

# Палеохидрогеоложки анализ на подземната хидросфера

Иван Станев

Научноизследователски институт по полезни изкопаеми, 1505 София

I. Stanev — *Paleohydrogeological analysis of the underground hydrosphere*. The main ideas of the paleohydrogeological analysis of the underground hydrosphere are discussed in light of the systematic approach. It is based on the hierarchic stratification of the underground hydrosphere formed of five hierarchic levels — hydrostrata, three of which are assumed to be reliable for the purpose of the analysis. They are the elementary natural water systems (2nd hydrostratum), the natural water mesosystems (3d hydrostratum) and the underground water macrosystems (4th hydrostratum). Their origin, development and transformation in time and space is discussed from lower to higher hierarchic levels which is one of the basic requirements of the systematic approach. The methods of paleohydrogeological analysis, resp. the requirements for compilation of paleohydrogeological maps and schemes in different scale are developed from this point of view.

## Въведение

Настоящата работа представлява опит за палеохидрогеоложки анализ в светлината на системния подход. Ползвайки теоретичните основи на йерархичната стратификация (класификация) на подземната хидросфера (Станев, 1991), подземните водоносни системи се схващат като динамични или изменящи се във времето и вероятностни по характер. В нашето съвремие те са статични, но трябва да се възприемат като частен случай на динамичните или като някакво тяхно „мигновено“ състояние. Подредени във времето, множество такива състояния на динамичните подземни водоносни системи определят тяхното поведение или палеохидрогеоложко развитие.

Всичко това предполага палеохидрогеоложкия анализ на подземната хидросфера да се извършва последователно по йерархичните нива на II (елементарни подземни водоносни системи), III (подземни водоносни мезосистеми) и IV (подземни водоносни макросистеми) хидрострат, с което напълно се удовлетворяват изискванията на самия системен подход. Разглеждането на I (основни геоложки елементи) и V (подземни водоносни мегасистеми) хидрострат от палеохидрогеоложка гледна точка не е целесъобразно. По същество главната цел на тези изследвания е да се реставрират палеохидрогеоложките условия на подземните водоносни мегасистеми, което от своя страна предполага подробното разглеждане на неговите низходящи съставляващи от III и II хидрострат. Разбира се, в някои случаи този анализ може да се ограничи само до II или III хидрострат в зависимост от поставените цели.

Целта на палеохидрогеоложкия анализ посредством системния подход е доказването на специфични регионални закономерности и критерии за търсене и проучване на пресни или термални води, въгледороди и рудни полезни изкопаеми. Това може да се постигне единствено чрез съставяне на палеохидрогеоложки карти на подземните водоносни системи на йерархични нива от II, III и IV хидрострат, на които най-добре изпъкват тези регионални закономерности и критерии.

## Основи на палеохидрогеоложкия анализ

Палеохидрогеоложният анализ в светлината на системния подход се извършва последователно в следния ред: реставрации на формирането, развитието и трансформациите на различните видове природни водоносни системи във времето и пространството за определена част от подземната хидросфера на йерархични нива II, III и IV хидрострат, както и реставрации на палеохидродинамичните, палеохидрогеохимичните и палеохидрогеотермалните условия и обстановки в тях. Всичко това, направено във времето и пространството, довежда до логичното обяснение както на миналите, така и на съвременните условия в подземната хидросфера, които се явяват краен продукт на палеохидрогеоложкото развитие.

### *Формиране, развитие и трансформации на подземните водоносни системи*

#### Елементарни подземни водоносни системи

Елементарните подземни водоносни системи от II хидрострат — инфилтрационна, термоинфилтрационна, геостатична, термогеостатична, геодинамична, термогеодинамична, геотермична и ендеогеотермична — представляват основни хидрогеоложки градивни елементи на подземната хидросфера (Станев, 1991). Геостатичната, геотермичната и ендеогеотермичната система се приемат за първични по произход, а останалите — за вторични, получени по пътя на техните трансформации. С изключение на ендеогеотермичната система всички останали седем елементарни подземни водоносни системи ще бъдат предмет на нашето внимание при анализа.

#### Геостатична елементарна водоносна система

##### Модел и особености

Според нашите виждания (Станев, 1991) геостатичната елементарна водоносна система представлява уплътняваща се трислойна филтрационна среда под въздействие на геостатичното поле в пространството и времето, която в средната си част е изградена от водопроводящ (дрениращ) геоложки елемент В с малка склонност към уплътняване, а в горната и долната си част — от предимно водоотдаващи геоложки елементи А и С, поддаващи се на активни елизионни процеси (фиг. 1). Характерна особеност на тази елементарна водоносна система е това, че нейната горна и долна граница преминават през средата на предимно водоотдаващите геоложки елементи А и С, където се намират повърхнините  $f_{n+1}$  и  $f_{n+2}$ , разделящи елизионните потоци на възходящи (над  $f_{n+2}$ ) и низходящи (под  $f_{n+1}$ ) и същевременно насочени към водопроводящия геоложки елемент В.

Движението на подземните води в нея се обуславя от хидравлични градиенти, създадени в резултат на променящи се във времето геостатични натоварвания. Това движение се осъществява между разделителните повърхнини  $f_{n+1}$  и  $f_{n+2}$ , които се схващат като изключително тънки водоупорни пластини. Най-високите стойности на наляганята са в основата му по разделителна повърхнина  $f_{n+2}$ , която обуславя възходящия подземен поток и най-високи пиезометрични нива на „приведените“ напори. В горнището на тази елементарна водоносна система, по разделителната повърхност  $f_{n+1}$ , наляганята и „приведените“ напори могат да бъдат по-малки или приблизително равни на тези по разделителната повърхнина  $f_{n+2}$  от нейното долнище. Най-малки са наляганята и „приведените“ напори в дрениращия геоложки елемент В. В него подземният поток е паралелен на слоестостта на филтрационната среда и с наклонена пиезометрична повърхност на „приведените“ напори по посока на движението на подземните води.

Разпределението на минерализациите на подземните води в геостатичната елементарна водоносна система е близко по характер на това на напорите. В геоложките елементи А и С те са сравнително по-големи от тези на дрениращия елемент В. Елементите А и С се схващат като зони на възходящо и низходящо подхранване на елемент В. Това вътрешно подхранване е променливо и намалява във времето за десетки и стотици години, но в обхвата на години то може да се приеме като постоянна величина. Ето защо геостатичната елементарна водоносна система трябва да се схваща като система само с един изход посредством дрениращия геоложки елемент В и два вътрешни (собствени) входа, създадени в геоложките елементи А и С. Със затихване на елизионните процеси в нея напорите и минерализациите на подземните води постепенно се стабилизират.

Този трислоен модел на геостатичната елементарна водоносна система е напълно приложим и при термогеостатичната, геодинамичната и термогеодинамичната елементарна водоносна система, но вече действащи при различни налягания и при допълнителни въздействия на геотермичното и геодинамичните земни силови полета, които активизират многократно елизионните процеси.

### Етапи на формиране и развитие

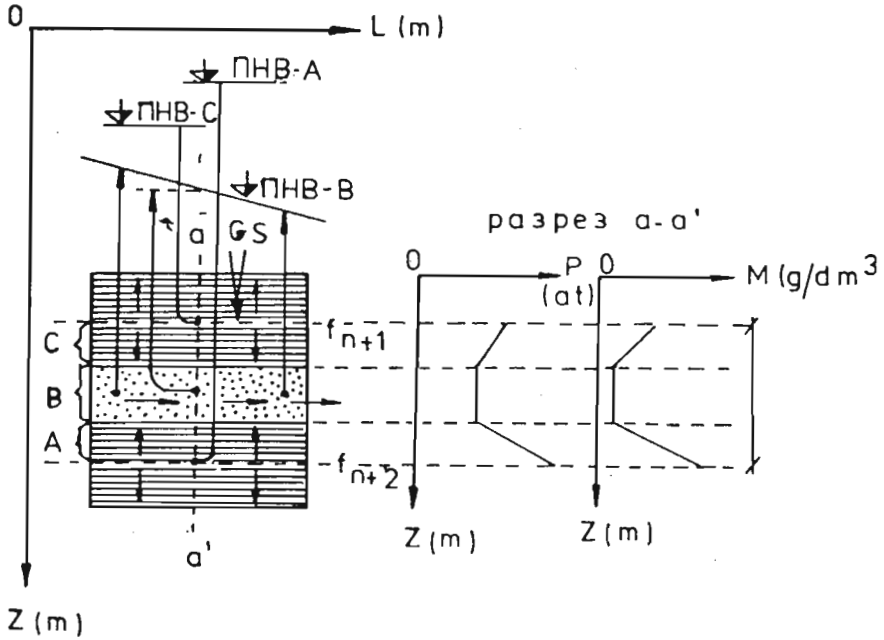
При условия на непрекъсната седиментация формирането и развитието на геостатичната елементарна водоносна система преминават през седем самостоятелни етапа (фиг. 2):

— Етапът на зараждане (I етап) започва със седиментацията и пълното изграждане на долния водоотдаващ геоложки елемент А от I хидрострат, успоредно с което се формира и разделителната повърхност  $f_{n+2}$ , която обуславя възходящ подземен воден поток към дъното на морския басейн и низходящ — към отдолу разположената геостатична елементарна водоносна система. Низходящият поток може и да липсва при наличие на водоупорен хидрогеоложки фундамент от по-стари скали, в които елизионните процеси са спрели напълно. В такъв случай разделителната повърхнина  $f_{n+2}$  се премества в основата на водоотдаващия геоложки елемент А. През този етап липсват условия за генериране и натрупване на въгледороди.

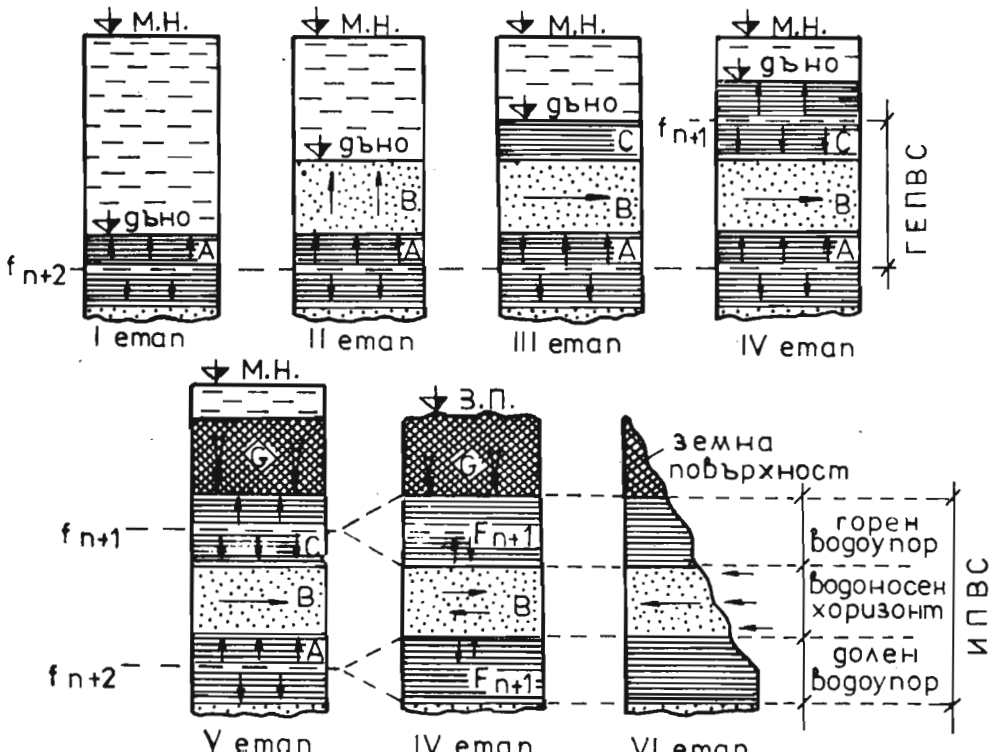
— Етапът на отваряне (II етап) се характеризира с промяна на характера на седиментацията от глинест към пясъчлив или карбонатен. Осъществява се пълното изграждане на водопроводящия геоложки елемент В, в който се формира само възходящ воден поток към дъното на морския басейн. И през този етап липсват условия за генериране и натрупване на въгледороди.

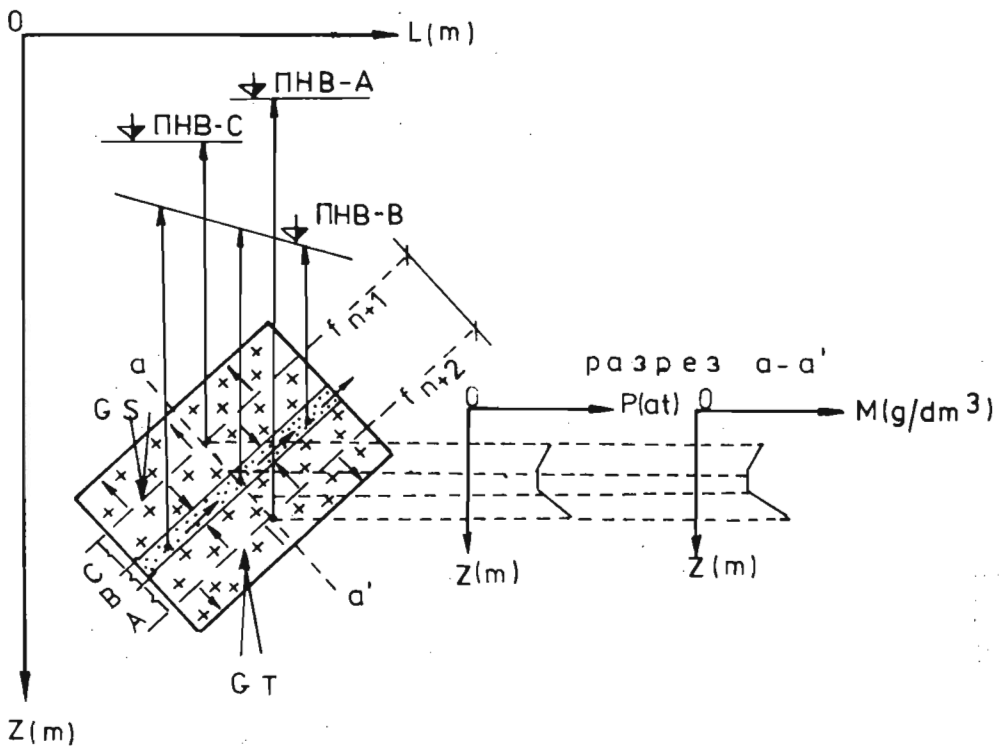
— Етапът на запечатване (III етап) бележи нова смяна в характера на седиментацията. От пясъчлива или карбонатна тя преминава отново в глинеста. Частично се отлагат глинестите седименти на горния водоотдаващ геоложки елемент С, чиято дебелина не позволява протичане на възходящ воден поток. Елизионните процеси в него са слабо изразени. Всичко това обуславя появата на хоризонтален (латерален) поток във водопроводящия геоложки елемент В. Геостатичната елементарна водоносна система започва да функционира, макар и непълно. Създават се начални условия за генериране и натрупване на въгледороди. Генерираните подземни флуиди (води, нефт и газ) не постъпват в дъното на морския басейн, а се насочват към създадените по това време зони на пиезоминимуми.

— През етапа на затваряне (IV етап) се изгражда напълно горният водоотдаващ геоложки елемент С. Вече напълно е формирана разделителната повърхнина  $f_{n+1}$ , която обуславя възходящия воден поток към морското дъно и низходящия — към водопроводящия геоложки елемент В. С това геостатичната елементарна водоносна система се затваря напълно между разделителните повърхнини  $f_{n+1}$  и  $f_{n+2}$  и започва нейното нормално функциониране. Генерираните флуиди се насочват към създадените пиезоминимуми. Съществуват условия за генериране, натрупване и транспортиране на въгледороди.



Фиг. 1. Модел на геостатичната елементарна водоносна система: А и С — водоотдаващи геоложки елементи; В — водопроводящ геоложки елемент; GS — геостатично силово поле;  $f_{n+1}$  и  $f_{n+2}$  — водоразделителни повърхнини; ПНВ — пиезометрично ниво на подземните води; P — налягане на подземните води; M — минерализация на подземните води; Z — дълбочина на залегане на подземните води; L — дължина; единични стрелки — посока на движение на подземните води; двойни стрелки — посока на въздействие на GS





Фиг. 3. Модел на геотермичната елементарна водоносна система: А и С — термоводоотдаващи геоложки елементи; В — термоводопроводящ геоложки елемент; GS — геостатично силово поле; GT — геотермично силово поле;  $f_{n+1}$  и  $f_{n+2}$  — водоразделителни повърхнини на подземните води; P — налягане на подземните води; M — минерализация на подземните води; Z — дълбочина на залагане на подземните води; L — дължина; единични стрелки — посока на движение на подземните води; двойни стрелки — посока на въздействие на силовите полета GS и GT

Фиг. 2. Етапи на формиране и развитие на геостатичната елементарна водоносна система: А и С — водотдаващи геоложки елементи; В — водопроводящ геоложки елемент; GS — геостатично силово поле;  $f_{n+1}$  и  $f_{n+2}$  — водоразделителни повърхнини; ГЕПВС — геостатична елементарна водоносна система; ИПВС — инфилтрационна подземна водоносна система; единични стрелки — посока на движение на подземните води; двойни стрелки — посока на въздействие на GS

— Етапът на активност (V етап) е най-продължителен по време. Геостатичната елементарна водоносна система е подложена на непрекъснато-прекъснато натоварване в резултат на отлагане на по-млади седиментни скали, в които се образуват нови еднородни системи, но хидравлично изолирани помежду си. Достигнали вече своя максимум на активност, елизионните процеси постепенно намаляват във времето до пълното им прекратяване. Това е етап на нормално функциониране на системата. Генерираните води и въгледороди от горния и долния водоотдаващ геоложки елемент А и С се дренират във водопроводящия геоложки елемент В, откъдето се насочват към създадените през съответния период от време пиезоминимуми. През този етап съществуват най-благоприятни условия за генериране, натрупване и транспортиране на въгледороди.

При условията на високи температури и налягания генерираните подземни води могат да се превърнат в типични хидротермални разтвори, които формират жилни или метасоматични рудни находища, подхранват с рудни елементи определени седиментационни зони в обсега на тяхното дрениране на морското дъно и образуват седиментни рудни находища. Ето защо ние смятаме, че процесите на генериране и натрупване на въгледороди, както и процесите на формиране на хидротермална дейност или седиментационни условия за образуване на седиментни руди се намират в пълно единство в рамките на елементарната геостатична водоносна система. Ето защо по-голямата част от палеохидрогеоложките карти и анализът на йерархично ниво II хидрострат трябва да се извършват на етапа на активност.

— Етапът на пасивност (VI етап) се характеризира с почти напълно спрели елизионни процеси в геостатичната елементарна водоносна система, чийто енергетичен потенциал е напълно изчерпан. Движението на подземните води в нея е възможно само по пътя на термомасопресяването. В известна степен напорите на подземните води остават такива, каквито са били в края на етапа на активност. Съществуват условия за съхраняване на натрупаните въгледороди. Водоотдаващите геоложки елементи А и С се превръщат в типични водоупори. Разделителните повърхнини в тях  $f_{n+1}$  и  $f_{n+2}$  престават да съществуват.

— През етапа на разрушаване (VII етап) геостатичната елементарна подземна водоносна система се превръща постепенно в термоинфилтрационна, а впоследствие и в инфилтрационна. В резултат на тектонски издигания с последвали морски регресии тя се разкрива на повърхността (или остава близко до нея), в резултат на което попада под въздействието на хидростатичното силово поле. Започва постепенна подмяна на елизионните води с инфилтрационни. Създават се условия за разрушаване на въгледородните натрупвания. При конкретна обстановка могат да се създадат и условия за съхраняване на въгледородните натрупвания под формата на хидродинамични (неангиклинални) залежи на границата между геостатичната (от една страна) и термоинфилтрационната или инфилтрационната елементарна водоносна система (от друга страна), между които се формира дифузна зона.

Прекъсванията на седиментацията по време на етапите на зараждане, отваряне, запечатване и затваряне оказват неблагоприятно въздействие върху нормалното развитие на геостатичните елементарни водоносни системи. Обикновено това води до временното им превръщане в инфилтрационни системи. Подмяната на седиментните води с инфилтрационни съществено нарушава хидродинамичния, хидрогеотермичния и хидрогеохимичния режим на системите, което е свързано със значително намаление на металоносния и органичния им потенциал. По-късно, при тяхното възстановяване в резултат на последвала седиментация, те вече ще бъдат със значително променен химичен състав на подземните води, които ще бъдат смесени по генезис. Ето защо при палеохидрогеоложките карти и анализ трябва да се отбелязва точно времето на тези прекъсвания, да се описват и тълкуват неблагоприятните промени в тях.

Прекъсванията на седиментацията по време на етапите на активност водят единствено до временно намаление на количеството генерирани елизионни води в геостатичните елементарни водоносни системи, докато на етапите на пасивност те не оказват

почти никакво влияние върху тях. Етапът на разрушаване винаги е свързан с прекъсване на седиментацията.

При тектонски движения и температурни въздействия геостатичните елементарни водоносни системи обикновено се активират на етапите на активност и пасивност, което се изразява в повишения на пластовите налягания и увеличение на количеството генерирани елизионни флуиди.

## Видове трансформации

В преобладаващите случаи геосторическото развитие на елементарните природни водоносни системи (Станев, 1991) започва с геостатичната елементарна система, която се приема за първична. Всъщност с нея се слага началото на един пълен ред на последователни трансформации във времето, довеждащи до формирането на други типове елементарни водоносни системи, преобладаващи една в друга (табл. 1).

Таблица 1

Трансформации на геостатичната елементарна водоносна система

Елементарни водоносни системи (по Станев)	Време в млн. год.	Начално състояние	Пълен ред	Съкратени редове						
				а	б	в	г	д	е	ж
1. Геостатична	↓	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2. Термогеостатична		+	+	-	+	+	-	+	-	-
3. Геодинамична		+	+	+	-	+	+	-	-	-
4. Термогеодинамична		+	+	+	-	-	-	-	-	-
5. Термоинфилтрационна		+	+	+	+	+	+	+	+	-
6. Инфилтрационна		+	+	+	+	+	+	+	+	+

Преминаването на геостатичната елементарна водоносна система в термогеостатична е свързано със значителни потъвания, при които термоелизионните процеси преобладават спрямо елизионните. При последвали активни нагъвателни тектонски движения термогеостатичната елементарна водоносна система се превръща в геодинамична, която се характеризира с изключително активни елизионни и термоелизионни процеси. От своя страна геодинамичната елементарна система може да се превърне в термогеодинамична при условие на протичащи метаморфни процеси при високи температури и налягания. При по-късни тектонски издигания термогеодинамичната елементарна система преминава последователно в термоинфилтрационна и инфилтрационна, с което завършва пълният шестчленен ред на трансформации на геостатичната елементарна водоносна система.

Обикновено в подземната хидросфера се срещат преди всичко съкратени редове на трансформации в сравнение с техния пълен ред (табл. 1). Това са: съкратен ред без термогеостатичната елементарна система (а); без геодинамичната (б); без термогеодинамичната (в); без термогеостатичната и термогеодинамичната (г); без геодинамичната и термогеодинамичната (д); без термогеостатичната, геодинамичната и термогеодинамичната (е); без термогеостатичната, геодинамичната, термогеодинамичната и термоинфилтрационните елементарни водоносни системи (ж). Тези трансформации могат да настъпят във всеки един етап от формирането и развитието на геостатичните елементарни водоносни системи (зараждане, отваряне, запечатване, затваряне, активност и пасивност). При всички случаи на начално състояние, пълен или редуциран ред на трансформации във всяка една от елементарните водоносни системи може да се внедри допълнително геотермична елементарна водоносна система, което да стане

причина за тяхното многократно активиране. Отчитането и анализът на всички видове трансформации във времето са от изключително голямо значение със своята информативност за палеохидрогеоложките изследвания на йерархично ниво II хидрострат

## Геотермична елементарна водоносна система

### Модел и особености

Геотермичната елементарна водоносна система представлява трислойна топловодо-наситена среда, намираща се под въздействието на геотермичното и геостатичното силно поле във времето и пространството (С т а н е в, 1991) (фиг. 3). В средната си част тя е изградена от топловодопроводящ (дрениращ) геоложки елемент В, който се характеризира с малка склонност към уплътняване (разседи и разломни зони), или е представена от отворени пукнатини, респ. пукнатинни зони. В горната и долната си част системата е представена от топловодоотдаващите геоложки елементи А и С, подаващи се на водогенериращи и термоелизионни процеси. Това са предимно застиващи магми (интрузивни или ефузивни). Тази елементарна водоносна система се характеризира с това, че нейната горна и долна граница са условни и преминават през средните части на предимно топловодоотдаващите геоложки елементи А и С, където се намират повърхнините  $f_{n+1}$  и  $f_{n+2}$ , разделящи геотермалните елизионни водни потоци на възходящи (над  $f_{n+2}$ ) и низходящи (под  $f_{n+1}$ ) и същевременно насочени към топловодопроводящия геоложки елемент В. Ето защо жилните формации на едно каквото да е магматично тяло се възприемат като запълнени топловодопроводящи геоложки елементи В. Тяхното изучаване във времето и пространството е най-сигурното средство за палеохидрогеоложкото реставриране на геотермичните елементарни водоносни системи.

Движението на геотермалните води в системата се обуславя от хидравлични градиенти, създадени в резултат на развиващи се във времето процеси на дехидратация на магмата и термоелизия в условията на високи температури и налягания. Това движение се реализира между водоразделителните повърхнини  $f_{n+1}$  и  $f_{n+2}$ , които тук се схващат като условни и твърде подвижни във времето и пространството. Формирането на наляганията, минерализацията на водите и всички останали особености в системата са напълно аналогични на тези при геостатичната елементарна водоносна система.

Характерна особеност на тази система е това, че по време на активно действие на топловодопроводящия геоложки елемент В (пукнатина, пукнатинна зона, разсед или разлом) постепенно се отлагат нерудни и рудни минерализации. При това във времето водопродимостта на геоложкия елемент В постепенно намалява до добиване на почти нулеви стойности в резултат на цялостно запълване. Това довежда до ново структуриране на геотермичната елементарна водоносна система в съответствие с новосъздадените пукнатини и разломи, предопределящи нови разделителни повърхнини, които могат да бъдат субпаралелни или секущи на първоначалната система. Друга особеност на тази система е, че геотермалните води или хидротермалните рудоносни разтвори, движещи се в геоложкия елемент В, постепенно намаляват своята минерализация, успоредно с което се променя и техният хидрохимичен тип. Това винаги довежда до формиране на хоризонтални или вертикални рудни зоналности, по които най-сигурно могат да се реставрират палеохидрогеоложките условия на елементарната геотермична водоносна система и да се направят прогнози за търсене на рудни нагрупвания. От палеохидрогеоложка гледна точка рудните жили и зони представляват „фосилизирани“ предимно топловодопроводящи геоложки елементи от I хидрострат (С т а н е в, 1989).



## Етапи на формиране и развитие

При условие на проявен магматизъм (интрузивен или ефузивен) формирането и развитието на геотермичната елементарна водоносна система преминават без прекъсване през четири самостоятелни етапа:

— Етапът на зараждане (I етап) започва със самото внедряване на магмата и продължава успоредно със започващите процеси на изстиване и формиране на първоначалната пукнатинна система, като завършва с формирането на топловодопроводящия еоложки елемент В (фиг. 3).

— Етапът на затваряне (II етап) се характеризира с обособяване на топловодоподдаващите геоложки елементи А и С, както и на преминаващите през тях условни разделителни повърхнини  $f_{n+1}$  и  $f_{n+2}$ . С това геотермичната елементарна водоносна система се затваря напълно между двете разделителни повърхнини, при което започва нейното нормално функциониране. Посредством топловодопроводящия геоложки елемент В генерираните флуиди (хидротермални разтвори, термални води и газове) се насочват към създадените пиезоминимуми, където се натрупват (отлагат) рудни и нерудни находища и минерализации.

— Етапът на активност (III етап) е най-продължителен, но постепенно стихващ във времето вследствие на изстиването на магменото тяло. През този етап геотермичната елементарна водоносна система функционира нормално. В условията на високи температури и наляганя генерираните флуиди (хидротермални разтвори, термални води и газове) запазват своя характер такъв, какъвто е бил в края на етапа на затваряне, но вече при намаляващ топлинен и веществен потенциал. Ето защо по-голямата част от палеохидрогеоложките карти и анализът на йерархично ниво II хидрострат трябва да се извършват основно за етапа на активност с оглед намиране на критерии за търсене на рудни и нерудни находища на полезни изкопаеми.

— Етапът на разрушаване (IV етап) се характеризира с напълно спрели процеси на генериране на флуиди при условия на продължаващо, но затихващо във времето гоплоотдаване. Разделителните повърхнини  $f_{n+1}$ ,  $f_{n+2}$  престават да съществуват. Геотермичната елементарна водоносна система се превръща постепенно в термоинфилтрационна, а по-късно и в инфилтрационна. Формираните в тях термални, а по-късно и хладки до студени пресни води са набогатени предимно с газове от въздушен произход. Това става причина за протичане на хипергенни процеси в отложените вече руди и формиране на вторични минерализации.

## Видове трансформации

С първичната геотермична елементарна водоносна система се слага началото на един пълен ред на последователни трансформации във времето, довеждащи до формирането на други типове елементарни водоносни системи, в повечето случаи преходящи последователно една в друга (табл. 2).

Таблица 2

Трансформации на геотермичната елементарна водоносна система

Елементарни водоносни системи (по Станев)	Време в млн. год.	Начално състояние	Пълен ред	Съкратен ред
1. Геотермична	↓	+	+	+
2. Термогеодинамична			+	—
3. Термоинфилтрационна			+	+
4. Инфилтрационна			+	+

Преминаването на геотермичната елементарна водоносна система в термогеодинамична е свързано с активни тектонски движения или протичащи метаморфни процеси при високи температури и налягания. При по-късни тектонски издигания термогеодинамичната елементарна система преминава последователно в термоинfiltrационна, а по-късно и в инфилтрационна система. Често в подземната хидросфера се срещат и съкратени редове на трансформация без наличието на термогеодинамичната водоносна система. В преобладаващите природни случаи геотермичната система се внедрява в геостатични, термогеостатични, геодинамични, термогеодинамични, термоинfiltrационни и инфилтрационни водоносни системи, което става причина за тяхното силно активиране, а в много случаи се превръща в приемник на орудявания. Отчитането на тези специфични особености е от изключително голямо значение при палеохидрогеоложките изследвания на йерархично ниво II хидрострат. Тук най-добре изпъкват закономерностите и критериите за търсене на рудни и нерудни находища на полезни изкопаеми.

### Подземни водоносни мезосистеми

В съответствие с нашите схващания (Станев, 1991) подземните водоносни мезосистеми от III хидрострат са: инфилтрационни, термоинfiltrационни, геостатични, термогеостатични, геодинамични, термогеодинамични, геотермични и ендеогеотермични. При палеохидрогеоложкия анализ на това йерархично ниво основно се извършва обединяване на еднотипни елементарни водоносни системи от II хидрострат, което представлява първи етап на обобщение. Обикновено тези мезосистеми образуват самостоятелни локални или регионални мезобасейни (мезорезервоари) от подземни води или могат да бъдат неделима част от водоносни макросистеми.

### Геостатични водоносни мезосистеми

Тези водоносни мезосистеми представляват сбор от редуващи се една над друга, а същевременно и една до друга в пространството еднотипни геостатични елементарни водоносни системи, намиращи се в един и същ или в различни етапи на формиране и развитие, с еднаква или различна литостратиграфска принадлежност, между които на места е възможно да съществуват „хидрогеоложки прозорци“. Тяхното формиране, развитие и трансформации в термогеостатични, геодинамични, термогеодинамични, термоинfiltrационни или инфилтрационни са подчинени напълно на тези на изграждащите ги елементарни водоносни системи. Всъщност те се явяват тяхно съвкупно обобщение.

### Геотермични водоносни мезосистеми

Геотермичните водоносни мезосистеми обединяват редуващи се една до друга, една над друга и най-вече секущи в пространството една спрямо друга еднотипни геотермични елементарни водоносни системи, намиращи се в един и същ или в различни етапи на формиране и развитие, с еднаква или различна литостратиграфска принадлежност, между които на места е възможно да съществуват „хидрогеоложки прозорци“. Тухното формиране, развитие и трансформации в термогеодинамични, геодинамични, термоинfiltrационни или инфилтрационни са подчинени на тези на изграждащите ги геотермични елементарни водоносни системи и представляват тяхно съвкупно обобщение. Обикновено те се формират в обемния обхват на проявени интрузии или ефузии.

### Подземни водоносни макросистеми

В светлината на системния подход подземните водоносни макросистеми от IV хидрострат се разделят на: дълбочинни басейни; артезиански (или адартезиански) басейни; хидрогеоложки фундаменти и хидрогеоложки масиви (или адмасиви).

От палеохидрогеоложка гледна точка артезианските и адартезианските басейни се разглеждат като макросистеми, формирани в крайния етап (континентален) от еволюцията на дълбочинните басейни (субмаринни или континентални), докато хидрогеоложките масиви и адмасиви се схващат като вторично развити върху високо издигнати дълбочинни басейни или хидрогеоложки фундаменти. Ето защо дълбочинните басейни и хидрогеоложките фундаменти се разглеждат като първични, докато артезианските и адартезианските басейни, хидрогеоложките масиви и адмасиви — като вторични.

### Дълбочинни басейни

Тези водоносни макросистеми се изграждат от редуващи се в дълбочина една под друга, а същевременно и една до друга разнотипни водоносни мезосистеми (геостатични, термогеостатични, термогеодинамични), които в даден период от развитието си могат да се превърнат в геодинамични или да се явят като среда за внедряване на геотермични водоносни мезосистеми. Тяхната еволюция в пространството в повечето случаи е подчинена и зависи от формирането, развитието и трансформациите на изграждащите ги подземни водоносни мезосистеми.

### Артезиански и адартезиански басейни

Артезианските и адартезианските макросистеми в повечето случаи се формират в резултат на постепенни издигания на дълбочинни басейни, при които изграждащите ги разнотипни водоносни мезосистеми (геостатични, термогеостатични, термогеодинамични, геотермични и геодинамични) се превръщат в термоинфилтрационни и впоследствие в инфилтрационни.

Сравнително по-младите по възраст дълбочинни басейни, които са изградени само от геостатични водоносни мезосистеми, при последвали издигания или регресии се превръщат също така в артезиански басейни. Чести са случаите, когато в изградени вече артезиански басейни се внедряват геотермични водоносни мезосистеми или за кратък период от време създадените вече термоинфилтрационни и инфилтрационни водоносни мезосистеми се превръщат в геодинамични.

### Хидрогеоложки фундаменти

Макар и слабо изучени, хидрогеоложките фундаменти си представяме като водоносни макросистеми, изградени в горните си части от термогеодинамични мезосистеми с внедрени в тях геотермични мезосистеми, докато в големите и недостигаеми дълбочини те са представени само от ендеогеотермични водоносни мезосистеми. Изграждайки най-дълбоките нива на подземната хидросфера, хидрогеоложките фундаменти се явяват повсеместно под дълбочинните басейни, артезианските и адартезианските басейни, хидрогеоложките масиви и адмасиви.

### Хидрогеоложки масиви и адмасиви

Те представляват подземни водоносни макросистеми, формирани в резултат на големи издигания на дълбочинни басейни или горните части на хидрогеоложки фундаменти, при които изграждащите ги разнотипни водоносни мезосистеми (геостатични, термогеостатични, геодинамични и термогеодинамични) са се превърнали в термоинфилтрационни и инфилтрационни. Обикновено това са нагънати или метаморфозирани издигнати части от земната кора, в която първичната слоестост на скалите е загубила своето хидрогеолошко значение, поради което водопроводимостта им се обуславя само от тяхната напуканост и разривни нарушения. Чести са случаите, когато в изградени вече хидрогеоложки масиви се внедряват геотермични водоносни мезосистеми, поради

кото те впоследствие се превръщат в хидрогеоложки адмасиви. Не са редки и случаите, когато върху хидрогеоложките масиви вторично се развиват млади артезиански или адартезиански басейни на йерархично ниво III хидрострат.

#### Методика на палеохидрогеоложкия анализ

Прилагането на системния подход при изучаването на подземната хидросфера всъщност изисква подробен и задълбочен палеохидрогеоложки анализ на подземните водоносни системи от по-ниско към по-високо йерархично ниво на описание или абстракция — от II към III до IV хидрострат. В зависимост от специфичните условия на изследваната територия тази последователност може да бъде съкратена — без III и IV хидрострат или само без III хидрострат.

Като основен изходен материал за палеохидрогеоложки анализ ние приемаме палеохидрогеоложките карти (палеохидродинамични, палеохидрогеохимични и палеохидрогеотермични). Това налага те да бъдат съставени така, че да носят максимална палеохидрогеоложка информация и същевременно да отговарят напълно на разглежданите йерархични нива. Легендите за съставянето на тези карти трябва да отговарят напълно на палеохидрогеоложките изисквания в светлината на системния подход. Те трябва да са съобразени с насочеността на изследванията и сложността в строежа на подземната хидросфера. Поради това те носят творчески характер. Ето защо трудно могат да се предложат всеобхватни и унифицирани легенди.

#### Методика на палеохидрогеоложки анализ на елементарните подземни водоносни системи

Тази методика е разработена и съобразена цялостно с модела и особеностите, етапите на формиране и развитие, както и с видовете трансформации на геостатичната и геотермичната (първични) елементарна водоносна система от II хидрострат. Всяка една от тях се представя с палеохидрогеоложки карти в подходящ мащаб (от 1:1000 до 1:50 000) за етапа на активност (V етап). Етапите на зараждане, отваряне, залечатване и затваряне (I, II, III и IV) се приемат като некомпетентни при палеохидродинамичния анализ. Наименованието на елементарните водоносни системи трябва да съответствува на техния стратиграфски обхват, за да имаме пълна представа за времето, в което те са създадени. При съставянето на тези карти препоръчваме да се спазва следната последователност:

а) Разчленяване на съвременния литоложки разрез (седиментен, магматичен, метаморфен или смесен между тях) по данни от сондажи и разкрития на елементарните водоносни системи въз основа на разделителните повърхнини  $f_{n+1}$ ,  $f_{n+2}$ , ... Тези повърхнини се прокарват условно през средните части на предимно водоотдаващите или топловодоотдаващите (до водоупорни) геоложки елементи. По такъв начин се определят литоложкият състав и дебелините на геоложките елементи А, В и С, изграждащи една каква да е елементарна водоносна система. Оттук се определят и нейната сумарна (изчислителна) дебелина и стратиграфският ѝ обхват.

б) За всяка елементарна водоносна система се съставя палеохидродинамична карта по методиката на Бу р ш т а р и Н а з а р о в (1970) въз основа на данни от разчленението на разреза. Построяват се изопакитите на елементарната водоносна система, комбинирани с изолинии на изстисканите (генерираните) водни стълбове от подземни води. Самите изчисления се извършват при максимален геоложки товар за дадено време. Въз основа на тези построения се определят зоните на пиезомаксимуми и пиезоминимуми, посоките на движение на генерираните подземни флуиди и главните подземни вододелни линии. Посредством модулите на подземния воден отток се определя продуктивността на елементарната водоносна система.

в) Съставяне на палеохидрогеохимични и палеохидрогеотермични карти за всяка елементарна водоносна система по методиката на Б а с к о в (1976) с оглед разкриване на закономерности и зоналности.

г) Съставяне на хидрогеоложка карта за съвременното състояние на първичната елементарна водоносна система с райониране в зависимост от степента на нейната крайна трансформация. На нея се нанасят изолинии на равни минерализации (изоминерализации) и равните температури (изотерми). Това е необходимо, за да се намерят границите между съвременните (вече трансформирани) елементарни водоносни системи въз основа на регионалната зависимост „температура — минерализация“ (С т а н е в, В е с е л и н о в, 1989). На тази карта се отбелязват площите и локалитетите, в които по палеохидрогеоложки критерии и закономерности е възможно да се съхранят полезни изкопаеми (нефт и газ, рудни и нерудни полезни изкопаеми, термални и промишлени води). При необходимост палеохидрогеоложки карти могат да се съставят и за етапите на пасивност и разрушаване (VI и VII етап), но вече със специално предназначение.

### Методика на палеохидрогеоложки анализ на подземните водоносни мезосистеми

Тази методика е съобразена със строежа, формирането и развитието, както и с различните видове трансформации на геостатичната и геотермичната водоносна система от III хидрострат. По същество тя представлява обобщение на резултатите от палеохидрогеоложкия анализ на елементарните водоносни системи.

Всяка водоносна мезосистема носи име, обобщаващо стратиграфския диапазон, в който е формирана, или географско наименование, свързано с нейното разпространение. Тя се представя с обобщителна палеохидрогеоложка карта в избран мащаб (от 1:25 000 до 1:100 000), на която се нанасят следните детайли от изграждащите я елементарни водоносни системи: контур (граница); основни вододелни линии; основни посоки на движение на подземните води; хидрогеоложки прозорци и др. при специална необходимост. Освен отразяването на тези детайли се прави райониране по степен на палеохидрогеоложка перспективност за генериране и натрупване на полезни изкопаеми (нефт и газ, рудни и нерудни полезни изкопаеми, термални, промишлени и пресни води). Като неделима част от картата се съставят обобщаващи палеохидрогеоложки разрези, минаващи през най-характерните места на водоносната мезосистема.

Освен това всяка водоносна мезосистема се представя и с обобщени палеохидрогеотермични и палеохидрогеохимични карти в подходящ мащаб (или схеми) на базата на аналогичните карти, съставени за елементарните водоносни системи. Въз основа на тях се реставрират палеохидрогеотермичните и палеохидрогеохимичните зоналности (вертикални и хоризонтални).

В същия мащаб се съставя обобщителна хидрогеоложка карта, отразяваща съвременното състояние на дадената водоносна мезосистема с райониране по видове нейни крайни трансформации. Тук се нанасят основните изолинии на равните минерализации и температури, както и границите между съвременните (вече трансформирани) водоносни мезосистеми. Отбелязват се местата, където е възможно да са натрупани и съхранени полезни изкопаеми по данни от палеохидрогеоложкия анализ. С отделни знаци следва да се отбележат местата на известните досега находища на полезни изкопаеми с оглед търсене на корелационни зависимости. На това йерархично ниво следва да се обръща особено внимание на взаимните връзки и видовете взаимодействия между елементарните водоносни системи в обхвата на водоносната мезосистема.

## Методика на палеохидрогеоложки анализ на подземните водоносни макросистеми

Тази методика е разработена на йерархично ниво IV хидрострат и има преди всичко регионален обобщаващ характер. Въз основа на палеохидрогеоложкия анализ на подземните водоносни мезосистеми се изгражда цялостната концепция за строежа и развитието на водоносните макросистеми в пространството и времето. Това са дълбочинни басейни, артезиански и адартезиански басейни, хидрогеоложки фундаменти, хидрогеоложки масиви и адмасиви.

Обикновено тези водоносни макросистеми носят географски имена на области, райони или реки. В повечето случаи те се представят с обобщителна палеохидрогеоложка карта в подходящ мащаб (1:100 000, 1:500 000 и 1:1 000 000), на която се нанасят всички детайли на водоносните мезосистеми от палеохидродинамично, палеохидрогеохимично и палеохидрогеотермично естество. Въз основа на тази информация върху обобщителната палеохидрогеоложка карта се нанасят различните видове хоризонтални палеозоналности. Като неделима част от тази карта се съставят палеохидрогеоложки разрези, на които подробно се отразяват вертикалните палеозоналности на подземната хидросфера.

В същия мащаб се съставя и обобщителна хидрогеоложка карта, отразяваща съвременното състояние на подземните водоносни макросистеми с райониране по степен на нейни крайни трансформации. На нея се нанасят също така основните изолинии на равните минерализации и температури, както и границите между съвременните водоносни макросистеми. Отбелязват се местата, където е възможно да са натрупани и съхранени полезни изкопаеми (нефт и газ, рудни и нерудни находища и проявление, термални, промишлени и пресни води), както и известните досега находища. Всичко това е необходимо, за да се докаже дали съвременното състояние на водоносните макросистеми се явява закономерно следствие от палеохидрогеоложкото им развитие. Според нас това е най-точният критерий за доказване правилността на направения палеохидрогеоложки анализ. От друга страна, това ще доведе до разкриване на глобални, регионални и локални закономерности в еволюцията на подземната хидросфера, както и изява на редица хидрогеоложки и палеохидрогеоложки критерии за търсене на полезни изкопаеми.

## Л и т е р а т у р а

- Б у р ш т а р, М. С., Д. А. Н а з а р о в. 1970. Методика построения региональных карт палеогидрогеологической обстановки. — *Советская геология*, 9, 24—38.
- Б а с к о в, Е. А. 1976. *Палеогидрогеологический анализ*. Л., Недра. 196 с.
- С т а н е в, И в. 1991. Йерархична стратификация (класификация) на подземната хидросфера. — *Сп. Бълг. геол. д-во*, 51, 1.
- С т а н е в, И в., С т р. В е с е л и н о в. 1989. Вертикална зоналностъ подземной гидросферы болгарской части Нижнедунайского артезианского бассейна. — *Geol. Balcanica*, 19, 3, 69—79.

(Постъпила на 1. II. 1990 г.)