ment of the Volga-Ural gas-oil province and its geological significance]. Moscow, Nedra, 1967, 174 p. (In Russian).

- Chebanenko I.I., Krayushkin V.A., Klochko V.P., Evdoshchuk N.I., Dovzhok T.E., Gladun V.V. Neft i gaz v dokembrii Dneprovsko-Donetskogo avlakogena [Precambrian oil and gas of the Dnieper-Donets Aulacogen]. Geologiya nefti i gaza – Geology of Oil and Gas, 2004, no. 2. pp. 27–36. (In Russian).
- 10. Masagutov R.Kh. Litologo-stratigraficheskaya kharakteristika i paleogeografiya pozdnego dokembriya Bashkirskogo Priuralya [Lithological and stratigraphic characteristics and paleogeography of the Late Precambrian in the Bashkir Urals]. Moskow, Nedra, 2002, 223 p. (In Russian).
- 11. Masagutov R.Kh., Ivanova T.V., Ivanov D.I. Naftidogenez i perspektivy neftegazonosnosti rifeyskikh otlozheniy platformennogo Bashkortostana [Naphtide genesis and petroleum prospects of Riphean deposits of platform Bashkortostan]. Ufa, Skif, 2014, 160 p. (In Russian).

- 12. Pospelov V.V. Kristallicheskiy fundament: geologo-geofizicheskie metody izucheniya kollektorskogo potenysiala i neftegazonosnosti [Crystalline basement: Geological and geophysical methods of studying the reservoir properties and oil potential]. Moscow, Izhevsk, Institut kompyuternykh issledovaniy, 2005, 260 p. (In Russian).
- Kremlev A.N., Erokhin G.N., Starikov L.E., Zverev M.A. Prognoz kollektorov treshchinno-kavernoznogo tipa po rasseyannym seysmicheskim volnam [Forecast of fractured-cavernous type reservoirs by scattered seismic waves]. Tekhnologii seysmorazvedki – Seismic Technologies, 2008, no. 3. pp. 36–39. (In Russian).
- Kuryanov Yu.A., Kuznetsov V.I., Koksharov V.Z., Smirnov V.Yu. Opyt ispolzovaniya polya rasseyannykh seysmicheskikh voln dlya prognoza zon neftegazonasyshchennosti. [Experience in using the scattered seismic wave field to predict areas of oil-and-gas saturation]. Tekhnologii seysmorazvedki – Seismic Technologies, 2008, no 1, pp. 60–69. (In Russian).

УДК 553.43

DOI: 10.24411/1728-5283-2019-10203

ВОЗНЕСЕНСКОЕ МЕДНО-ПОРФИРОВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ (ЮЖНЫЙ УРАЛ): СТРУКТУРНЫЙ КОНТРОЛЬ ОРУДЕНЕНИЯ И ГЕОХИМИЯ ИНТРУЗИВНЫХ ПОРОД

© С.Е. Знаменский,

доктор геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией, Институт геологии, Уфимский федеральный исследовательский центр РАН, ул. К. Маркса, 16/2, 450077, г. Уфа, Российская Федерация, эл. почта: Znamensky_Sergey@mail.ru

© Г.Т. Шафигуллина,

кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, Институт геологии, Уфимский федеральный исследовательский центр РАН, ул. К. Маркса, 16/2, 450077, г. Уфа, Российская Федерация, эл. почта: shafigullina_g@mail.ru

Выполнены структурные и геохимические исследования на Вознесенском медно-порфировом месторождении, расположенном в зоне Главного Уральского разлома на Южном Урале. Химический состав пород определялся с помощью силикатного анализа, рентгено-флуоресцентным методом на спектрометре VRA-30, а также методом масс-спектрометрии с индуктивносвязанной плазмой на квадрупольном масс-спектрометре ELAH 9000. Установлено, что медно-порфировая минерализация ассоциирует с дайками кварцевых диорит-порфиритов, гранодиорит-порфиров и плагиогранит-порфиров, локализованными внутри Вознесенского габбро-диорит-диоритового массива (D₁). Размещение рудоносных порфировых интрузий контролируется разрывами близмеридионального, северо-восточного и северозападного простирания, образующими правосдвиговую зону. Роговообманковые габбро-диориты, диориты и гранодиориты, слагающие Вознесенский массив, и гранитоиды рудоносной дайковой серии по петрохимическим и геохимическим характеристикам близки между собой, что позволяет рассматривать их в качестве генетически родственных образований, представляющих собой разные фазы становления Вознесенской интрузии. По соотношениям Na₂O+K₂O и SiO₂ они относятся к породам нормальной щелочности. На диаграмме (Na₂O+K₂O)–(FeO+Fe₂O₃)–MgO

© Н.М. Знаменская,

младший научный сотрудник, Институт геологии, Уфимский федеральный исследовательский центр РАН, ул. К. Маркса, 16/2, 450077, г. Уфа, Российская Федерация, эл. почта: ninaznam@mail.ru

© А.М. Косарев,

кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник, Институт геологии, Уфимский федеральный исследовательский центр РАН, ул. К. Маркса, 16/2, 450077, г. Уфа, Российская Федерация, эл. почта: amkosarev@mail.ru точки составов попадают в поле известково-щелочных серий. Все разновидности магматитов имеют значения коэффициента FeOtot/(FeOtot+MgO), характерные для магнезиальных гранитоидов. На диаграмме P₂O₅–SiO₂ точки их составов концентрируются вдоль тренда гранитоидов І-типа. Спектры распределения редких элементов в целом соответствуют надсубдукционным образованиям. Графики распределения редкоземельных элементов отличаются накоплением легких лантаноидов. На диаграмме Та–Yb, используемой для разделения гранитоидов по геодинамическим обстановкам формирования, точки составов интрузивных пород месторождения образуют компактный ореол, располагающийся в поле островодужных гранитоидов.

Ключевые слова: Южный Урал, медно-порфировое месторождение, дайка, сдвиговая зона, геохимия, редкие и редкоземельные элементы

© S.E. Znamensky, G.T. Shafigullina, N.M. Znamenskaya, A.M. Kosarev THE VOZNESENKA PORPHYRY COPPER DEPOSIT (SOUTH URALS): STRUCTURAL CONTROL OF MINERALIZATION AND GEOCHEMISTRY OF INTRUSIVE ROCKS

Institute of Geology, Ufa Federal Research Centre, Russian Academy of Sciences, 16/2, ulitsa Karla Marksa, 450077, Ufa, Russian Federation, e-mail: Znamensky_Sergey@mail.ru, shafigullina_g@mail.ru, ninaznam@mail.ru, amkosarev@mail.ru

Structural and geochemical studies were carried out at the Voznesenka porphyry copper deposit located in the zone of the Main Ural Fault in the South Urals. The chemical composition of rocks was determined using silicate analysis, the X-ray fluorescence method on a VRA-30 spectrometer and also the mass spectrometry method with inductively coupled plasma on a guadrupole mass spectrometer ELAH 9000. It has been found that porphyry copper mineralization is associated with dykes of guartz diorite-porphyrites, granodiorite-porphyries and plagiogranite-porphyries localized within the Voznesenka gabbro-diorite-diorite massif (D₄). The distribution of ore-bearing porphyritic intrusions is controlled by faults of near-meridian, northeastern and northwestern strike that form a right-strike slip fault zone. Hornblende gabbro-diorites, diorites and granodiorites composing the Voznesenka massif, and granitoids of the ore-bearing dyke series are close to each other according to petrochemical and geochemical characteristics, and this enables them to be considered as genetically related formations representing different phases of the Voznesenka intrusion. By the ratios of Na₂O+K₂O and SiO₂, they belong to the rocks of normal alkalinity. In the (Na,O+K,O)-(FeO+Fe,O,)-MgO diagram, the composition points fall into the field of the calc-alkaline series. All varieties of magmatites have the FeOtot/(FeOtot+MgO) values typical of magnesian granitoids. In the P₂O₅-SiO₂ diagram, their composition points are concentrated along the trend of I-type granitoids. The distribution spectra of rare-earth elements correspond in general to supersubduction formations. Distribution charts of rare-earth elements are distinguished by the accumulation of light lanthanides. In the Ta-Yb

diagram used to separate granitoids according to geodynamic conditions of the formation, the composition points of the intrusive rocks of the deposit form a compact halo located in the field of island arc granitoids.

Key words: South Urals, porphyry copper deposit, dyke, strike slip fault zone, geochemistry, rare and rareearth elements

Введение

Вознесенское месторождение расположено в зоне Главного Уральского разлома на Южном Урале в 35 км северо-восточнее г. Учалы Республики Башкортостан. Оно относится к эталонным медно-порфировым объектам, связанным с островодужными базальтоидными магматическими комплексами [1]. Изучением месторождения в процессе поисковых и разведочных работ в 1950-х и 1980-х годах занимались геологи Учалинского филиала ОАО «Башкиргеология». Тематические исследования в разные годы проводили В.Б. Шишаков [2], А.И. Грабежев и Е.А. Белгородский [3], А.М. Косарев [4]. По данным сотрудников ФГУП ЦНИГРИ, недавно выполнивших геолого-экономическую переоценку месторождения [5], его фланги являются перспективными на поиски медно-порфирового оруденения. Вместе с тем степень изученности месторождения остается недостаточной. Особенно это касается структурного и магматического контроля оруденения. Дискуссионным является также возраст месторождения.

Нами на месторождении выполнено детальное картирование поверхности с использованием аэрофотоснимков, задокументированы доступные для наблюдения горные выработки, проведены геохимические исследования. По результатам работ уточнена структура, изучены петролого-геохимические характеристики основных типов магматических пород и реконструированы геодинамические условия образования месторождения.

Аналитические исследования

Содержание петрогенных компонентов в породах определялось силикатным химическим анализом, а также рентгено-флуоресцентным методом на спектрометре VRA-30 в химической лаборатории ИГ УФИЦ РАН (г. Уфа). Определения редких элементов выпо лнены методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на квадрупольном масс-спектрометре ELAH 9000 в лаборатории физических и химических методов исследования ИГГ УрО РАН (г. Екатеринбург). Данные по главным и редким элементам в интрузивных породах месторождения приведены в таблице.

Структура месторождения

Вознесенское месторождение приурочено к северному окончанию одноименного массива близмеридионального простирания, залегающего в серпентинитовом меланже, содержащем блоки нижнедевонских известняков, базальтов, диабазов и кремней неизвестного возраста и пироксенитов (рис. 1а). Массив сложен роговообманковыми габбродиоритами и диоритами. В незначительных объемах присутствуют роговообманковые гранодиориты. По нашим наблюдениям, породы массива на многих участках имеют полосчатую текстуру, которая проявляется в обогащении одних полос плагиоклазом, других – роговой обманкой. Полосчатость, как правило, осложнена мелкими складками сложной морфологии. По определению абсолютного возраста циркона U-Pb методом массив имеет возраст 411±3 млн. лет [4].



..... ВЕСТНИК АКАДЕМИИ НАУК РБ/2019, том 31, № 2(94) ШШШШШШШШШ

28

По результатам картирования в пределах массива выявлена серия рудоносных даек и дайкообразных тел кварцевых диорит-порфиритов, гранодиорит-порфиров и плагиогранит-порфиров. Их размещение контролируется крутопадающими сколовыми нарушениями близмеридионального, северо-восточного и северо-западного простирания. Штокверковая сульфидно-кварцевая минерализация развита внутри даек и дайкообразных тел, а также в разломах, осложняющих их контакты.

Близмеридиональные разрывы концентрируются вблизи восточного контакта Вознесенского массива, образуя главную магмарудоконтролирующую разломную зону месторождения. В ее пределах локализованы наиболее крупные тела гранодиорит-порфиров и основное рудное тело. С запада зона оперяется рудоносными разрывами северовосточного и северо-западного направления. Судя по распределению мощности даек, магмаконтролирующие разрывы близмеридионального и северо-восточного простирания представляют собой правые, а северо-западного простирания – левые сдвиги (рис. 16-г). Изученный структурный парагенезис характерен для зон правого сдвига [6]. В этом парагенезисе близмеридиональные разрывы соответствуют У-сколам. Северо-восточные нарушения занимают положения R-сколов Риделя, а северо-западного – R'-сколов Риделя.

Следует отметить, что контроль месторождений порфирового семейства сдвиговыми дислокациями установлен во многих островодужных системах [7].

Петро-геохимическая характеристика пород

Роговообманковые габбро-диориты, диориты и гранодиориты Вознесенского массива характеризуются содержаниями SiO₂56–56,7, 58 и 70 мас. % соответственно, гранитоиды дайковой серии - 57-78 мас. % (таблица). Все типы пород имеют нормальную щелочность (рис. 2*a*). Исключение составляет кварцевый диорит-порфирит (проба ВЗ-1). Из-за повышенного содержания К₂О (3,5 мас. %) он попадает в поле субщелочных пород, что обусловлено околорудной серицитизацией диорита. На диаграмме AFM фигуративные точки пород располагаются в поле известково-шелочных составов (рис. 26). Согласно классификации Б.Р. Фроста с соавторами [8]. они относятся главным образом к магнезиальным разновидностям (рис. 2 в). На диаграмме Zr-10⁴Ga/A1 [9] точки составов всех типов пород попадают в поле гранитоидов Іи S-типов (рис. 3a), а на диаграмме P_2O_5 -SiO₂ [10] следуют тренду, характерному для гранитоидов І-типа (рис. 3б).

Поскольку породы месторождения затронуты метасоматическими изменениями, при построении спайдерграмм были использованы редкие и редкоземельные элементы, малоподвижные при вторичных процессах [11]. Тренды распределения редких элементов в габбро-диоритах Вознесенского массива характеризуются наличием отрицательных аномалий Nb, Zr и Ti (рис. 4a), что отличает надсубдукционные образования. Спектры распределения редких элементов в диоритах и гранодиоритах Вознесенского массива и дайковой серии близки между собой. На них отчетливо проявлены отрицательные аномалии Nb и знакопеременные аномалии Zr и Ті (рис. 4б, в). Тренды распределения редких элементов в плагиогранит-порфирах имеют отрицательные аномалии Nb и преимущественно положительные аномалии Zr и Ti (рис. 4г). Все разновидности пород месторождения характеризуются сходными графиками распределения РЗЭ, отличающимися накоплением легких лантаноидов (рис. 4д–3).

На диаграмме Дж. Пирса с соавторами Та-Үb [12], используемой для разделения гранитоидов по геодинамическим обстановкам формирования, точки составов интрузивных пород месторождения образуют компактный ореол, располагающийся в поле островодужных гранитоидов (рис. 5).

	FI/ 5/1	FIC 7 12	[[
№п/п	<u>БК-5/1</u>	bK-/-12	22-16/1	22-16/2	23-16/1	B-18/1	24-16/3	B-18/5
SiO ₂	56,00	56,00	56,72	56,00	56,50	58,00	58,00	70,00
TiO ₂	0,30	0,28	0,43	0,44	0,31	0,40	0,47	0,29
Al ₂ O ₃	17,00	16,30	15,44	17,22	15,17	15,50	14,70	13,00
Fe ₂ O ₃	3,75	1,63	3,36	2,80	2,42	5,80	5,23	1,40
FeO	5,00	5,25	5,00	4,46	4,67	3,44	4,30	2,84
MnO	0,17	0,16	0,18	0,12	0,11	0,08	0,19	0,06
CaO	5,60	8,52	5,49	3,60	4,80	4,26	5,00	3,26
MgO	5,20	6,00	2,20	5,68	7,08	5,0	5,68	3,00
Na ₂ O	1,60	2,00	2,70	2,70	1,27	3,36	1,40	3,70
K ₂ O	1,45	1,88	2,49	1,99	2,00	0,6	1,79	1,00
P ₂ O ₅	0,14	0,10	0,15	0,13	0,13	0,11	0,10	0,22
ппп	3,58	2,18	_	_	_	3,84	_	1,74
Σ	99,80	100,30	_	_	_	100,3	_	100,51
Со	21,55	17,32	11,23	8,18	10,82	16,99	13,15	9,04
Ni	16,93	15,84	9,58	9,32	7,70	11,55	11,27	6,68
Cu	49,7	65,79	104,9	23,33	70,72	1809,6	17,75	4566,12
Zn	54,64	41,23	46,38	32,32	30,65	32,06	70,034	26,43
Ga	14,04	-	8,11	7,20	8,09	12,02	8,35	10,41
Rb	29,66	19,02	29,14	19,27	30,61	29,95	23,70	8,24
Sr	405,23	270,1	181,54	243,67	211,3	315,44	169,70	106,23
Y	8,32	6,56	5,64	3,84	5,68	8,04	5,96	7,05
Zr	23,79	22,07	34,32	36,72	18,30	21,2	26,59	14,14
Nb	1,21	1,33	1,46	1,30	1,11	1,23	1,08	0,88
Cs	1,28	0,56	1,83	1,74	2,03	1,96	0,681	0,39
Ba	479,58	349,9	455,33	564,10	524,93	269,24	216,35	141,95
La	7,46	7,23	7,99	7,97	8,076	4,65	7,492	2,51
Ce	15,39	14,86	16,56	14,80	16,08	9,41	15,545	5,37
Pr	1,99	1,87	2,14	1,74	2,04	1,29	1,991	0,76
Nd	8,27	7,86	8,88	6,59	8,76	5,56	8,192	3,42
Sm	1,78	1,66	1,81	1,30	1,91	1,29	1,786	0,91
Eu	0,49	0,5	0,54	0,47	0,62	0,39	0,548	0,37
Gd	1,37	1,59	1,60	1,13	1,74	1,14	1,648	1,01
Tb	0,20	0,24	0,23	0,16	0,24	0,16	0,230	0,16
Dy	1,29	1,61	1,42	0,96	1,56	1,09	1,439	1,14
Но	0,28	0,35	0,31	0,21	0,34	0,25	0,325	0,24
Er	0,88	1,11	0,99	0,65	1,05	0,74	0,985	0,74
Tm	0,13	0,17	0,15	0,10	0,16	0,11	0,150	0,11
Yb	0,89	1,17	1,09	0,72	1,14	0,79	1,091	0,83
Lu	0,14	0,19	0,18	0,12	0,17	0,12	0,173	0,13
Hf	0,70	1,03	1,178	1,11	0,71	0,57	0,904	0,42
Та	0,05	-	0,13	0,09	0,08	0,05	0,082	0,05
Pb	2,32	2,37	5,24	4,78	4,06	0,80	3,477	1,01
Th	1,42	2,07	3,57	2,41	1,99	1,58	3,203	0,59
U	0,37	0,79	1,68	0,69	0,96	0,40	1,392	0,27

ТАБЛИЦА – Содержание петрогенных (мас.%) и редких (г/т) элементов в интрузивных породах Вознесенского месторождения

. <u>N</u> оп/п	B3-1	B-18/10	B3-2	B-18/2	B-18/4	B-18/6	B-18/7-1
SiO	57.00	70.00	70.00	78.00	78.0	78.00	78.00
TiO	0.54	0.57	0.10	0.29	0.26	0.29	0.29
Al O	18.00	15 50	14 00	11.0	11.00	11.00	11 00
Fe.O.	2.82	1.13	1.30	1.00	1.00	0.80	0.90
FeO	3 98	2.87	1.07	1 30	1 30	1.07	1 07
MnO	0.10	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
CaO	3 55	1 40	2 40	1 70	1 40	1 20	0.85
MgO	3 20	2 00	2 40	0.60	0.80	1 20	1 20
Na.O	3 70	3 30	5 00	3 00	3 50	3 75	3 75
K.O	3.50	1.20	1.00	1.00	0.60	1.80	1.00
P.O.	0.12	0.13	0.01	0.16	0.11	0.06	0.08
	3.44	1.68	2.62	2.66	2.30	1.14	1.96
Σ	99.95	99.8	99.92	100.73	100.29	100.33	100.21
Co	11.78	6.084	5.68	2.99	2.32	4.37	2.75
Ni	6,51	5,19	13,910	7,14	5,09	3,64	4,30
Cu	585.35	812,9	334,77	231,48	834,78	621,17	402,58
Zn	73,12	22,19	23,69	9,91	7,87	11,03	11,04
Ga	15,09	8,64	8,98	6,22	6,76	7,55	7,19
Rb	25,89	17,14	8,22	10,48	6,67	17,53	7,98
Sr	219,8	134,47	234,29	189,05	125,65	149,15	60,89
Y	8,89	4,06	4,26	1,07	3,89	2,35	1,48
Zr	30,37	32,4	41,08	29,33	38,24	42,18	33,72
Nb	1,75	1,48	1,96	1,25	1,66	1,06	0,93
Cs	1,23	0,84	0,54	0,78	0,39	0,77	0,27
Ba	239,05	155,66	131,30	179,65	62,40	214,99	127,52
La	2,42	3,53	4,43	2,60	6,06	2,97	3,21
Ce	5,29	6,13	7,36	4,23	11,22	5,74	6,07
Pr	0,78	0,75	0,97	0,52	1,29	0,69	0,76
Nd	3,69	2,79	3,41	1,85	4,62	2,52	2,70
Sm	1,04	0,58	0,64	0,28	0,79	0,46	0,46
Eu	0,32	0,17	0,18	0,11	0,19	0,12	0,11
Gd	1,17	0,56	0,53	0,20	0,59	0,36	0,31
Tb	0,20	0,082	0,08	0,02	0,07	0,05	0,03
Dy	1,35	0,600	0,56	0,16	0,51	0,37	0,25
Но	0,30	0,13	0,12	0,03	0,11	0,08	0,05
Er	0,95	0,42	0,43	0,11	0,36	0,29	0,17
Tm	0,14	0,07	0,07	0,02	0,05	0,04	0,03
Yb	0,93	0,50	0,53	0,16	0,46	0,37	0,24
Lu	0,14	0,08	0,09	0,03	0,08	0,06	0,04
Hf	0,84	0,93	1,25	0,74	1,07	1,17	1,02
Та	0,07	0,10	0,18	0,08	0,16	0,10	0,13
Pb	3,25	1,35	1,39	0,84	0,65	0,43	0,99
Th	0,85	2,74	2,99	3,21	5,05	2,75	2,27
U	0,61	0,57	1,01	0,44	0,75	0,47	0,79

ТАБЛИЦА–	(окончание)
----------	-------------

Примечание – прочерк – не определялось. Вознесенский массив: БК-5/1, БК-7-12, 22-16/1, 23-16/1 – габбро-диориты; В-18/1, 24-16/3 – диориты; В-18/5 – гранодиорит. Дайковая серия: ВЗ-1 – кварцевый диорит-порфирит; В-18/10, ВЗ-2 – гранодиорит-порфиры; В-18/2, В-18/4, В-18/6, В-18/7-1 – плагиогранит-порфиры



SiO2,% 80

рузий контролируется вторичными разрывами близмеридиональной правосдвиговой зоны, образовавшейся внутри Вознесенского массива. Роговообманковые габбро-диорит,

32

Рис. 3. Диаграммы Zr-10⁴Ga/Al (a) и P₂O₅-SiO₂ (б) для интрузивных пород Примечание – Условные обозначения см. на рис. 2







Рис. 4. Тренды распределения редких и редкоземельных элементов в габбро-диоритах (*a*, *d*), диоритах (*b*, *e*), гранодиоритах (*b*, *w*) и плагиогранитах (*c*, *s*)



Рис. 5. Диаграмма Та–Yb для интрузивных пород Примечание – Условные обозначения см. на рис. 2

диориты и гранодиориты, слагающие Вознесенский массив, и гранитоды рудоносной дайковой серии по петрохимическим и геохимическим характеристикам близки между собой и являются комагматичными образованиями. Они представляют собой островодужные известково-щелочные магнезиальные магматиты нормальной щелочности, относящиеся к гранитоидам І-типа.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Кривцов А.И. Геологические основы прогнозирования и поисков медно-порфировых месторождений. М.: Недра, 1983. 256 с.
- 2. Шишаков В.Б., Сергеева Н.Е., Сурин С.В. Вознесенское медно-порфировое месторождение на Южном Урале // Геология рудных месторождений. 1988. № 2. С. 85–90.
- Грабежев А.И., Белгородский Е.А. Продуктивные гранитоиды и метасоматиты меднопорфировых месторождений. Екатеринбург: Наука, Урал. Отделение, 1992. 199 с.
- Новые данные о возрасте и геодинамической позиции медно-порфировых проявлений зоны Главного Уральского разлома на Южном Урале / Косарев А.М., Пучков В.Н., Ронкин Ю.Л., Серавкин И.Б., Холоднов В.В., Грабежев А.И // Доклады Академии наук. 2014. Т. 459. № 1. С. 62–66.
- Рудные районы с медно-порфировым оруденением перспективная минерально-сырьевая база меди Южного Урала / Андреев А.В., Гирфанов М.М., Куликов Д.А., Мигачев И.Ф., Минина О.В., Авилова О.В., Красносельских А.А., Старостин И.А., Черемисин А.А. // Отечественная геология. 2018. № 4. С. 3–17.

- 6. Sylvester G. Strike-slip faults. Geological Society of America Bulletin, 1988. V. 1000. № 11. P. 1666–1703.
- 7. Corbett G.J., Leach T.M. Southwest Pacific rim gold-copper systems: Structure, alteration and mineralization. Special Publications of the Society of Economic Geologists, 1998. No. 6/214 p.
- Frost B.R., Barnes C.G., Collins W.J., Arculus R.J., Ellis D.J., Frost C.D. A geochemical classification for granitic rocks // J. Petrology. 2001. V. 42. P. 2033–2048.
- Whalen J.B., Currie K.L., Chappell B.W. Atype granites: Geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis // Contrib. Miner. Petrol. 1987. V. 95. P. 407–419.
- Chappell B.W., White A.J.R. I- and S-type granites in the Lachlan Fold Belt // Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences. 1992. V. 83. P. 1–26.
- 11. Pearce J.A. Immobile element fingerpriting of ophiolites // Elements. 2014. V. 10. P. 101–108.
- Pearce J.A., Harris N.B.W., Tindle A.G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks // J. Petrology. 1984. V. 25. P. 956–983.

REFERENCES

- Krivtsov A.I. Geologicheskie osnovy prognozirovaniya i poiskov medno-porfirovykh mestorozhdeniy [Geological principles of forecasting and prospecting porphyry copper deposits]. Moscow, Nedra, 1983. 256 p. (In Russian).
- 2. Shishakov V.B., Sergeeva N.E., Surin S.V. Voznesenskoe medno-porfirovoe mestorozhdenie na Yuzhnom Urale. Geologiya rudnykh mestorozh-

deniy [The Voznesenskoe porphyry copper deposit in the South Urals]. Geologiya rudnykh mestorozhdeniy – Geology of Ore Deposits, 1988, no 2, pp. 85–90. (In Russian).

3. Grabezhev A.I., Belgorodsky E.A. Produktivnye granitoidy i metasomatity medno-porfirovykh mestorozhdeniy [Productive granites and metasomatites of porphyry copper deposits]. Ekaterinburg, Nauka, Uralskoe Otdelenie, 1992, 199 p. (In Russian).

34

- 4. Kosarev A.M., Puchkov V.N., Ronkin Yu.L., Seravkin I.B., Kholodnov V.V., Grabezhev A.I. Novye dannye o vozraste i geodinamicheskoy pozitsii medno-porfirovykh proyavleniy zony Glavnogo Uralskogo razloma na Yuzhnom Urale [New data on the age and geodynamic position of copper porphyry mineralization in the Main Uralian fault zone (South Urals)]. Doklady Earth Sciences, 2014, vol. 459, no. 1, pp. 1317–1321. (In Russian).
- Andreev A.V., Girfanov M.M., Kulikov D.A., Migachev I.F., Minina O.V., Avilova O.V., Krasnoselskikh A.A., Starostin I.A., Cheremisin A.A. Rudnye rayony s medno-porfirovym orudeneniem – perspektivnaya mineralno-syryevaya baza medi Yuzhnogo Urala [Ore fields with porphyry copper mineralization as a promising mineral base in the South Urals]. Otechestvennaya geologiya – Russian Geology, 2018, no. 4, pp. 3–17. (In Russian).
- 6. Sylvester G. Strike-slip faults. Geological Society of America Bulletin, 1988, vol. 1000, no. 11, pp. 1666–1703.

- 7. Corbett G.J., Leach T.M. Southwest Pacific rim gold-copper systems: Structure, alteration and mineralization. Special Publications of the Society of Economic Geologists, 1998, no. 6. 214 p.
- Frost B.R., Barnes C.G., Collins W.J., Arculus R.J., Ellis D.J., Frost C.D. A geochemical classification for granitic rocks. J. Petrology, 2001, vol. 42, pp. 2033–2048.
- Whalen J.B., Currie K.L., Chappell B.W. A-type granites: Geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. Contrib. Miner. Petrol., 1987, vol. 95, pp. 407–419.
- Chappell B.W., White A.J.R. I- and S-type granites in the Lachlan Fold Belt. Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences, 1992, vol. 83, pp. 1–26.
- 11. Pearce J.A. Immobile element fingerpriting of ophiolites. Elements, 2014, vol. 10, pp. 101–108.
- Pearce J.A., Harris N.B.W., Tindle A.G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. J. Petrology, 1984, vol. 25, pp. 956–983.

Полевые работы проведены в рамках программы государственного заказа №0246-2019-0078. Геохимические исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ и АН РБ (грант №№ 17-45-020717).

УДК 550.4+628.11+628.19

DOI: 10.24411/1728-5283-2019-10204

ВЛИЯНИЕ СБРОСОВ СТОЧНЫХ ВОД НА КАЧЕСТВО ВОДЫ РЕК РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

© Н.С. Минигазимов,

доктор технических наук, профессор, Башкирский государственный аграрный университет, ул. 50-летия Октября, 34, 450001, г. Уфа, Российская Федерация, эл. почта: Nail.Minigazimov@mail.ru

© Б.Н. Батанов,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Башкирский государственный аграрный университет, ул. 50-летия Октября, 34, 450001, г.Уфа, Российская Федерация, эл. почта: bnbatanoff@gmail.com Загрязнение поверхностных водных объектов происходит по следующим причинам: организованный сброс очищенных сточных вод предприятий и населенных пунктов, организованный и неорганизованный сброс поверхностного стока (талых и дождевых вод), атмосферный перенос загрязнителей, разгрузка подземных вод, кислотные дожди и др. Наибольшее воздействие на качество речных вод оказывает сброс сточных вод предприятий и населенных пунктов. На втором месте по массе сбрасываемых загрязняющих веществ – поверхностный сток, хотя есть данные о том, что доля сброса загрязнителей в реки с поверхностным стоком может достигать половины от всей массы сбрасываемых веществ, при этом значительная доля поверхностного стока сбрасывается без очистки.

Целью данной статьи является оценка влияния сброса сточных вод предприятий и населенных пунктов на состояние воды рек Республики Башкортостан (РБ). Особое внимание в исследованиях уделено оценке влияния сброса сточных вод в границах 2-го и 3-го поясов зон санитарной охраны (ЗСО) водозаборов централизованных систем питьевого водоснабжения

..... ВЕСТНИК АКАДЕМИИ НАУК РБ