

„Запаси“ и „ресурси“ на подземните води — проблеми на тяхното дефиниране, класифициране и утвърждаване

М. Гълъбов, П. Пенчев

Висш минно-геоложки институт, 1156 София

M. Galabov, P. Penchev — „Reserves” and „resources” of underground water — problems of their definition, classification and acceptance. The terms „reserves” and „resources” are defined and the following classification is proposed: reserves — gravity and elastic; resources — natural, artificial, exploitational. The „structure” of exploitational resources is discussed. It is shown that the so-called ballance method for their evaluation is very conventional and in most cases — inadequate and unapplicable. The term „exploitational resources of underground water” is also discussed and is formulated as „permissible and possible average production of underground water per year”. Possible — by three criteria: quantitative, qualitative and ecological (reliable of them in the particular conditions is the most limiting criterion). Possible — conformed to the available technical means. The exploitational resources are classified as follows

Exploitational resources of underground water (ERUW)

Regional (ERUW of the aquifer)			Local (ERUW of the water-production system)		
Potential	Project	Actual	Potential	Project	Actual

The modifications in the general definition of ERUW in case of different types of ERUW are also discussed. It is shown which type of ERUW should be defined, which — accepted and which — controlled as well as the conditions which should be observed in the acceptance and the control of ERUW.

Главната цел на настоящата статия е да разграничи широко използваните (и често смесвани) термини „запаси“ и „ресурси“ на подземните води, както и да коментира и уточни едно от основните понятия в хидрогеологията — „експлоатационни запаси (ресурси) на подземните води“. Същевременно — да постави някои въпроси на класифицирането и утвърждаването на ресурсите на подземните води.

Относно „запасите“ и „ресурсите“

На специалистите е известно, че и в литературата (Плотников, 1959; Куделин, 1960; Биндеман, 1963; Бочевевер, 1968; Антонов, 1970; Дробноход, Язвин, Боровский, 1982; Штенгелов, 1988, и др.), и в съществуващите „нормативни документи“ (Инструкция по применению . . ., 1962; Наредба за утвърждаване . . ., 1971; Классификация эксплуатационных запасов. . ., 1983, и др.), и в ежедневната практическа дейност „запаси“ и „ресурси“ често се преплитат, като в повечето случаи се използват и като синоними. В същото време е

налице значително разнообразие в използваните названия за едни и същи понятия, например:

- статични запаси, вековни запаси, геоложки запаси, пасивни запаси, естествени запаси;
- динамични запаси, динамични ресурси, естествени ресурси;
- привлекаеми запаси, привлекаеми ресурси, допълнителни запаси;
- изкуствени запаси и ресурси;
- експлоатационни запаси, експлоатационни ресурси.

Според нас двата термина „запаси“ и „ресурси“ следва да се разграничат ясно, още повече, че в тях се съдържа различен физически смисъл.

С термина „запаси“ трябва да се означава обемът на свободната вода, съдържаща се във водоносния хоризонт (или в отделни негови части). Това е обем, който в процеса на експлоатацията намалява (подобно на запасите на твърдите полезни изкопаеми). Дименсията на запасите е именно обем (m^3 , hm^3 и т. н.).

С термина „ресурси“ трябва да се означават величини, представлящи някакъв дебит (водно количество), т. е. обем вода за единица време (l/s , m^3/d и т. н.), например филтрационният разход във водоносния хоризонт (или в отделни негови части). Ресурсите следователно са величина, възобновяваща се непрекъснато в процеса на експлоатацията.

Опит за подобно разграничаване бе направен преди години от Н. Н. Биндеман, но не особено сполучливото название „естествени запаси“ и до днес се смесва понякога с „естествени ресурси“ на подземни води. Освен това бе затвърден терминът „експлоатационни запаси“ като еквивалентен на „експлоатационни ресурси“.

У нас почти всички гореспоменати названия могат да се срещнат в употреба. Специално в „Наредба за утвърждаване на запасите на пресните подземни води“ (1971) се използва класификацията: „статични (вековни), динамични (естествени ресурси) и експлоатационни запаси“. С други думи, терминът „запаси“ се използва и за двете принципино различни хидрогеоложки величини, каквито са „запасите“ и „ресурсите“.

В светлината на гореизложеното смятаме, че може да се препоръча следната проста и еднозначна класификация на „запасите“ и „ресурсите“ на подземните води (табл. 1):

Таблица 1

Запаси на подземни води	Ресурси на подземни води
Гравитационни — V_{gp} Еластични — V_{el}	Естествени — $Q_{ест}$ Изкуствени — $Q_{изк}$ Експлоатационни — $Q_{екс}$

Разделянето на запасите на „гравитационни“ и „еластични“ се базира на различния механизъм на водоотдаването.

„Гравитационните“ запаси са свързани с гравитационното водоотдаване. Те са характерни за безнапорните водоносни хоризонти (със свободно водно ниво) и за напорни хоризонти, при които пиезометричното ниво се понижава под горния водоупор в хода на експлоатацията, т. е. за „осушаващи се“ при експлоатацията водоносни хоризонти.

„Еластичните“ запаси са свързани с еластичното водоотдаване, респ. с деформационните процеси в пласта. Те са характерни за напорните водоносни хоризонти и се освобождават при снижаването на напора в тях (без да има осушаване на самия пласт).

Естествените ресурси на подземните води в даден водоносен хоризонт съответстват на неговото сумарно средногодишно естествено (главно инфилтрационно) подхранване.

Изкуствените ресурси са онези, които се създават чрез специални инфилтрационни съоръжения (басейни, канали и др.) или водопоглъщащи кладенци, предназначени за изкуствено подхранване на подземните води, както и от инфилтрация на поливни води в напоителните системи.

От практическа гледна точка най-важни са безспорно *експлоатационните ресурси на подземните води* (ЕРПВ). Именно тяхната оценка е главният въпрос при използването на подземните води за едни или други цели. За тяхното дефиниране и класифициране ще стане дума по-долу. Тук само ще припомним, че ЕРПВ се формират за сметка на различни източници, в т. ч. от запасите (гравитационни и еластични), от естествените и изкуствените ресурси, а също и от т. нар. привлекаеми ресурси $Q_{привл}$ (вода, постъпваща в пласта от реки и повърхностни водоеми или от съседни водоносни хоризонти под действието на водовземните съоръжения). Привлекаемите ресурси следователно възникват и съществуват само в условията на експлоатация.

В общ вид балансовото уравнение за ЕРПВ може да се представи така

$$(1) \quad Q_{екс} = \alpha \frac{V_{зр}}{t} + \beta \frac{V_{ел}}{t} + \gamma Q_{ест} + \delta Q_{изк} + Q_{привл},$$

където t е продължителността на експлоатационния период; $\alpha < 1$, $\beta < 1$, $\gamma \leq 1$, $\delta \leq 1$.

Използването на уравнение (1) за оценка на ЕРПВ на един водоносен хоризонт (т. нар. балансов метод за оценка на ЕРПВ) се натъква на сериозни (и то принципни) затруднения. Те произтичат от това, че размерът на $Q_{привл}$, както и конкретните стойности на коефициентите α , β , γ и δ зависят от вида, разположението и режима на работа на водовземните съоръжения. С други думи, балансовата оценка на регионалните ЕРПВ е практически нееднозначна. Ето защо често препоръчваният „балансиран метод“ за определяне на ЕРПВ е във висша степен условен и може да се прилага за приблизителни оценки само в някои случаи (предимно тогава, когато експлоатацията на водоносния хоризонт не е свързана с възникване на привлекаеми ресурси).

Не е случайно, че при регионалната оценка на прогнозните експлоатационни ресурси на подземни води в СССР (извършена главно въз основа на „балансиран метод“) не са взети предвид ресурсите на подземни води в речните долини именно поради преобладаващото значение на привлекаемите ресурси (Плотников, 1979), независимо че около 60% от използваните по същото време ресурси са от алувиалните хоризонти. Това още веднъж показва съществената условност на регионалната оценка на ЕРПВ.

Относно дефиницията за експлоатационни ресурси на подземните води (ЕРПВ)

Широко известната и утвърдена отдавна (у нас, в СССР и в други страни) дефиниция за експлоатационни ресурси (запаси) на подземните води гласи: „Количеството подземни води, което може да се получи с рационални в технико-икономическо отношение водовземни съоръжения при зададен режим на експлоатация и при качество на водата, удовлетворяващо изискванията в течение на разчетния срок на водопотреблението.“

Горното определение е залегнало в почти всички книги и нормативни документи, в т. ч. и в последната „Класификация эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод“, издадена от Държавната комисия по запасите на полезни изкопаеми на СССР през 1983 г.

Ще направим някои бележки и уточнения към горепосочената дефиниция.

1. Под „количество подземни води...“ се разбира очевидно възможният дебит на водовземните съоръжения. Тъй като дебитът на съоръженията може да се променя (както в денонощието, така и в различните сезони), то би трябвало да се въведе в дефиницията точно онова, което се има предвид в случая, а то е: „средногодишният добив на подземни води“.

2. Изразът „с рационални в технико-икономическо отношение водоземни съоръжения“ според нас може да отпадне от дефиницията по следните съображения:

а) Техническите средства и съоръжения, с които добиваме подземни води (като конструкция, оборудване и т. н.), далече невинаги са най-рационалните. Ние прогнозираме винаги тяхната производителност в съответствие с конкретния вид и оборудване на водоземните съоръжения — такива, каквито са.

б) Икономическата рационалност и целесъобразност е нещо, което се мени в зависимост от обстоятелствата (наличие или отсъствие на алтернативни варианти за вододобиване, моментна цена на водата и пр.).

Разбира се, всеки проект за добиване на подземни води се съпровожда от технико-икономическа оценка, за да се види дали е икономически изгоден, или не. Но ако в момента една вододобивна система е икономически неизгодна, то това не трябва да означава, че даденият водоносен хоризонт няма експлоатационни ресурси.

3. От дефиницията за ЕРПВ произтичат две ограничения:

а) по отношение на качеството (да е в рамките на изискванията за дадените нужди);

б) по отношение на количеството (да няма недопустимо големи понижения на нивото, т. е. недопустимо изтощаване на водоносния хоризонт).

Първото ограничение е изразено явно в дефиницията, а второто се подразбира от контекста.

Необходимо е да се въведе и едно трето ограничение: експлоатацията на подземните води да не предизвиква недопустими увреждания на екологичната обстановка, т. е. да няма вредни екологични последици — например недопустими деформации на земната повърхност, увреждане на някои екосистеми и пр. Примери в това отношение има вече достатъчно.

Въз основа на изказаните по-горе съображения бихме могли да дадем следното кратко определение на понятието „експлоатационни ресурси на подземните води“ (ЕРПВ): това е „допустимият и възможен средногодишен добив на подземни води“.

Допустим означава: при допустими понижения (в проектните и в съществуващите водоземни съоръжения); при допустимо качество на водата (в зависимост от предназначението ѝ); при допустими екологични последици.

Възможен означава: съобразен със съществуващите технически средства.

Даденото определение се отнася за потенциалните експлоатационни ресурси на подземните води (вж. по-долу). От него произтичат следните важни особености на експлоатационните ресурси:

а) Експлоатационните ресурси са изчислителна (прогнозна) величина, обоснована чрез различни методи (аналитични или числени, в т. ч. математическо и аналогово моделиране).

б) Експлоатационните ресурси могат да имат различен размер в зависимост от предназначението им (за питейно-битови, промишлени, селскостопански, балнеологични или други нужди).

в) Експлоатационните ресурси могат да бъдат различни в зависимост от срока на експлоатацията — неограничен или ограничен (и за какъв период).

г) Експлоатационните ресурси се лимитират по три критерия — количествен, качествен и екологичен. Меродавен е онзи от тях, който в конкретните условия е най-строг (най-ограничаващ).

Относно класифицирането на експлоатационните ресурси на подземните води

В табл. 2 е представена една класификация на експлоатационните ресурси на подземните води (ЕРПВ), имаща пряко отношение към тяхната оценка и утвърждаването им.

Таблица 2

Експлоатационни ресурси на подземните води (ЕРПВ) — Q					
Експлоатационни ресурси на водоносния хоризонт (регионални ЕРПВ) — Q ^p			Експлоатационни ресурси на вододобивната система (локални ЕРПВ) — Q ^л		
Потенциални	Проектни	Фактически	Потенциални	Проектни	Фактически
Q _n ^p	Q _{np} ^p = ∑ Q _{np} ^л	Q _ф ^p = ∑ Q _ф ^л	Q _n ^л	Q _{np} ^л	Q _ф ^л

Разделението на „регионални“ и „локални“ е отдавна използвано. В първия случай става дума за ресурсите в границите на един цялостен водоносен хоризонт, докато във втория — за ресурсите в даден участък от водоносния хоризонт или по-точно в обсега на действие на дадена вододобивна система. В този смисъл „регионалните“ и „локалните“ ЕРПВ могат да се нарекат съответно „експлоатационни ресурси на водоносния хоризонт“ и „експлоатационни ресурси на вододобивната система“.

Дефинирането на потенциалните регионални и локални ресурси произтича от общата дефиниция за ЕРПВ, дадена по-горе, като се направи съответното допълнение, т. е.: ЕРПВ представляват „допустимият и възможен средногодишен добив на подземни води от водоносния хоризонт като цяло (регионални ЕРПВ) или от дадена вододобивна система (локални ЕРПВ)“.

Определението за проектните ЕРПВ и за фактическите ЕРПВ се получава от това за потенциалните ЕРПВ, като „допустимият и възможен“ се замени съответно от „проектния“ и „фактическия“ средногодишен добив. Меродавни за експлоатационните възможности на водоносния хоризонт са потенциалните ЕРПВ (Q_n). Следователно трябва да са изпълнени съотношенията

$$(2) \quad Q_n \geq Q_{np}; \quad Q_n \geq Q_f.$$

Между Q_{np} и Q_f са възможни всякакви съотношения (Q_{np} ≥ Q_f).

Проектирането на една вододобивна система, което по същество е обосноваване на някакви „проектни“ ЕРПВ, трябва очевидно да се съпровожда от паралелна оценка на „потенциалните“ ЕРПВ, за да се докаже задължителното условие Q_{np}^л < Q_n^л.

Относно определянето, утвърждаването и контролирането на експлоатационните ресурси на подземните води

Кои ЕРПВ трябва да се определят? Това са:

а) потенциалните и проектните локални ЕРПВ (Q_n^л, Q_{np}^л);

б) потенциалните регионални ЕРПВ Q_n^p (с изключение на водоносните хоризонти, при които са възможни значими привлекатели ресурси).

Кои ЕРПВ трябва да се утвърждават? Това са проектните локални ЕРПВ Q_{np}^л.

Условията за тяхното утвърждаване са следните:

$$(3) \quad Q_{np}^l \leq (0,8 - 0,9) Q_n^l; \quad Q_n^p > Q_{np}^p = \sum Q_{np}^l.$$

(Забележки: а) първото условие предвижда един резерв от 10—20 % поради възможната нееднородност и неяснота на хидрогеоложките условия, както и от възможното взаимодействие с по-късно изградени вододобивни системи; б) второто условие се отнася само за водоносни хоризонти, на които са определени регионалните ЕРПВ.)

Кои ЕРПВ трябва да се контролират? Това са: фактическите локални и регионални ЕРПВ (Q_ф^л и Q_ф^p).

Условията, които трябва да се спазват, са:

$$(4) \quad Q_{\phi}^A < Q_n^A; \quad Q_n^P > Q_{\phi}^P = \sum Q_{\phi}^A.$$

Една важна бележка: ако локалните ЕРПВ (Q_n^A и Q_{np}^A) се определят посредством регионални филтрационни и миграционни математически модели (такава трябва да бъде тенденцията в следващите години), то оценката на регионалните ЕРПВ е въобще ненужна, тъй като условията (3) се проверяват автоматически върху самия модел.

Категоризирането на утвърждаваните ЕРПВ по „степен на достоверност“ (в категории А, В, С₁ и С₂ или др.) не е предмет на настоящата работа; но този въпрос изисква допълнителна разработка при едно евентуално актуализиране на сегашната Наредба за утвърждаване запасите на подземните води*.

Два особени случая

В някои специфични условия на използване на подземните води, например като източник за извличане на геотермална енергия (от термалните води) или за извличане на полезни химически компоненти (от „промишлените“ води), заедно с определянето и утвърждаването на експлоатационните водни ресурси ($Q_{екс}$) се налага да се оценяват допълнително и следните ресурси на находището:

- енергийните (топлинните) ресурси — $Q_{топл}$;
- веществените (промишлените) ресурси — $Q_{вещ}$.

И едните, и другите зависят пряко от ЕРПВ ($Q_{екс}$). Потенциалните топлинни и веществени ресурси представляват

$$(5) \quad Q_{топл} = Q_{екс} C_{\theta} \theta_0,$$

$$(6) \quad Q_{вещ} = Q_{екс} c_0,$$

където C_{θ} е обемният топлинен капацитет на водата, $C_{\theta} \approx 4,19 \cdot 10^6 \text{ J/m}^3\text{K}$; θ_0 — температурата на водата в пласта; c_0 — средната концентрация на полезния компонент в природната вода.

Всъщност това са пределните потенциални топлинни и веществени ресурси. Реално получаваните зависят от „степената на охлаждане“ ($\Delta\theta$) и „степената на извличане“ (Δc)

$$(7) \quad \Delta\theta = \theta_0 - \theta; \quad \Delta c = c_0 - c,$$

където θ е температурата на „отработената“ вода; c — концентрацията на полезния компонент в „отработената“ вода.

Следователно при оценката на проектите и фактическите топлинни и веществени ресурси във формули (5) и (6) трябва вместо θ_0 и c_0 да фигурират съответно $\Delta\theta$ и Δc .

Ще напомним, че експлоатацията на геотермалните и „промишлените“ находища на подземни води се осъществява много често чрез реинжекция, т. е. с обратно вкарване на „отработената“ вода в пласта. Това е много съществен момент при оценката на техните експлоатационни водни ресурси, които в такива условия са практически равни на изкуствените ресурси ($Q_{екс} \approx Q_{изк}$).

* Въпросът за утвърждаването на ЕРПВ у нас е нерешен (за да не кажем направо, че е в плачевно състояние). Ако за термоминералните води все пак има една комисия за утвърждаване на техните ресурси (към МНЗСГ), то за пресните подземни води такъв компетентен държавен орган практически липсва. Създаването на подобен орган, уточняването на неговите права и функции, както и актуализирането на Наредбата за утвърждаване на ЕРПВ са неотложни задачи, чакащи своето решение.

Заклучение

1. Термините „запаси“ и „ресурси“ трябва ясно да се разграничат и да се използват в нашата теория и практика по посочения тук начин.

2. Названието „експлоатационни запаси на подземните води“ следва да се изостави и да се използва единствено названието „експлоатационни ресурси на подземните води“.

3. Предложеното определение за „експлоатационни ресурси на подземните води“ и представената класификация, както и изложените съображения и препоръки по този повод би трябвало да се вземат предвид при бъдещото актуализиране и усъвършенстване на нормативните документи, регламентиращи оценката и утвърждаването на експлоатационните ресурси на подземните води у нас.

Л и т е р а т у р а

- Антонов, Х. р. 1970. *Търсене и проучване на подземни води*. С., Техника. 252 с.
- Биндеман, Н. Н. 1963. *Оценка эксплуатационных запасов подземных вод*. М., Госгеолтехиздат. 203 с.
- Бочевър, Ф. М. 1968. *Расчеты эксплуатационных запасов подземных вод*. М., Недра. 325 с.
- Дробноход, Н. И., Л. С. Язвин, Б. В. Боревский. 1982. *Оценка запасов подземных вод*. Киев, Виша школа. 302 с.
- Инструкция по применению классификации эксплуатационных запасов подземных вод*. 1962. М., Госгеолиздат. 87 с.
- Классификация эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод*. 1983. М., ГКЗ-СССР. 11 с.
- Куделин, Б. И. 1960. *Принципы региональной оценки естественных ресурсов подземных вод*. М., Изд. МГУ. 334 с.
- Наредба за утвърждаване запасите на пресните подземни води*. — ДВ, бр. 9, 1971.
- Плотников, Н. А. 1959. *Оценка запасов подземных вод*. М., Госгеолтехиздат. 288 с.
- Плотников, Н. И. 1979. *Эксплуатационная разведка подземных вод*. М., Недра. 272 с.
- Штенгелов, Р. С. 1988. *Формирование и оценка эксплуатационных запасов пресных подземных вод*. М., Недра. 230 с.

(Постъпила на 9. 11. 1989 г.)