих буйнопористих вапняків залягає серед інших порід і не має вільного відпливу води, то він чималою мірою насичується водою; за приклад можна взяти девонське плято кол. середньої Росії, з вапняків якого численні колодязі та свердловини добувають величезну кількість води для водопостачання.

Із щільністих вапняків цього девонського плято на його південному краю вода вступає до верстви юрського піску з рінню, і таким чином девонське вапнякове плято великою мірою править за джерело живлення юрського артезійського горизонту північно-української мульди (див. далі, розд. XX та XXXII).

В Донбасі, що загалом дуже бідний на воду, на південно-західньому краю залягає карстовий вапняк спіднього карбону, з якого виходять потужні джерела, серед них потужне джерело Кипуча, що дає близько мільйона відер води на добу.

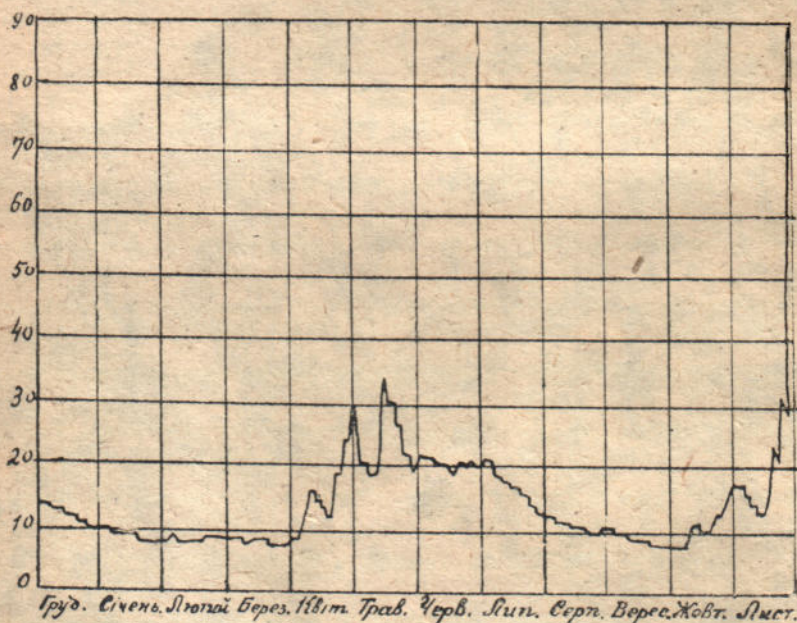
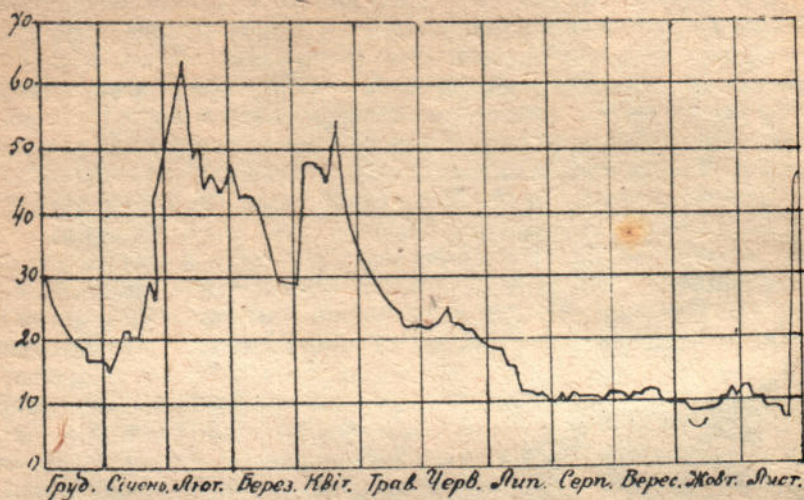
Потужні джерела з сарматського вапняку на Поділлі можуть бути за приклад того факту, що навіть не дуже погризені карстом, помірно ніздраті та щільністі вапняки можуть містити в собі величезні запаси води і давати потужні джерела.





Мал. 127. Джерело Воклюз.

В Криму, Кареті та всіх інших карстових країнах є дуже великі джерела; з печер іноді виходять цілі ріки. З джерела Воклюз у південній Франції витікає ріка Сорґ, доплив Рони; дебіт цього джерела, а разом з тим і кількість води в р. Сорґ зазнають чималих коливань залежно від кіль-



Мал. 128. Коливання дебіту джерела Воклюз протягом 1880 р.

кости опадів на поверхні карстових спідньо-крейджаних вапняків, що являє собою обшир живлення джерела Воклюз. Пересічний дебіт близько 17 м на 1 сек (близько 140 000 000 відер на добу). Ріка Сорґ рухає 200 млинів і зрошує понад 2000 га землі. В країнах великого розвитку карсту нема якогось одного водовмісного горизонту, вода йде дуже складною системою підземних порожнин та проходів. В карстовій країні джерела можуть виходити й на дні моря; такі джерела можна вказати по морських надбережжях в Істрії, Кroatії, Далмації та багато! ін. Найпотужніше таке джерело маємо в зоні головного скиду в Кварнеро (на схід від Істрії); вихід його тягнеться на великому протязі на південь, майже до половини

віддалі Порер — Анкона. Річка холоднішої солодкої води, що тече під морською водою, така потужна, що на велчку віддаль остільки висолоджує морську воду, що тут розвивається особлива порода раків, та сама, що є в морі, коло гирл струмків; це давно відомо рибалкам, і вони здавна це використовують. На Далматському надбережжі знаходимо багато прикладів і того, що чималі артерії печерної води допливають до моря нижче його рівня. З таких прикладів Катцер наводить ось які: коло рогу Св. Мартина джерело солодкої води виходить на глибині 700 м нижче рівня моря. Коли Попове поле буває затоплене водою, то з дна моря коло Слано підіймаються колонки каламутної води. Менш зачеплені карстовими явищами, але щільністі та дрібно-ніздраті вапняки можуть містити насподі верстви сталій і більш-менш рівномірний водозмісний горизонт, як наприклад вищезгадані сарматські вапняки на Поділлі.

## ХV. ВІДКЛАДИ ПІДЗЕМНОЇ ВОДИ ТА ДЖЕРЕЛ

Якщо в одних випадках підземна вода розчиняє та розмиває масиви вапняку й інших порід, то в інших випадках вона осаджує, відкладає вапно, а також різні інші речовини. За приклад цього є сталактити й сталагміти в печерах, складені з концентричних верств кристалічного карбонату кальційного (кальциту). Розкопани вапняків часто вкриті кальцитовими скоринками, а часом і зовсім заповнюються і перетворюються на кальцитові жили. В каменярнях сарматського вапняку на Поділлі нерідко зустрічаються кальцитові скоринки та жили, наслідок хемічної діяльності підземної води. Це буває тому, що, вибиваючись з маси породи до печери або розколини, вода звільняється від зайвину  $\text{CO}_2$  та великого тиску; через те зразу набагато зменшується її розчиняльна здатність, і вона виділяє карбонат кальційний.

Буває, що вона вибігає на поверхню в формі джерел та струмків і тут осаджує  $\text{CaCO}_3$  в вигляді так званого вапнякового туфу. Коли схил, яким збігає струмок, вкритий рослинністю, це ще більше полегшує осадження туфу: зелені рослини, — трава, мох, — по яких біжить вода, забирають  $\text{CO}_2$  і тим самим спричиняють осаджування карбонату кальційного на своїй поверхні. В міру того, як рослини вкриваються скоринкою туфу, нагору проростають нові листочки, що зазнають тієї самої долі. Вапняковий туф нерідко відкладається в великих масах. В околицях Ленінграду, коло Гатчини та поблизу Петергофу відомі великі поклади туфу. Гарячі джерела, — оскільки гаряча вода має далеко більшу розчиняльну здатність, — осаджують часом величезну кількість туфу. З такого туфу збудовано більшість будинків у Римі; в Італії твердий будівельний туф звуть *травертіно*. Недалеко від м. Смірни в Малій Азії, на місці, де було стародавнє грецьке місто Гірополіс, серед пустині на височині під назвою «Панбук-Келессі» виходять джерела, що осаджують величезні маси вапнякового туфу; з боку Смірни туф виглядає наче водоспад заввишки 100 м та завширшки 4 км, але справді це не водоспад, а вапнякова стіна, яку утворила вода, она стікає з плоскої височини та збігає по схилах. Трохи вище розташовані дві тераси, на яких за стародавніх часів стояли терми та цвинтар Гірополісу. Білості маси вкрили тепер надгробки і загородили проходи поміж ними. В різних напрямках тягнуться покручені великі канали, що їх утворив струмок, який сам собі все загороджував шлях своїми власними осадками. Над найбільшим каналом висить арка чудового природного мосту з сталактитами, що звисають з неї вниз. Давній римський вчений Вітрувій повідомляє, що землевласники на околицях, коли хотіли обгородити свої садиби, спускали вздовж межі потік води, і за рік утворювались мури.

Великі маси туфу, що нагадують італійський травертіно, є в околицях П'ятигорська на Кавказі. На схилах гори Машук грубина туфу досягає 91 м і він тягнеться на 5—6 км вздовж та 1,5 км ушир. В масі туфу часто трапляють скарби листків та гілля сучасних дерев, черепашки суходілних м'якунів та риб. Цей туф являє собою чудовий будівельний матеріал, з якого збудовано міста П'ятигорськ, Кисловодськ, Залізноводськ.

На Україні район великого поширення вапнякових туфів являє західне Поділля. Тут джерела, що витікають у долинах Дністрових допливів на Кам'яничині — річок Тернави, Студениці, Ушиці, Даніловки та ін., переважно з водовмісного горизонту в підніжжі сарматських покладів, виходячи на



Мал. 129. Туфова скеля з печерою в Сокільці на Поділлі.

поверхню, розливаються по схилу, при чому багато з них осаджують вапняковий туф. Нижче с. Кривчика, вздовж лівого берега р. Тернави тягнеться тераса завдовжки близько 200 м, завширшки 30—50 м та заввишки 17 м. Вона складається з вапнякового туфу; туф з поверхні крихкий, в середині масиву щільніший; в ньому багато відбитків листків сучасних дерев, є гілля, а частіш порожнини від нього, черепашки сучасних суходільних м'якунів, як от *Helix* та ін. Поверхня тераси мокра; із схилу долини, до якого прилягає тераса, витікають джерела і розливаються по поверхні тераси; утворення туфу йде далі.

В селі Великій Кужелові, на лівому боці долини р. Ушиці, на високій скелі з вапнякового туфу стоїть церква; в підніжжі церковної скелі міститься каменярня, що розробляє туф, що йде на випалювання вапна. Туф дуже щільний, але не в усій масі; є прверетки м'якшої маси; вапняк (туф) чудово зберіг у собі структуру мохів, відбитки гілляк та листків дерев, а так само порожнини від великих стовбурів; вгорі туф має дуже ясну мохувату структуру, переходить у напіввапнякий мох і врешті в живий, яскраво зелений, густий мох, що росте на терасі на поверхні скелі і далі осаджує на собі з води карбонат кальційний.

Плоска поверхня скелі поросла травою та мохом. На межі з високим схилом долини р. Ушиці, до якого приліпилася скеля, на поверхню скелі витікають джерела; щоб запобігти забagnюванню площинки, що на ній стоїть церква, років 10 тому викопали рівчака, яким вода збігає до обриву скелі й



Мал. 130. Туфова скеля в с. Песці на Поділлі.

далі водоспадиком спадала в долину. Цей рівчачок тепер являє яскраву ілюстрацію туфотвірного процесу: він обернувся в стінку завширшки 25—35 см і заввишки до 1 м; вздовж цього гребня проходить на його вершці жолобок — колишній рівчак, яким тече вода: рівчачок обріс мохом, що править тут за один з головних туфотвірників. Внизу, коло підніжжя скелі струмок води ще осаджує вапно далі і будує стінку.

В селі Маліївцях церква також стоїть на туфовій скелі.

Великі туфові скелі є ще в селах Песець, Сивороги, Мушкотинці, Сокилець та інших на сході Кам'янецької округи. В Сиворогах маси туфу утворили лавки, мости й канали, що в мініятурі нагадують красвиди Панбук-Келессі.

Вапнякові туфи осаджуються з джерел, що їх утворює підземна вода, яка циркулює в вапнякових породах.

Зокрема швидко йде осадження туфу з гарячих джерел; тут впливає не лише втрата  $\text{CO}_2$  та зменшення тиску під час виходу води, але й охолодження, яке дуже зменшує розчиняльну здатність води. За приклад відкладання вапнякового туфу з гарячих джерел можна взяти тераси Мамутового джерела в Іслостовнському національному парку.

Треба згадати про залізові осадки джерел. Двогидрокарбонат залізовий  $\text{FeH}_2(\text{CO}_3)_2$  легко розчиняється в воді і нерідко є не тільки в глибоких водо-

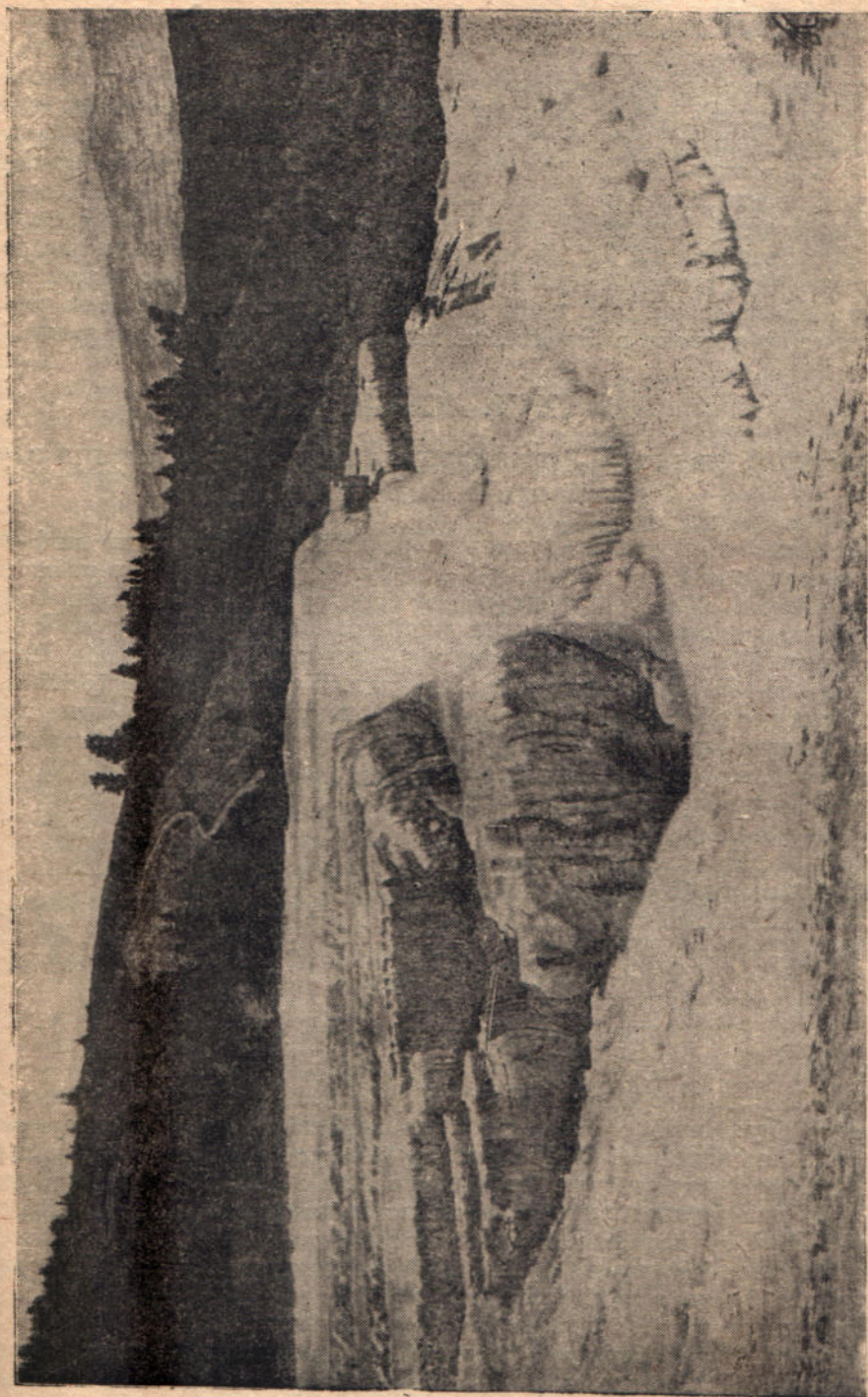
вмісних поверхах, але й у неглибокій ґрунтовій воді. Під час виходу води на поверхню частина  $\text{CO}_2$  виділяється з води, а двогідрвокарбонат залізовий перетворюється на карбонат залізовий, який уже не має тієї здатності розчинятись і випадає з води; тому нерідко можна бачити руді залізові пове- локи та скоринки коло виходів джерел. У Києві та на його околицях не- рідко можна спостерігати руде пофарбовання схилів там, де виходить на по- верхню ґрунтова вода, зокрема вода над київською синьою глиною, та майже по всіх інших районах України можна зустріти такі руді залізові осади джерел.



Мал. 131. Туфова скеля в с. Песці на Поділлі.

Гаряча підземна вода відкладає не тільки вапняковий туф, але часом і інші осади. Річ у тому, що розчиняльна здатність гарячої води незрівняно більша, ніж холодної води; коли ж узяти до уваги великий тиск, під яким нерідко перебуває гаряча підземна вода, то неважко зрозуміти, що така вода щодо свого хемічного складу може бути дуже складна і може містити в розчині різноманітні хемічні сполуки. До того ж така вода значно відрізняється своїм хемічним складом від звичайної води; вона являє собою сильні реактиви, що здатні розчиняти такі речовини, які, здавалось би, є зовсім нерозчинні в звичайних умовах, — кварц, різні солі металів, сульфід металів тощо. Осаджуючи в інших місцях свого шляху ці різноманітні речовини, наприклад у розколинах та порожнинах, підземна вода утворила численні жили та зложища різних

корисних копалин. Гарячі гейзери осаджують нерідко великі маси кременя-стого туфу.



Мал. 132. Тераси вапнякового туфу коло Мамутового джерела в Ієлостовнському національному парку.

Не тільки на поверхні та в розколинах і великих порожнинах іде осадження різних матеріалів із джерел. В усій верхній частині земної кори, завглибини близько 10 000 м, підземна вода безперервно провадить свою хемічну діяльність. Це вона змінює поступово гірські породи, що набувають зовсім

іншого складу та структури. Верстви сипкого піску, під впливом хемічних осадів з підземної води, цементуються в пісковики; залежно від цементу, який відклався в порах породи та зліпив окремі її елементи в суцільну масу, відрізняють пісковики вапнисті, кременясті, залізкові тощо. Сипка ріль перетворюється на тверді конгломерати. Нетривкі й пухкі вапняки перетворюються на дуже тверді й міцні. Ці процеси поступово змінюють порід у земній корі після їх утворення мають загальну назву *діягенези*. На значних глибинах у земній корі, де панує висока температура та великий тиск, і де підземна вода являє сильні розчини різних речовин, відбувається енергійна цементация пухких порід, перетворення їх на міцні породи (цементация зона). Під час різних реакцій мінералотворення та метаморфізації в глибокій зоні земної кори вода нерідко виділяється й у вигляді пари підіймається до вищих зон, де вона знову переходить у течний стан. В поверхневій оболонці земної кори іде руйнування гірських порід, при якому відбувається дуже інтенсивно зв'язування води через утворення мінералів, що містять у своїй хемічній формулі воду.

## XVI. ЗСУВИ

### Походження, механізм, поширення, типи; Дослідження зсувів. Боротьба із зсувами

Зсуви належать до явищ, дуже поширених і при тому дуже шкідливих. А тому з ними провадять енергійну боротьбу. Зсувом звать таке явище, коли на схилі частина його відривається і не перевертаючись, а зберігаючи нормальну послідовність верств, з яких схил складається, сповзає вниз до підніжжя схилу. Треба відрізнити зсуви від обвалів; під час обвалів маса, що відірвалася від схилу або від гори, скочується наниз перевертаючись, при чому породи переміщуються і зовсім втрачають сліди свого нормального уложення. Походження зсувів цілком залежить від діяльності ґрунтової води. Розгляньмо кілька конкретних прикладів, на яких можна буде добре пояснити причини утворення зсувів та механізм їх. Дуже характерні зсуви, поши-



Мал. 133. Схема зсуву А та обвалу Б.

рені в Одесі, найбільш на морському узбережжі. Морське узбережжя в Одесі має таку форму: плято, на якому розташоване саме місто, круто уривається вбік моря. Коло підніжжя цього урвища розкинулася хвиляста, дуже нерівна смуга, на якій місцями виступають досить великі горби; ця смуга відокремлює урвище, що складається з материкових порід, від моря. Ширина цієї смуги змінюється в межах від кількох десятків метрів до 300—400 м. Для того, щоб зрозуміти причини одеських зсувів, треба насамперед обізнатися з геологічним розрізом Одеси, в районі морського узбережжя.

1. Зверху тут залягає лес, верствою завгрубшки близько 12 м.

2. Під ним лежить червонобура глина, що належить до стародавньо-четвертинних покладів, завгрубшки 15—16 м; під червоною глиною лежать морські третинні поклади, а саме пліоценові.

3. «Одеський» або понтичний вапняк, що в верхній частині дуже твердий, значно перекристалізований і має місцеву назву *дикар*; нижче вапняк м'якшає, переходить у черепашкуватий і має назву *пильний камінь*, бо він легко ріжеться пилками, — це й є той будівельний матеріал, з якого збудовано



майже всю Одесу; великі каменярі, з яких добували цей камінь під містом, мають назву «одеські катакомби». Насподі вапняк знову трохи твердіший; його підстелює верства завгрубшки близько 1 м піску, в якому проходять смуги щілинистого, мергелястого вапняку. Вся grubина понтичних покладів в Одесі досягає 11 м.

4. Під понтичним вапняком залягає зеленкувата глина меотичного віку (спідній пліоцен). Ця глина підноситься на 5—7 м над рівнем моря і в значній частині лежить нижче рівня моря. В ній проходять перевістки дрібнозерного піску, що лежать нижче морського рівня, один недалеко від нього, а другий метрів на 15—20 нижче морського рівня.

В районі Одеси є кілька горизонтів ґрунтової води; в підніжжі лесу, над червонобурую глиною, міститься так звана верховодка, що тут дуже малопотужна, а місцями її майже немає зовсім. Другий горизонт ґрунтової води міститься в пористих, нідратих та щілинистих вапняках понтичного поверху. Це досить яскравий горизонт і він дає на морському узбережжі Одеси потужні джерела.

За водонепрохідну постелю для другого горизонту править меотична глина. Поверхня глини нерівна, по ній проходять так би мовити жолобини, якими найбільш посувається підземна вода, і саме в місцях, де такі жолобини перетинають берегові урвища, утворюються найбільші джерела. На розполіг джерел, крім того, впливає характер берегової смуги — там, де коло підніжжя понтичних покладів під урвищем материкового берега нагромаджені маси порід, в тому числі глини, вода не знаходить виходу на поверхню і частково просочується в ці маси, а частково шукає виходу в інших пунктах.

В пасаках, що залягають у товщі меотичної глини, також містяться не дуже потужні водовмісні горизонти, що залягають нижче морського рівня.

Одеський вапняк побитий розколинами, здебільшого прямовисними. Час від часу, то на одній, то на другій ділянці морського узбережжя трапляються зсуви. Тоді частина берегового урвища відокремлюється від так званого материка і сповзає вниз, а на прибережній положистій смузі, між материковим берегом та морем, відбувається також обсування мас та розколювання землі безліччю щілин. І. Сінцов описує одеські зсуви, і ми дещо наведемо з його спису. От як він рисує зсув 1861 р. на частині узбережжя, що носить назву Лянжерон: «Катастрофа трапилася вночі з 6 на 7 квітня 1861 р. Тераса, що утворилася, опустилася на 5—8 саж. і була 150 саж. завдовжки і 10—15 саж. завширшки. Рух був сторчовий, і один кінець опустився нижче, ніж другий. Перед терасою утворилася глибока розколина, і в багатьох місцях старі зсуви пострікалися. Під північним кінцем тераси частина їх піднеслася вгору і загордила стік води джерел до моря. На віддалі близько 20 саж. від берега вузька смуга морського дна виступила з-під води на 3 фути».

Мені доводилося кілька разів спостерігати зсуви в Одесі. Зокрема значні зсуви трапилися тут 1918 року. Я опишу зсув місцевості, що має назву «Отрада». На узбережному плято утворилася розколина, що тяглася на протязі близько 750 м. Ця розколина відокремила від материка смугу прибережного плято завширшки пересічно 20—25 м. Тоді Одеська міська управа скликала комісію для боротьби із зсувами. Ця комісія стежила за згаданою розколиною, і управа вимагала від неї визначити термін, коли має трапитися зсув. Звичайно, що ми не могли завбачити точний термін, але було ясно, що зсув неминучо має трапитися. Ця місцевість лежить у кращому районі дачного узбережжя Одеси; тут міститься чимало розкішних вілл, санаторій, гарні садки та парки. Тут же міститься Лермонтівський санаторій. Під час кількарізних екскурсій ми не помітили будь-якого пересування землі після утворення розколини. Досліджуючи цю розколину, ми бачили, що в тих місцях, де вона йшла по під будинками, в останніх утворювалися щілини; до мене особисто не раз зверталися за порадою домовласники та спекулянти, яких тоді в Одесі було чимало, що цікавилися придбанням землі на узбережжі, але, звичайно, неможливо було дати відомості про точний термін зсуву. Проходили місяці, і зсу-

вів не було. Спекулянти почали знову скуповувати землі в районі «Отради», і ціна на них поступово почала збільшуватись. Настала весна, а розколина стояла в незмінному стані, і зсувів не було. Коли якось, сонячного дня, в ці-



Мал. 134. Зсув на Отрадї (Одеса) 1918 р.



Мал. 135. Зсув на Отрадї (Одеса) 1918 р. Нове урвище та зачала частина плято.

лому місті знялася страшенна метушня; трамваї, що йшли вбік Лянжерону та «Отради», зразу переповнилися людьми, і на берег бігла мало не вся Одеса. «Отрада провалилася» — кричали всі. Я зразу зрозумів, у чому тут річ, і також поспішив до району зсуву. Картина була надзвичайно цікава:

уздовж усієї щілини смуга плято, що прилягала до урвища опустилася на 10—15—20 м, місцями навіть більш (див. малюнки). Будинки, через які проходила розколина, розірвалися пополам, одна частина їх стояла нагорі, коло нового урвища, відкриваючи в розломі внутрішню будову та меблювання домів, а друга половина в потрощеному або більш-менш зацілілому стані стояла на низу на новій терасі. Але і садків переривалися і продовжувалися далі на 20 м вгору на верхні тераси; ці садки були огорожені мурами, які продовжувалися на верхній частині над новим урвищем. Уся смуга, що лежала між цими зсувами та берегом моря, була страшенно пофалдована. В одних місцях ґрунт піднісся значно вгору, в інших він опустився і скрізь поколювся довгими щілинами, що тяглися рівнобіжно до урвища та берега (див. малюнки). Час-



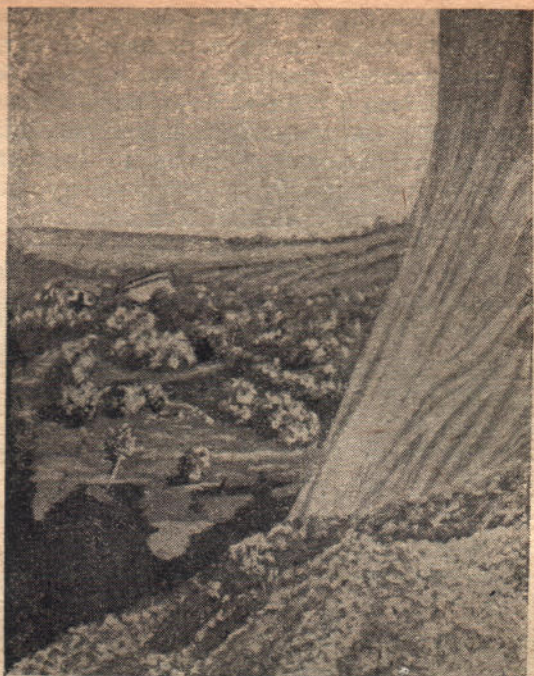
Мал. 136. Садок, що зсунувся з Гори і хвилястий змінний ґрунт перед ним (зліва).  
(Зсув на Отграді 1918 р.).

тина морського дна піднеслася, утворюючи острів завдовжки близько 150 м. Купальні, що стояли на палях у морі, опинилися на суходолі і були похилені бік берега. Водопровідні труби розірвалися, з них лилася вода в тих місцях, де ще не встигли закрити ґрантів нагорі.

Того самого року трапилися в Одесі ще два зсуви — один на Лянжероні, а другий коло 13 станції Велико-Фонтанського трамваю. Про зсув на Лянжероні ми розповімо далі.

Про причини одеських зсувів було чимало суперечок. Одні, починаючи від Гаюї, схилялися до думки, що підземна вода другого горизонту, циркулюючи в вапняках, поступово розчиняла їх та розмивала, виносила матеріяли через джерела з-під масиву, і врешті утворювалися значні порожнини з товщі вапняку та під нею. Тоді маса порід, що лежить над такими порожнинами, не витримувала власної ваги, і траплявся зсув — прибережний масив відривався від материка і втискувався в глину, що підстелює вапняк.

Сіицов був іншої думки. Саме він гадав, що тут справа не так в утворенні порожнин, як у розмоканні та розм'якненні глини. На користь своєї думки він наводив той факт, що справді таких великих порожнин у підніжжі давньочасних вапняків в Одесі не спостерігається.



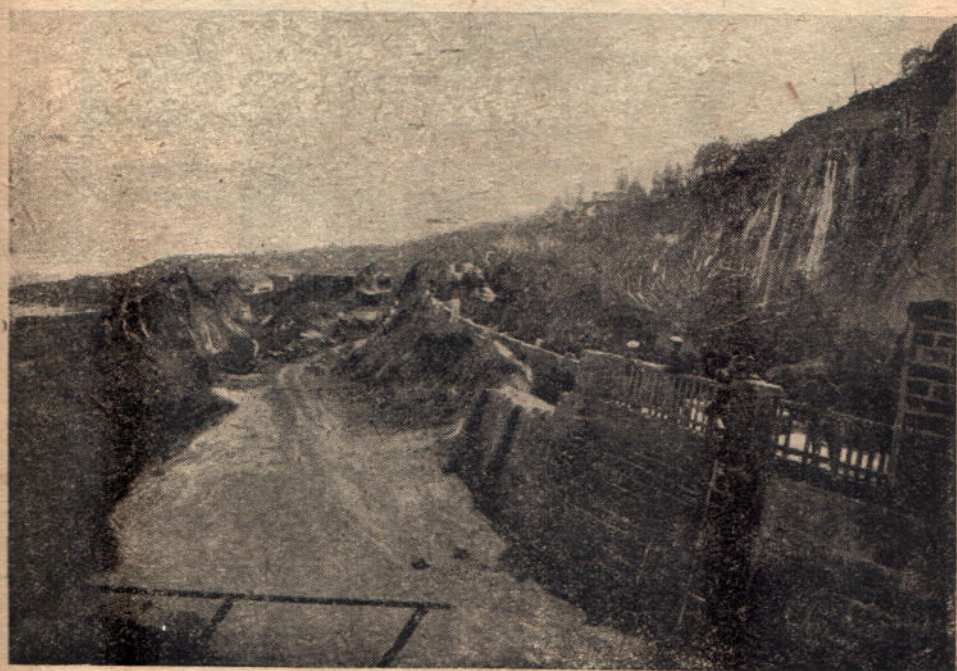
Мал. 137. Урвище, що утворилося під час зсуву (Одеса—Отрада).



Мал. 138. Поверхня урвища з ознаками сковзання (Одеса—Отрада).

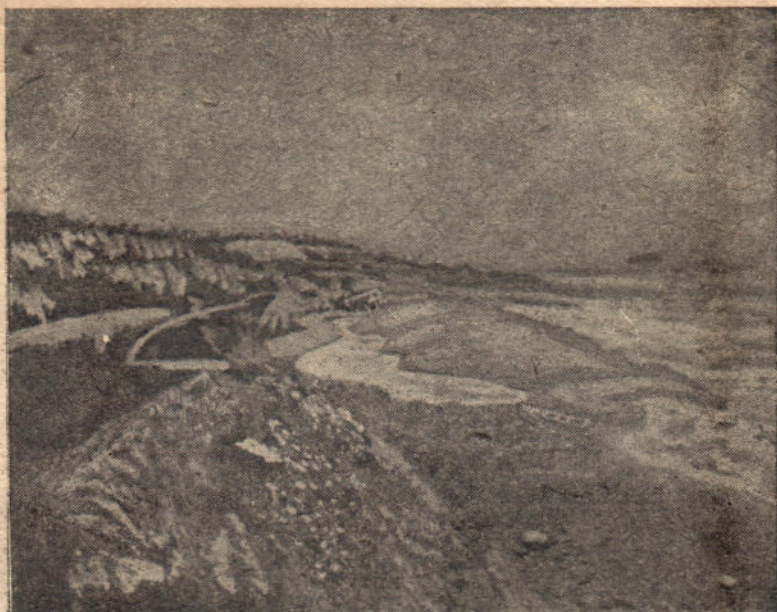


Мал. 139. Дім, що зсунувся (Одеса—Отрада).



Мал. 140. Мур, садок і дорога, що зсунулися з плято. Справа видно нове урвище; зліва—хвилясті маси узбережної смуги (Одеса—Отрада).

Коли проводили дренажні штольні для боротьби із зсувами, то також можна було переконатись, що немає жадних суцільних, великих порожнин у підніжжі вапняків.



Мал. 141. Ділянка морського дна, що вийшла на поверхню (Одеса—Отрада).



Мал. 142. Ділянка, морського дна на поверхні: похилеші купальні нове озеро (Одеса—Отрада).

Тому треба стати на бік думки Сінцова. Вся суть тут у зміні фізичного стану глин, що лежать під породами, які зсуваються. На мою думку, в меха-

мізмі одеських зсувів не другорядну роль відіграє і будова меотичних верств, що лежать під одеським вапняком і містять у собі піскуваті, насичені водою проверстки. Глина, що насичується водою, стає м'яка, слизька, набирає консистенції тіста. Не треба ніяких порожнин для того, щоб фундамент вапнякової товщі був ослаблений. Такі ж самі наслідки дає й розмокання глини. Коли глина досить розм'якла, вона не може бути за тривкий фундамент товщі, що на ній лежить. До того ж вапняк поколений щілинами; частина вапняку, найближча до схилу, втрачаючи стійкість свого фундаменту, починає втискатися в нього, і разом з цим рівнобіжно до щілини, які вже є, в вапняках утворюються такі щілини, що розколюють вищі породи плято — червонобуру глину та лес. Тоді весь масив цих порід втискається у м'яку тістувату глину, і відбувається зсув, цебто значне зсування товщі порід на схилі. Маса глини, яку зсув витискає під собою, посувається в напрямку найменшого опору,

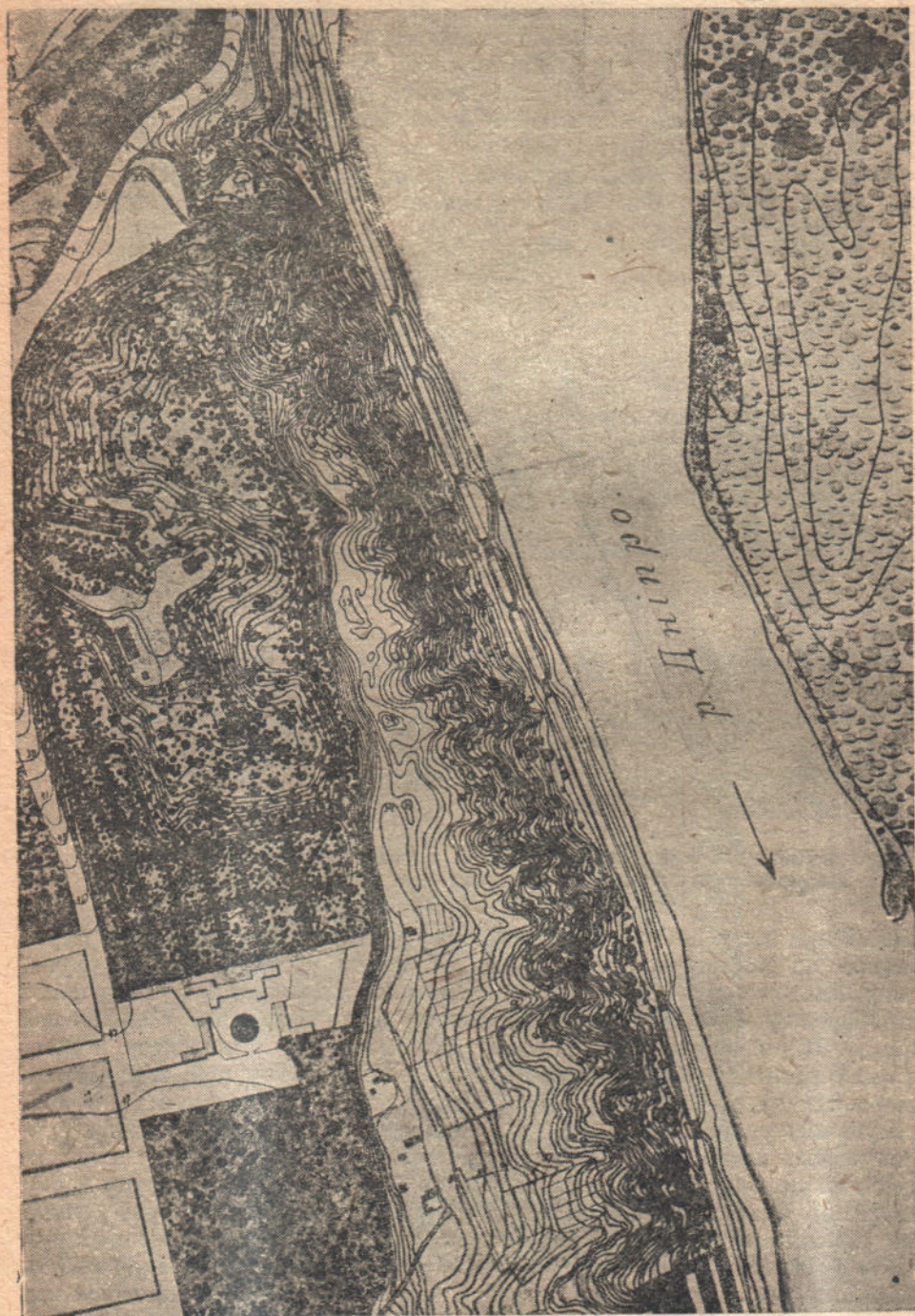


Мал. 143. Дніпровий беріг коло саду 1 травня в Києві. Справа урвище з лесу, посередині тераса зсувів, зліва стрімкий схил від тераси до Дніпра.

збік моря, і при тому набирає хвилястого руху. Ось чому прибережна смуга між урвищем та морем розколюється щілинами та розбивається на смуги, одні з яких підносяться вгору, а інші западають. Цей хвилястий рух захоплює навіть прибережну частину морського дна, через що смуги дна з'являються на поверхню. Під час зсувів 1918 р. на «Отрадї» можна було ходити по новому острові, який тільки що був дном моря, і збирати на ньому рибу, м'якунів та інших морських тварин. Спостерігаючи будиночки, які містилися на прибережній смузі між урвищем та морем, в районі зсуву та розташування піднесених і опущених масивів, ми яскраво помічали хвилястий тип руху в земляних масах цієї прибережної смуги. Беручи до уваги велику амплітуду зсуву (близько 20 м), значні коливання рівнів, горбів і западин смуг узбережної площі та піднесення морського дна, приходимо до висновку, що цей рух повинен був зачепити масу глин на узбережжі на велику глибину, і що мабуть нерівномірність геологічного складу товщі меотичного поверху відіграє під час таких рухів чималу роль. Піщані, насичені водою проверстки в глинах правлять за ті площини скозсу, по яких іде поземне пересування глиняних мас.

У Києві теж спостерігаються зсуви, але тут вони іншого типу, ніж в Одесі. Проте, причина тут також підземна вода, як це взагалі буває в усіх зсувах.

Вище ми розповідали про геологічну будову Києва і подали його розріз. Головне значення для київських зсувів має другий горизонт ґрунтової води Києва; вода цього горизонту міститься, як вже було сказано (див. розділ XI), в суглинках, які вниз поступово переходять у буру глину. Берегові схили



Мал. 144. Мапа дніпровського узбережжя в Києві. Ясно визначається серед стрімкого схилу тераса на висоті 32—34 саж. над річчем Дніпра та ряд «контрфорсів».

Дніпра мають такий рельєф: вгорі урвище, що складається з лесу, під яким залягає морена. В долишній частині цього урвища, переважно закритій делювієм, залягає пісок, суглинок та бура глина. Коло підніжжя урвища тяг-



нется тераса; на поверхні вона складається переважно з делювію та зеунутих мас (мал. 143, а також мал. 111). Під цими наносними породами лежить бура глина або ряба глина; площинки другої тераси уриваються крутим схилом у бік Дніпра. Ширина тераси дуже нерівномірна, тераса розрізана ярами. Там, де ці яри врізаються в терасу, — її ширина зменшується, бо голови цих ярів наближаються до горішнього урвища і утворюють циркуваті розшири. Поміж ярами тераса ширша. Тераса виступає в бік Дніпра рядом півостровів, так званих контр-форсів. На прикладеній мапі добре позначається цей рельєф (мал. 144).

Над цирками, в головах ярів, ґрунт потрісканий — це маси землі, що сунуться до ярів, по яких вони спускаються до Дніпра. В ярах, поміж контр-форсами тераси, чудово можна спостерігати ці земляні потоки, що формою своєю та розташуванням щілин нагадують льодовики.

Діяльність зеувів то пожвавлюється, то вщухає. Значне пожвавлення зеувів спостерігалось в Києві 1924 року, що примусило тоді Комгосп звернутися до Українського Геологічного Комітету з пропозицією зробити детальний гідрогеологічний обслід Києва, щоб з'ясувати причини зеувів, на основі чого треба було виробити детальний план боротьби з ними.

Ґрунтова вода другого горизонту Києва дуже нерівномірна з кількісного боку. Після того, як розтане сніг, або після довгих дощів, дебет другого горизонту набагато зростає. Якраз тоді пожвавлюються зеуви: вони в Києві найчастіше трапляються на весні та восени. 1924 року зеуви якраз трапилися на весні. Зеування ґрунту тоді попсувало набережне шосе, на Подолі зруйнувалося кілька будинків, при чому навіть були людські жертви. Великої шкоди від тих зеувів зазнала й свердловина міського водогону, що розташована коло підніжжя Дніпрових круч над рікою. З давнього часу в Києві провадять боротьбу із зеувами, але не завжди раціональними заходами. Коли земляні маси насуваються на шосе, вони не тільки завалюють його, засипають, але, тиснучи на ґрунт Дніпрового надбережжя, спричиняють його зеування, видмання; шосе розколюється щілинами, одні дільниці його западають, а інші підносяться вгору, і шлях страшенно руйнується. Ті маси, що сповзали наниз, скопували, забирали. Чи було це раціонально? Ні. Таким чином людина допомагала діяльності зеувів. Коли берег Дніпра був закріплений, коли Дніпро перестав змивати, зносити ці маси, що приносили йому згори зеуви, його діяльність замінили люди. Вони скопували, забирали, вивозили земляні маси, що накопичувалися внизу, і тим зменшували опір для мас, що сунулися згори, та пожвавлювали діяльність зеувів. Цю роботу робили завжди з року на рік протягом кількох десятиріч, і зеуви не припинялися.

В боротьбі із зеувами треба мати на увазі корінь зла, треба дренувати ті водовмісні горизонти, які спричиняють зеуви, не допускати їх до схилу, де породи найменш стійкі і можуть зеуватися в бік найменшого опору, цебто вниз по схилу. Про причини київських зеувів думки розходилися. З давнього часу вкорінився погляд, що зеуви походять від того, що підземна вода вимиває й виносить з-під масиву частинки глини та піску, утворює порожнини в підніжжі товщі порід, яка потім завалюється і сповзає наниз. Цієї самої думки додержував академік П. А. Тутковський, розказуючи про коварну діяльність підземної води, що вимиває одну піщину по одній і врешті утворює порожнини та спричиняє зеуви в Києві. Матеріал, що ми його зібрали 1924 року, примушує нас рішуче заперечити ці погляди. Швидкість руху ґрунтової води в суглинках, що залягають над бурими глинами, повинна бути дуже мала. Розглядаючи механічний склад суглинку, ми не можемо припустити для руху цієї води швидкість більшу, ніж 3 м на добу. Це зна-

3

$\frac{3}{20 \cdot 60 \cdot 60}$

чить  $\frac{3}{20 \cdot 60 \cdot 60}$  м на секунду. Вже при далеко більшій швидкості текуча вода втрачає здатність переносити не тільки піщинки, але й найдрібніші глинясті частинки, а тому можливість переносу підземною водою другого горизонту Києва частинок гірських порід рішуче виключається. Справа не в виносі частинок, не в утворюванні порожнин, а в розм'якнанні суглинку та бурих глин,

у зміні фізичного стану їх. Глина, вбравши воду, стає тістувата, течна, не може вже витримувати ваги порід, що лежать на ній. Тоді ті породи починають опускатися, втискуються в товщу глини і зсуваються по розм'яклій положистій глині наниз, утворюючи зсув.

В Києві зсуви рідко носять типовий характер, який ми бачимо, наприклад, в Одесі. Ми не помічаємо тут великих материкових масивів, що цілком, з неперушеною послідовністю порід, зсуваються наниз. Київські зсуви ближче підходять до типу так званих спливів, під час яких масиви порід розсуваються в вигляді окремих, невеличких мас, поступово сповзаючи по схилу.

Зсуви дуже поширені над Волгою, зокрема на її правому крутому та високому березі.



Мал. 145. Саратов. Соколова гора 1915 р.

Детальний опис зсувів Сибірського та Саратовського Поволжя подав академік А. П. Павлов, зазначивши три головні причини Сибірського зсуву 1929 р.: «Нестійке положення поважчалої від дощів бурої та плямистої глини на похилій поверхні підлеглих глини; подруге,—ослаблення тертя в наслідок намокання спідньої глини, що править за поверхню сповзу, і, третє, — відсутність достатнього опору сповзові знизу з боку Волги».

Зсув стався вночі на 28 вересня, і якраз дуже рясні дощі випали перед ним. Зсувам сприяє те, що Волга підмиває берегові маси, що раніш ізсунулися. Правда, під час звичайного рівня ріки, такого розмиву не буває, але він відбувається під час розливів ріки. 1922 р. підняття води в Волзі було виключно велике і довге. Зсуви, що їх описує Павлов, ближчі до Київського типу, ніж до Одеського. Під час їх помічається, що частини поверхневої поволоки схилу, делювіальні маси, відриваються від прилеглої частини схилу і сунуться вниз — до ріки.

Мені довелося спостерігати зсув у Саратові (1915 р.). Тут зсуви трапляються в місцевості, що має назву Соколова гора, та в прилеглий до неї залюдненій смузі над Волгою — Затоні.

Зсув 6 листопада почався о 6-й годині ранку; мешканці Затону почули, як тріщать будинки, і швидко зрозуміли, в чому річ; з'явилися щілини, числой величина їх зростали. Від підніжжя високого урвища Соколової гори до

самого берега Тарханки пішли щілини, більша частина їх рівнобіжна до урвища й берега; окремі місця глибоко запали вниз, інші почали видиматися й розбиватися на виступи. Руйнування будинків йшло досить енергійно; шляхи та стежки розривалися, мости й паркани ламалися та нічевилися. Почалися завали в південній частині Соколової гори, і важкі брили в гуркотом падали наниз, збільшуючи тиск на маси, що сунулися; надвечір завали збільшилися.

На ранок 7 листопада зсув, загалом, припинився, хоч і цього дня відбувалися невеличкі пересування мас. Остаточна картина така: урвище Соколової гори, загалом, змінило вигляд: в горішній своїй частині, коло міських фільтрів і далі, воно залишилося цілком не зачеплене; південна, тобто ближча до міста, частина урвища трохи відсунулася від Волги; внизу коло підніжжя кручі утворилися глибокі западини; відірвані від головної стіни пісковики утворили нові «бастіони»; уся місцевість, що її видко в кручі на протязі більш як півверстви, побита щілинами; з них деякі дуже високі — кілька метрів завглибшки й завширшки; западини та брили піднесених мас чергуються в безладді; місцями здибаємо нагромадження окремих брил пісковику, стовпи його, і картина нагадує хаос скель.

Будинків зруйновано багато, деякі просто розламані навпіл. Надзвичайно сильно зруйнована колишня броварня Федорова, чимало пошкоджено майстерні М.П.С., будинок, де була чайна, та багато інших.

Не тільки на суходолі, але й на воді позначилася сила зсуву: під впливом бічного тиску дно Тарханки де-не-де почало випинатися догори, і багато суден, що стояли на досить глибоких місцях, посідало на мілину; одна баржа зазнала навіть великої шкоди, в ній виламано вікна та пошкоджено самий корпус.

Цікаве «воскресіння» пароплава, що затонув 12 років перед цим випадком: дно річки піднеслось, і труба пароплава висунулася на  $1\frac{1}{2}$  м з води.

Щодо щілини, яка перетяла двір міського водогону, то вона є крайня й обмежує місце Соколової гори; все, що за цією щілиною, не зачепив зсув.

На описаний зсув вплинула мокра дощова погода, що стояла довгий час, і спричинилася до погравлення діяльності підземної води.

В місцевостях з нерівним рельєфом, де багато схилів, ярів та балок, зсуви дуже поширені, якщо в складі місцевих порід чергуються верстви пісків та глин. Такі зсуви спостерігаються, наприклад, на Поділлі, і від них зазнала великої шкоди залізниця Жмеринка-Гречані та Кам'янецька. Таких самих зсувів багато в районі розвитку балтських<sup>1</sup> піщаних та глинястих покладів, у Молдавській автономній республіці.

Коли зсуви проходять певний цикл, земляні маси скупчуються на схилах балок, і в нижній частині їх утворюється значний опір дальшому пересуванню мас, то зсуви вщухають або зовсім припиняються. Проте, за рельєфом нетрудно буває розпізнати такі зсувні райони. На схилах утворюються терасуваті площинки, поверхні яких часто бувають похилені в протилежному до всього схилу напрямку. На цих площинках часто спостерігається болотяна рослинність та виходи води. Треба мати на увазі, що такі схили є дуже несприятливі і навіть небезпечні для провадження на них якихнебудь будівельних робіт, зокрема будівництва залізниць. Загальне правило, що в тих місцях, де є зсуви, або де ґрунт має здатність зсуватися, не можна робити земляних вийм або будувати важкі споруди. Ці маси, рух яких ущух, коли порушити їхню рівновагу, знову можуть почати інтенсивно зсуватися. Року 1916, під час війни, мені довелося зробити гідрогеологічний обслід уздовж проєктної лінії залізниці «Бельці-Унгені» в Басарабії. Всю трасу було прокладено вздовж терас, що тяглися на схилах височин; ці тераски є не що інше, як завмерлі зсуви; коли б залізниця пройшла тут своїми насипами та виймами, то, звісно, рух

<sup>1</sup> Балтський поверх, поклади якого поширені в районі Жмеринка — Балта — Тираспіль, це стародавня дельта Дністра, що утворилася за часів кінця міоцену та першої половини пліоцену.

земляних мас зразу відновився б, і вся залізниця або зовсім зруйнувалася б, або потребувала б постійного, дуже дорогого ремонту, і її не можна було б нормально і безперервно експлуатувати. Через це, не зважаючи на опір військових інженерів, мені довелося відхилити весь проєкт траси.

Від типових зсувів треба відрізнити так звані «спливи»; ми вже говорили, що деякі зсуви наближаються до цього типу і головним чином відрізняються від спливів маштабом явища. Спливи — це зсування поверхневої поволочки схилу від розмочування його дощовими водами або снігом. На крутих схилах спливи трапляються на весні, коли розмерзається ґрунт і разом з тим він розмокає і пливе наниз. Спливи являють шкідливе явище на стінках залізничних виїм та на схилах насипів, і часто постають зокрема тоді, якщо насипи збудовано з невідповідного матеріялу — суміші різних глин та пісків.

Боротьба із зсувами нерідко буває дуже важка та складна. Насамперед треба пам'ятати, що в тих місцях, де рельєф прийшов до рівноваги, і зсуви завмерли, не слід порушувати цієї рівноваги, провадити земляні роботи, розкопувати землю на значну глибину, робити насипи, ставити важкі споруди.

Там, де зсуви відбуваються, — боротися з ними, це в основному значить усувати причину їх, боротися з підземною водою, яка спричиняє зсуви. Така боротьба повинна ґрунтуватись на докладному гідрогеологічному дослідженні. З'ясувавши характер водовмісного горизонту, який спричиняє зсуви, треба намагатися дренувати його, не допускаючи виходу води на схил, але перехоплюючи її в масиві та відводячи її. Дренаж, залежно від геологічної будови місцевости та від глибини залягання ґрунтової води, можна здійснювати за допомогою канав, дренажних колодязів або штолень. Дно дренажа повинно заглиблюватись нижче водовмісного горизонту, щоб перетяти його цілком аж до самої постелі ґрунтової води. Якщо гідрогеологію району не досить висвітлено, можуть траплятися великі помилки, що спричиняються до розчарування в методах боротьби.

Для прикладу можна навести випадок у Одесі на Лянжероні восени 1918 р. Тут траплялися сильні і дуже руйнаційні зсуви, і місто було примушене розпочати з ними боротьбу.

З цією метою заклали штольню, яка з боку морського берега увійшла до масиву понтичного вапняку; на підставі висновку геологів М у ш к е т о в а та І н о с т р а н ц е в а, треба було перехопити всю воду 2-го горизонту. Спочатку гадали, що досить буде, маючи на увазі економію витрат, обмежитись однією штольнію в нормальному до лінії морського берега напрямку. Штольня мала 102 м завдовжки і закінчувалася розвідком для того, щоб перехопити воду. Після 11 років існування цієї споруди на Лянжероні знову стався зсув. Тоді вирішили почати енергійнішу боротьбу з підземною водою 2-го горизонту (див. вище) і заходилися досліджувати місцевість, застосовуючи розвідкове свердлення.

Дренажну штольню на Лянжероні відновили й продовжили, при чому від розгалуження її провели довгий коридор під Чорноморською вулицею.

Штольня виводила близько 200 000 відер води на добу. Але 1918 року трапився великий зсув, Лянжерон зазнав великого руйнування, а разом з тим зруйнувалася й сама дренажна штольня.

Дальші досліді та аналіза матеріялів показали, що штольня була недостатньо заглиблена, і що частина води, хоч може й не дуже значна, але досить шкідлива наслідками своєї діяльности, проходила під підлогою штольні. Крім того, верстви уложені не цілком поземо, і в близьких місцях, поза межами сфери діяльности штольні, вода, користуючись зниженням водовмісної верстви, проходила до схилу і здалека розгортала свою підготову руйнаційної роботи.

Взагалі питання про зсуви остільки складне й важливе, що потребує ще спеціального докладного дослідження та систематичних гідрогеологічних та гідрологічних спостережень.

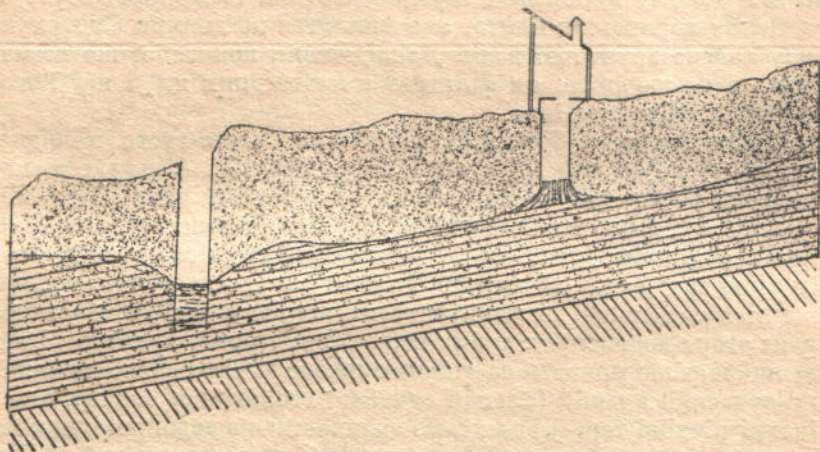
## XVII. САНІТАРНА ОХОРОНА ҐРУНТОВОЇ ВОДИ

Якщо ґрунтову воду захищають від забруднення, то нерідко вона псується, спричиняється до різних пошесних хвороб, стає небезпечна для здоров'я.

Питання про охорону ґрунтової води досить складне: воно потребує спеціального висвітлення для багатьох різноманітних випадків. Про це питання слід було б написати окрему книжку, а то й цілий ряд книжок. Нам доведеться тут лише дуже коротенько затриматись на цьому питанні.

Селища, що користуються для водопостачання ґрунтовою водою, нерідко самі ж забруднюють цю воду. Найбільш забруднюється верхній горизонт ґрунтової води (верховодка), але можуть часом забруднюватись і нижчі водовмісні горизонти.

До верхнього горизонту, який не має над собою жодної водонепрохідної покривлі, просочується з поверхні різна брудна вода, нечисть, продукти розкладу, покиді тощо. Переважно не відбивається на хемічному складі ґрунтової води, вона стає трохи солонкувата, а потім і зовсім непридатна до пиття. Але коли над водовмісною верствою вгорі лежать дуже водопрхідні верстви—грубозерні піски, рінь, нарінок, то до ґрунтової води безпосередньо можуть



Мал. 146. Приклад забруднення водовмісного горизонту.

потрапляти нечисть та шкідливі бактерії, і вода стає небезпечна, стає за джерело зарази; від користування такою водою постають епідемії черевного тифу, дизинтерії, вона править за поширювача холери під час холерних епідемій.

Загалом найлегше забруднюється і заражається вода, що залягає близько до поверхні, на 2—5 м. Але так само може псуватися ґрунтова вода й на більшій глибині, коли різна покидь надходить до ям, дуже заглиблених у ґрунт, що доходить до дуже водопрхідної породи. Часом, — і навіть це буває нерідко, — помийні та кльозетні ями мають таку саму глибину, що й колодязі і нечисть проходить безпосередньо до водовмісної верстви. Прикладів можна б навести дуже багато, кожен читач мабуть сам пригадає ряд подібних випадків. Можу сказати, що навіть у культурних центрах, таких як Київ, на околицях міста трапляються такі антисанітарні умови водопостачання, про які ми тільки поговорили. Ось що каже академік В. В. Різниченко про ґрунтову воду Юрківського яру на Лук'янівці в Києві: «На вулиці, що проходить дном яру, міститься громадський колодязь. Вишина цього пункту над рівнем річки Дніпра становить 37,3 м. Зруб колодязя новий та чистенький. Є бльок. Навколо колодязя підсиано; ляди нема. Глибина до води 4,7 м, стовп води 2,5 м, водовмісна верства, таким чином, залягає на вишині 30,4 м

<sup>1</sup> Сіня глина київського поверху.

над рівнем Дніпра, і її підстелює київський мергель. Вода в колодязі прозора, солодка. Околишні мешканці вважають її за цілком добру й розбирають у великій кількості. Проте поруч з колодязем на брукованій вулиці протікає смердюча стічна вода і, зрозуміло, крізь водопрохідну верству, що складається з пісків, частково потрапляє до колодязя. Вище рівня колодязя, на підніжжі піщаних схилів, з правого та лівого боків яру на подвір'ях містяться кльозети, з яких вода теж домішується до води тієї водовмісної верстви, з якої живиться колодязь».

Можу розповісти ще такий випадок. Років із 15 тому в Кам'янці на Поділлі в центральній частині міста якийсь лікар заходився лікувати ревматиків якоюсь мінеральною водою, що витікала з щілини каменя в підвалі одного з домів. Б. Л. Лічкову й мені довелося під час гідрогеологічного дослідження міста Кам'янця зацікавитись і цим мінеральним джерелом. Треба сказати, що центральна частина Кам'янця (Старе місто) стоїть на порівнюючи невеликому острові, що його утворюють скелі каньйону р. Смотрича, який оточує цей острів; власне такі фізично-географічні умови надали колись Кам'янцю значення неприступної фортеці. Каньйон Смотрича прорізаний в силіурських міцних вапняках, з яких складається і згаданий острів. Зрозуміло, що при такому положенні середня частина Кам'янця (острів) відрізана від водовмісних горизонтів плято, яке прилягає до долини Смотрича і майже цілком позбавлене ґрунтової води. Дослідження показало, що незначне джерело в підвалі не що інше, як фільтрат з кльозетних ям, і що його цілюще значення більш, ніж сумнівне.

В густозалюднених забруднених містечках часто-густо колодязі беруть воду з горизонту ґрунтової води, перенасиченого на інфільтрат різної покиді, і через те вода часом має солонкуватий або терпкий смак. Таке саме явище нерідко можна спостерігати в великих перезалюднених старих селах.

Зокрема легко забруднюється й заражається ґрунтова вода в алювіяльних покладах річкових долин та балок. Алювій складається переважно з легкопрохідних піскуватих або піщано-рінястих покладів і ґрунтова вода в ньому не захищена згори водонепрохідними верствами. Проте якраз алювіяльна ґрунтова вода найчастіше править за головне джерело сільського водопостачання. Не тільки сучасний алювій (алювій сучасної геологічної епохи), але й старий алювій (давні річкові тераси) так само складається з водопрохідних порід і нерідко містить у підніжжі водовмісний горизонт, дуже придатний для водопостачання. Проте він теж може забруднюватись і без санітарної охорони може стати за джерело шлункових захворювань та епідемії. Легкість фільтрації в таких породах може добре ілюструвати випадок, який мені довелося спостерігати в Могилеві Подільському влітку 1929 року. В садибі № 6 по Вокзальній вулиці, що розташована на другій терасі Дністра на висоті 12—15 м над рівнем річки, був колодязь, який давав воду більш-менш задовільної якості; цей пункт віддалений від центру міста. В глибині садиби серед садка міститься нафтовий склад, і вздовж подвір'я проходить нафтопровідна труба. Коли ця труба тріснула, і з неї почав витікати газ, він до такої міри просяк ґрунт, що незабаром з'явився в колодязі в значній кількості і зробив його непридатним; околишні мешканці брали з колодязя воду і збирала з неї фанту; запалені папірці довго горіли в колодязі, аж поки густий дим не припинив горіння.

Могилів Подільський розташований на двох терасах Дністра; на першій терасі вода залягає на глибині 3—5 м, а на другій 7—11 м у піщано-рінястих покладах. Хоч дебіт колодязів досить значний, пересічно 100—130 відер на годину, але місто примушене відмовитись від користування ґрунтовою водою терас, бо вона забруднена; водопостачання Могилева базується на каптажі джерел, що витікають на схилах прилеглих височин з підніжжя сеноманських покладів та з щілинистих силіурських пісковиків.

1917 року під час війни мені довелося у Румунії в м. Аджуді, що розташоване в долині р. Серета, спостерігати бурхливий розвиток черевного тифу та дезинтерії; колодязі там неглибокі, по 4—5 м і живляться водою з грубо-

зерних пісків в рінню. Санітарне дослідження виявило майже в усіх колодязях велику забрудненість та зараженість води, що постало через велике скупчення людности та утворення дуже антисанітарних умов у цій прифронтовій смузі.

Р. 1923 в Подільській Наддністрянщині постала велика епідемія дезинтепрії, і можна було простежити, як ця епідемія пересувалася з села до села згори вниз за течією річок. Села брали воду з алювіяльного горизонту ґрунтової води, що зазнав суцільного зараження.

В північній частині колишньої Херсонщини спостерігається таке явище: в верхів'ях балок у підніжжі лесового поверху на глибині 7—10 м залягає верховодка цілком задовільної якості. Коли в такій місцевості збудується село і мине один-півтора десятка років, вода в колодязі стає солонкувата, а потім частина колодязів стає зовсім непридатна: справа цілком ясна — колодязі містяться на тих самих подвір'ях, де стоїть худоба, лежить гній та де викидають покидь. Дощова вода виполіскує з гною та покиді різні солі, разом з ними інфільтрується в ґрунт та підґрунтя, і врешті ці солі опиняються в водовмісній верстві.

Нераціональне розташування цвинтарів, різниць, деяких промислових підприємств дуже часто спричиняється до псування якості ґрунтової води і, часом, зараження її. Переходячи до питання про санітарну охорону ґрунтової води, можемо вказати ряд заходів, хоч вони бувають дуже різноманітні за різних умов та для різних потреб.

З того, що ми розглянули в попередніх розділах, досить яскраво випливає важливість гідрогеологічного обсліду місцевості для застосування раціональної охорони ґрунтової води. Знаючи умови залягання та напрямку руху ґрунтової води, ми можемо мати уяву про те, оскільки вона зазнає забруднення та з якого боку найбільше треба остерігатися цього забруднення. Якщо місцевість остільки досліджено, що можна скласти її плян з гідрогіпсами, то на такому пляні легко встановити й зону санітарної охорони. Не можна допускати жодних смітничиж, цвинтарів, різниць у тій частині району, яка лежить по течії ґрунтової води вище залюдненого пункту; якщо водовмісний горизонт лежить неглибоко, і з поверхні над ним залягають дуже водопрохідні породи, то не можна взагалі дозволяти тут селитися. Колодязі бажано споруджати в тій частині селищ, яка лежить в горішній частині течії потоку ґрунтової води, а ще краще поза межами селищ — вище їх по течії.

В раві дуже водопрохідних порід — дуже грубоверхного піску, нарінку, ріні,—зона санітарної охорони повинна захоплювати велику площу, бо навіть здалека ґрунтова вода може принести в собою заравні елементи.

В самих селищах, якщо водопостачання базується на колодязях, не можна ставити глибоких кльветних та помийних ям поблизу колодязів, треба систематично стежити за хемічним складом води та робити бактеріологічні аналізи. Коло колодязів треба підсипати ґрунт, класти зверху верству водонепрохідної глини та забруковувати поверхню, щоб не було так, як це дуже часто доводиться зустрічати, що коло колодязя ями, заповнені гнилою смердячою водою та гноєм, при чому коли тягнуть воду та розливають її, то вона стікає до колодязя, вносячи з собою хвороботвірні елементи. Коло колодязя повинен бути смок або хоч прикріплене до ланцюга чисте відро, бо брудні відра, опускаючись до колодязя, не тільки забруднюють цей колодязь і вносять до нього заравні бактерії, але, при достатній водопрохідності породи водовмісного горизонту, можуть передати заразу й до інших колодязів.

Не тільки перший горизонт ґрунтової води треба охороняти, часом це стосується й до нижчих горизонтів. Коли є кілька горизонтів ґрунтової води, при чому один з них потужніший за інші, то цей горизонт не тільки може давати більше води, але він може і вбирати більшу кількість води. В таких випадках цей потужніший горизонт з більш водопрохідною породою часом використовують як водовбірний і з цією метою будують стічні колодязі відповідної глибини.

Ми говорили вже, що в Одесі потужний горизонт ґрунтової води — це другий горизонт на споді піздратого понтичного вапняку. Саме до цього рівня колись заглиблювали стічні колодязі і спрацьована вода заводів стікала до верстви ґрунтової води другого горизонту. Робили часом і глибокі помийні ями до того самого горизонту; зрозуміло, що це мало наслідком велике забруднення та псування всього водовмісного горизонту.

Якщо для водопостачання в тому чи тому пункті передбачають використовувати один з глибших горизонтів підземної води, то треба брати його під санітарну охорону і забороняти робити такі помийні ями та стічні колодязі, які могли б забруднювати підземну воду. В даному разі також треба вивчати попередню умови залягання та напрямку течії ґрунтової води, щоб в'ясувати, яка площа або зона підлягає санітарній охороні; ця зона, головне, захопить простір, що лежить вище пунктів використання даної водовмісної верстви.

Але це не значить, що зараз нижче колодязя в напрямку течії підземного потоку можна допускати забруднення ґрунтової води. Пригадаймо депресійну лійку, що в породах легкопрохідних має великий радіус, і ми зрозуміємо, що вплив колодязів, коли відсмоковувати з них воду, поширюється на ту чи ту віддаль убік низової частини потоку підземної води. Отже, для обережності треба від крайнього нижнього відносно поверхні водовмісного горизонту колодязя на віддалі, не меншій як 3 радіуси депресійної лійки, проводити зону санітарної охорони, маючи на увазі, що як відсмокування знижає рівень води, стягаючи її до колодязя з прилеглої частини водовмісного горизонту, так вливання води до стічного колодязя підвищує рівень води в прилеглій частині водовмісного горизонту приблизно до такої самої віддалі.

Воду карстових районів та воду щілин теж треба брати під охорону, коли її використовують для водопостачання. Уважно дослідивши можливі шляхи руху підземної води, треба встановлювати зону охорони як у районі живлення цієї води, так і вдовж усього їхнього шляху, пам'ятаючи, що карстова вода тече широкими водотоками, не фільтрується крізь піски і може переносити в собі різні забруднені речовини на дуже значні віддалі.

## XVIII. АРТЕЗІЙСЬКА ВОДА

**Напор. Походження артезійської води. П'єзометричний рівень. Самовиливні колодязі. Артезійська вода в масивних породах**

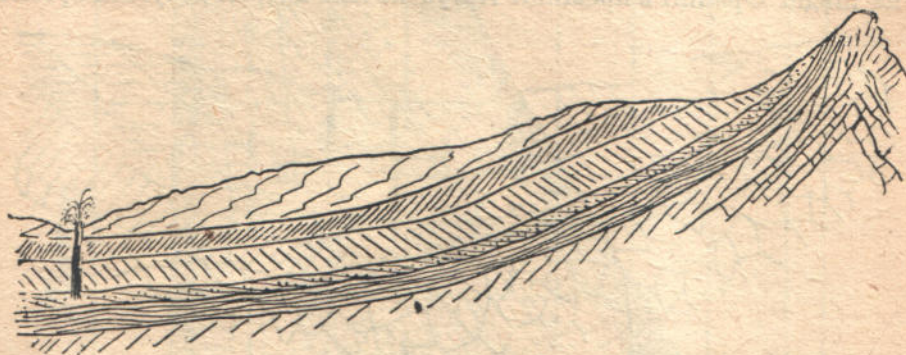
Артезійська вода є величезне багатство багатьох країв на землі. Яскраві плями зелених оаз серед вигорілої на сонці Сахари та славетний парк Асканія Нова (Чаплі) на півдні України серед безводного степу — це досить яскрава ілюстрація того, що може дати використання артезійських водовмісних горизонтів. У Києві водогін дає людині щоденно мільйони відер артезійської води. В Харкові вода з глибини 650 м підіймається нагору під впливом артезійського тиску.

Артезійська вода відрізняється від ґрунтової тим, що вона має власний тиск або напор. Коли провести свердловину до артезійського водовмісного горизонту, то вода підіймається по трубах значно вище цього горизонту і в деяких випадках виливається на поверхню. Артезійська вода утворюється в верстві водопрохідної породи в тих випадках, коли ця порода залягає поміж двома водонепрохідними верствами, наприклад, коли верства піску лежить поміж двома верствами глини, підстелюється та вкривається глинами. Напор, або тиск утворюється через те, що породи, які містять артезійську воду, залягають не зовсім поземо, а тому в тих частинах району поширення водовмісних порід, де вони залягають на нижчих рівнях, у водовмісних верствах постає гідростатичний тиск. Там, де ці водопрохідні породи залягають високо і виходять на поверхню, вони просякаються водою, яка потрапляє до них з атмосферних опадів, а також конденсаційним шляхом, а, крім того, може надходити до водопрохідних верств із ярів та річок, якщо їхні долини врізуються в ці породи.



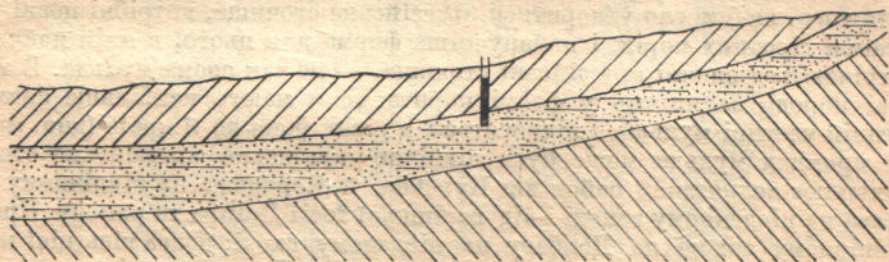
Терени, де відбувається насичення порід водою, звуть районами живлення артезійської води.

Ті терени, де водовмісні породи, тягнучись від району живлення, западають, і де, коли ці породи вкривають зверху водонепрохідні породи, під впливом гідростатичного тиску утворюється напор, звуть районами напору або сто-



Мал. 147. Утворення артезійської води на схилі гірської системи.

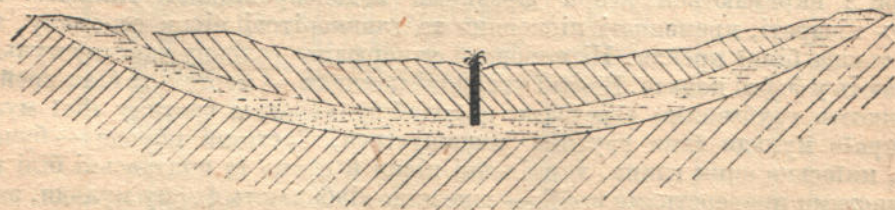
чищами артезійської води. Якщо на кінці, протилежному району живлення, лежить місцевість, де артезійська вода виходить, витікає на поверхню, то таку місцевість звуть район стоку. Район стоку буває не в кожному артезій-



Мал. 148. Водовмісна верства залягає в похилом двома водонепрохідними породами. Піднесення води в свердловині.

ському сточищі, наприклад, велике північно-українське артезійське сточище не має району стоку.

Вишину, до якої підіймається в свердловині артезійська вода під впли-

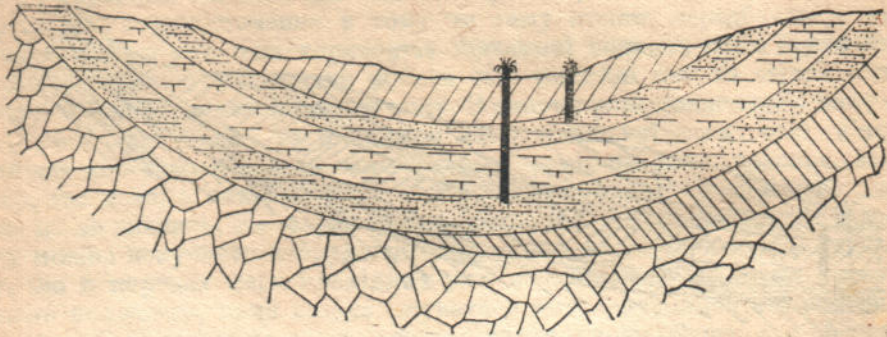


Мал. 149. Самовитливий артезійський колодязь.

вом її власного напору, звуть п'єзометричний рівень. Якщо в цілому артезійському сточищі провести поверхню, на якій лежать п'єзометричні рівні всіх артезійських свердловин, то утворюється так звана площина або, краще сказати, поверхня напору. Окремі ділянки цієї поверхні можуть лежати вище рівня землі в тих чи тих місцевостях на площі артезійського сточища.

По таких місцевостях п'взометричний] рівень] вищий] від] поверхні землі. Цебо вода тут під впливом напору самовиливається з колодязів.

Використання артезійської води відоме за давніх часів. Наприклад, давні єгиптяни вже були обізані з ним і близько 2000 років до нашої ери деякі бази обводнювалися артезійською водою. В Європі лише в XII сторіччі нашої ери, на півдні Франції в провінції Артуа почали вперше добувати артезійську



Мал. 150. Два поверхи артезійської води та самовиливного колодязя.

воду, звідки і пішла сама назва. Значний розвиток артезійського водопостачання стався протягом XIX сторіччя; ще бурхливіше йде цей розвиток за нашого часу.

Для того, щоб могло утворитися артезійське сточище, потрібні певні умови залягання гірських порід, і найзручніша форма для цього, в якій найчастіше й зустрічаються значні артезійські сточища, — це так звана мульда. В мульді осадові породи залягають у формі корита; вони мають найбільше зниження в середній частині мульди, і підносяться в різні боки до її країв (див. мал. 8).

За приклад мульди може бути північно-українське артезійське сточище, що захоплює величезний район від Курська й Воронежа на північному сході до Києва на південному заході і від горішньої течії Дніпра та району Прип'яті на північному заході до Донбасу на південному сході; довга вісь цієї мульди тягнеться в північного заходу на південний схід. До складу цієї мульди входять: стародавні палеозойські породи, що залягають глибоко; над ними лежать юрські поклади, вище сеноманські й верхня крейда, вгорі третинні поклади. Зверху вся площа мульди вкрита різноманітними четвертинними породами. Серед перелічених покладів є верстви водопрохідні та водонепрохідні, що чергуються поміж собою. Над палеозойськими вапняками та глинястими водонепрохідними породами лежать грубозерні піски з рінню, що належать до юри і вкриваються згори юрськими водонепрохідними глинами. Вище лежать ніздраті, кременясті пісковики та глауконітові піски сеноману, а над ними товща білої крейди. Ці породи й утворюють головну частину мульди — залягають у формі корита. Верхні крейдяні поклади — мергелі та біла крейда — заповнюють грубесними верствами найглибшу середню частину цієї мульди, і до країв мульди їхня грубина зменшується. Третинні породи — бучацькі піски, київська синя глина, харківські піски й глина та полтавські білі піски з глинястими проверстками вгорі — вже мало відбивають форму мульди, значно вирівняну через верхньо-крейдяні поклади.

Водопрохідні породи мезозойських покладів, що входять до складу мульди, виступають на поверхню на Курщині та Вороніжчині. Там вода проходить до водопрохідних верств і насичує ці верстви на всьому просторі мульди, посуваючись порами серед порід. Так утворюється потужний артезійський горизонт північної української мульди, що живить ряд залюднених пунктів, залізничних станцій, заводів та таких великих міст як Харків та Київ.

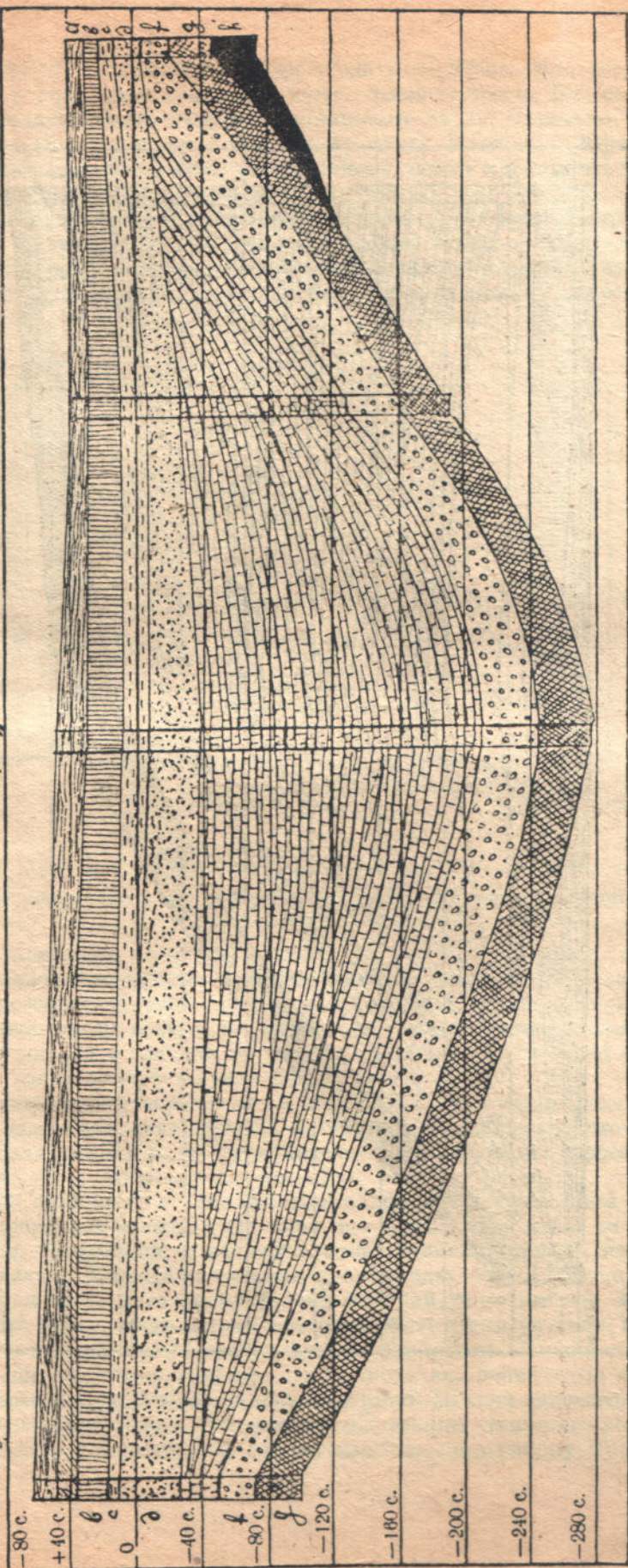
До типу мульд відноситься і Паризьке артезійське сточище у Франції.

Перещенида

Палтва

Миргород

Бобровиця

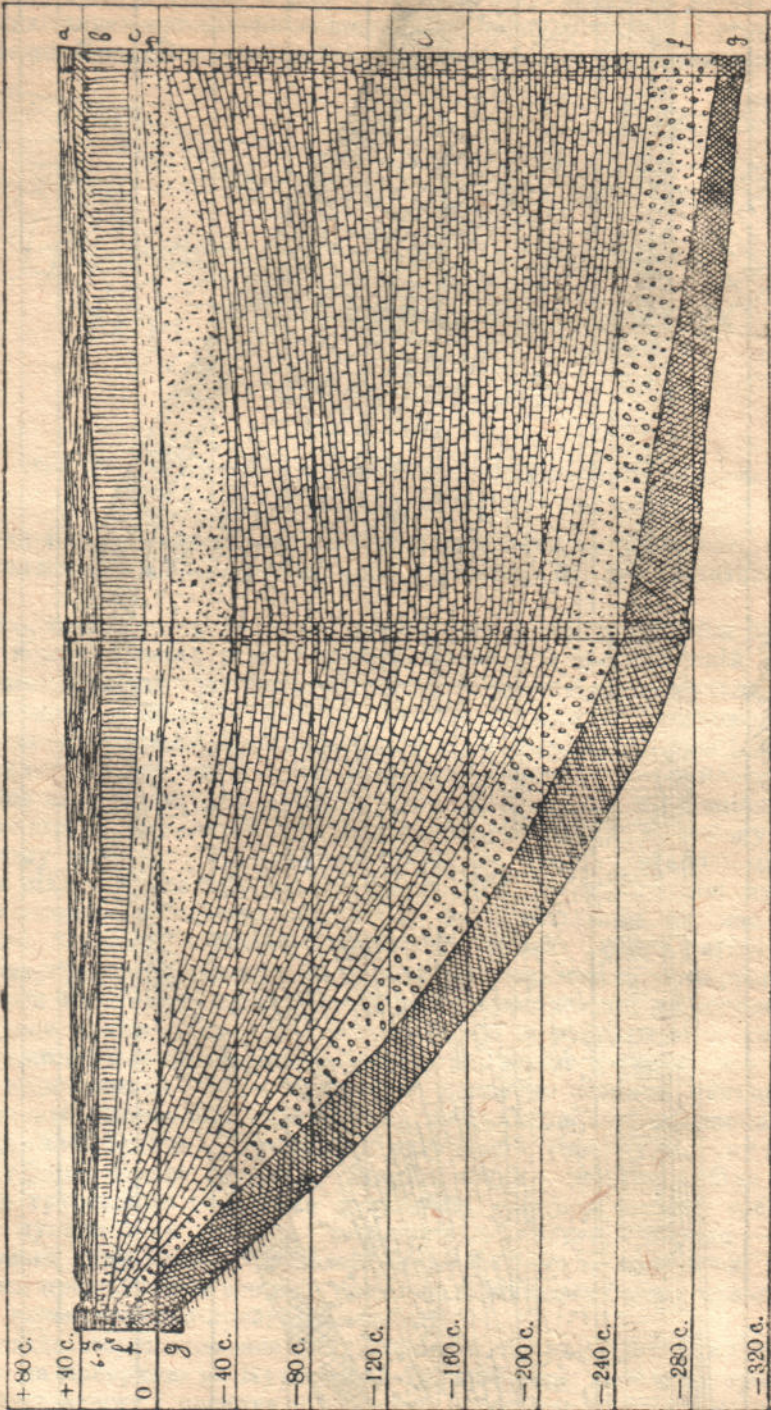


Мат. 151. Розізи північно-українського басейну за Лупицьким.

Кирилівка.

Миргород.

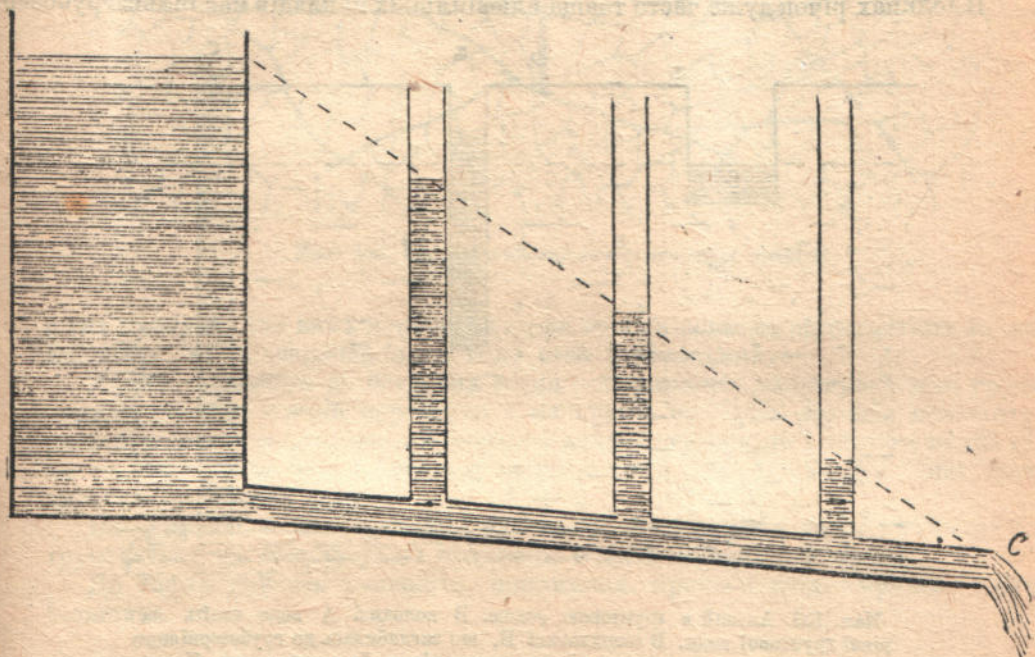
Будибуць.



Мал. 151 а. Розріз українського басейну за Лучицьким.

До складу цієї величезної мульди входить грубезна серія осадових порід, починаючи з юрських і кінчаючи вгорі палеогеновими. На периферії цієї мульди виходять старші породи. З північного сходу Паризьке сточище обмежують Ардени, на сході й південному сході Вогеви та Юра, на півдні Центральне французьке плато, на південному заході кристалічні та палеовоїські породи Бретані та Нормандії.

Коли від будь-якої периферії пересуватись до середини паризького сточища — до Парижу, то зустрічаються щораз молодші поклади: спочатку юрські, потім спідньо-крейдяні, верхньо-крейдяні, палеоцен, еоцен і всередині — олігоцен. В складі цих покладів чергуються різноманітні гірські породи —



Мал. 152. Схема показує, як розташовуються п'єзометричні рівні при наявності стоку.

вапняки, пісковики, мергелі, глини, піски.<sup>4</sup> Водопродітні породи чергуються з водонепродітними; завдяки уложенню порід у формі мульди в них постає гідростатичний тиск (напор), що в середній частині мульди виводить воду із свердловин на поверхню. Свердловина в Гренелі подає самовиливну воду з температурою 26° з глибини 540 м. Але й ближче до поверхні є артезійські горизонти, що їх використовують багато свердловин.

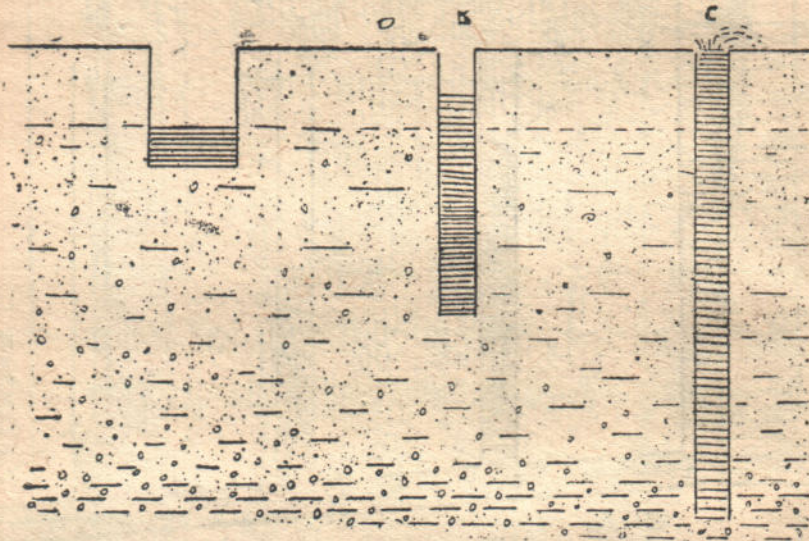
Артезійська вода утворюється і в разі уложення порід із спадом в один бік, коли нема повної замкненої мульди. За приклад артезійського сточища з однобічним похилом верств може бути південна Україна, де всі верстви залягають з малим спадом у напрямку на південь до Чорного моря.

Не треба змішувати з артезійським напором той тиск, який утворюється іноді в водовмісних поверхнях від газів, що виділяються в тих чи тих породах земної кори. Наприклад, у деяких районах північної Таврії, на Україні відомі артезійські колодязі із самовиливною водою, при чому спочатку, коли збудують колодязь, його напор далеко більший, ніж під час дальшої його експлуатації. Цей перебільшений напор залежить від тиску газів, які бурхливо виділяються з порід під час свердловання і утворюють значний тиск та фонтанування води на велику вишину; потім, коли виділення газів зменшується, фонтан спадає, і вода витікає на нижчому рівні. Ці гази належать до категорії так званих палих газів і утворюються від реакції хемічного розкладу органічних останків у сарматських глинах надовіського району України.

Рух артезійської води в породах набагато відрізняється від руху ґрунтової води, а саме — він іде далеко швидше. Причин цього є кілька: поперше, артезійська вода, що залягає глибоко, у зв'язку з явищем геотермічного градієнта має порівнюючи високу температуру, а тепла вода пересувається в породах із далеко більшою швидкістю, ніж холодна. Далі, великий вплив має тиск: що більший він, то більша швидкість руху води. При чому Кінг встановив, що в разі значних тисків швидкість руху води збільшується не пропорційно збільшенню тиску, а далеко дужче.

Різниця в мірі водопроникності порід, що схожі одна на одну своїм загальним типом, може спричинитися до утворення артезійської води.

В долинах річок дуже часто товща алювіяльних покладів має більш грубозер-



Мал. 153. Алювій з ґрунтовою водою. В колодязі А вода стоїть на рівні ґрунтової води. В свердловині В, що заглибилась до грубозернішого піску з рінню, вода піднялася до вищого рівня. Із свердловини С вода самовиливається на поверхню, бо ця свердловина дійшла до спідньої ріннястої верстви алювію.

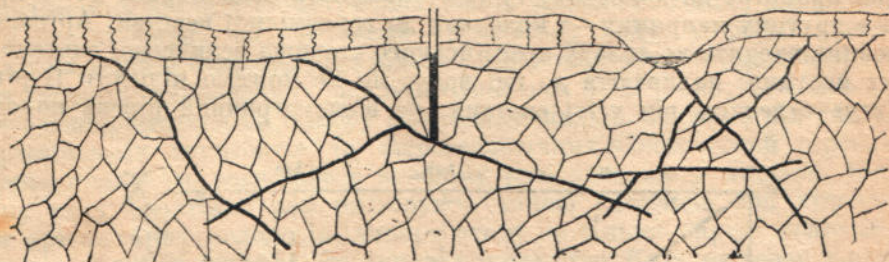
ний склад у спідніх верствах, разом з тим у таких породах чинна величина, а теж кож і водопроникність порід швидко зростає в напрямку до спідніх верств. Тому, якщо закласти кілька свердловин на різну глибину в товщі таких алювіяльних покладів, то вода підіймається до вищого рівня в глибших свердловинах (мал. 153).

Треба сказати, що не тільки в верствах осадових водопроникних порід буває артезійська вода; вона зустрічається також у породах загалом водонепроникних, масивних, але щільних. Приміром, у середній частині РСФРР на великих площах поширені девонські міцні вапняки; в них є сила розколин та порожнин, якими циркулює вода і набирає тиску, тому що розколин сполучаються поміж собою і утворюється система сполучених посудин із властивою їй гідростатичною рівновагою; коли свердловина зустрине якунебудь розколину з водою, то вода підіймається до загального гідростатичного рівня такої системи.

В гранітах теж бувають розколин, що сполучаються поміж собою; вода, що потрапляє до розколин у вищих частинах гранітного масиву, заповнює всю систему сполучених розколин.

Якщо провести свердловину в граніті аж до якоїнебудь розколин, то вода під впливом артезійського тиску підіймається вгору, при чому напор її то більший, що глибше зустрівлась розколина.

Якщо даний пункт лежить на зниженій ділянці кристалічного масиву, то може трапитися, що ми одержимо самовиливну воду. Але не можна певно гадати, що в кожному пункті, де б ми не розпочали свердлення в граніті, ми зустрінемо артезійську воду: не скрізь є відповідна геологічна будова — розколини, що сполучаються поміж собою і утворюють цілу водовмісну систему; крім того, може трапитися, що свердловина натрапить на засмічену розколину, заповнену глинястим водонепрохідним матеріалом. Таким чином свердлення в граніті та інших масивних породах завжди зв'язане з певним ризиком. Лише



Мал. 154. Система водовмісних розколин у граніті.

в тих пунктах, для яких попереднє свердлення з'ясувало щільність та водовмісність, ризик свердлення на воду стає мінімальний.

Крейда належить до осадових порід з непомітною верстуватістю; грубину верстви крейди можна порівняти з масивною породою. Крейда належить до напівпрохідних порід, вона пропускає воду дуже погано і в дуже малій кількості; але крейда часом буває дуже щільніста, і тоді в крейді може зустрічатися артезійська вода.

На Україні є цілі райони, що мають артезійське водопостачання, яке ґрунтується на експлуатації підземної води в щільній крейді.

До таких районів належить, наприклад, крайній схід України — Старобільщина.

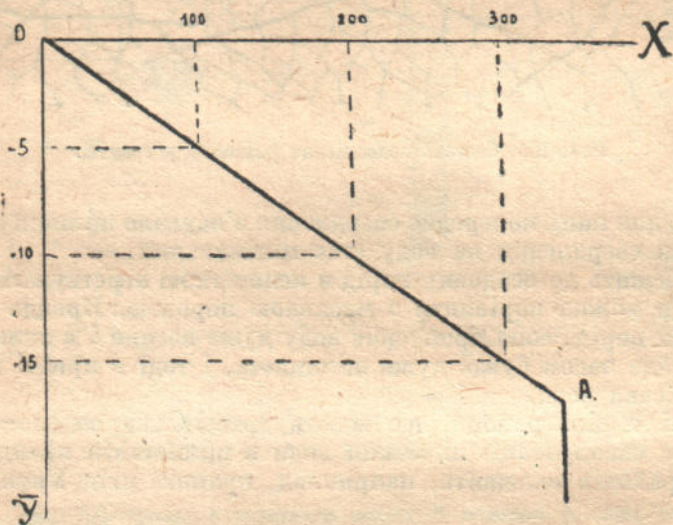
## XIX. ВІДСМОКОВУВАННЯ АРТЕЗІЙСЬКИХ КОЛОДЯЗІВ

**Крива відсмоковування. Поновлення рівня після відсмоковування. Нормальне користування артезійською водою. Шахти коло колодязів. Виенаження артезійських сточищ та запобіжні до цього заходи**

Ми вже бачили, що артезійська вода набагато відрізняється від ґрунтової води. Тиск, ця головна прикмета артезійської води, надає багатьох особливостей артезійським колодязям. Відсмоковування артезійських колодязів дає зовсім іншу картину, ніж відсмоковування колодязів з ґрунтовою водою. Коли відсмоковувати артезійський колодязь досить енергійно, то його рівень знижується, як це спостерігаємо і в колодязі ґрунтової води, але рівень води в артезійському колодязі під час відсмоковування знижується пропорційно до розміру відсмоковування, цебто до розміру видатности смока. Тому, коли побудувати криву відсмоковування, як це ми робили для ґрунтової води, то форма цієї кривої буде майже проста лінія. На осі абсцис ( $x$ ) ми наносимо інтенсивність відсмоковування, або видатність смока, а на осі ординат ( $y$ ) наносимо спад рівня. Якщо подвоїти видатність смока, то рівень води удвоє знизиться; якщо збільшити силу відсмоковування в 4 рази, то рівень у 4 рази більш знизиться. Ясно, що за таких умов крива стає простою лінією. Але це

зниження рівня, звісно, не може йти без кінця. Не можна думати, що з артезійських свердловин можна брати будь-скільки води, або лише мати смок достатньої видатності. На нашій кривій є точка (А), після якої вона зламалася і різко спадає по простій лінії (мал. 155). Цю точку звуть гранична видатність артезійського колодязя.

Визначення дебіту артезійського колодязя можна перевести не тільки відсмоковуванням, але й за допомогою наливання води до колодязя; артезійський колодязь має максимальну кількість води таку, яку пропускає порода в ділянці, що прилягає до колодязя; ту саму кількість води порода може пропустити і в другому напрямку—з колодязя до водовмісної верстви. Артезійська свердловина входить до складу артезійського сточища величезної системи сполучених посудин; наливаючи до неї воду, ми не можемо підняти її рівень, цей рівень залежить від усієї системи, це п'єзометричний рівень колодязя,



Мал. 155. Крива відсмоковування артезійського колодязя.

продиктований усією гідростатичною рівновагою системи. Але, коли ми перейдемо граничну видатність артезійської системи, наливатимемо води більше, ніж її за той самий час може пропустити порода, то рівень води почне підноситися, і свердловина наповниться.

Для артезійських колодязів дуже характерна величина є питомий дебіт (специфічний дебет — удельный дебіт). Це — кількість води, що її колодязь дає при зниженні рівня на 1 м.

Коли артезійський колодязь використовують постійно, то, щоб не виснажувалося артезійське сточище, не треба занадто відсмоковувати колодязь, не можна наближатися до максимуму видатності. Рекомендують брати з колодязів не більше половини максимальної видатності їх. Наприклад, коли на нашій кривій точка зламу відповідає 50 м<sup>3</sup> на годину, то для нормального користування цим колодязем не треба брати більш 25 м<sup>3</sup> на годину.

Після того, як припинено відсмоковування артезійського колодязя, рівень води дуже швидко, а часом майже моментально відновлюється. На основі цього дуже легко розпізнавати колодязі, що живляться артезійською водою, від тих, які беруть ґрунтову воду.

Коли доводиться робити досліді в степах Південної України, і ми знаходимо там трубні колодязі на місці зруйнованих маєтків, то відсмоковуванням завжди легко визначити, які з тих колодязів живляться ґрунтовою водою, а які артезійською. Треба досить енергійно відсмокувати колодязь, щоб рівень його дуже низився, і, припинивши відсмоковування, стежити за відновленням



рівня. Коли це відновлення настає враз або дуже швидко після закінчення відсмокування, то нема сумніву, що ми маємо справу з артезійською водою; а коли потрібно багато часу для того, щоб встановився попередній рівень води, то це ґрунтова вода.

В разі користування артезійським колодязем не можна говорити про депресійну лійку в тому розумінні, як це стосувалося до ґрунтової води, бо взагалі рівень артезійської води стоїть далеко вище рівня її залягання в земній корі, але і в артезійських колодязях спостерігається своєрідна депресійна лійка — депресійна лійка п'єзометричних рівнів колодязя. Якщо, наприклад, розставити свердловини, що добувають артезійську воду, у формі хреста, вимірити в усіх їхніх п'єзометричний рівень і відсмоковувати середню свердловину, то в сусідніх свердловинах спостерігатиметься спад рівня; це зниження рівня може поширюватися на більшу або меншу віддаль залежно від властивостей артезійських горизонтів та гідрогеологічних властивостей гірських порід, якими проходить вода, але в кожному разі на чималу віддаль. Коли артезійську воду енергійно використовують цілою системою або кількома системами артезійських колодязів, утворюються не тільки окремі депресійні лійки, але цілий район депресії. За приклад може бути Київ, де тепер у артезійських колодязях ніде не спостерігається нормального попереднього п'єзометричного рівня артезійської води, бо велике відсмокування води, яке провадить київський водогін, утворило в районі Києва суцільну депресію п'єзометричних рівнів.

Наведемо з Паризького сточища приклад взаємного впливу артезійських свердловин. 1842 р. в Ґренелі поблизу Парижа зробили артезійську свердловину завглибшки 540 м. Ця свердловина щорічно давала, незалежно від кліматичних умов, 907 м<sup>3</sup> на добу самовиливної води. 1861 р. в Пасі, на віддалі 3 км від згаданої свердловини, зробили другу свердловину, яка дійшла до тієї самої водовмісної верстви, що й перша, і теж дала самовиливну воду; на другий день свердловина в Ґренелі дала лише 806 м<sup>3</sup> води, а потім дебіт її коливався завжди залежно від свердловини в Пасі; коли останню закривали, свердловина в Ґренелі давала свою попередню кількість води, а коли робота свердловини в Пасі відновлялася, рівень води в свердловині в Ґренелі знижувався, і дебіт її зменшувався.

Користуючись артезійськими колодязями, часто вживають такої комбінованої споруди: свердловин та шахт. При цьому шахти будують до глибини, нижчої від п'єзометричного рівня води в свердловині. Вода свердловини вступає до шахти самовиливом. В шахті встановлено смок, що відсмоковує воду. Цей спосіб використання артезійської води дуже раціональний, бо він не супроводиться відсмокуванням води з самої свердловини і нерівномірною ненормальною експлуатацією артезійської водовмісної верстви. Вода тече рівномірно, рівновага, що існує в артезійському горизонті, не порушується, швидкість води, що припливає до свердловини, занадто не збільшується і не спричиняє пересування дрібних частинок у породі, яке спричиняється до засмічування фільтрів та псування їх; не утворюється також при такому користуванні водою і природнього тампонажу пор у породі.

Артезійські сточища бувають дуже різноманітні щодо багатства на воду. Невеличкі сточища можуть бути не дуже багаті і в таких сточищах користуватися артезійськими колодязями треба дуже обережно.

Але навіть і в разі великих артезійських сточищ, що мають різні артезійські горизонти на великих просторах, надто енергійне, ненормальне використання артезійської води може спричинитися до їхнього виснаження. А тому треба обережно підходити до цього величезного підземного багатства — артезійської води — і пильнувати нормального використання їх. У тих районах, де колодязь дає самовиливну воду, на трубах треба робити ґранти, щоб вода не розливалася по поверхні, коли в цьому нема потреби. В місті Ананьєві, на півночі колишньої Херсонської губернії, не дуже глибоко залягає горизонт артезійської води в сарматських ніздратах та щілинистих вапняках.

Всі колодязі, що лежать у низьких точках території Ананьєва, дають самовиливну воду; це спричинилося до того, що набудували силу колодязів; у вищих точках міста колодязі не дають самовиливної води, але загалом вода в них стоїть не дуже глибоко; коли число колодязів дуже збільшилося, і вони всі давали самовиливну воду, то рівень води в колодязях вищої частини міста почав знижуватися, а потім деякі з колодязів нижньої частини зовсім перестали давати самовиливну воду.

В Америці в багатьох місцевостях, наприклад у Чикаго, через невпорядковане користування артезійською водою від різних власників колодязів припинилася діяльність самовиливних колодязів; рівень води в колодязях значно знизився, так що довелось відмокувати її смоками з великої глибини, але при цьому вже не вдавалось одержувати воду в тій кількості, як раніш, коли свердловини самовиливали воду. Тут бачимо приклад виснажування артезійського сточища.

Не тільки видатність котроїсь одної свердловини обмежена, але й видатність цілого артезійського сточища, — хоч вона може бути й дуже велика, — має свої межі.

Якщо збільшити діаметр свердловини, видатність її зростає, але меншою мірою, ніж збільшується діаметр. Коли поблизу одна від одної містяться дві свердловини, то з них можна одержати води таку саму кількість, як з одної свердловини, діаметр якої дорівнює сумі діаметрів обох свердловин.

Якщо збільшувати число свердловин, то можемо дійти того, що вони всі разом будуть давати певний максимум води, далі якого не можна піти. Якщо спорудити ще додаткову свердловину і брати з неї певну кількість води, то на таку саму кількість зменшиться сумарна видатність решти свердловин. Значить нова свердловина зайва, як і витрати на її спорудження.

Справою про спорудження артезійських колодязів займається гідротехніка. Але все ж наведемо деякі дані щодо устави фільтрів в артезійських свердловинах. Досвід київського водогону показує, що не завжди фільтри є конче потрібні й корисні. Раніш у київських свердловинах, що добувають воду з сеноманського поверху, завжди ставили фільтри; через кілька часу дебіт свердловин зменшився, і багато з них зовсім перестали працювати. Вони переходили до числа так званих мертвих свердловин. Коли виймали з таких свердловин фільтри, щоб їх очистити, то виявлялося, що мідні сітки фільтрів цілком затягнені скоринкою дрібнозерного піскувато-глинястого матеріалу, який вода осадила на фільтрі, і через це фільтр став водонепрохідний. Ті свердловини, що й далі давали воду, як виявилось під час ремонту, працювали лише тому, що фільтри їх були поцпані, розірвані, і через дірки вода вступала з такою силою, що промивала широкі прориви в дірчастій трубі, на яку намотаний фільтр. Тому тепер київський водогін, що користується сеноманським артезійським горизонтом, перейшов на свердловини без фільтрів.

## XX. ДЖЕРЕЛА

### Додільні джерела. Догірні джерела

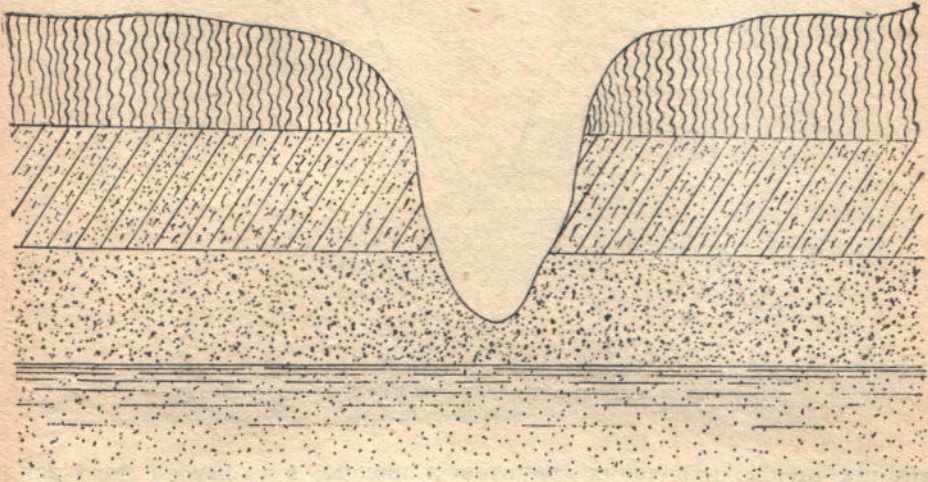
Природні виходи підземної води на поверхню звуть джерелами (источники, ключи, родники). Джерела бувають дуже різноманітні — від тих, що ледве ледве сльовяться, і до тих, що витікають з землі бурхливим потоком і зразу утворюють цілу річку. Бувають вони дуже неоднакові, щодо свого геологічного характеру, а також хемічного складу. Є джерела, що виводять воду, збагачену на якінебудь гази, або солону чи гірку і такі джерела звуть мінеральні джерела; ми їх розглянемо далі в окремій частині цієї книжки.

Джерела поділяють звичайно на 2 типи — *додільні* та *догірні* (нисходящие и восходящие источники).

Додільні джерела зв'язані з ґрунтовою водою, що тече згори наниз, а догірні — з артезійською водою, і їхня вода підіймається вгору під впливом

гідростатичного тиску. Але як важко загалом провести різку межу між артезійською та ґрунтовою водою, бо є вода перехідного типу, так часом трудно буває й джерело залічити до того чи того з типів, що ми їх назвали; все ж здебільшого різниця між додільними та догірними джерелами досить виразна, і визначення належності джерела до того чи того типу має не тільки теоретичне, але й чимале практичне значення.

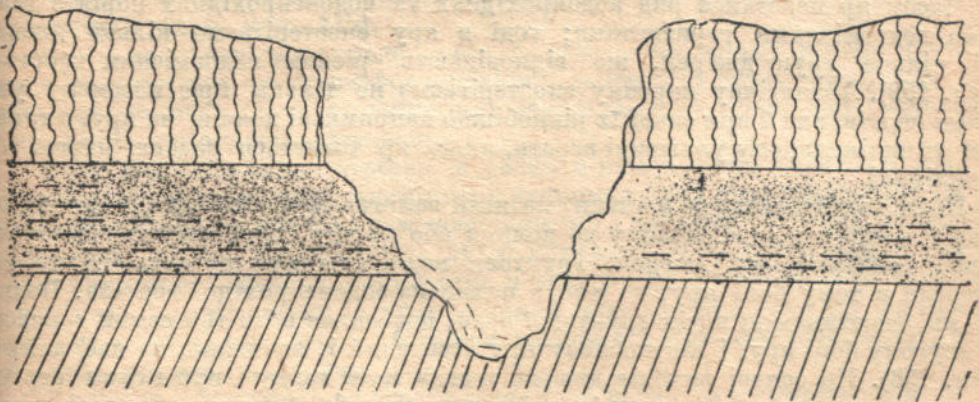
До найпоширеніших джерел додільного типу належать джерела, що виходять там, де різні зниження рельєфу — долини, яри — перетинають горизонт



Мал. 156. Водовмісний горизонт нижче дна яру.

ґрунтової води. В багатьох ярах можна спостерігати джерела цього типу і вони то здебільшого дають початок струмкам, які, зливаючись, утворюють річки.

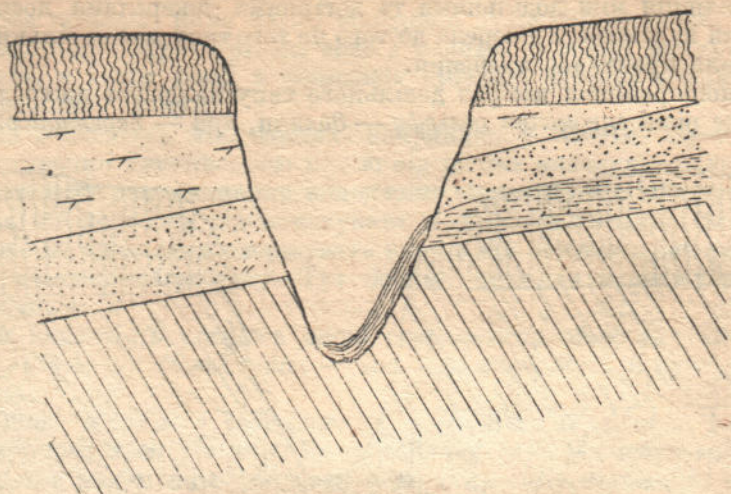
В тих ярах або частинах ярів (горішніх течіях), дно яких проходить вище горизонту ґрунтової води, не відбувається дренажу ґрунтової води, нема дже-



Мал. 157. Яр перегинає водовмісний горизонт. Джерело.

рел. В міру того, як дно яру знижується, рівень його вресітї доходить до водовмісної верстви; зразу ж в яру з'являються джерела (див. малюнок). Джерела затікають на дні яру, а далі в долину, де дно яру лежить нижче водовмісної верстви, вони вибігають з боків яру. Звичайно, ще далі в долину виходи джерел або припиняються, або стають слабенькі, тому що вищі джерела дрениують водовмісний горизонт, знесилоують його.

В Києві можна спостерігти ряд джерел описаного типу в Баб'ячому ярі (Сирець). Верхів'я яру дуже розгалуженою системою розтинають товщу піскових покладів четвертинного періоду. Нижче, де яр врізується в товщу



Мал. 158. Яр перетинає водовмісний горизонт, що залягає із значним спадом; в правому боці яру джерело, в лівому — порода суха.

третинних пісків, насичених ґрунтовою водою, в ньому та його допливах з'являються численні джерела і утворюють струмок; далі вниз за течією яру джерела витікають в боках його на щораз більшій висині над дном яру; ще далі джерела слабшають і припиняються.

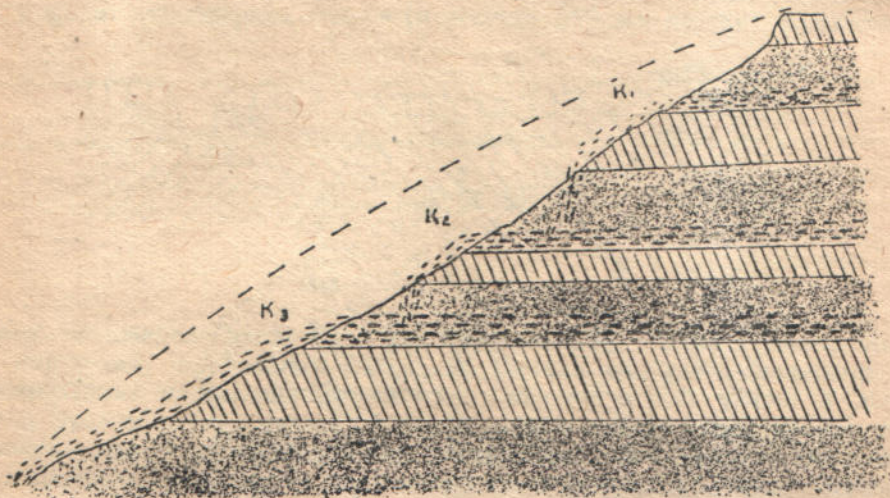
На Поділлі Дністрові допливи, що течуть з півночі на південь і щораз глибше врізують свої долини, доходячи до підніжжя сарматських покладів, прорізують властивий цим покладам потужний водовмісний горизонт, і в таких пунктах виходять численні потужні джерела, що дають головну масу води цим річкам. Нижче по долині джерела слабшають або зовсім припиняються.

Часом яр перетинає ряд водопрохідних та водонепрохідних порід з кількома водовмісними горизонтами; тоді в яру спостерігаємо кілька джерел або кілька груп джерел, що відповідають різним водовмісним верствам (мал. 159). Аналогічну картину спостерігаємо не тільки при поземному уложенні верств, але й при спаді їх рівнобіжно напрямкові долини чи яру, а також при синклінальному уложенні верств, якщо яр тягнеться вздовж довгої осі синкліналі.

Коли водонепрохідна постеля, на якій залягає ґрунтова вода, має значний спад у напрямку поперечному до долини або до яру, то спостерігаємо асиметричне розташування джерел. Ґрунтова вода, стікаючи за спадом, утворює джерела в тому боці яру, до якого похилена водонепрохідна верства. Водночас яр, перетинаючи потік ґрунтової води, позбавляє води той самий горизонт на другому боці яру, і він поблизу яру безводний і, звичайно, не дає джерел (мал. 158). На основі виходів джерел можна мати гадку і про похил верств; якщо вздовж якоїнебудь долини, що прямує на схід, всі джерела зосереджені на правому боці, а з лівого боку джерел нема, то це значить, що верстви падають з півдня на північ.

Нерідко бувають джерела, що постають через *звуження профілю водовмісної верстви*; таке звуження профілю може бути з різних причин: 1) зменшення площі профілю — або через зменшення grubини водовмісної верстви або через зменшення ширини потоку ґрунтової води; 2) зменшення водопрохідності породи — від заміни грубоверхнього піску на дрібніший, від домішки глини до піску; 3) зменшення похилу водовмісної верстви.

Коли ґрунтова вода тече в алювії долини, а материкові породи, між якими залягає алювій, водонепрохідні, то в тих місцях, де долина звужується, ґрунтова вода зустрічає опір своєму нормальному рухові і змушена виходити на поверхню, утворювати джерела. Такого типу джерела досить поширені в долинах річок, що проходять серед кристалічних порід українського кристалічного масиву.



Мал. 159. Профіль яру в балтських пісках на південному сході від м. Кодими. Яр перетинає верстви глини та пісків і кілька водовмісних горизонтів.  $K_1$ ,  $K_2$  і  $K_3$  — джерела.

Буває й інакше. Кристалічні породи взагалі мають дуже нерівну поверхню; коли поверхня кристалічних порід, що залягають під алювіяльними покладами балки, підноситься, і кристалічні породи, так би мовити, вриваються в товщу алювію, то профіль водовмісної верстви різко зменшується, і вода виходить на поверхню, утворюючи джерела. Серед балок північної Херсонщини, в межах Українського кристалічного масиву мені доводилося спостерігати ряд джерел цього типу (див. мал. 115).

Якщо водопрохідна порода — пісок, рінь — на шляху потоку ґрунтової води замінюється на менш водопрохідну, наприклад через зменшення зерен піску або домішку глини, то постає опір рухові води, що примушує її утворювати виходи на поверхню — джерела.

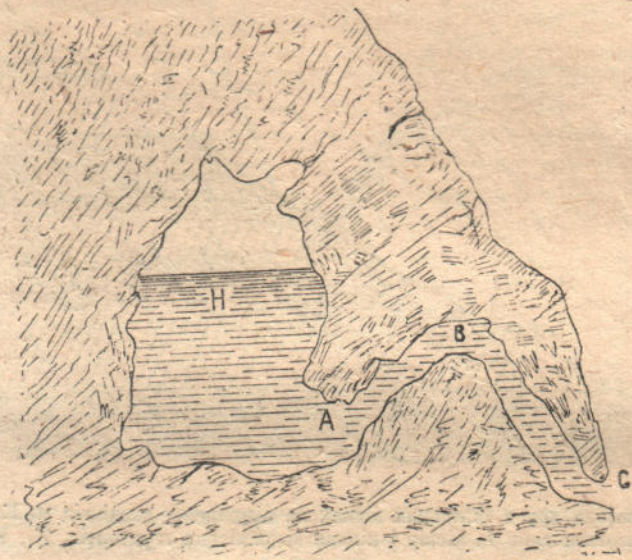
Коли водонепрохідна верства, а разом з нею й потік ґрунтової води має порівнюючи значний спад, який далі в напрямку руху води змінюється на спад дуже малий, то це дає такі самі наслідки, як і зменшення площі профілю водовмісної верстви, бо швидкість руху ґрунтової води пропорційна синусові кута похилу водонепрохідної постелі, а там, де похил зменшується, швидкість руху води теж зменшується; таким чином утворюється опір тій частині підземного потоку, яка тече за більшим спадом і з більшою швидкістю, і вода протискується на поверхню.

До додільних джерел належать і такі джерела, що витікають там, де *кінчається водовмісна порода*. Наприклад, на схилах гір нерідко бувають скупчені величезні осипища, в яких циркулює вода; там, де ці осипища кінчаються, з них виходять джерела.

Відклади льодовикової води — так звані флювіогляціяльні поклади, що переважно складаються з пісків, на нижніх своїх кінцях теж часом дають джерела.

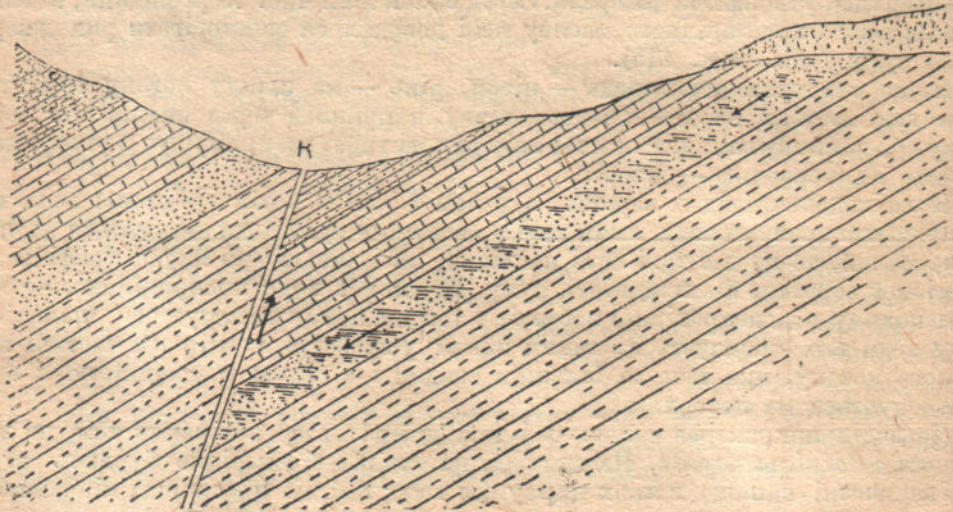
*Воклюзький тип джерел* має назву від великого джерела Воклюз у Франції (мал. 127, 128).

Подамо опис Воклюзького джерела за Добре. Джерело витікає на споді урвистої скелі 200 м заввишки, в місці, де починається долина. Вода біжить з широкого круглого лікуватого басейну, що міститься всередині глибокого гроту. Вигляд джерела змінюється залежно від його дебіту. На весні, коли вода підіймається до найвищого рівня, вона цілком заповнює вхід до гроту. Навпаки, в жовтні, під час низької води, грот відкритий і в ньому можна



Мал. 160. Схема будови періодичного джерела.

бачити озеро, що ховається в темряві печери. З певною обережністю можна зайти до гроту і підійти до берега озера — безодні з прозорою водою; глибини цього озера досі ще не могли вимірити. Вода не пінилась, не шумить, ніщо не по-

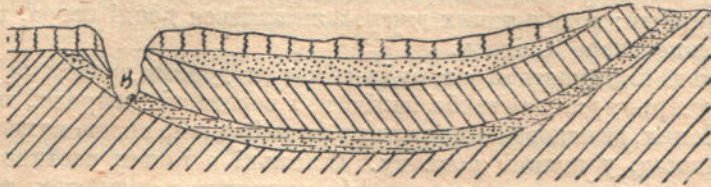


Мал. 161. Скид та догірне джерело (К).

рушує повного спокою й кристалевої прозорості водного дзеркала. Покищо вода не виходить з берегів озера, прибуток її губиться серед розколин у вапнякові, і на віддалі кількох метрів від гроту вибігають близько 20 бурхливих струмків, що спадають, утворюючи каскади.

Тут починається річка Сорґ, що рухає 200 млинів і обводнює 2 000 га землі, а потім вливається до р. Рони.

Дебіт джерела Воклюз змінюється в межах від 8 до 120 м<sup>3</sup> на секунду, пересічний дебіт 17 м<sup>3</sup>. Місцевість, в якій витікає Воклюз, складається з масиву спідньо-крейдяного вапняку, площа якого дорівнює 165 000 га. Порівнюючи дебіт джерела з сумарною кількістю води, яка спадає на вапняковий масив у формі атмосферних опадів (пересічно 550 мм на рік), приходимо до



Мал. 162. Догірне джерело.

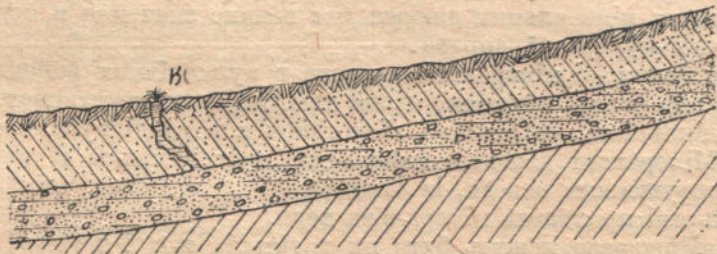
висновку, що джерело видає 60% всієї води опадів. Масив вапняку щільний, карстовий, пронизаний печерами. Вапняк залягає в зниженні серед водонепрохідних порід; найнижчий пункт виходу з цієї чашки є джерело Воклюз. Зрозуміло, що кожен прибуток води в вапняковому масиві, кожне підвищення води в ньому спричиняє збільшений дебіт джерела Воклюз. Всі подібні джерела належать до типу переливних джерел, або «типу Воклюз».

*Щільні джерела* виходять з розколин у міцних, у масі своїй водонепрохідних породах — гранітах, міцних вапняках тощо. В районі поширення гранітів на Україні є чимало джерел, що витікають із розколин серед граніту, наприклад, у долині р. Південного Богу.

*Скидові джерела додільного типу* витікають там, де водовмісна порода розірвана через скид, і проти неї в другому крилі скиду залягла водонепрохідна товща; вода пробивається й витікає в ближчій долині; на каптажі джерел цього типу на Мозелі ґрунтується водопостачання м. Мец.

*Періодичні джерела* (перемежаючіеся источники) то дають велику кількість води, то майже висихають, і такі зміни періодично повторюються. На нашому мал. 160 показано схему періодичного джерела.

В породах щільних, печеристих буває так, що від якоїсь системи розколин чи порожнин, або від якоїсь підземної камери відходить зігнутий канал, що одне кінці його підноситься вище середнього рівня камери, а друге спускається і відкривається на денну поверхню. Коли води в камері набереться чимало, зігнутий канал почне працювати як сифон, і з нього витікатиме



Мал. 163. Подовжній розріз балки та догірне джерело.

джерело. Якщо цей сифон випустить значну кількість води, і в камері стане порожньо, то джерело перестане витікати, аж доки не заповниться знову камери і не повториться робота сифонуватого каналу. Джерело Іддук поблизу Кімпу на Угорщині за вогкої пори року видає воду що 10—15 хвилини, а за сухої пори що 20—30 хв.

Як ми вже говорили раніш, до догірних джерел належать ті джерела, вода яких підіймається нагору і витікає під впливом гідростатичного тиску, або, інакше сказати, — це природні виходи артезійської води на поверхню.

Коли над поверхнею артезійського горизонту залягає порода, в якій є розколини, то вода, вдираючись до них під впливом гідростатичного тиску, промиває поступовно собі щораз ширший хід угору і врешті пробивається нагору в вигляді джерела. Такі джерела є на Поліссі, вони витікають з щілинистої крейди; водою таких джерел живляться деякі озера, наприклад, славетне поліське озеро Світязь.

Ще частіш вода підіймається нагору і витікає скидовими щілинами (мал. 161).

Врешті до догірних джерел треба залічити і верстові джерела, що утворюються в тих місцях, де водовмісна верства з артезійською водою виходить на поверхню, наприклад, у долині розливу. Оскільки в інших частинах артезійського сточища водовмісна верства залягає на вищих горизонтах, то тут вода витікає під впливом артезійського тиску (мал. 162).

В алювіяльних покладах спостерігаються джерела так би мовити переходового типу, — невідомо, куди краще їх залічити, — чи до догірних чи до додільних. Часто на дні балок залягає груба верства алювіяльних покладів, насподі водопрохідна, рінасто-пісковокова, вище глиняста, водотривка. В міру спаду цих верств вниз за течією балки в спідній водовмісній верстві утворюється гідростатичний тиск, і вона набирає артезійського характеру. Промивши собі денебудь нору крізь верхні верстви алювію, там, де вони тонші або піскуватіші, вода утворює джерело серед балки.

В балках північної частини Херсонщини (райони Зінов'ївська, Бобринця, Рівного та інш.) є багато джерел цього типу, їх там звуть *вікняні* або *безодні*. Часом до глибини 10—12 м не можна дістати дна в ямі з мулом, з якої витікає джерело.

Місцями таких джерел безліч, вода, виступаючи з них, утворює багна на плоскому дні балки (наприклад, коло села Малої Чичиклівки поблизу Олександрії).

## XXI. МІНЕРАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА

### Головні типи мінеральних джерел. Пальні гази. Сопухи (грязеві вулкани)

Мінеральні джерела або дають воду, дуже збагачену на гази, або таку, що містить у розчині певну кількість солей, тих чи тих, або радіоактивну воду, або врешті теплу чи гарячу воду. Багато мінеральних джерел дають воду, що її вживають для лікування тих чи тих хвороб; такі джерела звуть цілющі мінеральні джерела.

Використання мінеральних джерел має велике значення в медицині і лежить в основі курортної справи.

Найбільш поширені мінеральні джерела в вулканічних районах, де є поблизу чинні або згаслі вулкани, часом там, де за дуже давнього часу була вулканічна діяльність, сліди якої збереглися в вигляді вулканічних виливних порід. Мінеральні джерела найчастіше зустрічаються в дисльокваних районах, з порушенням верств, із скидовими розколинами, щілинистими породами, крізь які проходить мінеральна вода.

Мінеральні джерела можуть бути як додільні, так і догірні, але останні переважають. Для піднесення води часто має значення не тільки гідростатичний тиск, але й висока температура та гази, що витискають воду по розколинах угору.

Мінеральні джерела на своєму хемічному складі відбивають хемічний склад порід та мінералів, серед яких циркулює підземна вода і, вступаючи в хемічний взаємочин з ними, збагачується на їхні складові елементи.

Мінімальний вміст мінеральних речовин у воді повинен бути не менший як 1 г на літр для того, щоб цю воду можна було вважати за мінеральну.



Найчастіше в складі мінеральних речовин у джерелах зустрічаються Na, K, Ca, Mg, Fe, Al, Cl, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, але в меншому числі джерел буває чимало сполук інших хемічних елементів. Добре (Daubrée) налічує до 48 хемічних елементів, які зустрічаються в різній мінеральній воді.

Багато мінеральних джерел належать до періодичних, але ця періодичність має зовсім не ту причину, що в вищеписаних додільних періодичних джерелах (див. попередній розділ), а походить через діяльність газів, які, скупчуючись, виштовхують з джерела воду, виходячи разом з нею, після чого проходить деякий час до нового періоду. Так діє, наприклад, Катерининське джерело в Боржомі (Кавказ) — після максимального дебіту (3,3 л на секунду) через 2 хв настає мінімум, а потім до максимуму проходить 8 хв; увесь період триває 10 хв.

Мінеральні джерела поділяються на такі типи:

1) термальні джерела	6) сірчисті джерела
2) кислі »	7) радіоактивні »
3) солоні »	8) борні »
4) залізкові »	9) крем'янкові »
5) гіркі »	10) хлороводневі »

**І. Термальні джерела.** Про те, які джерела треба зараховувати до термальних, ще нема загальної згоди. Часто за термальні вважають джерела, що дають воду, теплішу від температури повітря в даному пункті: на горах, де завжди панує холод, джерело з температурою води 8—10° можна вважати за термальне. Гефер пропонує вважати за термальні всі джерела, що мають температуру більшу як 20°.

Чимало термальних джерел можна водночас, за їхнім хемічним складом, залічити й до інших груп мінеральних джерел, бо вони бувають збагачені на ті чи ті хемічні сполуки; тоді їх звуть відповідно — сірчані терми, солоні терми тощо.

Але є чимало термальних джерел, що мають остільки малий уміст мінеральних частин, що наближаються до солодких джерел або зовсім не відрізняються від них; їх звуть індиферентні терми. До таких джерел належать Абас-Туманські на південному Кавказі, з температурою від 40° до 48°. Подібні джерела є ще в інших місцях на Кавказі, Сибіру, Далекому Сході та різних закордонних країнах.

Часом температура терм дуже висока, до 90° — джерело Вранья в Сербії, Гарячеводські джерела на Кавказі (83°) тощо.

До термальних джерел належать і так звані *гейзери* — це гарячі кипучі джерела, поширені в вулканічних районах, що діють, періодично викидаючи вгору великі фонтани кип'ячої води та пари. Найвідоміші гейзери на Ісландії, в Ієлостовнському національному парку (Північна Америка), на Новій Зеландії.

Великий гейзер на Ісландії дає що півтори години «малі вибухи», а що кілька день «великі вибухи».

Діяльність гейзерів пояснюється так: канал, з якого вибухає гаряча вода, має значну довжину; вода, що заповнює весь канал, нагрівається від вулканічних, ще не зовсім охололих мас; нагрів води перевищує знизу 100°, але під впливом тиску стовця води в горішній частині каналу, вода ще не закидає при такій температурі. Недостатня ширина каналу не дає воді змоги перемішуватись і вирівнювати температуру. Врешті в нижній частині каналу або в підземній камері температура води доходить тієї міри, що вода починає кипіти. Скоро перші пухирці пари зрушують верхній шар води в каналі, порушують напружену рівновагу води в каналі гейзера, тиск трохи зменшиться, спідня вода зразу бурхливо закипає, і величезна маса пари видирається з каналу, викидаючи високо й воду. Потім вона знову виливається до гейзерового каналу, і після перерви вибух повторюється.

Термальні джерела зв'язані з тектонічними розколинами земної кори. Якщо є одна така розколина, і вона тягнеться по простій лінії, то й джерела на більшій або меншій віддалі одне від одного містяться вздовж одної лінії; коли є ціла система розколин, то джерела розміщуються безладно.

В Теплиці в Чехо-Словаччині в кам'яновугільній копальні 10 лютого 1879 року трапилася завдяки термальній воді катастрофа. Термальна щілина розколює тут кварцовий порфір пермської системи і тягнеться на 7 км до м. Дукса, де перетинається з другою щілиною скидового походження. Коло останньої щілини міститься кам'яновугільна копальня. Вода під впливом тиску вдерлася по дрібних щілинках до копальні і затопила її. Температура води піднялася до 25°.

Щодо свого походження терми зв'язані як з водою поверхневого походження (вадною), так і з ювенільною. З одного боку, поверхнева вода, проходячи вглиб, нагрівається там і особливо енергійно в тих місцях, де ще недавно були вулканічні явища і де в земній корі лежать нагріті маси. З другого боку, з магми по щілинах протискається вгору гарячий газ водень і, сполучаючись із киснем, утворює воду, яка дає термальні джерела.

**II. Карбонатні або кислі джерела.** Ці джерела містять вільний двооксид вуглець, що переводить в розчинний стан солі лугів та лугових земель, перетворюючи їх на карбонати та бікарбонати.

Залежно від хемічного складу води кислі джерела бувають або просто кислі, багаті на  $\text{CO}_2$  і бідні на різні інші сполуки, або вони містять ту чи ту речовину, і, залежно від цього, назва їх буває різна.

1) Просто кислі джерела мають велике значення в справі лікування шлункових хвороб; крім того, кислих ванн уживають при лікуванні нервових хвороб, перевтоми, слабости серця.

Більшість кислих джерел мають холодну воду. До цього типу належить багато славетних джерел, наприклад, Марієнбад (Чехія), Аполінарис (на Райні), Нарзан (Кисловодськ на Кавказі). Нарзан містить близько 1 000  $\text{cm}^3$   $\text{CO}_2$  на літр води.

Інші джерела, що ми їх далі перелічуємо, бувають холодні, а бувають і термальні.

2) Лугувато-кислі джерела містять, крім вільного двооксиду вуглевого, карбонат натрію. Вони мають ще більшу лікувальну силу в ряді хвороб, як у тих, що їх ми вже перелічували, так і в багатьох інших, що зв'язані з утомою та виснаженням організму. До цього типу належать джерела Віші (Франція), Боржомські (Південний Кавказ).

3) Солono-кислі джерела містять, крім вільного  $\text{CO}_2$ , кухенну сіль. Емс (Прусія), Есентуки (Кавказ), Навгейм (Німеччина; славетний курорт для лікування серцевих хвороб).

4) Лугувато-гліяберові джерела містять гліяберову сіль, карбонат натру і часом кухенну сіль та вільний  $\text{CO}_2$ . Вживають їх для лікування шлункових хвороб, ожиріння, подагри, діабету. Карльсбад (Чехія), гарячі джерела; Михайлівські та Сліпцовські теплі й гарячі джерела (Кавказ).

**III. Солоні джерела.** Головна частина розчинених речовин припадає на кухенну сіль; крім того, хлор у цих джерелах буває в сполучі з Са, Mg, Ка, Zi, Al. Часом у них буває J та Br. Але всі ці елементи входять до складу води солоних джерел у малій кількості і головне значення має NaCl. Солоність джерел буває різна, до 20—25% NaCl у воді. Водною мало солоних джерел або розбавленою солоною мінеральною водою користуються для поживлення роботи шлунку та кишок. Солоні води вживають переважно для ванн: малосолоні або розбавлені — щоб поліпшити апетит, дуже солоні при волотусі, рахіті, ревматизмі, подагрі, застарілому сифілісі, деяких формах туберкульози, шкіряних хворобах. Крім мінеральних солоних джерел, використовують для лікування солоні озера й лимани, у тому, числі славетні лимани південної України. Солону воду лиманів та озер, а часом і мінеральних джерел звать *ропа*.

Солоні джерела та свердловини, що одержують солону воду з солоних зложищ, використовують для видобування кухенної соли. На Слов'янських содових заводах кухенну сіль видобувають з концентрованої солоної води, яку свердловини постачають з пермських покладів.

**IV. Залізові джерела.** В воді цих джерел залізо міститься в вигляді бікарбонату, а часом також у вигляді сірчастого гідроксиду; в більшості джерел є двооксид вуглець. Крім чисто залізової води буває залізово-лугова, залізово-солонна та залізово-вапниста вода. За малим числом винятків, джерела залізової води бувають холодні. При недокрів'ї та хлорозі хворі мають велику користь від залізових джерел; залізової води вживають для пиття та ванн.

Часто залізо міститься в дуже малій кількості, навіть у дуже вславлених джерелах.

Перелічимо деякі приклади різних залізових джерел:

1) Чисто залізові джерела: Спа (Бельгія), Марівнбад (Чехія), Курські джерела, Березівські джерела (Україна, Харківщина), Кобійські джерела (Кавказ).

2) Залізово-лугові джерела: Мзимтинські джерела (Кавказ), Залізноводські джерела (Кавказ), Франценсбад (Чехія).

3) Залізово-солоні джерела: Цагвері (Кавказ), Велика Кужелова (Україна, Поділля).

**V. Гіркі джерела.** Головна мінеральна складова частина води цих джерел — це сірчано-кисла магnezія; на другому місці — сірчано-кислий натр; буває в цій воді й кухенна сіль. Гіркої води вживають проти закрєпів та ожиріння.

Ця вода холодна. На ній не організують курортів, а розсилають воду по аптеках у пляшках.

Найвідоміші гіркі джерела: Вікторія, джерело Франца Йосипа, Гуніяді, Апента, Баталінське джерело, Дубові гряди та Орельські джерела на Красноградщині, Криворізькі джерела, Ахалцих, Чокрак.

**VI. Сірчисті джерела** містять сульфід двоводневий (сірководень) та сірчисті метали. Сульфід двоводневий дуже часто зустрічається в підземній воді. На Україні більшість глибоких артезійських колодязів видають воду з сульфідом двоводневим (сірководнем); він утворюється в породах через хемічні реакції з піриту, гіпсу; якщо вода не містить інших мінеральних частин, а лише сульфід двоводневий (сірководень) у не дуже великій кількості, то її не вважають за мінеральну; вміст сульфїду двоводневого (сірководню) не є перешкода до використання води для водопостачання; воду з сульфідом двоводневим (сірководнем) піддають аерації (провітрюванню), вона виділяє сульфід двоводневий (сірководень), втрачає запах і стає цілком придатна до пиття. Артезійську воду Києва теж доводиться аерувати, щоб звільнити її від сульфїду двоводневого (сірководню).

Сірчистої води вживають з успіхом для лікування ревматизму, сифїлісу подагри, артриту, золотухи, шкіряних хвороб.

Сірчисті джерела бувають теплі та холодні.

До теплих між іншим належать: Гарячоводські джерела (Кавказ) з температурою 75—90°, Будапешт 28—65°, Аахен 55°, П'ятигорські джерела (Кавказ), Дербентські джерела (Кавказ), Тифліс, Баден (Австрія).

Холодні сірчисті джерела: Мацеста поблизу м. Сочі на Кавказі, Сергіївські джерела (Самарська губ.).

**VII. Радіоактивні джерела.** Дуже часто звуть радіоактивними такі джерела, які цілком не заслуговують на таку назву, тому що їхня радіоактивність дуже мала. Підземна вода, що циркулює серед тих чи тих гірських порід, здебільшого має ту чи ту радіоактивність, як і самі породи. Але вода з великою радіоактивністю зустрічається рідко. Їй надають великого цілющого значення, хоч це питання в медицині ще не зовсім опрацьовано.

Радіоактивність води показують в одиницях Махе.

Гефер наводить таку таблицю найбагатших на радії джерел:

		Радіоактивність в одиницях Махе	Температура в град.
Саксонія	Обершлеме (штольня Маркса Зем- лера) . . . . .	5,500	—
	Брамбах (Цеттінське джерело) .	1,948 — 2,2 0	7,0—9,3
Йоахімсталь	(вода в радієвої копальні) . . . . .	620	—
	(штольня Єлизавети) . . . . .	133	46,8
Гарштайн	(джерело Грабенебекера) . . . . .	149—155	36,3
	(джерело Хоринського) . . . . .	83,4	41,9
	(джерело Бют) . . . . .	82—125	23,5
Баден-Баден	(джерело Мур) . . . . .	24	59,0



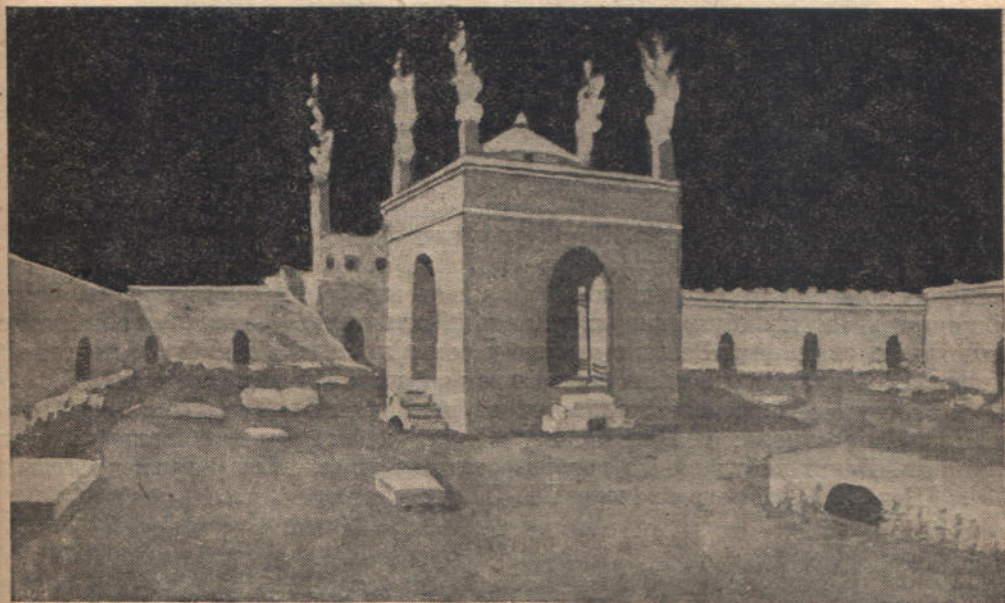
Мал. 164. Джерело залізової мінеральної води в яру Загр нім в с. В.-Кужеловій на Поділлі.

Зв'язку радіоактивності джерел з температурою нема. Помічається, що радіоактивні джерела здебільшого зв'язані з розколинами земної кори, це — щілинні джерела.

На Україні радіоактивність різної води дослідив Е. С. Бурксер. Найбільш радіоактивне солоне джерело на Куяльницькому лимані під Одесою, що ви-



Мал. 165. Артезійська свердловина в с. Георгіївці на Мелітопільщині з мінеральною водою та газом, який використовують як паливо для маленької грязелікарні.



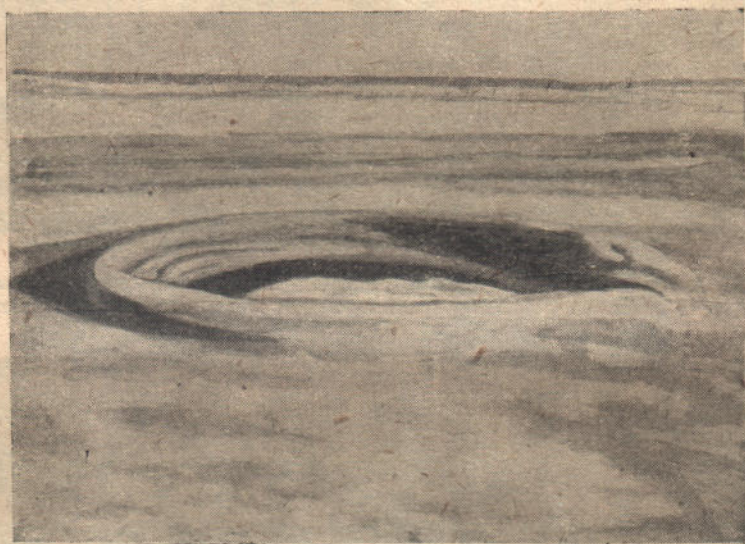
Мал. 166. Храм вогнепоклонників у Сураханях під Баку 1872 р.

тікає із свердловини, доведеної до палеогенових покладів. Глибина свердловини 160 м, радіоактивність води 3,37 одиниць Махе.

В деяких районах із землі разом з водою виходять палні гази; вони складаються переважно з вуглеводнів, зокрема багато буває в них метану  $(\text{CH}_4)$ .

Вони утворюються в верствах земної кори при тих складних хемічних процесах природного переробітку органічних продуктів — останків життя минулих геологічних епох, — при яких утворюється й нафта. Часто гази є супутники нафти і можуть свідчити про наявність її в даному пункті, але часом бувають і чисто газові родовища. До останніх, мабуть, належать гази північного Надзів'я на Україні (Мелітопільсько-Бердянський газовмісний район), гази Ставропільщини та багато інших. Бувають газові сухі джерела, де гази виходять без води. Часом діяльність газових джерел буває нерівномірна і час від часу трапляються газові вибухи. На диких персів вогні, що вічно горіли в районі Баку, справляли велике вражіння, що й спричинилося до утворення секти вогнепоклонників. Вогнепоклонництво існувало ще за давнього часу, будучи зв'язане з релігією Заратустри. Коло палаючих газових джерел будували храми та олтарі.

Коли пальні гази, просуваючись нагору через щілини в породах, зустрічають глинясті м'які верстви, то вони разом з водою проривають їх і нагору вибухає газ і виливається грязь; так постають так звані сопухи (грязьові



Мал. 167. Сопух поблизу Баку.

вулкани), або сальзи, які, звичайно, не мають нічого спільного із справжніми вулканами. Часом вибухи сопух бувають досить сильні і навіть спричиняють землетрус в околицях. Разом з гряззю часом з'являється і нафта в невеликій кількості. Сопухи найчастіше зустрічаються по нафтових районах. Багато їх є в Криму, на Керченському півострові, на Кавказі — Таманський та Апшеронський півострови; на останньому сопухи досягають найбільшої в світі величини. Деякі побудовані з грязі протягом довгого часу сопухи досягають 300 м (Боз-Даг); діаметр кратера Боз-Дагу дорівнює  $1/2$  км.

## ЧАСТИНА ТРЕТЯ

### Методика гідрогеологічних дослідів

#### XXII. ЗАВДАННЯ ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДІВ

Гідрогеологічні досліді практично стосуються до таких галузів:

- а) водопостачання — промислове, комунальне, сільське, залізничне, курортне;
- б) сільсько-господарські меліорації (обводнення, зрошення, висушення);
- в) електрифікація й судноплавство (гідротехнічні споруди, обхідні канали тощо);
- г) будівництво (інженерна геологія);
- д) боротьба із зсувами в містах, на залізницях, на курортах.

В зв'язку з тією чи тією потребою впливають особливі завдання й питання, що їх ми ставимо перед гідрогеологією. Звідси й різні методи обслідування та різна міра деталізації дослідних робіт.

Коли розв'язуємо питання водопостачання, гідрогеологічні досліді треба переводити в тісному зв'язку з гідрологічними, бо в більшості випадків буває наперед невідомо, — якою саме водою — поверхневою, чи підземною доведеться користуватися в тому або іншому випадку. Водночас доводиться на підставі загальних гідрогеологічних обслідувань та використання літературних і інших даних про наявні джерела, розв'язати питання, на яку воду — ґрунтову чи глибших водовмісних горизонтів треба звернути увагу в першу чергу.

Тут, звичайно, доводиться брати на увагу загальні гідрогеологічні умови місцевості, потребу, якість води різних горизонтів, можливі капітальні витрати тощо.

Щодо глибших горизонтів, особливо на Україні, то завдяки існуванню мап з нанесеними гідрогісами, питання дуже полегшується. З часом, в міру нагромадження нових матеріалів щодо свердловин та систематичнішого обробітку їх, розв'язання цілого ряду питань з гідрогеології окремих районів ще більше полегшується.

Для водопостачання певних пунктів треба вяснити, — які горизонти в даній місцевості і в районі водопостачання придатні для експлуатації за допомогою цих колодязів; скільки цих горизонтів, на яких глибинах вони лежать, водопрохідні чи водотривкі верстви їх накривають; чи достатній природній захист вони мають від забруднення й зараження води шляхом просочування відходів та бруду з поверхні. На підставі добутих даних можна вирішити, наскільки може бути забезпечений санітарний добробут даної місцевості й загальна потреба в воді, якщо використаємо найнадійніші водовмісні горизонти.

Обслідуючи комплексними методами окремі масиви, що їх призначено під меліорацію, треба чимало уваги приділяти гідрогеології. Тут доводиться, залежно від характеру робіт — розвідкових чи детальніших — відповісти з тією чи іншою докладністю на цілий ряд питань, що наперед визначають мож-

лівість перевести [меліоративні роботи в погляді тих змін, які можуть статися від штучних заходів. Тут має значення міра водопрохідності верхніх порід, що складають той або інший масив, близькість водовмісних горизонтів, виявлення напрямку та швидкості ґрунтової води, а також хемічний склад її та можливість засолення обводнювальних ділянок у зв'язку з загальним піднесенням ґрунтової води. Треба також передбачати можливість збільшення зсувних та інших явищ. В деяких випадках питання ставиться про можливість використати водовмісні горизонти, що лежать глибше, для влаштування вбірних колодязів на відхідну воду та ряд інших питань, що впливають з основних завдань та геології району.

Під час збудування водойм, обхідних каналів та вживання інших заходів, що зв'язані з використанням сточища, постає цілий ряд складних питань щодо гідрогеології, які лягають в основу кожного проєкту.

Щоб визначити загальний сучинник стоку, доводиться обраховувати міру водопрохідності ложища і берегів сучасного корита, умови ґрунтового живлення та загальні гідрогеологічні умови стоку.

Проєктуючи водойму, треба розв'язати питання, — яка буде втрата на фільтрації проти загальної витрати загаченої частини річки за даних гідрогеологічних умов, якщо взяти до уваги можливість замулення та утворення замулів у водоймі, що залежить від геологічної будови поверхні сточища й міри розвитку тут розмиву. Водночас доводиться брати до уваги й можливі впливи підпору води на збільшення зсувних явищ, коли вони є в прибережній частині долини, а також можливий вплив цього підпору на підвищення рівня ґрунтової води і в зв'язку з цим позитивний чи негативний вплив її на розвиток тут різних культур.

Вибираючи місце для закладки гребель та інших споруд, зв'язаних з улаштуванням водойм, треба перевести детальні дослідження, щоб виявити міру стійкості порід, що складають ложище річки. Треба вяснити, — наскільки ці породи водопрохідні і в якій мірі можлива фільтрація та розвиток вимивних швидкостей потоку, що можуть спричинитися до чималої втрати води з водойми і водночас порушити стійкість основи греблі. Тут треба згадати також, що геології, і переважно гідрогеології, доводиться давати відповідь щодо характеру порід, які складають ложище, під час проєктування стоянів під мости.

В будівництві постає ряд питань, що здебільшого зв'язані із знанням геології та гідрогеологічних умов певного району чи окремих пунктів. Тепер майже всім будівникам ясно, що проєктуючи різні споруди та будинки, насамперед треба мати висновок щодо міри стійкості ґрунтів на місці запроєктованих споруд та граничного обтягнення на них.

Щоб правильно поставити роботу боротьби із зсувами, треба на основі ознайомлення з геологією місцевості насамперед визначити характер зсувних явищ, — чи вони відбуваються в делювіальних чи материкових породах, наскільки вони зв'язані з ґрунтовою водою, який вплив атмосферних опадів (великих дощів або снігів).

Водночас доводиться вяснити причини, що порушують рівновагу зсувних мас — чи це відбувається через підмивання поверхневою водою нижньої частини схилу зсуву, чи через штучне зкопування мас, що зсунулися, а також через повільне вимивання найдрібніших часточок з відкритого водовмісного горизонту, розмокання поверхні водотривкого горизонту, складеного з глин тощо. Треба також вяснити міру впливу на зростання зсувних явищ ще й інших чинників, зв'язаних з діяльністю людини, напр., вирубування лісів на схилах, знищення ґрунтового вкриття через улаштування пасовиськ або розорювання схилів під городи з надмірним поливанням їх, спускання води по незакріплених канавах, або розташування їх уздовж схилів, знищення або пошкодження старих вбірних колодязів та відповідних штолень, що функціонували раніше і що їх свого часу збудовано для відведення зайвої води в масах, що зсунулися, тощо.



Гідрогеологам доводиться розв'язувати питання, зв'язані з проєктуванням у зсувних районах штучних вийм для прокладання шляхів, збудування під'їзних шляхів до тунелів (щоб уникнути випадку, що недавно трапився, як проходили тунель у районі Дніпропетрівського, коли глибокою виймою було відкрито водовмісний горизонт і в зв'язку з цим стали зсуватися боки вийми), для влаштування площинок під будинки, підводні фільтри тощо.

У воєнному ділі поруч з геологією гідрогеологія набуває все більшого значіння. Для воєнно-стратегічних цілей важливо мати гідрогеологічні мапи з гідрогіпсами ґрунтових та глибших водовмісних горизонтів, щоб розв'язати ряд питань, зв'язаних з водопостачанням прифронтової смуги та залюднених пунктів, з захистом від зараження використаних для водопостачання водовмісних горизонтів, коли влаштовують кладовища, місця для покиді та стоячої води тощо. Копаючи шанці, будуючи підземні сховища й склади, підземні мініні галерії, установлюючи важкі гармати, обводнюючи чи затоплюючи окремі місцевості, — конче треба знати гідрогеологічні умови району, і це знання для справи — надто істотне.

Щоб розв'язати всі многобічні завдання, що їх ставлять перед гідрогеологією, треба з тією чи тією детальністю перевести ряд робіт, що дадуть змогу зробити практичні висновки.

## XXIII. ГЕОДЕЗИЧНА РОБОТА

Гідрогеологові перед початком робіт треба насамперед звернути увагу на вияснення наявного картографічного матеріалу щодо взятого для обслідування району, вияснити, — наскільки він відповідає завданню, що поставлене перед гідрогеологом.

У цілому ряді робіт, що зв'язані з детальними дослідями, потрібні топографічні мапи великого масштабу — до  $1/1000$ — $1/10000$ . Складати ці мапи треба перед початком робіт, і це має велике значення під час детальних обслідувань, коли з'являється можливість безпосередньо наносити на мапу всі пункти, що заслуговують на увагу, правильніше розподілити розвідкові одиниці тощо.

Незалежно від наявності таких карт доводиться удаватися до допомоги топографа, щоб ув'язати окремі виходи материкових порід і визначити абсолютні або відносні висотні позначки окремих верств, нанести й ув'язати розвідкові свердловини, шурфи, виходи джерел, колодязі тощо.

Звичайно, залежно від спеціального характеру завдання постає ряд додаткових робіт для топографа; напр., під час дослідження річок з метою збудування водойм або регулювання їх доводиться, коли топографічна основа не досить детальна, скласти подовжні профілі вздовж річки, або поперечні профілі, щоб вияснити характер долини, число терас, що входять до її складу, скласти геологічні профілі за природними виходами порід, свердловинами, що лежать на лініях, які перетинають долини, тощо.

Часом, коли треба мати орієнтовні дані щодо чималого району, нівелюванням охоплюють окремі відслонення, ув'язані з реперами, абож проводять по долинах річок нівелювальні магістралі, від яких дають бічні ходи в долини допливів, яри — до відслонень. Тут нівелюють виходи всіх головних верств, межі окремих геологічних комплексів, поверхів та систем.

Коли роботою дослідження керує гідрогеолог, то в складі партії слід мати окремого топографа з усіма потрібними геодезичними струментами, а в разі складності й великого обсягу робіт — навіть окремий топографічний загін.

Коли гідрогеологічні досліді переводить гідротехнік, що не має допоміжного персоналу, то з геодезичною частиною робіт він зуміє впоратися сам.

Коли нема топографа, то в окремих особливо важливих дільницях досліджуваного району геологові доводиться самому переводити деякі геодезичні роботи — здійснення місцевості, хоч би компасне або крокомірне, та нівелювання; для цього геологові треба мати з собою невеликий нівелір та складані мірниці.

Часом доводиться виміряти глибину верств або висоту схилів долини чи яру за такими спрощеними методами: за допомогою екліметра виміряють кут нахилу, а віддаль по схилу виміряють рулеткою. Знаючи ці дві величини можна визначити і висоту одного пункту над другим, а також позему віддаль між обома пунктами.

Виміряна рулеткою віддаль АВ є гіпотенуза в трикутнику АВС; вишина  $h =$  катетові ВС.

$$h = AB \sin \alpha.$$

Часто доводиться, маючи гірничий компас з діоптрами, визначати спад, дивлячись з одного пункту на другий крізь діоптри компаса, а віддаль виміряти рулеткою. Для визначення довгих профілів, напр., при вивченні цілого яру провадять таку роботу з екліметром або компасом і рулеткою — від одного пункту (шікета) до другого, від другого до третього і т. д. Запис провадять так:

№	Пункт	Кут нахилу $\alpha$	$i^1$	Обчислена глибина верств		Примітки
1	Гирло яру . . . .	17°	20	5,80	} 13,59	Загальна глибина сільору 17 м
		11°	17	3,23		
		14°	19	4,56		
2	Плита твердого пісковика .	10°	20	3,40	} Крейда 40 м	Глибина плити 1,15 м
3	Верх глинястої товщі . . . . .	19°	46	15,8		
4	Верх крейдяної товщі . . . . .	30°	50	25,00		

## XXIV. ГЕОЛОГІЧНІ ДОСЛІДИ

Гідрогеологічні умови в цілому і в деталях залежать від геологічної будови району або пункту; тому, розв'язуючи гідрогеологічні завдання, треба насамперед перевести геологічний дослід.

Перед тим, як почати геологічні, а так само й гідрогеологічні дослідження, треба докладно вивчити весь картографічний та літературний матеріал, щоб вивести характер призначеної для обслідування місцевості. Залежно від міри детальності дослідів, що їх маємо на меті, складають попередю приблизні маршрути по характерніших лініях, а також складають план майбутніх робіт.

Вивчення геологічної будови певної місцевості базується на детальному огляді та описові характерніших природних та штучних виходів гірських порід. Залежно від загального характеру місцевості, міри розчленованості рельєфу, розвитку делювіяльних та інших новіших і сучасних намулів, природні відслонення материкових порід розподіляються нерівномірно на обслідуваній площі. Звичайно вони частіше зустрічаються на крутих берегах морів, озер, річок, ярів, на урвищах горбів, на гірських схилах тощо; в багатьох місцях вони розвинені в менше розчленованій частині рельєфу, коли накривні породи мають невелику глибину.

Під час геологічних обслідувань геолог часто користується із штучних вийм, що зв'язані в тією чи тією діяльністю людини. Різних розмірів вийми, починаючи від невеличких доморобних ям для видобутку піску, каменю, глини, що йдуть на задоволення місцевих потреб, і до промислових кар'єрів, що в них видобувають будівельні матеріали чи інші корисні копалини, — гірські виробки у вигляді штолень, відкритих каналів, шурфів та шахт, колодязів, що їх нерідко викопують під час переведення дослідів, різні вологовини, канали,

<sup>1</sup> Віддаль у метрах.

що їх проводять для будівельних потреб, тощо — все це тією чи тією мірою доповняє картину геологічної будови досліджуваної місцевості.

Оглядаючи відслонення, що відкривають породи в їх материковому заляганні, треба насамперед намагатися через чимале штучне розчищення в м'яких породах або відбивання молотком більших рубів у щільних породах — одержати можливість на свіжому зразку, часто за допомогою луши, ознайомитися з типом та характером порід.

Натрапивши на вулканічні гірські породи, треба насамперед спробувати в'яснити умови їхнього залягання; проте, це не завжди можна зробити на підставі огляду одного-двох відслонень. Часто якусь закономірність можна констатувати, тільки ознайомившись з цілим рядом відслонень в досліджуваній місцевості. Тим часом умови й форми залягання кристалічних порід бувають дуже різноманітні — батоліти, штоки, лаколіти, жили, апофізи, потоки тощо.

Оглядаючи вихід кристалічних порід, ми фіксуємо матеріал шляхом опису, окремих замальовань та відбирання зразків для дальшого мікроскопічного досліджу. У відслоненнях ми простежуємо будову порід, — чи вони належать до явнокристалічних чи щільних, їхній мінералогічний склад, колір породи; треба простежити наскільки витриманий характер цієї породи, чи, навпаки, він змінюється.

Тут фіксуємо різні зміни в поріді, що їх спричиняє концентрація більше основної чи більше кислої маґми в вигляді *шлір*, що відрізняються від породи, в яку вони залучені, і кольором і розміром кристалів, то бувши різко відмежовані від породи, в яку вони залучені, то поступовно переходячи в неї.

Тут ми відрізняємо основні темні дрібнозерні шліри, що складаються з амфіболів, піроксенів, темних лосняків і різних рудяних мінералів, та кислі шліри ясніші, що містять переважно кварц і польові скалинці — то дрібнокристалічні, то грубозерні, схожі на апліт та пегматит.

Од шлірів треба відрізнити залучення, так звані ксеноліти, що являють собою уламки різних порід — осадових або вибухових, що їх захопила маґма під час виливання.

Ксеноліти звичайно відзначаються серед породи, що їх залучає, своєю структурою, кольором та умовами залягання. Розміри їхні бувають найрізноманітніші, від ледве помітних дільниць до чималих бомб і навіть до брил у багато куб. метрів.

Оглядаючи виходи кристалічних порід, треба фіксувати різні залучення руд, що часто зустрічаються в вигляді вкраплень, а також більші кристали окремих мінералів, що входять до складу досліджуваних порід.

Далі доводиться зосереджувати увагу на місцях контакту вибухових порід одної з одною та з осадовими породами, на тому, які зміни різних порід у зоні контакту тощо. Ці дані надзвичайно важливі для розв'язання ряду питань щодо віку стичних порід.

Отже, наприклад, вибухова порода, що перетинає іншу, звичайно молодша за останню. Але звичайно картина дуже ускладнюється, особливо в складних жилах, і тут конче потрібна особлива докладна фіксація окремих моментів.

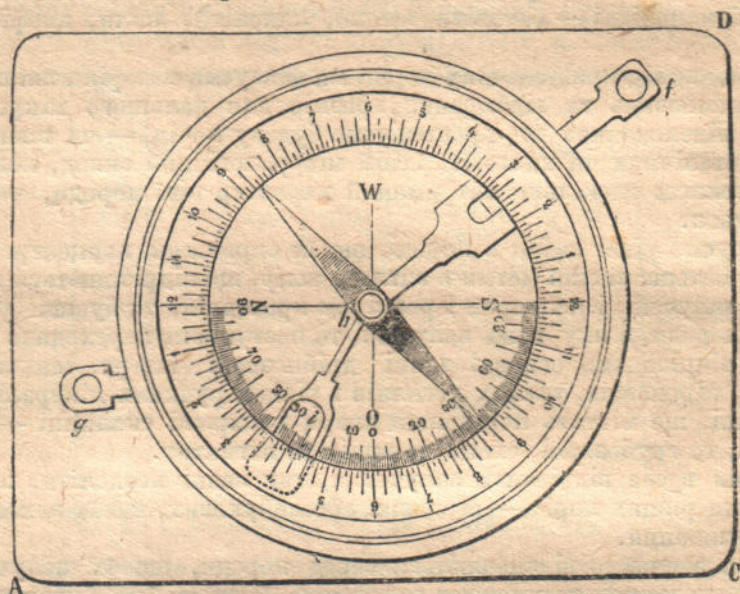
Щодо спостережень над вибуховими породами є широка література, що подає чимало нових поглядів та метод вивчення кристалічних порід, з якими слід познайомитися кожному дослідникові вибухових порід.

Гідрогеологові особливо потрібне вивчення щільності в кристалічних породах. Щільні ендінамічного походження зумовлюють характерну для кожного типу порід окремість — рівнобіжностінну, плитувату, кульову, стовпчасту тощо. Водночас і екзодинамічні щільні часто дуже характерні для цілого району, бо зв'язані з його тектонікою, і тому доводиться особливо уважно спинятися на визначенні напрямку простягання та спадку окремих площин, що являють собою наслідок наявності цих щільн. Ці визначення роблять за допомогою гірничого компаса, який різниться від звичайного компаса тим, що назви сторін світу розміщені інакше: знак сходу О або Е стоїть з лі-

вого боку, а знак заходу W — з правого. Компас прикріплений до прямокутної дощечки, довгий її край рівнобіжний з лінією N — S компаса. Градуси від 0° (північ) написані в порядку, зворотному до руху годинникової стрілки. О (або Е) відповідає 90°, S — 180°, W — 270°.

Крім цих поділок, що нанесені на лімбі, є поділки, надписані на круглому дні компаса. Нуль цих поділок лежить коло О (Е), в обидва боки поділки зростають до 90°. На осі компасної стрілки є висок із стрілкою і стрілка на цих поділках показує нахил тієї чи іншої площини, коли до неї прикласти довгий бік компаса, поставленого на ребро.

Гірничого компаса вживають для визначення простягання та спаду осадових або метаморфічних порід та щілин у різних породах. Простягання вертви — це є позема лінія, проведена в її площі, а спад — лінія найбільшого



Мал. 168. Гірничий компас.

нахилу, нормальна до простягання. Відзначаючи виском кут спаду, треба також указувати і напрямок, в якому порода спадає. На підставі даних розпологу площин щілинності й окремоти часто буває можливо виявити тектоніку досліджуваної місцевості, а це дуже істотне під час визначення загальних гідрогеологічних питань.

Дуже важливо встановити залежність сучасного поверхневого рельєфу від кристалічного масиву та виявити характер мікрорельєфу останнього. Це можна зробити, порівнюючи абсолютні та відносні позначки виходів кристалічних порід у природних відслоненнях та штучних виймах, колодязях та свердловинах.

Оскільки різні породи не однаково піддаються процесам звітрювання й руйнування, фіксація виходів певних типів порід має велике значення для характеристики гідрогеологічних умов окремих районів. Отже, напр., у ділянці розвитку гнайсів, що менше стійкі, ніж граніти, ми можемо сподіватися на далеко грубшу поволоку з продуктів руйнування цих порід, можемо сподіватися на далеко більшу денудацію цих порід тощо.

Описуючи виходи осадових порід, треба насамперед звернути увагу на характер залягання цих порід. Коли вертви залягають не поземо, то визначають за допомогою гірничого компаса основні елементи їхнього залягання — простягання та спад.

За допомогою порівнення даних вимірів з ряду виходів аналогічних порід уже в полі можна мати основну уяву про тектоніку досліджуваної місцевості.

Далі в процесі роботи ми деталізуємо ряд окремих моментів у тектоніці даної місцевості.

Роблячи виміри, треба вміти виділити характерніші площини наверсткування, що відповідають напрямкові спаду та простягання верств. Тут доводиться обраховувати й характер наверсткування порід, що залежить від умов їх відкладання і може трохи маскувати напрямки верств.

Отже, напр., докладно вивчаючи відкладання, можна відрізнити різноманітні варіяції діагональної та скісної верствуватості різних пісків, хвилясту поверхню окремих верств, зв'язаних з наявністю хвилеприбійних знаків тощо.

Обслідуючи відслонення, що відкривають різні верстви порід — вапняків, глин, пісків, глинястих лупаків, пісковиків тощо, треба фіксувати всяку незгідність в їхньому наверстванні, що часом виступає різко, а часом її маскують пізніші поклади.

В польовій геології академіка Обручова вказаний ряд випадків незгідного залягання — трансгресія, прихована незгідність, рівнобіжна незгідність, налягання, незгідне прилягання, рівнобіжне прилягання і т. д., але тут ми на них зупинитися не можемо.

Ці дані дають дуже багато, щоб мати повну уяву про геологічне минуле досліджуваного району як щодо умов утворення, так і щодо дальших тектонічних явищ.

Описуючи відслонення, доводиться на основі макроскопічних дослідів давати коротку характеристику порід, що виступають, з відбиранням зразків для дальшого мікроскопічного опису їх.

Оскільки наявність копалин чимало може допомогти розв'язувати ряд питань із стратиграфії й тектоніки досліджуваного району, конче треба приділяти досить уваги розшукам скам'янілостей та рослинним останкам. Уже в полі, коли дослідник не є досить вправний фахівець або не мав змоги перед виїздом досить вивчити літературу щодо району, йому нерідко вдається зразу виміряти комплекси верств, що різко різняться один від одного і характеризуються якиминьбудь типовими черепашками або іншими скам'янілостями, і на підставі цього визначити основні риси геології району.

Характеризуючи район з гідрогеологічного погляду, треба звернути увагу на міру щільності або лупакуватості, а також однорідності щільніших порід, як от вапняків, пісковиків, глинястих лупаків тощо.

## XXV. ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ ДОСЛІДИ

Додатково до геологічних дослідів, що мають на меті в'яснити геологічну будову, тектоніку та геоморфологію даної місцевості, гідрогеолог зосереджує увагу на всіх фактах, зв'язаних з виявленням діяльності підземної, а почасти і поверхневої води; для цього він використовує всі природні та штучні виходи води, зсувні та карстові явища тощо. Водночас він в'яснює умови живлення поверхневої води та зв'язок їх з водовмісними породами, що не завжди дають доступні для обслідування джерела тощо.

Джерела зв'язані в більшості випадків з виходом на денну поверхню водовмісних горизонтів і дають уяву про глибину горизонту й характер водовмісних порід. Тут доводиться насамперед в'яснити, — чи зв'язані виходи джерел з материковими водовмісними породами, а чи з фільтрацією води з материкових порід у сучасні делювіальні або давні терасові поклади досліджуваної долини, яру тощо.

Далі ми детально описуємо характер водовмісної верстви і, коли це можливо, то й водотривкого горизонту, в'ясняємо, — чи ми маємо діло з верстовим виходом, чи з догірним джерелом, пристосованим до окремих щілин або певних тектонічних ліній.

Водночас ми визначаємо температуру води й повітря і, коли є похідна лабораторія, переводимо якісну аналізу води, абож беремо зразок води на

аналізу в спеціальній лабораторії бази експедиції, чи для відіслання до іншої лабораторії.

Щоб визначити дебіт джерела, звичайно користуються з щитів, що бувають різної величини. Малий щит — це трапезуваті форми платівка з аркушевого заліза до 5 мм завгубшки. Вгорі на нютах прикріплено ручки, в середній частині є прозір, а від нього йде відповідної форми жолоб 20 см завдовжки, щільно прикріплений до щита. Щит устанавляють так, щоб уся вода, що вибігає з джерела, після того, як матимемо сталий нормальний рівень, проходила через прозір щита і збігала б у різної місткості — залежно від сили джерела — посудини. Далі відліком за допомогою секундоміра визначають, за скільки секунд виповниться посудина певної місткості. Звичайно виготовляють посудини з цинкового заліза місткістю 2—3, 5—10 л з вищиною їхніх стінок до 10 см.

Великий щит відрізняється від малого тим, що тут нема згаданого жолоба, а з обох боків прозору прикріплено мідні платівки до 20 см завдовжки з відповідними поділками — так, щоб поділки збігалися з початком прозору.

Коли встановиться певний підпор води, роблять відповідні відліки на згаданій платівці. Щоб визначити дебіт, за щитком Понселе з отвором завширшки 20 см, користуються з такої таблиці.

Перевід поділок у сантиметрах на видаток води в куб. метрах за годину

см	Куб. метр година	см	Куб. метр година	см	Куб. метр година	см	Куб. метр година	см	Куб. метр година
1	1,35	5	14,4	9	36,0	13	62,00	17	92,00
2	3,6	6	19,2	10	42,4	14	69,31	18	100,00
3	6,9	7	23,9	11	48,9	15	74,88	19	105,00
4	10,5	8	9,4	12	55,68	16	84,00	20	111,64

Залежно від потужности джерела, висоти виходу води над водостоком, що протікає, від щільности порід, що лежать нижче виходу води, а також залежно від можливости устанавити водомірні посудини на місці, користуються з того чи того щита.

Щоб швидко устанавити щити, бажано мати копаницю й заступа. Робота така нескладна, що звичайно робітник, який є при гідрогеологові, або молодший колектор швидко навчається цього діла і поки гідрогеолог робить опис джерела, — устава готова. Щоб визначити сумарний дебіт джерел, виходячих на денну поверхню не завжди помітні й приступні для вимірів, треба робити виміри видатків води в потоках, що живляться водою з відслонень порід вище й нижче понад течією цих виходів. Нерідко спостерігаємо й протилежні явища, коли воду, що протікає, вбирають, як алювіяльні породи, так і материкові, що виступають на поверхню, і видаток води чимало зменшується, або потік зовсім губиться.

Характер потоку часто буває відбитком гідрогеологічних умов району. Отже приміром, коли річка тече плесами, то часто можна спостерігати, що плесам відповідають виходи на денну поверхню водовмісних порід. Обслідуючи шахтові колодязі, часто доводиться користуватися з розпитових даних. Ці дані можна перевірити перехресним опитуванням, а також оглядом тих колодязів, що їх копають у районі, де переводиться обслідування. Крім того, ще робимо виміри глибини залягання водовмісного горизонту й стовпа води та добуваємо інші дані, що стосуються до характеристики дебіту експлуатованого водовмісного горизонту, треба ще мати приблизний розріз пройдених порід, де виділено водовмісні й водотривкі горизонти.

Водночас треба виділяти для нівеляційної ув'язки найтипівіші колодязі, що про них є також повніші дані.

Натрапивши на зсувні явища, ми фіксуємо можливо детально всі зовнішні ознаки, що характеризують тип зсуву: зазначаємо зсувні тераси, грязьові потоки, характер напрямків зсувних щілин, нахил верств, межі поширення зсуву тощо. В міру змоги, роблячи попередні досліді, ми визначаємо поверхню ковзу зсуву, напрямком похилу її та глибину залягання, фіксуємо виходи джерел тощо.

## XXVI. РОЗВІДКОВЕ СВЕРДЛЕННЯ

### Збирання та документація матеріалів свердлення

У більшості випадків, яку б мету ми не мали на увазі, проводячи гідрогеологічні досліді, доводиться застосовувати розвідкове свердлення або шурфування, щоб виявити деталі будови місцевості, що нас цікавить.

Залежно від того чи іншого завдання, на підставі попередніх дослідів ми намічаємо на певних лініях пункти для свердлення й, виходячи з висотних позначок гирл проєктованих свердловин, — приблизну глибину їх.

Досліджуючи детально, треба слідкувати за тим, щоб віддалі між свердловинами та глибина їх давали змогу мати повну уяву про залягання певних верств порід між двома сусідніми пунктами, бо можливо, що на протязі всього профіля ряд верств може зовсім виклинитися.

Щоб добути гідрогеологічні дані, бажано застосовувати ударно-обертове свердлення за допомогою струменту можливо більшого діаметра, в усякому разі не менше 87,5 мм (3,5"), особливо, коли свердлення йде в неоднорідних породах, — з розрахунком на можливість перейти на менший діаметр, коли натрапимо на водовмісний горизонт і матимемо потребу перекрити його цямровими трубами.

Під час усякого свердлення треба докладно відбирати добуті зразки і щільно дивитись за тим, щоб відбирались зразки чистої породи, не змішаної з породами, що лежать вище, які можуть бути захоплені, коли проходимо струментом. Для цього, коли роботи особливо відповідальні і треба по змові зберегти й структуру порід, що їх проходить, можна рекомендувати безпосереднє кріплення свердловини трубами після кожного проходження: тут перед кожним новим проходженням треба слідкувати, щоб свердловина до самого забою була очищена від порід, що лежать вище й попадають туди під час опускання труб.

Вийняті зразки треба строго документувати на місці, записуючи в свердловий журнал назву зразка, номер його і з якої глибини його взято. Одночасно складають етикетки, на яких повинні бути вказані місцевість, номер свердловини, час, коли взято зразок, та інші допіру згадані дані, згідно з записами в свердловому журналі. Журнал виготовляють за доданим до цього зразком, що складений на підставі дослідних даних стосовно до тих питань, які постають під час камерального опрацювання матеріалу.

Щоб виміряти глибину проходження, звичайно, спускаючи струмент до основи свердловини, відкладають на штанзі 0,5—1 м від поверхні землі, наносять на ній (звичайно крейдою) відповідну позначку; потім, перед підняттям струменту, шляхом відліку визначають пройдену глибину.

Відібрані під час свердлення і шурфування зразки в такому вигляді, як їх вийнято із свердловини, складають звичайно в спеціально виготовлені скриньки з відповідними відділами; тут треба слідкувати, щоб стінки окремих комірок були добре припасовані, щоб уникнути змішування сипких порід під час транспортування скриньок для камерального опрацювання. На стінках окремих комірок можна позначати глибину, звідки взято зразок, але це не виключає потреби вкладати етикетку.

Коли нема скриньок, можна вживати торбинок, але тут треба слідкувати, щоб зразки вкладались в скриньки для транспортування в цілком сухому вигляді, бо інакше торбинка і етикетка починають цвісти і часто цілком прогнивають.

Коли в свердловині з'явиться вода, треба точно фіксувати, — на якій глибині її помічено і далі перед кожною більшою перервою й поновленням роботи зазначати глибину стояння води в свердловині.

Коли раптом зникне вода в свердловині, що буває під час проходження порід, які дуже вбирають воду, або коли помітно збільшиться вода в ній, конче треба фіксувати, з якими породами ці зміни зв'язані.

Записи в журналі, що стосуються до техніки проходження свердловини, дуже часто багато допомагають розв'язувати окремі питання — як, напр., щодо міри ущільнення породи, напорних властивостей водовмісного горизонту, що підносить свердловину, тобто виштовняє її дрібно-зернистим піском тощо.

Коли треба визначити міру зруйнованості та щільності щільних порід, часто доводиться застосовувати колонкове свердління.

Оскільки взагалі свердління не завжди дає виразну уяву про характер уложених порід, навіть з усякими обережностями, як напр., проходження не більше 0,5 м з кожним спусканням струменту, який звичайно має велику довжину, часте очищення свердловин, повільніше проходження, коли часто змінюються провертки тощо, — доводиться звертатися до шурфування, коли маємо в своєму розпорядженні водочерпальні пристрої та дерево для кріплення. Коли кріпильного матеріялу досить, то бажано закладати шурфи чотирикутньої форми. Породи, що їх проходить, треба фіксувати на кожній стінці шурфу; напрямки цих стінок звичайно орієнтовані по розвідковій лінії й сторонах світу. Нумерацію стінок провадять за ходом годинникової стрілки, починаючи з північної або північно-східної стінки.

Розгорнутий розріз усіх стінок дає змогу мати уяву про характер залягання й виклиновування окремих проверток, характер щільності щільних порід, нагромадження нанесених матеріялів — щебри, наметнів тощо, — чого не можна одержати під час свердління. Переводячи розвідку шурфами круглої форми, коли натрапимо на водовмісний горизонт, треба трохи вище його зквадратувати шурф і приступити до кріплення.

Отже на підставі детального дослідження всіх відслонень, природних та штучних виходів води, спеціального свердління й шурфування, ми виявляємо деталі геологічної будови району, що нас цікавить.

Всі добути в полі матеріяли опрацьовують камерально, а часом їх дають на спеціальне дослідження в лабораторіях на хемічну аналізу, вивчення механічного складу й інших фізичних властивостей тощо.

## XXVII. ЗАПИСИ ТА МАПИ

Під час переведення в полі геологічних та гідрогеологічних дослідів усі вивчені відслонення, розчищення, шурфи, свердловини, каменярні тощо наносимо особливими значками на мапу і коло кожного пункту ставимо номер, що ним позначено відслонення, та ін., описане в польовому журналі дослідника. Для цього треба мати можливо детальніші мапи. Особливо гарні мапи з поземами (горизонталями). Коли для даного краю нема достатньо детальних мап, то доводиться з мап малого масштабу робити збільшення, щоб була змога наносити всі дані. Часто доводиться геологічній партії, що має в своєму складі топографічний відділ, переводити спеціальне зймання і складати пляш досліджуваної місцевості.

Всі записи й матеріяли треба упорядковувати, не запускаючи цієї роботи; вечорами, дощових днів, а часом і в спеціально виділені з цієї метою дні треба переписувати польовий журнал, упорядковувати колекції. Вечорами, повернувшись з польової роботи, геолог із своїм помічником (колектором) перечитують запис за день, колектор перепаковує зразки, перевіряє етикетки, вкладає зразки з етикетками до скриньок. На кожній етикетці до зразка позначається № відслонення за записом у польовому журналі, № зразка (бажано, щоб геолог, описуючи породи, зазначав район і точний пункт, дату, прізвище геолога, польове визначення породи або скам'янілості та назву геологічної товщі).

Коли якінебудь зразки залишилися без етикеток, перемішалися, то з них слід узяти тільки ті, про які нема й тіні сумніву щодо їхнього знаходження та умов залягання, а все інше треба викинути; краще викинути сотні зразків



сумнівних, ніж узяти один зразок неправильно задокументований, що потім може призвести до чималих помилок і неправильних висновків, може наробити плутанини або перекрутити наслідки роботи. Здіймати копію з польового журналу в чистому вигляді, переписану атраментом, треба через те, що часом буває, що матеріал доводиться потім опрацьовувати комусь іншому, що не зможе розібратися в записах, зроблених поквапно, в найрізноманітніших, часто незручних положеннях під час польової роботи. Книжки дуже мнуться, записи олівцем можуть затиратися, часом книжки замокають, у копальнях на них капає вода, в спеку на них часто попадають краплі поту; через те й для самого дослідника частини запису стають непрочитні.

Ще важливіше те, що польову книжку можна загубити, вона може пропасти під час грабунку, чи цілком зіпсуватися від несподіваної зливи, або коли геолог впаде в воду тощо. Мапу також бажано мати принаймні в двох примірниках; на одному з них позначають спостереження в полі, а на другому вдома, тобто на базі партії або на зупинці.

Записи бажано і навіть краще треба ілюструвати замальованнями та фотографіями. На базі бажано складати, коли район буде досліджено вже чималою мірою, попередні геологічні та гідрогеологічні розрізи й мапи. Щоб наносити на такі мапи й розрізи різні умовні геологічні позначення, треба мати кольорові олівці або акварельні фарби. Умовні знаки (легенду) для мапи можна взяти хоч би з геологічної мапи Європейської частини СРСР, що видала ГГРУ (колишній Геологічний Комітет), або з якоїнебудь іншої геологічної мапи. Позначення для гідрогеологічних мап можна взяти з гідрогеологічних мап (України, Таврії, Південно-Зах. України та інших), що їх видав Український Н.-Д. Інститут С.-Г. Меліорації вкупі з УРГРУ<sup>1</sup>.

Відкладати записів не можна; покладатися на пам'ять також не можна. Треба негайно, в полі, на місці фіксувати весь матеріал; прискорювати темпи можна коштом поліпшення засобів пересування й подовження робітного дня, але не коштом допущення помилок, бо якість роботи, її досягнення почнуть знижуватися, і чимала частина матеріалу може заплутатися або зовсім зійти нанівець. Коли довелося поквапно пройти чималий маршрут і записи не зроблено систематично, то треба на другий день вернутися і систематично пройти знов ті самі пункти й записати дані. Запис повинен містити загальний геоморфологічний опис та систематичний опис окремих, систематично занумерованих і нанесених на мапу відслонень, колодязів, джерел тощо.

Залежно від міри детальності дослідження можна записувати або всі відслонення — яри, кар'єри, джерела й колодязі, або ж, коли вони однотипові, можна виділити основні, типові й описувати через один, через два, кожен п'ятий, а разом — залежно від їх розподілу (коли він рідкий — усі підряд).

Натрапивши на великі труднощі, нестачу вказівок у літературі, велику складність геології та гідрогеології району, слід звертатися за консультацією до досвідчених дослідників, знавців даного району або хоч би сусіднього, чи листовно, чи навіть записуючи дану особу прибути до району. Можна з цією метою адресуватися до відповідних науково-дослідних установ — Геологічно-розвідкової управи, або інститутів.

Бувають особливо складні випадки, коли потрібні так би мовити геологічні та гідрогеологічні консилиуми, скликання кількох особливо відомих і досвідчених фахівців.

Проте, не завжди вдається добитися приїзду консультанта, і дослідник усе ж перш за все й більше за все повинен покладатися на власні сили і пам'ятати, що спостережливість і вперта праця подолають перешкоди і, кінцем кінцем, дадуть змогу вияснити і найскладніші питання. Надто поквапних узагальнень слід уникати, висновки треба будувати на систематично зібраному і перевіреному матеріалі.

<sup>1</sup> Українська районна Геологічно-розвідкова управа.

## XXVIII. ГІДРОГЕОЛОГІЯ В ВІЙСЬКОВІЙ СПРАВІ

Під час імперіялістичної війни 1914—1918 р. р. цілком виявилось велике значення геологічної та гідрогеологічної роботи для військової справи. На основі цього навіть з'явилися в курсах застосованої геології відповідні окремі розділи (напр. у «Польовій Геології» В. А. Обручова) і навіть спеціальні підручники (Н. Бенедиктов, Военная геология, 1930; Лорберг, Водоснабжение войск, 1930).

Останнього часу, зокрема в зв'язку з роботою ТСО Авіяхему, щоразу міцнішає зв'язок військової справи з технікою, і в цій книжці не слід обминати питання про застосування гідрогеологічних дослідів для військових потреб.

Вивчення ґрунтової та артезійської води має значення для висушення шанців та інших військових споруд, для вибору місць кращого розміщення споруд та шляхів, для водопостачання як позиційних ліній, так і тилових пунктів та шляхів, для боротьби із зсувами та для визначення глибини закладки різних споруд, мінних галерій тощо — у зв'язку з умовами залягання та коливання рівня ґрунтової води.

Під час війни часто буває, що на невеликій ділянці скупчується велика кількість людей та худоби, і треба дуже пильно стежити за гігієною та санітарією, бо інакше дуже легко можуть виникнути масові пошесні захворювання — тиф, дизинтерія тощо; для цього треба добре обізнатись з гідрогеологією терену. Часом буває, що супротивник уживає умисного отруєння або зараження ґрунтової води; але гідрогеолог може розпізнати ділянки, які цілком зазнають такого отруєння від тих, що забезпечені від нього.

Геолог повинен часом навіть брати участь у розвідці на території ворога.

Подаємо трохи детальніше окремі застосування гідрогеологічної роботи на війні.

Споруджаючи фронтіві фортифікаційні лінії — шанці, сполучені ходи, сховища тощо, треба знати будову ґрунту та гідрогеологічні умови. Якщо ґрунтова вода залягає надто близько, вона буде великою перешкодою; але коли нижче водовмісного горизонту під водонепрохідною породою залягає водопрохідна порода, то можна зробити спускні колодязі і відвести воду до другого горизонту; для цього треба знати, що спідня водопрохідна верства вбиратиме воду в більшій кількості, ніж її подаватиме верхній водовмісний горизонт.

Разом із тим треба вивчати схили, на яких проєктують позиційні лінії, щодо можливості зсувів. Буває, що зсуви загасли, часом дуже давно, бо схил прийшов до стану рівноваги; але як порушити цю природну рівновагу земляних мас, зсуви відновлюються, і коли на такому схилі прокопають фортифікаційні споруди, то вони почнуть зсуватися, завалюватись і можуть примусити залишити фортифікаційну лінію, що часом може утворити небезпеку для цілого фронту.

Але не тільки треба дбати про сталість та сухість позицій, але й про водопостачання їх; тому гідрогеолог повинен обізнатись з ґрунтовою водою, знати умови залягання її, видатність та якість; бувають, як ми знаємо, зовсім безводні ділянки, бувають і такі, на яких ґрунтової води дуже мало і нею можна постачати лише дуже обмежену кількість людей; це все треба мати на увазі, будуючи шанці та проєктуючи їхнє водопостачання; якщо доводиться неминухо розташовувати позиційні лінії на ділянках, що не забезпечені водою, то треба це знати наперед і влаштовувати водогони або підвозити воду, що дуже важко в умовах обстрілу.

Справа водопостачання відіграє першорядну роль не тільки для передових ліній, але й для заплля, для заплільних пунктів та шляхів. Відомо, що в багатьох українських селах не буває ярмарку тому, що в цих селах мало води, колодязі мають дуже малу видатність і якби зійшовся ярмарок, то не стало б води для людей та для худоби; коли йде військо, валки, коли розташовуються похідні шпиталі, ідальні, чайні тощо, то в кожному місці «ярмарок», та ще який. Треба добре знати гідрогеологічні умови тилу, всі водовмісні го-

ризони, їхню видатність та якість, напрямок руху ґрунтової води, можливість її затруєння з боку неприятеля, або забезпеченість її від такого затруєння. Але оскільки в маневровій війні часто-густо фронт змінює положення, то треба мати гідрогеологічні відомості про ширшу зону, про великий район, що прилягає до фронту з обох боків.

Величезне значення у військовій справі мають шляхи — залізниці, шосе, ґрунтові шляхи; доводиться в бойових обставинах часто змінювати напрямки шляхів, проводити нові лінії сполучення, якомога більше замаскуючи їх. Але, проводячи шляхи, треба пильнувати, щоб траса (напрямок шляху) не проходила по нестійкому ґрунті, щоб не було зсувів, а де вони є або можуть постати під час копання виїм, спорудження насипів тощо, треба заздалегідь це передбачити, в'ясувати причини можливих зсувів і вказати засоби боротьби з ними. Під час імперіялістичної війни 1914—1918 р. р. мені довелося відхилити запроєктовану трасу залізниці Бельці-Унгені, яка проходила в значній частині по терасах замерзлих зсувів на схилах басарабських височин; трасу перенесли в долину.

Будуючи мости, конче треба обізнатися з геологічною будовою та гідрогеологією, щоб стояни моста доводити до тих сталих порід, які забезпечують цілість та стійкість моста. Є чимало випадків, коли стояни мостів не було доведено до належного ґрунту, і це спричинило руйнування їх. Великий залізничний міст коло с. Гур'івки, через Богський лиман, що його збудували під час імперіялістичної війни, зруйнувався; один з середніх біків моста осів і похилився; переведене дослідження показало, що якби бік був встановлений на 1 м глибше, він би мав належну стійкість і міст зацілів би: лише один бік фундаменту моста дійшов до материкової породи (сарматської глини), а другий бік спирався на нестійкий лиманний мул, і тому бік схилився на цей бік.

В міній війні гідрогеологічні дослідження конче необхідні: треба знати будову землі там, де проводять мінні ґалерії, склад порід та умови залягання їх, тектоніку місцевості, ґрунтову воду; якщо є певний нахил порід, і мінна ґалерія прорізає їх уперек простягання, то треба знати, коли буде зустрінуто водовмісні верстви і приготуватись до цього, щоб ужити тоді відповідних заходів. Якщо є скиди, горети, грабени, то одні породи різко замінюються на другі; нерівна межа верхніх водовмісних порід може спричинитися до того, що місцями ґалерія пройде надто близько до них, і тоді вода або пливун прорветься і затопить мінну ґалерію, як це і траплялося часом під час війни, напр., біля Іпру. Крім того, треба знати породи, щоб передбачити, які з них будуть зсуватись, обвалюватись, і яким способом цьому можна запобігти. Далі, склад землі та ті або інші гідрогеологічні властивості — водність, вогкість, поруватість, щільність — мають значення для обрахунку можливого ефекту вибуху та потрібної кількості вибухових речовин. В разі бомбардування місцевості будова її також дуже впливає на наслідки; лійки, що утворюються від вибухів, у глині або іншому водонепрохідному ґрунті заповнюються водою і багном і перетворюють місцевість на трудно-прохідну; навпаки пісок і рінясті поклади легко фільтрують воду і відводять її в глибину.

Залежно від властивостей ґрунту та міри його насиченості водою вибухи гарматнів викидають лійки тієї чи іншої глибини і відповідно до цього глибше треба закладати сховища, мінні ґалерії тощо.

Під час війни доводиться часто переводити суцільне гідрогеологічне здійснення цілих районів із складанням детальних гідрогеологічних мап з гідрогіпсами, гідрогеологічних розрізів та описів. На основі мап з гідрогіпсами завжди можна для кожного пункту вказати, звідки до нього тече ґрунтова вода, можна встановити чи підпадає пункт під небезпеку отруєння чи, навпаки, гарантований від цієї небезпеки.

Треба додати, що геологічне дослідження в умовах війни розв'язує дуже важливі питання в справі розшукування будівельних матеріалів для залізниць, шосе та різних споруд.

## ЧАСТИНА ЧЕТВЕРТА

### Гідрогеологічний нарис України

#### XXIX. КОРОТКИЙ ГЕОЛОГІЧНИЙ ОГЛЯД УКРАЇНИ

Україна лежить на півдні великої Європейської Російської рівнини, на заході вона зливається з Польсько-Німецькою Надбалтицькою рівниною; на південному заході підходить до Карпатської гірської системи; на півдні межує з Чорним морем та Кримом.

На південно-східній межі України міститься Донецьке гірське пасмо. Хоча загалом рельєф України вважають за рівнинний, але він не зовсім однотипний. В середній частині України від Волині до Озівського моря простяглася підвищена смуга, яка має лише одне, досить значне, зниження в тому районі, де її перетинає Дніпро. Ця підвищена смуга, у зв'язку з своєю геологічною будовою носить назву Українського кристалічного масиву. Найбільші височини на цьому масиві розташовані на його північно-західньому краю. Місцевість досягає тут позему 300—350 м над рівнем моря. В південно-східньому напрямку йде поступовно дуже лагідне зниження цього масиву, аж до ріки Дніпра. По другий бік Дніпра, напочатку маємо низовину, про яку ми згадували, а далі зустрічаємо нове підвищення, так званий Надзівський масив. З південного боку до Українського кристалічного масиву прилягає надморська степова смуга, яка лише в безпосередній близькості до моря має цілком рівнинний характер. Далі, на північ, наприклад у районі Бірзули, місцевість має досить значну висоту і дуже нерівний рельєф. Ця смуга вздовж Дністра переходить у Подільську височину, яка зливається з височинами Українського кристалічного масиву.

Поділля — це своєрідна країна, яка значною частиною входить у межі Радянської України, а меншою, західньою частиною переходить кордон України і заходить до Галичини (Польщі). Поділля відрізняється рівнинним рельєфом, трохи похвильованим, з дуже значними височинами, що досягають 350—400 м, та глибокими стрімкими долинами Дністра та його допливів. На північ від Кристалічного масиву, на Правобережній Україні лежить низовина, що має назву Полісся. Є Полісся й на Лівобережній північній Україні. Полісся характеризується рівнинним рельєфом, дуже повільною течією річок, великим числом озер і боліт та великими лісами.

На північний схід від Українського кристалічного масиву міститься широка рівнина, яка ступнево зливається з рівниною середньої Росії. Врешті, до південно-західнього кінця Українського кристалічного масиву прилягає Донецький кряж, що являє невелику гірську країну.

Описаний рельєф тісно зв'язаний з геологічною будовою та історією української землі. Український кристалічний масив відіграв величезну роль у всій геологічній історії України від найдавніших часів. Він складається з кристалічних та метаморфічних порід, переважно гранітів та гнайсів, до яких місцями домішуються виходи виливних вулканічних порід, а по інших місцях зустрі-

чаються породи виразно-осадового походження. Наприклад, вапняки на Київщині та в районі містечка Хощеватої в басейні Бога. В жодному пункті не можна спостерігати порід, що складають Український кристалічний масив, у спокійному поземному уложенні, — навпаки скрізь вони переміщені, скрізь мають ознаки найінтенсивніших дислокацій.

Український кристалічний масив — це не що інше, як залишок від колишніх великих гір, що їх протягом цілих геологічних ер знищили морські хвилі, текуча вода, сонце, вітер. Вже задовго до Кембрійського періоду, за часів, так би мовити, передісторичної геології на Україні, цей масив не тільки був зформований і являв довгу смугу гірських пасм великої висоти, але вже тоді він зазнавав руйнації та знищення. Дислокації, що їх спричинили потужні тектонічні рухи в земній корі, неодноразово приводили до утворення величезних розколин у масиві українських кристалічних порід, і через ті розколини з розпечених земних глибин підіймалася гаряча розжарена маґма, вона далі розривала різні породи, і великі маси маґми втручалися в ці розриви, пронизували їх по різних напрямках, а почасти виливалися на поверхню і застигали.

Напочатку потрошений дислокацією, розколений, розбитий на окремі куски, цей масив дедалі міцнішав, закріплювався, так би мовити цементувався в одну величезну монолітну брилу цими маґматичними масами. Від тих стародавніх часів завмерли тектонічні рухи в Українському кристалічному масиві, і він перетворився на найстійкішу дільницю української землі і всяким рухам, що потім ішли з боків, з інших країн, він протиставив постужний опір свого величезного моноліту. І тоді, як сам масив не зазнав тектонічних порушень та дислокацій, він прсте впливав на геологічні події на решті теренів української землі і далеко поза її межами. Він продиктував усі геологічні події української землі.

Коли ми розглядаємо утворення пізніших геологічних порід, розміщення осадів різних морів та їхні берегові лінії, то ми легко можемо помітити величезну роль, яку відіграв Український кристалічний масив в їхньому розвитку та характері. Для прикладу можна вказати сільорське море, яке насулося на Україну з південного заходу, і яке не поширилось на другий бік масиву. Він став перешкодою на шляху морських хвиль і загальмував трансгресію моря. Сільорські поклади не зустрічаються ніде на Україні, крім Поділля та частини Волині. Коли візьмемо якийнебудь інший морський басейн, наприклад юрський, то тут повторюється така сама картина, але в інших комбінаціях. Юрське море залило українську землю з північного сходу. Глибеко під поверхнею Чернігівщини, Полтавщини та Київщини залягають юрські поклади; вони ж поширені й у Донбасі, але на другому боці Українського кристалічного масиву на Волині, Поділлі, в Надчорноморських степах юрських покладів нема, бо туди не дійшло юрське море, його не пустих кристалічний масив. Загальна довжина Українського кристалічного масиву близько 800 км при ширині від 150 до 200 км.

Поверхня кристалічного масиву не є рівнина, і від цього залежить зазначений вище нерівний рельєф середньої височини на Україні. Найбільшої висоти досягають кристалічні породи на північному заході України — на Волині; звідси висота кристалічного масиву поступово знижується в напрямку на південний схід; на північному заході висота досягає 341 м; на південному сході вона знижується до 170 м. По другий бік Дніпра на Надзів'ї найвища точка досягає 277 м. Якщо взяти в поперечному напрямкові, то висоти не однакові на всьому профілі, але ми маємо середню досить рівнинну частину, від якої масив спускається з одного боку на північний схід, а з другого на південний захід, при чому кристалічні породи швидко зникають з відслонень, ховаються під товщі осадових порід. На Поділлі, в районі Могилівської Наддністрянщини кристалічні породи заходять на південний захід, утворюючи подобу півострова. Крім цих загальних закономірних спадів поверхня кристалічного масиву не є рівна і в деталях. Якби взяти з кристалічного масиву

піволоку осадових порід, то перед нами відкрились би горбасті, нерівні маси кристалічних порід, в яких підвищення та гірські пасма чергуються з западинами та зниженнями. Це цілком зрозуміле, бо протягом величезного часу цілого ряду геологічних періодів Український кристалічний масив зазнавав руйнації від різних чинників. Характерне для цього масиву є те, що він протягом дуже довгого часу не був затоплений морем. Ми не маємо певних ознак того, що якесь море захоплювало всю площу Українського кристалічного масиву, бо завжди під час морських трансгресій він утворював або берег моря, або, коли морський розлив був уже надто великий і захоплював терени з обох боків масиву, то він все ж виступав з води, як острів. Тому найбільший вплив на рельєф кристалічних порід відіграло звітрявання, руйнація масиву різними атмосферними чинниками та текучою водою, що й надалі його поверхні таку нерівну форму.

Український кристалічний масив з поверхні вкритий лише наземними осадовими породами, а по краях як морськими, так і наземними. Кристалічні породи дуже рідко відслонюються на поверхні плято. Був навіть поширений погляд, що можна проїхати всю площу кристалічного масиву й не бачити жодної кристалічної породи. Кристалічні породи відслонюються переважно в долинах річок, балок та ярів.

Породи Українського кристалічного масиву утворились за часів протерозою. Найстаріші породи, які входять до складу масиву, належать до групи гнайсів. Граніти, принаймні частина їх, молодші. Нерідко можна зустріти маси гранітів, які проривають гнайсові верстви, а в гранітних масивах спостерігаємо так звані ксеноліти, що значить включення, так би мовити, бомби старовинних гнайсів, що їх захопила на своєму шляху гранітна маґма і втопила в свою масу.

Наприкінці протерозойської ери останні тектонічні рухи, які зокрема відбулись на краях масиву, викликали розколювання земної кори та виливи вулканічних порід, що застигли в вигляді діабазів та базальтів (наприклад на Волині).

Напочатку палеозойської ери, під час кембрійського періоду Україна була суходолом. Ніде в межах України не зустрічається кембрійських покладів. Море, яке в той час займало район Прибалтики, заходило й на Білорусь, і на північ від України десь проходив його берег.

Під час силурського періоду Україна знала морського наступу. Море з південного заходу і затопило район сучасного Поділля та Волині. У крутих ярах Подільської Наддністрянщини відслонюються силурські вапняки, глинясті лупаки та пісковики. На скелях силурських вапняків збудоване місто Кам'янець. Дністер прорізав глибокий каньйон серед силурських покладів. У міру того, як Український кристалічний масив підносився, силурське море мусіло відступати, повертаючись на захід. Щодалі в західному напрямку до Галичини, то все більш зустрічаємо молодші, вищі поверхи силурських покладів. Найстаріші з цих покладів — пісковики в районі Ямполь та Могилів-Подільська, що з них виробляють жорна та точила. В цих пісковиках є велика домішка польового скалинця, що свідчать про те, що вони утворились коштум руйнування кристалічних порід (гранітів) прилеглого берега. Такі пісковики з домішкою польового скалинця звуть аркози.

Далі на захід від Могилева до Студениці по Дністру відслонюються грубі верстви глинястих лупаків, що поміж них проходять шари пісковиків. У багатьох місцях Наддністрянщини можна бачити, що силурські поклади залягають з повільним спадом на південний захід, а тому окремі поверхи силурської товщі один за одним ступнево знижуються і сходять під рівень Дністра, і вище за течією цієї річки зустрічаємо щоразу новіші, вищі поклади. Ксмплекс глинястих лупаків є вищий від буйнозерних аркозових пісковиків. Ще далі на захід Поділля, в межах УСРР та в Галичині поширені ще вищі поклади, а саме вапняки з багатою скам'янілою фавною коралів, брахіопод та інших морських тварин, що свідчать про багатство життя в силурському морі. Вапняки

Поділля належать до вищих поверхів силурської системи. За межами УСРР, в Галичині зустрічаємо ще молодші поклади, а саме девонські.

Девонське море залило дуже великий простір на терені Російської рівнини. Воно захопило і північно-східню частину України, а також Донбас; але, крім Донбасу, девонські поклади ніде не відслонюються, тому що залягають вони дуже глибоко під грубою покрівлею пізніших осадових порід.

Під час кам'яновугільного періоду море, що дуже поширилося на терені кол. Росії, залило в вигляді затоки південно-східню частину України — Донбас. Протягом кам'яновугільного періоду відклались вапняки, пісковики й глини, що між ними залягають верстви кам'яного вугілля, головне багатство Донбасу.

Пермський період, що взагалі характеризувався певним зменшенням поширення морів на землі та розвитком сухого, пустинного клімату, позначився на Україні утворенням у районі Донбасу покладів глин, що дуже багаті на сіль та гіпс. У районі Артемівського соляні копальні видобувають сіль з пермських покладів. Величезні зложища гіпсу в тому самому районі свідчать про великі засушення глибоких морських заток під час посушливого пермського періоду. Морські басейни остаточно звільнили українську землю протягом цього періоду, і на початку мезозойської ери, за тріасового періоду вся Україна являла собою суходіл.

Юрський період позначився розвитком морів, і вся північно-східня Україна та Донбас зазнали затоплення морем. Далі на північ та захід море не пішло, бо перешкодою йому став кристалічний масив. Юрських покладів ми не зустрічаємо у відслоненнях; вони, так само як і девонські, залягають глибоко під покрівлею пізніших осадових порід, крім двох районів: Донбасу та околиць Канева. І в тому і в тому районі юрські поклади, що в прилеглих місцевостях залягають на глибині, з'явилися на поверхні в наслідок дислокаційних горотвірних процесів. В ярах Канівщини відслонюються юрські глини та пісковики, ті самі, що на Полтавщині та Київщині залягають глибоко і розпізнаються лише за допомогою глибоких свердловин.

В Києві юрські поклади складаються з товщі глин, під якими насподі залягають грубозерні піски та ринь. Наприкінці юрського періоду море знову відступило, і Україна перетворилася на суходіл. Коли в Росії був розлив морів за епох сідньої крейди, і відклалися груба товща покладів, Україна весь час являла собою суходіл і лише за сеноманської епохи, — часу найбільшого розливу морів на землі, море з різних боків насунулося на українську землю, заливаючи її, і лише частина Українського кристалічного масиву виступала островом із сеноманського моря. Море це, хоч і було дуже широке, але неглибоке, і поклади його мають типовий мілководний характер. Це переважно піски з глауконітом та пісковики, креміння, мергелі та кременяста крейда. Сеноманські поклади поширені і на Волині, і на Поділлі, в південній смузі України, в Донбасі і на всій площі північної української мульди. На півдні України, в Чорноморських степах, а також українській північній мульді ці поклади залягають глибоко і не відслонюються. В решті районів вони виходять на поверхню і відслонюються в долинах річок та в ярах. Після сеноману розмір моря зменшився. Найбільша частина терену, що був затоплений сеноманським морем, стала суходолом; лише на Волині, на площі північно-східньої мульди та в частині Донбасу море існувало далі протягом верхньої крейди і відклало там грубі верстви білої крейди. Але й ця порода не скрізь з'являється на поверхні, бо в мульді вона вкрита верствами палеогенових та четвертинних покладів.

За палеогену Україна знову зазнала великого морського затоплення. Навряд чи навіть Український кристалічний масив виступав з води великою площею. Море затопило всю східню та південну Україну, і лише вищі дільниці кристалічного масиву та частина Поділля не зазнали цього затоплення і утворювали острови. Найстаріші поверхні палеогенових покладів України, — так звані канівський та бучацький поверхні, є піски з домішкою глауконіту та

дрібних фосфоритових скупчень і залягають в Києві, починаючи від рівня, що трохи нижче дна р. Дніпра.

В Канівських кручах ці поклади відслонюються, залягаючи над сеноманськими покладами. На площі північно-української мульди та на південній Україні бучацькі поклади зустрічають під час свердловань. Геловний розлив моря за палеогену був під час верхнього еоцену та початку олігоценової доби, під час так званої Київської епохи. Поклади київського поверху дуже поширені на Україні. Вони зустрічаються на всьому протязі північної української мульди, на досить значних площах у Донбасі, на півдні України та в багатьох місцях на поверхні Українського кристалічного масиву, а почасти заходять на Поділля (район Шаргорода).

Пізніше, під час олігоцену (Харківська епоха) море починає зменшуватися, і від цього часу повільно, поступово починає формуватись суходіл української землі, яка щодалі більше наближається до сучасних форм. Під час Київської епохи відклались досить глибоководні — синя мергеляста глина з останками різних морських організмів, як наприклад, *Spondylus Buchi*; в цій глині нерідко знаходять, крім різних черепашок, зуби акул та відбитки риб. З київської глини роблять у Києві цеглу. Крім глин, в інших місцевостях на Україні, під час Київської епохи, відклались мергелі, главконітові мергелясті і кремяністі пісковики та інші породи.

За Харківської епохи відкладався дрібнозерний главконітовий пісок з провертками глини, і ці поклади мають мілководніший характер.

Наступна епоха — Полтавська стоїть на межі палеогенового та неогенового періодів. Полтавські поклади на Україні являють собою товщу білих пісків, на підніжжі яких у багатьох місцевостях, наприклад, у Києві залягають верстви бурого вугілля. В горі полтавської товщі нерідко лежать верстви глин. Лише почасти ці поклади можна вважати за морські. Протилежно до харківських пісків, полтавські піски не містять в собі главконіту. Їх можна вважати в деякій частині за морські мілководні поклади, а в більшій частині це є поклади неглибоких, але великих заток та лягун, що утворились під час відступу моря. Частина цих пісків являє собою поклади озер та суходільні поклади. Від часу Полтавської епохи більша частина України стала суходолом.

На початку неогену, за часів так званої першої середземноморської епохи, в багатьох місцевостях на півдні України та в прилеглих країнах — Галичині, частині Криму, на Північному Кавказі, був морський басейн. Більш поширилося море за другої середземноморської епохи. Тоді морського затоплення зазнала південна Польща, частина Волині та Поділля, деякі місцевості на півдні України, Крим та прилегла смуга Кавказу. На Поділлі це море відклало товщу пісків та вапняків, що містять у собі багато скам'янілих останків різних тварин та рослин, типових для справжнього моря з солоною водою. На Поділлі між іншим росло багато морських вапнистих водоростей, так званих літо-тамнів. Уздовж північно-східного берега цього моря в прибережній смузі оселилися рифотвірні організми, що будували величезний рифовий масив. Так звані Подільські товтри («медобори») є не що інше, як рифовий масив, що утворювався за тієї епохи.

На початку наступної епохи — сармату — відбулось тектонічне порушення, що десь на півдні утворило перегородку між морем південної Європи та сарматським відокремленим великим басейном. Сила річок текла з північної Польщі, з Російської рівнини, з Кавказьких гір, з Малої Азії, з Туркестану до Сарматського моря. Обміну води між цим морем та іншими морями й океаном не було; вода значно осолодилася, концентрація солей зменшилася, і це спричинилося до величезної зміни в органічному світі сарматського басейну. Значна частина тварин вимерла, а інші під час еволюції, у зв'язку з пристосуванням до нових умов, дуже змінилися. Виробилась своєрідна форма типів сарматського басейну. Якщо взяти черепашку *Mastra Fabreana*, то по ній можна пізнати сарматські поклади на всьому великому протязі від Басарабії



та Поділля і до Аральського моря в Середній Азії. Одноманітність умов спричинилася до великої одноманітності фауни. Ця фауна була дуже небагата на види, але надзвичайно багата на кількість індивідумів. Сарматські поклади представлені вапняками, пісками та глинами. Майже скрізь на Україні вони мають неглибоководний характер.

Якраз за часів міоцену йшов енергійний процес будови Карпат. Цей процес значно відбивався на українських морях того часу. Коли хвилі земної кори під впливом потужних тектонічних тисків, що йшли з півдня, зустрінули під землею міцний сокель Українського кристалічного масиву, вони почали згинатись і нагромаджувати Карпатську гірську систему. В міру піднесення Карпатської країни, море мусіло відступати від Карпат, відштовхувалося від них. На міоценових покладах Галичини та Поділля дуже яскраво відбився цей процес. Поклади першої середземноморської епохи лежать найближче до Карпат; в них містяться великі соляні зложища Велички та Бохні на заході Галичини. Поклади другого середземноморського поверху поширені вже далі на північному сході. Саме тоді море залило наше Поділля і відклало в ньому верстви пісків та вапняків з водоростями — літотамніями. Ще далі на північний схід до району Українського кристалічного масиву наступило Сарматське море. Його північно-східню межу можна провести приблизно вздовж залізниці Жмеринка-Бірзула. Від останнього пункту межа повертає на схід. Український кристалічний масив, який хоч і не зазнавав дислокацій у своїй масі, все ж рухався цілком, як монолітна громада, і не раз протягом геологічної історії то знижався, то знову підносився; під час сарматської епохи він знов почав підноситися. Це піднесення йшло не рівномірно на всій площі України; найенергійніше воно відбувалося на її західньому кінці — на Поділлі, а тому після середнього сармату море мусіло відступити з Поділля і залишилося лише на південній Україні, в районі надчорноморських степів. Це був час великих змін на землі, могутніх рухів земної кори. Це був час, коли енергійно формувався великий грабен Чорного моря. В міру того, як відбувалося в районі Сарматського моря енергійне западання чорноморської площі та утворення морського басейну, морська вода сармату втягалася до цього басейну, і це ще більш сприяло висушуванню Поділля.

З кінцем сарматської епохи, на початку пліоцену на Україні вже не залишилося морського басейну, а лише окремі озеруваті басейни, із злегка солонуватою водою, зустрічалися в деяких місцях на південній Україні. Ці басейни носять назву меотичних басейнів, а сама епоха — меотичної епохи. Тоді відкладалися верстви глин, почасти також вапняків та пісків. Керченський черепашковий будівельний вапняк якраз належить до покладів меотичного басейну. Але зменшення моря не було ще остаточне, і на початку дальшої — понтичної епохи, ми знову бачимо морську трансгресію на півдні України, на цей раз останню. Понтичне море залило прилеглі до сучасного Чорного моря степи України, відкладаючи піски, глини й вапняки. На понтичному вапняку, що дуже крихкий і складається з черепашок, стоїть Одеса; всю її збудовано з цього вапняку.

Дуже оригінальне явище являє собою так званий балтський поверх. Балтські поклади, що поширені в районі залізниці Жмеринка-Роздільна (поблизу Одеси), складаються з грубої (до 100 м) товщі пісків та підлежних верств глини. Ці поклади не містять в собі скам'янілостей морських тварин, у них часом знаходять черепашки солоководних м'якунів. Вони мають скісну, так звану, діагональну веретуватість, що не характерна для типових морських покладів. Наші дослідження дозволили з'ясувати геологічний вік та природу цього загадкового комплексу. Виявилось, що балтські поклади є не що інше, як стародавня, часів початку пліоцену, дельта первісного Дністра. Після відступу Сарматського моря вже утворювався Дністер; він тік із заходу, вода його несла за собою карпатську ринь. На терасах Дністра, починаючи з найстарішої тераси, серед річкових піщаних покладів, карпатська ринь, що складається з кольорових ясписів, кременів, кварцу та різноманітних пісковиків

поширена в величезній кількості. Ця ринь зустрічається поверстками і в балтських покладах.

Наприкінці понтичної епохи море остаточно зійшло з поверхні української землі, і загальна картина наблизилась до сучасної географічної карти. Де-неде ще були затоки та озеруваті басейни, що в них відклалися піски почасти з фавною солонуватих водних басейнів, почасти ж із озеровою та річковою фавною. Це було під час куяльницької епохи. Вони поширені на берегах Куяльницького лиману поблизу Одеси, та в багатьох інших місцевостях вздовж узбережжя Басарабії та Одещини.

Кінець пліоцену та початок четвертинного періоду характеризується зменшенням моря. Можна сказати, що морський рівень за того часу стояв нижче від сучасного рівня моря.

Наступ четвертинного періоду характеризувався на всій землі дуже значним похолоданням клімату. З півночі Європи — Скандинавії, Фінляндії — насувався великий льодовик, він укрит Німецько-польську рівнину, вкривав північну РСФРР та чималу частину середньої РСФРР. Як відомо, зледеніння було не одне — їх було аж чотири епохи; і поміж цими епохами великого розвитку льодовиків існували епохи пом'якшення клімату, зменшення льодовикової поволоки Європи та Америки, — так звані міжльодовикові епохи. Найбільше з цих чотирьох зледенінь було третє, під час якого величезний льодовик вступив у межі України<sup>1</sup>; за того часу вже існували долини багатьох сучасних річок (наприклад, Дніпра, Дона). Користуючись зниженнями в районах цих долин, льодовик посунув свої величезні язики далеко на південь по басейнах річок Дніпра та Дона. На Дніпрі льодовик дійшов майже до Дніпропетровського.

Оскільки протягом четвертинного періоду на Україні вже не відкладалося морських покладів, на її площі утворювалися різних типів суходільні поклади. В межах зледеніння відкладалася морена — то більш, то менш піскувата глина, руда та сива. На значних площах вона водонепрохідна, місцями піскуватіша й водопрохідна.

В Києві можна спостерігати морену в берегових кручах Дніпра, де вона в вигляді червонуватої піскуватої глини залягає під урвищами лесу. На тих площах, яких не захопило зледеніння, перед льодовиком та під час його відступу, вздовж його пересувної межі відклалися річкові та озерові поклади; на площі степів, що тяглася південніше, осів лес, що має кількановерхову будову.

Геологи та ґрунтознавці, копаючи глибокі ями в лесі, так звані шурфи, переконались, що товща лесу не одноманітна, але що її поділяють темні гумусові поверсткі на кілька поверхів. Ці гумусові поверсткі є не що інше, як поховані ґрунти колишньої поверхні України. Під час льодовикових епох поза межами зледеніння відкладався лес, коли ж льодовики відступали, то наставала міжльодовикова епоха, відкладання лесу припинялось і на його поверхні розвивався ґрунт.

Товща лесу на півдні України чотириповерхова; вона розподілена трьома горизонтами похованих ґрунтів відповідно до чотирьох льодовикових епох і до трьох міжльодовикових. У районі Києва, де лес залягає під мореною третього зледеніння, він відповідає епосі останнього, четвертого зледеніння.

У зв'язку з масами води, що сунулись з танучих мас льоду під час розвитку льодовиків та їх відступу (нищення), річки льодовикової епохи були не схожі на наші сучасні річки: це були потужні потоки, що несли величезні маси води. В зв'язку з цим стародавні долини річок мають велетенські розміри і сумарна ширина всіх дніпрових терас під Києвом досягає 100 км.

<sup>1</sup> Є думка, що дніпровий льодовиковий язик належав не до третьої, а до першої фази четвертого зледеніння (Вюрм I).

На Дністрі, до району якого на Україні зледеніння не доходило, і де протягом четвертинного періоду йшло енергійне піднесення суходолу, геологічна історія записана природою на стародавніх річкових терасах.

Стародавні тераси річок на Україні свідчать про рухи земної кори, але не тектонічні рухи, що спричиняли дислокацію верств, а рухи епейрогенічні, що поступово підіймали або ж опускали великі дільниці суходолу. На Дністрі терас є шість і вони свідчать про шість етапів піднесення Поділля.

Вітер, що відкладав пил і утворював з нього товщі лесу, по деяких місцевостях України, навпаки, звіював з нього пил; таким чином подільська височина на більшій частині своєї площі позбавлена лесу і лише де-не-де на Поділлі зустрічається лес. Те саме явище спостерігається і в Донецькому пасмі.

Площу поширення балтських пісків прорізує незліченна кількість крутих ярів, що вказує на піднесення цього району, яке сприяло розмивній діяльності води. Цей район (вододіл Дністра та Бога), як і прилегле до нього Поділля, — позбавлений лесової покрівлі.

На основі геологічної історії та будови Україна поділяється на такі природні райони, що разом із тим будуть районами гідрогеологічними:

1. Український кристалічний масив.
2. Північно-східня українська мульда.
3. Поділля.
4. Надморський степовий район.
5. Донбас.

Перейдімо до характеристики кожного з цих районів зокрема.

## **XXX. ПІДЗЕМНА ВОДА РАЙОНУ УКРАЇНСЬКОГО КРИСТАЛІЧНОГО МАСИВУ**

Український кристалічний масив, що його загальну геологічну характеристику ми подали в попередньому розділі, займає велику площу, майже півтора тисяч кв. км. Починаючи з Волині, в межах польської території він тягнеться на SO і далі на OSO. Довжина його сягає 850 км, а ширина коливається в пересічних межах 120—180 км. Найширша частина кристалічного масиву міститься на профілі Фастів-Могилів — близько 250 км, бо тут якраз відходить у бік Дністра великий язик кристалічних порід, так званий Могилівський горст. З різних боків масив знижається ступнево і ховається під товщі осадових морських порід різного віку. Район, де кристалічні породи залягають порівнюючи неглибоко і несуть на собі незначну поволоку з осадових порід, характеризується цілком своєрідними гідрогеологічними властивостями; цей є найбільша частина площі Українського кристалічного масиву. Від цієї великої площі треба відокремити лише дві дільниці — Могилівський горст, вкритий товщею силурських, сеноманських і неогенових морських покладів, та район горішньої течії р. Вовчої та сточища р. Конки; останній район лежить на схід від Дніпра, поміж дніпровими порогами й Озівським горстом; тут поверхня кристалічних порід знижається, і її вкривають крейдяні, палеогенові та неогенові поклади. Для гідрогеології решти району кристалічного масиву розрізнятимемо воду, яка зустрічається в самому масиві — в кристалічних породах, і ту воду, що залягає в осадових породах, які вкривають кристалічні породи.

Щодо води в кристалічних породах треба зразу зазначити, що її поклади почастило виявити в небагатьох пунктах.

В одному з цих пунктів глибина свердловин коливається в межах 58—117 м. Напор настільки значний, що вода не доходить до поверхні лише на 2—5 м. Відкриті труби смоків мають глибину до 20 м. Видатність свердловин дуже гарна, вони цілком забезпечили водопостачання станції та містечка; але

ця видатність дуже неоднакова в різних свердловинах, від 4 000—5 000 відер води на годину до 125 відер на годину.

Якість води цілком задовільна, смак гарний. За даними В. І. Лучицького ці свердловини проходили грубу товщу (64—72 м) м'яких каолінізованих кристалічних порід (первинного каоліну) і нижче вступали до свіжої міцної кристалічної породи (граніто-гнайсу); у кристалічних породах на різній глибині свердловини зустріли артезійську воду. Питання про походження цієї води ще не розв'язане і спричиняє суперечки в гідрогеологічній літературі; з'ясовано лише, що вода йде з розколин у кристалічних породах і, оскільки ці розколини проходять на різній глибині й мають неоднакову ширину, вода зустрічається на неоднаковій глибині; навіть у близьких один до одного пунктах ці свердловини мають дуже неоднакові дебїти.

Проти того, що артезійська вода в розколинах гранітів постає звичайним шляхом, інфільтруючись десь у вищих пунктах, і під впливом гідростатичного тиску підіймається в свердловинах, для даного району заперечує факт дуже високого положення його та кристалічних порід у ньому; за даними В. І. Лучицького, в околицях кристалічні породи залягають на менших висотах ніж у самому містечку. Долини найближчих річок проходять набагато нижче того рівня, до якого вода підіймається в свердловинах.

Отже Лучицький висунув сміливу думку, що ця вода «підіймається не під звичайним для артезійської води її власним тиском, а найшвидше в зв'язку з джерелами води з глибоких частин земної кори».

За водонепрохідну покрівлю щільнистого водовмісного граніту правлять каолінові маси — верхня зруйнована частина кристалічного масиву. На жаль зразу цілком приєднатися до цікавої думки Лучицького ще не можна; питання про глибоке походження вод цих свердловин вимагає докладного хемічного вивчення води; ті дані, що є досі, не дають підтвердження думки Лучицького, бо вода з великої глибини мала б високу температуру й характерні мінеральні речовини в розчині, а цього справді нема. Питання залишається нерозв'язане, і все ж більше даних за те, що десь, може на досить віддаленій дільниці, вода потрапляє до щільнистого граніту і, заповнюючи розколини, утворює водовмісну систему артезійського типу під покрівлею каолінових мас.

У другому місті, вперше для кристалічних порід України, в свердловині, що її зробили на кінці минулого сторіччя за вказівкою І. Р. Кобецького, на глибині 51,85 м від поверхні землі зустріли воду, яка під власним напором піднеслася і не дійшла до поверхні лише на 4,88 м. Ця свердловина давала 50 000 відер доброї води на добу. Після того в граніт урізалося чимало свердловин, а на використанні артезійської води з кристалічних порід базується все водопостачання цього значного міста та його підприємств. Дебїти свердловин дуже різні і доходять до 4 000 відер на добу і навіть більше.

Таким чином у деяких дільницях Українського кристалічного масиву кристалічні породи містять у своїх розколинах добру артезійську воду, принаймні в південно-західній частині масиву.

Але не мало було спроб свердлення на воду по різних пунктах на Українському кристалічному масиві, що кінчилися невдачею. Очевидно, не скрізь кристалічні породи мають достатню щільність, а до того ще й відповідні інші умови. Тому рекомендувати свердлення на воду в кристалічних породах дуже ризиковано; дальші досліді, з застосуванням розвідкового свердлення в плановому порядку на різних частинах площі Українського кристалічного масиву і всебічним вивченням води із свердловин повинні з'ясувати детально питання водовмісності різних дільниць Українського кристалічного масиву; а що гідрогеологічні умови цього масиву можуть і повинні бути нерівномірні, на це вказує велика різноманітність і складність тектоніки та петрографічного складу окремих частин кристалічного масиву.

Тепер перейдімо до такої самої короткої характеристики підземної води осадової поволоки кристалічного масиву.

Для гідрогеології поверхні кристалічного масиву мають вирішне значення два чинники: метеорологічний та чинник рельєфу. Цілком зрозуміло, що коли кристалічний масив вкритий порівнюючи незначною поволокою осадових порід — головним чином четвертинних та почасти третинних, які не утворюють великих мульд і до того залягання їхнє мінливе, веретви мінються в гребені і в якости, виклинюються, їх перетинають долини річок, балки та яри, то нема підстав для утворення великих басейнів підземної води і зокрема артезійської води. За цих умов ґрунтова вода теж дуже неодноманітна щодо відатности та якости. Неоднакова буває й кількість горизонтів, від повної відсутности ґрунтової води і до кількох відокремлених горизонтів. За цих умов кількість атмосферних опадів, а також інші метеорологічні чинники: міра вологости повітря, вітер, інсоляція — відіграють величезну роль в справі живлення водою тієї осадової оболонки, яка вкриває кристалічні породи.



Мал. 169. Горб ґраніту в долині Кам'яно-Костоватій.

Рельєф кристалічного масиву в деталях надзвичайно нерівний, складний; до того ще треба додати, що поверхня кристалічних порід дуже неодноманітна, щодо петрографічного їхнього складу та фізико-хімічного стану: в одних місцях під осадовими породами, а зрідка і безпосередньо на денній поверхні залягають цілі і свіжі кристалічні породи, напр. ґраніти й лябрадорити по деяких пунктах Волині, баня грубозерного порфірватого ортоклазового ґраніту серед степу в верхів'ях долини р. Кам'яно-Костоватої на Зінов'ївщині (мал. 169), «Кам'яні Могили» в Таврії.

У багатьох інших місцях під поволокою осадових порід, а де-не-де й на поверхні, лежать дуже зруйновані, хімічно змінені маси кристалічних порід, що лише на значній глибині поступово переходять у цілу породу. Такі каолінізовані кристалічні породи можна зустріти по всіх частинах Українського кристалічного масиву, і через те Україна являє собою країну, таку багату на цінний сировинний матеріал — каолін. Нерідко каолінізовані породи цілком зберігають свою нормальну структуру, і можна спостерігати серед каолінізованого ґнайсу жили каолінізованого пегматиту і в останньому каолінізовані ксеноліти.

Рельєф кристалічних порід надзвичайно нерівний, як це ми з'ясували в попередньому розділі, через те, що цей масив протягом величезного часу зазнавав діяльности різних геологічних чинників — води, повітря, інсоляції, морозу; ділянки, що складаються з триваліших і міцніших порід, протиставили цим чинникам більший опір, а ті ділянки, до складу яких увходили ґнайси і взагалі менш міцні й стійкі породи, — дужче руйнувалися. Тому, якби зняти з Українського кристалічного масиву четвертинну покрівлю, то перед нами виявилась би погорблена і ямиста поверхня; деякі частини

цієї поверхні, головню більші западини її, заповнено третинними ссадами (почасти палеогеновими морськими, почасти ж неогеновими суходільними); коли б зняти ще третинні породи, тоді б яскраво відкрилася велика нерівність поверхні масиву — поруч із горбами різної форми й розміру виявилися б різноманітні западини та корита.

Перейдімо до розгляду водовмісних горизонтів.

1) Найпоширеніший водний горизонт залягає у лесі та лесуватих суглинках, породах, дуже поширених на площі Українського кристалічного масиву. Якість води цього горизонту дуже неоднакова, мінлива, залежно від географічного положення пункту на масиві, а також від залюдненості та гігієнічних умов цього пункту. Видатність лесового водовмісного горизонту коливається залежно від географічних даних, бо в зв'язку з ними стоять метеорологічні умови, а також від складу, будови та форми залягання тих порід, що підстелюють лесову товщу.

Загалом це мало потужний водовмісний горизонт (верховодка). У селянському житті він відіграє велику роль, і не буде перебільшенням, коли ми скажемо, що половина людності України п'є воду власне з цього горизонту. Мілкі сільські колодязі найчастіше беруть воду з нього. Глибина цих колодязів значно коливається, найчастіше в межах від 4 до 12 м. Вода цього горизонту непридатна для механізованого централізованого водопостачання, він найбільшу роль відігравав за часів одноосібних господарств і разом з розвитком колективізації доведеться вишукувати інші потужніші горизонти та джерела водопостачання; але в багатьох районах, де іншої води нема, цей горизонт і надалі буде єдиним джерелом сільського водопостачання.

Неглибоке залягання цього горизонту та його цілковиту залежність від метеорологічних умов спричиняють значні коливання рівня ґрунтової води та видатності колодязів. На весні, зокрема після сніжної зими, рівень значно підноситься, і дебіти колодязів зростають; на кінці літа і восени рівень води знижується, дебіти зменшуються, буває, що води не вистачає, часом колодязі зовсім пересихають. На півночі та північно-західній частині Українського кристалічного масиву, де кількість атмосферних опадів досить (близько 600 мм на рік), за звичайних умов верховодка досить ясна, і пересихання колодязів рідко зустрічається. Цей факт частіше спостерігається в південній та південно-східній частині масиву; клімат тут сухий, атмосферних опадів мало (300—400 мм), великий брак води дуже дає себе почувати. Крім того, незначна хмарність, велика інсоляція і часті вітри ще збільшують сухість цього району. Через цю сухість тут різні поверхневі породи — ґрунт, лес, лесуваті суглинки та глини — надто збагачені на різні розчинні сполуки: гіпс, карбонат, сіль. Тому нерідко верховодка в південній частині кристалічного масиву — на Зінов'ївщині, Криворіжжі, Дніпропетровщині, в Таврії — буває слонувата, гірка, дуже тверда, часто вона не тільки непридатна для людей, але й худоба її не п'є.

Дуже незначна водопрохідність лесу в поземому напрямку призводить до того, що рівень у колодязях, після того як з них виберуть воду, відновлюється повільно, довго. Буває, напр. під час жнив, що як на світанку розберуть воду з колодязя, то лише на другу дсбу в ньому знову збереться вода. Затрудненість поземої циркуляції ґрунтової води в лесі спричиняється й до того, що близько один від одного часто існують колодязі однакової глибини, що дають воду різної якості: в одному вода може бути солоня або гірка, непридатна, а в другому солодка, задовільна.

На півдні, де дуже поширений балковий рельєф, часто спостерігається, що верховодка кращої якості і в більшій кількості міститься в балках і в незначних циркуватих зниженнях у верхів'ях балок серед степу. Тому часто селища тиснуться до балок, і в балках споруджають колодязі.

У розложистих верхів'ях балок часто розташовують села; але буває, що вода в колодязях таких сіл після деякого часу існування села змінює свою якість на гіршу — стає слонувата і часом навіть зовсім непридатна. Винне

в цьому саме ж село, відсутність санітарії, гідротехнічний недогляд. Село — люди і тварини — забруднює ґрунт, збагачує його на різні солі, що, інфільтруючись углиб, потрапляють до водовмісного горизонту і псуєть його; мало енергійна циркуляція лесової верховодки призводить до того, що вода не очищається від тих речовин, які до неї потрапили і потрапляють далі, і все більше псується.

У тих випадках, коли під лесом залягають водопродіні породи — пісок, щілинисті глини, пухкі піскуваті продукти руйнування кристалічних порід або щілинисті кристалічні породи — в лесі нема ґрунтової води. А якщо граніт міцний, свіжий і залягає у вигляді бані, так що поверхня його схиляється в різні боки, то в такому пункті зовсім нема ґрунтової води, жодного горизонту. Такі безводні ділянки зустрічаються серед Зінов'ївських, Криворізьких, Дніпропетровських та Таврійських степів і 1924—1926 р.р. під час землевпорядкування та залюднення степової смуги, вони часто ставали перешкодою для раціонального використання чималого числа гарних ділянок землі.

Для характеристики хемічного складу верховодки з південної частини масиву наведу кілька хемічних аналізів води з колодязів кол. Зінов'ївської округи (див. таблицю, стор. 180—181).

Досить цих кількох аналізів, щоб переконатися, що склад ґрунтової води на півдні України дуже неодноманітний, і що часто вода така багата на різні мінеральні речовини, що не може й мови бути про її придатність. Водночас трапляється й вода цілком задовільна. У степу далеко від селища (див. аналізу води зі Столбової балки), де розвідкова свердловина зустріла в лесі воду на глибині 7 м, вода цілком добра, у ній небагато хлору і зовсім нема сульфатів сірчанокислих солей.

2) Щодо ґрунтової води в лесі на дні балок, то часом її трудно буває відрізнити від ґрунтової води алювійних покладів балок. Звичайно, алювійна ґрунтова вода має більшу швидкість руху в напрямку похилу балки і колодязі в балковому алювії мають значні дебети. Велику видатність мають колодязі в балках, якщо алювійні поклади містять верстви водовмісного грубозерного піску, ріні та жорстви.

Буває, що до балкових алювійних покладів виходить під землю вода з глибших горизонтів ґрунтової води, що спричиняє дуже значну водовмісність балкового алювію. Кристалічні породи часто мають верстуватий характер (динамометаморфізм); крім того, дуже поширені жили, напр. жили пегматиту; з цієї причини та завдяки різній мірі стійкості різних кристалічних порід, нерідко утворюються підземні пасмуваті підвищення кристалічної породи. Коли балка проходить у напрямку, поперечному до цих підземних насом, то останні часом утворюють підпор для ґрунтової води тієї частини балки, яка лежить вище, з'являючись ніби підземною загатою. Водовмісність балок різко зростає з наближенням до таких бар'єрів. Це явище, досить поширене на площі кристалічного масиву, мені довелось неодноразово спостерігати на терені кол. Зінов'ївської, Криворізької та Олександрійської округ. Наприклад, у балці Коротяк у с. Кодимові (на південний захід від ст. Долинської) видно, як алювій балки збагачується на воду, дно балки збагачується, з'являються численні джерела; нижче, впоперек балки виходить граніт.

Такого самого типу збагачення водою в балці Явленій коло м. Зінов'ївська, звідки бере воду міський водогін. Через це часом навіть в алювійних покладах вода має напор; коли грубозерна водовмісна верства залягає під верствами непрохідних або напівпрохідних порід — глини та лесу, а знизу бар'єр кристалічних порід закриває шлях води, то походження напору цілком ясне. Напірна вода, пробиваючи собі отвір через покрівлю з глинястих верств, проривається і утворює природні колодязі — джерела, що часом мають значні дебети. Такі джерела, відомі в народі під назвою «безодень», «вікняних», являють небезпеку для худоби, і часом доводиться чути, що «ось тут була безодня, й її з великими труднощами забили».

Назва пункта	Калій та натрій (K, Na)	Магній (Mg)	Кальцій (Ca)	Алюміній та залізо (Al, Fe)	Хлор (Cl)	Сірчана кислота (SO <sub>4</sub> )	Вугляна кислота вільна	Вуг...
<b>с. Ново-Устипівка</b>								
Колодязь 1 . . . .	0,4760	0,1580	0,9440	не знайд.	1,1237	1,8260	0,1414	0,2800
Колодязь 2 . . . .	0,1706	0,1360	0,3280	"	0,2800	1,1160	0,2142	0,2800
Колодязь 3 . . . .	0,4521	0,048	0,076	сліди	0,3604	0,4340	не знайд.	0,2800
Колодязь 4 . . . .	0,0324	0,9440	0,5740	не знайд.	4,108	3,1300	"	0,2800
<b>с. Шевченкове</b>								
в балці Ляпколовій								
Колодязь 1 . . . .	0,8943	0,2301	0,2200	"	0,7680	2,4346	"	0,2800
Колодязь 2 . . . .	0,0300	0,1108	0,0764	"	0,0840	0,1760	"	0,2800
<b>с. Ново-Петрівка,</b>								
на південь від с. Катеринівки - Загадівки . . . . .								
Свердловина в степу біля Столбової балки . . . .	0,0742	0,0337	0,0485	"	0,5002	не знайд.	0,0080	не знайд.

Мені довелося бачити джерело в верхів'ях річки Лозоватки; джерело являє собою озерце серед густої зелені; з нього витікає річка; дебіт джерела близько 10 л на секунду (70 000 відер на добу). Старі селяни розповідають, що колись за поміщиків тут тонули воли й коні; поміщик засипав цю глибоченну яму камінням; каміння довго осідало і провалювалося, і доводилось досипати нового. Тепер вода іде знизу поміж камінням.

В Печеній балці, з наближенням до виходів кристалічних порід, водовмісність алювію різко зростає, з'являються численні джерела, деякі з них дуже ясні, балка серед сухого степу забagnaється, у ній з'являється річка.

У сточищі р. Базавлука на Криворіжжі є глибокі природні ями — джерела; на глибині 12,5 м не знайшли ще дна в одній з цих «безодень». Місцеві селяни розповідають цікавий випадок: був у балці ставок, на дні якого утворилася яма, схожа на тількищо описану і ввібрала всю воду із ставка; довелось цю яму забити.

Але коли нерідко балки містять численні ясні джерела й забagnaються, становлячи різку протилежність прилеглому сухому степові, то все ж далеко частіш вони бувають зверху сухі. Буває, що алювій балки зовсім не містить води; нерідко трапляється, що по тій самій балці, яка вище така ясна на воду, нижче зовсім нема ґрунтової води. Алювійні поклади балок утрачають воду, коли під алювієм залягає пісок або інша прохідна товща, що проводить воду вглиб, і таким чином відбувається природний дренаж балкового алювію. Через те треба мати на увазі, що не можна інтерполювати гідрогеологічних умов, виявлених у якійсь дільниці балки, на все її сточище, але що обов'язково треба переводити гідрогеологічне дослідження, свердлову розвідку.

3) Другий горизонт ґрунтової води спостерігається не скрізь як ми вже з'ясували; коли під лесом залягають водопрхідні піщані поклади, а нижче якінебудь водонепрхідні породи — глини, каолін,



Грунта клас	Нітритна (азотис- та) кис- лота	Амоніак	Сума катионів та аніо- нів	Сухий залишок при 110°	Імовірний склад солей				
					KCl, NaCl	MgCl <sub>2</sub>	MgSO <sub>4</sub>	CaSO <sub>4</sub>	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
знайд.	не знайд.	сліди	4,8630	4,8203	1,2108	9,5213	0,1267	2,4436	0,8985
знайдено	"	"	2,4746	2,4720	0,4340	0,0222	0,6456	0,8508	0,3136
"	знайдено	не знайд.	1,6165	1,630	0,5939	0,6418	0,024	0,2988	0,304
сліди	не знайд.	"	10,8400	11,005	5,1694	1,437	1,039	3,256	0,069
					NaCl KCl	CaSO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
знайд.	"	"	4,9398	5,527	1,2672	0,7471	1,3588	1,2183	0,3484
"	"	"	1,0018	1,284					
знайдено	багато	"	4,9156	5,2620					
					NaCl, KCl	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> (HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	
сліди	не знайд.	"	0,6646	0,536	0,0132	0,1965	[0,2029	0,2520	

дуже глинясті піски, то над водонепрохідною породою утворюється водовмісний горизонт. Часто буває, що такий горизонт ґрунтової води залягає над рябою глиною, що належить до суходільних покладів неогену; в багатьох пунктах у межах колишньої Київщини, Уманщини і рідше на Зінов'ївщині, Криво-ріжжі та Дніпропетровщині колодязі на плято завглибшки 10—16 м, часом до 20 м і навіть більше добувають воду з цього горизонту. Звичайно, видатність таких колодязів буває різна, залежно від характеру водовмісної верстви; якщо це досить грубозерний і чистий пісок, то колодязі можуть мати чималі дебіти; велике значення для видатності цього горизонту має також рельєф, міра його розчленованості; якщо місцевість дуже порізана ярами та балками, то ґрунтова вода дуже дренажена; до того ж і великого водозбору нема і тому не може утворитися багатий водовмісний горизонт. Цей горизонт, обмежений у своєму поширенні ще й тим, що ряба глина не має судільного розвитку — в багатьох пунктах і цілих районах її нема, бо її знищила денудація ще за часів перед утворенням лесу, і лес безпосередньо залягає на кристалічних породах або продуктах їхнього руйнування. Здебільшого (але далеко не завжди) вода на поверхні рябих глин буває по своїй якості краща за верховодку і до того вона більш незалежна від поверхневих умов і не так піддається забрудненню та псуванню з боку людських селищ. Коливання метеорологічних умов теж не так дуже відбиваються на цій воді, як на верховодці.

4) Далеко частіше зустрічається горизонт ґрунтової води в продуктах руйнування кристалічних порід, який часом навіть насичує розколини в поверхневій зоні кристалічних порід. Продукти руйнування кристалічних порід бувають неоднакові, але здебільшого це каолінуваті маси з піскуватими проветками та щебра — роздріблений звітрілий граніт тощо. У цій товщі накопичується ґрунтова вода, утворюючи підземні потоки в напрямку спаду кристалічних порід. Для збільшення водо-

вмісності цього горизонту часто має значення той факт, що над кристалічними породами та безпосередніми продуктами їхнього руйнування залягають на багатьох дільницях кристалічного масиву сипкі й водопродіні піски полтавського поверху (палеоген + неоген). Балки та яри відіграють велику роль в житті та взаємовідносинах окремих горизонтів ґрунтової води. Вищі горизонти ґрунтової води стікають до балок і приєднуються до горизонту алювійної ґрунтової води; навпаки там, де під алювійними покладами залягають полтавські піски або водопродіні маси продуктів руйнування кристалічних порід, алювійні поклади втрачають свою ґрунтову воду, передаючи її до глибших горизонтів. Нижче по течії балки, де вона перетинає ще глибші горизонти, знову до балкового алювію вступає рясна вода, надзвичайно збагачуючи водність балки і часом доводячи її до забалженя.

Там, де яри, балки та річкові долини втикаються в кристалічний масив, нерідко можна бачити джерела води, що витікають із щілин у кристалічних породах.

Залежно від пункту, від стану дренажності, від рельєфу поверхні кристалічних порід горизонт ґрунтової води в продуктах руйнування кристалічних порід буває то дуже рясний, то слабенький, то його зовсім нема. Для використання води цього горизонту більш, ніж для якого іншого, треба передусім переводити докладні досліді, розвідкове свердлення, спробне відсмоковування: треба обережно придивлятися, щоб не сплутати басейн ґрунтової води, що утворився в западині кристалічного рельєфу з потоком ґрунтової води (див. розділ VIII). Дебіти колодязів, що живляться водою з цього горизонту, бувають різні і часом досягають кількох літрів на секунду. Якість води часто гарна, але буває, що вилуговування солей з різних порід, що залягають вище, та домішка різних сполук із самої товщі продуктів руйнування робить воду цього горизонту більш або менш мінералізованою, солонкуватою і часом перетворює її на непридатну.

Щодо глибини колодязів, що живляться з цього горизонту, то вона буває дуже різна, від кількох метрів і до 20—30 м. Ще раз повторюємо, що цієї води може зовсім не бути, і в різних дільницях кристалічного масива відомо чимало невдалих спроб копати колодязі.

#### ЛІТЕРАТУРА

- Н. Соколов. Гидрогеологические исследования в Херсонской губ. 1896.  
Н. Соколов. Гидрогеологические исследования в Александровском уезде. Изв. Геол. Ком. 1896.  
І. Кобецький. Гидрогеологические исследования Елисаветградского уезда Херсонской губ. Киев, 1913.  
В. Лучицкий. Напорные воды в кристаллических породах Киевской губ. Вісник Укр. Геол. Ком., вип. 4, 1924.  
А. Алексеев. Гидрогеологические исследования долины р. Ингульда. Труды Южн. Обл. Меліорат. Организаци. Одесса, 1928.  
В. Ткачук. Гідрогеологічний нарис долини р. Гірського Тикичу на Уманщині. Вісті Н.-Д. Інституту Водного Господарства України, т. III, вип. 1, 1929.  
П. Тутковський та Б. Опоков. Показчик літератури про підземні води на Україні. Вісті Н.-Д. Інституту Водного Господарства України, т. III, вип. 2, 1929.  
Е. Личкова. Каталог буровых скважин Украины. Т. I—III. Киев, 1927 и 1930.  
Б. Личков. Подземные воды района Украинского кристаллического массива. Ленинград, 1930.  
В. Різниченко та В. Василевський. Гідрогеологічний нарис містечка Кюдя Житомирської округи на Волині. Вісті Н.-Д. Інст. Водн. Госп. України, т. III, вип. 1, 1929.  
А. Н. Семіхатов. Артезианские и глубокие грунтовые воды Европейской части СССР, стор. 293—294.

## XXXI. ПІВНІЧНО-УКРАЇНСЬКА АРТЕЗІЙСЬКА МУЛЬДА

Цей великий гідрогеологічний район відомий ще під назвою Харківська мурда, Бахмач-Харківська мурда (Южно-Русская мурда). Межі цього басейну захоплюють більшу частину північно-східньої України, а почати також прилеглу частину РСФРР, також південно-східню частину Білорусі. На нашій мапі гідрогеологічних районів України вказано лише ту, щоправда дуже значну головну частину цієї мурди, яка входить у межі УСРР. Площу

всієї мульди не можна докладно визначити, бо її межі, зокрема на сході, ще не вивчено; площа ця наближається до 300 000 кв. км, з неї припадає на територію України більше половини — близько 160 000 кв. км.

До складу мульди входять такі поклади: палеозойські (девон), юрські крейдяні (сенман та верхня крейда), палеогенові, крім того, недрами породами лежать суходільні поклади четвертинної, а почасти й неогенової системи. На південно-західній межі мульди тягнуться кристалічні породи — граніти та гнайси Укр Іньського кристалічного масиву. Київ лежить над північно-східнім схилом кристалічного масиву; кристалічні породи, що виходять на високих точках у районі Фастова, в Києві залягають на глибині 300 м нижче рівня Дніпра, що виявлено під час свердлення на березі р. Дніпра; абсолютна висота поверхні кристалічних порід тут дорівнює 210 м. Далі до середини мульди кристалічні породи лежать на невідомій глибині, і до них не дійшла жодна свердловина середовища частини мульди.

З другого — північно-східнього боку мульди кристалічні породи знову утворюють піднесення і залягають порівнюючи неглибоко від поверхні в районі Курську, що виявлено під час дослідження Курської магнетної аномалії; в районі Воронежу кристалічні породи підходять до самої поверхні і звужують мульду (Воронізький горст).

Розглядаючи геологічну будову мульди, ми переконались, що над старішими породами (юра сенман), які на протязі більшої частини мульди мають досить рівномірну grubину, головна западина заповнена товщею крейди та крейдяних мергелів, що належать до верхньої частини крейдяної системи. Знаючи, що морські поклади залягають більш-менш поземо і заповнюють западини дна, приходимо до висновку, що жодної глибокої мульди тут не існувало за часів перед сенманом і під час сенману і що мульда утворилася за туронської епохи і її заповнили верхньо-крейдяні осади. Утворення мульди з вісею, рівнобіжною з довгою вісею Українського кристалічного масиву, сталося в зв'язку з тими тектонічними рухами, які намітили третинне горотворення; тиск ішов з південного заходу, де формувалися Карпати. Про невелику глибину басейну, в якому відклалися сенманські та юрські породи, свідчить і характер юрських та сенманських порід у теперішній найглибшій частині мульди (Харків — піски).

Але крейда неостаточно вирівняла западину, залишилися ще деякі порівнюючи неглибокі западини; може й пізніші рухи земної кори утворили деякі улоговини, що їх заповнили вже палеогенові поклади — бучацькі піски, київська синя глина, харківські піски та глини, полтавські піски. Ще треба зазначити рябу глину, що залягає над палеогеном і належить до суходільних неогенових покладів. З прикладених гідрогеологічних розрізів видно уложення верств різних осадових порід в артезійській мульді та їхнє співвідношення з Українським кристалічним масивом.

Велике поширення на поверхні району Північно-української мульди мають четвертинні породи, різні щодо типу й походження — льодовикові, флювіоглясіальні, сзерні, річкові.

Охарактеризуємо окремі поверхні осадової товщі і водночас укажемо їхні водні властивості.

Найстаріші осадові породи Української північної мульди належать до девону; в Києві девонські поклади, як це виявилось під час свердлень, складаються з грубої товщі пісковиків та глини, але в напрямку до РСФРР панування переходить до вапняків, і мульда на своєму північному схилі прилягає до середньо-російського девонського вапнякового поля. Девонські вапняки щільністі і вміщують величезну кількість підземної води, що має велике значення для юрського водовмісного горизонту Української мульди, бо тут юрські породи вбирають з девону воду. С. Н. Нікітін відзначив величезну кількість води, що потрапляє до девонських щільністих вапняків, «цілі річки нерідко губляться в цих вапняках, що пронизані сіткою пов'язаних між собою водовмісних каналів».

У Брянську було встановлено тісний зв'язок між водою девонських щільних вапняків та юрських пісків.

На площі мульди девонські вапняки переходять поступово в водонепрохідну глинясту фацію девону.

Площа, що на ній добувають воду свердловинами з девонських покладів у центральній частині РСФРР, не обмежена дільницями виходів девону на поверхню. У девон увійшли неглибокі, порівнюючи, свердловини кол. Бобровського повіту Воронізької губ. та глибші Новохоперського повіту. Взагалі, число свердловин, що експлуатують девонську воду, порівнюючи, невелике. Серед них є свердловини з водою, що б'є фонтанами (в Орлі та в околицях Брянська, в останньому пункті з величезним дебетом), є і з невеликим напором (такі свердловини в Новосільському повіті, Тульської губ.). Тут вода має характер ґрунтової щільної води, і свердловини зустрічають її близько до рівнів текучої води, якість води різна. Здебільшого це вода досить тверда, але придатна до пиття, твердість її від 18 до 22°. Окремо стоїть найглибша Рязька свердловина, що дала воду в 114, 5° сталої твердості, з 4 009,8 мг густого посліду, 1 080 мг СаО, 436,25 мг Сl, 348,63 мг лугів. Навпаки, вода околиць Брянська має невелику твердість, мало не 4—5°.

Девонські породи містять у своїй товщі кілька водовмісних горизонтів; нижчі повинні мати воду під більшим напором і в більшій кількості.

Площа живлення девонських водовмісних горизонтів перебуває в умовах сприятливих і щодо кількості атмосферних опадів і щодо умов їх убирання. Поверхня девонських покладів у кол. губерніях Орловській, Тульській переїчно визначається позначками 150—200 м. Звідси в напрямку на північ девонські поклади спадають. Їхня верхня поверхня залягає недалеко Серпухова на позначці +27; коло Подільська позначка —76,8, у Москві —181 м. Зазначене падіння девонських порід складає в Москві умови, сприятливі для утворення артезійського водовмісного горизонту. Спроби здобути артезійську воду в Москві було зроблено в шістдесятих роках, але в пройденій 140-метровій товщі девону водовмісних горизонтів не зустріли. Оскільки вся товща девону не була перерізана, то питання про існування девонських водовмісних горизонтів під Москвою залишається й досі відкрите (Семихатов, стор. 252—253).

Юрські поклади залягають на девоні; так само як і девон, вони на площі мульди залягають глибоко, ніде не відслонюються і вивчені лише за допомогою свердловин. На північному крилі мульди — Смоленщині, Орловщині, Курщині, Вороніжчині — юрські поклади залягають високо; вони складаються з верств пісків та глин. Тут міститься район живлення юрського артезійського горизонту мульди; вода, що потрапляє до водопрохідних порід юри як інфільтраційним, так і конденсаційним шляхом, за спадом порід поширюється на всій площі мульди, утворюючи потужний артезійський горизонт; інфільтрація підсилюється тим, що в долинах річок, балок та ярів до водопрохідної товщі проходить безпосередньо поверхнева вода, та тим, що з насичених водою девонських щільних вапняків знизу під тиском до юри вступає сила води.

В інших місцях юрські поклади виходять на поверхню в середній Наддніпрянщині в районі Канівської дислокації та в Донецькому краї.

У Києві юрська товща залягає на глибині від 210 м нижче рівня Дніпра і складається в головній масі з водонепрохідних глин з провертками дрібнозерних пісків, насподі цієї товщі залягає верства близько 4 м грубозерного піску й ріни з потужною водою. Вода має великий напор; під його впливом вода підіймається, але безперервне енергійне відсмоковування свердловин київського водогону спричинило певне зниження первісного п'єзометричного рівня, який становив під час спорудження першої юрської свердловини в Києві 104,6 м над рівнем моря. Теперішній п'єзометричний рівень юрських свердловин дорівнює близько 95 м. Першу юрську свердловину в Києві спорудили під керівництвом С. Г. Войслава 1896—1897 р. в садибі водогону; глибина її 206,6 м. Після того споруджено в Києві більше 20 юрських свердловин; вони

дають більшу частину води київському водогоніві (решту дає сеноманський артезійський горизонт). Дебети свердловин дуже значні, від 12 до 30 л на сек. Питомий дебет свердловини № 12 дорівнює мало не 4 л на сек. Разом юрські свердловини м. Києва дають понад 2½ мільйони відер води на добу.

У Харкові юрські поклади складаються переважно з пісків. Вони тут залягають на великій глибині близько 600 м від поверхні (близько 500 м нижче рівня моря); оскільки сеноманські поклади теж складаються з піску, то в Харкові та в прилеглій східній частині мульди нема такого гострого відокремлення сеноманської та юрської води, і тут буде простіше розглядати їх як спільний горизонт, що поділяється на кілька окремих проветрів. Напор такий значний, що під впливом його вода підіймається майже до самої поверхні, а в свердловинах, що містяться в найнижчих пунктах міста, вода самовиливається із свердловин (тиск на дні свердловин близько 60 ат). Харків лежить якраз на найглибшій вісній частині мульди.

В Полтаві є свердловина, що постачає воду з юрських пісків з глибини 430 м (дебіт 4666 відер на годину — 16 секундолітрів). У другому місті є цікава свердловина, яка пройшла дуже велику товщу четвертинних покладів стародавньої дахини Дніпра (78 м) і зустріла безпосередньо під ними юрську глину завгрушки 94 м. Нижче залягає товща водовмісних юрських пісків; вода самовиливна, підіймається в настановленій трубі на 8,5 м вище поверхні землі. Дебет близько 1800 відер на годину. Високе залягання юри в цій свердловині вказує на дисльокованість цього району. На західньому боці мульди, за Києвом, юрські поклади залягають вже неглибоко. Тут свердловина чинбарні добуває воду з верств юрського піску з глибини 70 м і 95—98 м. Верхня з цих верств має напор, що підіймає воду вище поверхні землі на 1,5 м, а нижня на 3,6 м.

За В. І. Лучицьким, поверхня юрських порід у Північно-українській мульдї залягає на таких висотах відносно рівня моря:

Київ . . . . .	+ 40,9
Васильків . . . . .	+ 27,7
Переяслав . . . . .	+ 96,0
Байбузи . . . . .	+ 37,3
Бобринця . . . . .	- 152,3
Перещепино . . . . .	- 45,0
Бахмач . . . . .	- 518,5
Миргород . . . . .	- 521,2
Полтава . . . . .	- 336,7
Харків . . . . .	близько - 500,0
Кириківка . . . . .	- 618,7

З цих даних видно, що в наддніпрянській частині мульди юрські поклади та властивий їм артезійський водовмісний горизонт залягають порівнюючи неглибоко; якщо взяти на увагу великий напор цього горизонту, можемо зробити висновок про велике практичне значення та зручність використання юрського водовмісного горизонту на Наддніпрянщині. Але в середній частині мульди цей горизонт залягає на дуже великій глибині, і використання його можливе тільки для потужних одиниць — великих міст, заводів-гігантів тощо.

До цього треба додати, що якість води з юрських свердловин буває досить мінлива. Приміром, Миргородська свердловина дає солону мінеральну воду, що її вживається для потреб курорту, який тут засновано після спорудження цієї свердловини, але вода цілком непридатна для пиття та технічних потреб. Можна зауважити, що коли закладали в Миргороді свердловину, то не мали на меті здобути мінеральну воду, але шукали солодкої води для водопостачання; солоня вода з такої глибокої, трудної і дорогої свердловини викликала напочатку велике розчарування, і лише згодом її використали для курортних потреб.

У Харкові деякі свердловини дають хоч і не мінеральну воду, але дуже тверду.

У Наддніпрянщині свердловини дають цілком добру воду. Правда, вода, виходячи із свердловин дуже дхне сульфідом двоводневим (сірксов днем), але після аерації сірководень зникає.

Другий, теж потужний і дуже поширений по всій мульдї артезійський горизонт — *сеноманський*. Він лежить так само як юрський, утворюючи глибоку мульду. Знизу під сеноманськими водопрохідними породами лежить груба водонепрохідна юрська глина, а над ними малопрохідна товща білої крейди; через те часто сеноманський водовмісний горизонт зветься «підкрейдяний». У районі Смолєнськ-Курськ-Вороніж тягнеться смуга виходів на поверхню сеноманських порід — це район живлення сеноманського артезійського горизонту Північно-української мульди. Вода вступає до сеноманських пісків не тільки шляхом звичайної інфільтрації та конденсації, але й із річок. Це дуже помітно відбивається на артезійському горизонті. Із піднесенням рівня води в річках у районі живлення сеноманського водовмісного горизонту, п'єзометричний рівень води в артезійських колодязях підвищується. Цей факт добре спостерігається на київських сеноманських свердловинах, як довів Є. Х. Тамм. Він наводить такий факт: 1926 р., 6 і 11 травня при високому рівні води в Дніпрі (позначки 94,9 і 94,4 м над рівнем моря)<sup>1</sup> дві підкрейдяні (сеноманські) свердловини, № 19 і 22, що невинно працювали з сумарним дебетом у 51,4—51,2 л/сек, давали цю кількість при динамічних рівнях води<sup>2</sup> на позначках 84,79—83,71 м — 6/V та позначках 84,56—83,61 м — 11/V.

У жовтні того самого року, 9/X, дебет цих свердловин становив усього 35 л/сек при рівні води в Дніпрі в 90,17, тобто на 4 м нижчому від травневого рівня, і при динамічному рівні води в свердловинах, що практично стояв на однакових із травневих позначках. Крім цього прикладу замірів Тамм наводить ще інші, що разом стверджують залежність дебету свердловин від рівня води в Дніпрі.

Не треба гадати, що цей вплив у Києві залежить від київського рівня Дніпра, — тут має значення піднесення дніпрового рівня в верхів'ях Дніпра, Десни, Сейма, де в долинах цих річок виходять на поверхню сеноманські поклади.

Крім доведеного і загально визначеного факту живлення сеноманського водовмісного горизонту на півночі мульди, безсумнівно має чимале значення для південно-східного краю нашого артезійського басейну проходження до сеноманських пісків та ніздратих пісковиків води з водовмісних розколин кристалічного масиву та з палеогенових пісків, які вкривають сеноманські поклади і поширюються далі в південно-західному напрямку на площу кристалічного масиву.

Може місцями в мульдї є і зв'язок сеноманського водного горизонту з глибшими; напр. у Полтаві В. І. Л у ч и ц ь к и й установив різні рівні залягання порід однакового віку в суміжних свердловинах, що пояснюється дисльокацією. У разі дисльокації можливо, що розколин передають воду від одного горизонту до другого. У зв'язку з такою самою, очевидно, дисльокацією є утворення мінеральної води в Миргороді, — вода з якогось глибшого горизонту (мабуть, девсн) переходить до юри й до сеноману.

З гори сеноманська водопрохідна піщана товща порід укрита верствою білої крейди (верхня крейда), що по краях мульди має малу грубизну і виклинується, а в середній, осьовій частині мульди дуже грубує, так що в Харкові, наприклад, свердловини проходять товщу крейди близько 540 м завгрубшки над сеноманом.

У районі Харкова, як ми вже зазначили, юрські породи піскуватіші, глини бракує, існує зв'язок поміж юрською та сеноманською водою.

Сила свердловин на площі Північно-української мульди добувають воду з сеноманського горизонту (Васильків, Київ, Бобровиця, Бахмач, Харків, Полтава та багато інших). Але, оскільки мульда заповнена в середовій частині грубезною верствою крейди, то сеноманський водовмісний горизонт, майже так

<sup>1</sup> Ординар Дніпра = 913 м.

<sup>2</sup> Динамічний рівень — це той, що утворюється в свердловині під час її відсмоковування.

само як юрський, приступний для широкого використання лише для потужних господарчих одиниць — великих міст, заводів тощо. На краях мульди, навпаки, цей горизонт залягає порівнюючи неглибоко, і використовувати його далеко приступніше. П'єзометричний рівень сеноманської води в свердловинах трохи нижчий від п'єзометричного рівня юрських свердловин, майже однаковий з ним. Наведімо кілька цифр, що вказують глибину залягання сеноманських водовмісних порід для різних пунктів мульди.

Назва пункту	Глибина залягання від поверхні		Над рівнем моря	
	Верх	Низ	Верх	Низ
ст. Бровари . . . . .	243,8			
м. Васильків . . . . .	57,9	69,2	+ 71,9	+ 60,6
м. Дарниця . . . . .	84,1	112,8	+ 24,2	— 4,5
м. Київ, ріг Бульвару та Повітро- фльотського шосе (1909) . . . . .	96,0	117,9	+ 38,1	+ 6,2
ст. Бахмач . . . . .	625,0	665,7	—478,0	—518,7
м. Миргород . . . . .	555,0	625,7	—450,9	— 522,4
м. Полтава, коло ст. Полтава Пів- денна . . . . .	190,8	235,3	—108,4	—151,9
м. Полтава, міська свердловина № 3	340,7	420,5	—256,9	—336,7
м. Харків, ст. Основа . . . . .	625,5	678,2	—521,1	—573,2
м. Харків, міська свердловина № 7	560,2	606,5	—452,8	—499,1
Пересаж (на Чернігівщині) . . . . .	315,8	335,6	—159,9	—189,7

Щодо петрографічного складу сеноманських порід, треба визначити його значну одноманітність; переважають глауконітові піски, пісковики, гези<sup>1</sup>. Пісковики й гези більше поширені на заході мульди. У Києві помічалось раз-у-раз, що сеноманські свердловини після їхнього спорудження поступово виявляли зменшення дебету, і врешті доводилося їх залишати. Цю справу висвітлили Г. Ф. Тамм і К. К. Перевозників; виявилось, що запобігти цьому явищу можна вмілим закріпленням свердловин трубами; дрібний глауконітовий пісок, почасти глинястий, осідав на стінках фільтрової сітки, і врешті утворював на них водонепрохідну оболонку, що і призводило до занепаду свердловин. Коли закріпити трубами верхню частину сеноманської товщі, в якій переважає дрібний пісок, а нижню частину свердловини в гезах зробити зовсім без фільтра, то це дає найкращі наслідки. Ті свердловини, які мали фільтри з дефектом, розірвані під час установаження їх, давали воду через розриви в фільтрі, при чому вода з такою силою вступала до свердловин, що в дірчастій трубі, на яку було накладено фільтр, промивала широкі дірки. Зразки гезів, що їх добувають під час свердлення, вказують, що це щілиниста й дірчаста порода, і що вода тече в ній з великою швидкістю і промиває дірки.

Верхньо-крейдяні породи, що залягають над сеноманом на більшій частині площі мульди, в масі своїй напівпрохідні і не можуть містити потужної води; але масив крейди дуже потрісканий, щілинистий у наслідок тектонічних виливів. З цієї причини з крейди в багатьох пунктах Північно-української мульди свердловини добувають ясну артезійську воду. Ця вода має велике значення для тих місцевостей, де головні артезійські горизонти (юрський, сеноманський) залягають глибоко. На схід від Харкова є цілий великий район, що весь одержує воду з щілинистої водовмісної крейди —

<sup>1</sup> Крем'янисті губчасті пісковики з великою масою цементу.

Куп'янщина, Старобільщина. В самому Харкові в чимало крейдяних свердловин. Північно-східній кутку України — райони Глухівський, Путивльський, Кролевецький, Новгород-Сіверський, Радичівський та інші одержують артезійську воду з крейди. Загалом можна сказати, що північно-східня смуга України вздовж її республіканського кордону користується для водопостачання переважно водою із свердловин, проведених у щільністій крейді.

У Глухові глибина крейдяних свердловин коливається в межах 21—55 м, і вода не доходить до поверхні землі на 5—6 м. У Кролеві глибина крейдяних свердловин 50—150 м, вода не доходить до поверхні на 5—8 м. У Куп'янську глибина свердловин невелика, близько 30 м, вода на 6 м від поверхні землі, а в Моначинівці на Куп'янщині глибина 70 м, поверхня всди на глибині 30 м. У Старобільському районі вода в розколинах крейди зустрічається на глибинах від 25 до 80 м.

Вода добра, дебіт свердловин звичайно по кількисот відер на годину.

Перейдімо до палеогенових покладів. Вони залягають над крейдою, яка заповнила глибини мульди, але й собі утворюють далеко мілкішу мульду, вісь якої міститься ближче до заходу.

Палеогенові поклади складаються з таких поверхів: Бучацький (верхній палеоцен і спідній еоцен) складається з глауконітових пісків; нижня частина пісків — дуже дрібнозернистий темний глауконітовий пісок часом відокремлюється під назвою канівського поверху (палеоцен). Київський поверх (верхній еоцен) складається головню з синьої мергелюватої глини. Харківський поверх (олігоцен) — глауконітові піски й піскуваті глини. Полтавський поверх — білі кварцеві піски, глини, м'які пісковики.

Серед цих покладів найбільше гідрогеологічне значення має бучацький поверх; грубозерні піски цього поверху, з дрібненькими фосфоритовими зростками, містять у собі досить рясну артезійську воду. Водонепрохідну поверхню для цього горизонту утворює київська синя глина.

Видатність бучацьких свердловин поступається перед юрськими та сеноманськими свердловинами, але їхня порівнюючи невелика глибина, при достатньому напорі й гарній якості води, надає бучацькому артезійському горизонтові великого значення в водопостачанні багатьох пунктів, зокрема на ксл. Полтавщині та Чернігівщині. На Полтавщині багато свердловин дають самовиливну воду з бучацького горизонту; в повищих пунктах вода не доходить до поверхні, але стоїть на невеликій глибині. Як ілюстрацію наведемо глибини кількох свердловин та дані про рівень води.

Пункт	Глибина свердловини	Висота верху водомісного горизонту над рівнем моря	Дані про рівень води
м. Ніжен . . . . .	141,78	+ 6	4,26 м від поверхні
ст. Кобеляки . . .	125,88	-12,26	Вода самовиливна
Прилука . . . . .	171,57	- 9,6	3,04 м від поверхні
Лебедин . . . . .	58,22	—	10,97 м від поверхні
м. Репки (кол. Чернігівщина)	79,55	+61,25	7,92 м від поверхні

У районі Києва й нижче Дніпро перерізав своїм розмивом наскрізь усю товщу київської синьої глини, й алювійні піски дніпрові долини залягають безпосередньо на бучацьких пісках і через те в Києві і прилеглій частині Поділля бучацький водомісний горизонт утратив артезійський характер (напор) і вода його належить до типу ґрунтової води.

Район водного живлення бучацьких пісків міститься в північно-східній частині мульди; тут, на північний схід від Харкова бучацькі піски виходять



на поверхню, їх прорізають яри й долини. Тут буцацький горизонт не має артезійських властивостей.

Щодо покладів київського, харківського та полтавського поверхів, то вони не відіграють такої значної ролі, як вищеописані головні горизонти. Місцями в них вода має артезійський характер (напор).

Київська синя глина відіграє важливу роль покрівлі буцацького горизонту; крім того, вона править і за водонепрохідну постелю для води вищих поверхів. Над київською глиною в полтавських і харківських пісках звичайно залягає ґрунтова вода, при тому досить рясна. У західній половині кол. Полтавщини та в деяких районах південно-західньої Чернігівщини цей горизонт у полтавських і харківських пісках дає напірну воду.

Підсумовуючи все сказане, відзначмо, що Північно-українська мульда це є великий складний артезійський басейн. У ньому є ряд артезійських горизонтів; з них найбільше поширені й найпотужніші горизонти — це юрський та сеноманський. Вони залягають не дуже глибоко по краях мульди, але в середній частині її заходять на велику глибину. На північному сході басейну використовують воду із щільнистої крейди, а південно-західна частина містить буцацький артезійський горизонт.

Щодо ґрунтової води району Північної мульди, то, крім дуже поширеного горизонту в харківських і полтавських пісках над київською синьою глиною, є ще ґрунтова вода в четвертинних покладах.

Щоб було зрозуміле поширення й характер четвертинних покладів цього району, доведеться в кількох словах затриматись на загальних рисах його четвертинної історії. Головним чинником цієї історії були зледеніння, хоч і не всі чотири льодовики заходили в межі мульди, а той, що заходив (Ріський), теж захопив лише частину її площі. У великій залежності від льодовиків була й діяльність річок України.

Долина Дніпра постала ще дуже давно, мабуть ще за неогенового періоду.

За перших зледенінь (Г ю н ц і М і н д е л ь) на Україну спливала сила води, річки енергійно проробляли собі долини. Ріське зледеніння захопило північну частину мульди; льодовик просунувся вздовж Дніпрової долини величезним язиком на південь і дійшов майже до околиць Дніпропетровського (див. мапу в I частині).

Четверте зледеніння (В ю р м), як видно, зачепило лише північний край мульди.

У зв'язку з першими зледеніннями стояв дуже поширений тоді на Україні озерно-болотняний режим. Через те на площі мульди в багатьох місцях над рябою глиною<sup>1</sup> залягають глини, піски і суглинки озерного типу. Частина цих порід водопрониклива, а друга частина водотривка і в них, наприклад, на Київщині і взагалі в Наддніпрянщині залягає ґрунтова вода (див. геологічний розріз Києва).

Сила води, що сунула з льодовика, надавала величезного розміру річкам і вони розробили собі величезні долини. В середній Наддніпрянщині Дніпрова долина була дуже широка, лівий берег її лежав десь на 100 км від сучасного правого берега в Києві. Піщані річкові поклади стародавньої тераси (3-ої за Б. Л. Лічковим, 4-ої за Б. Опоквим) лежать під мореною третього зледеніння; на лівобережжі Дніпра в районі поширення тераси давньої розмив знищив не тільки давніші четвертинні поклади, але й рябі глини, полтавські піски та частину давніших палеогенових покладів. У Ніжені, за Б. Лічковим, під час свердлення до глибини 73,5 м проходили стародавні алювійні Дніпрові піски.

От у цих стародавніх алювійних пісках стародавньої передріської долини Дніпра та інших стародавніх долин Дніпрового басейну — Десни й ряду

<sup>1</sup> Ряба глина залягає над полтавським поверхом. Походження і вік цієї породи ще не з'ясовано докладно; очевидно, це суходільне утворення пліоценового часу.

річок кол. Полтавщини — залягає дуже рясна вода, що часом має навіть значний напор, і свердловини дають значні дебїти.

Велике Рїське зледеніння спричинилося до насування льодової поволоки й на Україну. На значній частині мульди відкладалася морена з наметнями (валунами) північних порід. Крім морени, від льодовикової доби у нас залишилися піщано-рінясті флювіоглясіяльні поклади. Флювіоглясіяльні поклади звичайно містять досить потужну ґрунтову воду, а морена, навпаки, дуже глиняста і здебільшого над нею в підніжжі пізніших порід — лесу, лесуватих суглинків — міститься ґрунтова вода.

Під час відступання Рїського льодовика сила води сунула на Україну, місцями морена розмивалася, і на промитих улоговинах відкладалася піщані та мулисті поклади. Мені довелося під час детального дослідження Київського узбережжя Дніпра виявити на території саду 1. Травня одну таку стародавню долинку під лесом. За останнього зледеніння (В ю р м) льодовик не дійшов до України. Знову сила води сунула на нашу територію. В багатьох місцях на прикінці вюрмського зледеніння розлив знищив і лес, і морену, і місцями навіть давніші поклади, і груба товща пісків лягла безпосередньо на палеогенових пісках. Такі пункти мають велике значення для проходження води до глибших горизонтів ґрунтової води. Як приклад подібної геологічної будови можна вказати в околицях Києва район Політехнічний інститут — Бабій Яр.

У теперішніх долинах річок та на їхніх других, піщаних терасах численні колодязі добувають з невеликої глибини ґрунтову воду, що звичайно досить рясна, але легко забруднюється.

Загалом описаний великий район мульди добре забезпечений підземною водою. Крім ґрунтової води, він має рясну артезійську воду в кількох поверхах.

Для ілюстрації геологічної будови та гідрогеологічних умов цього району наведемо кілька розрізів свердловин з III тому Каталога свердловин України О. Л. Лічкової.

Абс. вис. у. свердл. н. р. м. +93,2 м.  
Район Головної підстанції.

(№ 196)

м. Київ., На березі Дніпра, свердл. № 49/5

1916 р.

Геол. вік	Назва порід	Грубізна	Глибина	Примітка
		в метрах		
Четв.   Намивні	1. Дніпрівські піски . . . . .	24,96	24,96	Вода—з глибини 79,15 м із підкрейдяного піску. Друга вода під юрською глиною на глибині 219,53 м з юрського буйнозерного піску.
	2. Главконітові піски . . . . .	19,85	44,81	
Третинні	3. Чорний пісок . . . . .	4,26	49,07	
	4. Чорна глина . . . . .	4,27	53,34	
Крейдяні	5. Крейда . . . . .	10,88	64,22	
	6. Підкрейдяні піски . . . . .	4,69	68,91	
	7. Кремій . . . . .	6,62	75,53	
	8. Сіра глина . . . . .	3,62	79,15	
	9. Водовмісний шар . . . . .	7,47	86,62	
	10. Ясно-зелений, глинястий пісок . . . . .	38,83	125,45	
Юрайські	11. Сіра піскувата глина . . . . .	7,47	132,92	
	12. Темно-коричнева глина . . . . .	7,46	140,38	
	13. Синьо-сіра глина . . . . .	57,40	197,78	
	14. Сірі кварцеві піски . . . . .	7,05	204,83	
	15. Чорна вуглиста глина . . . . .	5,96	211,79	
	16. Попелясто-сірий дрібний пісок . . . . .	8,10	218,89	
	17. Чорна глина . . . . .	0,64	219,53	
	18. Грубий пісок (нарінок) . . . . .	1,29	220,82	
	Глибина . . . . .	—	220,82	

Геол. вік	Назва порід	Грубізна	Глибина	Примітка
		в метрах		
Четвертинні	1. Темно-жовтий різно-зернистий, кварцевий пісок . . . . .	2,43	2,43	Вода—з глибини 94,49 м із ясно-сірого, підкрейдяного пісковика. Рівень води — 31,08 м від поверхні землі.
	2. Ясно-жовтий дрібний кварцевий слабо зв'язаний глиною пісок . . . . .	0,92	3,35	
	3. Жовто-бура, груба, неоднорідна глина . . . . .	2,74	6,09	
	4. Чорно-бурий прошарок торфу . . . . .	0,61	6,70	
Київський	5. Ясно-жовті, тонкі, кварцеві піски з дрібними, заокругленими наметнями кристалічних порід . . . . .	7,98	14,63	
	6. Синя спондилова глина . . . . .	18,59	33,22	
	7. Ясно-зелені, дуже дрібні, густо злеглі піски . . . . .	10,37	43,59	
Бучацький	8. Ясно-сірий прошарок фосфоритових пісків, в якому є ядра фосфоритів та кварцевих пісків . . . . .	0,61	44,20	
	9. Ясно-зелені, грубі, кварцеві піски з дрібними та чорними зернами глауконіту . . . . .	1,52	45,72	
Крейдяні	10. Темно-зелені та сірувато-зелені, дуже дрібні глауконітові піски . . . . .	27,74	73,46	
	11. Чорна піскувата глина . . . . .	3,35	76,81	
	12. Біла піскувата крейда . . . . .	9,14	85,95	
	13. Темно-зелені дуже дрібні піски . . . . .	3,05	89,0	
	14. Чорний кремій, перемішаний з чорною, сірою, піскуватою глиною . . . . .	2,13	91,13	
	15. Темно-сіра піскувата глина з дрібними, сірувато-білими зростками пісковика . . . . .	3,36	94,49	
	16. Ясно-сірий, кременястий пісковик, водовмісний шар . . . . .	7,62	102,11	
	17. Ясно-зелений суглинок . . . . .	2,74	104,85	
		Глибина . . . . .	—	104,85

Геол. вік	Назва порід	Грубизна	Глибина	Примітка
		в метрах		
Четвертинні	1. Насипна земля . . . . .	0,85	0,85	Воду було одержано лугувату. Рівень води + 8,53 м від поверхні землі. Вода самовпливна. • Фільтр діам. 6 "
	2. Жовта піскувата глина . . . . .	5,55	6,40	
	3. Ясно-сірий пісок . . . . .	7,89	14,29	
	4. Білий глинястий пісок . . . . .	7,05	21,34	
	5. Чистий, спочатку білий, потім жовтий пісок . . . . .	19,84	41,18	
	6. Сіра глина з прошарками піску . . . . .	12,80	53,98	
	7. Сірий пісок . . . . .	1,92	55,90	
	8. Сіра глина з наметнями . . . . .	21,98	77,88	
	9. Сіра, густа глина з численними промазками сферосидериту, грубизна яких 0,21—0,85 м. . . . .	94,09	171,97	
Юрайські	10. Грубий водовмісний пісок . . . . .	4,69	176,66	
	11. Сіра глина з пісками . . . . .	0,85	177,51	
	12. Грубий глинястий пісок . . . . .	4,91	182,42	
	13. Чорна глина . . . . .	4,05	186,47	
	14. Грубий водовмісний пісок . . . . .	3,63	190,10	
	15. Білий водовмісний пісок . . . . .	3,41	193,51	
	16. Біла глина . . . . .	0,86	194,37	
	17. Дрібний водовмісний пісок . . . . .	6,61	200,98	
Девон	18. Червона глина . . . . .	1,28	202,26	
	Глибина . . . . .	—	202,26	

Геол. вік	Назва порід	Грубізна	Глибина	Примітка	
		в метрах			
Четвертинні	Польодовиківі	1. Жовто-бурий, нерівно-зернистий, чистий, кварцевий пісок . . . . .	2,43	2,43	Воду одержано першу з глибини 12,19 м з жовтувато-червоного, лесуватого піску; другу — з глибини 105,77 м, з білого, грубого піску буцацького поверху. Третю воду — з глибини 230,4 зі сірувато-білого, кварцевого піску. Вода прозора.
		2. Білий, чистий, кварцевий пісок . . . . .	2,43	4,86	
		3. Ясно-жовта піскувата глина (схожа з лесуватими суглинками) . . . . .	5,19	10,05	
	Льодовиківі	4. Темно-сіра, тонко веретвувата, піскувата глина з луночками лосняку . . . . .	0,61	10,66	
		5. Бурувато-червона, моренна глина . . . . .	1,53	12,19	
		6. Жовтувато-червоний, дуже глинястий, неоднорідний пісок з водою . . . . .	7,01	19,20	
Перший поверх ґрунтових вод					
Третинні	Полтавський	7. Білий, дрібний, кварцевий пісок з дрібними наметнями кристалічних покладів . . . . .	2,13	21,33	
		8. Сірий грубий пісок з наметнями та водою . . . . .	3,66	24,99	
		9. Білий, дуже дрібний, чистий і однорідний, кварцевий пісок . . . . .	7,31	32,30	
	Харківський	10. Темно-бурий проверсток веретвуватої, піскуватої глини . . . . .	0,62	32,92	
		11. Білий, дуже дрібний, чистий та однорідний, кварцевий пісок . . . . .	9,14	42,06	
	Київський	12. Сірувато-зелена, спочатку дуже піскувата глина, яка далі переходить в більш чисту . . . . .	6,71	48,77	
		13. Сірувато-білі, слабо зв'язані, середнь-зернисті, кварцеві піски . . . . .	3,96	52,73	
		14. Синя спондилова глина . . . . .	10,97	63,70	
	Буцацький	15. Темно-зелені, дрібні й дуже глинясті піски зі зростками фосфориту . . . . .	9,15	72,85	
		16. Темно-зелені, дрібні, глауконітові піски (пливуні) з грубими зростками темно-сірого, щільного пісковика . . . . .	32,92	105,77	
	Крейдяні	17. Білий, грубо-зернистий, кварцевий пісок з водою . . . . .	4,87	110,64	
		18. Чорна піскувата глина . . . . .	2,14	112,78	
Сеноман	19. Сірувато-білий, крейдяний мергель з провертками чорного кременю на 120,40—121,01 м та кварцевого піску на 126,19—126,49 м . . . . .	96,93	209,71		

Геол. вік	Назва порід	Грубізна	Глибина	Примітка	
		в метрах			
Крейдані	Сеноман	20. Синьо-сірий, дрібний та однорідний пісок . . . . .	1,82	211,53	
		21. Сірогато-біла, чиста та густа крейда з провертками темно-сірого пісковика . . . . .	1,52	213,05	
Юрайські		22. Чорні скупчення звуглених, дерев'янистих порід і перемішаних з кварцевим піском; проверток просяклий водою . . . . .	3,65	216,70	
		23. Чорна, чіпка, масна та пластична глина з провертками пісковика чорного та білувато-сірого кольору. Внизу вона більш піскувата . . . . .	6,09	222,79	
		24. Коричневий, кварцевий пісок, перемішаний з коричневою глиною . . . . .	0,61	223,40	
		25. Синьо-сірий, кварцевий пісок, перемішаний зі синьо-сірою глиною . . . . .	7,01	230,41	
		26. Сірогато-білий, нерівно-зернистий, грубий, кварцевий пісок з водою . . . . .	5,79	236,20	
		Глибина . . . . .	—	236,20	

м. К Р О Л Е В Е Ц Ь,

кол. Конотопська окр. 1915 р.

(№ 366)

Геол. вік	Назва порід	Грубізна	Глибина	Примітка		
		в метрах				
Крейдані	Четвертинні	1. Рослинний шар . . . . .	1,22	1,22	Свердловину зробив ОЗУГО. Воду одержано з глибини 129,53 м з розколин крейди (верхн. сенон). Рівень води — 15,24 м від поверхні землі. Діам. труб. 4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	
		2. Темно-жовтий лес . . . . .	6,09	7,31		
		3. Коричневий суглинок з рінню вапняку . . . . .	6,71	14,02		
		4. Жовтуватий, дрібний пісок зі зернами жовтого скалинцю (сухий) . . . . .	7,32	21,34		
		5. Сірий, борошнуватий суглинок . . . . .	6,4)	27,74		
		6. Грубий пісок, з грудками піскуватої крейди, кременю та фосфориту . . . . .	3,04	30,78		
	Верхній сенон		7. Темно-сірий з іржавими плямами, вапняковий суглинок . . . . .	9,45		40,23
			8. Біла м'яка крейда зі залученням піску . . . . .	34,14		74,37
			9. Біла м'яка крейда . . . . .	49,57		123,44
			10. „ щільна крейда . . . . .	5,87		129,31
			11. Грудки кременю, фосфориту та уламки <i>Vlemmtella</i> . . . . .	0,22		129,53
			12. Щільна крейда, частково сіроуватого кольору (з ознаками <i>Legebattula</i> ); луски риб . . . . .	18,64		148,17
Глибина . . . . .	—	148,17				

(№ 611)

П О Л Т А В А, III міська свердловина.

Геол. вік	Назва порід	Грубизна	Глибина	Примітка	
		в метрах			
Четвертинні	1. Ясно-жовтий дрібний кварцевий пісок, слабо зв'язаний в окремі грудки, що легко розпадаються, коли їх розтирати .	7,01	7,01	Воду одержано з глибини 429,15 м із юрського кварцевого піску. Дебіт її постійний.	
	2. Ясно-сірий дрібний кварцевий пісок . . . . .	9,45	16,46		
	3. Сірий, нерівнозернистий, кварцевий пісок з прошарками темно-сірої, піскуватої глини . .	4,88	21,34		
Третинні	Харківський	4. Брудно-зелені, дуже глинясті, дрібно-зернисті, глауконітові піски з луночками сріблясто-білого лосняку . . . . .	15,85		37,19
		5. Яскраво-зелені, глауконітові піски, менш глинясті і більш грубого зерна . . . . .	22,86		60,05
	Київський	6. Зелений, сильно глинястий, дрібно-зернистий, глауконітовий лосняковий пісок . . . . .	1,52		61,57
		7. Такий самий пісок, ясніший . .	7,92		69,49
		8. Ясно-зелена піскувата глина, в якій є багато лосняку . . . . .	7,01		76,50
	Бучацьк. Канев.	9. Спондилова глина (блакитний мергель) . . . . .	20,43		96,93
		10. Брудно-зеленувато-сірі, неоднорідні, глауконітові, слабо глинясті піски з закругленими стаяжіннями фосфоритових пісковиків . . . . .	37,80		134,73
Крейдяні	11. Зелений пісок з темно-сірими, майже чорними, закругленими стаяжіннями кременю та грудками фосфоритових пісковиків .	1,21	135,94		
	12. Сірувато-біла та біла крейда, що пишуть, з проверстками (грубизни 0,91 м) дрібних, однорідних, глауконітових пісків зеленувато-сірого кольору . . .	204,83	340,77		
	13. Сірувато-білий, дуже мергелястий, глауконітовий, дрібно-зернистий пісок . . . . .	13,10	353,87		
	14. Зеленувато-сірий, грубий, кварцевий пісок . . . . .	3,05	356,92		
	15. Сірувато-зелені, дрібні, слабо глинясті піски з прошарками темно-сірого, кременястого пісковіку . . . . .	63,70	420,62		

Геол. вік	Назва порід	Грубизна	Глибина	Примітка
		в метрах		
Юрайські	16. Темно-сіра, майже чорна глина .	3,65	424,27	
	17. Ясно-сірий, майже білий, нерівно-зернистий, кварцевий пісок .	2,44	426,71	
	18. Чорна доснякова піскувата глина . . . . .	2,44	429,15	
	19. Сірі кварцеві піски, нерівно-зернисті, водовмісні . . . . .	13,11	442,26	
	20. Ясно-сіра, м'яка та масна глина, (не закипає з кислотами) .	1,53	443,79	
	21. Ясно-сірий, пилистий, дрібний пісок, помішаний з грубими, прозорими зернами кварцу . . .	1,21	445,0	
	22. Попелясто-сіра, досить груба, піскувата глина . . . . .	1,53	446,53	
	23. Біла, досить масна глина слабо піскувата, (не закипає з кислотою) . . . . .	2,44	448,97	
	24. Грубі кварцеві піски з грудками сіркового іскришу, пісковику та кварциту, які закруглені водою . . . . .	5,19	454,16	
	25. Попелясто-сіра, масна глина . .	2,13	456,29	
	26. Грубі, до дрібно-зернистих піски, нерівно-зернисті з грубими, прозорими зернами кварцу . .	4,57	460,86	
	27. Сіра, піскувата глина, яка зверху перемішана з грубими кварцевими зернами . . . . .	2,74	463,60	
	28. Грубі, різно-зернисті піски, в яких є багато кварцевих зерен то безколірових, то білих і полупрозорих, які помішані з грубою рінню кварцевих порід . .	0,92	464,52	
	29. Темно-сіра, слабо піскувата, досить масна та однорідна глина (яка не закипає з кислотою), і в якій зустрінуто ракушки <i>Gyrphaea ascutata</i> . . . . .	21,03	485,55	
	Глибина . . . . .	—	485,55	



Басейн р. Лопань

м. Х А Р К І В, свердловина № 7 міського водогону.

(№ 1085)

Геол. вік	Назва порід	Грубизна	Глибина	Примітка	
		в метрах			
Четвертинні	Ґрунт . . . . .	0,61	0,61	Воду відмічено на глибині 8,53 м в пісковнику харківськ. поверху. Другу — на глибині 25,30 м в фосфоритовому поверстку, бучацького поверху. Третю — на глибині 566,60 м — 577,27 м в сеноманських пісках. Четверту — на глибині 587,63 — 592,81 м в сеноманських пісках. П'яту воду відмічено на глибині 603,18 м — 606,53 м в сеноманських пісках. Свердловина дає 4166 відер води за 1 годину.	
	1. Груба, бура, з іржавими плямами, порувата глина . . . . .	1,52	2,13		
	2. Бура, дуже піскувата, порувата глина з промазками більш ясного піску . . . . .	0,30	2,43		
	3. Сірий, дрібний, верстуватий пісок з поверстками сірої глини . . . . .	0,30	2,73		
	4. Сіра глина з іржавими плямами та смугами . . . . .	1,53	4,26		
	5. Коричнева порувата глина з коріннями рослин (міцями закипає); невеликий поверсток пливуну . . . . .	3,97	8,23		
	6. Темно-зелений, щільний, глауконітовий пісковик з дрібними луночками лосняку. Уламки Сегіорога згрнс.с.ч. Вода . . . . .	0,61	8,84		
	Зелена, слабо піскувата глина . . . . .	3,04	11,88		
	Зелена, майже без піску, глина . . . . .	1,53	13,41		
	7. Ясно-зелена, в свіжому стані чіпка, лоснякова глина . . . . .	9,75	23,16		
	Ясно-блакитна глина . . . . .	1,83	24,99		
	Фосфорити. Вода.				
	8. Темно-зелена глина з великою домішкою дрібнішого піску та дрібними луночками лосняку . . . . .	1,22	26,21		
	Зелений, дуже глинястий, дрібний пісок . . . . .	10,98	37,19		
	9. Сіра, м'яка крейда . . . . .	5,18	42,37		
	Біла крейда . . . . .	90,53	132,90		
10. Біла, тверда крейда . . . . .	30,78	163,68			
11. М'яка крейда . . . . .	103,94	267,62			
12. Біла, дуже пухка крейда . . . . .	19,81	287,43			
Більш тверда глина . . . . .	32,0	319,43			
Біла, пухка крейда . . . . .	7,31	326,74			
Більш тверда крейда . . . . .	13,10	339,84			
13. Сіра зерняста крейда (слабо мергеляста) . . . . .	36,58	376,42			
14. Сірувато-біла тверда крейда . . . . .	6,09	382,51			
Сіра, менш тверда крейда . . . . .	32,31	414,82			
15. Біла, досить тверда крейда . . . . .	3,35	418,17			
16. " " " " . . . . .	39,01	457,18			

Геол. вік	Назва порід	Грубізна	Глибина	Примітка	
		в метрах			
Крейдяні	Турон	17. Білий, м'який, крейдяний мергель . . . . .	100,89	558,07	
		18. Білий, твердий, крейдяний мергель . . . . .	2,13	563,20	
К р е й д я н и н і	Сено-ман	19. Зеленувато-сірий, дуже дрібний, глауконітовий, глинястий пісок з дрібними луночками лосняку	6,40	566,60	
		20. Сіруватий, грубо-зернястий, кварцевий, обточений пісок з водою . . . . .	10,67	577,27	
		21. Сірий, дуже дрібний, кварцевий пісок з грудками лоснякової глини та лігніту . . . . .			
		Дрібні хребти риб . . . . .	7,93	585,20	
		22. Зеленуватий, нерівно-зернястий пісок з домішкою дуже грубих пісчинок блакитної глини . . .	2,43	587,63	
		23. Сірий, грубий пісок з грудочками сірої глини та водою . . .	0,61	588,24	
		24. Сірий, дрібно-зернястий, глинястий пісковик з дрібними платівками лосняку та водою . . .	4,57	592,81	
		25. Сірий, глинястий лупак . . . . .	3,96	596,77	
		26. Коричнюватий, глинястий лупак . . . . .	2,75	599,52	
		27. Сірий, глинястий лупак з лігнітом . . . . .	3,66	603,18	
	28. Рожево-сірий, середне-зернястий пісок з чорними грудочками лігніту, в якому зберіглась деревина та вода . . . . .	3,35	606,53		
	Глибина . . . . .	—	606,53		

#### ЛИТЕРАТУРА

- Буренин Г. С. Гидрогеологическая карта Черниговской губ. Изв. Укр. Отд. Геол. Ком. Вып. 8, 1926 г.
- Григорович-Березовский Н. А. Геологические исследования вдоль жел. дороги Одесса — Бахмач, 1919 г.
- Гуров А. Первое артезианское бурение на подмеловые воды в Харькове. Тр. Общ. Исп. при Харьк. Унив. 1887 г., т. XX.
- Доклад об улучшении водоснабжения в Чернигов. губ. — Черн. губ. зем. собр. 52-й очер. сессии 1916 г.
- Доклады Харьков. губ. зем. очер. губ. зем. собр. Вып. III, Харьков 1915 г. Отчеты по гидрогеологическому обследованию.
- Докучаев В. В. Материалы к оценке земель Полтав. г. Вып. XVI, 1894 г.
- Коклик С. Г. Гидрологические условия г. Василькова Киевск. губ. Изв. Укр. Отд. Геол. Ком. 1924 г., вып. 4.
- Коклик С. Г. Гидрогеологические исследования в Черкассах и Черкасск. уезде и проект Черкасск. водопровода. Киев, 1917 г.
- Личков Б. Л. Гидрогеологические районы Украины. Доклад, читанный на первом гидрологическом с'езде в Ленинграде. Тр. Перв. Гидрол. с'езда, Ленинград, 1925 г.
- Лучицкий В. И. Данные по гидрогеологии Киево-Харьковской артезианской мульды в связи с вопросами водоснабжения сел и городов. Изв. Укр. Отд. Геол. Ком. т. 8, 1926 г.
- Лучицкий В. И. Новые данные по гидрогеологии Полтав. губ. Зап. Киев. Общ. Ест., том 25-й, 1916 г.
- Оппоков Е. В. Материалы по исследованию болот Чернигов. губ., 1905 г.
- Оппоков Е. В. Речные долины Полтав. губ. Часть I. Изд. Отд. З. Ул., 1901 г.
- Синцов И. О буровых и копаных колодцах казенн. винных складов. Зап. Мин. Общ. Часть 43, 1905 г.

Соколов Н. А. Нижнетретичные отложения Южной России. Тр. Геол. Ком. т. 9, № 2, 1893 г.

Стопневич А. Д. Материалы по буровым скважинам России II, III, IV, отд. от. из Гидролог. Вестника 1916 г. № 1.

Тутковский П. А. Новое глубокое бурение в Киевской губ. Зап. Киев. Общ. Ест. т. XIX.

Тутковский П. А. О двух новых буровых скважинах. Зап. Киев. Общ. Ест. 1896 г. т. XV, в. 2.

Тутковский П. А. О Трощенской буровой скважине. Зап. Киев. Общ. Ест. т. XVI, в. 2.

Федоровский А. С. К вопросу о мощности меловой толщи в г. Харькове. Тр. Общ. Исп. при Хар. Ун., 1918 г.

Чирвинский В. Н. Геологическое описание буровой скважины Киев. Политехн. Инст. и строение его территории. Изв. К. П. И. 1923 г.

Чирвинский П. Н. Геологическое строение правобережья р. Сейма Курск. губ. Киев, 1908 г.

Чирвинский П. Н. Геологическое описание трех буровых скважин Черниговской губ. Ежегодн. по геологии и минералогии России. Изд. Криштафовича 1905—6 г., том VIII.

Тамм Е. Ф. Работа подмеловых скважин Киевского городского водоснабжения в период 1897—1927 г. Вісті Інст. Водного Госп. Укр., т. I, 1927.

Тамм Е. Работа юрських свердловин Київського міського водопостачання. Вісті Інст. Водн. Госп. Укр., т. III, вип. 1, 1929.

Тутковский П. та Опочков Е. Показчик літератури про підземні води України. Вісті Інст. Водн. Госп. Укр., т. III, в. 2, 1929.

Личкова Е. Л. Каталог буровых скважин Украины. т. I—III. Киев, 1927—1930.

Федоровский А. С. Каталог буровых скважин г. Харькова и его окрестностей, Киев, 1930.

Личков Б. Л. та Лучицький В. І. Карта гідрогеологічних районів України, з розрізами і текстом. Київ, 1929.

Личков Б. Гидрогеологические условия г. Нежина, Ленинград, 1930. Изв. Гос. Гидролог. Инст. № 23.

Буренін Г. С. Пляншет і текст до пляншету 31—Гідрогеологічної карти України, Київ, 1929.

Буренін Г. С. Пляншет і текст до пляншету 30—Гідрогеологічної карти України, Київ, 1929.

Лучицький В. І. Пляншет і текст до пляншету 46—А гідрогеологічної карти України, Київ, 1930.

Лучицький В. І. Пляншет і текст до пляншету 46—В гідрогеологічної карти України, Київ, 1930.

Семихатов А. Н. Артезианские и глубокие грунтовые воды Европейской части СССР.

## XXXII. ПІДЗЕМНА ВОДА ПОДІЛЛЯ

Масмо розглянути тут не все Поділля в його колишніх адміністративних межах, бо значна частина цієї території припадає на район кристалічного масиву, який ми вже описали (див. розділ XXX), а лише ту частину, що прилягає з заходу до межі Українського кристалічного масиву і тягнеться далі на південний схід вздовж Дністра під назвою Подільської Наддністрянщини. Загалом це висока місцевість, що складається з грубої товщі морських осадових порід; височини тут більші, ніж на кристалічному масиві, і цілий ряд фактів із безперечною доводить, що Поділля — це район піднесення.

Верхів'я р. Бога та його допливів на захід від крайніх виходів кристалічних порід мають дуже широкі розложисті долини, з багами, торфовищами. Нижче по течії р. Бога долина вступає до кристалічних порід, і краєвид змінюється — долина вузька, місцями скеляста, річка порожиста. Навряд чи цей факт не свідчить про досить нове й інтенсивне піднесення цієї частини кристалічного масиву, що й спричинило підгачення верхньої частини сточища Бога з забаченням її.

Вододіл між Богом та Дністром — висока, нерівна, хвиляста місцевість, порізана дуже численними розгалуженими балками.

Всі допливи Дністра закономірно течуть у напрямку з півночі на південь; вони швидко поглиблюють свої долини, які скоро набирають каньйонуватої форми і розтинають досить рівне Наддністрянське плато на ряд витягнутих у меридіональному напрямку масивів. В середніх та долішніх частинах течій долини дністрових допливів сягають 100—150 м глибини.

Долина Дністра теж стрімка, глибока, каньйонувата, і пересічна її глибина близько 150 м.

і Коли дивитися знизу з якоїнебудь долини, то здається, що навколо гірська країна; але гори ці не є справжні гори, вони мають не тектонічне, а ерозійне

походження; щоправда, такий значний ефект ерозії пов'язаний і з піднесенням цієї країни протягом четвертинного періоду. Розглядаючи на височинах подільського плато, на рівні близько 200 м над сучасним Дністром, старовинні піщано-рінясті річкові відклади Дністра, ми легко можемо зрозуміти, що піднесення Поділля вже досягло 200 м. Воно ще триває й далі, і швидка порожиста течія ряду подільських річок є найкращий доказ нових піднесень подільського плато.

Висота вододілу Бога та Дністра коливається в межах 340—360 м над рівнем моря; ближче до Дністра поверхня, яка сюди поступово знижується, сходиться до 244 м коло Барнашівки і далі в напрямку течії Дністра висоти продовжують поступово і дуже повільно знижатись.

На заході Поділля проходить смуга товтрів — високих горбів серед плато; про їхнє рифове походження ми вже говорили (див. розділ XXIX).

Кристалічні породи в Наддністрянщині поширені в межах Могилівщини; вони відслонюються в двох пунктах по Дністру — вище с. Барнашівки та нижче м. Ямполь (с. Пороги) і утворюють численні виходи по долинах допливів Дністра — Лядави, Немії, Дерла, Мурафи з Мурашкою, Лозовою та Бушинкою, Русави, Марківки; це головню червоні та сірі граніти. Великий виступ кристалічних порід у бік Дністра, що займає площу близько 6 000 кв. км, я зву Могилівський кристалічний горст.

З осадових порід на Поділлі найстаріші силіурські поклади; в Галичині виходи силіурських покладів тягнуться по Дністру аж до околиць м. Кам'янки. Вище Кам'янки ці поклади ховаються під рівень р. Дністра, і межа їхнього поширення не з'ясована; їх знайшли в артезійській свердловині коло ст. Бірзули. Ближче до давнього берега силіурського моря, на сході й північному сході Наддністрянщини силіурська товща складається з верств аркозових<sup>1</sup> пісковиків та глинястих лупаків. Силіурські поклади залягають з лагідним похилом на південний захід і щодаля на захід, вгору по течії Дністра, зустрічаємо щораз вищі, молодші верстви силіуру. В селі Бакоті над Дністром, вгорі силіурської лупакової товщі з'являються вапняки; далі на захід в Студениці вони займають уже половину відслоненої в ярах товщі силіуру і містять численні скам'янілості силіурських тварин — трилобіти, брахіоподи. Ще далі на захід, в районі Кам'янця вся товща силіуру складається з вапняків, головню коралових, а далі біля кордону УСРР з'являються вгорі вапнякової товщі вже девонські поклади. В Галичині силіурські поклади поступово западають щораз нижче і зникають з відслонень під рівнем Дністра, а девонська товща розростається. Над цими палеозойськими покладами, на їхній поверхні, що її зривали різноманітні денудаційні чинники протягом величезного часу континентальної фази Поділля і, потім, абразія<sup>2</sup> сеноманського моря, залягають сеноманські поклади — на заході Поділля іглавконітові піски і кременясті пісковини, а на схід від долини річки Жвана — мергеляста і кременяста крейда; грубина сеноманських покладів дуже коливається від 10—15 м до 50—60 м.

Ці коливання залежать, з одного боку, від нерівностей поверхні силіурських порід, зниження якої заповнені більшою товщею сеноману, і з другого боку від міри пізнішого розмиву сеноманських покладів. Цей останній зокрема відбився на заході Кам'яничани, в долинах річок Збруча, Жванчика та Смотрича.

І силіурське і сеноманське море заливало кристалічний масив майже до однакової межі, яка проходить через Могилівщину з північного заходу на південний схід.

Після сеноманської епохи знову настав континентальний режим. Під час палеогену лише якась частина Поділля зазнала морського затоплення і біля Шаргорода видно в западинах кристалічних порід іглавконітові пісковики з типовими для палеогену скам'янілостями (верхній еоцен).

<sup>1</sup> Аркози — це пісковики, до складу яких поруч із кварцевими зернами входять зерна польового скалинця.

<sup>2</sup> Морський розмив, головню розмив суходолу морем, яке наступає на суходіл.

Але в решті площі Поділля над сеноманськими покладами безпосередньо залягають неогенові. На заході неогенова абразія була найбільш енергійна і знищила більшу частину товщі сеноману, місцями навіть геть усю товщу, так що є пункти, де неогенові поклади залягають безпосередньо на силіурі (долина р. Жванчика).

Товща неогенових покладів Поділля складається з середнього й верхнього міоцену, а саме з таких поверхів та підповерхів: подільського<sup>1</sup>, 2-го середземноморського, спіднього сармату та середнього сармату. Поклади ці мають неоднакове поширення, що має чимале значення для гідрогеології Поділля.

Подільський поверх складається головню з масткого глинястого піску, а почасти також з глини і пісковиків та сипких кварцевих пісків.

На заході Поділля (Кам'яничина) подільський поверх залягає під 2-м середземноморським поверхом, а на сході (Могилівщина, Рад. Молдавія) — під сарматом. Лише місцями його нема, що пояснюється пізнішим розмивом, а почасти й тим, що відклади мілководного подільського басейну не утворювалися там, де були вищі пункти його дна — мілі, острови.

2-й середземноморський поверх поширений на заході Поділля та Волині; він складається з кварцевих пісків та черепашкових і літотамнівних<sup>2</sup> вапняків; у смузі, рівнобіжній до давнього берега, вздовж тектонічної лінії піднесення морського дна в морі 2-ої середземноморської епохи оселилися рифотвірні організми і побудували величезний рифсвий масив, що тепер у вигляді ланцюга височин протягається через західне Поділля в пд.-с. напрямку під назвою товтри або медобори. Трансгресія моря 2-ої середземноморської епохи не зайшла так далеко на схід і північний схід, як за сеноману й силіуру. Навпаки, поширення подільських покладів у цих напрямках значне, і на північно-східньому краї подільські поклади безпосередньо лежать на кристалічних породах під сарматською товщею.

Подільські поклади мають лягуновий характер; почасти вони старіші за середземноморські, що видно з того, що на Кам'яничині вони підстелюють останні, почасти одночасові, про що свідчать скам'янілості, знайдені в подільських покладах с. Кучі, почасти ж може навіть деякі лягуни відповідали часу переходовому від 2-ї середземноморської епохи до сарматської, бо в деяких пунктах Могилівщини можна бачити тісний зв'язок подільських покладів із спідньо-сарматськими.

Сарматська епоха проходила під прапором могутнього розвитку тектонічних сил; Карпати росли щораз вище, підносилося їхнє підніжжя, море відштовхувалося щораз далі на північний схід та схід, сарматська трансгресія завойовувала щораз ширшу смугу на поверхні кристалічного масиву.

Сарматські поклади мають найбільше поширення на Поділлі й Волині. За спіднього сармату відкладлася товща вапнякових пісків та оолітових вапняків. У товтрах та поміж товтрових пасом поросли сарматські рифові вапняки, а поміж них та поблизу товтрової смуги відкладалася серія глин, мергелів та триплі.

За середнього сармату море поширилося далі на північний схід, заливаючи кристалічні породи заходу Волині, Вінниччини, всю Могилівщину, значну частину Тульчинщини. Але на заході зате воно скоротилося і не переступало за товтри. Грубі товщі оолітового та черепашкового вапняку з *Mastra Fabreana*, *Trochus pedolicus*, *Cardium Fittoni*, *Tapes gregaria* (грубі, великі) та ін. відкладалися на просторах Волині, Поділля та Молдавії, а над ними залягли глини й піски, з яких складаються всі вищі дільниці подільського плято та вододіли. Рівнобіжно з напрямком товтрової смуги давніших рифів, що проходить на заході Поділля, росла на його сході друга, середньосарматська смуга рифових горбів, що їх чудово можна розглянути в долині р. Кам'янки.

<sup>1</sup> Нова назва, яку для геології Поділля запропонував автор цієї книжки.

<sup>2</sup> Літотамні — морські вапністі водорості, що утворюють куляваті зростки.

З кінцем середнього сармату настала велика зміна — море залишило Поділля. Протягом відступання моря на південь річки, що потекли з нового суходолу — Поділля, виносили багато піску та мулу, з яких склалися величезні дельти старовинних Дністра та Прута, відомі під назвою «балтського поверху», що складається з грубої товщі діагонально-верстуватих пісків, та глин; балтські поклади на Україні поширені на крайньому сході Поділля й ділі на південь і займають велику площу від Жмеринки до Роздільної.

Протягом кінця неогену та четвертинного періоду Поділля являє собою суходіл, на якому поклади майже не утворювались, а навпаки більше працювала денудація. Від початку четвертинного періоду Поділля підноситься, Дністер щораз глибше врізується в плато, під час перерв у піднесенні розробляє долину в ширину і встелює її своїми покладами. Долина Дністра дуже широка і має шість терас з річковими покладами, на таких рівнях над сучасним Дністром: 1) 5 — 7 м, 2) 12 — 15 м, 3) 18 — 25 м, 4) 45 — 50 м, 5) 90 — 100 м, 6) 150 — 200 м.

Розглянувши геологічну будову Поділля, можемо перейти до його гідро-геологічної характеристики, починаючи з верхніх горизонтів.

Лесова верховодка має незначне поширення, бо лесу здебільшого нема в цьому районі; лише на північному сході Поділля, там, де цей район переходить у район кристалічного масиву, лес має загальне поширення, а разом із тим є й типова для нього верховодка (див. розділ XXX). На височинах подільського плато, на вододілах і в верхів'ях долин села часто беруть воду з водовмісних горизонтів середньосарматської піщано-глинястої товщі. З цих горизонтів витікають і невеличкі джерела, що народжують подільські річки — Бог та його допливи, допливи Дністра. Долини в верхів'ях широкі, з плескатими і забagnеними коритами, з счеретом і торфовищами, з великою кількістю маленьких джерел.

Колодязі в селах мають різну глибину, залежно від рельєфу та від того горизонту, з якого вони беруть воду, бо в сарматській піщано-глинястій серії товщі піски переверстовані з глинами, до того ж часом досить капризно, і насподі таких піщаних товщ, над глинястими верствами піски водовмісні то більшою то меншою мірою в кількох горизонтах. Глибина колодязів змінюється від кількох метрів (3—7) до 20—30 м. Піщані шари з водою часом мають характер пливуну, і спорудження колодязів дуже утруднюється. Дебити різні — від кількох відер на годину до 50—80 відер; загалом дебити незначні. Ця мінливість щодо глибини й дебіту колодязів і ще менша надійність водовмісних горизонтів властива балтським піщано-глинястим покладам з химерним уложенням, типовим для дельтових покладів. На заході Поділля, в районі близькому до товтрів, де під середньосарматськими пісками плато залягає глинясто-мергеляста притовтрової серія спіднього сармату, над нею утворюється потужніший і сталіший водовмісний горизонт, що дає рясніші джерела і живить колодязі, збудовані на схилах долин у селах.

Місцями глини й мергелі притовтрової глинясто-мергелястої серії щільніші і на заході Поділля, за товтрами, з них добувають воду. Джерела з цих верств забagnюють деякі схили й балки Кам'яниччини, спричиняючи місцями зсуви.

Потужний водовмісний горизонт, найрясніший на всьому Поділлі, пов'язаний з підніжжям сарматської вапняково-піщаної товщі; на сході Поділля потужні джерела з цього горизонту пов'язані з середнім сарматом, на середній частині — із спіднім сарматом, на заході — з пісками й вапняками 2-го середземноморського поверху. Його нема лише там, де нема під вищезазначеними верствами глинястих водонепрохідних покладів по-

діленьського поверху, що утворюють постелю цього чудового горизонту.

На півночі Поділля, куди не заходять у типовому поширенні подільські поклади, їхні останки залишилися поміж кременіям вгорі сеноманської товщі, або над глинястими породами, що вкривають кристалічні породи. Цей горизонт, що його найкраще назвати спідній неогеновий горизонт, дає головну масу води подільським річкам. Для прикладу можна назвати річки Ров, Ущицю, Калюс, Лядаву, Мурафу, Русаву, Кам'янку, Марківку, Білоч.

У долині допливу Ущиці р. Ушки є сила джерел. Можна згадати про великі джерела в верхів'ях Лядави, Мурафи, Русави, Марківки. У долині р. Білоч у с. Грабові теж група могутніх джерел. Але розраховувати на цей горизонт скрізь без попереднього дослідження або літературної довідки все ж не слід; як говорилося, місцями породи подільського поверху відсутні (с. Лядава) або надто піскуваті (с. Ізраїлівка), і тоді вода дренується природним підземним шляхом, зникає, перетікаючи до глибших верств.

Під вододілами, і почасти під верхньою частиною течій долин вода цього горизонту має мало виразний артезійський характер—невеликий напор. Частина джерел, про які ми згадували, мають догірний характер (джерела в заплаві р. Мурафи коло м. Мурафи, джерело Безодня в Покутинцях та інші). Свердловин, що використовували б цю воду, є мало; на перешкоді до використання стоїть занадто малий напор, необхідність відсмоковувати воду з чималої глибини (Ярмолинці, Солобківці); крім того, ця вода буває дуже тверда, що зрозуміло, бо вона циркулює в щільнистих вапняках та вапнякових пісках. Твердість її часто переходить вищу норму (30° німецьких) і доходить до 40° і більш. У джерелах твердість води буває різна; загалом дуже великі джерела мають не дуже високу твердість води. Твердість води цих джерел змінюється—від такої твердої води, що осаджує величезні маси вапнякового туфу (В.-Кужелова, Маліївці, Мушкотинці, Кривчик та ін.) і до цілком нормальної води (12—18°). Пояснити існування такої порівнюючи м'якої води поруч з дуже твердою можна так: там, де вода виходить під землею до широких порожнин та розколин, вона там же звільняється від значної частини карбонату кальцієного, осаджуючи його на стінках порожнин та розколин, і потім витікає на поверхню зм'якшена. Розколини й порожнини поступово заповнюються кальцитом і перетворюються на кальцитові жили. У багатьох каменярях Наддністрянщини, що розробляють сарматський або середземноморський вапняк, можна бачити кальцитові скоринки на стінках розколин за суцільні грубі жили кальциту.

На південь до Дністра цей потужний водовмісний горизонт, віддавши свою воду річкам та ярам, слабне і місцями майже зникає. В тій частині Поділля, де сарматські поклади безпосередньо налягають на кристалічні породи, цей водовмісний горизонт з'єднується з надкристалічним, і вода його то утворює джерела з сарматського вапняку, то з розколин граніту, то з верств жорстви.

Д а л ь ш и й г о р и з о н т — с е н о м а н с ь к и й.

Він має менше поширення на північний схід і схід ніж спідньо-неогеновий, але, оскільки він глибше залягає і не такою великою мірою дренується, то він дає досить рясні джерела навіть поблизу Дністра. Якість води цього горизонту здебільшого дуже гарна; але часом буває тверда вода; причини цього явища з'ясуються далі.

Водовмісний горизонт пов'язаний із спідньою верствою сеноманських покладів г'лавконітовим піском або піскуватим мерґелем, що містить у собі ринь силурських порід—пісковиків, фосфоритів. Над цією верствою на півночі та заході Поділля (на захід від р. Жван) лежать щільнисті і трохи ніздраті кременясті пісковики, збагачені на цемент і з м'ягшами триплевами залученнями та зростками—так звані г'ези. На сході над базальною верствою сеноману лежить груба товща сіруватої мерґелястої крейди з малою або значною кількістю розколин. Вода в сеноманських покладах циркулює як у спідній водопрохідній верстві, так і в вищій г'езовій товщі або в розколинах мерґелю.

У подільських фосфоритових копальнях можна бачити сеноманські щілинисті гези та глауконітові піски; із розколин ллються до фосфоритових штолень ясні джерела, в підніжжі сеноману скрізь — вода.

Водовмісні горизонти впливають один на один і є в тому чи іншому зв'язку один з одним. У тих місцях, де подільський поверх не досить водотривкий, щоб затримувати над собою всю воду горизонту спідньої частини неогену, вона проходить у щілинисту сеноманську товщу, просочується по всій її масі («капіж» у штольнях) або йде розколинами і ллється струмками в штольнях. Боротьба з водою в підніжжі сеноману є конче потрібна й важка частина робіт коло збудування подільських фосфоритів, що в вигляді гладких ріняків скупчені в підніжжі сеноманських покладів над поверхнею силюру.

Сеноманська ґрунтова вода пов'язана з водою силюрської товщі; вона проходить до силюрських порід там, де ці породи на межі з сеноманом водопрохідні або щілинисті. Про це розповімо трохи далі. Сеноманська вода має певний напор на півночі Поділля, напр. у Проскуріві; тут свердловина зустріла воду в спідній частині сеноманської товщі на глибині близько 75 м від поверхні землі, і вода не дійшла до поверхві лише на 5 м. Джерела з підніжжя сеноману дуже поширені в Наддністрянщині, в долинах річок Ушиці, Калюса, Жвана, Карайця, Лядави та ін. У цій Наддністрянській смузі інтенсивне дренажування цього горизонту через численні джерела цілком знесилоє його.

Підземну воду силюрської товщі почасти треба розглядати разом із сеноманським водовмісним горизонтом, бо як ми вже зазначили, вони мають тісний зв'язок одно з одним.

Як уже було зазначено, силюрські поклади залягають із загальним нахилом на південний захід; через те сеноманські поклади лежать на розмитій поверхні різних горизонтів силюру — то на пісковиках, то на глинястих луках, які утворюють кількаразове чергування верств. Нарешті, на заході Поділля силюр складається з вапняків. Пісковики дуже щілинисті, а тому вони вбирають воду з сеноманської товщі, і вода сунеться в напрямку нахилу верств. Але, крім загального спаду силюрських верств на південний захід, є ще пофалдованість їх рівнобіжно з меридіаном; тому місцями спостерігаються ускладнення в нахилі силюрських верств, зміна напрямків нахилу. На досить різних висотах у долинах наддністрянських річок спостерігаються виходи джерел з різних горизонтів силюрських пісковиків.

Найкраще з'ясовано ці умови для околиць Могилева-Подільського. Тут є ряд джерел, що виходить з підніжжя сеноману. Ще більше джерел із силюрських пісковиків, які, як ми говорили, перехоплюють воду із сеноману, а, крім того, мають власне живлення в долинах річок, балок та ярів.

Ближче до Дністра, де спідні горизонти силюрського пісковика залягають нижче рівня цієї річки, в них є ясна артезійська вода. Глибина їх коливається від 22—30 м до 37 м.

На заході Поділля потужна ґрунтова вода міститься в вапняках. У ряді долин вона дає дуже ясні джерела. У глибших частинах грубешної товщі вапняків є артезійська вода. Для прикладу можна навести свердловини Кам'янця; вони мають різну глибину залежно від висоти пункту та трохи від тієї глибини, на якій зустрічаються водовмісні щілини вапняку; глибина свердловин коло річки Смотрича близько 40—50 м, причому вода трохи не доходить до гирла свердловини; на високих пунктах глибина близько 120—140 м; вода підіймається до того самого п'єзометричного рівня, що й у перших свердловинах. Є артезійські колодязі і в долині Збруча.

Для повноти нарису гідрогеологічних умов Поділля треба в кількох словах розповісти про ґрунтову воду в алювійних покладах, так званих річкових терасах, як новіших так і стародавніх. Ми говорили, що Дністрова долина має ряд терас. Перша і друга тераси, розташовані на дні долини, мають досить ясну воду в піщано-рінястих відкладах на досить невеликій глибині. В колодязях на першій терасі Могилева вода залягає на



глибині 3—5 м, у другій на 7—11 м від поверхні; вода ця буває й добра, але в залюднених пунктах, завдяки тому, що водовмісна верства зверху не вкрита жодною непрхідною породою, вона легко забруднюється, псується, заражується, і тому здебільшого не доводиться рекомендувати цю воду для водопостачання.

Як загальний висновок, мусимо сказати, що Поділля належить до районів, багатих на воду. Багатство на горизонти підземної води, рясні джерела, сила річок та струмків дуже характерні для цього району. Але є окремі пункти, де все ж гідрогеологічні умови несприятливі: поблизу Дністрової долини, через велике дренавання місцевості, порізаної річками, ярами, води в вищих горизонтах буває мало, а часом і зовсім нема. Але й у таких пунктах справу водопостачання можна розв'язати через використання глибших водовмісних горизонтів.

#### ЛІТЕРАТУРА

- В. Ласкарев. Общая геологическая карта Европейской России. Лист 17-ый. Труды Геологического Комитета, 1914.
- Б. Лічков. До гідрогеології міст Поділля. Вісник Укр. Геол. Ком., вип. 3, Київ, 1922.
- Л. Красівський. Гідрогеологічна основа Поділля. Кам'янець-Под., 1924.
- Е. Лічкова. Каталог бурових скважин України. Т. 1. и 3. Киев, 1927 и 1930.
- Р. Виржиковський. Підземне живлення річок Подільської Наддністриящини. Вісті Н.-Д. Інституту Водного Господарства України. Т. III, вип. I, 1929.
- Р. Виржиковський. Краткий геологический очерк Могилевского Приднестровья. Вісник Укр. Район. Геолог.-Розвідк. Управи, вип. 14, Київ, 1929.
- П. Тутковський та С. Опков. Показник літератури про підземну воду на Україні. Вісті Н.-Д. Інституту Водного Господарства України. Т. III, вип. 2, 1929.
- Б. Лічков та Лучицький. Карта гідрогеологічних районів України. Видання Укр. Н.-Д. Інституту С.-Г. Меліорації та Укр. Район. Г.-Р. Управи, 1930.
- Р. Виржиковський. Гідрогеологическое описание окрестностей г. Могилева-Подольского. Вісті Н.-Д. Інституту Водного Госп. України, т. IV, вип. 2, 1931.
- Р. Виржиковський. Звіт про детальне геологічне здймання Подільського фосфоритового району 1928 року. Укр. РГРУ. Матеріали до загальної та застосовної геології України, вип. VII. Київ, 1931.

### XXXIII. ПІДЗЕМНА ВОДА НАДМОРСЬКОГО СТЕПОВОГО РАЙОНУ

Досить низинний поблизу морських узбереж Чорного та Озівського моря, цей район, віддаляючись від морського берега, підвищується. Це підвищення нерівномірне; воно головню залежить від того, як близько до моря підходить район кристалічного масиву; ось чому на Маріюпільщині та Бердянщині вже недалеко від моря місцевість значно підвищується. Дніпро ділить, так само як і всю Україну, її південну степову смугу на дві частини: правобережну (Херсонщину) і лівобережну (Північну Таврію). Для обох цих частин характерна велика сухість клімату, інтенсивна інсоляція, поширеність неогенових покладів, розвиток лиманів — розширених озеруватих річкових гирл та соляних озер, що відокремлені від моря піщаними пересипами або косами.

Щодо геологічної будови району треба насамперед затриматись на четвертинних покладах. Для цього району характерне поширення лесу; уважне вивчення грубої товщі лесу (10—20 м) показало, що лес тут має кількаповерхову будову, окремі лесові поверхи розділяються поміж собою верствами похованого ґрунту. Лесові поверхів тут можна виділити то 2, то 3, то 4; нормально там, де збереглася вся товща лесу, є 4 поверхи, що відповідають 4-м зледенінням півночі Європи; три горизонти похованого ґрунту відповідають 3-м міжльодовиковим епохам. Сучасний ґрунт належить до сучасної — 4-ої міжльодовикової епохи.

Далі, для українського півдня характерне велике поширення червонобурих глин, що підстелюють лес. Назва «глини» для цієї товщі є до певної міри

умовна, бо часом породи цієї товщі бувають дуже піскуваті і навіть місцями заміняються на червонобурі піски. Червонобурі глини лише почасти можна залічити до четвертинної системи; нижня частина їх належить уже до плі-оцену.

Червонобурі глини зокрема, а в значній мірі й леси цього району через велику його посушливість та недостачу опадів, дуже збагачені на різні розчинні сполуки: хлорати, сульфати тощо. Це має великий вплив на ґрунтову воду, яка часто надто багата на різні солі і через те нерідко непридатна до використання. Питання про наявність солодкої води це є питання про життя в цьому районі. Через затруднену циркуляцію верховодки в поземному напрямку для півдня України надзвичайно характерна мінливість якості верховодки навіть у близьких один до одного пунктах. Видатність лесової верховодки загалом невелика, а місцями її й зовсім бракує; це буває з різних причин: на узбережжях моря, лиманів та річок, зокрема там, де дуже поширені яри та балки, дренавання ґрунту спричиняє збідніння верховодки, аж до її знищення; великі посухи із свого боку нерідко призводять до значного, а то й повного висихання верховодки; якщо лесова серія підстелюється дуже піскуватою видозміною червонобурої глини, то ґрунтова вода інфільтрується в глибину, і верховодка зникає.

Трохи краще, ніж на загальній площі степу, стоїть справа ґрунтової води в балках та долинах. Долини південної України колись, під дуже недавно геологічну добу, ще були далеко глибші, ніж за теперешнього часу і в них енергійно працювала ерозія. Западання суходолу спричинило затоплення морем прибережної смуги — трансгресію, затоплення низових частин річкових долин перетворило їх на лимани. Піднесення нижньої ерозійної бази в районі відразу спричинило великі зміни в режимі ерозійних процесів; ерозія здебільшого припинилася, замінившись на відкладання намулів на дні долин та на їхніх схилах, а також у лиманах. Для всього району характерні, крім лиманів, балки — завмерлі колишні яри, з зарослими травою боками, з грубою товщею алювійних покладів і з великим розвитком делювію.

Що цей процес зміни розмиву на відкладання відбувся дуже недавно, геологічно кажучи, свідчить факт затоплення навіть верхнього найновішого поверху лесу лиманами, — лимани утворилися в післяльодовикову епоху або, може, лиманоутворення тривало трохи довше, але в основних рисах закінчилося дуже недавно, — за післяльодовикової (4 міжльодовикової) епохи.

У наслідок цих фактів балки вміщують грубу товщу алювійних покладів, що часто бувають збагачені на ґрунтову воду з напрямком руху, рівнобіжним з напрямком течії долини. Є на посушливому півдні чимало річок (Барабой, Куяльники тощо), що лише кілька місяців мають течію, а на весні пересихають і ціле літо зовсім сухі, але в алювійних покладах таких долин посувається підземний водний потік. Населення нерідко використовує алювійну ґрунтову воду сухих долин для водопостачання, обводнювання городів тощо. Але й по балках не скрізь ґрунтова вода добра і не скрізь вона є; часто й ця вода буває солонувата або гірка, непридатна до пиття й обводнювання; цього горизонту часом зовсім не буває, якщо алювійні поклади залягають серед водопрхідних порід — пісків, щілинистих вапняків.

Для південної України дуже характерний широкий розвиток неогенових покладів; тоді як північна Україна з кінця палеогену перебувала суходолом (крім Поділля та Волині), на півдні ще були морські та озеруваті басейни, які то звужувалися, то розширювалися у зв'язку з повільними рухами земної кори.

Про глибокі верстви цього району в нас нема певної уяви, бо ця справа ще не досить вивчена, глибоких свердловин нема. На підставі загальних даних можна гадати, що на заході району можуть бути с и л ю р с ь к і глинясті лупки та пісковики, такі, які поширені над Дністром на Поділлі в районі Ямполя. Із свердловин південної України лише одна — Бірзульська, що лежить на північному заході Херсонщини, дійшла до силурських порід на глибині 166 м (44 м нижче рівня моря). Ці породи, як виявилось, слабо водовмісні.

Безперечно більше поширення в цьому районі повинні мати поклади крейдяної системи, а саме сеноманські. Їх зустріли басарабські свердловини і в тому числі свердловина поблизу Дністра на Кицканській лісовій дачі. Бірзульська свердловина проходила по сеноманських крейдяних мергелях на глибині від 61 м до 165 м. На південний схід від Запоріжжя в Оріхові, Пришибі та інших пунктах свердловини теж увійшли в сеноманські поклади. З другого боку, якщо взяти поширення сеноманських покладів у Криму, то стає цілком безсумнівне, що не може бути перерви в поширенні сеноманських покладів вздовж надморської степової смуги України; надалі треба докласти сил, щоб розвідати глибоким свердленням сеноманську товщу південної України, щоб з'ясувати її гідрогеологічні властивості, бо можна сподіватися, що сеноман містить у собі в надморській Україні, зокрема в районі Одеса-Херсон-Перекоп, рясну артезійську воду.

Палеогенові поклади мають велике значення для Таврії, бо вони містять у собі рясну добру воду з великим напором (бучацький горизонт). Палеоген значно поширений на півдні України, але на правобережній частині степової смуги він мусить мінералізувати солону воду, що позбавляє палеогеновий водовмісний горизонт практичного значення (Кицкани, Одеса, Херсонський район). В артезійському колодязі в Мелітополі бучацькі водовмісні піски залягають на позначках — 262 до — 297 м. Вода підіймається до + 37 м, і лише на 5—7 м не доходить до поверхні. На південь від Мелітополя в Ельбінгу: — 500 м; в Ельбінгу вода вже солона. В Мелітополі вода дуже м'яка: 0,4°, вона дхне сульфідом двоводневим (сірководнем), від якого її легко звільнити аерацією.

Таким чином палеогеновий артезійський горизонт має велике значення для Мелітополя й північної частини Таврії, але для Херсонсько-Озівської смуги він не має значення, через те що в цих районах вода його солона.

Неогенових водовмісних горизонтів є кілька. З них на Правобережному степі, зокрема на заході (район Дністер—Богський лиман), головне значення має артезійська вода в середньо-сарматських вапняках. У сточищах Дністра численні артезійські колодязі дають артезійську самовиливну воду з середньосарматських покладів. Якість води задовільна, часом вода занадто тверда. Дебіти колодязів недостатні для водопостачання великих міст; наприклад, Одеси. Вищі поверхи неогену Херсонщини, меотичний, понтичний, балтський (що поширений на північному заході району на вододілі Дністра та Бога) містять у собі лише ґрунтову воду, бо вони перерізані численними долинами, які їх дрениують і позбавляють артезійського тиску. Якість води з цих горизонтів неоднакова так само, як і дебіти джерел та колодязів.

На Одещині ґрунтові води з понтичних піздратих вапняків утворюють численні джерела на морському узбережжі та по балках і спричиняють великі зсуви.

У Таврії неогенова товща містить кілька артезійських горизонтів; перелічуючи їх знизу догори, ми рівнобіжно будемо в дужках зазначати їхні порядкові числа, за П. А. Двойченком, в описі якого вони перелічені зверху вниз.

Артезійський горизонт у пісках та вапнякових пісковиках 2-го середземноморського поверху (III). В середній частині Мелітопільщини аж до Дніпра цей горизонт дає напірну воду в колодязях завглибшки 100—150 м; вода мало не доходить до поверхні, в долинах часом самовиливається із свердловин. Ближче до Сівапа й Озівського моря цей горизонт залягає глибше і дає мінералізовану, солону воду. В Кирилівці на березі Озівського моря, де провели розвідкову свердловину на воду до глибини 260 м, що її описав М. М. Пухтинський, III артезійський горизонт залягає на глибині 207—216 м і дає воду, яка не доходить до поверхні на 5,5 м. Температура 17°. 1 л води, за аналізом лабораторії Одеського НТУ, містить (у грамах):

Хлориду натрійного . . . . .	17,1422
Хлориду калійного . . . . .	0,4657
Двохлориду магнезійного . . . . .	1,2335
Двохлориду кальційного . . . . .	1,1175
Бромистого маґнія . . . . .	0,0358
Сульфату кальційного . . . . .	0,0043
Двовуглекислого кальція . . . . .	0,6726
Двовуглекислого заліза . . . . .	0 0048
Сума солей . . . . .	20,6784

Покрівля цього водовмісного горизонту складається з сарматських чорних глин, що на півдні Мелітопільщини містять у собі й видають із свердловин пальні гази.

Артезійський горизонт у черепашкових та оолітових вапняках верхнього сармату та мезотичного поверху (II). Глибини свердловин 60—80 м. Площа поширення — південна частина Мелітопільщини. Місцями поблизу моря вода II горизонту солонувата. Але загалом у присівашній частині Таврії цей горизонт щодо якості води надійший за інші.

Понтичний артезійський горизонт у нідратих та черепашкових вапняках. На півночі і в середній частині Мелітопільщини цей горизонт не має напору зовсім або дуже малий напор і воду добувають за допомогою глибоких копаних колодців. На півдні, в надморській смузі Мелітопільщини напор у цьому горизонті значний, і свердловини, розташовані в низьких пунктах, дають самовиливну воду. Глибини свердловин дуже невеликі, що збільшує можливість широко використати цей горизонт; вони найчастіше змінюються в межах 40—50 м. Цінність цього артезійського горизонту надзвичайно збільшується через те, що він дає солодку воду в районах, де ґрунтова вода дуже недобра, солонна, цілком непридатна, а інші артезійські горизонти залягають занадто глибоко, а до того бувають ще й солоні. Серед дуже посушливого клімату надморської Таврії, що наближає цю місцевість до південної пустині, з низьким рівнинним рельєфом, серед якого є замкнені плоскі западини—поди, артезійська вода з понтичного поверху створює оази; до таких оаз серед сухого степу належить розкішний зоопарк Асканія-Нова (Чаплі) із ставками й озерами, що живляться з артезійських свердловин із самовиливною водою. Але місцями в районі Сиваша і цей горизонт видає солону воду.

Отже Південна Україна бідна на ґрунтову воду; до того ж ця вода часто буває надто мінералізована, до вжитку непридатна.

Щодо артезійської води, то вона теж нерівномірно забезпечує цю країну. На заході в районі найбільшого розвитку середньосарматських вапняків у них є рясний артезійський горизонт; на півдні в районі Одеси він слабшає і не може бути за базу для водопостачання великих залюднених пунктів та господарчих одиниць, але для дрібних одиниць його можна використати; для цієї ж мети можна користатись і з верхньосарматського, не дуже потужного артезійського горизонту півдня Одещини. Таврія краще забезпечена підземною водою тим більше, що тут недалеко від поверхні залягають нідраті понтичні вапняки, що містять напірну солодку воду. Північ Таврії — Мелітопіль, Орхів тощо забезпечують глибокі горизонти — середземноморський, буцацький, навіть сеноманський.

#### ЛІТЕРАТУРА

- Н. Барбот-де-Марни. Геологический очерк Херсонской губернии.  
 Н. Соколов. Об артезианских колодцах Южной России. Изв. Геол. Ком., т. XI, 1892, № 4.  
 И. Ф. Синцов. Об одесских буровых скважинах. Зап. Новоросс. Общ. Ест., т. XVIII, вып. I. Одесса, 1893.  
 И. Ф. Синцов. Гидрогеологическое описание одесского градоначальства. Зап. Новоросс. Общ. Ест., т. XVIII, в. II, 1894.  
 Н. Головкинский. Артезианские условия Херсонского уезда. Херсон, 1894.  
 И. Ф. Синцов. Гидрогеологическое исследование Одесского уезда. Зап. Новоросс. Общ. Ест., т. XX, 1895.

Н. Соколов. Гидрогеологические исследования в Херсонской губ. Труды Геолог. Ком., т. XIV, № 2, 1896.

И. Ф. Сидцов. О буровых скважинах одесских сахаро-рафинадных заводов. Зап. Новорос. Общ. Ест., 1897, т. XXI, вып. 2.

И. Ф. Сидцов. О неогеновых осадках г. Ананьева. Зап. Новор. Общ. Ест., т. XXIII, вып. 1, 1899.

И. Ф. Сидцов. О буровых и колодезных колодцах казенных винных складов. Зап. Минерал. Общ. 1903—1912.

В. Д. Ласкарев. Геологические наблюдения в окрестностях г. Тирасполя. Зап. Новор. Общ. Ест., т. XXXIII, 1908.

Е. С. Бурксер. Минеральные источники на побережье одесских лиманов. Одесса, 1915.

А. К. Алексеев. Материалы по буровым колодцам северо-зап. части Херсонской губ. Зап. Общ. С.-Х. Юга России, т. 87, 1916.

П. А. Православцев. Гидрогеологические исследования в Ананьевском уезде, Херсонской губ. в 1914. Ежегодник по геологии и минералогии России. 1916, т. XVII.

Алексеев, Гапонов и Крокос. Предварительный отчет о гидрогеологических исследованиях в Тираспольском уезде Херсонской губ. в 1914. Ежегодник по геологии и минер. России, т. XVII, в. 6—8, 1917.

Е. А. Гапонов. Рельеф и подземные воды Украины. Труды ЮОМО, 1922, вып. 2, Одесса.

Е. А. Гапонов. Гидрогеологический разрез Тирасполь-Николаев-Качкарровка. Труды ЮОМО, 1923, вып. 2.

А. Н. Семихатов. Артезианские и глубокие грунтовые воды Европейской части СССР. (Разом із книжкою Гефера: Подземные воды и источники, ГИЗ, 1925), стор. 294—300.

Р. Выржиковский. Об изучении разведочных буровых скважин на дне Южно-Бугского лимана. Вісник Укр. Геол. Ком., вып. 6, 1925.

Е. А. Гапонов. Об артезианских водоносных горизонтах юга Украины. Зап. Одесского Общ. Естествоиспыт., т. 44, 1928.

А. К. Алексеев. Гидрогеологические исследования долины р. Ингульда. Труды ЮОМО, в. XI, 1928. Одесса.

Р. Выржиковский. Геологический очерк АМССР. Вісник Укр. Геол. Кам., вып. 10, 1927.

М. Н. Пухтинский. Результаты глубокого бурения в с. Кирилловке, Мелитопольского округа. Вісник Укр. Геол. Ком. в. 13, 1929.

Е. А. Гапонов. Каталог буровых скважин и гидрогеологическая карта Юго-Западной Украины. Труды Южн. Обл. Мелпорат. Организации (ЮОМО), вып. XIII, 1928, Одесса.

П. А. Двойченко. Артезианские воды и колодцы Мелитопольского округа. Труды Южн. Обл. Мелпорат. Организации (ЮОМО), вып. VII и VIII. Одесса, 1927—1928.

П. А. Двойченко. Гидрогеологический очерк Северной Таврии. Труды ЮОМО, вып. XV, 1930.

## XXXIV. ПРО ПІДЗЕМНУ ВОДУ ДОНБАСУ

Донецький басейн, величезна вугільна та промислова база, суцільний район копалень та заводів, перерізаний численними залізницями, належить до районів з дуже недостатньою природною водозабезпеченістю. Клімат сухий, багато вітрів, головне сухі вітри із сходу.

Район цей дисльокований; він утворює кілька фалд, антикліналів та синкліналів; крім того, є багато скидів більшого й меншого розміру. Разом район розпадається на ряд відокремлених з тектонічного та гідрогеологічного погляду діляниць.

На підземну воду Донбасу має чималий вплив людина, що провела тут численні глибокі розгалужені шахти, збудувала безліч заводів, а разом заснувала багато залюднених пунктів.

Шахти, що борються з підземною водою під час своєї роботи, викидають забруднену воду на поверхню і виснажують підземні водовмісні горизонти. Загальна кількість води, що її відсмоковують шахти Донбасу, ставить близько 200 000 куб. м на добу. Цю воду в невеликій частині використовують для технічних потреб (близько 30%), а решта (близько 1 600 секундолітрів) стікає і потрапляє до балок та долин, забруднюючи і поверхневу і ґрунтову воду.

В геологічній будові Донбасу беруть участь відклади девону, кам'яновугляні, пермські, тріасові, юрські, крейдяні, палеогенові, почасти неогенові, четвертинні. У цих покладах є ряд водовмісних горизонтів, що їх тектонічна будова розділяє на окремі невеликі басейни, а разом з тим жодного значного артезійського району або горизонту нема.

Щодо якості підземної води, то можна зазначити, що в Донбасі вона дуже мінлива і що, крім цілком мінералізованої непридатної води, є багато окремих горизонтів в окремих гідрогеологічних підрайонах, які мають то досить задовільну, то дуже тверду або солонувату воду.

Найкраще стоїть водна справа на північному краю Донбасу, бо тут Донбас межує з Північно-українською артезійською мульдою, з її потужним сеноманським горизонтом; крім того в фалдах північної частини Донбасу є досить ясна вода в крейдяних покладах, що дає джерела й дуже підіймається в свердловинах. Потужне джерело Кипуча (170 секундолітрів) виходить з карстового масиву кам'яновугляних вапняків на південно-західньому краю Донбасу. Воду цього джерела використовують для водопостачання м. Сталіна.

Для цілого Донбасу навряд чи можна розв'язати проблему водопостачання на основі використання його підземної води; тому доведеться подавати воду або з південного краю прилеглої частини Північно-української мульди або з річки Дінця.

#### ЛІТЕРАТУРА

Гидрогеологический очерк Донецкого бассейна. Склали: Авчинников, Буренин, Каманин, Кумпан, Мальков, Матвеев, Пирогов, Погребинский, Попов, Родыгин, Северов, Сиягин, Токарев, Щеголев. Видання Головної Геолого-розвідкової Управи. Ленінград, 1930.

Г. Буренин. Про використання підземних вод Донецького басейну на водопостачання. Вісті Інст. Водн. Госп. Укр., т. III, вип. I, Київ, 1929.

## ПРЕДМЕТОВИЙ ПОКАЗНИК

- Абразія 200, 201  
 Аерація 151  
 Акули 36, 47, 172  
 Алювії 96, 97, 99, 100, 130, 131, 138, 145, 148, 162, 180, 205  
 Амоніти 39, 40, 42, 43, 46  
 Амфібії 33, 36  
 Амфіболи 159  
 Аналіза 161, 164  
   » бактеріологічна 131  
   » механічна 81, 82, 83, 164  
 Аномалія магнетна 183  
 Антиклінали 19  
 Апліт 159  
 Аркози 170, 200
- Багна** 199  
 База ерозійна 206  
 Базальти 17, 26, 61, 170  
 Бактерії 129, 131  
 Балки 96, 177, 178, 179, 180, 181, 182  
 Барисфера 11  
 Бархани 18  
 Басейн артезійський 186, 189  
   » артезійської води 133, 134, 140, 141, 142  
   » ґрунтової води 73, 182  
   » мезитичний 173  
   » юрський 169
- Батоліти 26  
 «Безодня» 179, 180  
 Белемніти 39, 40, 42, 43, 46  
 Бікарбонати 58  
 Боротьба із асувами 155  
 Брахіоподи 29, 30, 31, 33, 36, 38, 170, 200  
 Будівництво 155  
 Будова геологічна 158, 161
- Вага землі питома** 10  
 Вапняки 17, 18, 23, 32, 33, 39, 42, 46, 49, 51, 58, 61, 62, 66, 70, 88, 92, 93, 94, 95, 107, 108, 111, 116, 119, 122, 123, 137, 138, 141, 147, 161, 168, 170, 171, 172, 173, 183, 184, 200, 201, 202, 203, 204
- Вапняки будівельні 173  
   » дрібно-підраті 111  
   » оолітові 201  
   » понтичні 116, 117, 119, 128, 132  
   » рифові 18, 201  
   » сарматські 109, 111  
   » середньосарматські 72  
   » черепашкові 201  
   » щільністі 111
- Вегетація лісу 106  
 Величина чинна або ефективна 82  
 Верства 17, 29, 174, 177  
   » водовмісна 64, 69, 72, 73, 74, 76, 79, 83, 84, 94, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 140, 141, 143, 144, 155, 156, 179, 181  
 Верстуватість діагональна 18, 161, 173  
 Верстуватість скісна 18, 161, 173  
 Верховодка 72, 90, 93, 99, 117, 131, 178, 179, 181  
 Верховодка висна 99  
   » лесова 202  
 Вибухи вулканічні 10, 15, 31, 32, 39  
 Видатність гранична 140  
 Види ґрунтової води 95  
 Випаровування води 64, 66  
 Вирубування лісів 156  
 Виснаження артезійської води 141, 142  
 Вихід верстовий 161  
 Відклади дельтові 18  
   » річкові 18, 200  
   » узбережні 18  
 Відновлення рівня 89  
 Відпливи 9  
 Відслоєння 28, 161, 169, 171  
 Відсмоковування 87, 88, 89, 139, 140, 141, 142  
 Війна 166  
 «Вікнини» 179  
 Властивості фізичні 164  
 Вогкість 167  
 Вогнепоклонництво 154  
 Вода артезійська 42, 62, 96, 132—142, 148, 151, 166, 175, 176, 184, 187, 188, 190, 191, 203, 204, 205  
   » вільна 56, 72  
 Вода ґрунтова 57, 61, 63, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 79, 82, 83, 84, 87, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 106, 108, 114, 116, 117, 125, 128, 166, 167, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 184, 188, 189
- Вода дощова 57  
   » залізово-лугова 151  
   » » -солонна 151  
   » зв'язана 56  
   » мінералізована 182  
   » мінеральна 57, 59, 185  
   » питна 57
- Вода підземна 57, 58, 63, 64, 71, 107, 111, 113, 114, 115, 116, 117, 119, 123, 125, 127, 128, 176, 183  
   » радіоактивна 148, 151, 152, 153  
   » самовиливна 185  
   » субартезійська 72  
   » тверда 57  
   » текуча 170  
   » ювенільна 71, 150
- Водність 167  
 Водогони 166  
 Вододіл 199, 200, 201  
   » ґрунтової води 78  
 Водомісність 180  
 Водонепрохідність 90  
   » породи 181  
 Водопостачання 79, 93, 97, 155, 166, 175, 177, 185, 188  
 Водопрохідність 60, 62, 80, 81, 82, 95, 178  
 Водостік 162  
 Вугілля 17, 32, 33, 34, 36, 42, 57  
   » буре 172  
   » кам'яне 171  
 Вуглеводани 153  
 Вулкани 148, 150  
   » грязьові 154
- Газ вуглекислий** 107  
   » надкритичний 11  
 Гази 137, 142, 148, 149, 153, 154  
 Гази пальні 153, 154  
 Галереї мінні 166  
 Гастроподи 30, 31  
 Гейзери 143  
 Геологія застосована 166  
   » інженерна 155  
 Геосинклінали 13, 17  
 Геохемія 56  
 Гірло озерувате 206  
 Гіроскопічність порід 63  
 Гідрогеологія 56  
 Гідрогієси 76, 77, 79, 83, 155, 157, 167  
 Гідрозогієси 76  
 Гідроїдні 30  
 Гідрологія 56  
 Гідросфера 57  
 Гіпс 17, 37, 58, 61, 107, 108, 171, 178  
 Главконіт 171, 172  
 Глибина океанів пересічна 15  
 Глина 17, 18, 23, 37, 42, 57, 61, 66, 69, 70, 92, 94, 99, 116, 117, 122, 123, 125, 126, 127, 128, 132, 137, 144, 156, 161.

167, 171, 172, 173, 174, 179, 180, 181, 183, 184, 185, 188, 201, 202, 203  
Глина блакитна 30  
» кийська сина 134  
» меотична 117, 123, 124  
» мергеляста 61  
» сина 47, 114, 172, 188, 189  
Голкошкірі 30  
Головоногі 31, 36, 39  
Гольт 42  
Гоніяти 31, 33  
Гори Каледонські 31  
Горизонт аловійний 96  
» артезійський 59, 90, 184, 187, 189  
Горизонт артезійський буцацький 188, 189  
Горизонт артезійський водовмісний 185  
Горизонт артезійський сеноманський 184, 186  
Горизонт артезійський юрський 108  
Горизонт водовбірний 131  
» водовмісний 47, 61, 70, 71, 73, 74, 83, 85, 86, 87, 88, 90, 93, 95, 106, 111, 112, 129, 130, 131, 132, 139, 140, 141, 143, 144, 155, 156, 166, 167, 178, 179, 181, 183, 184  
Горизонт водовмісний сеноманський 203  
Горизонт водовмісний юрський 185, 187  
Горизонт водотривкий 162  
Горизонт ґрунтової води 69, 89, 91, 95, 103, 106, 117, 124  
Горетворення 12, 183  
Горет 17, 22, 167, 175, 183  
» кристалічний Могилівський 200  
Грабен 22, 48, 49, 167, 173  
Градуси твердості 57, 58  
Граптоліти 30  
Грот 146  
Грубина земної кори 56  
Група 28  
Грязь 154  
Губки 30, 40  
Габро 17, 28, 61  
Геви 204  
Гнайси 17, 25, 28, 61, 160, 168, 170, 177, 183  
Гradient геотермічний 10, 15, 71, 138  
Gradient напірний 82  
Граніт 7, 25, 26, 28, 53, 58, 60, 61, 62, 93, 95, 104, 138, 139, 147, 160, 168, 170, 176, 177, 179, 181, 183, 200  
Граніто-гнайс 176  
Ґрунт 174, 178, 179  
Ґрунти поховані 53, 174  
Дайки 26  
Двогидрокарбонат кальційний  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{CO}_3)$  107

Двооксид вуглевий 58, 59, 107, 150, 151  
Двохлорид кальційний 208  
» магnezійний 208  
Дебіт 110, 125, 130, 141, 146, 147, 149, 162, 176, 177, 179, 180, 181, 182, 184, 185, 186, 187, 188, 190, 204, 205  
Дебіт вільний 85  
» джерел 85, 86, 87, 93  
» мілливий 87  
» питомий 140  
» сталій 85, 87  
» сумарний 186  
Девон 62, 183, 184, 192, 200.  
Дельта 173, 201  
Делювій 17, 124, 126  
Денудация 160, 181, 202  
Джерела 59, 62, 67, 69, 70, 71, 73, 86, 87, 90, 93, 96, 102, 103, 104, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 117, 119, 142—154, 157, 161, 162, 163, 176, 179, 180, 182, 202, 203, 204  
Джерела безодні 148  
» борні 149  
» вікняні 148  
» гарячі 111, 115  
» гіркі 149, 151  
» догірні 142, 143, 148, 161  
» додільні 142—148  
» залізкові 194, 151  
» карбонатні 150  
» карстові 86  
» кислі 149, 150  
» крем'янкові 149  
» лугувато-гліяберові 150  
» лугувато-кислі 150  
» мінеральні 142, 148 — 154  
» періодичні 147, 149  
» радіоактивні 149, 151, 152, 153  
» сірчисті 149, 151  
» скидові 147, 150  
» солоні 149, 150, 151  
» солоно-кислі 150  
» термальні 149, 150  
» хлороводневі 149  
» цілющі 148  
» щільні 147  
Джерело тепла магми 13, 14, 16  
Динамометаморфізм 28  
Динозаври 41  
Дислокації 17, 19, 22, 25, 28, 169, 173, 174, 184, 185, 186  
Дислокації диз'юнктивні 19, 22  
» плікативні 19, 22  
» пофалдовані 19, 22  
» скидові 19, 22  
Дислокованість 185  
Дифузія 83  
Діоптри 158  
Діорит 17, 28, 61  
Діабази 17, 170  
Діагенеза 17, 116  
Діяльність річки 189  
Доба льодовикова 190  
Доґгер 40, 42  
Долини 189  
» сліпі 107

Долини сухі 96  
Доломіти 107  
Дослід Вішофа 10  
Досліди геологічні 185—161  
» гідрогеологічні 167  
Дренаж 128, 180  
Дренування 204  
Дюни 18  
Еволюція 19, 30, 39, 172  
Екліметр 158  
Електрифікація 155  
Емшер 197  
Еоцен 46, 47, 54, 137, 172, 188, 200  
Епідемії 129, 130, 131  
Епоха куяльницька 174  
» льодовикова 51, 52, 53, 174  
» меотична 173  
» міжльодовикова 51, 52, 53, 174  
» післяльодовикова 51, 52, 53  
» Полтавська 172  
» понтична 173, 174  
» сарматська 173  
» сеноманська 200  
» середземноморська 172, 173  
» гуронська 183  
» харківська 172  
Ера 28  
» архейська 16  
» кенозойська 46, 53  
» мезозойська 38, 39, 42, 43, 46, 54, 171  
» неозойська 46  
» палеозойська 29, 36, 38, 55  
» протерозойська 28, 55, 170  
Етикетки 163, 164, 165  
Живлення води 133, 161  
» підземної води 65  
Жили 26, 111, 114, 159  
Журнал польовий 164, 165  
» свердловий 163, 164  
Забагнення 182  
Забруднення води 129, 132, 155, 204, 205  
Завал 107  
Загати підземної води 97  
Закон Дарсі 80  
» параболічний 14  
Зализо двовуглекисле 208  
Западання суходолу 18  
Записи 164, 165  
Зараження води 205  
Заступ 162  
Затоплення морське 200  
Звітрювання 170  
» порід 160  
Звуження профілю 144  
Здіймання 157, 164  
Землепорядкування 179  
Землетруси 10, 15, 16, 53  
Земноводні 33  
Зкопування мас 156  
Зледеніння 51, 53, 99, 174, 189, 190  
Зложище 114



- Знаки хвилеприбні 161  
 Зона геосинклінальна 14  
   » санітарної охорони 96, 97  
   » сталості температури 69, 70, 99  
   » цементаційна 116  
 Зони земної кулі 12  
 Зразки 161, 163, 164, 165  
 Зсування 13  
 Зсуви 90, 116, 117, 118, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 156, 157, 161, 163, 166, 167, 202  
 Ізостазис 12, 13  
 Інфільтрація 130, 131, 186  
   » води 64, 65, 66, 67, 69, 70, 73  
 Іхтіозаври 41  
 Іжаки морські 30, 33, 40  
 Ікайпер 39  
 Кальцит 111, 203  
 Кальцій 57, 58  
   » двовуглекислий 208  
 Камінь пильний 116  
 Каньон 28, 29  
 Каолін 176, 177, 180  
 Капілярність 62, 63  
   » піску 63  
 Каптаж 147  
 Карбон 55  
 Карбонат кальційний (CaCO<sub>3</sub>) 107, 111, 203  
 Карналіт 63  
 Карст 70, 107, 108, 110, 111, 132, 147, 161, 114, 159, 173  
 Кварц 114, 159, 173  
 Кварцит 61  
 Кварцити залізясті 28  
 Кембрій 14  
 Кислота азотова 59  
   » нітратна 59  
   » силіцева 59  
   » сірчана 59  
 Клімат 64  
   » пустинний 31  
 Клімат 31  
 Книжка польова 165  
 Колективізація 178  
 Колектор 164  
 Колекції 164  
 Колювання дебіту 86  
   » рівня 89  
 Колодязі 166  
   » вбірні 131, 132, 156  
   » самовилівні 132, 134, 137, 141, 142  
   » спускні 94, 166  
   » стічні 131, 132, 156  
 Комахи 31, 32, 33, 40  
 Компас гірничий 158, 159, 160  
 Конгломерат 17, 28, 40, 116  
 Конденсація 99, 186  
   » водяної пари 64, 67, 68, 69, 70, 71, 73, 93  
 Коники 33  
 Контакт 159  
 Копальні соляні 171  
 Копаниця 162  
 Кора земна 12, 17, 18, 28, 56, 69, 70, 71, 196, 116, 170  
 Коралі 18, 30, 31, 36, 38, 40, 170, 200  
 Корона (сонця) 11  
 Коса 67, 68, 206  
 Країни карстові 70, 110  
 Крейда 42, 61, 62, 70, 95, 134, 139, 148, 171, 186, 187, 188, 189, 200, 204  
 Крейда верхня 134, 137  
   » нижня 137, 147  
 Кремень 173  
 Кременія 171  
 Крива відсмоковування 89, 139, 140  
 Криплення 164  
   » свердловини 163  
 Ксеноліти 159, 170, 177  
 Кут спаду 160  
 Лес 17, 53, 88, 90, 97, 98, 99, 104, 116, 117, 123, 124, 131, 174, 175, 178, 179, 181, 190, 202  
 Леяс 40, 42  
 Ліман 150, 174, 206  
 Лізиметри 66, 67  
 Лійка депресійна 87, 88, 132, 141  
 Лілі морські 30, 33, 40  
 Лінії тектонічні 161  
 Літотамні 172, 173, 201  
 Лосняки 159  
 Лупак дальний 30  
 Лупаки 17, 23, 28, 30, 31, 32, 95  
   » глинясті 32, 40, 70, 161, 170, 200, 204  
 Лупакуватість 161  
 Льодовик 17, 37, 51, 99, 125, 174, 189  
 Людина 46  
 Лябораторія 161, 162, 164  
 Лябрадор 177  
 Лява 12, 14, 48  
 Лякколіти 26  
 Магній 57, 58  
   » бромистий 208  
 Магма 12, 14, 16, 17, 25, 32, 42, 43, 51, 150, 159, 169, 170  
 Мальм 40  
 Мали 157, 164, 165  
   » гідрогеологічні 157, 167  
   » топографічні 157  
 Мармур 61  
 Масив кристалічний 26, 28, 93, 96, 104, 171, 176, 177, 178, 182, 186, 199, 200, 201, 202  
 Масив кристалічний український 25, 47, 53, 96, 145, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 183  
 Масив рифовий 172, 201  
 Матеріал картографічний 157, 158  
 Матеріал літературний 158, 161  
 Матеріали будівельні 167  
 Медобори 172, 201  
 Медузи 29  
 Меліорації 155  
 Мергель 17, 23, 42, 61, 98, 137, 171, 172, 183, 201, 204  
 Мергель київський 130  
 Метаморфізація 116  
 Метаморфізм 17, 28, 29  
 Метан 153  
 Метеорити 11  
 Метода геодезійна 76  
   » гідрогіс 76  
   » електролітична 84  
   » Кляркова 58  
   » пофарбування води 74  
   » Сліхтера 83, 84  
   » соляного розчину 74  
   » фарб 84  
 Мінерали рудяні 159  
 Мінералогія 56  
 Мінералотворення 116  
 Міоцен 48, 54, 173, 201  
 Мірниця 157  
 Море девонське 32, 171  
   » понтичне 173  
   » сарматське 49, 50, 172, 173  
   » сеноманське 42, 171, 200  
   » силорське 169, 170, 200  
 Морени 18, 51, 90, 91, 99, 100, 124, 174, 189  
 Морени бокові 99  
   » кінцеві 99  
   » спідні 99  
 Мульда 19, 134, 135, 137, 176, 183, 186, 187, 188, 190  
 Мульда північно-східна 171  
   » -українська артезійська 133, 134  
 Мульда північно-українська 171, 172, 174, 183, 184, 185, 186, 187, 189  
 М'якуни 29, 30, 31, 34, 36, 39, 40, 48, 49, 111, 112, 123, 173  
 Наверствування незгідне 161  
 Надмі 18  
   » піскові 101  
 Наливання води до колодязя 140  
 Наметні 18, 37, 99, 100, 190  
 Намули 158  
 Напір 132, 133, 137, 138, 185, 203, 204  
   » води 175, 176, 179, 184, 189  
 Напрямок руху ґрунтової води 73, 74, 75, 79, 84, 89, 167  
 Напрямок течії ґрунтової води 132, 156  
 Нарінок 17, 61, 80, 129, 131  
 Насуви 19  
 Нафта 154  
 Неоген 46, 48, 49, 51, 53, 54, 172, 181, 182, 201, 203  
 Нівелір 157  
 Нумуліти 46, 47  
 Обвали 116  
 Обводнювання 206  
 Озера солоні 150  
 Ози 99  
 Окремість 26, 160  
 Олігоцен 46, 47, 54, 137, 172, 188  
 Опали атмосферні 64, 65, 66, 68, 93  
 Опис макроскопічний 161  
   » мікроскопічний 161  
 Опитування 162

- Опитування перехресне 162  
 Опрацювання матеріалу камеральне 163  
 Організми рифотвірні 201  
 Ортоцератити 30  
 Осади 169  
 » вітрові 17  
 » джерел 114  
 » еолові 17  
 » механічні 17  
 » неогенові 178  
 » органічні 17  
 » палеогенові 178  
 » третинні 178  
 » хемічні 17, 116  
 Останки рослинні 161  
 Отруєння води 166, 167  
 Охолодження землі 15  
 Охорона санітарна 129, 132  
 Павуки 32, 33, 40  
 Палеогеографія 46, 54, 137, 172, 182, 200  
 Палеозой 200  
 Палеоцен 46, 47, 54, 137, 188  
 Пальми сагові 37, 39  
 Папороті 31, 32, 33, 37, 39, 40  
 Пегматит 159, 177, 179  
 Пелеліподи 30, 31  
 Перешип 206  
 Пересування континентів 13  
 Пересуви 22  
 Період девонський 31, 55  
 » кам'яновугільний 32, 55, 171  
 » карбоновий 32  
 » кембрійський 29, 30, 31, 55, 170  
 » крейдяний 38, 42, 43, 46, 54  
 » льодовиковий 53  
 » неогеновий 172, 182, 189  
 » нумулітовий 46  
 » пермський 36, 37, 38, 171  
 » силурський 30, 31, 55, 170  
 » третинний 19, 46, 53  
 » тріасовий 38, 39, 54, 171  
 » четвертинний 46, 51, 53, 174  
 Період юрський 38, 40, 54, 171  
 Періоди геологічні 170  
 Петрографія 17, 50  
 Печери 70, 107, 108, 110, 111, 146, 147  
 Печеристість 107  
 Піднесення 199, 200  
 » суходолу 18  
 Піроксени 159  
 Пісковики 17, 23, 28, 30, 31, 32, 37, 39, 40, 42, 47, 57, 62, 93, 95, 116, 127, 137, 161, 170, 171, 172, 188, 203, 204  
 Пісковики нідрати 186  
 » силурські 130  
 Пісок 17, 18, 31, 32, 47, 49, 57, 58, 60, 61, 63, 66, 70, 73, 80, 81, 82, 88, 92, 94, 95, 96, 100, 107, 108, 116, 117, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 137, 144, 145, 161, 167, 172, 173, 174, 175, 179, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 201, 202, 203  
 Пісок алювійний 188, 189  
 » гравелітовий 46, 47, 134, 200  
 » полтавський 90  
 » харківський 90  
 Плазуни 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 46  
 Плахури 36  
 Плезіозаври 41  
 Пливуи 100, 101, 202  
 Пліоцен 48, 54, 173, 174  
 Плято Подільське 200, 201, 202  
 Поверх 40  
 » байоський 40  
 » балтський 173, 201, 202  
 » батський 40  
 » бучацький 72, 90, 171, 188, 191, 193, 195, 197  
 » водомісний 86  
 » датський 42  
 » канівський 46, 171, 183  
 » келовейський 40  
 » київський 47, 188, 189, 193, 195, 197  
 » кімеридзький 40  
 » меотичний 50  
 » оксфордський 40  
 » подільський 61, 93, 201, 202, 203, 204  
 » полтавський 47, 182, 188, 189, 193  
 » понтичний 51, 117  
 » сеноманський 42  
 » сенонський 42, 43, 46  
 » середземноморський 48, 49  
 » середземноморський 2-й 201, 202, 203  
 » титонський 40  
 » туронський 42, 46  
 » харківський 47, 188, 189, 193, 195, 197  
 Поверхня напору 133  
 » хвиляста 161  
 Повітря ґрунтове 99  
 Поволоки 26  
 Поди 94  
 Поземина 76  
 Позначка 186  
 Поклади алювійні 96, 97, 99, 100, 179, 180, 182, 205  
 » бучацькі 47, 134, 183  
 » девонські 138  
 » делювіальні 124, 126  
 » кембрійські 170  
 » крейдяні 46, 183, 193, 194, 195, 197, 198  
 » льодовикові 51, 99, 193  
 » мезозойські 38, 134  
 » міоценові 173  
 » моренові 99, 100  
 » неогенові 175, 183, 201, 203, 205, 206  
 » озерові 174  
 » палеогенові 46, 171, 175, 183, 188, 207  
 Поклади палеозойські 134, 137, 183, 200  
 » пермські 36, 37, 171  
 » підльодовикові - алювійні 99  
 » піщано-рінясті 205  
 » пліоценові 116  
 » полтавські 134, 172  
 » польодовикові 193  
 » річкові 174, 202  
 » сарматські 112, 137, 141, 144, 172, 173, 201, 202, 203  
 Поклади сеноманські 93, 130, 134, 142, 171, 172, 174, 185, 186, 193, 194, 198, 200, 201, 203, 204  
 Поклади силурські 169, 170, 175, 200, 201, 203, 204  
 Поклади третинні 116, 134, 193, 195, 196  
 Поклади тріасові 39, 40  
 » флювіогляціальні 145, 190  
 » харківські 134  
 » четвертинні 144, 171, 185, 189, 191, 192, 193, 194, 195, 197  
 Поклади юрські 40, 42, 134, 137, 169, 171, 183, 184, 185, 193, 196  
 Поплавець 73  
 Пороги 175  
 Породи альпійські 28, 29  
 » вибухові 159  
 » вилівні 17, 25, 26, 48, 168  
 » водомісні 161, 167  
 » водомісткі 61  
 » водонепрохідні 61, 62, 64, 69, 71, 72, 73, 89, 90, 92, 94, 95, 97, 99, 131, 132, 133, 134, 137, 138, 139, 144, 145, 155, 156, 166, 184  
 Породи водопрхідні 61, 66, 69, 72, 73, 90, 93, 100, 107, 129, 130, 131, 132, 134, 137, 138, 144, 145, 155, 156, 166, 179, 184, 189  
 Породи вулканічні 17, 25, 26, 48, 61, 159, 170  
 Породи гірські 115  
 » глибинні 17, 26  
 » делювіальні 156, 158  
 » крейдяні 190, 191  
 » кристалічні 58, 60, 61, 62, 93, 137, 139, 145, 159, 168, 169, 170, 175, 176, 177, 179, 180, 181, 182, 183, 199, 200, 201, 203  
 Породи маловодопрхідні 61, 88, 93, 98, 99  
 Породи масивно-кристалічні 17, 28, 95  
 Породи материкові 156, 157, 162  
 метаморфічні 17, 28, 61, 168  
 » морські осадові 22, 199  
 » напівпрхідні 187  
 » осадові 17, 80, 93, 159, 169, 170, 171, 175, 176, 177, 183

- Породи сеноманські 187  
 » розчинні 106  
 » третинні 190  
 » юрські 190, 192  
 Порожини 203  
 Поруватість 167  
 Порфіри 17  
 Порфір кварцевий 150  
 Порфірити 17  
 Посудини водомірні 162  
 Потоки 26  
 » земляні 125  
 Приливи 9, 15  
 Пристрої водочерпальні 164  
 Провалля 107  
 Продукти руйнування 160  
 Простягання 160, 161  
 Протерозой 170  
 Профіль 157, 169, 175  
 Процеси горотвірні 28  
 » тектонічні 14  
 Птеродактилі 41  
 Птиці 39, 41, 46, 48  
 Пункти тилові 166  
 Пустині 37  
 П'ядичі 39  
 Радіо 14  
 Радіоє лійки депресії 87, 88  
 Район живлення 133  
 Раки 30, 31, 40  
 Ракуваті 29  
 Регресія 49  
 Режим (фаза континентальна) 200  
 Рельєф 168, 169, 170  
 Рептилії 36, 38, 39  
 Риби 30, 40, 172  
 » ганоїдні 31, 36  
 » двошкішні 31  
 » костисті 38  
 » панцирні 31  
 Рівень води 132, 139, 140, 141, 142, 146, 186, 188  
 Рівень водовмісний 86, 90, 95  
 » ґрунтової води 77, 79, 89, 90, 96, 98, 103, 104  
 Рівень динамічний 186  
 » п'єзометричний 133, 134, 140, 141, 184, 186, 187, 205  
 Рівнина 174  
 Рінь 17, 18, 60, 61, 73, 80, 88, 107, 108, 111, 116, 129, 130, 131, 134, 145, 167, 171, 179  
 Рінь карпатська 173  
 Роботи геодезичні 157  
 Розколини 70, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 138, 139, 147, 148, 150, 153, 154, 161, 169, 203  
 Розколини тектонічні 156  
 Розлив моря 172  
 Розломи 19  
 Розмиви 28, 200  
 Розміри землі 10  
 Розрив геологічний 116  
 » гідрогеологічний 167  
 Розчин мильний нормальний 58  
 Розчищення 164  
 Роша 150  
 Рослини безквіткові 32  
 » квіткові 39, 43  
 Рослини цикадові 40  
 » шпилькові 37, 39, 40  
 Ростр 39  
 Руди 159  
 Рулетка 158  
 Рухи горотвірні 19, 31, 37, 39, 48, 51  
 » епейрогенетичні 174  
 » земної кори 173, 174, 183  
 » магми підкорові 13  
 » тектонічні 19, 32, 39, 43, 62, 169, 170, 174  
 Сарана 33  
 Сармат 172, 173, 201, 202, 203  
 » середній 201, 202  
 » снідній (нижній) 201, 202  
 Свердлення колонкове 164  
 » розвідкове 128, 163, 164, 176, 182  
 » ударно-обертове 163  
 Свердловини 132—142, 151, 155, 157, 163, 164, 175, 176, 203, 204, 205  
 Свердловини артезійські 200  
 » мертві 142  
 » розвідкові 76, 77  
 Свердлування розвідкове 93  
 Секундомір 162, 185  
 Сеноман 130, 134, 142, 171, 183, 186, 187, 193, 194, 198, 200, 201, 203, 204  
 Севон 194, 197  
 Сила розчиняльна 107  
 Сили тектонічні 201  
 Силор 30, 31, 93, 200, 201, 203, 204  
 Синкліналі 19, 144  
 Система кам'яновугільна 33  
 » неогенова 183  
 » пермська 150, 151  
 » силорська 30, 171  
 » таврицька 40  
 » четвертинна 183  
 Сієніт 17, 28, 61  
 Сіль 37, 39, 106, 107, 171, 208  
 » кам'яна 17, 61  
 » кухенна 150, 151  
 Сірководень 59, 151, 186  
 Скалиніц польові 159  
 Скам'янілості 29, 161  
 Скид 19, 22, 25, 36, 147, 148, 167  
 Склад води хемічний 129, 131, 142, 148, 154  
 Склад порід петрографічний 176, 177  
 Скоринка 111  
 Скорпіони 31, 32, 33  
 Скриньки 163, 164  
 Смога степова 168  
 Солонці 94  
 Сонце 9, 11  
 Сопухи 154  
 Спад 160, 161  
 Спелеологія 108  
 Силви 128  
 Сплосненість землі 10, 16  
 Спокуси ааоту 59  
 » заліза 58  
 » лугові 59  
 Споруди військові 166  
 Справа військова 166  
 Свавці 39, 42, 46, 48  
 Сталагіти 107  
 Сталактити 107, 111  
 Стійкість основи греблі 156  
 » порід 156  
 Стік 156  
 » води 64, 66  
 Сточище 180  
 » артезійської води 133, 134, 140, 141, 142  
 » артезійське паризьке 134, 137, 141  
 Структура верстувата 28  
 Суглинок 88, 90, 95, 124, 125, 189  
 Суглинок лесовий 178  
 » лесуватий 190  
 » наметневий 104  
 Суднопластво 155  
 Сульфат 58  
 » кальційний 208  
 Сульфід двоводневий 186  
 Таракани 33  
 Тварини одноклітинні 40  
 » простіші 40  
 Твердість води 57, 58, 203  
 » загальна 58  
 » нормальна 58  
 » стала 58, 184  
 Тектоніка 12, 150, 159, 160, 161, 167, 176  
 Температура 148, 149, 150, 151, 152, 153, 161  
 Температура земної кулі 10, 14  
 Теорія Вегенера 13  
 » геосинкліналів 23  
 » інфільтраційна 64, 93  
 » конденсації 64, 99  
 » контракційна 12, 13  
 » Крайгавера 13  
 » Лебедева 64  
 » орогенетична 13  
 » радіоактивна 13  
 Теплопровідність порід 71  
 Тераса 53, 124, 125, 130, 173, 174, 175, 189, 190, 202, 205  
 Тераси морські 51  
 » річкові 205  
 Терми індіферентні 149  
 » сірчані 149  
 » солоні 149  
 Тертя припливне 16  
 Тип воклюзький 145—147  
 Тиск атмосферний 65  
 » гідростатичний 72, 132, 133, 137, 138, 139, 148  
 Тиск тектонічний 173  
 Товтри 172, 200, 201, 202  
 Топограф 157  
 Торбінки 163  
 Торф 61  
 Торфовища 199  
 Травертїно 111  
 Трансгресія 13, 40, 42, 46, 169, 170, 173  
 Трансгресія сарматська 201  
 Траса 166, 167  
 Трилобіти 29, 30, 31, 34, 36, 38, 200  
 Трипля 201, 203

Тріяс 39, 41  
Труби цямрові 163  
Тсоавіяхем 166  
Тунелі 157  
Турон 197, 198  
Туф вапняковий 111, 112, 114,  
203  
Туф кременястий 115  
Ув'язка півеляційна 162  
Узбережжя 174  
Уложення верств незгідне 25,  
26  
Уложення верстове 18  
Умови антисанітарні 129, 131  
» гідрогеологічні 158  
Фаза континентальна (режим)  
200  
Фалди 12, 13, 19, 46  
» лежачі 19  
» перекинуті 19  
Фації 18, 184  
Фен-суховий 66  
Фільтр 142  
Фільтрація 130, 156, 161  
Флексура 20  
Фонтанування 137, 149  
Форамініфери 33, 48  
Формула Гагена 82  
Фотосфера 11

Фузуліни 33  
Хвоці 32, 33, 37, 39, 40  
Хлор 150  
Хлорид калійний 208  
» натрійний 208  
Хромосфера 11  
Хронологія геологічна 26, 28  
Цементация 57, 116  
Цератити 40  
Цефалоподи 30  
Циркуляція води 57, 62, 98, 99  
» океанської води 15  
Черви 40  
Черепашки 111  
Чигири 96  
Чинники денудаційні 200  
Шанці 166  
Шар'язжі 19  
Шахти 141  
Швагерини 33, 34  
Швидкість обертання землі 15,  
16, 17  
Швидкість руху води 138, 145  
» руху ґрунтової води 79,  
80, 82, 83, 84, 85, 95, 125,  
156, 179  
Шліри 159

Шліри кислі 159  
» основні 159  
Шляхи 166, 167  
Штанга 163  
Штольні 156  
» фосфоритові 204  
Штоки 26  
Шурф 157, 174  
Шурфування 163, 164  
Щити 162  
» кристалічні 26, 28  
Щілини 132, 138, 139, 147, 148,  
150, 153, 154, 161, 203, 204,  
205  
Щілини екзодинамічні 159  
» ендодинамічні 159  
Щільність 159, 160, 161, 164,  
167, 176  
Щільність порід 162  
Юра 40, 41, 42, 184, 186  
Явища екзодинамічні 9  
» ендодинамічні 10  
» карстові 107, 108, 110,  
111, 132, 147, 161  
Ядро землі 11, 16, 17  
Ями кльозетні 129, 130, 131  
Яр 104, 125, 127, 175, 177, 181,  
182, 189  
Яспис 173

# МАПА ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ РАЙОНІВ УКРАЇНИ

МАШТАБ  
0 40 80 120 160 км



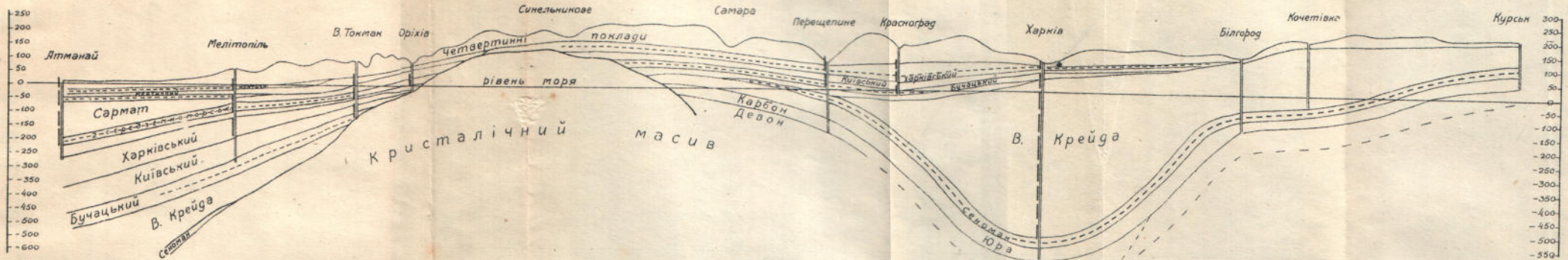
**ВОДОВІСНІ ГІРИЗОНТИ В СВЕРДЛОВИНАХ:**

- НЕОГЕН
- ПАЛЕОГЕН
- ⊕ КРЕЙДЯНА СИСТЕМА
- ⊕ ЮРСЬКА СИСТЕМА
- ⊕ ДЕВОНСЬКА СИСТЕМА
- ⊕ СИЛІРСЬКА СИСТЕМА
- ⊕ КРИСТАЛІЧНІ ПОРОДИ
- ДВА ГОРИЗОНТИ
- ⊕ ТРИ ГОРИЗОНТИ

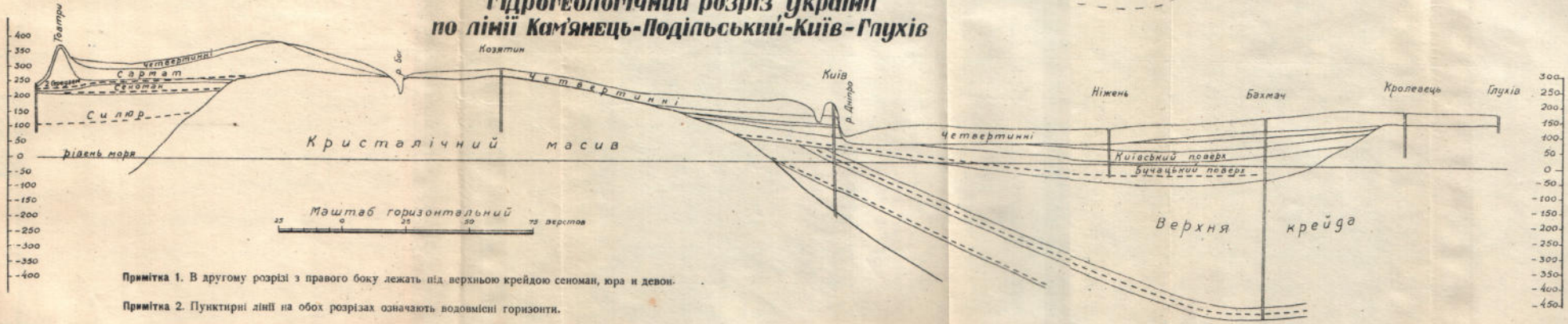
**ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ РАЙОНИ:**

- Українськ. кристалічний масив
- Північно-Українська мульда
- Поділля
- Надморський степ
- Донбас

## Гідрогеологічний розріз України по лінії Атманай-Харків-Курськ (за проф. В. І. Луцицьким)



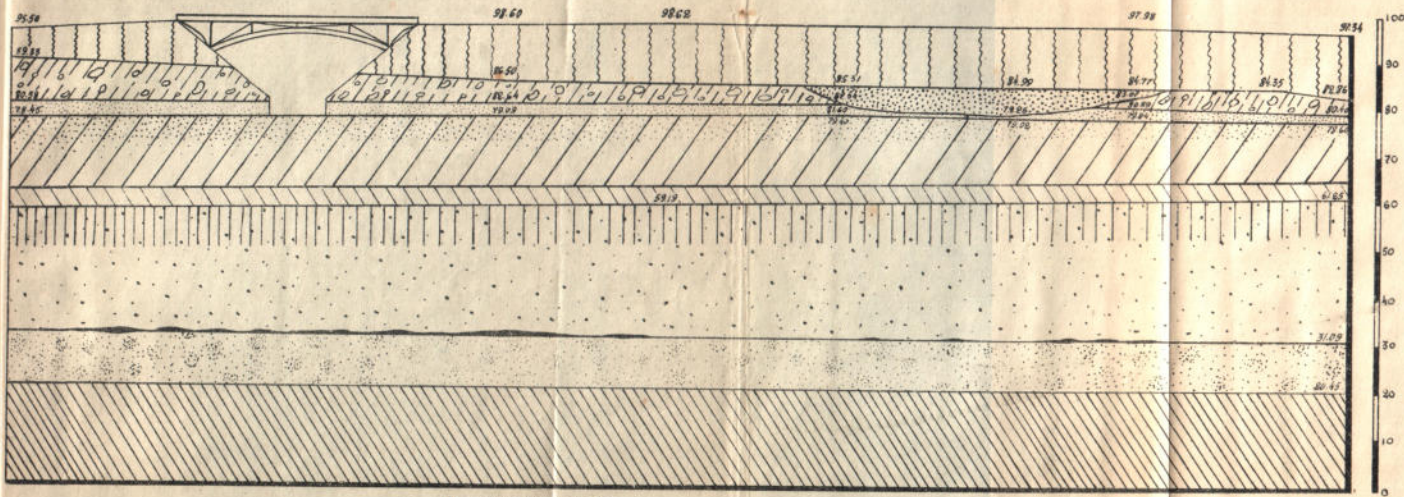
## Гідрогеологічний розріз України по лінії Кам'янець-Подільський-Київ-Глухів



Примітка 1. В другому розрізі з правого боку лежать під верхньою крейдою сеноман, юра и девон.

Примітка 2. Пунктирні лінії на обох розрізах означають водовмісні горизонти.

# ГЕОЛОГІЧНИЙ ПЕРЕТИН САДИБИ ім. 1<sup>го</sup> ТРАВНЯ ПОЗДОВЖ ДНІПРА.

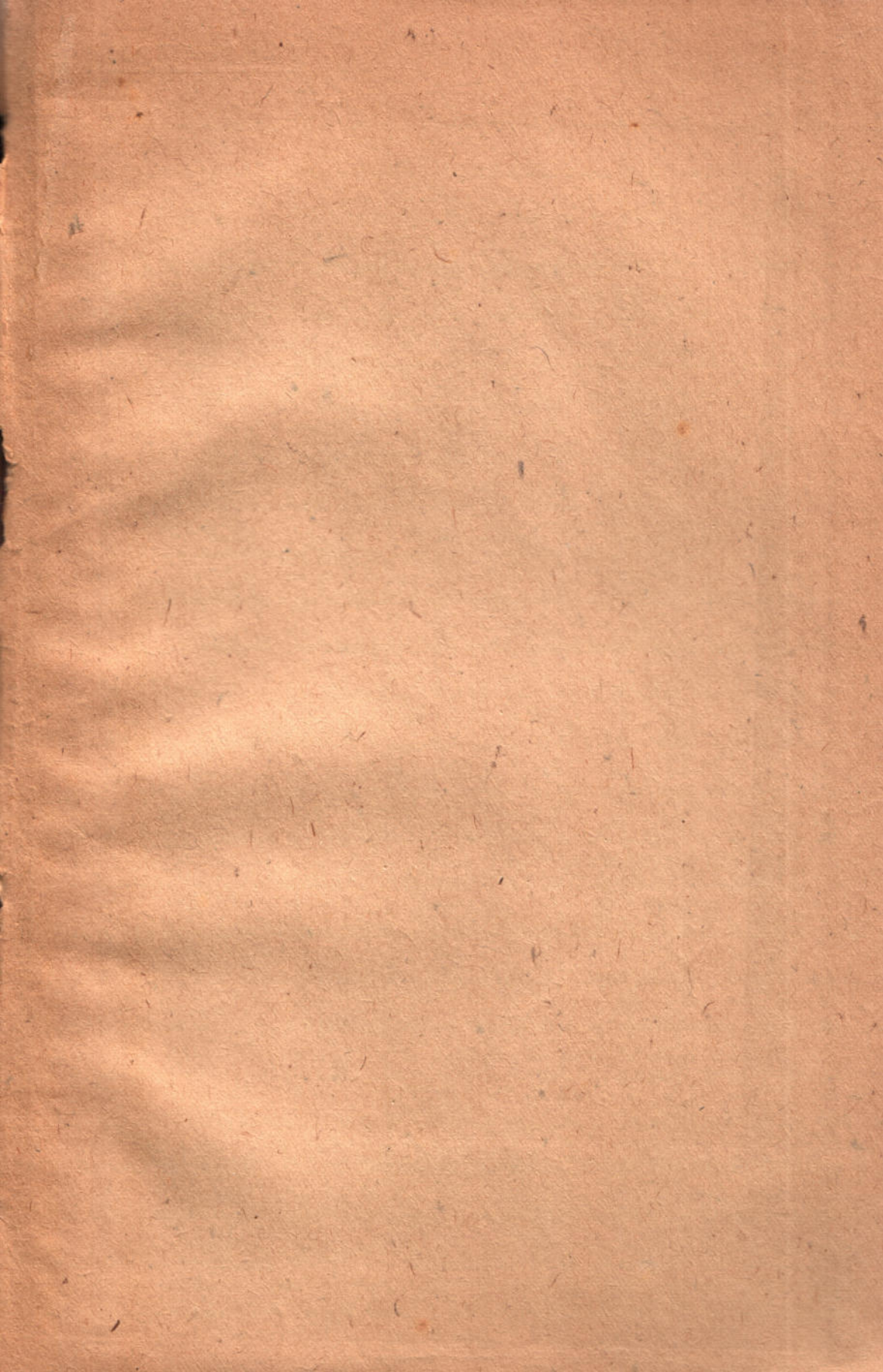


Масштаб поперечний: 10 мт в 1 см

## ЛЕГЕНДА.

Поверх		Пес.		Жовта, червона та синя глина.
Лесовий		Пісок		Жовта, червона та синя глина.
Пісок-вад-вадний		Пісок і суглинки.		Полтавський
Льодовиковий		Мореновий суглинок.		Кіровоградський
Дольодовиківий		Жовтуватий пісок.		Білі піски.
"		Зеленувато-сірі суглинки.		Буре вугілля.
"		Бура глина.		Харківський
				Глинчасті зелені піски.
				Київський
				Синя глина.

Склад Р.Р. Виржинський





Ціна 4 крб. 50 коп.







15/1/5