

УДК 556:552.31(571.651)

**ВЛИЯНИЕ ОСНОВАНИЯ ОХОТСКО-ЧУКОТСКОГО ВУЛКАНО-ПЛУТОНИЧЕСКОГО ПОЯСА НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ЗОНЫ АКТИВНОГО ВОДООБМЕНА**

***В. Е. Готов, Л. П. Глотова***

*Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н. А. Шило ДВО РАН,  
г. Магадан  
E-mail: geocol@neisri.ru*

На основе результатов построения и генетического расчленения гидрографов стока рек, дренирующих Охотско-Чукотский вулcano-плутонический пояс (ОЧВПП), показана связь величины ресурсов подземных вод зоны активного водообмена в вулканогенных покровах с геодинамическими особенностями основания ОЧВПП. Установлено, что образования с поровым и трещинными типами подземных вод в зоне активного водообмена при сплошной и прерывистой криолитозоне более водообильны, если основание представлено террейнами пассивных континентальных окраин или кратонами. Высказано предположение, что в данном случае при выветривании породы в зоне активного водообмена генерируют меньше глинистых частиц, чем аналогичные породы террейнов активных окраин. Природа этого различия не выявлена, но представляется важной при инженерно-геологических и геокриологических работах.

**Ключевые слова:** террейны, водные ресурсы, вулcano-плутонический пояс, криолитозона, Главный водораздел Земли.

**ВВЕДЕНИЕ**

Охотско-Чукотский вулcano-плутонический пояс (ОЧВПП) слагает северо-восточный фрагмент Главного водораздела Земли (ГВЗ), разделяющего Северо-Восток России на Циркумарктическую и Циркумтихоокеанскую мерзлотно-гидрогеологические области (МГГО).

В Циркумарктической МГГО среднегодовое количество осадков не превышает 500 мм, обычно составляя 250–350 мм/год; среднегодовая температура воздуха ниже  $-9,5^{\circ}\text{C}$ . В Циркумтихоокеанской МГГО по всей площади среднегодовое количество осадков больше 350 мм до 750 мм/год. Эти климатические различия сказываются на условиях формирования подземных вод, но до настоящего времени не привлекали внимания исследователей.

В последней четверти XX в. на территории ОЧВПП стали выполняться комплексные геолого-геохимические поисковые и геологоразведочные работы, завершившиеся открытием ряда крупных рудных золото-серебряных месторождений (Хаканджинское, Карамкенское, Джульетта, Кварцевое, Купол и т. д.). Общая высокая перспективность ОЧВПП на

открытие новых скоплений благородных металлов, полиметаллов, олова, молибдена, редких элементов, в том числе радиоактивных, делает актуальными гидрогеологические исследования не только на локальных участках, но и региональные. Результаты этих исследований используются прежде всего при решении вопросов водоснабжения горнорудных предприятий и населенных пунктов, для обоснования горно-геологических условий отработки рудных месторождений и способов аккумуляции отходов добычи, переработки руды и т. д. В теоретическом отношении выявление особенностей гидрогеологии вулканогенных покровов интересно тем, что эти покровы слагают постаккреционные структуры, наложенные на геодинамически разнообразные террейны. Ранее было установлено, что в горных районах криолитозоны водоносные свойства четвертичных отложений и коры выветривания связаны с геодинамической природой террейнов (Готов, Глотова, 2010, 2011а). Возможность такой связи в вулканогенных образованиях предварительно намечена (Готов, Глотова, 2011б). В более ранних обобщающих исследованиях Н. В. Болдовского (2004), В. В. Кулакова (1990), посвященных проблеме освоения водных ресурсов ОЧВПП, данный факт не освещен. Основное внимание уделено формированию и распространению различных типов подземных вод в

вулканогенных гидрогеологических структурах без учета геологических особенностей их основания.

Цель статьи – оценка роли геодинамически различных террейнов в основании ОЧВПП в формировании подземных вод зоны активного водообмена Циркумарктической и Циркумтихоокеанской МГГО.

Предмет и объект исследований – подземные воды зоны активного водообмена отрезка ОЧВПП восточнее Охотского массива как наиболее изученного в гидрологическом и гидрогеологическом отношении.

**Методы исследований** включают изучение и анализ авторских, а также опубликованных и рукописных работ специалистов бывшего Северо-Восточного территориального геологического управления (СВТГУ), построение, генетическое расчленение и анализ гидрографов стока рек с использованием опубликованных результатов наблюдений за расходами водотоков на постах Колымского межрегионального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (КУГМС).

В горных районах криолитозоны в третьей декаде августа в поясе гольцов прекращается таяние снега и льда, практически полностью стаивают наледи в речных долинах, поэтому при отсутствии дождей при малой заозеренности источником питания рек становятся воды зоны активного водообмена: сезонно-талого слоя (СТС), надмерзлотных и сквозных таликов, частично подмерзлотные. Следовательно, данные о речном стоке в периоды осенней и зимней межени характеризуют суммарные емкостные и фильтрационные свойства пород изучаемой зоны на водосборной площади.

Теоретическое обоснование используемого нами метода генетического расчленения гидрографа сто-

ка рек в осенне-зимнюю и зимнюю межень в криолитозоне приведено в ранних работах (Готов, 2005; Готов, Готова, 2010). На рис. 1 показаны гидрографы стока репрезентативных рек в разных МГГО в годы, наиболее близкие к средним многолетним показателям стока рек. Несмотря на различия в представленных гидрографах, на них отчетливо заметны четыре характерные даты.

Первая дата (Дозм) – начало осенне-зимней межени, когда реки питаются в основном подземными водами. На реках Циркумарктической МГГО она приходится на конец августа – начало сентября. На реках Циркумтихоокеанской МГГО – на последние числа сентября – начало октября. В это время основным источником питания реки являются подземные воды СТС.

Следующие две даты (Дкс), по А. И. Калабину (1960), относятся к критической стадии зимней межени, связанной с истощением и перемерзанием водоносного СТС. В этой стадии мы выделяем две фазы. В первую (Д'кс) – водоносные талики представляют собой непрерывные полосы, образующие единую с поверхностным потоком гидродинамическую систему. Обычно уже в конце октября в Циркумарктической и к концу октября – началу ноября в Циркумтихоокеанской МГГО уровень подземных вод в таликах падает на 3–4 м ниже, чем в Дозм – начале осенне-зимней межени. На участках сокращенной мощности рыхлых талых пород, обычно в верховьях рек, талики перемерзают, разобщаются на локально изолированные бассейны и не участвуют в питании рек.

Третья характерная дата (Д''кс) – начало второй фазы критической стадии, когда питание рек осуществляется водами глубоких горизонтов надмерзлот-

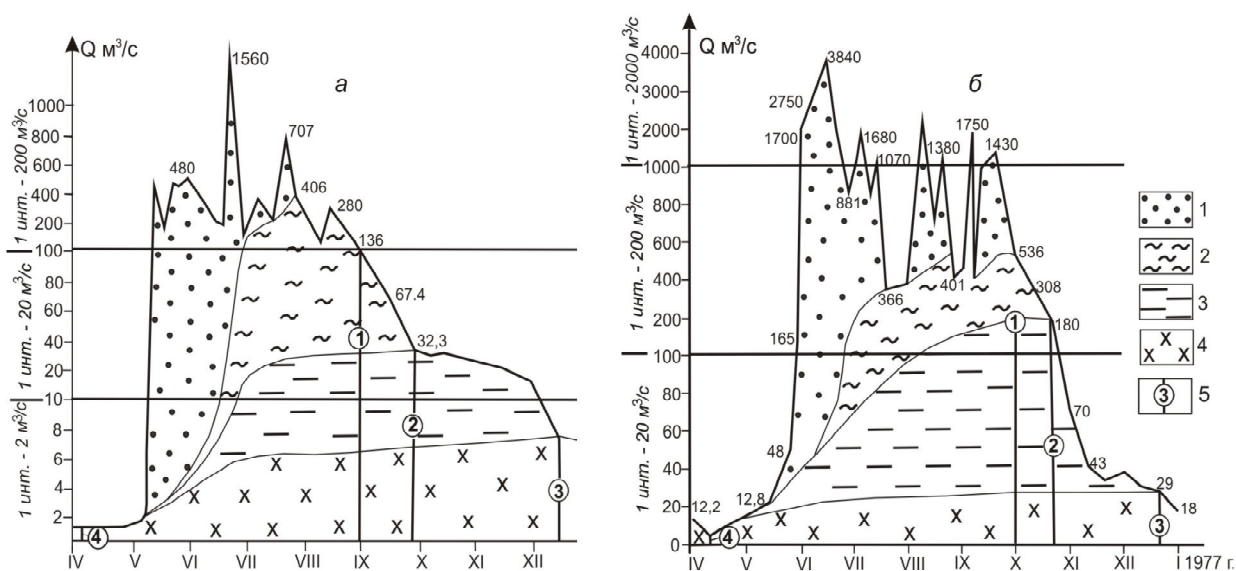


Рис. 1. Гидрографы стока: а – р. Олой, пост «Уточан»; б – р. Анадырь, пос. Новый Еропол ( $F = 47300 \text{ км}^2$ ). Виды питания рек: 1 – дожди, таяние снега, льда, наледей; 2 – воды СТС; 3 – воды маломощных (< 5 м) надмерзлотных таликов; 4 – воды мощных надмерзлотных сквозных таликов и подмерзлотные; 5 – линии характерных дат и номера по тексту

Fig. 1. Runoff hydrographs: а – Oloy River, Utochan Post; б – Anadyr River, New Eropol Post ( $F = 47300 \text{ км}^2$ ). Types of river alimination: 1 – rain, melting snow, ice, and icings; 2 – water of the seasonally thawed layer; 3 – waters (< 5 m) of shallow suprapermafrost taliks; 4 – waters of powerful suprapermafrost, through taliks and subpermafrost; 5 – lines of specific dates and numbers by the text

ных и сквозных таликов и за счет разгрузки подмерзлотных. В обеих МГГО эта дата приходится на вторую половину декабря.

Четвертая дата – время проявления минимального стока за зимнюю межень. Обычно она соответствует началу весеннего подъема уровня воды в реке.

В приведенные характерные даты модуль речного стока (л/с·км<sup>2</sup>) полностью соответствует модулю подземного – наиболее объективному показателю ресурсов подземных вод зоны активного водообмена дренируемых геологических структур. При определении этих модулей мы использовали гидрограф стока по результатам наблюдений того года, который был самым близким к средним многолетним расходам в осенне-зимние месяцы, приведенным в справочнике (Многолетние..., 1985).

**Геологические черты ОЧВП** отражают геодинамическую природу своего основания. По его строению в ОЧВП выделяют фланговые сегменты и центральную часть (Белый, 1998). Во фланговых, прилегающих к Охотскому кратону и поднятиям Берингийского субтеррейна, вулканогенные покровы развиты на континентальной коре, состоящей из докембрийских метаморфических пород. В центральной зоне по характеру вулканизма выделены внешняя и внутренняя зоны. Во внутренней преобладают вулканы основного и среднего состава, а во внешней развиты кислые игнимбриты с подчиненным содержанием базальтов и андезитов в разрезе вулканогенных толщ. Внешняя зона заложена на континентальной коре с дорифейским основанием (Омолонский кратон) и террейна – фрагмента позднепалеозойских – раннемезозойских турбидитовых бассейнов, островных дуг, зон субдукций, аккреционных призм Яно-Колымского и Олойско-Чукотского орогенных поясов. Внутренняя зона наложена на террейны – фрагменты позднепалеозойской активной окраины, позднепалеозойской – раннемезозойской островной дуги, коллаж террейнов активной окраины в составе Охотско-Корякского и Корякского орогенных поясов. В обеих зонах развиты гранитоидные интрузии, генетически единые с вулканогенными постройками.

Время формирования ОЧВП – средний аптсенон, но вулканические извержения происходили и в верхнем мелу, и в кайнозое. Общая мощность накопленных вулканогенных и вулканогенно-терригенных толщ обычно 2–3 км, в отдельных грабенах до 7,5 км.

**Ресурсы пресных подземных вод в гидрогеологических районах ОЧВП.** Развитые в вулканогенно-плутоническом поясе породы всех возрастов утратили первичную пористость и трещиноватость. Они водопроницаемы по трещинам в зоне региональной гипергенной трещиноватости и на локальных участках, приуроченных к тектоническим разломам и контактам вулкаников с гранитоидными интрузиями. Со скоплениями трещинных вод единую гидродинамическую систему образуют потоки поровых вод в рыхлых четвертичных отложениях СТС и в таликах надмерзлотных и сквозных. Характер и типы распространения подземных вод позволяют выделять в ОЧВП только один вид гидрогеологических структур – вулканогенные гидрогеологические массивы (ВГГМ) (Глотов, Глотова, 2008). Последние мы объединили в районы: Чаун-Чукотский, Омолон-Аньюский и Колымо-Охотский. Они расположены по обе стороны ГВЗ, относясь, соответственно, к Циркумарктической и Циркумтихоокеанской МГГО (рис. 2).

Чаун-Чукотский район ВГГМ охватывает водосборные площади верхних и средних течений рек, впадающих в Чаунскую губу Восточно-Сибирского моря, в Чукотское море в пределах Чукотского полуострова и рек Берингова моря.

В орографическом отношении район принадлежит Анадырскому на западе и Эвбекинотскому на востоке плоскогорьям. Средние высоты выположенных водоразделов от 600–800 до 1000 м. Над сглаженным низкогорьем возвышаются расчлененные горные массивы и хребты: Щучий, Тэнкэй, Амгуэмо-Куветский и другие с абсолютными отметками до 1843 м.

В геологическом отношении район в пределах Циркумарктической МГГО наложен на структуры Чукотского террейна – фрагмент пассивной континентальной окраины и на Берингийский субтеррейн, в ядре которого обнажены породы палеозоя и докембрия; в верховьях рр. Белая и Танюрер (Циркумтихоокеанский район) – на структуры активной океанической окраины Охотско-Корякского юрско-раннемелового коллажа террейнов (Бялбжеский и др., 2006а).

Криолитозона в районе сплошная. Мощность толщи многолетнемерзлых пород (ТММП) на склонах речных долин более 200 м, на водоразделах – до 400 м и более. Надмерзлотные талики в руслах водотоков развиты повсеместно. На переуглубленных участках речных долин, в местах накопления водонепроницаемых аллювиальных и ледниковых отложений существуют локальные сквозные талики площадью до 1–2 км<sup>2</sup>. Суммарную их площадь можно оценить в несколько сотен квадратных километров, т. е. примерно в десятые доли процента от общей площади района.

Изученность ресурсов пресных подземных вод мала, поэтому для исследования мы использовали данные всех гидрологических постов (табл. 1) по внешнему участку. По внутреннему – данных нет.

Олой-Аньюский район ВГГМ протягивается почти на 1800 км в северо-восточном направлении от верховьев р. Омолон до верховьев р. Малый Анюй. Площадь района около 450 тыс. км<sup>2</sup>. Рельеф представлен преимущественно сглаженным низкогорьем и лавовыми плоскогорьями Сунтаро-Куветского ряда лавовых нагорий. Над сглаженным рельефом выделяются среднегорные кряжи и массивы. Реки, дренирующие район, принадлежат бассейну стока морей Восточно-Сибирского (рр. Омолон, Олой, Большой и Малый Анюй и др.), Берингова (р. Анадырь с притоками Еропол, Белая и др.) и Охотского (р. Пенжина с притоком Оклан). По особенностям геологического строения и геодинамическим признакам в районе выделены три участка: Аньюский, Омолонский и Пенжино-Анадырский. Первые два сложены вулканогенными структурами внешней зоны ОЧВП, в географическом отноше-

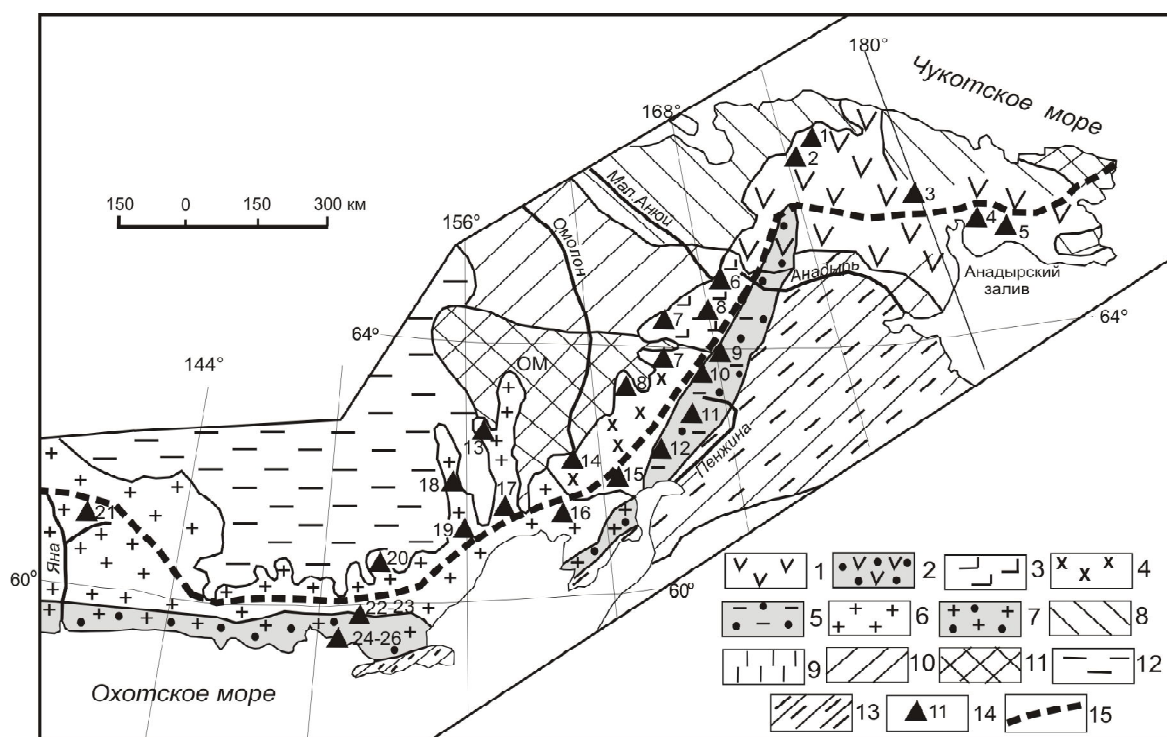


Рис. 2. Схема расположения районов ВГГМ Охотско-Чукотского пояса: 1, 2 – Чаун-Чукотский район (1, 2 – внешний и внутренний участки); 3–5 – Омолонно-Анойский район (3 – Анойский участок, 4 – Омолонский участок, 5 – внутренний Пенжинско-Анадырский участок); 6, 7 – Колымо-Охотский район (6 – внешний участок, 7 – внутренний участок); 8 – Чукотский террейн; 9 – Берингийский субтеррейн; 10 – коллаж террейнов активной окраины (Анойский); 11 – Омолонский кратон; 12 – Яно-Колымские террейны (фрагменты пассивной окраины); 13 – Кони-Тайгоносский террейн; 14 – гидрологический пост, его номер по тексту; 15 – Главный водораздел Земли

Fig. 2. Chart of the structures in the Okhotsk-Chukotka belt: 1, 2 – Chaun-Chukotka district (1 – outer sector, 2 – inner sector); 3–5 – Omolon-Anyuy district (3 – Anyuysky sector, 4 – Omolon sector, 5 – internal Penzhina-Anadyr sector); 6, 7 – Kolyma-Okhotsk district (6 – outer sector, 7 – inner sector); 8 – Chukotka terrain; 9 – Bering subterrain; 10 – active margin terrains collage (Anyuy); 11 – Omolon craton; 12 – Yana-Kolyma terrains (fragments of the passive margin); 13 – Koni-Taigonos terrain; 14 – hydrological station, its number in the text; 15 – Main Earth Watershed

нии принадлежащей Циркумарктической МГГО. Последний участок относится к внутренней зоне, которая почти полностью расположена на площади Циркумтихоокеанской МГГО.

Анойский участок представлен вулканогенными покровами, наложенными на террейны – фрагменты активной континентальной окраины, а Омолонский – на архейские и протерозойские гранитно-метаморфические комплексы одноименного кратона. Вулканидами Пенжино-Анадырского участка перекрыты террейны позднемеловой аккреционной призмы и островной дуги Охотско-Корякского орогенного пояса (Бялобжеский и др., 2006б).

Криолитозона по всему району сплошная с суммарной площадью таликов около 1%. Мощность ТММП в речных долинах у подножия горных склонов до 100 м, на речных склонах – до 150 м. При геологоразведочных работах установлено широкое распространение надмерзлотных таликов, в том числе и под руслами водотоков 2-го порядка (по Р. Хортону). Данные о ресурсах подземных вод по району приведены в табл. 2.

Колымо-Охотский район ВГГМ (площадь около 200 тыс. км<sup>2</sup>) занимает территорию побережья Охотского моря от верховьев р. Кава на за-

паде до р. Гижига на востоке. Рельеф района гористый, развиты лавовые низкогорья и плоскогорья, среднегорные хребты и горные массивы альпийно-типного типа. Вдоль морского побережья протягивается цепь межгорных впадин, которую можно назвать Кава-Гижигинской. Большая часть впадин открыта в море, а по площади они разнообразны – от нескольких десятков (Магаданская, Балахапчинская, Уптарская и др.) до 2,5–3 тыс. км<sup>2</sup> (Кавинская, Гижигинская, Ольская).

Реки, дренирующие рассматриваемый район, относятся к бассейну стока Восточно-Сибирского (правые притоки р. Колыма – Бохапча, Буюнда, Сугой и др.) и Охотского морей (рр. Гижига, Яма, Яна, Тауй и др.). ГВЗ проходит по площади внешней зоны ОЧВП. Внутренняя зона дренируется реками охотоморского бассейна в их нижних течениях.

Во внешних участках ВГГМ в основании находятся терригенные породы террейнов позднепалеозойской – раннемезозойской континентальной окраины (Куларо-Нерский, Вилигинский). Внутренний участок ВГГМ, развитый в пределах изучаемой территории, протягивается вдоль береговой полосы Тауйской губы и выходит за ее пределы до Ямской губы.

Таблица 1. Ресурсы пресных подземных вод Чаун-Чукотского района ВГГМ (по материалам КУГМС)

Table 1. Fresh groundwater resources of the Chaun-Chukotka VGGM district (based on KUGMS)

№ п/п	Водоток, пост; № по рисунку; S – площадь, км <sup>2</sup> ; годы наблюдений	Водные ресурсы – модуль подземного стока, л/с · км <sup>2</sup>			Сведения о минимальном зимнем модуле стока, л/с · км <sup>2</sup>
		Характерные даты			
		Дозм	Д' кф	Д'' кф	
<b>Циркумарктическая МГГО</b>					
1	р. Амгуэма, устье руч. Шумный; № 3; S-25700; 1944–1989	14,9	5,2	0,5	Нет стока
2	руч. Нижний Роморнинэт, устье; № 1; S-29; 1972–1988	26,2	Нет стока	Нет стока	То же
3	р. Паляваам, 0,8 км ниже устья р. Коовын; № 9; S-6810; 1971–1988	20,4	1,8	0,4	«
<b>Циркумтихоокеанская МГГО</b>					
4	р. НырвакиноТВЭЭМ; № 4; S-207; 1949–2012	37,8	1,3	Нет стока	Нет стока
5	руч. Изыскательский; 1,6 км выше устья; № 5; S-13,9; 1947–1995	53,5	Нет стока	То же	То же

Таблица 2. Ресурсы пресных подземных вод Олой-Анюйского района ВГГМ (по материалам КУГМС)

Table 2. Fresh groundwater resources of the Oloy-Anyui VGGM district (based on KUGMS)

№ п/п	Водоток, пост; № по рисунку; S – площадь, км <sup>2</sup> ; годы наблюдений	Водные ресурсы – модуль подземного стока, л/с · км <sup>2</sup>			Сведения о минимальном зимнем модуле стока, л/с · км <sup>2</sup>
		Характерные даты			
		Дозм	Д' кф	Д'' кф	
<b>Циркумарктическая МГГО</b>					
<i>Анюйский внешний участок ВГГМ</i>					
1	р. Олой, пос. Уточан; № 7; S-15700; 1975–1992	10,7	2,5	0,5	0,05
2	р. Начаку, устье; № 8; S-218; 1983–1988	7,8	2,4	Нет стока	Нет стока
3	р. Мал. Анюй, пос. Илirianей; № 6; S-8180; 1958–1998	7,1	0,96	0,11	То же
<i>Омолонский участок</i>					
5	р. Коркодон, гмс Кольцевая; № 13; S-7670; 1977–1988	14,1	6,29	0,15	Нет стока
6	р. Омолон, гмс Лабазная; № 14; S-3710; 1970–2012	13,4	7,03	1,88	То же
7	руч. Туфовый, гмс Кольцевая; № 15; S-151; 1976–1988	17,5	Нет стока	Нет стока	«
<b>Циркумтихоокеанская МГГО</b>					
<i>Пенжино-Анадырский внутренний участок ВГГМ</i>					
8	р. Анадырь, пос. Нов. Еропол; № 9; S-47300; 1958–1988	9,2	1,43	0,73	0,311
9	руч. Куйвееем, пос. Чуванское; № 10; S-523; 1967–1988	7,6	0,65	0,59	0,311
10	р. Пенжина, с. Каменское; № 11; S-71600; 1956–1975	7,2	1,8	0,47	0,311
11	р. Оклан, с. Оклан; № 12; S-12400; 1958–1975	10,3	2,24	1,65	0,311

Геокриологические особенности участка рассмотрены в работах С. М. Фогиева (1978), И. А. Зуева (1995). По данным этих работ и результатам собственных исследований в 1993 и 2010 г. мы показали, что участки имеют существенные геокриологические отличия (Глотов, Глотова, 2012). Во внутреннем ТММП имеет прерывистое распространение,

но на водоразделах породы заморожены до 100, реже 150 м, т. е. мощность ТММП равна или меньше глубины зоны гипергенной трещиноватости. Сквозные талики существуют под руслами всех водотоков; они есть и на горных склонах южной экспозиции, что определяет повсеместную обводненность зоны гипергенеза.

Во внешнем участке ТММП на значительной части площади имеет сплошное распространение. Породы на водоразделах проморожены до глубин 400–450 м. Сквозные талики встречены в днищах водотоков 3-го и больших порядков (по Р. Хорнтону). Непременным условием для образования сквозного талика является развитие аллювиальных гравийно-галечных отложений до глубины не менее 5 м, т. е. глубже максимально вероятной глубины сезонного промерзания. Боковые границы подрусловых сквозных таликов в Циркумтихоокеанской МГГО не субвертикальные, как в Циркумарктической, а с уклоном. В плане такие талики имеют трапециевидную форму. Геологические и геокриологические отличия отражаются на ресурсах подземных вод зоны активного водообмена в критическую стадию зимней межени (табл. 3).

В табл. 1, 2, 3 не учтены расходы пресной подземной воды на образование покрова льда и наледей на реках. Величины этих расходов для конкретного района или участка из-за недостаточной изученности определить сложно. Поэтому мы воспользуемся более ранними расчетами, сделанными О. Н. Толстихиным (1974). По данным ученого, на площади ОЧВПП за зимнюю межень на формирование наледей расходуется 285,4 м<sup>3</sup>/с, при площади их питания 327 тыс. км<sup>2</sup>. Следовательно, средний за холодный период года модуль стока подземных вод, аккумулируемых в наледях, составляет 0,87 л/с·км<sup>2</sup>.

В сходных с ОЧВПП орографических и климатических условиях в русле р. Колыма между створами от пос. Дусканья до пос. Усть-Среднекан на расстоянии около 411 км с октября по апрель в ледовом покрове консервируется объем воды, соответствующий модулю стока 0,73 л/с·км<sup>2</sup> (Готов и др., 2011). По данным режимных наблюдений, самый интенсивный рост наледей происходит в ноябре-декабре. Так, дебит наледобразующего источника в русле р. Анмангындин (бассейн р. Колыма) в начале ноября был 1 м<sup>3</sup>/с, в середине декабря – 0,58 м<sup>3</sup>/с, а в конце января – 0,29 м<sup>3</sup>/с. Сходная динамика образования постоянно функционирующих наледей выявлена в центральных районах Якутии (Толстихин, 1974). Ледовый покров на реках быстрее нарастает в первую половину зимы (до конца января).

Используя изложенные данные, можно заключить, что процесс консервации части подземных вод в ледовом покрове в начале холодного периода года до ноября мало влияет на ресурсы подземных вод. В ледовый покров может переходить примерно половина подземного стока во вторую фазу критической стадии (Д'' зм) и около 20% от минимального зимнего стока – в конце зимней межени (март-апрель). Следовательно, модуль подземного стока, формируемого за счет сезонно-водоносного слоя (Дозм), связан в основном с параметрами данного слоя – водопроницаемостью и уклоном грунтового потока. Эти факты мы учитывали при интерпретации результатов изучения стока в зимнюю межень.

Таблица 3. Ресурсы пресных подземных вод Колымо-Охотского района ВГГМ (по материалам КУГМС)  
Table 3. Fresh groundwater resources of the Kolyma-Okhotsk VGGM district (based on KUGMS)

№ п/п	Водоток, пост; № по рисунку; S – площадь, км <sup>2</sup> ; годы наблюдений	Водные ресурсы – модуль подземного стока, л/с · км <sup>2</sup>			Сведения о минимальном зимнем модуле стока, л/с · км <sup>2</sup>
		Характерные даты			
		Дозм	Д' кф	Д'' кф	
<b>Циркумарктическая МГГО. Внешний участок ВГГМ</b>					
1	р. Сугой, 3,2 км выше устья р. Омчикчан; № 17; S-5880; 1941–1988	17,3	2,23	1,11	0,14
2	р. Омчикчан, пос. Омсукчан; № 19; S-1150; 1983–1988	17,5	8,13	1,17	Нет стока
3	руч. Лев. Брекчия, пос. Дукаг; № 18; S-6,12; 1972–1980	14,8	Нет стока	Нет стока	То же
4	р. Буюнда, 3,8 км ниже устья р. Бургагы; № 20; S-9090; 1952–1998	15,4	1,8	1,49	0,12
<b>Циркумтихоокеанская МГГО. Внешний участок ВГГМ</b>					
1	р. Гижига, 20 км выше устья; № 16; S-11700; 1951–1992	16,4	3,9	2,7	0,7
2	р. Лев. Яна, пос. Яна; № 21; S-1170; 1971–1987	20,9	2,9	0,38	0,1
<b>Циркумтихоокеанская МГГО. Внутренний участок ВГГМ</b>					
1	р. Хасын, 79-й км трассы; № 22; S-682; 1941–1988	36,5	0,73	0,09	0,09
2	р. Уптар, пос. Уптар; № 23; S-265; 1940–1988	29,1	6,15	2,64	0,6
3	р. Дукча, устье; № 24; S-330; 1961–2012	33,3	12,9	2,3	0,8
4	р. Каменушка; № 25; S-58,5; 1961–2012	50,0	18,3	6,62	0,4
5	руч. Солнечный; № 26; S-3,57; 1971–1980	22,2	12,1	5,8	3,7

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Сопоставление приведенных расчетов отчетливо показывает, что ресурсы пресных подземных вод в СТС на площади Чаун-Чукотского района по обе стороны от ГВЗ близки к водным ресурсам СТС во внешнем участке Колымо-Охотского района. В первом модуль подземного стока (Дозм) 15–26 л/с·км<sup>2</sup>, во втором – 15–21 л/с·км<sup>2</sup> в Циркумарктической МГГО и 22–50 л/с·км<sup>2</sup> – в Циркумтихоокеанской. Вместе с тем климатические факторы формирования водных ресурсов в первом районе более жесткие, чем во втором (Клюкин, 1970). В пределах Чаун-Чукотского района ВГГМ господствует климат арктической пустыни и арктической тундры. В Колымо-Охотском в пределах Циркумарктической МГГО – климат тундры и лесотундры, а в Циркумтихоокеанской – муссонный климат области умеренного пояса с влажным дождливым летом и холодной продолжительной зимой. Объединяет эти участки внешней зоны ОЧВПП геологический фактор формирования подземных вод, а именно сходность геодинамической природы основания ВГГМ, которые представлены фрагментами террейнов пассивной континентальной окраины.

Климатические же отличия проявлены прежде всего в разной длительности периода существования СТС. В Чаун-Чукотском районе ВГГМ он почти на месяц короче, поэтому здесь значительно меньше таликов надмерзлотных и сквозных. Среди надмерзлотных преобладают маломощные, с протаиванием до 4,5–5 м. По этой причине довольно крупная по водосборной площади р. Амгуэма в начале первой фазы критической стадии зимней межени характеризуется таким же модулем стока, как и значительно меньшая по площади водосбора р. Омчикчан в Колымо-Охотском районе. Более южное положение последнего влияет на то, что в Циркумарктической МГГО модуль стока Колымо-Охотского района во вторую фазу критической стадии в 2–3 раза больше, чем в Чаун-Чукотском районе.

Роль геологического фактора в формировании водных ресурсов зоны активного водообмена хорошо просматривается в Олой-Аньюском районе ВГГМ. Из сравнения табличных данных видно, что модуль стока в СТС на площади вулканогенных ГГМ в Аньюском участке в 1,5–2 раза меньше, чем в Омолонском. Достаточно заметно, что и модули стока критической стадии зимней межени в первом районе меньше, чем во втором, хотя климатические факторы формирования подземных вод весьма сходны. Оба эти участка находятся на площади Циркумарктической МГГО в зоне климата тундры и лесотундры со средней годовой температурой воздуха от -13,2 до -13,6°С и годовым количеством осадков от 285 до 300 мм. Следовательно, большая водообильность ВГГМ Омолонского участка связана с тем, что основание их образует блоки Омолонского кратона. В Аньюском участке основания вулканогенных покровов представлены террейнами активной окраины.

С обсуждаемых позиций обратим внимание на Пенжино-Анадырский участок данного района

ВГГМ. Он находится в Циркумтихоокеанской МГГО, т. е. климатические факторы формирования подземных вод в зоне активного водообмена в нем благоприятнее, чем в Циркумарктической МГГО. Тем не менее модуль подземного стока в начале осенне-зимней межени в этом участке такой же, как и в Омолон-Аньюском на площади Циркумарктической области. Сходны модули стока и в начале первой фазы критической стадии зимней межени. Все это увязывается с тем, что основание ВГГМ в обоих участках по геодинамической природе соответствует террейнам активной окраины. Климатические же отличия отражаются только в модулях стока второй стадии критической фазы зимней межени и стока в конце зимней межени. В наибольшей мере они проявились в увеличении модулей стока в конце зимней межени на площади внутреннего участка Колымо-Охотского района ВГГМ.

Заметим, что в Колымо-Омолонском районе геологически однородные участки ОЧВПП, располагаясь по разные стороны ГВЗ, близки по величине модуля подземного стока в начале осенне-зимней межени (Дозм), но отличаются по этому показателю в критическую стадию зимней межени (Д'зм и Д''зм). Очень заметны эти отличия в конце зимней межени. Можно предположить, что гидрогеологические отличия, связанные с террейновой основой гидрогеологических структур, сильно снижены влияниями географических факторов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, обобщение материалов предшествующих исследований, построение и генетическое расчленение гидрографов осенне-зимнего и зимнего стока рек на площади ОЧВПП показали связь величины водных ресурсов зоны активного водообмена с геодинамической природой основания постагрегационных вулканогенных гидрогеологических массивов. Поскольку емкостные и фильтрационные показатели водовмещающих пород СТС, в надмерзлотных и сквозных таликах и в подмерзлотных горизонтах контролируются содержанием глинистых и пылеватых фракций в трещинах и открытых порах пород, в том числе и рыхлых, то можно уловить связь этих содержаний с геодинамической историей террейнов, подстилающих ВГГМ. Ранее эту связь мы показали для водосборных площадей, на которых обнажены терригенные породы. В настоящей статье приведены данные, что и водоносность вулканогенных пород в зоне активного водообмена связана с геодинамической историей блоков земной коры, в недрах которых сформировались и на которых затем накапливались вулканогенные и вулканогенно-осадочные горные породы. Эта информация, видимо, связана с тем, что при выветривании горных пород, слагающих террейны активных окраин, процессы образования глинистых частиц идут интенсивнее, чем при выветривании петрографически сходных пород, слагающих террейны пассивных континентальных окраин и кратоны. Данное заключение не распространяется на интрузивные массивы. Возможно, что магматические расплавы, сформировав-

шие интрузивные тела, образовались на глубинах, не затронутых литосферными движениями. Это предположение можно доказать с помощью методов петрофизики, минералогии и петрографии. Результаты их будут востребованы для решения проблем тектоники, геоэкологии, региональной гидрогеологии и инженерной геологии.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта ДВО РАН № 12-III-A-09-197.

#### ЛИТЕРАТУРА

Белый В. Ф. Крайно-континентальные тектономагматические пояса Тихоокеанского сегмента Земли. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 1998. – 58 с.

Болдовский Н. В. Гидрогеологические системы Восточно-Азиатского крайно-континентального вулканического пояса : автореф. дис. ... д-ра геол.-минер. наук. – Хабаровск, 2004. – 48 с.

Бялобжеский С. Г., Попеко Л. И., Голозубов В. В. и др. Охотско-Корякский орогенный пояс // Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России : в 2 кн. / под ред. А. И. Ханчука. – Владивосток : Дальнаука, 2006а. – Кн. 2. – С. 132–140.

Бялобжеский С. Г., Горячев Н. А., Шпикерман В. В. Яно-Колымский орогенный пояс. Охотско-Чукотский орогенный пояс // Там же. – 2006б. – Кн. 1. – С. 140–153.

Глотов В. Е., Глотова Л. П., Ушаков М. В. Аномальные изменения режима водного стока реки Колымы в зимнюю межень // Криосфера Земли. – 2011. – Т. 15, № 1. – С. 52–60.

Глотов В. Е., Глотова Л. П. Гидрогеология северной береговой зоны Охотского моря // Тихоокеанская геология. – 2008. – Т. 28, № 6. – С. 12–32.

Глотов В. Е. Гидрограф речного стока как инструмент геокриологического мониторинга на примере горных районов Северо-Востока РФ // Приоритетные направления в изучении криосферы Земли : тез. докл. междунар. конф. (Пушино, 25–28.05.2005 г.). – Пушино : ПНЦ РАН, 2005. – С. 30–31.

Глотов В. Е., Глотова Л. П. Закономерности распространения и формирования пресных подземных вод в Охотско-Чукотском поясе вулканогенных гидрогеологических массивов // Питательные подземные воды. Изучение, использование и информационные технологии : материалы междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 18–22 апр. 2011 г.). – М. : ВСЕГИНГЕО, 2011б. – Ч. 1. – С. 172–185.

Глотов В. Е., Глотова Л. П. Особенности питания рек подземными водами на арктическом склоне Чукотки: теоретические и практические аспекты // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2010. – № 1. – С. 89–95.

Глотов В. Е., Глотова Л. П. Роль подземных вод в формировании стока рек бассейна Приагаданского шельфа // Криосфера Земли. – 2012. – Т. 16, № 4. – С. 57–66.

Глотов В. Е., Глотова Л. П. Роль террейновой тектоники в формировании подземного стока зоны активного водообмена в долинах горных рек криолитозоны // Тихоокеанская геология. – 2011а. – Т. 30, № 5. – С. 93–105.

Зуев И. А. Геокриологические, геотермические и сейсмические особенности Приохотской рифтовой зоны в районе Тауйской губы // Колыма. – 1995. – № 9–10. – С. 8–15.

Калабин А. И. Вечная мерзлота и гидрогеология Северо-Востока СССР // Тр. ВНИИ-1. – 1960. – Т. 28. – 470 с.

Клюкин К. В. Климат // Север Дальнего Востока. – М. : Наука, 1970. – С. 101–132.

Кулаков В. В. Месторождения пресных подземных вод Приамурья. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1990. – 152 с.

Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. 1. РСФСР. Бассейны р. Колымы и рек Магаданской области. – Л. : Гидрометеиздат, 1985. – 430 с.

Молотухин О. Н. Наледи и подземные воды Северо-Востока СССР / отв. ред. С. М. Фотиев. – Новосибирск : Наука, СО, 1974. – 164 с.

Фотиев С. М. Гидрогеотермические особенности криогенной области СССР. – М. : Наука, 1978. – 236 с.

Поступила в редакцию 17.06.2013 г.

## INFLUENCE OF THE OKHOTSK-CHUKOTKA VOLCANIC-PLUTONIC BELT BASEMENT ON WATER RESOURCES OF THE ACTIVE WATER EXCHANGE ZONE

V. E. Glotov, L. P. Glotova

Basing on the results of the construction and genetic dissection of runoff hydrographs of rivers draining the Okhotsk-Chukotka volcanic-plutonic belt (OCHVPP), the connection of the groundwater resources value in the active water exchange zone in volcanogenic covers with geodynamic features of the OCHVPP foundation is demonstrated. The formation of porous and fractured types of groundwaters in the zone of the active water exchange in continuous and discontinuous permafrost are found more watery, if the foundation is represented by terrains of passive continental margins or by cratons. It is assumed that, in this case, the weathering rocks in the active water exchange zone generate fewer clay particles than similar rocks of active margin terrains. The nature of this difference has not been found yet appears important in engineering geology and permafrost studies.

**Key words:** terrains, water resources, volcanic-plutonic belt, cryolithozone, Main Earth Watershed.