

## МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ ПО ОСНОВНЫМ ПОРОДАМ ВЕСЕННЕГО МЕДНОКОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Черняхов В.Б., Куделина И.В., Фатюнина М.В., Леонтьева Т.В.  
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Весеннее медноколчеданное месторождение находится к югу от райцентра Домбаровка на границе с республикой Казахстан.

Месторождение подготовлено к разработке и поэтому детально изучено нами [1, 2, 3, 4, 5].

Район Весеннего месторождения имеет слабо расчлененную пенеппенизированную поверхность, на которой широким развитием пользуется кора выветривания мезокойназойского возраста, перекрытая маломощным чехлом (0 - 5 м.) элювио-деллювиальных четвертичных отложений, а также пролювием и аллювием по долинам р. Аралча и ее притока - овра. Кошенсай.

Кора выветривания пород основного состава развита по диабазам и диабазовым порфирирам, являющимся рудовмещающими породами. Неизменные гипергенными процессами эффузивы представлены темно-серыми или зеленовато-серыми очень плотными породами порфировой мелкозернистой структуры, миндалекаменной брекчиевидной текстуры. Породообразующими минералами являются альбитизированные плагиоклазы, моноклинные пироксены ряда авгита, роговая обманка. В диабазах интенсивно проявлены процессы эпидотизации и хлоритизации. Пористость составляет 2,73%, объемный вес - 2,73 г/см<sup>3</sup>.

Химический состав кор выветривания по диабазам и эффузивам основного состава представлен в таблицах 1,2. В химическом составе продуктов выветривания по сравнению с неизменными породами возрастает роль F<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и MnO, уменьшается содержание CaO. Концентрация водородных ионов (рН) составляет 7,45, содержание органического углерода равно 0,03%.

В профиле выветривания эффузивов основного состава выделяются следующие зоны (снизу вверх):

1. Выщелачивания (дресвяно-щебенистая);
2. Каолинит-монтморилонитовая (пестроцветная глинистая);
3. Охристо-каолинитовая (обеленная глинистая).

Зона выщелачивания (щебенистая) представлена трещиноватыми, хрупкими породами светлых тонов. По трещинам развиваются гидроокислы железа и марганца. Алевропелитовая фракция в основном состоит из неустойчивых минералов (до 99%). В составе тяжелой фракции преобладает эпидот (до 99%). Из рудных минералов отмечается магнетит (до 5,6%). В легкой фракции преобладают полевые шпаты (до 99%). Кварц содержится от единичных зерен до 7%. В продуктах зоны преобладает глинистая фракция (таблица 3). Пористость составляет 19,3 % при объемном весе 2,37 г/см<sup>3</sup>.

Мощность зоны колеблется от 0,5 м до 11 м.

Таблица 1 – Химический состав кор выветривания по диабазам Весеннего месторождения, %

№ скв	№ проб	Наименование отложений	Исходный состав							
			SiO <sub>2</sub>	FeO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2310	40001	Суглинки	44,29	1,36	18,23	17,0	1,6	0,14	1,98	1,59
2310	40004	Каолинитовая зона коры выветривания по диабазам	46,47	2,12	22,70	16,6	0,42	0,02	0,95	1,07
2310	40010	Каолинитовая зона коры выветривания по диабазам	35,87	1,3	19,84	5,03	16,62	0,45	0,80	4,59

№ скв	№ проб	Наименование отложений	Исходный состав						Пересчет на ппп и б/карбонатную навеску				Молекулярные отношения
			K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	n.n.n.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	□	H <sub>2</sub> O	SiO <sub>2</sub>		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2310	40001	Суглинки	0,46	0,58	12,46	0,05	99,74	3,20	46,94	1,44	19,32	18,02	2,7
2310	40004	Каолинитовая зона коры выветривания по диабазам	0,24	0,38	9,54	0,03	100,54	4,19	49,26	2,25	24,06	17,60	2,4
2310	40010	Каолинитовая зона коры выветривания по диабазам	0,72	0,26	15,10	0,02	100,60	0,92	38,03	1,38	21,03	5,33	2,6

Таблица 2 – Химический состав коры выветривания эффузивов основного состава района Весеннего месторождения, %

№ скв	№ проб	Наименование зоны коры выветривания	Исходный состав											
			SiO <sub>2</sub>	FeO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	n.n.n.	H <sub>2</sub> O
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
222	1	Охристо-каолинистая зона	37,88	1,28	27,13	17,25	0,21	0,16	0,31	1,33	0,44	0,31	0,80	14,21
-/-	6	Каолинит-монтмориллонитовая зона	43,46	1,75	21,44	18,09	0,21	0,08	0,61	2,54	1,86	0,24	н/обн	14,0
-/-	4	Каолинит-монтмориллонитовая зона	39,10	1,63	26,49	17,32	0,14	0,28	0,46	1,55	0,40	0,23	0,22	15,32
-/-	3	Каолинит-монтмориллонитовая зона	39,34	1,58	25,95	16,91	0,14	0,33	0,31	2,32	0,64	0,27	0,61	5,09
-/-	13	Зона выщелачивания	52,82	1,57	18,30	11,71	0,28	2,65	3,23	2,65	4,65	Сл	н/обн	4,60
222	14	диабазы	47,08	1,28	17,48	5,90	4,78	0,06	10,29	7,93	2,12	сл	н/обн	2,48

Над рудными телами зона выщелачивания представлена глинисто-дресвено-щебенистым продуктом выветривания пород основного состава. В тяжелой фракции преобладает пирит и сидерит.

В тонкодисперсной (глинистой) фракции много тонкораспыленного кварца. Последний отчетливо прослеживается на рентгенограммах и дифрактограммах (4,24 А, 3,34 А, 2,14 А, 1,81 А). Много хлорита (эндо-630<sup>0</sup>, 14,2 А, 4,79А, 3,58 и т.д.), гидрослюды и (эндо-100<sup>0</sup>, 180<sup>0</sup> 10А,5,02А, 4,50А), каолинита (эндо -570<sup>0</sup>, экзо - 580<sup>0</sup>, 7,2А, 3,6А и т.д.). Указанный состав подтверждается величиной отношения SiO<sub>2</sub>/R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. В целом аналитические данные подтверждают начальные этапы корообразовательных процессов.

Таблица 3 – Механический состав коры выветривания эффузивов основного состава района Весеннего месторождения, %

Наименование зоны коры выветривания	Содержание фракций			
	□ 1,0 мм	1,0 – 0,1 мм	0,1 – 0,01 мм	□ 0,01 мм
1	2	3	4	5
Охристо-каолинитовая зона	0,64	0,86	1,38	97,12
Каолинит-монтмориллонитовая зона	0,57	0,51	2,82	96,10
Зона выщелачивания	6,58	6,2	8,47	78,75

Текстура породы характеризуется чередованием прослоек, сложенных хлоритом и глинистым минералом. Эти минералы слагают основную массу продуктов зоны выщелачивания. В меньшем количестве содержатся кварц (5%), марганцовистые минералы (в редких знаках). Из рудных минералов присутствуют лейкоксен, пирит, тонкая сыпь рудного минерала, гидроокислы железа, в редких знаках халькопирит. Тонкая сыпь лейкоксена концентрируется в виде цепочек среди хлоритовых прослоек. Окисленные рудные минералы содержатся в глинистой части породы и представлены гидроокислами железа. Пирит (около 2-3%) приурочен в основном к хлоритовым прослойкам и отмечается в тонкорассеянном состоянии и крупных сростках. Большей частью по краям он сопровождается карбонатом (сидерит).

Сравнение минералогического состава зоны выщелачивания в коре выветривания над рудными объектами с таковым вне их указывает на значительные отличия. Если в первом случае в составе тяжелой фракции преобладают пирит, сидерит, в легкой фракции – хлорит, глинистые минералы, то во втором случае, соответственно – эпидот и полевые шпаты.

Каолинит-монтмориллонитовая зона (пестроцветная глинистая) представлена плотной глиной светло-желтого и кремовато-желтого цветов со слабым зеленоватым оттенком. По многочисленным трещинам развиты

гидроокислы железа и марганца. В составе тяжелой фракции преобладает эпидот (до 80-95%), до 10% содержатся лейкоксен, ильменит и магнетит. Легкая фракция представлена полевыми шпатами (до 90%), кварцем и гидрослюдой – в пределах первых процентов. Основными глинистым минералом в зоне является монтмориллонит (от 40 до 80% во фракции  $\square$  0,001 мм). В меньших количествах присутствуют каолинит и гидрослюда. В химическом составе пород зоны по сравнению с зоной выщелачивания возрастает роль  $Fe_2O_3$ ,  $H_2O$ ,  $Al_2O_3$ , уменьшается -  $SiO_2$ ,  $FeO$ ,  $MnO$ ,  $CaO$ ,  $Na_2O$ . В механическом составе пород зоны преобладает глинистая фракция (96,1%). Значительно увеличиваются значения пористости (50,4%) по сравнению с таковыми пород зоны выщелачивания. Объемный вес продуктов каолинит-монтмориллонитовой зоны составляет 1,49 г/см<sup>3</sup>. Величина рН равняется 7,02. Мощность зоны – от 6 до 17 м.

Рассматриваемая зона над рудными телами приобретает существенно каолинитовый состав и представлена породой голубовато-серого цвета с реликтами порфировой структуры, интенсивно пропитана гидроокислами железа.

Гидроокислы железа отмечаются в виде конкреций, желваков, пропластков и т.п. В шлифах наблюдается бурый железняк с нечетко полосчатой текстурой. Слоистость обусловлена чередованием прослоев, полностью замещенных лимонитом и гетитом, и участков сохранившейся глины каолинитового состава с примесью гидрослюды. Местами в лимонитовых прослоях просвечивают единичные сильно разрушенные обломки кварца алевритового размера. Участки, сложенные каолинитовой глиной, представляют светлые пятна неправильной, ключевидной формы на темно-буром фоне лимонита. По результатам минералогического анализа в составе электромагнитных фракций преобладает лимонит (до 93% от веса фракции), в магнитной фракции – магнетит (до 98%). В легкой фракции преобладает кварц (до 88%) и глинистые минералы (до 22%).

В тонкодисперсной фракции, как и в ранее рассмотренном случае в дресвяно-щебенистой зоне коры выветривания, сохранилось много кварца. Преобладающее значение приобретает каолинит (эндо – 580<sup>0</sup>, экзо – 980<sup>0</sup>, 7,2А, 4,5А, 3,6А). Достаточно много монтмориллонита (экзо – 120<sup>0</sup>, 14,4А, 2,6А). Эти материалы свидетельствуют о высокоразвитом этапе корообразования.

Под микроскопом наблюдаем: глинистые минералы группы каолинита, кварц (25-30%), рудные минералы (5-10%), гидроокислы железа, хлорит. Каолинит составляет основную массу породы слабо буроватой окраски, тонкочешуйчатые. Вероятно, он образовался за счет выветривания хлорита, так как изредка отмечаются реликты последнего в виде чешуек и листочков. Кварц отмечается в виде кучных неправильных образований и единичных тонких прожилков. Рудные минералы концентрируются в нерезко выраженных тонких прослойках и неправильных кучных сростках тонкой сыпи и микрозерен. Они почти нацело подверглись окислению.

По результатам термического и рентгено-структурного анализов среди глинистых минералов выделяются каолинит, гидрослюда и монтмориллонит.

Химический состав продуктов выветривания зоны сходен с таковым коры выветривания безрудных объектов (таблица 1).

Концентрация водородных ионов (рН) имеет величину 6,8, содержание органического углерода составляет 0,03-0,1 %, с повышением количества в верхних частях зоны (таблица 4).

Мощность каолинит-монтмориллонитовой зоны колеблется от 6 до 17 м.

Таблица 4 – Содержание карбонатов, гипса, С – органического и значение рН кор выветривания по диабазам Весеннего месторождения

№ скв	№ проб	Наименование отложений	Содержание			Значение рН
			карбонатов	гипса	С-органического	
1	2	3	4	5	6	7
2310	40004	Каолинитовая зона коры выветривания по диабазам	0,0	0,06	0,10	6,8
2310	40010	Каолинитовая зона коры выветривания по диабазам	0,0	0,22	0,03	6,8

Охристо-каолинитовая зона (обеленная глинистая) сохранилась лишь на отдельных участках. Она представлена жирными глинами охристо-желтого и малинового цветов.

Минералогический состав этой зоны характеризуется присутствием остаточных минералов высокой зрелости – ильменит и магнетит. В легкой фракции преобладает кварц (90-99,4%). В незначительном количестве содержатся полевые шпаты, мусковит, гидрослюда. Преобладающим глинистым минералом зоны является каолинит (от 80 до 90%). Он замещает полевые шпаты, а также развивается по основной массе породы, ассоциируя с гидроокислами железа. Гидрослюда присутствует в незначительных количествах.

#### Список литературы

1. Черняхов, В.Б. Экологически опасные элементы в почвенном покрове Весеннего месторождения/ В.Б. Черняхов, И.В. Куделина//Оренбургский госуд. педагог. университет: История и современность. - Оренбург: Изд-во ОГПУ, 2009.-[ С.173-178.].
2. Черняхов, В.Б. Геохимические особенности пород палеозоя месторождения «Весеннее» [Электронный ресурс] / В.Б. Черняхов, И.В.

Куделина, М.В. Фатюнина //Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации: материалы Международной науч. конф., 14-15 октября 2010 г./ Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2010.-[ С.1486-1488.]. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – ISBN 978-5-7410-1063-4.

3. Черняхов, В.Б. Геохимические особенности в подземных водах Весеннего месторождения [Электронный ресурс] / В.Б. Черняхов, И.В. Куделина, Фатюнина М.В., Т.В. Леонтьева // Интеграция науки и практики в профессиональном развитии педагога: материалы Всерос. науч.-практ. конф., 3-5 февраля 2010 г./ Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2010.-[ С.1486-1488.]. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – ISBN 978-5-7410-1047-1. - № гос. регистрации 0321001040.

4. Черняхов, В.Б. Параметры геохимических ореолов в растительной среде Весеннего месторождения [Электронный ресурс] / В.Б. Черняхов, И.В. Куделина, Фатюнина М.В., Т.В. Леонтьева // Университетский комплекс как региональный центр развития образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч.-методич. конф., 29-31 января 2014 г./ Оренбург: ИПК ОГУ, 2014.-[ С.1085-1089.]. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – № гос. регистрации 0321400698.

5. Черняхов, В.Б. Водно-физические свойства и минералогия коры выветривания гранитоидов района месторождения Весеннее [Электронный ресурс] / В.Б. Черняхов, И.В. Куделина, Фатюнина М.В., Т.В. Леонтьева // Университетский комплекс как региональный центр развития образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч.-методич. конф (с международным участием), 4-6 февраля 2015 г./ Оренбург: ИПК ОГУ, 2015.-[ С.848-855.]. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).