

**А.А. Пасынков, Л.А. Пасынкова****Карстово-трещинные обводненные зоны Горного Крыма
и источники субмаринной разгрузки**

Пасынков А.А., Пасынкова Л.А. Карстово-трещинные обводненные зоны Горного Крыма и источники субмаринной разгрузки // Спелеология и карстология, - № 13, Симферополь. – 2014. – С. 60-68.

Резюме: Изучение структурно-тектонических особенностей Горного Крыма дистанционными методами позволило выявить связь обводненных зон 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, в т.ч. и субмаринной.

Ключевые слова: карстовые воды, Горный Крым, субмаринная разгрузка.

Пасынков А.А., Пасынкова Л.О. Карстово-трещинні обводнені зони Гірського Криму та джерела субмаринного розвантаження // Спелеологія і карстологія, - № 13, Симферополь. – 2014. – С. 60-68.

Резюме: Вивчення структурно-тектонічних особливостей Гірського Криму дистанційними методами дозволило виявити зв'язок обводнених зон з зонами підвищеної тріщинуватості, проникності і розущільнення. Останні є свого роду дренами основних водоносних горизонтів і відіграють важливу роль у розподілі та локалізації підземних вод, у транзиті підземних вод від областей формування до вогнищ розвантаження, в т.ч. і субмаринного.

Ключові слова: карстові води, Гірський Крим, субмаринне розвантаження.

Pasynkov A.A., Pasynkova L.A. Karst-fracture water-bearing zones of the Mountainous Crimea and sources of submarine discharge // Speleology and Karstology, - № 13, Simferopol. - 2014. - P. 60-68.

Abstract: The study of the structural-tectonic features of the Mountainous Crimea by remote-sensing methods allowed revealing the relationship of water-bearing zones with zones of fracturing, permeability and thinning. Such zones are a kind of drains of major aquifers and they play an important role in the distribution and localization of groundwater, in its transit from recharge areas to the points of discharge, including submarine sources.

Keywords: karst groundwaters, Mountainous Crimea, submarine discharge.

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.

При изучении системы область питания – очаги разгрузки была установлена приуроченность основных крупных водопунктов к зонам разломов, разрывов и повышенной трещиноватости, а также к приразрывным складкам. Разнопорядковые тектонические элементы являются структурами, которые могут быть потенциально обводненными. На основании выполненных работ можно классифицировать обводненные зоны на сильно, слабо и незначительно обводненные, что на существующей стадии изученности территории достаточно для практических целей.

Классификация обводненных структур и зон была произведена с учетом многих факторов, влияющих на гидрогеологические условия, как всего региона, так и отдельных его блоков (районов). Это определяет порядок структур и их роль в формировании гидрогеологических условий.

ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Исходным материалом послужили результаты дешифрирования материалы аэро-космических съемок Горного Крыма; материалы полевых маршрутных исследований; авиадесантных и аэровизуальных работ; лабораторных гидрогеологических, литолого-петрографических, геохимических и гидрогеохимических исследований, выполненных в соответствии с геологическим заданием ПГО «Крымгеология» по теме «Поиски обводненных зон Горного и Предгорного Крыма на основе дистанционных методов». При написании статьи также использованы материалы морских исследований, выполненных при непосредственном участии автора, на НИС «Профессор Водяницкий» и «Академик Вернадский».

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В основу исследований положен комплекс работ, сочетающий дистанционные методы (дешифрирование материалов рядовой аэрофотосъемки масштаба 1:17500, 1:25000 и спектрально-космической съемки масштаба 1:50000, 1:100000 и 1:500000) и полевые наблюдения.

Полевые работы по заверке результатов дешифрирования, выделенных тектонических структур, зон мегатрещиноватости и обводненных зон включали геологические маршрутные исследования, авиадесантные работы в труднодоступных участках Горного Крыма, аэровизуальные наблюдения, измерения дебитов родников и каптированных источников, расположенных в пределах Горного и Предгорного Крыма, отбор проб вод и горных пород, изучение мегатрещиноватости территории.

Камеральный этап исследований состоял из комплекса лабораторных гидрогеологических и гидрохимических исследований, включая определения концентраций радона и торона как индикаторов современной тектонической активности, литолого-петрографические и литолого-фациальные исследования, минералогические исследования горных пород, изучение геохимических, геофизических и гидрогеологических особенностей Горного и Предгорного Крыма, построение структурно-тектонических схем и карт обводненных зон. Обобщение результатов комплекса выполненных исследований позволило на основе оригинальной методики и установлении критериев обводненности выделить и классифицировать обводненные зоны Горного Крыма.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В результате комплексного изучения территории были получены новые данные о тектонике, структурной позиции, минералогии и генезисе магматических образований Горного Крыма. Они согласуются с представлениями о структуре земной коры юга Европейской части СССР, отраженными в работе (Чекунов, 1972). Своеобразие Горного Крыма, в отличие от Карпат и Большого Кавказа состоит в том, что он является не орогеном альпийской геосинклинали, а типичным горным сооружением, возникшим в результате киммерийской магматической активизации южной окраины Евразийской континентальной окраины на конвергентной границе с северной океанической плитой Тетиса (Ушаков, 1984). Для Крыма характерен блоковый облик глубинных структур земной коры, с ортогональной и диагональной системами сквозных и коровых глубинных разломов дорифейского заложения.

Установлено, что блоковое строение унаследовано в современном Крымском горном сооружении, где выделяются три тектоно-магматических блока: Западно-Крымский, Средне-Крымский и Восточно-Крымский и разделяющие их межблоковые прогибы (рис. 1; Коваленко, Пасынков, 1986).

Для тектоно-магматических блоков характерно наличие морфоструктур центрального типа. Эти

морфоструктуры определяют положение, морфологию и ранги палеовулканических кольцевых структур, в пределах которых концентрируются почти все проявления интрузивного и эффузивного магматизма, эндогенной минерализация, геохимические аномалии ртути, полиметаллов, гидротермальных измененных пород. Кольцевые структуры представляет собой совокупность вулканов, объединенных единством локализации структурного положения центров. Их положение определяется приуроченностью к зонам глубинных разломов, прослеживающихся с Украинского щита в пределы Горного Крыма, и связью с Южно-Крымским разломом по (Чекунов, 1972) - сейсмогенной зоне, ограничивающей малую Черноморскую плиту с севера.

Западно-Крымский центр занимает площадь одноименного тектонического блока в зоне Криворожско-Евпаторийского разлома. Восточно-Крымский центр ассоциируется со сближенными зонами Конкско-Белозерского и Орехово-Павлоградского разломов в пределах Восточно-Крымского блока. На площади Средне-Крымского блока выявлен одноименный палеовулканический центр, связанный с зоной Салгирско-Октябрьского разлома и локализованный вблизи побережья в районе г. Алушты. В северо-западной части этого блока, на пересечении Салгирско-Октябрьского и Симферопольского разломов выделен Северо-Крымский центр. Границы центров прослеживаются по межблоковым разрывам, трассирующим зоны глубинных разломов, и по периферическим дуговым разрывам вулcano-тектонических структур. Поперечные размеры центров от 25 до 45 км.

Выделенные морфоструктуры центрального типа тяготеют к зоне Южно-Крымского глубинного разлома. Они представлены только своими северными секторами, ограниченными с юга береговой линией Черного моря, вдоль которой во всех центрах концентрируются среднеюрские изверженные породы, обнажающиеся на южных склонах Крымского горного сооружения.

Северо-Крымский центр перекрыт осадочными породами мел-неогена. Его магматические образования выходят на поверхность только в отдельных участках, образуя небольшие массивы среди флишевых отложений верхнего триаса - нижней юры в бассейнах рек Салгир, Альма, Бодрак. Во всех центрах, кроме изверженных пород на поверхности, имеются, видимо, довольно многочисленные магматические тела на глубине, с которыми связаны локальные магнитные аномалии.

Палеовулканические центры контролируют площадное распространение вулcanoгенных и вулcanoгенно-осадочных пород средней юры. Они отличаются от межблоковых прогибов характером мощностей и фаций осадочных пород верхней юры и мела, их большей дислоцированностью, а также большей расчлененностью современного рельефа и более широким развитием оползневых явлений. С ними ассоциируются три группы эпицентров землетрясений в акватории Черного моря. Эти особенности палеовулканических центров

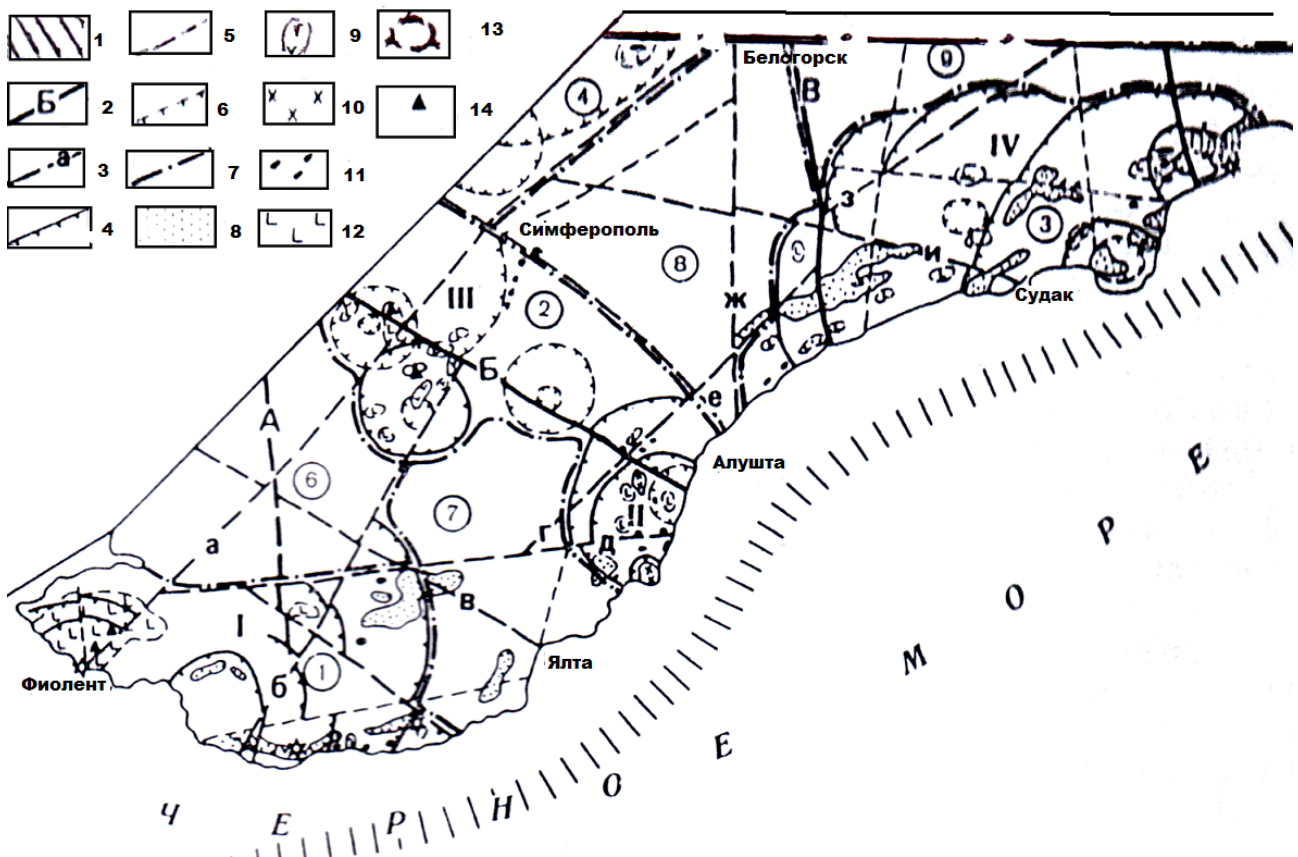


Рис.1. Положение палеовулканических центров в структуре Горного Крыма (Коваленко, Пасынков, 1986). 1 - Южнобережная сейсмогенная зона (по Шнюкову и др., 1983); 2 - разрывные нарушения, связанные с зонами сквозных глубинных разломов: А - Криворожско-Евпаторийского, Б - Салгирско-Октябрьского, В - Криворожско-Белозерского, Г - Орехово-Павлоградского; 3 - разрывные нарушения, ограниченные зонами коровых глубинных разломов: а - Симферопольского, б - Батилиманского, в - Молбайского, г - Демерджиюского, д - Бельбекского, е - Салгирского, ж - Тонасского, з - Индольского, и - Молбайского; 4 - дуговые разрывы вулканотектонических структур; 5 - прочие разрывы; 6 - морфоструктуры центрального типа (купольные формы рельефа над скрытыми магматическими телами, кольцевые формы рельефа невыясненного генезиса); 7 - границы структурных блоков; 8-14 - магматические породы верхнего триаса-средней юры, вулканогенно-осадочные образования, 9 - эффузивные породы, 10 - субвулканические абиссальные интрузивы, 11 - небольшие интрузивы (вне масштаба), 12 - скрытые магматические тела, 13 - палеовулканические постройки (центры), 14 - скважины, вскрывшие скрытые магматические тела. Цифры в кружках - структурные блоки: 1 - Западно-Крымский, 2 - Срединно-Крымский, 3 - Восточно-Крымский, 4 - Симферопольский, 5 - Новоцарицынский тектоно-магматические блоки (поднятия), 6 - Бельбек-Альминский, 7 - Южнобережно-Качинский, 8 - Тонас-Салгирский, 9 - Тонас-Байбуганский межблоковые прогибы; 10 - Индоло-Кубанский краевой прогиб; I-IV - палеовулканические центры: I - Западно-Крымский, II - Срединно-Крымский, III - Северо-Крымский, IV - Восточно-Крымский.

отражают унаследованный характер формирования современного Крымского горного сооружения.

Внутреннее строение центров определяется системами дуговых разрывов вулканотектонических структур, телескопированных или эксцентрически размещенных в пределах тектоно-магматических блоков, а также линейными разрывами разных порядков. С разрывами ассоциируются обширные зоны гематитизации, образовавшиеся в результате поствулканической гидротермальной деятельности и более поздних гидротермальных процессов в связи с тектонической активизацией в послесреднеюрское время.

На площади Восточно-Крымского центра находится самое крупное в Крыму Карадагское палеовулканическое сооружение.

На площади Западно-Крымского центра установлена Фиолентская палеовулканическая постройка, аналогичная Карадагскому вулкану,

характеризующаяся широким распространением пород жерловой и близких к жерловой фации с центральным каналом вулкана. Для находящегося в пределах этого же центра Леменского блока (Лебединский, 1962; Вулканические..., 1966) установлено распространение пород жерловой фации, что позволяет отнести эти блоки к фрагменту вулканических построек.

Средне-Крымский центр характеризуется распространением гипабиссальных интрузивных тел, которые, видимо, сформировались в вулканических камерах при становлении магматического очага этого центра.

Палеовулканические центры Горного Крыма, очевидно, являются частями вулканического пояса, сформировавшегося в верхнем триасе в виде островной вулканической дуги на границе литосферных плит в виде отдельных центров.

Своеобразием гидрогеологических условий Горного Крыма является преимущественное развитие

трещинных и трещинно-карстовых коллекторов и близость областей питания и разгрузки подземных вод. Отмечается совпадение площадей питания коллекторов с площадью распространения, что определяет режим наиболее крупных родников. Водопроницаемые породы подстилаются практически водоупорными отложениями таврической серии и средней юры. Это, при значительном вертикальном расчленении и относительно высоких абсолютных отметках кровли последних, обуславливает интенсивную дренированность основных водоносных горизонтов. Исключения составляют отдельные наиболее опущенные блоки, где водовмещающие породы перекрываются толщей водоупорных (глинистых) отложений. Различная степень закарстованности и трещиноватости карбонатных массивов Крымских яйл, наличие для каждого из них крупных карстовых родников, своеобразие режима подземных вод, расположение родников и наиболее водообильных скважин на участках, контролируемых тектоникой, - все это позволяет сделать вывод об избирательной обводненности пород, наличии отдельных зон движения подземных вод.

Аналогичные особенности гидрогеологических условий отмечаются и для остальных пород-коллекторов Горного Крыма. Но водообильность пород зависит от их литологического состава и водопроницаемости. Для существенно глинистых водоупорных отложений обводненность зон на один-два порядка ниже. В таких условиях возможно формирование минерализованных вод, что и наблюдалось при заверке результатов исследований буровыми и гидрогеологическими работами в зонах тектонических нарушений.

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 – очаги разгрузки установлена приуроченность основных крупных водопунктов к зонам разломов, разрывов и повышенной трещиноватости, а также к приразрывным складкам (Коваленко, Морозов, Пасынков, 1988). 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.

Классификация обводненных структур и зон произведена с учетом многих факторов, влияющих на гидрогеологические условия, как всего региона, так и

отдельных его блоков (районов) (Коваленко, Морозов, Пасынков, 1988). Это определило порядок структур и их роль в формировании гидрогеологических условий, а также водообильность источников субмаринной разгрузки, напрямую связанную с рангом разрывных нарушений и их обводненностью.

Обводненные структуры первого порядка. К ним 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.2). Выделенные структуры контролируют распределение мощностей и фаций пород разных структурных ярусов, зон смятия и дробления, фиксируются протяженными разрывными нарушениями и сопровождаются приразрывной складчатостью. 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 субмаринной разгрузки, а также родники с минеральными водами преимущественно в породах таврической серии.

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, среднесезонный дебит родника Карасу-Баши составляет 1450 л/с).

Кроме того, обводненными структурами первого порядка являются зоны глубинных межблоковых разломов, определяющих формирование многих главных структурных и геоморфологических особенностей Горного Крыма. 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 напорные воды. В эту же группу обводненных структур входят разрывные нарушения краевых частей вулcano-тектонических структур, определяющие положение многих опорных водопунктов с пресными и минеральными водами.

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.

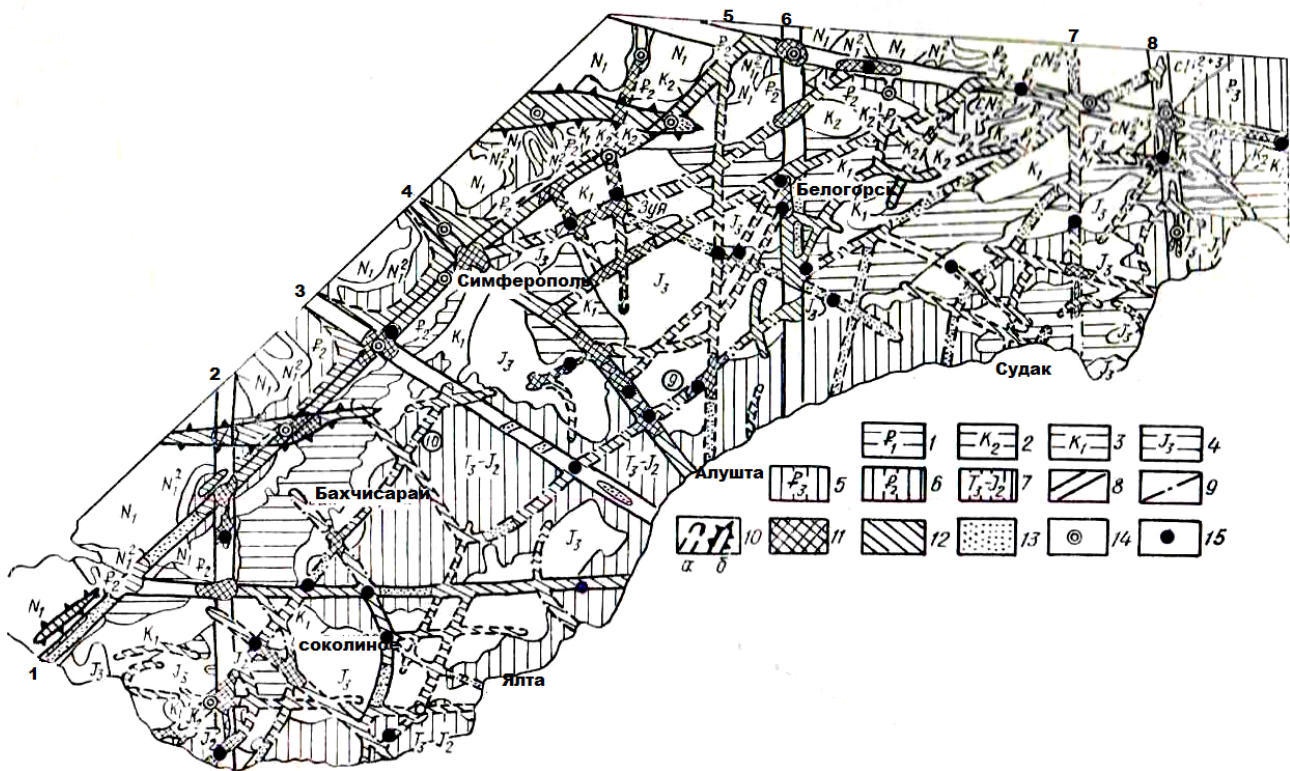


Рис. 2. Схема развития обводненных структур Горного Крыма (Коваленко, Морозов, Пасынков, 1988). Распространение водоносных горизонтов и комплексов в отложениях: cN_2^{2+3} - средне-верхнеплиоценовых (глины с прослоями песков и галечников), N_1 - верхнесарматских (известняки), N_1^2 - среднемиоценовых (известняки, песчаники, пески), P_2 - среднеэоценовых (известняки), K_2 - мел-палеоэоценовых (известняки), K_2 - верхнемеловых (мергели и мергелистые известняки), K_1 - нижнемеловых (песчаники, конгломераты, гравелиты, известняки), J_3 — верхнеюрских (известняки, конгломераты, песчаники); Распространение слабообводненных пород в отложениях: 1 - качинского яруса палеоэоцена (мергели), 2 — то же верхнего мела (мергели, глины), 3 - нижнемеловых (глины, мергели, флишеподобные толщи), 4 - оксфорда, титона и келловоя верхней юры (флишеподобные глинистые отложения, глины); водоупорных пород: 5 - глины майкопской свиты олигоэоцена, 6 - то же бодракского и альминского горизонтов верхнего эоэоцена, 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 водоупункты: (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. Структуры второго порядка: 3 — Альминская, 7 - Богатовская, 9 - Демерджинская, 10 - Батилиманская.

Протяженные сильно и слабо обводненные зоны, расположенные в обводненных структурах второго порядка, представляют собой своего рода дренажи 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. На площадях, ограниченных кольцевыми разрывами, расположены многочисленные родники; скважинами вскрыты минеральные воды разного состава. Последнее указывает на связь условий формирования таких вод с палеовулканическими процессами, определяет перспективность этих площадей Горного Крыма на минеральные воды.

Обводненные структуры третьего порядка.

К ним отнесены зоны нарушений различного ранга, а также приразломные антиклинальные складки, благоприятные для локализации подземных вод, определяющие гидрогеологические 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, 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.

Наиболее водообильными являются источники, приуроченные к закарстованным карбонатным толщам верхней юры, расположенные в зонах контактов обводненных зон с морскими водами от Балаклавы до Феодосии. При этом максимальная субмаринная разгрузка наблюдается на участке Балаклава – Симеиз, достигающая 700 тыс. м³/сутки (Лялько, Шнюков, 1980; Шнюков и др., 1983).

Этот участок приурочен к структуре Батилиманского межблокового разрыва, существенно влияющего на общие гидрогеологические условия юго-западной части Горного Крыма, характер и степень обводненности, распределение запасов подземных вод. На продолжении этой тектонической структуры в прилегающем участке шельфа Черного моря известен целый ряд субмаринных источников (рис.3).

На суше сама структура характеризуется выходами подземных вод в виде высокодебитных родников, расположенных на самых разных гипсометрических уровнях — от близкого к уровню моря до уровня горных перевалов.

Субмаринные источники мыса Айя и Батилимана расположены в подводных и надводных гротах отвесных гряд закарстованных верхнеюрских известняков, уходящих до глубины моря от 17 до 40 м. Гроты проникают вглубь скал до 20 м. Дебит источников в этих гротах различен и варьирует от 100 л/мин до 150-160 л/мин (Шнюков, Зиборов, 2004). В правом борту центрального грота просачивается пресная вода с дебитом более 100 л/мин. Вода хорошего качества,

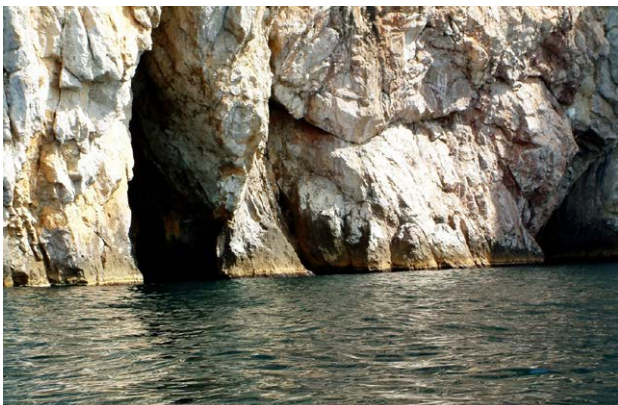


Рис. 3. Гроты мыса Айя с выходами источников субмаринных вод.

температура ее 12-14°С. На восток от центрального грота на глубинах 1-1,5 м выходы пресной воды с дебитом 150-160 л/мин и температурой около 14°С.

Дебит субмаринных источников у мыса Плекето составлял в 2007 г. 1915 м³/сутки (Иванов, Прусов, Юровский, 2008). По данным Ю.Г. Юровского (2013) межженный дебит источников за 6 лет наблюдений здесь составляет от 4,5 до 10 тыс. м³/сутки.

Е.Ф. Шнюков выделяет несколько типов субмаринных источников: карстовые, трещинно-жильные, источники подруслового стока, неустановленного генезиса и источники площадной разгрузки (рис. 4, 5, 6, 7; Шнюков, Зиборов, 2004).

Карстовые источники - это выходы подземных вод, заполняющих крупные пустоты в водорастворимых горных породах, чаще всего в карстующихся известняках Крымских ял.

Трещинно-жильные воды - подземные воды, залегающие и циркулирующие в отдельных открытых трещинах, зонах повышенной трещиноватости и тектонических нарушений, распространяющихся на большую глубину. Они проявляются в виде кратковременных высокодебитных притоков и прорывов воды, а во флишевых отложениях - в виде кратковременных и относительно малodeбитных притоков и прорывов часто минерализованных вод.

Три малodeбитных источника трещинно-жильных вод, приуроченных к системе обводненных трещин в интрузивных породах, обнаружены у горы Аю-Даг (Коротков, Павлов, Юровский, 1980). Известны они также в районах Кара-Дага и мыса Фиолент, где связаны с палеовулканическими постройками (рис. 6).

Широко разветвленная каньонная система континентального склона Черного моря нередко является подводным продолжением рек южного берега Крыма, дренирующая погруженные водоносные горизонты и заложена в зонах тектонических нарушений (рис. 7). Исследования верховьев некоторых каньонов, прилегающих к южному берегу Крыма показало присутствие субмаринной разгрузки трещинных и трещинно-карстовых вод в верховьях Балаклавского, Кастельского и Судакского каньонов, а также разгрузку в Ялтинском каньоне (Шнюков и др., 1989). Область субмаринной разгрузки подземных вод, связанных с обводненной зоной тектонического нарушения в отложениях таврической серии установлена в районе Фороса (Гидрогеология СССР, 1970).

Отобранные гидрохимические пробы вод в верховьях каньонов позволили установить, что соленость в придонных слоях вод в каньонах 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 (Шнюков и др., 1989).

Еще одним из проявлений подземного стока является подрусловый сток, движущийся в аллювиальном погребенном ложе палеорек. Сверху палеореки перекрыты иловыми наносами, и разгрузка подруслового стока на поверхность морского дна

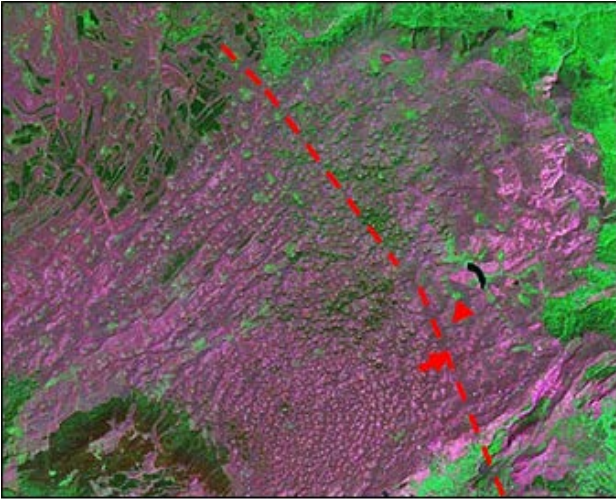


Рис. 4. Карстующийся массив известняков Караби-яйлы и обводненные зоны (красный пунктир), разгружающиеся на севере в источнике Карасу-Баши и на юге в прибрежном мелководье Черного моря. Космический снимок.

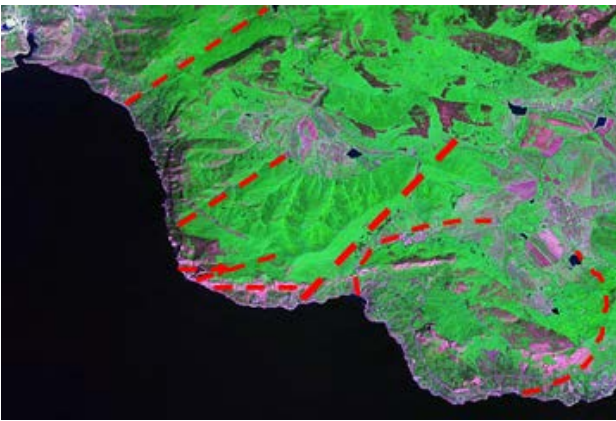


Рис. 5. Район мыса Айя и бухты Батилиман. Зоны трещиноватости и дуговых разрывов (красные пунктиры). Космический снимок.

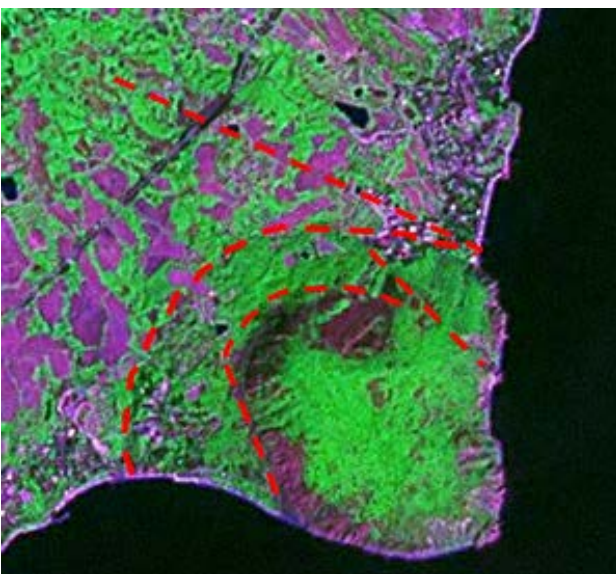


Рис. 6. Дуговые разрывы, окаймляющие Аю-Даг (красные пунктиры). Космический снимок.

происходит только в верховьях подводных каньонов. Рассчитанный водный баланс и подрусловый сток оценивается в 25-30% от речного. Для Крыма объем речного стока оценен в 3 км³/год, т.е. объем подруслового стока составит приблизительно 0,7-0,9 км³/год.

ВЫВОДЫ

Результаты проведенных исследований приводят к следующим выводам.

1. Установлено, что блоковое строение унаследовано в современном Крымском горном сооружении, где оно выражается в существовании трех тектоно-магматических блоков: Западно-Крымского, Средне-Крымского и Восточно-Крымского, а также разделяющих их межблоковых прогибов. Для них характерно наличие морфоструктур центрального типа. Эти морфоструктуры определяют положение, морфологию и ранги палеовулканических кольцевых структур, в пределах которых концентрируются почти все проявления интрузивного и эффузивного магматизма и эндогенной минерализации, геохимические аномалии ртути, проявления полиметаллов и гидротермальных измененных пород. Их положение определяется приуроченностью к зонам глубинных разломов, прослеживающихся с Украинского щита в пределы Горного Крыма, и связью с Южно-Крымским разломом по сейсмогенной зоне, ограничивающей малую Черноморскую плиту с севера.

2. Выделенные морфоструктуры центрального типа тяготеют к зоне Южно-Крымского глубинного разлома. Они представлены только своими северными секторами, ограниченными с юга береговой линией Черного моря, вдоль которой во всех центрах концентрируются среднеюрские изверженные породы, обнажающиеся на южных склонах Крымского горного сооружения.

3. Своеобразием гидрогеологических условий Горного Крыма является преимущественное развитие трещинных и трещинно-карстовых коллекторов, близость областей питания и разгрузки подземных вод. Отмечается совпадение площадей их питания с площадью распространения, что определяет режим наиболее крупных родников и источников субмаринной разгрузки.

4. При изучении системы область питания – очаги разгрузки установлена приуроченность основных крупных водопунктов к зонам разломов, разрывов и повышенной трещиноватости, а также к приразрывным складкам. Выделенные разнопорядковые тектонические элементы являются структурами, которые могут быть потенциально обводненными и благоприятными для локализации зон различной степени относительной обводненности. Выделенные зоны подразделены на сильно, слабо и незначительно обводненные, что на существующей стадии изученности территории достаточно для практических целей.

5. К обводненным структурам первого порядка отнесены наиболее протяженные и крупные структуры, существенно влияющие на гидрогеологические условия

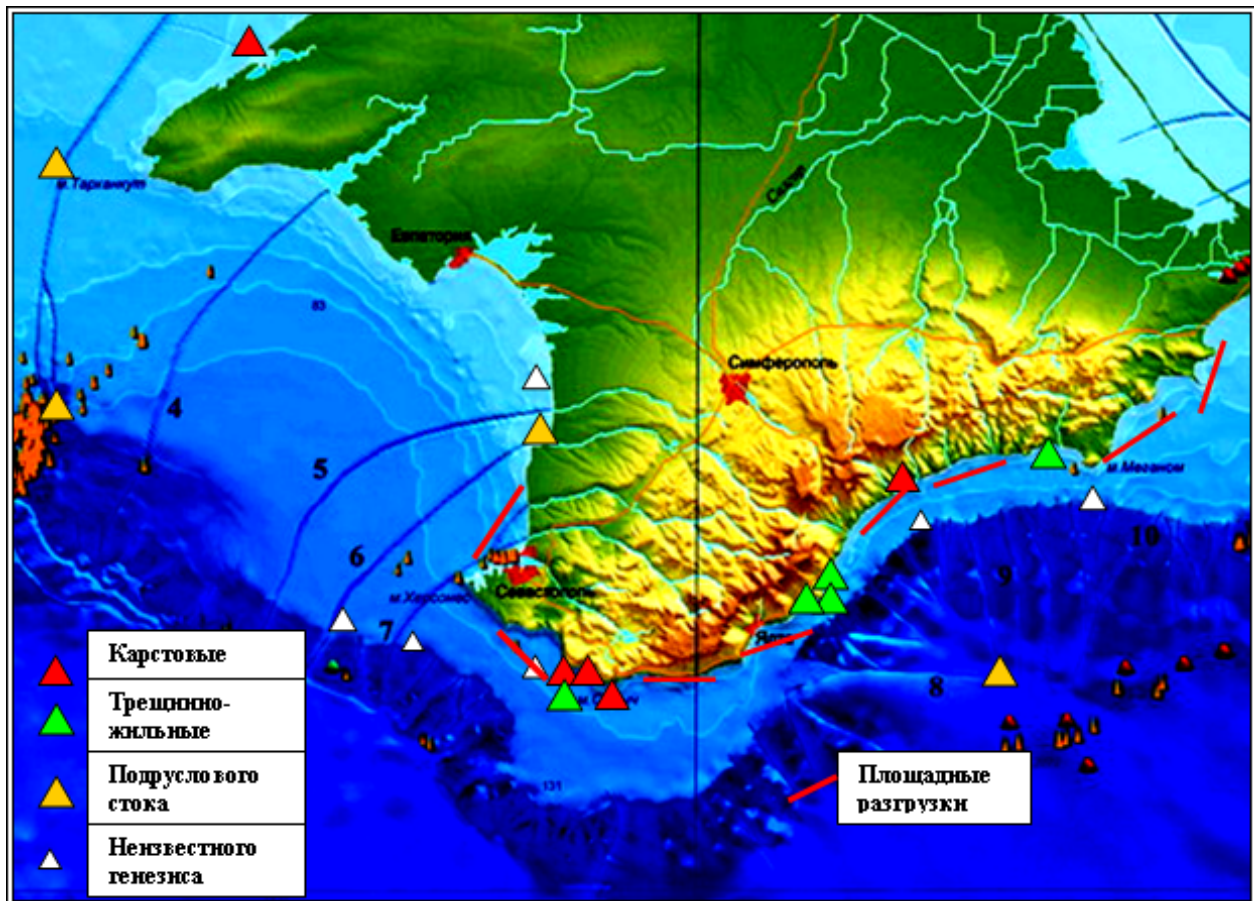


Рис. 7. Схематическая карта распространения выходов субмаринных источников в Черном море (по Шнюкову и др., 1989).

всего региона, – зоны сквозного перикратонного и коровых глубинных разломов, кольцевые разрывные нарушения краевых частей вулcano-тектонических структур.

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.

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.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что гидрогеологические условия Горного Крыма определяются главным образом тектоникой региона.

5. Учет обводненных зон позволяет наметить участки и площади перспективные для постановки поисково-оценочных работ на субмаринные воды. Наиболее водообильными являются источники, приуроченные к закарстованным карбонатным толщам верхней юры, расположенных в зонах контактов обводненных зон с морскими водами.

6. Выделяются несколько типов субмаринных источников: карстовые, трещинно-жильные, источники подруслового стока, неустановленного генезиса и источники площадной разгрузки.

ЛИТЕРАТУРА

- Вулканические и вулcano-плутонические формации. – Т.2. – М., 1966. – 296 с.
- Гидрогеология СССР. Том 8. Крым – М.: Недра, 1970. – 364 с.
- Иванов В.А., Прусов А.В., Юровский Ю.Г. Субмаринная разгрузка подземных вод у м. Ая (Крым) // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2008. – №1. – С.65-75.
- Коваленко А.П., Морозов В.И., Пасынков А.А. Обводненные зоны Горного Крыма // Геологический журнал. – 1988. – №2. – С. 65-69.
- Коваленко А.П., Пасынков А.А. Палеовулканические центры Горного Крыма // Доклады АН СССР. – 1986. – Т.291, №5. – С.1192-1195.
- Коротков А.И., Павлов А.Н., Юровский Ю.Г. Гидрогеология шельфовых областей. – Л.: Недра, 1980. – 219 с.
- Лебединский В.И. Вулканизм Горного Крыма. – М.: Наука, 1962. – 207 с.
- Лялько В.И., Шнюков Е.Ф. О субмаринной разгрузке подземных вод на шельфе Украинского Причерноморья // Геологический журнал. – 1980. – № 3. – С.48-54
- Ушаков Н.А., Ясаманов Н.А. Дрейф материков и климаты Земли. – М.: Наука, 1984. – 206 с.

Чекунов А.В. Структура и тектоника юга Европейской части СССР. - Киев: Наука, 1972. - 176 с.

Шнюков Е.Ф., Зиборов А.П. Минеральные богатства Черного моря. - К.: НАНУ, 2004. - 278 с.

Шнюков Е.Ф., Иноземцев Ю.И., Лялько В.И. и др. Геология шельфа УССР. Твердые полезные ископаемые. - К.: Наукова думка, 1983. - 200 с.

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. (препринт 89-24).

Юровский Ю.Г. Подземные воды шельфа. Задачи и методы изучения. - Симферополь: ДИАИПИ, 2013. - 260 с.

REFERENCES

Chekunov A.V. Struktura i tektonika yuga Evropeyskoy chasti SSSR. - Kiev: Nauka, 1972. - 176 s.

Gidrogeologiya SSSR. Tom 8. Krym - M.: Nedra, 1970. - 364 s.

Ivanov V.A., Prusov A.V., Yurovskiy Yu.G. Submarinnaya razgruzka podzemnyh vod u m. Ayya (Krym) // Geologiya i poleznyye iskopaemye Mirovogo okeana. - 2008. - 1. - S.65-75.

Korotkov A.I., Pavlov A.N., Yurovskiy Yu.G. Hidrogeologiya shel'fovyyh oblastey. - L.: Nedra, 1980. - 219 s.

Kovalenko A.P., Morozov V.I., Pasyнков A.A. Obvodnennyye zony Gornogo Kryma // Geologicheskij zhurnal. - 1988. - 2. - S. 65-69.

Kovalenko A.P., Pasyнков A.A. Paleovulkanicheskiye tsentry Gornogo Kryma // Doklady AN SSSR. - 1986. - T.291, 5. - S.1192-1195.

Lebedinskiy V.I. Vulkanizm Gornogo Kryma. - M.: Nauka, 1962. - 207 s.

Lyal'ko V.I., Shnyukov E.F. O submarinnoy razgruzke podzemnyh vod na shel'fe Ukrainskogo Prichernomor'ya // Geologicheskij zhurnal. - 1980. - 3. - S.48-54

Shnyukov E.F., Inozemtsev Yu.I., Lyal'ko V.I. i dr. Geologiya shel'fa USSR. Tverdyye poleznyye iskopaemye. - K.: Naukova dumka, 1983. - 200 s.

Shnyukov E.F., Kleshchenko S.A., Mitin L.I. i dr. Poiski submarinnyh istochnikov v kanonah materikovoy okrainy yuzhnogo berega Kryma. - K.: IGН АН USSR, 1989. - 39 s. (preprint 89-24).

Shnyukov E.F., Ziborov A.P. Mineral'nyye bogatstva Chernogo morya. - K.: NANU, 2004. - 278 s.

Ushakov N.A., Yasamanov N.A. Dreyf materikov i klimaty Zemli. - M.: Nauka, 1984. - 206 s.

Vulkanicheskiye i vulkano-plutonicheskiye formatsii. - T.2. - M., 1966. - 296 s.

Yurovskiy Yu.G. Podzemnyye vody shel'fa. Zadachi i metody izucheniya. - Simferopol': DIAIPI, 2013. - 260 s.