

УДК 551.243+556.3.06

СУБМАРИННЫЕ ИСТОЧНИКИ ПРЕСНЫХ ВОД ЮГО-ВОСТОЧНОГО КРЫМА

Пасынков А. А., Вахрушев Б. А

*Таврическая академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет
им. В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
E-mail: Anatoly.pasynkov@yandex.ua, Vakhb@inbox.ru*

В статье приведены результаты исследований субмаринных источников и геолого-гидрогеологических особенностей юго-восточной части Горного Крыма. Рассмотрена тектоническая позиция размещения обводненных зон. Выделены и классифицированы обводненные карстово-трещинные зоны – потенциальные пути транзита подземных вод и очаги их разгрузки в воды Черного моря.

Ключевые слова: субмаринные источники, очаги субмаринной разгрузки, шельф Черного моря, юго-восточный Крым, обводненные трещинно-карстовые зоны, разнопорядковые тектонические структуры, карстовые массивы.

ВВЕДЕНИЕ

Острый дефицит питьевых вод на территории Крымского полуострова активизировал усилия по поискам нетрадиционных видов водных ресурсов, в т. ч. и источников субмаринной разгрузки в прибрежной зоне южного берега Крыма.

Наиболее изученной зоной разгрузки субмаринных вод является район мыса Айя в юго-западной части Горного Крыма, но не менее перспективным районом в отношении выявления источников субмаринной разгрузки является Меганом – Карадагская зона в юго-восточном Крыму.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исходными материалами послужили результаты дешифрирования материалов аэрокосмических съемок Горного Крыма; материалы полевых маршрутных геологических исследований, изучение геохимических, геофизических и гидрогеологических особенностей Горного и Предгорного Крыма; авиадесантных и аэровизуальных работ; полевых и лабораторных гидрогеологических, литолого-петрографических, геохимических и гидрогеохимических исследований, выполненных в ПГО «Крымгеология», Институте спелеологии и карста КФУ имени В. И. Вернадского.

При характеристике шельфа использованы материалы морских геолого-геоморфологических и геоакустических исследований, выполненных при непосредственном участии авторов, на НИС «Профессор Водяницкий», «Киев» и «Академик Вернадский».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Своеобразием гидрогеологических условий Горного Крыма является преимущественное развитие трещинных, трещинно-карстовых и карстовых

коллекторов, близость областей питания и разгрузки подземных вод, отмечается совпадение площадей их питания с площадью распространения и несовпадения поверхностных и подземных водосборов, что определяет режим наиболее крупных карстовых источников. Водопроницаемые верхнеюрские карстующиеся известняки подстилаются практически водоупорными отложениями таврического флиша и осадочно-вулканогенной толщей средней юры, которые слагают цоколь Крымских гор.

Различная степень закарстованности и трещиноватости карбонатных массивов Крымских яйл, наличие для каждого из них крупных карстовых родников, своеобразие режима подземных вод, расположение источников и наиболее водообильных скважин на участках, контролируемых тектоникой, высокие скорости движения карстовых вод (до 1-2 км в сутки) – все это позволяет сделать вывод об избирательной обводненности пород, наличии отдельных зон движения подземных вод.

Данные, полученные при изучении структурно-тектонических особенностей Горного Крыма, подтверждают сделанный ранее вывод о связи обводненных зон, развитых в Горном Крыму, с зонами повышенной трещиноватости, проницаемости и разуплотнения. Последние являются своего рода дренами основных водоносных горизонтов и играют важную роль в распределении и локализации подземных вод, в транзите подземных вод от областей формирования к очагам разгрузки.

При изучении системы область «питания – транзита с очаги разгрузки» становлена приуроченность основных крупных водопунктов к зонам разломов, разрывов и повышенной трещиноватости, а также к приразрывным складкам [1]. Выделенные разнопорядковые тектонические элементы являются структурами, которые могут быть потенциально обводненными и благоприятными для локализации зон различной степени относительной обводненности (применительно к составу водовмещающих пород и их коллекторским свойствам). На основании изложенного мы классифицировали зоны на сильно, слабо и незначительно обводненные, что на существующей стадии изученности территории достаточно для практических целей [1].

К **обводненным структурам первого порядка** отнесены наиболее протяженные и крупные тектонические структуры, существенно влияющие на гидрогеологические условия всего региона, – зоны сквозного перикратонного и коровых глубинных разломов, кольцевые разрывные нарушения краевых частей вулcano-тектонических структур (Рис.1). Это обуславливает формирование коллекторских свойств обводненных пород, образование мега - и мезоформ современного рельефа Горного Крыма, определяющих расположение региональных областей питания и накопления подземных вод, пути их движения и разгрузки. В структурах наблюдается наиболее интенсивная закарстованность Крымских яйл, являющихся крупными областями формирования подземных вод трещинного и трещинно-карстового типов.

К этим же структурам приурочены наиболее высокодебитные родники и очаги субмариной разгрузки.

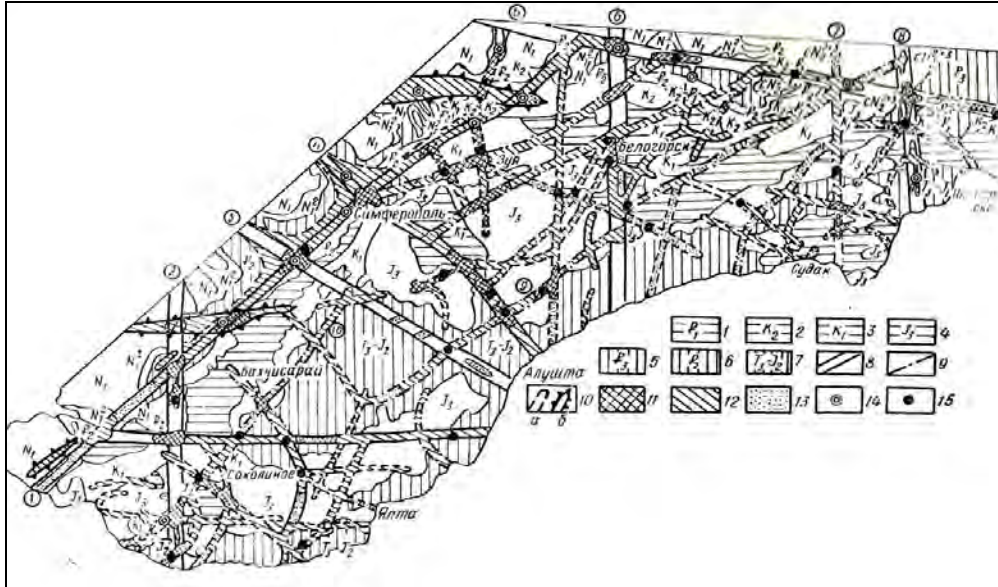


Рис. 1. Схема развития обводненных структур Горного Крыма [1].

Распространение водоносных горизонтов и комплексов в отложениях: cN_2^{2+3} средне-верхнеплиоценовых (глины с прослоями песков и галечников), N_1 – верхнесарматских (известняки), N_1^2 – среднемиоценовых (известняки, песчаники, пески), среднеэоценовых (известняки), K_2-P_1 эоценовых (известняки), K_2 – верхнемеловых (мергели и мергелистые известняки), K_1 – нижнемеловых (песчаники, конгломераты, гравелиты, известняки), J_3 – верхнеюрских (известняки, конгломераты, песчаники): *слабообводненных пород в отложениях:* 1 качинского яруса палеоцена (мергели), 2 – верхнего мела (мергели, глины), 3 – нижнемеловых (глины, мергели, флишеподобные толщи), 4 – оксфорда, титона и келловея верхней юры (флишеподобные глинистые отложения, глины); *водоупорных пород:* 5 – глины майкопской свиты олигоцена, 6 – то же бодракского и альминского горизонтов верхнего эоцена, 7 – песчанико-сланцевая, туфогенно-осадочная толща таврической серии и средней юры.

Обводненные структуры Горного Крыма: 8 – **первого порядка**, влияющие на гидрогеологические условия во всем регионе (зоны сквозных глубинных, перикратонного и межблоковых коровых разломов, а также зоны периферических дуговых разрывов вулcano-тектонических блоков), 9 – **второго порядка**, влияющие на гидрогеологические условия в отдельных блоках региона (зоны межблоковых и глубинных внутриблоковых разрывов, зоны дуговых разрывов вулcano-тектонических структур), 10 – **третьего порядка**, благоприятные для локализации обводненных зон: а – разрывные нарушения; б – приразрывные складки.

Обводненные зоны, классифицированные по степени относительной обводненности: 11 – сильно обводненные, 12 – слабо, 13 – незначительно.

Опорные водопункты: (дебит более 7 л/с); 14 – скважины, 15 – источники. Структуры *первого порядка* (цифры в кружках): : 1 – Севастопольско-Симферопольская, 2 – Криворожско-Евпаторийская, 4 – Алуштинско-Симферопольская, 5 –Перикратонная, 6 –Конкско-Белозерская, 8 – Орехово-Павлоградская; *второго порядка*: 3 – Альминская, 7 – Богатовская, Демерджинская, 10 – Батилиманская, 16 – локализация основных участков проявления источников субмариной разгрузки.

Здесь расположены многочисленные обводненные зоны, приуроченные к разрывным нарушениям разного генезиса и отличающиеся между собой степенью обводненности. Наиболее водообильными, как правило, являются узлы пересечения зон разломов с разрывами северо-восточного и субширотного простираний. В этих же узлах сосредоточены родники с повышенными и аномально высокими дебитами (например, среднемноголетний дебит карстового источника Карасу-Баши составляет 1450 л/с, а максимальный паводочный расход пещеры – источника Красная – 22,7 м куб /сек).

Многочисленные разрывы, повышенная трещиноватость и приразломная складчатость в зонах разломов создают благоприятные условия для локализации подземных вод, что фиксируется выходами родников и водообильными скважинами, вскрывающими восходящие напорные воды структур гипогенного карста.

Обводненные структуры второго порядка – многочисленные межблоковые и главные внутриблоковые разрывы, а также отдельные кольцевые разрывы. Последние существенно влияют на формирование гидрогеологических особенностей в отдельных или смежных тектонических блоках региона и объединяют зоны с различной степенью обводненности.

Протяженные сильно и слабо обводненные зоны, расположенные в обводненных структурах второго порядка, представляют собой своего рода дрены для подземных вод, формирующихся в местных областях питания преимущественно в зонах пересечения разрывов и выходящих на поверхность в виде родников. В восточной части Горного Крыма для узлов пересечения обводненных структур установлена локализация восходящих родников с минеральными водами; некоторые из них газифицированы, в составе газов часто присутствуют радиоактивные элементы радон и торон.

Зоны тектонических нарушений (кольцевые разрывы), ограничивающие вулcano-тектонические блоки, представляют собой обводненные структуры, существенно влияющие на гидрогеологические условия этих площадей. Наиболее высокодебитные родники с пресными водами локализованы в участках пересечения этих структур с обводненными структурами первого порядка.

К **обводненным структурам третьего порядка** отнесены зоны нарушений различного ранга, а также приразломные антиклинальные складки, благоприятные для локализации подземных вод, определяющие гидрологические условия отдельных площадей и участков. Чаще всего это зоны разуплотнения горных пород, благоприятные для образования обводненных зон с различной степенью водообильности.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что гидрогеологические условия Горного Крыма определяются главным образом тектоникой региона и развитием толщ карстующихся пород, а степень водообильности выделяемых структур и зон различного ранга зависит от ряда глобальных и локальных факторов. Учет последних применительно к поискам источников субмариной разгрузки и обводненных зон позволяет наметить участки и площади отдельных структур, перспективные для постановки поисково-оценочных работ на субмаринные воды. Они, как правило, приурочены к участкам, где обводненные структуры первого, второго и третьего порядка находят свое продолжение на шельфе и континентальном склоне Черного моря (Рис.1).

Общие ресурсы подземных вод Горного Крыма оцениваются в 330 млн м³/год. Трещинно-карстовые воды известняков верхнего структурного этажа, являющиеся основным источником водоснабжения многих населенных пунктов и курортов Южного берега Крыма, характеризуются весьма непостоянным режимом. Особенности режима обусловлены различными факторами, такими как количество и время выпадения атмосферных осадков, рельеф, геолого-тектонические особенности и своеобразие гидрогеологии карста.

Режим некоторых источников характеризуется тем, что в благоприятных геолого-карстологических условиях они получают питание из естественных регулирующих подземных резервуаров. В этих случаях сток источников формируется не только за счет осадков текущего года, но и за счет запасов предыдущих лет. При этом лишь часть годовых осадков идет на образование подземного стока данного года, в то время как другая часть поступает на пополнение запасов подземных вод. Существование единого резервуара подземных вод, который питает источники, подтверждается также изотопными данными.

Наиболее обширной зоной, питающей крупные источники, является зона напорных вод в синклиналих структурах. Удельная доля этих вод составляет 70 % от общего подземного стока Горного Крыма.

У берегов юго-восточного Крыма, сложенных верхнеюрскими известняками (мысы Караул-Оба, Капчик, Меганом и др.), формируются достаточно крупные очаги стока напорных карстовых вод непосредственно в море.

Наиболее водообильными являются источники, приуроченные к закарстованным карбонатным толщам верхней юры, которые расположены в зонах контактов разнопорядковых обводненных зон с морскими водами.

Юго-восточный морфоструктурный район шельфа принадлежит подводному продолжению структур Юго-Восточного синклинория Горного Крыма, где ощущается наибольший суммарный эффект воздействия древних разновозрастных периодически обновляющихся северо-западных и северо-восточных тектонических структур, особенно в районе сочленения горных массивов [2]. На суше и на подводном продолжении соединения массивов заложен эрозионно-тектонический мегацирк, приуроченный к межблоковым дислокациям и продолжающийся в границы континентального склона.

В восточной части крымского южного побережья, где ранненовоэвксинская терраса приближается к берегу, наблюдается приподнятый блок, западнее проходит плавное, а затем очень резкое понижение, которое контролирует, по-видимому, глубинный разлом или флексурный перегиб.

Внешний край террасы в пределах морфоструктурного района совпадает с бровкой континентального склона, который контролируется уступом высотой 10–15 м. Терраса сложена мелкозернистыми песками, нередко с небольшим количеством раковин, алевритовыми кварцевыми илами, глинами. Эти отложения перекрыты алевритовыми и пелитовыми илами. В свою очередь выделяются осадки типа материковой отмели, где преобладают алевритовые, однородные по составу осадки прибрежной зоны – пестрые по составу и цвету [3].

Зона шельфа представлена несколькими поверхностями выравнивания до глубин 70–80 м, уступами и глубоко врезынными каньонами. В районе выступа мыса Меганом область шельфа расширяется, достигая максимума в Юго-восточном Крыму. Эта область связана с общим снижением горной цепи Крыма, вызванного замыканием погребенных герцинских структур, контролирующих положение восточного края горного массива. Здесь вновь сказывается закономерное увеличение площади прилегающего шельфа в связи со снижением абсолютных отметок поверхности суши и наблюдается исчезновение подводно-эрозионных долин.

Каньоны, трассирующие зоны тектонических нарушений, к которым обычно приурочены палеорула рек, имеют гидравлическую связь с областями питания трещинных и карстовых вод и, таким образом, являются естественными дренами, осуществляющими субмаринную разгрузку подземных вод прибрежно-шельфовых гидрогеологических структур в конечные водоемы стока. При этом по структурным и гидродинамическим особенностям наиболее перспективными с точки зрения поисков субмаринных источников являются верховья каньонов, которые пространственно примыкают к кромке шельфа, а нередко внедряются далеко в его пределы, располагаясь в непосредственной близости от берега.

Все это и послужило предпосылкой поисков сосредоточенных источников в местах выходов коренных трещиноватых и (или) закарстованных пород в верховьях каньонов. Учитывая, что выклинивание водоносных горизонтов происходит, как правило, на уступе внешнего шельфа [4], эти особенности каньонов являются благоприятными факторами разгрузки подземных вод.

Глубина проникновения тектонических трещин и обводненность пород в пределах прибрежно-шельфовых артезианских бассейнов для различных районов значительно варьирует, достигая нередко многих сотен метров. С трещинами связаны как напорные, так и безнапорные подземные воды, что зависит от типа трещиноватости, количества и характера распределения трещин, их размеров. Кроме того, трещиноватость карстующихся пород способствует интенсивному развитию карста, который может распространяться на большие глубины, часто на 100–200 м и более. В пределах этих глубин встречаются карстовые пещеры объемом в десятки тысяч кубических метров. Более мелкие карстовые полости, связанные главным образом с доломитизированными

известняками, встречаются до глубин 750–800 м. Часто наблюдаемые в тектонических областях крупные зоны дизъюнктивных нарушений сбросово-сдвигового или разломного характера обуславливают блоковое строение и высокую межблоковую проницаемость горных пород.

Формирование гидрогеологических отруктур определяется условиями тектонического развития. Структуры, в которых фундамент или складчато-глыбовое основание выходят на поверхность либо покрыты четвертичными отложениями, выделяются в гидрогеологические массивы, предоставляющие собой систему стока трещинных вод и вод аллювиальных отложений. В пределах гидрогеологических массивов иногда отмечается наличие закарстованных водонасыщенных карбонатных пород. Уровень грунтовых вод в карстовых массивах, как правило, находится ниже, чем в окружающих породах. Сток подземных вод направлен в карстовый массив, а разгрузка происходит в долинах и других понижениях через источники, приуроченные к контакту карбонатных и некарстующихся пород. В карстовых бассейнах обычно сосредоточены огромные ресурсы подземных вод, а дебиты карстовых источников достигают сотни л/с [5].

Разгрузка карстовых вод сосредоточена в виде субмаринных источников и чаще всего приурочена к водоносным горизонтам для жильных трещинных и карстовых вод. Разгрузка также может быть рассредоточена и осуществляется перетоком через перекрывающие горизонты порово-пластовых вод (современные морские отложения).

Указанные виды могут проявляться как самостоятельно, так и в сочетании друг с другом. Комбинированные виды субмаринной разгрузки наблюдаются в конусах выноса рек, в зонах разрывных тектонических нарушениях и в некоторых других случаях.

В юго-восточном Крыму многие малые реки, пересыхающие в межень, могут служить дополнительными источниками водоснабжения, т. к. подрусловый сток даже в эти периоды колеблется на разных реках в пределах от 300 до 2500 и более м куб/сут (реки Ворон, Шелен, Ускуп др.). С этими водотоками также связана субмаринная разгрузка, наблюдаемая в конусах выноса данных рек и в аллювии переуглубленных долин, находящихся ниже уровня моря.

В области юго-восточного Крыма выделяется ряд долинно-каньонных систем с активной разгрузкой высококачественных пресных вод [6].

Туакская система охватывает широко разветвленную в верхней части сеть каньонов, сливающихся вместе в средней части склона.

На прилегающем участке суши располагается южный склон Главной гряды Крымских гор, южнее – Крымско-Южнобережная область шельфа и Южнобережный сектор континентального склона. Береговая зона в пределах суши сложена флишевой формацией таврической серии и средней юры, а также верхнеюрскими рифовыми массивами. Коренные породы перекрыты щебенисто-глинистыми породами плиоцена (Массандровская свита) и четвертичными породами разного генезиса мощностью от 5–15 до 50–80 м.

Для района характерна тесная связь геоморфологического и тектонического строения, а интенсивное проявление эрозионных, абразионно-оползневых и селевых экзогенных геологических процессов обусловлено современной активизацией тектонических нарушений. Их простирание имеет общее диагональное или субмеридиональное простирание, что согласуется с простиранием гидрографической сети суши и каньонной сети в море.

На этом участке суши расположены самые потенциально благоприятные для подруслового стока и субмаринной разгрузки водотоки: Алака, Орта-Узень, Пешан-Узень, Арпат, Шелен, Ворон и др. Интенсивная дислоцированность пород в этом районе продолжается в область шельфа и континентального склона, что отражено в развитии подводных эрозионно-денудационных мегацирков.

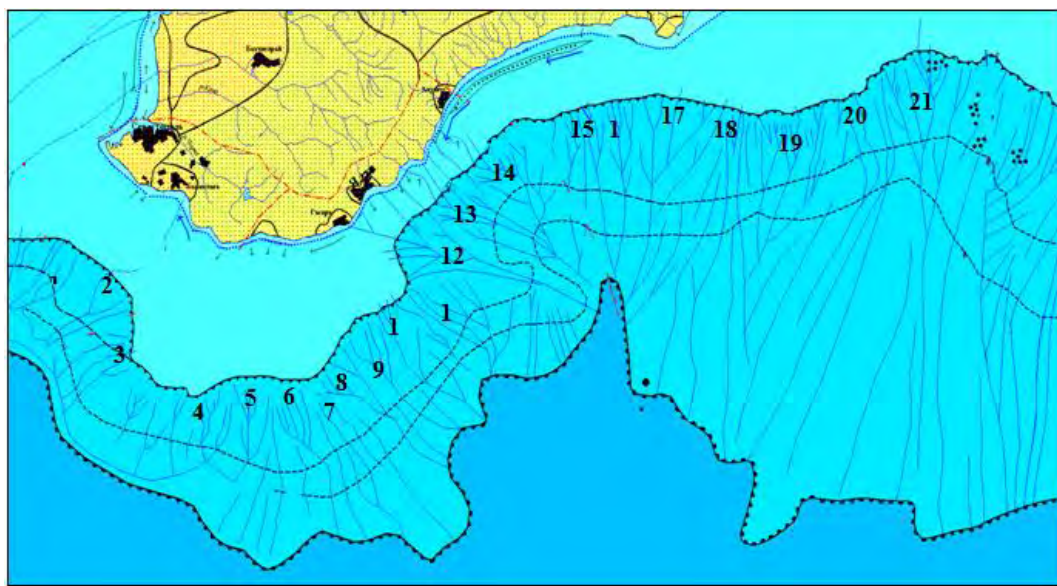


Рис. 2. Долинно-каньонные системы континентального склона Югобережно-Крымского. Долинно-каньонные системы: 1. Балаклавская, 2. Батилиманская, 3. Ласпинская, 4. Сарычская, 5. Форосская, 6. Меласская, 7. Кастропольская, 8. Понизовская, 9. Лименская, 10. Симеизская, 11. Алушкинская, 12. Ай-Тодор – Ялтинская, 13. Аю-Дагская (Ай-Даниль-Партенитская), 14. Алуштинская, 15. Туакская, 16. Кутлакская, 17. Судакская, 18. Коктебельская, 19. Ильинская, 20. Феодосийская, 21. Чаудинская.

Шельф и континентальный склон района характеризуются активно развивающейся сетью подводных каньонов, принимающих потоки распресненных вод, поступающих из погребенных обводненных зон суши [9, 10, 11].

Кутлакская система объединяет два прямолинейных каньона протяженностью до 37–40 км. Западнее и восточнее этой системы преобладают

выдвинутые языки турбидитов, каньоны же Кутлакской системы хотя также завершаются на изобате 2000 м, но в соответствии с контурами береговой линии расположены ближе к берегу. Уклоны поверхности склона и каньонов составляют 3,50 на всем своем протяжении.

Судакская система охватывает 7 небольших каньонов, берущих свое начало у бровки склона и сливающихся вместе в единое протяженное русло в средней части склона. Уклоны поверхности на бровке склона составляют 90, а в средней части склон выполаживается до уклона в 3,50. Протяженность головной долины каньона составляет 50 км.

Исследования верховьев некоторых каньонов, прилегающих к Южному берегу Крыма, показало присутствие субмаринной разгрузки трещинных и трещинно-карстовых вод в верховьях Судакского каньона [7, 8].

Судакский каньон приурочен к Судакскому синклинию, лишь часть северного крыла которого (сложенного средне- и верхнеюрскими породами) прослеживается на суше. Большая часть синклиния лежит ниже уровня моря, что создает предпосылки для субмаринной разгрузки трещинно-карстовых и трещинных вод.

Отобранные гидрохимические пробы вод в верховьях каньона позволили установить, что соленость в придонных слоях вод снижена до 12, 14, 15, 17 ‰ при фоновых значениях 21–22‰. Очевидно, что причиной этого служат очаговая разгрузка субмаринных вод, чаще всего из средне- и верхнеюрских известняков, прорезанных подводными каньонами.

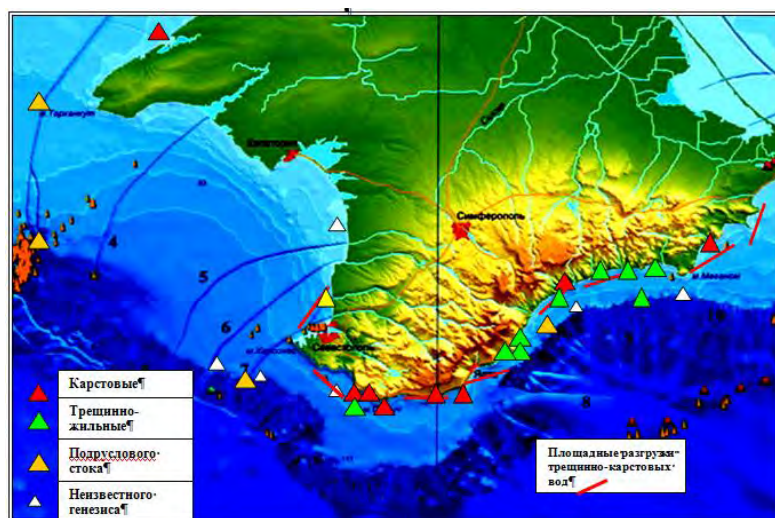


Рис. 3. Схематическая карта распространения выходов субмаринных источников в Черном море [6].

Коктебельская система состоит из протяженной головной долины.

Коктебельская система состоит из протяженной головной долины, достигающей длины 90 км и принимающей в верхней части склона три ветвящихся притока. Уклоны поверхности склона составляют 80 в верхней части и 10 в нижней.

Ильинская система приурочена к траверзу мыса Ильи и на большой глубине в районе 1700-й изобаты смыкается с Феодосийской системой каньонов. Уклоны поверхности склона составляют 80 в верхней части склона, 4,50 – в средней части склона и 0,80 – в нижней.



Рис. 4. Положение областей питания (1) и областей разгрузки (2) обводненных зон.

Мощности доголоценовых отложений, формирующих основание морфоструктур, возрастают к бровке шельфа, а мощности голоценовых осадков уменьшаются с 35–40 м (глубина 5 м) до 1–3 м (глубина 40 м), что является свидетельством активности литодинамических процессов перемещения терригенного и биогенного материала на глубину при эвстатических колебаниях уровня моря.

Важное значение имеет также подрусловый сток, особенно палеорек, аллювий которых перекрыт иловыми наносами, разгрузка подруслового стока на поверхность морского дна происходит только в верховьях подводных каньонов.

Рассчитанный водный баланс и подрусловый сток оценивается в 25–30 % от речного.

Тектоническая нарушенность, интенсивное проявление неотектонических процессов и напряженный сейсмический режим континентального склона способствуют появлению гидродинамических аномалий. Согласно Ю. Г. Юровскому и др., поставка водного компонента из субмаринных источников в воды Черного моря оценивается в 0,5–3,2 км²/год [12], что является заметным вкладом в формирование особенностей описываемой системы.

Наиболее благоприятные условия для поступления водного компонента из субмаринных источников развиты на участках дна бассейна южнее мыса Меганом и горы Карадаг. В районе мыса Пещерный (данные «Крымгеологии») на глубине 1380 м также были обнаружены признаки субмаринных источников.

В этом районе общая минерализация водной среды МАКЭС составляла 12,4 г/л при общих фоновых значениях 22–23 г/л, а содержание Mg⁺² достигало 30 % мг/экв. В районе континентального склона к югу от мыса Меганом и горного массива палеовулкана Карадаг общая минерализация составляла 17 г/л. В то же время в центральной части поверхности склона на глубинах от 790 до 1550 м были выявлены участки резко повышенной минерализации придонных вод (более 40 г/л) и высокие концентрации хлоридов.

ВЫВОДЫ

Большинство из известных источников субмаринной разгрузки подземных вод приурочены к зонам повышенной трещиноватости и разрывных нарушений, расположенных в зоне сопряжения суша – море и являющихся зонами транзита пресных вод. Тектоническая нарушенность пород, затрагивающая отложения чехла и секущая его до самого верха, наличие погребенного карста, активная сейсмическая деятельность способствовали созданию многочисленных гидродинамических аномалий. Субмаринная разгрузка подземных вод из пород юго-восточного Крыма составляет по предварительным балансовым расчетам 100–120 млн куб м/год.

Пространственно области субмариной разгрузки связаны с горными сооружениями, примыкающими к шельфу, и приурочены к тектоническим зонам, крупным карстовым массивам, где закарстованные известняки слагают не только прибрежные горные массивы, но и прилегающее морское дно.

В структурно-гидрогеологическом отношении области субмаринной разгрузки находятся в пределах прибрежно-шельфовых артезианских бассейнов или гидрогеологических массивов и разделяются, как правило, на субаэральную и субмаринную части, которые с гидрогеологических позиций представляют единое целое, и воды обеих частей взаимосвязаны.

Важнейшими факторами, определяющими условия формирования запасов вод в таких структурах, наряду с климатическими особенностями, являются степень трещиноватости и закарстованности водовмещающих пород. Эти параметры

характеризуются крайней неоднородностью как в плане, так и в разрезе, что обуславливает неоднородность их фильтрационных свойств. Поэтому гидродинамическая связь областей питания и разгрузки имеют дискретный характер, разгрузка обычно трудно прогнозируема в субмаринной части структур.

Разгрузка карстовых вод сосредоточена в виде субмаринных источников, где карбонатные массивы погружены ниже уровня моря (Караул-Оба, Сокол, Киит-Атлама и др.), но чаще всего карстовые воды юго-восточного Крыма разгружаются в нижележащие породы таврического флиша, где формируются трещинно-жильные воды с последующим выходом на шельфе и континентальном склоне. Она также может быть рассредоточена и осуществляется перетоком через перекрывающие горизонты порово-пластовых вод (современные морские отложения).

Указанные виды могут проявляться как самостоятельно, так и в сочетании друг с другом. Комбинированные виды субмаринной разгрузки наблюдаются в конусах выноса рек, в зонах разрывных тектонических нарушений и в некоторых других случаях.

Список литературы

1. Коваленко А. П., Морозов В. И., Пасынков А. А. Обводненные зоны Горного Крыма // Геол. журнал. 1988. № 2. С. 65–69.
2. Пасынков А. А., Плахотный Л. Г., Горбатюк В. М. Морфотектоника Крымского полуострова и ее связь с развитием экзогенных геологических процессов // Геологический журнал. 1992. № 2. С. 79–91.
3. Гожик П. Ф. Рельеф шельфа Горного Крыма и Керченского полуострова / Гожик П. Ф., Шелкопояс В. Н. // Геологический журнал. 2003. № 1. С. 28–33.
4. Шнюков Е. Ф., Иноземцев Ю. И., Лялько В. И. и др. Геология шельфа УССР. Твердые полезные ископаемые. К.: Наук. думка, 1983. 200 с.
5. Пасынков А. А., Пасынкова Л. А. Карстово-трещинные обводненные зоны Горного Крыма-источники субмаринной разгрузки в Черное море. «Спелеология и карстология № 13. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.institute.speleoukraine.net/sk-issues/issue13>.
6. Пасынков А. А., Пасынкова Л. А. Палереки и каньоны крымского сектора Черного моря. Теория и методы современной геоморфологии // Материалы XXXV Пленума Геоморфологической комиссии РАН. 3–8 октября 2016 г. Т. 1. С. 258–262.
7. Шнюков Е. Ф., Клещенко С. А., Митин Л. И. и др. Поиски субмаринных источников в каньонах материковой окраины южного берега Крыма. К.: ИГН АН УССР, 1989. 39 с.
8. Лялько В. И., Шнюков Е. Ф. О субмаринной разгрузке подземных вод на шельфе Украинского Причерноморья // Геол. Журнал. 1980. № 3. С. 48–54.
9. Шнюков Е. Ф., Иноземцев Ю. И., Лялько В. И. и др. Геология шельфа УССР. Твердые полезные ископаемые. К.: Наук. думка, 1983. 200 с.
10. Шнюков Е. Ф., Клещенко С. А., Митин Л. И. и др. Поиски субмаринных источников в каньонах материковой окраины южного берега Крыма. К.: ИГН АН УССР, 1989. 39 с.
11. Юровский Ю. Г. Подземные воды шельфа. Задачи и методы изучения. Монография. Симферополь: ДИАИПИ, 2013. 260 с.
12. Юровский Ю. Г. Об оценке величины субмаринной разгрузки подземных вод. // Известия Всесоюзного географического общества. 1973. Т. 105. Вып. 2. С. 174–179.

THE SUBMARINE WATER SOURCES IN THE SOUTH –EAST'S CRIMEAN AREAS

Pasynkov A. A., Vachrushev B. A.

Tavrida academy of Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky, 4 Vernadskogo Ave, Simferopol, Republic of Crimea, 295007, Russia

E-mail: Anatoly.pasynkov@yandex.ua, Vakhb@inbox.ru

The Crimea Peninsula has an acute shortage of drinking water. Therefore, in the Crimea Peninsula, the search for non-conventional water resources is actively developing. These resources are the sources of submarine discharge in the coastal zone of southern coast of Crimea.

The most studied manifestations of the submarine discharge are submarine sources of the Cape Aya in the South-Western Crimea. However, in the South-Eastern Crimea, the sources of the submarine discharge can be detected.

The results of the research submarine sources and geological and hydrogeological characteristics the southeastern part of the Mountainous Crimea are analyzed. The tectonic position of the accommodation watercut zone are considered. Watercut karst-fracture zone (a potential route of transit of underground waters) and the areas of their cargo in the waters of the Black sea are selected and classified.

The most favorable conditions for the admission of the water component from submarine sources are developed in the areas of the bottom of the basin to the South of Cape Meganom and Karadag mountain and the Cape Peshchernyi.

The sources can be promising for drinking and technical water of this water-scarce region of the Crimea.

Keywords: submarine sources, the centers of the submarine discharge, the shelf of the Black sea, South-East Crimea, watercut karst-fracture zone, variable tectonic structures, karst massifs.

References

1. Kovalenko A. P., Morozov V. I., Pasynkov A. A. Obvodnennyye zony Gornogo Kryma (Watered zones of the Mountainous Crimea). Geol. Zhurnal, 1988, no. 2, pp. 65–69. (in Russian).
2. Pasynkov A. A., Plakhotnyy L. G., Gorbatyuk V. M. Morfotektonika Krymskogo poluostrova i yeye svyaz' s razvitiyem ekzogennykh geologicheskikh protsessov (Morphotectonics of the Crimean peninsula and its relationship with the development of exogenous geological processes). Geologicheskij zhurnal, 1992, no. 2, pp. 79–91. (in Russian).
3. Gozhik P. F. Rel'yef shel'fa Gornogo Kryma i Kerchenskogo poluostrova (Relief of the shelf of the Mountainous Crimea and the Kerch Peninsula). Geologicheskij zhurnal, 2003, no. 1, pp. 28–33 (in Russian).
4. Shnyukov Ye. F., Inozemtsev YU. I., Lyal'ko V. I. i dr. Geologiya shel'fa USSR. Tverdyye poleznyye iskopayemyye (Geology of the shelf of the Ukrainian SSR. Solid minerals). Kiev: Nauk. Dumka (Publ), 1983, 200 p. (in Russian).
5. Pasynkov A. A., Pasynkova L. A. Karstovo-treshchinnyye obvodnennyye zony Gornogo Kryma- istochniki submarinnoy razgruzki v Chernoye more (Karst-cracked watered zones of the Mountainous Crimea-sources of submarine unloading into the Black Sea). Speleologiya i karstologiya, no. 13.

- [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.institute.speleoukraine.net/sk-issues/issue13>. (in Russian).
6. Pasyukov A. A., Pasyukova L. A. Paleoreki i kan'ony krymskogo sektora Chernogo morya. Teoriya i metody sovremennoy geomorfologii(Paleoreks and canyons of the Crimean sector of the Black Sea. Theory and methods of modern geomorphology). Materialy KHKHKHV Plenuma Geomorfologicheskoy komissii RAN,2016. T.1.pp.258–262. (in Russian).
 7. Shnyukov Ye. F., Kleshchenko S. A., Mitin L. I. i dr. Poiski submarinnykh istochnikov v kan'onakh materikovoy okrainy yuzhnogo berega Kryma(Search for submarine sources in the canyons of the continental margin of the southern coast of the Crimea). Kiev:IGN AN USSR (Publ), 1989.39 p. (in Russian).
 8. Lyal'ko V. I., Shnyukov Ye. F. O submarinoy razgruzke podzemnykh vod na shel'fe Ukrainskogo Prichernomor'ya(On the submarine unloading of groundwater on the shelf of the Ukrainian Black Sea Coast). Geol. Zhurnal, 1980.no. 3.pp.48–54. (in Russian).
 9. Shnyukov Ye. F., Inozemtsev YU. I., Lyal'ko V. I. i dr. Geologiya shel'fa USSR. Tverdyye poleznyye iskopayemyye (Geology of the shelf of the Ukrainian SSR. Solid minerals).Kiev: Nauk. Dumka (Publ), 1983.200 p. (in Russian).
 10. Shnyukov Ye. F., Kleshchenko S. A., Mitin L. I. i dr. Poiski submarinnykh istochnikov v kan'onakh materikovoy okrainy yuzhnogo berega Kryma(Search for submarine sources in the canyons of the continental margin of the southern coast of the Crimea).Kiev:IGN AN USSR (Publ), 1989.39 p. (in Russian).
 11. Yurovskiy YU. G. Podzemnyye vody shel'fa. Zadachi i metody izucheniya. Monografiya (Underground waters offshore. Tasks and methods of study. Monograph).Simferopol': DIAYPI (Publ), 2013,260 p. (in Russian).
 12. Yurovskiy YU. G. Ob otsenke velichiny submarinnoy razgruzki podzemnykh vod (On the evaluation of the magnitude of submarine discharge of groundwater). Izvestiya Vsesoyuznogo geograficheskogo obshchestva,1973. T.105.Vyp. 2.pp.174–179. (in Russian).

Поступила в редакцию 22.08.2017