

HYDROGEOLOGIA

ALEXANDER M. OVČINIKOV¹HYDROGEOLOGIA HORSKÝCH MASÍVOV
(NA PRÍKLADE KARPÁT A KAUKAZU)*(Obr. 1, 2 v texte, ruský text)*

Horské masívy predstavujú z hľadiska hydrogeologického napäté vodné systémy, ktoré vytvárajú nádrže puklinovitých, vrstevnatopuklinovitých a krasových vôd.

Každý horský komplex (Karpaty, Kaukaz) odlišuje sa od ostatných svojimi individuálnymi zvláštnosťami. Stupeň zvodnenosti jednotlivých horských oblastí je daný charakterom hornín budujúcich tieto masívy. Maximálne zvodnené sú oblasti budované uhličitanovými a vulkanogénnymi formáciami, naproti tomu flyšové komplexy vykazujú najmenšiu zvodnenosť. Zvodnenosť masívov zvyšujú zóny mladých tektonických zlomov. Karpaty sú príkladom málo zvodneného územia.

Horské oblasti sa odlišujú od oblastí platforiem intenzívnym povrchovým i podzemným odtokom s veľkým počtom prameňov prostých i minerálnych vôd rôzneho chemického zloženia, teploty, obsahu mikroelementov atď.

Autor na základe vlastného štúdia podáva niektoré závery o hydrogeologických pomeroch niekoľkých území. Z nich oblasť Vysokých Tatier vyznačuje sa mimoriadne zaujímavými hydrogeologickými pomermi (obr. 1). Veľký význam pre horské masívy má geomorfológia a mladé tektonické zlomy. Na Kaukaze všetky tektonické pochody sú štvrtohorné. Morské sedimenty obsahujú ešte starý slaný komplex morského typu, ktorý zrejme ovplyvňuje chemické zloženie pretekajúcich vôd.

Naproti tomu málo zvodnené flyšové usadeniny Karpát uzatvárajú zvyšky premenených vôd morského typu, ktoré vystupujú miestami s ložiskami nafty a zemného plynu. Vystupujúce žulové masívy dávajú prosté slabo mineralizované vody atmosferického pôvodu, ktoré sú miestami obohatené radónom a sulfátmi. Staré horské masívy sú obyčajne dávno premyté a v nich sa formuje len slabo mineralizovaná voda. Hlbšie uložená zóna sa vyznačuje spomalenou migráciou vody. Táto býva často hydrostatickým tlakom vody vytlačená z vrchnej zóny vo forme mine-

¹ Prof. A. M. Ovčnikov, MGRI, Moskva, Mochovaja 6.

rálnych vôd. V horských oblastiach stretávame symetrické a asymetrické nádrže podzemných vôd.

Predkarpatský okrajový zlom so solonosnými komplexmi predstavuje nepriepustnú bariéru a nevytvára artézsku nádrž. Asymetrické artézske nádrže a artézske sklony vznikajú najčastejšie pri monoklinálnom uložení sedimentov v okrajových oblastiach horských masívov. Veľmi zložitou sa javí maďarská nádrž, na okraji ktorej sa črtá nádrž druhého stupňa, vytvorená dolným tokom rieky Váhu a Hrona s ohniskami výverov v oblasti Štúrova. Vývery vôd majú často lineárny charakter, ktorý je podmienený celkovým uložením štruktúrnych elementov smerom tektonických zón a uložením vrstiev o rôznej priepustnosti.

Zlom, ktorý sa črtá na južnom okraji Vysokých Tatier, je z hľadiska hydrogeológie neproduktívny, lebo nie je pôvodcom nijakých prameňov termálnych vôd. Na severnom svahu Vysokých Tatier sa črtá zakopanská artézska nádrž. Je budovaná triasovými vápencami a na jej južnom okraji vystupujú termálne vody (Jaščurka a i.).

V niektorých horských masívoch pozorujeme priečne a diagonálne zóny výverov. Napríklad na východnom okraji Álp ešte S ü s s stanovil tzv. „Bádenskú termálnu líniu“, s ktorou sú spojené vývery termálnych vôd pri Bádene. V oblasti kaukazských minerálnych vôd zistil autor už r. 1928 systém severovýchodných priečných zlomov, na ktorých ležia známe pramene prostých a minerálnych vôd: Kyslovodsk, Essentuky, Piatigorsk.

Veľmi zložitú rozmiestenie ohnisk výverov možno pozorovať v oblasti alpínskej zóny tam, kde vystupujú neointrúzie. Napríklad na Kaukaze, na kontakte vyvrelých a sedimentárnych hornín vznikli miestne ohniská výveru horúcich, preplyných vôd. Zložitú geologickú pomery sú aj v slovenskom Rudohorí v miestach neovulkanitov. Vody, ktoré tu vystupujú, bývajú nasýtené CO_2 metamorfného pôvodu. CO_2 vytvára veľké aureoly s charakteristickými znakmi. Môžeme tu pozorovať postupné zmeny týchto aureol, ktoré sú spojené s doznievaním hydrotermálnych pochodov v našom období.

Jasne koncentrované rozmiestenie minerálnych vôd možno pozorovať v oblasti Veľkého Kaukazu, v ktorého strede je rozložená oblasť uhličitých vôd a okolo nej oblasť dusíkatých vôd. Okraj tvorí pásma metánových vôd s ložiskami nafty a zemného plynu (obr. 2).

Zvlášť zložitú pomery existujú na území Malého Kaukazu, ktorý leží v oblasti uhličitých vôd. Uhličité vody vyvierajú najmä v antiklinálach, kým v synklinálach sa formujú vody dusíkaté.

Na území ČSR a Poľska možno vyčleniť dve oblasti uhličitých vôd. Jedna oblasť patrí do nemecko-českej zóny uhličitých vôd so známymi kúpeľmi Karlove Vary, Mariánske Lázně a i. Druhá oblasť zaberá Západné Karpaty s kúpeľmi Krynica v Poľsku, Luhačovice a Sliač u nás a na území SSSR Poliana, Sojmy a i.

Pri analýze hydrogeologických pomerov horských masívov treba zhodnotiť vý-

znam pochodov, ktoré prebiehali v minulosti, a zostaviť paleohydrogeologickú mapu. Je potrebné preskúmať staré ohniská výveru napätých vôd, ktoré sa tvorili v priebehu vzniku intrúzií v období intenzívnych hydrotermálnych pochodov, ktoré vytvorili cenné rudné ložiská. Za starú zónu výverov pokladáme oblasť ložísk síry, ktorá prebieha na severnom okraji predkarpatského okrajového zlomu na okraji Ruskej platformy. Z hydrogeologického hľadiska si treba uvedomiť, že tu vystupovali vysoko koncentrované sírovodíkové vody. Tieto sa formovali v miestach naftových ložísk za prítomnosti baktérií, ktoré vyvolali redukciu SO_4 . Ďalšie okysličenie H_2S spôsobilo vylúčenie síry.

Hydrogeologický prieskum horských oblastí treba robiť komplexne súčasne s podrobným geologickým výskumom. Je potrebné využiť možnosti paleohydrogeológie pri riešení geologickej stavby Karpát. Na mape je potrebné zachytiť všetky časti nádrže podzemných vôd, a to:

- a) oblasti súčasnej infiltrácie a vzniku tlaku,
- b) oblasti rozmiestenia vodonosných horizontov,
- c) oblasti výveru.

Podzemné vody jednej nádrže sú hydrodynamicky medzi sebou spojené a nadmerná exploatacia na jednom mieste sa môže prejavíť na mieste druhom. Tento fakt vyžaduje dôkladný dohovor medzi poľskou a československou stranou pri výskume a využití zakopanskej nádrže. Tak isto maďarská nádrž prechádza na územie ČSR a SSSR.

Ďalej je potrebné zostaviť hydrogeologickú mapu Vysokých Tatier a celých Karpát pri plánovaní stavieb, ktoré sú v úzkej súvislosti s podzemnými vodami (priehrady, zachytenie prostých a minerálnych vôd atď.). Významnou modernou pomôckou pri hydrogeologickom výskume je metóda modelovania nádrží (EGDA), ktorá dáva dobré výsledky i v horských oblastiach.

Osobitný význam pre tieto oblasti majú hydrochemické a geochemické mapy, ktoré znázorňujú aureoly rozptylu rôznych cenných prvkov (železo, meď, rádium, urán). Forma aureol môže byť rôzna a závisí od charakteru a smeru prúdu podzemných vôd.

Záverom autor zdôrazňuje tieto hlavné úlohy týkajúce sa hydrogeologického výskumu v oblasti Vysokých Tatier:

- a) podrobná štruktúrna analýza žulových masívov Vysokých Tatier a prilahlých území;
- b) úplný hydrogeochemický prieskum podzemných vôd s určením mikroelementov a rozpustných plynov; zistenie veku vôd na základe obsahu plynov hélia a argónu;
- c) použitie metód rádiohydrogeológie pre objasnenie ložísk rádioaktívnych vôd;
- d) urobenie niekoľkých prieskumných vrtov a využitie geofyzikálnych metód.

Preložil F. Böh m

Obr. 1. Hydrogeochemické oblasti na území ČSR (podľa A. M. Ovčinnikova). I — pásma uhličitých vôd česko-nemeckých, II — západokarpatská oblasť uhličitých vôd (Z — zakopan-ská naložená artézska nádrž, L — liptovská naložená artézska nádrž), III — oblasť studených vôd Českého masívu a Malých Karpát, IV — oblasť metánových a sírovodíkových vôd Beskýd a Záhorskej nížiny (viedenská nádrž), V — dolnovážska nádrž dusíkatých termálnych vôd v triasových skrasovatených horninách, VI — okraj maďarskej artézskej nádrže (a) — oblasť jodo-brómových vôd, b) — Slovenský kras), VII — veľké vývery minerálnych vôd, A — Sudety a východná časť horného Sliezska, B — sliezske-kraľovský artézsky sklon, C — štetínsko-lodžská artézska nádrž, D — Svätokrížske hory, E — pásma solonostných tŕetohorných formácií.

Obr. 2. Schéma zdrojov kaukazských minerálnych vôd (podľa A. M. Ovčinnikova). I — dolina Narzanov, II — infiltračná oblasť, III — Kislovodsk, IV — Esentuki, V — oblasť vztlaku, VI — lakolity Piatigoria, VII — horúce vody, 1 — uhličitú vodu v zónach puklín a zlomov, 2 — uhličitú vodu okrajových zón artézskeho svahu, 3 — uhličitú vodu (horúce), ktoré sa dvíhajú v oblasti lakolitov, 4 — dusíkato-chlorido-sodné vody, 5 — metánovo-chlorido-sodné, 6 — spodné vody z kôry vetrania majkopských vrstiev, P — radónové vody, a — trachyliparity, b — prvohorný bridličnatý podklad prerazený intrúziami, c — hydrokarbonátovo-sulfátové vody, d — hydrokarbonátové vody, e — chloridné vody, f — chlorido-hydrokarbonátové vody.

ГИДРОГЕОЛОГИЯ ГОРНЫХ СТРАН (НА ПРИМЕРЕ КАРПАТ И КАВКАЗА)

L'HYDROGÉOLOGIE DES MASSIFS MONTAGNEUX
(SUR L'EXEMPLE DES CARPATHES ET DU CAUCASE)

(Рис. 1—2 в тексте)

(Краткое содержание доклада на геологической конференции в Татрах 9 сентября 1959 г.)

Горные страны в гидрогеологическом отношении представляют водонапорные системы, состоящие из сочлененных друг с другом бассейнов трещинных, пластово-трещинных и карстовых вод, имеющих местами характер сравнительно небольших артезианских бассейнов и склонов. Вследствие сложного сочетания геологических структур, рельефа, климата и экспозиции склонов, они отличаются большим разнообразием гидрогеологических условий.

В межгорных котловинах горных стран где имеются напорные режимы образуются довольно мощные артезианские бассейны, а в аллювиальных отложениях грунтовые потоки. Потоки трещинных грунтовых вод встречаются и в четвертичных лавовых излияниях.

Каждая горная страна (Татры, Карпаты, Крым, Кавказ и др.) отличается своими индивидуальными особенностями, и их трудно сравнивать, но все-же удастся установить некоторые общие черты, важные для решения геологических вопросов. Степень водообильности той или иной страны определяется „набором“ формаций, слагающих данную горную страну. Наиболее водообильными странами обычно являются те, в строении которых большое участие принимают карбонатные и вулканогенные формации и наименее водообильными являются хребты, сложенные флишевыми формациями. С этой точки зрения Кавказ представляет собой исключительно водообильную горную страну а флишевые Карпаты могут служить примером неводообильной горной страны. Вместе с тем важно отметить, что в горных странах в строении которых принимают большое участие изверженные и метаморфические породы, водообильность которых резко увеличена в зонах молодых тектонических разломов.

Понятие „водонапорная система“ — впервые возникло в подземной нефтяной гидравлике (В. Н. Щелкачев и др.). Под этим термином понимался естественный разервуар пластовых подземных вод, включающий область питания, напора и истока. В настоящее

¹ Проф. А. М. Овчинников, МГРИ, Москва, Моховая 6.

время представление о водонапорных системах получило дальнейшее развитие; в эти системы входят самые разнообразные бассейны подземных вод различных размеров, с сложным сочетанием выделенных выше элементов. Выяснилось также, что многие бассейны видимого стока на земную поверхность не имеют, но включают большие ресурсы подземных вод. Современные представления о водонапорных системах и об особенностях разгрузки автор изложил в своем докладе: „Водонапорные системы земной коры“ в Московском Геолого-разведочном Институте им. С. Орджоникидзе 30 марта 1959 г.

Наиболее водообильными являются зоны растяжения, которые имеют поперечное или диагональное направление. Плоскости же продольных надвигов и покровов, часто бывают закрытыми и являются барьерами подземных вод.

В отличие от платформы, в горных странах наблюдается интенсивное проявление поверхностного, подземного стока и отмечаются многочисленные пресные и минеральные источники. Горные страны — „области источников“. В горных странах наблюдается большое разнообразие подземных вод по газовому, ионному составу, температуре, по содержанию микроэлементов, металлов, радиоэлементов, что заставляет не только ограничиваться анализом геологических условий выхода подземных вод, но производить изучение динамики и гидрогеохимии.

Автор много лет вел гидрогеологические исследования на Кавказе, Копетдаге, Восточ. Карпатах, Эльбурсе (Иран), имел возможность познакомиться при любезном содействии Д. Андрусова, Г. Свидзинского с Западными Карпатами (Чехословакия, Польша) а также с подземными водами Венгерской низменности, Родопского массива и Балкан (Болгария) и считает возможным высказать некоторые основные положения по гидрогеологии стран, интересные и для геологов. Несомненно, большой интерес представляет замечательный массив Татр, имеющий свои гидрогеологические особенности. Наличие хороших геологических карт для большинства горных стран, в частности и для Татр и Кавказа, облегчает задачу установления общих гидрогеологических закономерностей (рис. 1). Большое значение имеют геоморфология и степень прорывания отложений, слагающих горную страну, что связано с интенсивностью поднятий в новейшее время, т. е. с неотектоникой.

На Кавказе, где большие поднятия происходили в четвертичное время, еще продолжают в наши дни морские осадочные отложения юры, мела, палеогена и неогена, еще содержат древний солевой комплекс морского типа, который оказывает свое влияние на химический состав протекающих вод.

Слабоводообильные флишевые отложения Карпат, также до настоящего времени сохраняют остатки древних измененных вод морского типа часто окружающие нефтяные и газозыые залежи. Выступающие гранитные и известняковые массивы Карпат, Татр и Кавказа, включают пресные, слабо минерализованные воды современного атмосферного (инфильтрационного происхождения), быть может несколько обогащенные радоном на кислых

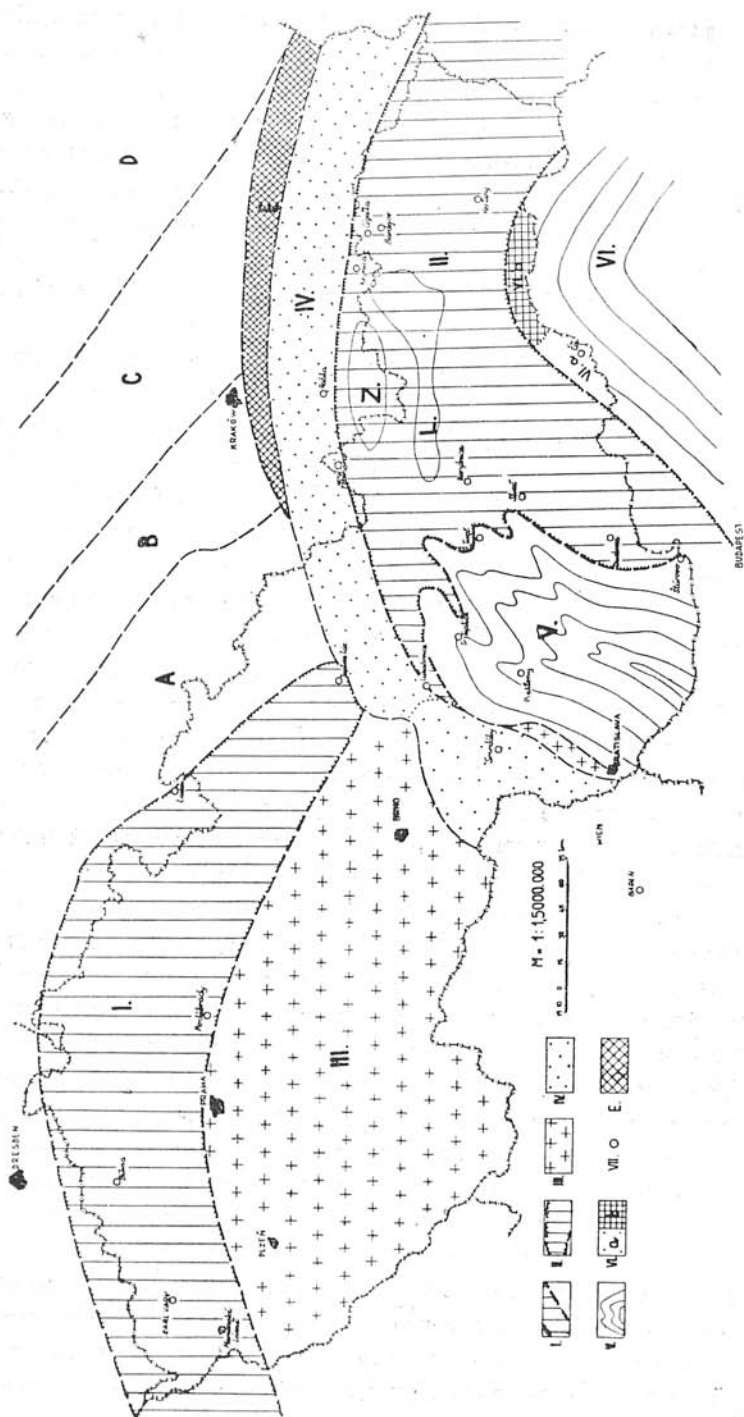


Рис. 1. Гидрогеохимические области на территории ЧСР (по А. М. Овчинникову). I — пояс углекислых вод Чехии и Германии, II — Западно-Карпатская область углекислых вод (Z — западнокарпатский наложенный артезианский бассейн; L — липовский надолородных вод Бескид и Загорской низменности (Венский бассейн), V — долиновский бассейн азотных термальных вод в триасовых карстовых отложениях, VI — край Венгерского артезианского бассейна, а) область холодных изоборных вод, б) область югославского карста, VII — крупные месторождения минеральных вод. А — Судеты, В — силез-крак. артезианский склон, С — щетиноско-лодзский артезианский бассейн, D — свентокшиские горы, Е — полоса соленосных отложений.

интрузивах и сульфатами, вместе с металлами на участке оруденения. На краях этих массивов можно встретить выходы теплых вод, подтягивающих из прилегающих бассейнов.

Древние горные сооружения обычно давно промыты и в них формируются весьма слабо минерализованные воды. Вследствие приподнятости слоев и глубокой расчлененности эрозионной сетью: долинами, ущельями, каньонами, горные страны имеют большую мощность зоны аэрации, где происходит вертикальное просачивание атмосферных вод и могут создаваться временные потоки с большой скоростью движения. Вся эта зона образует как бы верхний этаж горных стран, нижний этаж отличается более замедленными темпами миграции воды, на которой верхняя зона оказывает гидростатическое давление и вытесняет на пониженных участках напорные воды часто насыщенные газами, с несколько повышенной минерализацией. Обращает внимание отсутствие термальных вод в сильно трещиноватых гранитах Татр, хотя всюду в альпийской зоне с ними связаны определенные типы вод (Бад Гастеин в Австрии, Пиренейские Термы и др.). Эта особенность кроется в еще недостаточно расследованных структурах Татр. Многочисленные месторождения минеральных вод развиты на Кавказе и в Карпатах (за исключением вод зоны выщелачивания соленосных отложений) принадлежат нижней зоне. Следовательно, в горных странах можно встретить как симметричные, так и ассиметричные бассейны подземных вод, большой напор которых создается в выступающих участках отложений. Одним из наиболее крупных артезианских склонов является моноклираль Северного Кавказа, в строении которой принимают участие карбонатные свиты верхней юры и мела.

Предкарпатский же краевой прогиб с мощной соленосной толщей представляет скорее водоупорный барьер и не является артезианским бассейном. Но как правило, ассиметричные артезианские бассейны и хорошо выраженные артезианские склоны чаще приурочены к моноклиально падающим отложениям окраин горных стран. Весьма сложным рисуется венгерский артезианский бассейн, на окраинах которого намечаются бассейны второго порядка. Наиболее интересным бассейном является бассейн приуроченный к долинам реки Грона и Вага с разгрузкой воды на участке Штурово. Установление очагов разгрузки подземных вод является интересным вопросом при изучении гидрогеологии горных стран. Разгрузка вод часто имеет линейный характер, подчиняясь общему положению структурных элементов, направлению тектонических зон и контактам свит различной водопроницаемости.

Аллювиальные и флювио-гляциальные отложения часто закрывают выходы пресных и минеральных вод и мы имеем т. н. скрытые очаги разгрузки, которые могут быть обнаружены путем неглубоких sondировок с применением геофизических методов (радиометрия, электрометрия, термометрия и т. д.). Наиболее крупной, ярко проявляющейся продольной зоной разгрузки явля-

ется т. н. Копет-дагская термальная зона вдоль северного подножья Копет-дага. Но такие зоны разгрузок не представляют выходы вод по какому-либо одному грандиозному сбросу, как это хочется видеть при геологических исследованиях, а представляют более сложную картину соотношения отдельных местных очагов разгрузок. В частности следует отметить, что крупный сброс, который обычно рисуется вдоль южного борта Татр, не является продуктивным и не дает знаменитых выходов термальных подземных вод. Вместе с тем, на северном склоне Татр вполне определенно вырисовывается Закопанский артезианский бассейн, приуроченный к триасовым известнякам, а вдоль южного края этого бассейна намечается полоса разгрузки теплых вод (Ящурувка и др.). Анализ динамики артезианских склонов показал, что в очагах разгрузки происходит движение вод как вниз по склону (холодных пресных вод), так и вверх по склону (термальных минеральных вод). С этими особенностями динамики очагов разгрузки необходимо считаться. На некоторых участках горных стран можно наблюдать хорошо выраженные поперечные и диагональные зоны разгрузок, например на восточном крае Альп еще Э. Зюссом была установлена „Венская термальная линия“, в которой связан выход термальных вод Бадена. В районе кавказских минеральных вод уже давно автором (1928) была установлена система северо-восточных поперечных сбросов, к которым приурочено большинство крупных пресных и минеральных источников Кисловодска, Ессентуков и Пятигорска. В пределах антиклинали всех структур осевой части водообильность создается за счет диагональных трещин в целом образующих гребенчатую структуру.

Наиболее сложное расположение очагов разгрузок наблюдается в горных сооружениях альпийской зоны, с проявлением неонинтрузии, вулканов и лавовых излияний. Например на Кавказе, на контактах изверженных и осадочных пород возникают своеобразные местные очаги разгрузки горячих газирующих вод (на лакколитах КМВ, Азербайджана и Армении). Всю сложность гидрогеологических условий можно хорошо видеть в Словацком рудогории, где кафедра инженерной геологии и гидрогеологии Братиславского Университета (заведующий д-р. М. М а т у л а) в 1958—1959 гг. вела исследования с участием автора (кроме автора в работе участвовали В. Б э м и Л. М е л и о р и с).

В местах неонинтрузии воды обычно насыщенные углекислотой метаморфического происхождения, создают большие ореолы с характерными очертаниями. Границы этих ореолов не просто следуют по геологическим линиям, а часто их пересекают, что объясняется сложным сочетанием гидрогеологических и геоморфологических факторов. Кроме того и на Кавказе и на Карпатах явно заметно постепенное изменение этих ореолов, связанное с общим уменьшением гидротермальных процессов в нашей эпохе.

Весьма яркое концентрическое положение минеральных вод с различным

газовым составом наблюдается на Кавказе (рис. 2). В центре Большого Кавказа находится область углекислых вод с выступом к северу (район КМВ), вокруг которой располагается область азотных вод и по периферии пояс метановых вод, в котором заключены нефтяные и газовые месторождения. Малый Кавказ имеет более сложные закономерности и, хотя он входит в область углекислых вод, протягивающейся в Турцию и Иран, наиболее интенсивные проявления углекислых вод приурочены к антиклинальным поднятиям, а в синклиналях формируются азотные термы. В краевых же участках Малого Кавказа можно видеть своеобразные полосы разгрузок азотных и азотно-метановых вод (Талыш).

На территории Чехословакии и Польши выделяются две различные области углекислых вод. Одна из них входит в большой пояс углекислых вод Германии — Чехии, впервые намеченный Г. Хюммелем. Она охватывает Судеты, Крконоши и северную часть Чешского массива. К ней приурочены такие известные курорты, как Карловы Вары, Марианске Лазне, Подебрады, Щавно-здруй, Теплице над Бечвой. Другая область углекислых вод (Карпаты) охватывает как Западные, так Восточные Карпаты. К ней приурочены известные месторождения Криница, Лугачовице, Слияч, Цигелька, Бардейов, а на территории Украинской ССР — Поляна, Соймы и др. Но здесь углекислые воды окаймлены полосой метановых вод с нефтяными и газовыми месторождениями.

При анализе гидрогеологических условий горных стран необходимо учитывать роль ранее протекавших процессов и составлять палеогидрогеологические карты. На этих картах показывается предполагаемое расположение гидрогеохимических зон в наиболее интересные периоды жизни бассейнов. Такие карты, были в частности составлены для Терско-Кумского артезианского бассейна на северном Кавказе (С. А. Шагоянцем).

Особое внимание следует уделить древним очагам разгрузки напорных вод, образовавшихся в периоды внедрения интрузии и интенсивных гидротермальных процессов, в результате которых могли образоваться ценные рудные залежи. Мощные отложения травертинов, арагонитов свидетельствуют о наличии минеральных вод.

Весьма интересным примером древней зоны разгрузки является полоса серных месторождений, протягивающаяся вдоль северного края Предкарпатского краевого прогиба, на краю Русской платформы. С гидрогеологической точки зрения нужно предполагать, что здесь вытекали высоко концентрированные сероводородные воды, сформировавшиеся на участке нефтяных залежей в результате деятельности сульфатредуцирующих бактерий. Дальнейшее окисление сероводорода привело к выпадению и к накоплению серы. Такие месторождения известны и на Северном Кавказе. Наилучшее месторождение высококонцентрированных сероводородных вод на курорте Талги

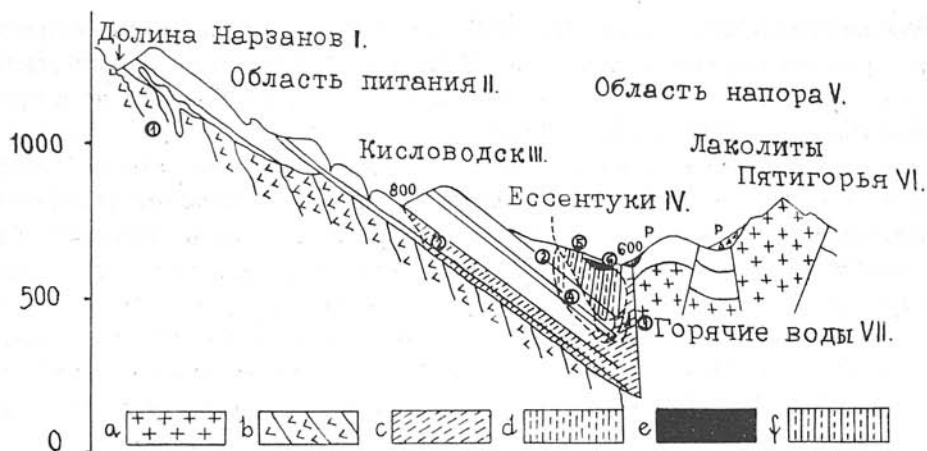


Рис. 2. Схема месторождений Кавказских минеральных вод (по А. М. Овчинникову). Типы месторождений: 1 — углекислые воды в зонах трещин и разрывов, 2 — углекислые воды краевых зон артезианского склона, 3 — углекислые воды (горячие), поднимающиеся на участке лакколитов, 4 — азотные хлоридно-натриевые воды, 5 — метановые хлоридно-натриевые воды, 6 — горькие грунтовые воды коры выветривания майкопских отложений, Р — радоновые воды, а — трахилипариты, б — палеозойский сланцевый фундамент прорванный интрузиями, в — гидрокарбонатно-сульфатные воды, г — гидрокарбонатные воды, д — хлоридные, е — хлоридно-гидрокарбонатные воды (в, г, д, е, ф) — химический состав минеральных вод.

в Дагестане. Гидрогеологическое изучение горных стран должно производиться комплексно, одновременно с детальным геологическим изучением. Не бесполезно применить методы палеогидрогеологического анализа к самому сложному вопросу геологического строения Карпат, вопросу вызывавшему много споров о покровном строении Карпат. Главный элемент этих покровов карбонатные толщи мезозоя, всегда являлись мощными водоносными горизонтами, с большой энергией подземного и химического стока. В отличие от геологической карты, к гидрогеологической предъявляются особые требования, так как вода является динамическим объектом.

На гидрогеологических картах необходимо построение изолиний (гидроизогипс, изопез, изохлор, изотерм).

Ввиду сравнительно небольшого размера бассейнов горных стран на одной карте необходимо стремиться охватить все элементы бассейна подземных вод: а) области современной инфильтрации и создания напора, б) области распространения водоносных горизонтов и в) области разгрузки. Все подземные воды одного бассейна гидродинамически тесно связаны и чрезмерная эксплуатация в одном месте, может повлиять на другие выходы.

Заложение скважин может также вызвать перераспределение вод. Поэтому такие бассейны как Закопанский, должны изучаться и наблюдаться по дого-

воренности не только одной страной. В данном случае необходимо организовать комплексную работу гидрогеологов Польши и Чехословакии. Венгерский артезианский бассейн захватывает не только территорию Венгрии, но и прилегающие участки Словакии и Украины.

Составление полноценных гидрогеологических карт для Татр и Карпат является весьма ответственным делом, так как на их основе проектируются различные сооружения и осуществляются мероприятия по эксплуатации подземных вод (водозаборы, каптажи пресных и минеральных вод, гидротехнические сооружения, мероприятия по водоотливу из горных выработок и т. д.). На их основе могут даваться количественные подсчеты ресурсов подземных вод. В последнее время в практику гидрогеологии входит метод моделирования бассейнов (ЭГДА и др.), что дает хорошие результаты для горных стран.

Детальное гидрогеологическое картирование, иногда с применением аэрофотосъемки, позволяет хорошо фиксировать проявления водоносности и вычислять модуль подземного стока (в литрах/сек. с площади водоносного горизонта).

Особое значение приобретает для горных стран составление гидрогеохимических карт, показывающих ореолы рассеяния различных ценных элементов (железо, медь, цинк, радий, уран и др.). Такие карты необходимы для применения наиболее глубинного гидрогеохимического метода поисков месторождений полезных ископаемых.

Форма ореолов может быть различной (сектор, веер, шлейф) в зависимости от характера потока (грунтовый, артезианский), характер горизонта (пористый, трещиноватый) и направления движения воды и т. д.

В трещиноватых изверженных породах необходимо производить тщательный структурный анализ по методу Клооса — Полканова. Этот анализ должен установить различные системы трещин, выделить открытые трещины и трещины заполненные гидротермальными выделениями. Этот метод недостаточно применяется при изучении Татр, Карпат, хотя имеются интересные работы Машки. Татранские геологи несомненно помогут выяснить закономерности распределения подземных вод — этого самого „драгоценного ископаемого“ — без которого невозможна жизнь.

В заключение нужно пожелать, чтобы все ресурсы подземных вод Татр и Карпат были лучше изучены и использованы. Для этого необходимо:

а) Детальный структурный анализ гранитных массивов Татр и прилегающих районов, так как имеющиеся данные не дают возможности нарисовать ясную картину гидрогеологических условий.

б) Произвести полное гидрогеологическое изучение минеральных вод Западных Карпат с определением микроэлементов и растворенных газов и ориентировочное установление „возраста“ вод по отношению гелия и аргона в газах.

в) Применение метода радиогидрогеологии для выяснения месторождений радиоактивных вод, так как всюду радоновые воды встречаются или в зоне выветривания или в трещинах кислых интрузивов.

г) Провести глубокое разведочное бурение с необходимым геофизическим исследованием и гидрохимическим опробованием.

Гидрогеологические исследования, проведенные вместе с геологическими несомненно дадут для геологов, изучающих Татры и Карпаты новые интересные материалы для познания горной страны.

LITERATÚRA — ЛИТЕРАТУРА — BIBLIOGRAPHIE

- Альбов С. В., 1956: Гидрогеология Крыма. Труды Крымского филиала Украинской Академии Наук, Симферополь-Киив. — Андрусов Д. Н., 1959: *Prehľad stratigrafie a tektoniky druhohorného pásma masívu Vysokých Tatier na území Slovenska*. Geol. sborník 10, 1, Bratislava. — Видчидзе И. М., 1948: О распространении артезианских бассейнов на территории Грузии. Сооб. АН СССР, IX, Н 8. — Врублевский М. И., 1953: Некоторые общие положения и особенности гидрогеологии горных областей. Вестник Ленинград. Университета 4. — Горек А., 1959: *Prehľad geologických a petrografických pomerov kryštáliku Vysokých Tatier*. Geol. sborník 10, 1, Bratislava. — Каменский Г. Н., 1955: Принципы гидрогеологического районирования СССР. Сб. Вопросы изучения подземных вод и инженерно-геологических процессов, Изд. АН СССР. — Кеттнер Р., 1931: *Geologie Tater*. Dilo „Naše Tatry“. Vydalo Ministerstvo zdravotníctva a tel. výchovy ČSR, Praha. — Котек Й., Матейка А., 1931: *La dépression du Liptov*. Knih. Stát. geol. ústavu 13, A, Praha. — Матейка А., Андрусов Д., 1930: *Kritická poznámka k subtatranským príkrovom vo Vysokých Tatrách*, Věstník Stát. geol. ústavu ČSR, 6, 4—6, Praha. — Овчинников А. М., 1930: Основные черты геологического строения Демавендского района (Сев. Персия). Бюл. Моск. О-ва Исп. Природы, отдел геологии 8, 3—4. — Овчинников А. М., 1934: Геологические структуры районов минеральных вод. Сб. 5, Труды Всесоюзного гидрогеологического съезда в Ленинграде, ОНТИ. — Овчинников А. М., 1946: Особенности гидрогеологии горных стран. Докл. АН СССР IV, 3. — Овчинников А. М., 1950: О новой классификации источников. Бюл. Моск. О-ва Исп. Природы, отдел геологии XXV, 6. — Овчинников А. М., 1948: Основные принципы зональности минеральных вод Кавказа. Труды Московского геологоразвед. института XXIII. — Овчинников А. М., 1947: Схема зональности минеральных вод альпийской области. Докл. АН СССР, 6. — Овчинников А. М., 1955: Минеральные воды курорта Карловы Вары в Чехословакии. Сб. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры, 4. — Овчинников А. М., 1956: О геотермическом изучении месторождений минеральных вод. Доклад на I. Всесоюзном совещании по геотермическим исследованиям в СССР, Москва. — Овчинников А. М., 1957: Гидрогеологические условия гидротермальных процессов. Бюл. Моск. О-ва Исп. Природы, отдел геологии XXXII, 5. — Овчинников А. М., 1957: Схема гидрогеологического районирования СССР. Доклад на III Всесоюзном гидрогеологическом съезде в Ленинграде. — Овчинников А. М., 1957: Гидрогеологические карты горных областей и их значение в оценке ресурсов подземных вод. Доклад на генеральной ассамблее в Торонто. — Овчинников А. М., 1957: О принципах гидрогеологического районирования. Советская геология 19. — Спиридонов А. И., 1952: Геомор-

фологическое картографирование. Госгеографиздат. — Толстихин Н. И., 1947: Рельеф и распределение подземных вод. Изв. Всесоюз. Географ. О-ва, 5. — Толстихин Н. И., 1953: Климатическая зональность артезианских вод (на примере СССР). Зап. Ленинград. Горного Инст. XXIX, 2. — Шагоянц С. А., 1948: Условия формирования подземных вод в Терско-Кумском артезианском бассейне. Докл. АН СССР, Нов. сер. IX, 1. — Шелкачев В. Н. — Лапук Б. Б., 1949: Подземная гидравлика. Гостоптехиздат.