

ВАЛОВОЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЛЕССОВЫХ И ЛЕССОВИДНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД УЗБЕКИСТАНА И ИХ РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ГРУНТОВЫХ ВОД

И.А. Агзамова, А.А. Адилов

Ташкентский государственный технический университет
ул. Университетская, 2, Ташкент, Узбекистан, 100095

Описано распространение лессовых и лессовидных пород, рассмотрены главные факторы формирования минерализации грунтовых и поверхностных вод Узбекистана, процессы растворения, выщелачивания. Геологические процессы и явления во взаимодействии с геологической и водной среды являются главными факторами формирования минерализации и химического состава грунтовых вод.

Ключевые слова: минерализация, выщелачивание, растворение, агрессивность, подземная вода, анионы, химический состав, легкорастворимые соли

Нами обобщены результаты комплексного исследования валового химического состава лессовых и лессовидных супесчано-суглинистых горных пород на 74 месторождениях кирпичного сырья, расположенных в Приаральской дельте р. Амударьи — 11 месторождений, в Хорезмской дельте р. Амударьи — 6, в Бухара-Каракульском бассейне — 12, в Зарафшанском бассейне — 7, в Кашкадарьинской котловине — 5, в Сурхандарьинской котловине — 4, в Приташкентском бассейне — 16 и в Ферганской котловине — 14 месторождений, — объектов исследований (табл. 1).

Лессы и лессовидные горные породы занимают 95% территории Ферганской котловины на 80—85%, Приташкентского района — на 40—45%, Сурхандарьинскую котловину. Они распространены целыми массивами в Кашкадарьинской и Бухара-Зарафшанской котловинах, а также в Хорезмской и Приаральской дельтах р. Амударьи (рис.).

Во всех изученных нами лессовых и лессовидных супесчано-суглинистых горных породах преобладают окислы кремния (SiO_2), составляющие от 51% в Приаральской дельте Амударьи до 57% в Бухара-Каракульском бассейне. Содержание окисла кремния в лессах и лессовидных породах в среднем по Узбекистану составляет 54%. За окислами кремния по содержанию следуют окислы кальция и алюминия — CaO и Al_2O_3 , содержания которых в отдельных регионах от 9 до 13%, по Узбекистану в среднем по 11,5%. Наиболее низкое содержание отмечается SO_3 , среднее их содержание в лессовых породах Узбекистана 1%. Содержание MgO немного больше, чем CO_3 , и составляет в среднем по Узбекистану 3%. Окислы $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ содержатся в лессовых и лессовидных породах Узбекистана в среднем 3,5—4,5%, колебаясь в отдельных месторождениях от 2 до 10%. Наибольшее содержание окислов железа 8—10% отмечается в супесчано-суглинистых

породах Приаральской дельты Амударьи и наименьшее содержание 3,4—4% — в лессовых породах Сурхандарьинской котловины. Содержание окислов редкоземельных металлов K_2O и Na_2O в сумме в большинстве регионов Узбекистана составляет 3—4%, в среднем 2,5% в Зарафшанском бассейне и по 4% в Кашкадарьинской котловине и Хорезмской дельте Амударьи. Газ CO_2 во всех исследованных породах содержится в пределах 6,5—9%, в среднем по Узбекистану 8% (табл. 1).

Таблица 1

Валовой химический состав лессовидных горных пород Узбекистана

Регион распространения	Глубина опробования, м	Химический состав, %								Сумма, %
		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O+Na_2O	SO_3	CO_2	
Приаральская дельта Амударьи	1-4	$\frac{45-58}{51}$	$\frac{11-13}{12}$	$\frac{8-10}{8}$	$\frac{10-13}{11}$	$\frac{3-5}{4}$	$\frac{3-4}{3}$	$\frac{0-1}{0,5}$	$\frac{8-10}{9}$	98
Хоразмская дельта Амударьи	1-3	$\frac{48-55}{52}$	$\frac{10-13}{12}$	$\frac{3-5}{4}$	$\frac{10-13}{11,5}$	$\frac{3-4}{3,5}$	$\frac{3-5}{4}$	$\frac{0-3}{1,5}$	$\frac{7-10}{8,5}$	97
Бухара-Каракульский бассейн	1-5	$\frac{52-61}{57}$	$\frac{9-12}{11}$	$\frac{3-5}{4}$	$\frac{8-13}{11}$	$\frac{2-4}{3}$	$\frac{3-4}{3,5}$	$\frac{0-2}{1}$	$\frac{5-8}{6,5}$	97
Зарафшанский бассейн	6-22	$\frac{53-55}{54}$	$\frac{11-13}{12}$	$\frac{4-4,2}{4}$	$\frac{11-12}{11,5}$	$\frac{2-3}{2,5}$	$\frac{2-3}{2,5}$	$\frac{1-2}{1,5}$	$\frac{8-9}{8,5}$	96
Кашкадарьинской котловина	2-8	$\frac{48-54}{52}$	$\frac{10-12}{11}$	$\frac{4-5}{4,5}$	$\frac{10-12}{11}$	$\frac{2,6-3,4}{3}$	$\frac{3-5}{4}$	$\frac{0,4-3}{2}$	$\frac{7-9}{8}$	95
Сурхандарьинская котловина	2-8	$\frac{49-55}{52}$	$\frac{10-12}{11}$	$\frac{3,4-4}{4}$	$\frac{10-12}{11}$	$\frac{2-3}{2,5}$	$\frac{3-4}{3,5}$	$\frac{0,5-2}{1,5}$	$\frac{7-9}{8}$	95
Приташкентский бассейн	1-30	$\frac{49-53}{51}$	$\frac{10-12}{11}$	$\frac{4-5}{4,5}$	$\frac{11-13}{12}$	$\frac{2,6-3,4}{3}$	$\frac{3-3,5}{3,5}$	$\frac{0,1-2}{1}$	$\frac{7-11}{9}$	95
Ферганская котловина	1-9	$\frac{52-54}{53}$	$\frac{11-12}{11}$	$\frac{4,2-5,3}{5}$	$\frac{10-13}{11}$	$\frac{2,8-4,1}{3,5}$	$\frac{3-4}{3,5}$	$\frac{1,4-3}{2}$	$\frac{7-10}{8,5}$	98
Среднее содержание по Узбекистану	1-30	$\frac{51-57}{54}$	$\frac{11-12}{11,5}$	$\frac{4-5}{4,5}$	$\frac{11-12}{11,5}$	$\frac{2,5-4}{3}$	$\frac{2,5-4}{3,5}$	$\frac{0,5-2}{1}$	$\frac{6,5-9}{8}$	97

Примечание: в числителе предельные значения, в знаменателе — средние.

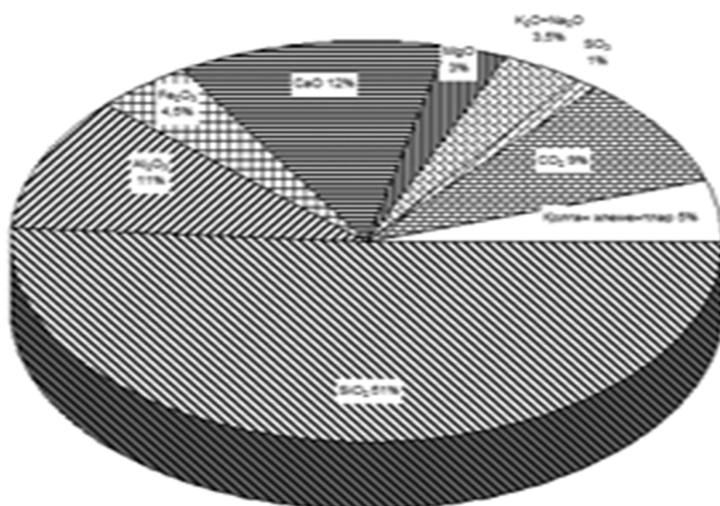


Рис. Валовой химический состав лессовидных горных пород на территории Узбекистана

Кроме вышеперечисленных окислов, в лессах и лессовидных породах Узбекистана содержатся окислы TiO_2 , FeO , MnO и др. в количестве 2—5%, в среднем 3%. Валовой химический состав лессовидных горных пород на территории Узбекистана приведен в табл. 2 и показан на рисунке в виде кольцевой диаграммы.

Минеральные соли, содержащиеся в горных породах вообще и в лессах и лессовидных супесчано-суглинистых осадочных породах в частности, являются одним из основных источников формирования минерализации подземных вод и соленакопления в приповерхностном слое земной коры.

В порах осадочного слоя земной коры содержится поровые воды около 23% от массы Мирового океана (А.А. Беус и др., 1976).

Подземные воды в горных породах циркулируют с момента образования этого слоя, обогащаются солями, коллоидальными веществами, газами и микроорганизмами. Количество и состав компонентов, содержащихся в воде, зависят от многих факторов, главными из которых являются распространенность отдельных компонентов в земной коре, растворимость их в подземных водах при температуре и давлении земных недр и т.п.

Особенно важную роль в процессах формирования химического состава воды играет растворимость пород. По растворимости в воде все химические соединения делятся на четыре типа: легкорастворимые, слаборастворимые, труднорастворимые и очень труднорастворимые (табл. 2).

Хорошо растворяются многие хемогенные осадочные породы, среди них хлоридные, сульфатные, карбонатные соединения щелочных и щелочно-земельных металлов. Растворимость некоторых простых солей в дистиллированной воде при температуре 18 °С приводится в табл. 3.

Таблица 2

Типы химических соединений по растворимости

Тип	Степень растворимости	Величина растворимости, г/л
1	Легкорастворимые	Более 2,0
2	Слаборастворимые	2—0,1
3	Труднорастворимые	0,1—0,001
4	Очень труднорастворимые	Менее 0,001

Таблица 3

Растворимость солей в воде при температуре 18 °С

Наименование солей	Растворимость в воде, г/л	Наименование солей	Растворимость в воде, г/л
$CaCl_2$	745	K_2SO_4	111
$MgCl_2$	545	$MgCO_3$	25,79
$MgSO_4$	354	$CaSO_4$	2,0
$NaCl$	329	$Ca(OH)_2$	1,48
KCl	330	SiO_2	0,16
Na_2CO_3	193,9	$CaCO_3$	0,0634
Na_2SO_4	194		

Из таблицы 3 видно, что на первом месте по величине растворимости стоят хлориды, далее сульфаты и карбонаты щелочей. Наиболее низкую растворимость имеют сульфаты и карбонаты кальция.

Распространенность отдельных элементов также играет большую роль в процессах формирования химического состава подземных вод. Известно, что наиболее распространенными являются O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, H, Ti, C, Mn, Cl, S и P, составляющие основную массу земной коры — почти 99% по весу.

Только широко распространенные элементы, образующие сравнительно легко растворимые соединения, могут присутствовать в заметных количествах в подземных водах. Поскольку хлориды, сульфаты и карбонаты щелочных и щелочно-земельных металлов относятся к числу наиболее растворимых соединений и распространены довольно широко, они являются главными компонентами химического состава подземных вод. Диссоциируя в воде, перечисленные соединения образуют главные ионы Na, K, Ca, Mg, Cl, SO₄, HCO₃ и CO₃ в подземных водах. Различные сочетания этих ионов определяют химические типы подземных вод.

Второстепенными компонентами являются ионы NO₂, NO₃NH₄, Br, J, Fe, Li, Sr и др., вещества, присутствующие в воде главным образом в коллоидальном состоянии, это Fe, Al, SiO₂ и органические соединения, газообразные вещества, среди них газы, химически с водой не связанные — N₂, CH₄, Ar, He и др., и газы (CO₂, H₂S) диссоциирующие в воде на ионы.

В особую группу выделяются рассеянные в земной коре элементы — Pt, Co, Ni, Cu, Zn, Sn, Mo и др., содержащиеся в воде в ничтожно малых количествах.

Суммарное содержание твердых растворенных химических веществ в подземных водах определяет так называемую общую минерализацию воды. Под общей минерализацией понимают сумму растворенных в воде соединений. Общую минерализацию выражают в виде сухого остатка, полученного при выпаривании воды, или же измеряют величиной удельного веса воды.

Вода является самым активным и подвижным элементом земной коры. Она транспортирует материалы физического и химического выветривания и выщелачивания.

В природе наиболее распространенными являются сульфаты (SO₄²⁻), хлориды (Cl⁻) гидрокарбонаты (HCO₃⁻) и анионы легко растворимых солей. Ион SO₄²⁻ привносится в воды главным образом в результате окисления сульфидов рассеянных магматических, метаморфических и осадочных горных пород, а также вулканическими газами, фумаролами, атмосферными осадками, разложением живых организмов и др. Ион хлора в воду поступает путем вымывания хлоридов из коренных пород, почв и коры выветривания, особенно в аридных, тропических и субтропических климатических условиях. Не меньшим источником поставки хлора являются атмосферные осадки, куда хлор поступает с испаряемой влагой с поверхности морей и океанов во время ветра и бурь с поверхности пухлых солончаков. В отдельных районах хлор проникает в гидросферу с глубинными минеральными водами и вулканическими продуктами. Гидрокарбонат-ион в воду поступает в результате взаимодействия воды с углекислым газом атмосферы, в

результате выноса углекислоты из карбонатных пород, реже — с подземными углекислыми водами и в результате вулканической деятельности.

При общем преобладании углекислых, сернокислых и хлористых соединений кальция, магния, натрия и калия химический состав подземных вод разнообразен. О химическом составе их принято судить не по солям, а по содержащимся в них ионам, среди которых наибольшее распространение имеют (Б.М. Гуменский, 1969):

катионы: H^+ , K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} ,

анионы: OH^- , Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , NO_2^- , NO_3^- ,

газы: CO_2 , CH_4 , O_2 , N_2 , H_2S , реже гелий, радон и др.,

недиссоциированные соединения: SiO_2 , FeO_3 , Al_2O_3 .

Рассмотренные выше процессы растворения, выщелачивания и другие геологические процессы и явления, взаимодействие геологической и водной среды являются главными факторами формирования минерализации и химического состава грунтовых вод. В свою очередь, химический состав грунтовых вод определяют их агрессивность к строительным конструкциям.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Ахмедов А.У.* С засоленного поля урожай не получишь // Правда Востока, за 16 марта. 2004. № 53.
- [2] *Шерматов М.Ш.* Закономерности формирования водорастворимых солей в лессовых породах Узбекистана // *Узбекистон геология журналы*. Тошкент: Фан, 1997. № 5. С. 64—67.

GROSS CHEMICAL COMPOSITION OF LOESS AND THE AREA OF ROCKS AND THEIR ROLE IN THE FORMATION OF GROUNDWATER MINERALIZATION

I.A. Agzamova, A.A. Adilov

The Department of hydrogeology and Geophysics
Mining and Geology faculty
Tashkent state technical University
University str., 2, Tashkent, Uzbekistan, 100095

Distribution of loess and loesslike breeds and main factors of forming of минерализации of subsoil and superficial waters of Uzbekistan are lighted up in the article. The processes of dissolution, lixiviating, are examined. Geological processes and phenomena, co-operation of geological and water environment of yavlyayuscheyasya by the main factors of forming of mineralizacii and chemical composition of waters.

Key words: salinity, leaching, dissolution, aggressiveness, underground water, anions, chemistry, highly soluble salts

REFERENCES

- [1] Akhmedov A.W. S zasolennogo polja urozhaj ne poluchish'. Pravda Vostoka, za 16 marta. 2004. № 53. [Saline field harvest will not receive. True East, 16 March. 2004. No. 53.]
- [2] Shermatov M.S. Zakonomernosti formirovaniya vodorastvorimyh solej v ljossovyyh porodah Uzbekistana. Ÿzbekiston geologiya zhurnali [Regularities of forming water-soluble salts in loess rocks of Uzbekistan. Geology of the Independence of journalists]. Toshkent: Fan, 1997. № 5. S. 64—67.