

doi:10.25689/NP.2019.4.61-71

УДК 553.541 (575.1)

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РУДОНОСНЫХ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ УЗБЕКИСТАНА

¹Турсебеков А.Х., ¹Шукуров Н.Э., ¹Зунунов А.Ч., ²Умаров Ш.А.

¹Институт геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева Госкомгеологии РУз

²Институт геологии и разведки нефтяных и газовых месторождений

(АО «ИГИРНИГМ») АО «Узбекнефтегаз»

MAJOR ASPECTS OF GEOCHEMICAL FEATURES OF ORE- BEARING SHALES IN UZBEKISTAN

¹Turesebekov A.Kh., ¹Shukurov N.E., ¹Zununov A.Ch., ²Umarov Sh.A.

¹Institute of Geology and Geophysics – State Committee of the Republic of

Uzbekistan on Geology and Mineral Resources

²Institute of Geology and Exploration of Oil and Gas Fields AO UZBEKNEFTEGAZ

E-mail: shakumarov@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрен анализ существующего состояния имеющихся запасов горючих сланцев на месторождениях Республики Узбекистан, приводятся краткие сведения о месторождениях горючих сланцев. Представлены особенности горючих сланцев, которые позволяют рассматривать их в качестве энергетического, химического, технологического, а также минерального сырья для использования в различных отраслях промышленности, что является актуальной проблемой. Подробно описаны геохимические особенности горючих сланцев Узбекистана, которые помимо углеродного сырья, содержат в себе редкоземельные металлы и металлы платиновой группы. В процессе научного исследования на конкретном примере в табличной форме выполнен химический анализ горючих сланцев и получен химический состав горючих сланцев месторождений Байсуна и Сангрунтау. Для проведения анализа использован прибор ICP MS – масс-спектрометр Elan DRCII с целью определения состава и распределения металлов в горючих сланцах. Установлена качественная и количественная целая плеяда химических компонентов: Mo, Re, V, Ni, Te, U, Pt, Pd, Au, Ag, Se, As, Cd, Sb, Bi, а также редкоземельных элементов. Показано, что содержание и кларки концентраций Te, Au, Cd, Hg, V, U намного выше на проявлении Байсун, аSe,

Mo, Au, Re - выше на месторождении Сангрунтау. Также, получены многочисленные анализы содержания металлов в горючих сланцах для месторождения Сангрунтау разными методами в лабораторных условиях. В анализе литературы авторы некоторых исследований придают большое значение процессам адсорбции металлов органическим веществом, глинами, апатитом, гидроокислами железа и др. Они предлагают применение для разработки горючих сланцев два известных способа скважинной разработки полезных ископаемых: подземная газификация угля и подземное выщелачивание металлов. На примере сравнительного анализа показаны преимущества и недостатки технологий подземной газификации угля и подземного выщелачивания металлов.

На основании проведенных минералого-геохимических исследований, получены результаты и важные выводы. Установлено, что по рудоносности палеогеновые горючие сланцы месторождений Сангрунтау и Байсун существенно отличаются от других мировых аналогов по содержанию Mo, V, U, Re, Bi, Sb, Cd, Ni, Se, Fe, Tl, Au, Ag, Cu, Zn, Pb, Pd, Pt, Hg и редкоземельных элементов. Комплексная разработка месторождений металлоносных горючих сланцев Республики Узбекистан представляет несомненный интерес для расширения топливно-энергетического баланса и сырьевой базы радиоактивных и редкоземельных металлов.

***Ключевые слова:** горючие сланцы, месторождения, геохимические особенности, редкоземельные металлы, металлы платиновой группы, химический анализ, химический состав, технология, подземная газификация угля, подземное выщелачивание металлов. диагенез, генезис*

Abstract. The paper considers analysis of current status of available oil shale reserves in the Republic of Uzbekistan, an overview of oil shale fields is presented. The paper highlights peculiar characteristics of oil shales, which enable to consider them as a promising source of mineral raw materials for various industries that is of current interest. The paper provides a detailed description of geochemical features of Uzbekistan oil shales, which contain not only hydrocarbons but also rare-earth and platinum-group metals. A case study enabled determination of the chemical composition of Baysun and Sangruntau oil shales. Analysis was conducted using Elan DRCII ICP mass spectrometer to determine the composition and distribution of metals in oil shales. Analysis revealed the presence and content of elements, such as Mo, Re, V, Ni, Te, U, Pt, Pd, Au, Ag, Se, As, Cd, Sb, Bi, as well as rare-earth metals. Baysun shales exhibited higher Te, Au, Cd, Hg, V, U content and clarke concentrations, while Sangruntau shales contained more Se, Mo, Au, and Re. Different laboratory method were used to determine metal content in Sangruntau shales. Literature analysis has demonstrated that some authors pay serious attention to adsorption of metals by organic matter, clays, apatite, ferrum oxide and others. They propose two borehole mining methods: in-situ coal gasification and in-situ metal leaching. Comparative analysis revealed advantages and disadvantages of in-situ coal gasification and in-situ metal leaching

technologies.

Mineralogical and geochemical studies provided important results and conclusions. Palaeogene Sangruntau and Baysun oil shales were found to differ substantially from their world analogs in terms of Mo, V, U, Re, Bi, Sb, Cd, Ni, Se, Fe, Tl, Au, Ag, Cu, Zn, Pb, Pd, Pt, Hg and rare-earth metal content. Comprehensive development of metal-bearing oil shales in the Republic of Uzbekistan presents apparent interest for expansion of fuel and energy balance as well as radioactive and rare-earth metal stocks.

Key words: *oil shales, fields, geochemical features, rare earth metals, platinum-group metals, chemical analysis, chemical composition, technology, in-situ coal gasification, in-situ metal leaching, diagenesis, genesis*

На территории Республики Узбекистан имеются огромные запасы (47 млрд. т) горючих сланцев. Только в Кызылкумском бассейне находятся месторождения с прогнозными запасами горючих сланцев в количестве 24,6 млрд. т. (Прохоренко Г.А., 1999) [1]. Изучение особенностей горючих сланцев позволяет рассматривать их в качестве энергетического, химического, технологического, а также минерального сырья для использования в различных отраслях промышленности.

На месторождениях Байсун, Сангрунтау, Актау, Учкыр, Кульбешкак, Уртабулак запасы горючих сланцев составляют около 1 млрд. т. Перспективные проявления горючих сланцев выявлены и на других территориях Республики Узбекистан. Геологические исследования показали, что глубина залегания этих месторождений горючих сланцев находится в пределах от 100 до 500 м и ниже, а средняя мощность составляет от 0,5 до 1,0 м.

Горючие сланцы Узбекистана, помимо углеродного сырья, содержат U, Mo, Au, W, Ag, Re, Cd, Se, Cu, Ni, Pb, S, включая редкоземельные металлы и металлы платиновой группы (Раимджанов и Якубов, 2009) [2].

По данным химического анализа (Табл.1), в горючих сланцах установлены некоторые колебания их состава, что вызвано, прежде всего, различным количеством кварца, кремния и глинистых минералов. Последние характеризуются высоким содержанием CaO и MgO и низким -

K_2O и Na_2O . Горючие сланцы рассматриваются, как концентраторы кремнезема, алюминия и кальция. MgO , Na_2O , Ca , K_2O , Fe_2O_3 , FeO являются составной частью глинистых минералов. Железо присутствует в сульфидах и оксидах. Ti , Mn , P_2O_5 могут быть связаны с глинистыми минералами, с кристаллизацией апатита в процессе диагенеза, или с такими акцессорными минералами, как рутил и титаномагнетит. По химическому составу горючие сланцы палеогена относятся к водно-органогенно-кремне-алюмосиликатно-карбонатно-сульфатно-фосфатно-оксидно-сульфидной геохимической системе. Главная роль здесь принадлежит ОВ, которые выступают в качестве важного донора многих металлов в горючих сланцах.

Таблица 1

Химический состав (%) горючих сланцев Байсуна и Сангрунтау

Окислы	Среднее содержание	Пробы				
		Б-1	Б-2	Б-3	Б-4	СН-1
SiO_2	39,43	48,24	33,95	30,86	54	40,36
Al_2O_3	15,36	14,98	10,15	12,18	23	16,39
K_2O	1,4	1,21	0,86	1,28	1,6	1,59
CaO	13,32	7,57	16,16	14,23	19,2	9,29
Na_2O	0,42	0,66	0,29	0,29	0,6	0,28
MgO	2,6	3,57	1,63	2,07	3,6	2,14
P_2O_5	2,44	0,79	4,02	3,8	н/о	1,25
TiO_2	0,62	0,76	0,48	0,58	н/о	0,68
MnO	0,038	0,036	0,046	0,04	н/о	0,029
$S_{общ}$	8,8	6,57	10,33	10,97	8,3	8,24
$Fe_{общ}$	6,5	4,78	6,26	7,49	н/о	7,36

Примечание. Анализы выполнены на ISP масс-спектрометре Elan DRC II F охран РУз; н/о-элемент не определяется. Пробы Б-1,Б-2,Б-3, Б-4- Байсун, СН-1- Сангрунтау.

Палеогеновые горючие сланцы с захороненными в них ОВ, глинистыми и другими минералами являются одним из источников концентрации V, Ni, U, Mo, Re, редких земель Se, Te, Cd, Pt, Pd, Au, Ag и др. Концентрация этих элементов зависит от химического состава горючих сланцев и условий, в которых происходило взаимодействие элементов с

ОВ, глинистыми и другими минеральными составляющими в процессе сингенетического накопления и диагенеза осадков.

В процессе научного исследования нами на конкретном примере в табличной форме выполнен химический анализ горючих сланцев и получен химический состав горючих сланцев месторождений Байсуна и Сангрунтау. Для проведения анализа состава и распределения металлов в горючих сланцах месторождений Байсун и Сангрунтау использован прибор ICP MS – масс-спектрометр Elan DRCII. Качественно и количественно установлена целая плеяда химических компонентов: Mo, Re, V, Ni, Te, U, Pt, Pd, Au, Ag, Se, As, Cd, Sb, Bi, а также редкоземельные элементы (Табл. 2, 3).

Таблица 2

Содержание (г/т) и кларки концентрации (КК) основных и попутных элементов в горючих сланцах Сангрунтау

Элемент	Содержание	КК	Элемент	Содержание	КК	Элемент	Содержание	КК	Элемент	Содержание	КК
Cu	2580	55	Cr	120	1,3	Sn	4,2	2	Y	329	16,4
Zn	583	9	Co	40	2,5	Sb	23	44	La	67	2,3
Pb	190	12	Ni	991	17	Cs	5,3	2	Ce	80	1,1
Mo	2650	2410	Ga	19	1	Ba	5062	78	Pr	8,5	1
Re	2,0	2857	Ge	9,5	13	Hf	3,3	3,3	Nd	57	1,5
Au	0,88	200	As	75	50	Ta	0,5	0,2	Sm	19,4	2,4
Ag	5,3	760	Rb	83,6	0,7	W	6,8	5	Eu	4,6	3,3
Pt	0,428	43	Sr	765	2,1	I	4		Gd	24,8	3,1
Pd	0,588	45	Zr	161	0,9	Hg	2,6	32	Tb	5,6	1,1
Rh	0,019		Nb	8,45	0,4	Tl	19,8	19,8	Dy	36,2	8
Ru	0,319		Cd	20,9	800	Bi	1,45	160	Ho	5,7	3
Os	0,001		In	0,11	0,4	Th	11,9	0,9	Er	13,5	4,4
Te	0,73	730	Σ Pt	1,355		U	54	22	Tm	3,3	16
Se	165	3300				Li	19,6	8	Yb	23	7
Sc	15,9					Be	0,75		Lu	2,9	36
V	4697	52				B	43		Σ TR	664,4	

Таблица 3

Распределение основных и попутных элементов (г/т) и их кларки концентраций (КК) в горючих сланцах Байсуна

Элемент	Проба			Среднее содержание	КК	Элемент	Проба			Среднее содержание	КК
	Б-1	Б-2	Б-3				Б-1	Б-2	Б-3		
Cu	26,1	430	510	322	7,0	Sb	12,83	31	36,0	27,0	54
Zn	475	349	182	302	3,7	Cs	2,16	4	5,5	4	1,4
Pb	48	73	95	72	4,5	Ba	1188	3181	264	1512	23
Mo	2034	4500	1600	2716	2469	Hf	2,29	3	3,1	2,8	2,8
Re	1,767	1,93	0,5	1,399	2000	Ta	0,39	0,5	0,7	0,55	0,2
Au	2,71	1,93	1,4	2,01	472	W	1,9	12,9	6,1	7	5,4
Ag	1,28	2,5	3,6	2,46	308	I	2	3	5	3,3	
Pt	0,267	0,778	0,285	0,443	44	Hg	5,2	12,6	3,1	7	82
Pd	1,27	0,624	0,288	0,69	53	Tl	21,64	26,3	10	19	19
Rh	0,0181	0,0118	0,011	0,0159		Bi	0,67	0,67	1,05	0,8	88
Ru	0,0664	0,0850	0,035	0,0612		Th	8,7	9,1	11,6	9,5	0,7
Os	0,0157	0,003	0,001	0,006		U	229,1	82	29	113	45
Ir	0,0008	0,003	0,011	0,0017		Li	19,3	15,8	18,2	17,7	0,6
Te	0,57	1,62	0,33	0,84	840	Be	2,5	0,66	0,52	0,8	0,5
Se	138	208	77,7	141	2820	B	43,5	40	41	41,3	2
Sc	13,1	12,4	15,9	14,4	1,4	Y	264	205	56	175	8,7
V	5065	7807	2919	5260	58	La	114,4	90	38	80,7	3
Cr	91	110	104	102	1,2	Ce	103,9	83	51	80	1,1
Co	41	77	26	48	2,6	Pr	13,02	9,5	5,3	9,2	1
Ni	1335	1489	506	1109	20	Nd	78,57	56	32	55,3	1,6
Ga	9,7	15	18	14,2	0,7	Sm	19,5	14,6	7,2	13,7	1,7
Ge	4,6	11,9	4,9	7,1	5	Eu	4,8	3,8	2,0	3,5	3
As	71	86	52	70	41	Gd	30,1	14,6	7,6	17,4	2,2
Rb	9	63,8	67,2	43	0,3	Tb	4,9	3,1	1,4	3,1	0,7
Sr	698	1112	475	658	2,0	Dy	31,6	21,4	8,3	23,4	4,7
Zr	85	142	165	130	0,8	Ho	4,0	2,8	1,1	2,6	1,7
Nb	5,3	6,6	5,1	5,7	0,3	Er	11,0	8,4	2,6	10	3
Cd	131	115,3	23	93	3720	Tm	1,7	1,9	0,7	1,4	7
In	0,04	0,06	0,11	0,7	2,5	Yb	14,3	13,9	5,1	11,1	3,0
Sn	2,83	3,2	3,6	3,2	1,3	Lu	1,9	1,9	0,7	1,5	2,0

Примечание. $\sum Pt = 1.2178$, $\sum TR = 498,6$. Анализы выполнены в Гохран РУз на приборе ICP-Масс-спектрометр ElanDRСII.

Анализ показал, что в горючих сланцах содержание и кларки концентраций Те, Au, Cd, Hg, V, U намного выше на проявлении Байсун, аSe, Mo, Au, Re - выше на месторождении Сангрунтау (см. табл. 2, 3). В дальнейшем, получены многочисленные анализы содержания металлов в

горючих сланцах для месторождения Сангрунтау разными методами в различных лабораториях.

Современные теории генезиса горючих сланцев основаны на представлениях о непосредственном участии организмов бентоса и планктона в образовании илов и накоплении V, U, Mo и др. в процессе формирования битуминозных пород. Существуют и иные мнения, что V, U, Mo и др. концентрируются из морской воды, илами, глинистым грунтом в результате адсорбции. Так, Krauskopf K. (1955, 1959) [3, 4], Страхов (1962) [5] и др., придают большое значение процессам адсорбции металлов органическим веществом, глинами, апатитом, гидроокислами железа и др. (Исоков М.У. и др., 2013) [6].

Учитывая, что горючие сланцы содержат значительное количество углеродного сырья (от 15 до 45%), отдельные авторы (Бызов В.К. и Тен В.Н., 2006 [7], Евдокимов Л.А. и др., 2007 [8]), предлагают применение для разработки горючих сланцев два известных способа скважинной разработки полезных ископаемых: подземная газификация угля и подземное выщелачивание металлов. Они утверждают, что в результате подземной газификации горючих сланцев получают конденсат, из которого можно выделить жидкий продукт-смолу и энергетический газ. Смолу и газ рассматривают, как химическое вещество, требующее дальнейшей переработки с получением синтеза продуктов: бензина, масла, смолы, энергетического газа, а также получение металлов (As, Bi, Co, Ga, Ge, Se, Sb, Te, Zn, Pb) путем извлечения из жидкой фракции (конденсат газа). В процессе выжигания углеродной массы в горючих сланцах при температуре свыше 800°C металлы переходят в газ, большинство из них конденсируется при температуре ниже 200°C. Применение технологии подземной газификации горючих сланцев с последующим использованием способа подземного выщелачивания имеет ряд недостатков: низкий коэффициент полноты вовлечения горючих сланцев в процесс

термической обработки; высокие удельные затраты на единицу продуктов газификации; малая продолжительность технологического процесса газификации по газогенератору; высокая энерго- и металлоемкость производства и др. (Раимжанов и Якубов, 2009) [2].

Альтернативой к выше приведенной технологии является технология подземного сжигания горючих сланцев, которая позволяет подготовить участок месторождения к последующей стадии подземному выщелачиванию металлов. Технология подземного сжигания горючих сланцев может быть направлена, прежде всего, на создание условий эффективного выщелачивания металлов, содержащихся в сланцевом массиве, путем многократного повышения проницаемости и обогащения полезных компонентов (металлов), а также на производство экологически чистого газообразного энергоносителя, используемого для получения горячей воды, пара, электрической энергии и холода. При этой технологии необходимо создать первоначальный доступ к сжигаемым запасам горючих сланцев путем бурения сетки скважин соответствующего диаметра. Эти скважины затем будут использованы для подземного выщелачивания урана, металлов платиновой группы и редкоземельных элементов, что снизит эксплуатационные затраты на подготовку месторождения для подземного выщелачивания. Предлагаемая технология позволяет: - обеспечить полноту подготовки минеральной части горючих сланцев, оставшихся в недрах после их сжигания, к последующему подземному выщелачиванию; - увеличить коэффициент извлечения энергии горючих сланцев; - обеспечить равномерную проницаемость массива и, соответственно, концентрацию минеральных составляющих с металлами (Раимжанов и Якубов, 2009) [2].

В результате минералого-геохимических исследований установлено, что по рудоносности палеогеновые горючие сланцы месторождений Сангрунтау и Байсун существенно отличаются от других мировых

аналогов по содержанию Mo, V, U, Re, Bi, Sb, Cd, Ni, Se, Fe, Tl, Au, Ag, Cu, Zn, Pb, Pd, Pt, Hg и редкоземельных элементов. Комплексная разработка месторождений металлоносных горючих сланцев Республики Узбекистан представляет несомненный интерес для расширения топливно-энергетического баланса и сырьевой базы радиоактивных и редкоземельных металлов.

Список литературы

1. Прохоренко Г.А., Лузановский А.Г., Артемова Н.М. Металлоносные горючие сланцы Республики Узбекистан. // Ташкент. Фан. 1999.
2. Раимжанов Б.Р., Якубов С.И. Комплексная разработка металлоносных горючих сланцев с целью получения энергоносителей и металлов. // Научно-технический журнал «Горный информационно-аналитический бюллетень». №6. 2009. С. 286-289.
3. Krauskopf K. Sedimentary deposits of rare metals. // Econ. Geol. 50th Anniversary. 1955. Vol. 1. 411 p.
4. Краускопф К. Осадочные месторождения редких металлов. // Проблемы рудных месторождений. // Москва. Иностранная литература. 1959. С.375-478.
5. Страхов Н.М. Основные теории литогенеза. // Москва. Изд-во АН СССР. 1962. 212 С.
6. Исоков М.У., Туресебеков А.Х., Борминский С.И., Василевский Б.Б., Шарипов Х.Т., Дерюгин Е.К. Геохимия и минералогия горючих сланцев Узбекистана. // Отв. ред. Б.А. Исаходжаев. Ташкент. ГП «НИИМР». 2013. 78 С.
7. Бызеев В.К., Тен В.Н. Теоретические основы комплексной скважинной разработки горючих сланцев с получением энергоносителей и металлов. // Ташкент. Журнал «Горный вестник Узбекистана». 2006. №1.
8. Евдокимов Л.А., Кудинов А.А., Васильев П.А. Металлоносные горючие сланцы - источник расширения топливно-энергетического баланса и сырьевой базы радиоактивных и редкоземельных металлов. // Ташкент. Журнал «Горный вестник Узбекистана». 2007. №1.

References

1. Prokhorenko G.A., Luzanovsky A.G., Artemova N.M. *Metallonosnye goryuchie slantsy Respubliki Uzbekistan* [Metal-bearing oil shales of the Republic of Uzbekistan]. Tashkent: Fun Publ., 1999.
2. Raimzhanov B.R., Yakubov S.I. *Kompleksnaya razrabotka metallonosnykh goryuchikh slantsev s tsel'yu polucheniya energonositeley i metallov*. [Comprehensive development of metal-bearing oil shales for production of energy sources and metals]. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*, 2009, No. 6, pp. 286-289.

3. Krauskopf K. Sedimentary deposits of rare metals. // Econ. Geol. 50th Anniversary. 1955, Vol. 1, p.411
4. Krauskopf K. *Osadochnye mestorozhdeniya redkikh metallov* [Sedimentary deposits of rare metals.]. Challenges of ore fields. Moscow, *Innostrannaya literatura*, 1959. pp.375-478.
5. Strakhov N.M. *Osnovnye teorii litogeneza* [Main theories of lithogenesis]. Moscow: AN SSSR Publ., 1962, 212 p.
6. Isokov M.U., Turesebekov A.Kh., Borminsky S.I., Vasilevsky B.B., Sharipov Kh.T., Deryugin E.K. *Geokhimiya i mineralogiya goryuchikh slantsev Uzbekistana* [Geochemistry and mineralogy of oil shales in Uzbekistan]. Tashkent: NIIMR Publ., 2013, 78 p.
7. Byzeev V.K., Ten V.N. *Teoreticheskie osnovy kompleksnoy skvazhinnoy razrabotki goryuchikh slantsev s polucheniem energonositeley i metallov* [Theoretical background of comprehensive borehole mining of oil shales to obtain energy sources and metals]. Tashkent, *Gornyy vestnik Uzbekistana*, 2006, No.1.
8. Yevdokimova L.A., Kudinov A.A., Vasilev P.A. *Metallonosnye goryuchie slantsy - istochnik rasshireniya toplivno-energeticheskogo balansa i syr'evoy bazy radioaktivnykh i redkozemel'nykh metallov* [Metal-bearing oil shales – a source for expansion of fuel and energy balance and radioactive and rare-earth metal stocks]. Tashkent, *Gornyy vestnik Uzbekistana*, 2007, No. 1.

Сведения об авторах

Турсебеков Арнай Халилович, кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией «Геотехнология» института геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева Госкомгеологии РУз. г. Ташкент, Республика Узбекистан
E-mail: nosirsh@gmail.com

Шукуров Носир Эгамович, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории «Геотехнология» института геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева Госкомгеологии РУз, г. Ташкент, Республика Узбекистан
E-mail: nosirsh@gmail.com

Зунунов Абдуали Чуянович, младший научный сотрудник лаборатории «Геотехнология» института геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева Госкомгеологии РУз. г. Ташкент, Республика Узбекистан
E-mail: nosirsh@gmail.com

Умаров Шахзод Акбарович, Ученый секретарь, кандидат технических наук института геологии и разведки нефтяных и газовых месторождений (АО «ИГИРНИГМ») АО «Узбекнефтегаз». г. Ташкент, Республика Узбекистан
E-mail: ss@ing.uz, shakhumarov@gmail.com

Authors

Tursebekov A.Kh., PhD, Head of Geotechnology Laboratory, Institute of Geology and Geophysics – State Committee of the Republic of Uzbekistan on Geology and Mineral Resources, Tashkent, Republic of Uzbekistan
E-mail: nosirsh@gmail.com

Shukurov N.E., PhD, Senior Research Associate, Geotechnology Laboratory, Institute of Geology and Geophysics – State Committee of the Republic of Uzbekistan on Geology and Mineral Resources, Tashkent, Republic of Uzbekistan
E-mail: nosirsh@gmail.com

Zununov A.Ch., Junior Research Associate, Geotechnology Laboratory, Institute of Geology and Geophysics – State Committee of the Republic of Uzbekistan on Geology and Mineral Resources, Tashkent, Republic of Uzbekistan
E-mail: nosirsh@gmail.com

Umarov Sh.A., PhD, Academic Secretary, Institute of Geology and Exploration of Oil and Gas Fields AO UZBEKNEFTEGAZ, Tashkent, Republic of Uzbekistan
E-mail: ss@ing.uz, shakhumarov@gmail.com

Умаров Шахзод Акбарович
100059, Республика Узбекистан, г.Ташкент
Яккасарайский район, ул. Шота Руставели, 114
Тел.: +998 71 250 92 14
E-mail: ss@ing.uz, shakhumarov@gmail.com