

ОБРОБКА Й ІНТЕРПРЕТАЦІЯ
РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДНИХ РОБІТ
З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ
ДІЮЧИХ ГРАНИЦЬ

1. Ділянки, обмежені непроникними границями:

- одна або дві взаємно пересічні границі (напівобмежений або кутоподібний пласт);
- полосоподібний пласт;
- замкнутий пласт.

2. Ділянки із границями неоднорідності:

- прямолінійна границя розділу;
- кругова границя розділу.

3. Ділянки поблизу локалізованих осередків розвантаження підземних вод.

4. Ділянки в пластах зі складною конфігурацією різнорідних границь.

Замкнутий пласт

- У замкнутих пластах із круговий або близької до кругової границі залежність зниження рівня від часу є лінійною й визначається виразом:

$$S \approx \frac{Q}{\pi km} \cdot \frac{at}{R_k^2} + \frac{Q}{2\pi km} \ln \frac{R_k}{r^*}; \quad R_k = \sqrt{\frac{F_{\text{пл}}}{\pi}}$$

- R_k – радіус кругового контуру, $F_{\text{пл}}$ – площа пласта,
- r^* – приведена відстань від дослідної свердловини або центра водозабору до точки, у якій визначається зниження. Дане рівняння справедливо за умови

$$t \geq (1 - 1,5) \frac{R_k^2}{a}.$$

Замкнутий пласт

- На основі наведеного рівняння найбільше зручно, як і в смугоподібному пласті, визначати коефіцієнти п'єзопровідності (рівнепровідності) або водовіддачі, тому що вони також можуть бути визначені не по абсолютній величині, а по темпу зміни рівня.

$$t \geq (1 - 1,5) \frac{R_k^2}{a}.$$

З моменту часу, обумовленого критерієм, встановлюється лінійна залежність швидкості зниження рівня від часу.

Замкнутий пласт

- Орієнтовна оцінка часу появи прямолінійної залежності.

Якщо прийняти, що:

$$R_k = 5000 \text{ м},$$

$$a = 105 \text{ м}^2/\text{доба},$$

$$t \geq (1-1,5) \cdot (500^2/105) \geq \underline{\underline{250-375 \text{ діб}}}.$$

Таким чином, в умовах реальних замкнутих шарів для визначення параметрів з урахуванням впливу границь можна практично використовувати лише дані експлуатації водозаборів.

У невеликих замкнутих тектонічних зонах цей період може бути значно меншим.

Замкнутий пласт

- Так, при $R_k = 1000\text{м}$ і $a = 105\text{м}^2/\text{доба}$? $t \geq (1-1,5) \cdot (1000^2/105) \geq 10-15$ діб.

У цих умовах визначення водовіддачі, на основі рівняння може бути виконане по даним тривалих дослідно-експлуатаційних відкачок.

$$S \approx \frac{Q}{\pi k m} \cdot \frac{at}{R_k^2} + \frac{Q}{2\pi k m} \ln \frac{R_k}{r^*};$$

- Вказане рівняння є рівнянням прямої лінії виду:

$$S = Ct + A,$$

де C - кутовий коефіцієнт графіка $S - \lg(t)$; A - початкова ордината графіка $S - \lg(t)$.

Замкнутий пласт(визначення водовіддачі)

$$C = \frac{Q}{\pi k m} \cdot \frac{a}{R_K^2}$$

$$A = \frac{Q}{2\pi k m} \ln \frac{R_K}{r^*};$$

Враховуючи, що $\frac{k m}{a} = \mu$ та $\pi R_K^2 = F_{пл}$ кутовий

коефіцієнт C дорівнює: $C = \frac{Q}{F_{пл} \mu}$. По кутовому коефіцієнті з графіка $S - \lg(t)$ може бути легко визначена водовіддача порід:

$$\mu = \frac{Q}{F_{пл} C}.$$

Коефіцієнт C визначається за графіком $S - \lg(t)$: $C = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1}$.

Враховуючи, що $S_2 - S_1 = \Delta S$ за період $t_2 - t_1 = \Delta t$, вираз для визначення водовіддачі може бути представлено у вигляді:

$$\mu = \frac{Q \Delta t}{F_{пл} \Delta S}.$$

П'єзопровідність ($a_{пл}$) тут визначати недоцільною, водопровідність (T) визначається стандартним способом

Замкнутий пласт (залучені запаси)

- В умовах замкнутих структур із прісними підземними водами водовідбір рідко забезпечується лише за рахунок осушення порід. Звичайно частина його формується за рахунок залучених запасів (скорочення розвантаження та ін.). Якщо величина залучених запасів не змінюється в часі, то для розрахунку зниження рівня справедливе наступне рівняння:

$$S \approx \frac{Q - Q_{\text{доп}}}{\pi k m} \cdot \frac{at}{R_{\text{к}}^2} + \frac{Q}{2\pi k m} \ln \frac{R_{\text{к}}}{r^*}$$

де $Q_{\text{доп}}$ - величина залучених запасів. При цьому величина водовіддачі може бути визначена за залежністю:

$$\mu = \frac{Q - Q_{\text{доп}}}{C \cdot F}.$$

- Тому визначення водовіддачі без врахування $Q_{\text{доп}}$ може привести до її істотного завищення

Замкнутий пласт (приклад)

- Характеристика ділянки. Щучинська ділянка (Північний Казахстан). Дослідно-експлуатаційна відкачка.

В межах ділянки **підземні води приурочені** до досить нерівномірно тріщинуватих, сильно метаморфізованих порід архею, що представленим слюдисто-кварцовими сланцями, кварцитами, амфіболітами, граніто-гнейсами.

У морфологічному відношенні ділянка розташована у блюдце подібному зниженні рельєфу, яке утворене четвертинними глинами й суглинками потужністю до 40-50м.

Живлення підземних вод здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів у межах піднятих елементів рельєфу, що оточують зниження, де тріщинуваті породи виходять на поверхню під малопотужним чохлом дресвяно-щебнистих відкладів.

Основне розвантаження відбувається в межах зниження висхідною фільтрацією через глинисті відклади й фіксується на поверхні мочажинами й солончаками.

Дебіти свердловин коливаються в досить значних межах.

На загальному фоні досить слабо тріщинуватих порід з дебітами свердловин від десятих часток до 1-2 л/с, зустрічаються одиничні зони підвищеної тріщинуватості, де дебіти свердловин досягають 5-20 л/с, а дебіт свердловини 48 на початку групової дослідно-експлуатаційної відкачки досягав 80-90 л/с.

- У той же час **є ряд зовсім безводних свердловин**, що тяжіють в основному до периферії ділянки. Деякі з них розкривають розломи бар'єрного типу. Один з таких виявлених розломів обмежує ділянку з південного сходу.

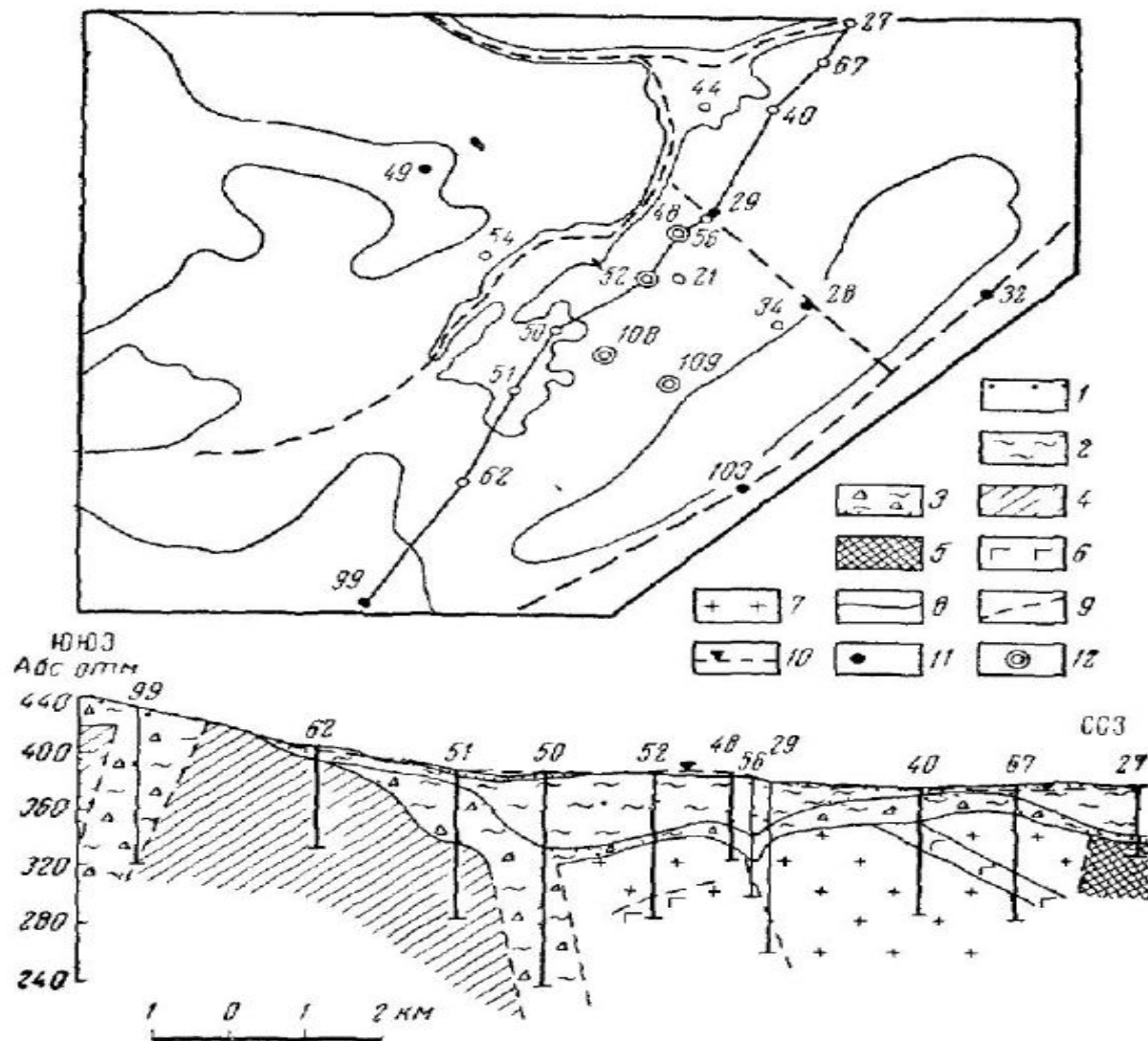


Рис. Схема випробування й розріз у районі дослідного куша (групова відкачка) 48, 52, 108, 109 (за даними В.І.Склярова», Північний Казахстан).

1 — пісок, 2 — суглинок, 3 — щебнисто-глинисті відклади кори вивітрювання, 4 — глина, 5 — сланці слюдисто-кварцові, 6 — кварцити, 7 — амфіболіти, 8 — стратиграфічні границі, 9 — тектонічні порушення, 10 — рівень підземних вод, 11 — безводні свердловини, 12 — дослідні (збурюючи) свердловини.

Замкнутий пласт (приклад)

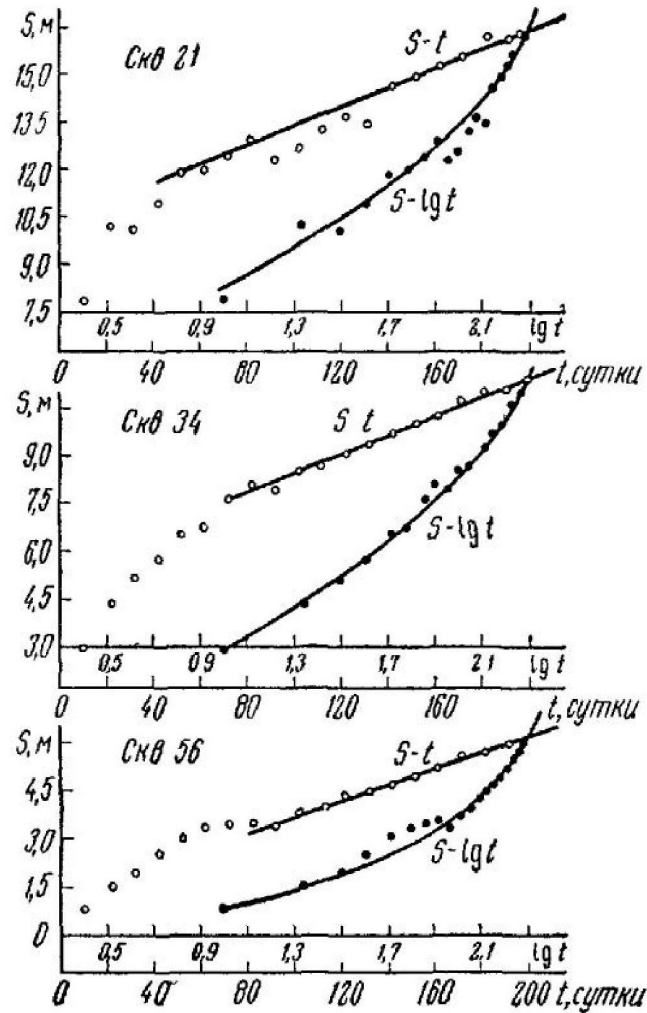
- Характеристика відкачування.

Одним з основних призначень відкачування було визначення закону зміни рівня в часі для встановлення гідродинамічної схеми ділянки.

Незважаючи на велику кількість свердловин, пройдених на ділянці, не вдавалося встановити його гідродинамічну схему й ефективні параметри водоносного комплексу. Ділянка була випробувана двома тривалими дослідно-експлуатаційними відкачками.

- Перша відкачка була проведена із свердловин 40, 44 і 34 із сумарною витратою близько 15 л/с і проходила при стабільному режимі фільтрації.
- Потім була проведена тривала семимісячна групова відкачка із свердловин 48, 52, 108 і 109. На початку відкачки витрата досягала 115 л/с. Перші три місяці витрата систематично знижувалася, а потім стабілізувався на рівні 87-90 л/с.

Замкнутий пласт (типові графіки простеження в часі)



Замкнутий пласт (приклад)

- На рис. ↑ представлені характерні графіки зміни рівня при цій відкачці в координатах $S - \lg(t)$ і $S - t$. Перші являють собою плавні криві опуклі вниз, що свідчить про степеневу залежність між зниженням і часом.
- Другі прямолінійні, що характерно для замкнутого кругового шару. Таким чином, у процесі тривалої відкачки було встановлено, що гідродинамічні умови ділянки відповідають схемі «замкнутий пласт», хоча визначення положення границь цього шару досить умовно.
- Величина кутового коефіцієнта із графіків $S - t$ отримана по 16 спостережних свердловинах, розташованих у центральній частині депресійної воронки, склала в середньому $3 \cdot 10^{-2}$ за останні 100 діб відкачки. У периферійній частині депресійної воронки швидкість зниження рівня була в 2-2,5 рази нижче.
- При лінійному законі зниження рівня в центральній частині воронки депресії приплив з периферії незначний і в часі практично не зростає.
- Основна частина витрати відкачки формується в центрі ділянки, де розвинені найбільш тріщинуваті породи. Оскільки в процесі першої відкачки при витраті 15 л/с була досягнута стабілізація можна вважати, що **не менш 15 л/с від загальної витрати 90 л/с було забезпечено за рахунок додаткового живлення, пов'язаного зі скороченням висхідного розвантаження.**
- Використовуючи графіки $S - t$, може бути визначена пружної водовіддачі пласта по формулі що виключає додаткове живлення.

$$\mu = \frac{Q - Q_{\text{доп}}}{C \cdot F}.$$

Замкнутий пласт (приклад)

- Оскільки точне положення границь ефективно працюючої зони нам невідомо, можна визначити загальну кількість пружних запасів, що містяться в пласті одиничної потужності в межах цієї зони.

$$\mu^* F_{пч} = \frac{Q - Q_{доп}}{C} = \frac{6400}{3 \cdot 10^{-2}} = 2,13 \cdot 10^5 \text{ м}^2.$$

- Оцінюючи площу ділянки осушення приблизно в 40 км, одержуємо величину пружної водовіддачі $\mu^* = 5 \cdot 10^{-3}$.
- У початковий період цієї відкачки протягом 25-30 діб вплив границь був несуттєвим, оскільки графіки $S - \lg(t)$ у цей період мають прямолінійну форму. Величина коефіцієнта водопровідності $T = km$, розрахована по цих графіках, склала близько $250 \text{ м}^2/\text{доба}$.
- Отримані значення пружної водовіддачі й коефіцієнта водопроводу мости дозволили визначити також коефіцієнт п'єзо провідності $a_{п} = 5 \cdot 10^4 \text{ м}^2/\text{доба}$.
- В замкнутих кругових пластах визначення основних гідрогеологічних параметрів може бути замінено розрахунком показника C^* , що залежить від водовіддачі, площі шару й зниження рівня. У наведеному прикладі.

$$C^* = \frac{C}{Q - Q_{доп}} = \frac{3 \cdot 10^{-2}}{6400} \approx 5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-2}.$$

- По суті отриманий параметр C^* дозволяє виконувати необхідні прогностні розрахунки в замкнутих шарах,

Ділянки з границями фільтраційної
неоднорідності

Ділянки з границями фільтраційної неоднорідності

- При обробці даних дослідних відкачок зональна фільтраційна неоднорідність може бути врахована лише в найпростіших випадках:
 - прямолінійна границя розділу;
 - кругова границя розділу).
- При більш складній неоднорідності звичайно визначають узагальнені параметри, що комплексно характеризують закономірність зміни рівня.
- При складній хаотичній неоднорідності можуть бути визначені ефективні параметри, що характеризують осереднені фільтраційні властивості шару у випробуваній області.

Прямолінійна границя розділу

Розрахунок параметрів заснований на рішенні В. А. Максимова для роботи свердловини в неоднорідному шарі з одною прямолінійною границею розділення, що в умовах квазістаціонарного режиму приводиться до наступного виду:

$$S = \frac{Q}{4\pi (km)_{cp}} \left[\ln \frac{2,25a_1 t}{r\rho} + \alpha \ln \frac{\rho}{r} + \frac{(1+\alpha)\sigma_1}{2} \right];$$
$$\alpha = \frac{(km)_2}{(km)_1}; \quad (km)_{cp} = \frac{(km)_1 + (km)_2}{2},$$

де

$(km)_1, (km)_2$ – коефіцієнти водо провідності першої та другої зони;

a_1 – коефіцієнт п'єзопровідності першої зони;

r – відстань від спостережної свердловини, в якій визначається зниження до дослідної;

ρ – те ж до її дзеркального відображення відносно межі розділу;

σ_1 – функція, що залежить від співвідношення водопровідності, п'єзопровідності та часу відкачування. При рівності коефіцієнтів п'єзопровідності рівна 0. Приведена в роботі В.А.Максимова.

Прямолінійна границя розділу

Функція σ_1 перемінна в часі, однак її величина стабілізується при $\rho_2/4a_1 t \leq 10^{-4}$. У практичних розрахунках останнім доданком у квадратних дужках вираз:

$$S = \frac{Q}{4\pi (km)_{cp}} \left[\ln \frac{2,25a_1 t}{r\rho} + \alpha \ln \frac{\rho}{r} + \frac{(1+\alpha)\sigma_1}{2} \right]$$

можна зневажити через його відносну малість у порівнянні з іншими членами, що надалі дає деяке завищення при розрахунку коефіцієнта ρ' єзопровідності.

Тоді даний вираз може бути представлене у вигляді рівняння прямої:

$$S = A + C \lg t: \quad C = \frac{0,183Q}{(km)_{cp}}; \quad A = C \left[\lg \frac{2,25a_1}{r \cdot \rho} + \alpha \lg \frac{\rho}{r} \right].$$

Прямолінійна границя розділу

Відповідно до наведених формул часові графіки в координатах $S - \lg(t)$ повинні мати прямолінійну форму. Залежно від тривалості відкачки й відстані від дослідної свердловини до спостережної й границі розділу на цих графіках можуть виділятися одна або дві ділянки.

При цьому можливі наступні випадки:

- 1) $r_{\text{пр}} \geq 3$, на графіку виділяються дві ділянки: перша відповідає пласту з параметрами першої зони; друга — середнім параметрам шару;
- 2) $r_{\text{пр}} \leq 3$ на графіку виділяється одна прямолінійна ділянка, що відповідає середнім параметрам шару.

Прямолінійна границя розділу

Порядок розрахунку параметрів наступний.

- Перший випадок. По першій прямолінійній ділянці графіка визначаються параметри першої зони, далі визначається кутовий коефіцієнт другої ділянки графіка С і розраховується km_{cp} по формулі

$$(km)_{cp} = \frac{0,183Q}{C'} ,$$

- .при відомих km_{cp} і km_1 з формули,

$$(km)_{cp} = \frac{(km)_1 + (km)_2}{2} ,$$

- знаходимо km_2 .

Прямолінійна границя розділу

Другий випадок. Для розрахунку використовуються графіки $S - \lg(t)$ по двох спостережних свердловинах.

Спочатку визначається km_{cp} по формулі :

$$(km)_{cp} = \frac{0,183Q}{C'} .$$

далі розраховується величина α по залежності:

$$\alpha = \frac{\frac{A_1}{C_1} - \frac{A_2}{C_2} \cdot \lg \frac{\rho_2 r_2}{\rho_1 r_1}}{\lg \frac{\rho_1 r_2}{\rho_2 r_1}}$$

де

A_1 та C_1 , A_2 та C_2 відповідні параметри графіків $S - \lg(t)$ для першої та другої спостережних свердловин.

Визначивши α та km_{cp} розраховується km_1 та km_2 по формулах:

$$(km)_1 = \frac{2 (km)_{cp}}{1 + \alpha} ; \quad (km)_2 = \alpha (km)_1 .$$

Коефіцієнт п'єзопровідності першої зони визначається по формулі:

$$\lg a_1 = \frac{A}{C} - 0,35 + \lg r\rho - \alpha \lg \frac{\rho}{r} .$$

Прямолінійна границя розділу

- Коефіцієнт п'єзопровідності другої зони рекомендується приймати пропорційно співвідношенню водопровідностей двох зон.
- При наявності границі розділу в напірно-безнапірних умовах коефіцієнт п'єзопровідності безнапірної зони повинен визначатися за даними відкачок безпосередньо в цій зоні.
- У пухких відкладах коефіцієнт п'єзопровідності може бути розрахований за відомим значенням водопровідності й водовіддачі.
- Запропонований метод доцільно застосовувати при співвідношенні водопровідностей двох зон порядку 10-15 або менше, при більших співвідношеннях проникність другої зони може істотно проявлятися лише при значно тривалих термінах дослідів.
- У цих випадках за практичний час відкачувань (не більше 2-3 місяців) границя неоднорідності працює як непроникна, що треба враховувати при визначенні параметрів.

Кругова границя розділу

- Дана схема звичайно має місце в тріщинуваті й закарстованих пластах, коли дослідна ділянка або ділянка водозабору розташовані в зоні підвищеної водопровідності, оточеної породами з більше низькою проникністю. Часто центральна зона має замкнуту форму близьку до кругової.
- В процесі нетривалих відкачок вплив більше віддалених ділянок водоносного горизонту не проявляється й визначаються параметри центральної зони
- Однак їхнє використання в прогнозних розрахунках при ігноруванні зменшення водопровідності в периферійній частині воронки депресії може привести до істотних помилок, зокрема до завищення експлуатаційних запасів підземних вод.

Кругова границя розділу

- Якщо водозабірна або дослідна свердловина розташована в центрі зоні радіуса r_1 із коефіцієнтом водопровідності km_1 і п'єзопровідності a_1 , а весь інший шар має коефіцієнт водопровідності km_2 і п'єзопровідності a_2 , то зниження рівня після закінчення деякого часу у внутрішній області може бути розраховане по формулі Г. Б. Пихачова:

$$S = \frac{Q}{2\pi} \left[\frac{1}{(km)_1} \ln \frac{r_1}{r_0} + \frac{1}{(km)_2} \ln \frac{R_2}{r_1} \right],$$

- де r_0 - радіус свердловини;
- $R_2 = 1,5\sqrt{a_2 t}$ - приведений радіус зовнішньої зони. За даними В. Н. Щелкачева критерій можливості використання наведеної залежності для свердловин, визначається з умови:

$$t \geq \frac{r_1^2}{0,4a_2}.$$

- Структура формули свідчить про те, що вона може бути приведена до виду прямої $S - \lg(t)$. Графіки в координатах $S - \lg(t)$ за умови повинні бути прямолінійні.

Кругова границя розділу

- Параметри km_1 і a_1 визначаються по відносно короткочасних кущових відкачках у внутрішній зоні, коли вплив зовнішньої границі несуттєвий.
- При відомому a_1 величина a_2 може прийматися також пропорційно співвідношенню коефіцієнтів водопровідності двох зон.
- Критерій для визначення часу, коли вплив відкачки досягає границі внутрішньої зони, отриманий В. Д. Бабушкіним:

$$t = \frac{r_1^2}{2a_1} \eta(\gamma); \quad \gamma = \frac{r_0}{r_1},$$

Таблиця функції $\eta(\gamma)$

№ п. п.	γ	$\eta(\gamma)$	№ п. п.	γ	$\eta(\gamma)$
1	1	0,0000	15	0,06	0,4881
2	0,95	0,0022	16	0,05	0,4913
3	0,90	0,0096	17	0,04	0,4941
4	0,80	0,0372	18	0,03	0,4964
5	0,70	0,0802	19	0,02	0,4982
6	0,60	0,1360	20	0,01	0,4995
7	0,50	0,2017			
8	0,40	0,2734	21	$5 \cdot 10^{-3}$	0,4999
9	0,30	0,3466			
10	0,20	0,4156	22	10^{-3}	0,5000
11	0,10	0,4720			
12	0,09	0,4765	23	10^{-4}	0,5000
13	0,08	0,4806	24	10^{-5}	0,5000
14	0,07	0,4845			

ДІЛЯНКИ В МІСЦЯХ ЛОКАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ РОЗВАНТАЖЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД

ДІЛЯНКИ В МІСЦЯХ ЛОКАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ РОЗВАНТАЖЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД

- Для умов, описуваних рівнянням Тейса - Джейкоба передбачається, що вся витрата, що відбирається в процесі відкачки, формується за рахунок пружних або ємнісних властивостей пласту. Практично в процесі проведення відкачок нерідкі випадки, коли частина дебіту забезпечується за рахунок додаткових джерел живлення, що не викликає зниження рівня в часі ($Q_{\text{доп.}}$).
- Такі умови спостерігаються при відкачках поблизу місць розвантаження (джерела, ділянки площинного височування, ділянки розвантаження шляхом випаровування, обмежене розвантаження в русла рік, часткова фільтрація з ріки та ін.), і особливо характерні для умов роботи діючих водозаборів

ДІЛЯНКИ В МІСЦЯХ ЛОКАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ РОЗВАНТАЖЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД

Зниження рівня в умовах додаткового живлення може бути виражене в наступному загальному виді:

$$S = \frac{0,183 [Q - Q_{\text{доп}}(t)]}{km} \lg \frac{2,25at}{r^2} + \frac{0,366 Q_{\text{доп}}(t)}{km} \lg \frac{R^*}{r},$$

де R^* - деякий умовний радіус живлення, що залежить від розмірів і конфігурації джерела розвантаження й положення щодо нього дослідної й спостережливої свердловин.

При обробці результатів дослідних відкачок способом Джейкоба стандартний характер площинних, часових і комбінованих графіків може у зв'язку з наявністю додаткового живлення істотно видозмінюватись.

ДІЛЯНКИ В МІСЦЯХ ЛОКАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ РОЗВАНТАЖЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД

- Найбільшою мірою додаткове живлення буде відбиватися на формі часових і комбінованих графіків. При цьому можливі наступні основні випадки:
- 1. Прямолінійність графіка $S - \lg(t)$ порушується, спостерігається поступове виположування пов'язане зі зростанням додаткового живлення в процесі досліді, у межах графіку стає паралельним осі абсцис,
- 2. Прямолінійна форма графіка зберігається, але зменшується його кутовий коефіцієнт C_t , причому ухил графіка стає тим менше, чим більше частка додаткового живлення в загальній витраті свердловини. Така деформація графіків спостерігається тоді, коли згодом величина $Q_{\text{доп}}$ стає постійною, або її ріст настільки малий у порівнянні із загальною витратою при відкачці, що ним можна знехтувати.

ДІЛЯНКИ В МІСЦЯХ ЛОКАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ РОЗВАНТАЖЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД

- Другий випадок становить істотний інтерес для визначення додаткового живлення за даними дослідних відкачок. Якщо $Q_{\text{доп}} = \text{const}$ як і при відсутності додаткового живлення, дане рівняння може бути перетворене в рівняння прямої відносно $\lg(t)$ або $\lg(r)$. Для простеження за часом: $S = A(t) + C_t \lg t$;

$$C_t = \frac{0,183 (Q - Q_{\text{доп}})}{km};$$

$$A_t = \frac{0,183 (Q - Q_{\text{доп}})}{km} \lg \frac{2,25a}{r^2} + \frac{0,366 Q_{\text{доп}}}{km} \lg \frac{R^*}{r}$$

- звідки:

$$km = \frac{0,183 (Q - Q_{\text{доп}})}{C_t};$$

$$\lg a = \frac{A_t}{C_t} - 0,35 + 2 \lg r - \frac{0,366 Q_{\text{доп}}}{km C_t} \lg \frac{R^*}{r}.$$

ДІЛЯНКИ В МІСЦЯХ ЛОКАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ РОЗВАНТАЖЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД

- Для простеження по площі:

$$S = A_r - C_r \lg r.$$

$$C_r = \frac{0,366Q}{km};$$

$$A_r = \frac{0,183 (Q - Q_{\text{доп}})}{km} \lg 2,25at + \frac{0,183Q_{\text{доп}}}{km} \lg R^*.$$

- звідки:

$$km = \frac{0,366Q}{C_r};$$

$$\lg a = \frac{A_r km}{0,183 (Q - Q_{\text{доп}}) + 2Q_{\text{доп}} \lg R^*} - 0,35 - \lg t.$$

ДІЛЯНКИ В МІСЦЯХ ЛОКАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ РОЗВАНТАЖЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД

У процесі відкачки за умови несталого режиму ($Q_{\text{доп}} < Q$) додаткове живлення може бути визначено трьома способами:

1 спосіб. По співвідношенню коефіцієнтів часовихових і площинних графіків.

$$\frac{C_t}{C_r} = \frac{Q - Q_{\text{доп}}}{2Q};$$
$$Q_{\text{доп}} = Q \left(1 - 2 \frac{C_t}{C_r} \right)$$

ДІЛЯНКИ В МІСЦЯХ ЛОКАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ РОЗВАНТАЖЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД

2 спосіб. По співвідношенню величини темпу зниження рівня при істотно різній витраті води при відкачці. Для цього треба мати на графіку $S - \lg(t)$ не менш двох ділянок, що відповідають водовідбору різної інтенсивності Q_1 і Q_2 , при цьому повинна виконуватися умова:

$$Q_{\text{доп}} < Q_1 < Q_2.$$

Якщо графік на першій ділянці прямолінійний, можна прийняти, що умова виконується $Q_{\text{доп}} \approx \text{const}$.

$$\frac{(C_t)_1}{(C_t)_2} = \frac{Q_1 - Q_{\text{доп}}}{Q_2 - Q_{\text{доп}}}.$$

Звідки:

$$Q_{\text{доп}} = \frac{(C_t)_2 Q_1 - (C_t)_1 Q_2}{(C_t)_2 - (C_t)_1},$$

ДІЛЯНКИ В МІСЦЯХ ЛОКАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ РОЗВАНТАЖЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД

3 спосіб. По співвідношенню темпу зниження рівня при короткочасних і тривалих відкачках з різним водовідбором. При нетривалих дослідях у початковий період додаткове живлення практично ще не проявляється й починає залучатися до дослідної свердловини лише через більш-менш тривалий час із розвитком депресії по площі й на глибину.

Тоді на першому етапі темп зниження рівня визначається сумарною витратою Q_1 а на другому - різницею витрат ($Q_2 - Q_{\text{доп}}$).

$$\frac{(C_t)_1}{(C_t)_2} = \frac{Q_1}{Q_2 - Q_{\text{доп}}};$$

$$Q_{\text{доп}} = \frac{(C_t)_1 Q_2 - (C_t)_2 Q_1}{(C_t)_1},$$

ДІЛЯНКИ В МІСЦЯХ ЛОКАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ РОЗВАНТАЖЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД

Приклад:

- Південно-Сосьвинська ділянка (за даними В.К.Вороніна) розташована на східному схилі Уралу в районі зчленування древніх складчастих структур з мезокайнозойським чохлам Західно-Сибірської плити.
- **Груповою відкачкою із трьох свердловин IVр, Vр, VIр випробуваний водоносний горизонт, приурочений до тріщинуватих опок еоцену. Горизонт напірний, у його покрівлі залягають відносно водотривкі діатомові глини, висота напору порядку 30 -35 м. Водоносний горизонт живиться на заході й півдні в області в місцях виходу водовмісних порід на поверхню. Розвантаження підземних вод судячи з карти гідроізогіпс, здійснюється в центральній частині ділянки висхідною фільтрацією в долину р. Сосьва і її притоків.**
- Тривалість групової відкачки 4 діб, сумарний дебіт 248 л/сек.
- Відкачка проходила при чітко вираженому несталому режимі. У процесі відкачки утворилась велика депресійна воронка, що захопила всю центральну частину ділянки, радіус її досягав 4-5 км. Попередньо свердловина IVр була випробувана короткочасною кущовою відкачкою, з витратою 63 л/с тривалістю 13 діб.

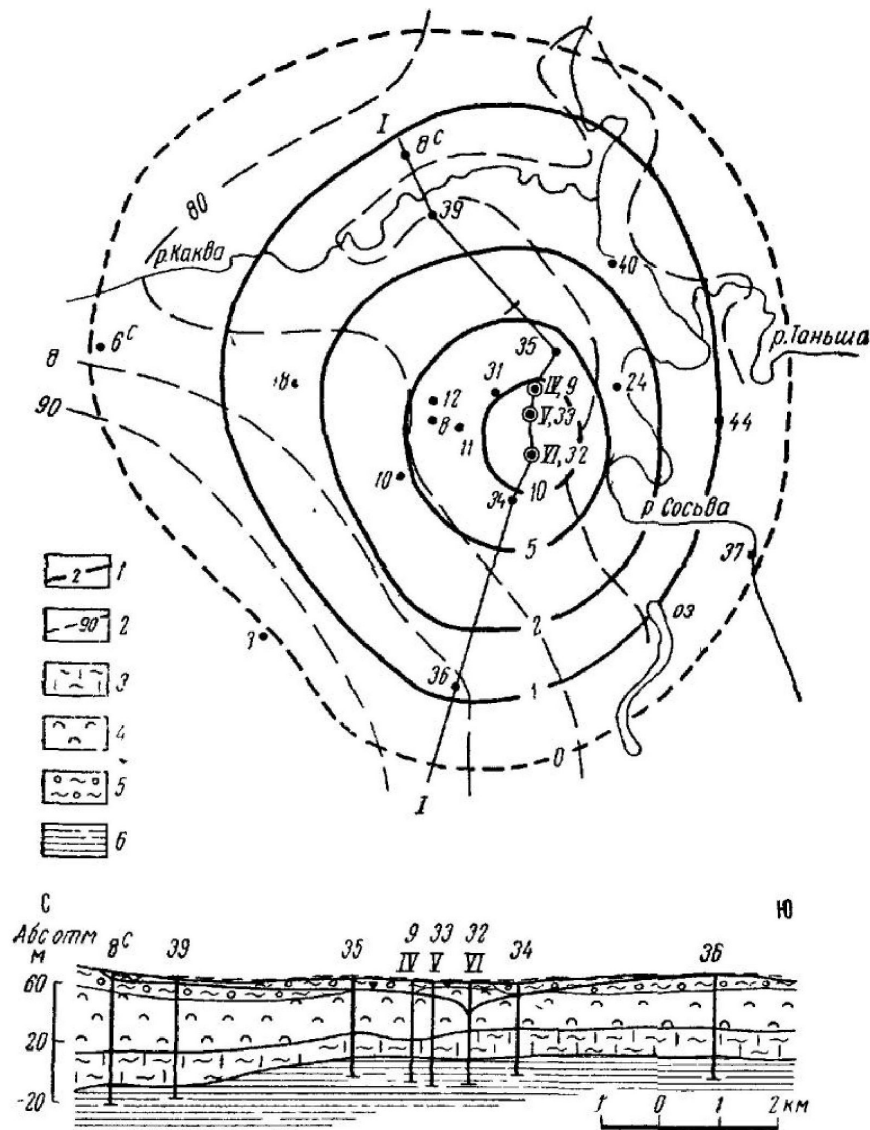


Рис. Схема випробування й розріз по I — I' у районі куща групової відкачки на свердловин IVp Vp VIp (по даним У. ДО, Вороніна, 1968 г м. Заурал'є).
 1 - ізолінії зниження; 2 - п'єзоізогіпси; 3 - опоки; 4 - діатоміти й глини; 5 - галечники із глинистим заповнювачем; 6 - глини

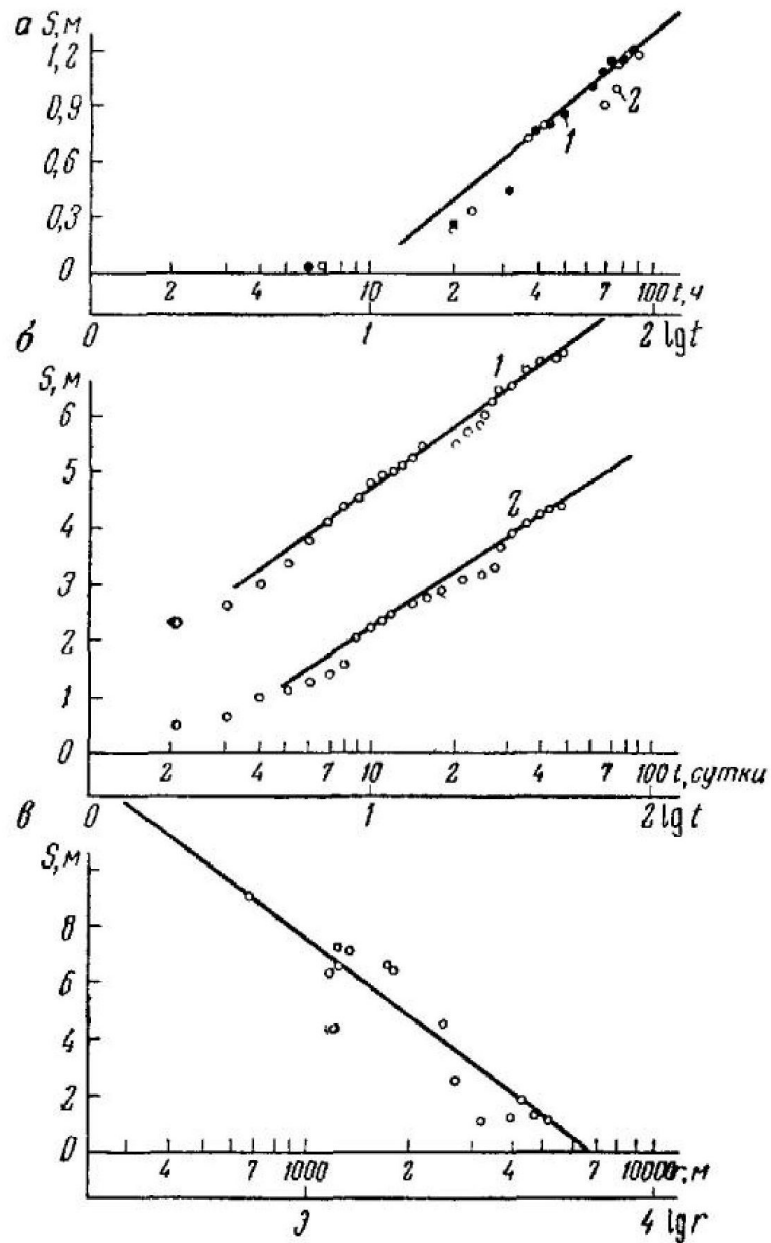


Рис. Графіки простеження при груповій відкачці

ДІЛЯНКИ В МІСЦЯХ ЛОКАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ РОЗВАНТАЖЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД

Способ обработки	№ опытных скважин	Дебит, л/сек	Угловой коэффициент графика C	Коэффициент водопрово- димости kt , м ² /сутки
$S - \lg t$	IVp	63	1,2	820
$S - \lg t$	IVp, Vp, VIp	248	3,24	1210
$S - \lg r$	IVp, Vp, VIp	248	9,3	840

Величина $Q_{\text{доп}}$ за даними таблиці, розрахована по формулі:

$$Q_{\text{доп}} = \frac{(C_t)_1 Q_2 - (C_t)_2 Q_1}{(C_t)_1}, \quad \text{дорівнює } 78 \text{ л/сек.}$$

а по формулі
$$Q_{\text{доп}} = Q \left(1 - 2 \frac{C_t}{C_r} \right) \quad 75,5 \text{ л/сек.}$$

Розрахунки обома способами дали однаковий результат.

Висновки

1. При обробці результатів дослідних відкачок поблизу локалізованих джерел розвантаження необхідно враховувати частку забезпеченого живлення в загальній витраті відкачки. У протилежному випадку виходять завищені значення коефіцієнтів водопровідності або занижені показники, що характеризують темп зниження рівня, за рахунок ємнісних властивостей пласту при обробці відкачок гідравлічним методом.
2. У прогностичних розрахунках це приводить до заниження розрахункових знижень рівня при збільшенні проектної витрати в порівнянні з дослідною.
3. Визначення додаткового живлення й розрахунок параметрів з врахуванням цього живлення можуть бути виконані за даними дослідних відкачок, проведених при двох різних ступенях дебіту (збурювання).

ДІЛЯНКИ В ПЛАСТАХ
ЗІ СКЛАДНОЮ КОНФІГУРАЦІЄЮ
РІЗНОРІДНИХ ГРАНИЦЬ

ДІЛЯНКИ В ПЛАСТАХ ЗІ СКЛАДНОЮ КОНФІГУРАЦІЄЮ РІЗНОРІДНИХ ГРАНИЦЬ

Часто реальні природні умови виявляються значно складніше й не можуть бути схематизовані стосовно до наявних типових відносно простих геометричних схем (кут, смуга, коло).

В одних випадках конфігурація границь занадто складна, тип границь різнорідний або спостерігається складна зональна неоднорідність.

В інших - положення й характер наявних границь взагалі залишається невизначеним і не може бути вірогідно встановлений у результаті зйомочних або бурових робіт. Такі ділянки особливо характерні для областей розвитку нерівномірно тріщинуватих порід.

ДІЛЯНКИ В ПЛАСТАХ ЗІ СКЛАДНОЮ КОНФІГУРАЦІЄЮ РІЗНОРІДНИХ ГРАНИЦЬ

Часто дійсні або ефективні параметри взагалі практично не можуть бути отримані. Але навіть за умови їхнього одержання вони не завжди можуть бути використані для прогнозного розрахунку через невизначеність розрахункової схеми.

При цьому прогнозні розрахунки виконуються звичайно **гідравлічним методом**. Дані для таких розрахунків можуть бути отримані в процесі тривалих дослідно-експлуатаційних відкачок шляхом установлення емпіричного закону зміни рівня в часі.

ДІЛЯНКИ В ПЛАСТАХ ЗІ СКЛАДНОЮ КОНФІГУРАЦІЄЮ РІЗНОРІДНИХ ГРАНИЦЬ

Таким чином, при обробці результатів дослідно-експлуатаційних відкачок у розглянутих умовах основними питаннями є:

- 1) встановлення емпіричного закону зміни рівня в часі;
- 2) встановлення, наскільки повно в досягнутій закономірності зміни рівня відображена реальна природна обстановка;
- 3) встановлення можливості використання досягнутої закономірності зміни рівня за умови екстраполяції витрати відкачки або зміни системи водовідбору

ДІЛЯНКИ В ПЛАСТАХ ЗІ СКЛАДНОЮ КОНФІГУРАЦІЄЮ РІЗНОРІДНИХ ГРАНИЦЬ

Для встановлення закономірності зміни рівня в часі пропонується для вибору емпіричного закону зміни рівня будувати графіки в координатах $S - \lg(t)$, $S - \sqrt{t}$ і $S - t$.

У якості розрахункової вибирається залежність, найбільш близька до прямолінійної.

Запропонованим залежностям можуть відповідати наступні види графіків:

В окремому випадку може бути або $A = 0$ - графік проходить через початок координат, або $C = 0$ - стабілізація рівня.

Такий прийом цілком справедливий, однак він не враховує можливості досягнення проміжних закономірностей. У загальному випадку якщо графік зміни рівня не апроксимується прямою у напівлогарифмічному масштабі, повинна підбиратися степенева залежність виду $S = f(tc)$ (де $C < 1$).

ДІЛЯНКИ В ПЛАСТАХ ЗІ СКЛАДНОЮ КОНФІГУРАЦІЄЮ РІЗНОРІДНИХ ГРАНИЦЬ

- Якщо є потреба, слід будувати проміжні ступеневі закономірності, вибираючи показник ступеня залежно від характеру відхилення графіка від прямої в координатах $S - \sqrt{t}$, Якщо графік опуклий вниз, вибирається значення $1 > C > 0,5$, якщо графік опуклий нагору, $C < 0,5$.
- Цей спосіб у принципі дозволяє вирішити поставлене завдання. Його незручність зв'язана лише з невизначеністю можливої кількості варіантів побудови графіків.
- Після встановлення виду залежності $S - f(t)$, що апроксимується прямою, кутовий коефіцієнт графіка C_t може служити своєрідним "розрахунковим гідравлічним параметром".

ДІЛЯНКИ В ПЛАСТАХ ЗІ СКЛАДНОЮ КОНФІГУРАЦІЄЮ РІЗНОРІДНИХ ГРАНИЦЬ

- Для спрощення побудови великої кількості графіків запропоновано використовувати побудову їх у координатах $\lg(S) - \lg(t)$ У роботі Самсонова Б.Г та ін. наведений ряд конкретних прикладів, коли **криволінійні напівлогарифмічні графіки стають прямолінійними в білогарифмічному масштабі.**
- При побудові білогарифмічного графіку варто також враховувати, що в координатах $\lg(S) - \lg(t)$ через сильне стиснення шкали знижень криволінійні графіки часто мають видимість прямолінійних. Тому виявлена закономірність завжди повинна перевірятися побудовою відповідного графіка $S - f(t)$.

ДІЛЯНКИ В ПЛАСТАХ ЗІ СКЛАДНОЮ КОНФІГУРАЦІЄЮ РІЗНОРІДНИХ ГРАНИЦЬ

- Після встановлення за даними дослідно-експлуатаційних відкачок емпіричного закону зміни рівня й гідравлічних показників, що його що виражають (або узагальнених параметрів), необхідно вирішити питання про те, наскільки повно в них відбиті гідрогеологічні умови ділянки (всі наявні границі) і про можливість їхнього використання при екстраполяції витрати відкачки й зміні системи водовідбору.
- Питання про граничні умови враховується на основі досить детального вивчення гідрогеологічних умов ділянки й, аналізу розвитку депресійної воронки по площі.
- Якщо які-небудь границі не знайшли відбиття в досягнутих закономірностях зміни рівня, то при використанні узагальнених параметрів їх пропонується враховувати аналітично.