

¹Е.Н. Панова, ¹Е.А. Аубакиров*, ²Л.С. Ибраева

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

²Государственный университет им. Шакарима, Семей, Казахстан

*e-mail: miral.64@mail.ru

КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БУРОВОГО ШЛАМА ОДНОГО ИЗ ПРЕДПРИЯТИЙ АО «НАК «КАЗАТОМПРОМ»

Аннотация. Республика Казахстан занимает первое место в мире по добыче природного урана методом подземного скважинного выщелачивания. При бурении и сооружении технологических скважин происходит образование бурового шлама, который является основным отходом производства уранодобывающих предприятий. Вопросы утилизации бурового шлама, его вторичной переработки и возможного использования в различных отраслях народного хозяйства являются актуальными для горнодобывающей и нефтедобывающей отраслей. Проведено комплексное исследование проб почвы и буровых шламов нескольких уранодобывающих предприятий АО «НАК «Казатомпром». Результаты радиологического исследования проб бурового шлама позволяют отнести их к материалам, которые можно использовать при дорожном строительстве. Почва и буровые шламы имеют близкий компонентный состав, содержание токсичных металлов в них весьма незначительно. Определение класса опасности бурового шлама расчетным методом проведено с использованием данных химического и минералогического анализа в связи с тем, что основные компоненты бурового шлама представлены в его составе в связанном виде, в виде природных минералов. Рассчитанный суммарный показатель опасности позволяет отнести исследованные образцы бурового шлама к 4 и 5 классу опасности согласно ГОСТ 30774-2001. Результаты токсикологического эксперимента на теплокровных животных подтверждают данные расчетного метода. Параметр DL50 оказался выше 5000 мг/кг, что относит все пробы почвы и бурового шлама к 4 классу опасности согласно ГОСТ 12.1.007-76. Перспективным методом утилизации буровых шламов является использование их в качестве вторичного сырья для изготовления строительных материалов, грунтовых смесей, материалов для отсыпки дорог, что позволит снизить объемы природных ресурсов, применяемых в строительстве. Считаем целесообразным проведение дальнейших исследований буровых шламов, направленных на изыскание путей их утилизации.

Ключевые слова: буровой шлам, почва, радионуклиды, химический состав, минералогический состав, токсичность, класс опасности, уровень опасности.

Введение. Республика Казахстан занимает первое место в мире по добыче природного урана методом подземного скважинного выщелачивания. Добыча урана осуществляется через систему закачных и откачных скважин глубиной от 300 до 700 м, через которые подается выщелачивающий раствор и извлекается продуктивный раствор, содержащий уран. При бурении и сооружении технологических скважин происходит образование бурового шлама, который является основным отходом производства уранодобывающих предприятий. Вопросы утилизации бурового шлама, его вторичной переработки и возможного использования в различных отраслях народного хозяйства являются актуальными для горнодобывающей и нефтедобывающей отраслей [1-3].

В своем составе буровой шлам может содержать различные загрязнители минеральной и органической природы, представленные материалами и химическими реагентами, которые используют для приготовления буровых растворов, а также тяжелыми металлами [4-6].

Цель исследования – определение уровня опасности бурового шлама, образующегося при сооружении технологических скважин на урановых месторождениях, и формирование подходов к вариантам его возможного дальнейшего использования.

В качестве объекта исследования рассматривался буровой шлам, пробы которого были

отобраны по методу «конверта» из шламонакопителей на пяти уранодобывающих предприятиях АО «НАК «Казатомпром». Для сравнения были отобраны образцы чистой почвы с территории, не затронутой хозяйственной деятельностью, в районе расположения предприятий.

Экспериментальная часть. Радиологические исследования были проведены в Центре комплексных экологических исследований РГП на ПХВ «Институт ядерной физики». Анализ проб бурового шлама на определение суммарной удельной альфа-активности проведен с помощью радиометра для измерения малых активностей УМФ-2000. Измерения выполнены в соответствии с Методикой измерений суммарной альфа- и бета-активности водных проб (зарегистрирована в реестре ГСИ РК № KZ.07.00.01995-2014).

Гамма-спектрометрический анализ проведен на полупроводниковом спектрометре гамма-излучения с германиевым детектором BE-3830 и цифровым анализатором DSA-1000, производства «Canberra Industries. Измерения радионуклидов выполнены в соответствии с Методикой «Активность радионуклидов в счетных образцах» (зарегистрирована в реестре ГСИ РК № KZ.07.00.03126-2015).

Элементный состав был определен методом РФА на лабораторном энергодисперсионном приборе РЛП-21, предназначенном для проведения анализа порошковых проб минерального сырья. Содержание подвижных форм определено с использованием таких методов как атомно-эмиссионный спектральный анализ, комплексометрия, весовой и спектрофотометрический анализ.

Исследования минералогического состава проведены методом рентгеновской дифрактометрии на автоматизированном дифрактометре ДРОН-3. Условия съемки дифрактограмм: $U=35$ кВ; $I=20$ мА; съемка $\theta-2\theta$; детектор 2 град/мин. Интерпретация дифрактограмм проводилась с использованием данных картотеки ICDD: база порошковых дифрактометрических данных PDF2 (Powder Diffraction File) и дифрактограмм чистых от примесей минералов. Для основных фаз проводился расчет их ориентировочного содержания.

Токсикологический эксперимент по определению острой токсичности буровых шламов на теплокровных животных был проведен в аккредитованной лаборатории токсикологии полимеров и других химических веществ РГП на ПХВ «Научно-практический центр санитарно-эпидемиологической экспертизы и мониторинга». По результатам проведенных исследований определены среднесмертельные дозы (DL50) буровых шламов на белых мышах при введении отхода в желудок. Величина DL50 является основным критерием токсичности и опасности промышленных отходов, химических и биологических веществ. Опыты по определению DL50 проведены в соответствии с Методическими рекомендациями для предварительной оценки токсичности химических веществ ускоренным методом, утвержденными приказом Главного государственного санитарного врача РК от 19.08.97 г. № 7.05.005.97

Оценка токсичности буровых шламов проведена также, исходя из их потенциальной опасности для гидробионтов. При проведении данных исследований в качестве тест-объекта использовалась водная лабораторная культура *Daphnia magna* в возрасте до 1 суток. Исследования проводили в соответствии с СТ РК 17.1.4.01-95 Охрана природы. Гидросфера. Метод определения острой токсичности воды на дафниях.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты определения суммарной альфа- и бета-активности и гамма-спектрометрического анализа чистой почвы (фон) и пяти проб бурового шлама, отобранных на разных уранодобывающих предприятиях АО «НАК «Казатомпром», приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Значения суммарной альфа- и бета-активности чистой почвы и бурового шлама

Проба	Альфа-активность, Бк/кг	Бета-активность, Бк/кг
Почва (фон)	550	1827
БШ 1	3186	1864
БШ 2	3041	1060
БШ 3	2462	1143
БШ 4	7194	3113
БШ 5	1016	941

Таблица 2. Результаты гамма-спектрометрического анализа чистой почвы и бурового шлама

Проба	Ra-226, Бк/кг	Th-232, Бк/кг	K-40, Бк/кг
Почва (фон)	25,7	26,1	761,3
БШ 1	160,6	48,2	703,6
БШ 2	117,7	34,4	722,7
БШ 3	172,9	40,6	645,3
БШ 4	583,1	35,6	745,3
БШ 5	34,2	31,6	509,4

По удельной активности радионуклидов была рассчитана эффективная удельная активность $A_{эфф}$ (Бк/кг) по формуле:

$$A_{эфф} = A_{Ra} + 1,3A_{Th} + 0,09A_K$$

где A_{Ra} и A_{Th} – удельные активности ^{226}Ra и ^{232}Th , находящихся в радиоактивном равновесии с остальными членами уранового и ториевого рядов, A_K – удельная активность ^{40}K .

Результаты расчета приведены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты расчета эффективной удельной активности чистой почвы и бурового шлама

Проба	$A_{эфф}$, Бк/кг
Почва (фон)	128,1
БШ 1	286,5
БШ 2	226,4
БШ 3	283,8
БШ 4	696,5
БШ 5	121,1

Согласно Экологическому кодексу Республики Казахстан к радиоактивным отходам относятся радионуклидные источники с альфа-излучением более 10 000 Бк/кг, для источников бета-излучения – больше 100 000 Бк/кг. Результаты исследований показали, что среднее значение удельной альфа-активности проб буровых шламов составило порядка 3400 Бк/кг, что позволяет отнести их к нерадиоактивным отходам.

В соответствии с требованиями, изложенными в Гигиенических нормативах «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности», для материалов, используемых в строящихся и реконструируемых жилых и общественных

• **Химико-металлургические науки**

зданиях (I класс), $A_{эфф}$ должно быть ≤ 370 Бк/кг; для материалов, используемых в дорожном строительстве в пределах территории населенных пунктов и зон перспективной застройки (II класс), $A_{эфф} \leq 740$ Бк/кг; для материалов, используемых в дорожном строительстве вне населенных пунктов (III класс), $A_{эфф} \leq 1500$ Бк/кг. Таким образом, по результатам радиологических исследований буровые шламы можно отнести к материалам, применимым для дорожного строительства.

Минералогический анализ показал, что основными компонентами буровых шламов является диоксид кремния, монтмориллонит, гипс, альбит, каолинит, калиевый полевой шпат, кальцит, слюда и доломит, относящиеся к малотоксичным соединениям. Качественный состав почвы отличается от состава буровых шламов, в основном, за счет минералов глинистой природы, присутствующих в составе бурового раствора. В таблице 4 представлены результаты минералогического анализа пробы БШ 1 и чистой почвы.

Таблица 4. Результаты минералогического анализа чистой почвы и бурового шлама

Минерал, формула	Содержание, в %	
	БШ 1	Почва (фон)
Кварц SiO_2	~ 34	~ 58
Монтмориллонит (Na,Ca) _{0.3} (Al,Mg) ₂ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂ ·nH ₂ O	~ 22	-
Гипс $Ca(SO_4)(H_2O)_2$	~ 9	-
Каолинит $2[Al_2Si_2O_5(OH)_4]$	~ 8	-
Альбит $NaAlSi_3O_8$	~ 5	~ 10
Кальцит $CaCO_3$	~ 5	~ 21
Слюда $2[K_2Al_4(Si_6Al_2O_{20})(OH, F)_4]$	~ 5	~ 2
Доломит $CaMg(CO_3)_2$	~ 5	~ 3
Калиевый полевой шпат $KAlSi_3O_8$	~ 4	~ 4
Хлорит $(Mg_5Al)(Si_3Al)O_{10}(OH)_8$	~ 3	~ 2

В таблицах 5 и 6 представлены результаты определения валового содержания и подвижных форм химических элементов в пробах чистой почвы и бурового шлама

Таблица 5. Валовое содержание вредных примесей в чистой почве и буровых шламах

Элемент	Содержание, мг/кг					
	Почва (фон)	БШ 1	БШ 2	БШ 3	БШ 4	БШ 5
Cd	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Zn	20	30	20	150	30	20
Cu	300	20	20	30	20	20
Pb	100	20	30	70	25	25
Ni	30	50	50	30	50	50
Mn	150	500	500	1000	500	500
Cr	50	70	50	50	70	50
Co	7	10	10	7	10	10
Sn	2	3	3	2	3	3
Mo	1,5	10	5	5	10	10
As	<10	<10	<10	<10	<10	<10

Таблица 6. Содержание подвижных форм вредных примесей в чистой почве и буровых шламах

Элемент	Содержание, мг/кг					
	Почва (фон)	БШ 1	БШ 2	БШ 3	БШ 4	БШ 5
Cu	0,4	0,2	2,3	1	0,2	1,5
Hg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Sb	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Mn	30	20	30	10	10	30
Pb	0,6	0,4	0,2	2	0,2	0,7
As	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Cr	0,6	0,4	1	0,15	0,15	0,3
Ni	0,6	0,4	0,3	0,2	0,4	0,7
V	0,4	0,3	0,3	0,07	0,08	0,07
Zn	0,5	<0,5	0,7	<0,5	<0,5	0,7
Co	0,15	0,4	0,07	0,1	0,1	0,15
Cd	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sn	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	0,015	0,01

Таблица 7. Расчет показателя опасности пробы бурового шлама БШ 1

Компоненты отхода	C_i , мг/кг	Относительный параметр, X_i	Унифицированный параметр, Z_i	Стандартизированный норматив, W_i	Показатель опасности K_i
SiO ₂	340000	3,50	4,34	25800	1,784
Монтмориллонит	220000	3,71	4,62	79500	1,155
Гипс	90000	3,33	4,11	13200	0,472
Альбит	50000	3,91	4,88	371535	0,574
Каолинит	80000	3,91	4,88	371535	0,420
Калиевый полевоый шпат	40000	3,91	4,88	371535	0,210
Кальцит	50000	3,22	3,96	9150	0,262
Слюда	50000	3,92	4,9	398107	0,262
Доломит	50000	3,91	4,88	371535	0,574
Хлорит	30000	3,71	4,61	74000	0,344
Cu подв. форма	0,2	2,30	2,85	710	0,000
Hg подв. форма	<0,5	1,37	1,49	21,5	0,000
Mo вал.сод	10	2,5	3,0	1000	0,001
Mn вал.сод.	500	2,80	3,40	2500	0,200
Pb вал.сод.	20	2,27	2,69	386	0,077
As вал.сод.	<10	2,0	2,34	219	0,045
Cr подв.форма	0,4	2,60	3,13	1292	0,000
Ni подв.форма	0,4	1,90	2,20	158	0,000
Zn подв.форма	<0,5	2,33	2,77	599	0,000
Co подв.форма	0,4	2,90	3,53	3400	0,000
Cd	<0,05	2,22	2,63	423	0,000
Sn	<0,007	1,69	1,92	63	0,000
Суммарный показатель опасности $K_s = (\sum K_i)$					6,380
Класс опасности (согласно ГОСТ 30774)					5

Результаты химического анализа показали, что исследованные буровые шламы и чистая почва имеют близкий качественный элементный состав, отличие состоит в содержании некоторых элементов. Содержание токсичных элементов и тяжелых металлов в буровых шламах и почве не превышает ПДК. В частности, содержание подвижных форм таких высокотоксичных элементов как кадмий, цинк, свинец, хром, никель, кобальт, молибден, мышьяк в буровом шламе и почве составляет десятые и сотые доли процента. Показатель pH водной вытяжки исследуемых проб соответствует нейтральной среде.

Проведенные анализы дают полную картину состава бурового шлама, что является основой для получения объективных результатов при расчете показателя опасности бурового шлама K_s по токсико-гигиеническим параметрам его компонентов.

Для каждого компонента буровых шламов и почвы был проведен литературный поиск данных токсико-гигиенических параметров и расчет параметров, необходимых для вычисления показателя опасности K_s и определения класса опасности, с учетом требований ГОСТ 30774-2001 «Межгосударственный стандарт. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Паспорт опасности отходов. Основные требования».

В качестве примера в таблице 7 представлены результаты расчета показателя опасности для пробы БШ 1.

Для проб БШ 2, БШ 4, БШ 5 получены значения суммарного показателя опасности K_s менее 10, класс опасности 5, неопасный уровень. Для пробы БШ 3 значение K_s составило 18,746, что соответствует классу опасности 4 согласно ГОСТ 30774-2001.

Для подтверждения, установленного расчетным методом неопасного уровня буровых шламов необходимо провести токсикологические исследования. При проведении острого токсикологического эксперимента в качестве первоначальной дозы была взята доза 5000 мг/кг, которая в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности является границей между классом умеренно и мало опасных веществ. В ходе эксперимента оценивалось общее состояние животных по выраженности клинических симптомов, поведению и гибели животных в течение 7 дней наблюдения. Гибели животных во всех подопытных группах непосредственно после затравки и в течение 7 дней наблюдения не отмечалось. По результатам проведенных исследований параметр DL50 оказался выше 5000 мг/кг, что относит все представленные пробы бурового шлама к четвертому классу опасности согласно ГОСТ 12.1.007-76. Полученные результаты свидетельствуют о незначительном переходе токсичных веществ, содержащихся в буровых шламах, в контактную воду, что и определило относительно низкую токсичность исследованных проб бурового шлама.

Оценка токсичности проб бурового шлама проводилась по ГОСТ 12.1.007-76, в котором предусмотрены только 4 класса опасности (чрезвычайно опасные, высоко опасные умеренно опасные и малоопасные). В связи с наличием в ГОСТ 30774-2001 пяти классов опасности, при окончательном решении вопроса о токсичности и опасности бурового шлама следует принимать во внимание этот фактор и руководствоваться результатами химического, радиологического анализов, исследованиями на гидробионтах и токсико-экологическими параметрами компонентов бурового шлама.

Результаты исследований, проведенных на дафниях, показали, что буровой шлам следует отнести к 3 (среднему) классу опасности. Большое расхождение в результатах, полученных в эксперименте на лабораторных животных (4 класс, малоопасный) и на дафниях, свидетельствует о несопоставимости этих двух методов и необходимости выбора между полученными результатами при комплексной оценке класса опасности буровых шламов.

В научной литературе [7] представлены данные об отсутствии корреляционной зависимости между результатами, полученными методом биотестирования, и величинами ПДК химических веществ в объектах окружающей среды. Значения ПДК разрабатываются с

учетом всех параметров острой, подострой и хронической токсичности вещества (кумулятивных, кожно-резорбтивных, алергизирующих, мутагенных, эмбриотоксических, гонадотоксических) и других отдаленных последствий действия вещества. С учетом того факта, что степень опасности того или иного объекта определяется преимущественно путем сравнения полученных значений с величинами ПДК, разработанными на лабораторных животных, объективность результатов биотестирования на гидробионтах становится сомнительной. В связи с этим, считаем, что более обосновано проводить оценку опасности буровых шламов по показателям, полученным в эксперименте на лабораторных животных, без учета биотестирования на гидробионтах.

Следует отметить, что буровые шламы, образующихся при разработке месторождений урана, на сегодняшний день не находят способов их повторного использования из-за отсутствия технологических решений. Перспективным геоэкологическим методом утилизации буровых шламов, основную массу которых составляют породообразующие компоненты, является использование их в качестве вторичного сырья для изготовления строительных материалов, грунтовых смесей, материалов для отсыпки дорог и буровых площадок, что позволит снизить объемы природных ресурсов, применяемых в строительстве. При этом для использования бурового шлама в качестве строительных материалов должны быть соблюдены требования по обеспечению экологической безопасности и качеству строительной продукции.

Вместе с тем, большое разнообразие состава и свойств буровых шламов, недостаточная изученность их физико-химических характеристик, оценки воздействия на окружающую среду, не позволили в настоящее время этим направлениям утилизации получить широкое распространение в промышленности.

Проведенные исследования буровых шламов показали, что они относятся к отходам 4 и 5 классов опасности. Следовательно, их использование в строительстве может потребовать дополнительной обработки.

Составы буровых шламов не однородны по глино-гравийно-песчаному составу, в связи с чем при выполнении тех или иных строительных работ буровой шлам должен быть нормирован по своему составу и сертифицирован на соответствие санитарно-гигиеническим требованиям. Для того чтобы использовать отходы производства, в том числе буровые шламы, по любому назначению, прежде всего необходимо получить соответствующие разрешения от государственных органов в сфере экологии и защиты прав потребителей.

Как показывает практика, в исходном виде, без предварительной обработки, очистки или внесения каких-либо добавок, практически никакой отход использовать нельзя. При внесении каких-либо добавок исходный отход превращается в новый продукт.

Далее необходимо доказать, что полученный продукт (например – очищенный буровой шлам или продукт, полученный смешением бурового шлама с песком, гипсом, портландцементом и др.) на основе отхода (буровой шлам) безопасен, изучить его свойства, в том числе токсичность, получить разрешения государственных органов на его безопасное использование.

На следующем этапе необходимо разработать Стандарт, например, на очищенный буровой шлам и зарегистрировать его в Госстандарте РК. Только после этого будет получено право на использование отхода по тому назначению, которое будет прописано в стандарте.

В связи на последующих этапах исследования буровых шламов планируется проведение следующих работ:

- исследовать физические (гранулометрический состав, пористость, влажность, плотность, пластичность и др.) характеристики буровых шламов;
- выявить возможное воздействие на компоненты окружающей среды с получением на буровой шлам, как на строительный материал сертификата соответствия санитарно-гигиеническим требованиям;
- оценить возможность использования буровых шламов для получения грунтовых

смесей на основе сравнения их свойств с требованиями нормативно-технических документов (например, ГОСТ 25100 Грунты, ГОСТ 23558 Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства или другие стандарты в зависимости от области применения);

- разработать оптимальные составы, обеспечивающие получение на основе бурового шлама продукции, удовлетворяющей заданным характеристикам;

- исследовать свойства полученных составов (грунтовых смесей) и оценить их экологическую устойчивость по химическим, токсикологическим, физико-механическим характеристикам.

Выводы. Проведено комплексное исследование проб почвы и буровых шламов нескольких уранодобывающих предприятий АО «НАК «Казатомпром». Результаты радиологического исследования проб бурового шлама позволяют отнести их к материалам, которые можно использовать при дорожном строительстве. Показано, что почва и буровые шламы имеют близкий компонентный состав, содержание токсичных металлов в них весьма незначительно. Определение класса опасности бурового шлама расчетным методом было проведено с использованием данных химического и минералогического анализа в связи с тем, что основные компоненты бурового шлама представлены в его составе в связанном виде, в виде природных минералов. Рассчитанный суммарный показатель опасности K_s позволяет отнести исследованные образцы бурового шлама к 4 и 5 классу опасности согласно ГОСТ 30774-2001. Результаты токсикологического эксперимента на теплокровных животных подтверждают данные расчетного метода. Параметр DL50 оказался выше 5000 мг/кг, что относит все пробы почвы и бурового шлама к 4 классу опасности согласно ГОСТ 12.1.007-76.

Перспективным методом утилизации буровых шламов является использование их в качестве вторичного сырья для изготовления строительных материалов, грунтовых смесей, материалов для отсыпки дорог, что позволит снизить объемы природных ресурсов, применяемых в строительстве. Считаем целесообразным проведение дальнейших исследований буровых шламов, направленных на изыскание путей их утилизации.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Дубинецкий В.В., Гурьева В.А., Вдовин К.М. Буровой шлам в производстве изделий строительной керамики // Строительные материалы – 2015. – №4. – С.75-76.

[2] Ефремов В.И., Гамм А.А., Гамм Т.А. Технология утилизации выбуренной породы // Вестник ОГУ. – 2011. – №6 (125). – С. 181-184.

[3] Леонтьев С.В., Югов В.В. Перспективы использования буровых шламов в производстве строительных материалов // [Современные технологии в строительстве. Теория и практика.](#) – 2020. – Т.1. – С 294-298.

[4] Васильев А.В., Тупицына О.В. Экологическое воздействие буровых шламов и подходы к их переработке // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16. – № 5. – С.308-313.

[5] Пичугин Е.А. Оценка воздействия бурового шлама на окружающую природную среду // Молодой ученый. – 2013. – № 9. – С. 122-123.

[6] Климова А.А., Язиков Е.Г. Минералого-геохимическая специфика буровых шламов нефтегазоконденсатных месторождений на примере объектов Иркутской области // Вестник ЗабГУ. – 2020. – Т.26. – №2. – С.32-39.

[7] Хрипач Л.В., Ревазова Ю.А., Ходжанян А.Б. Оценка суммарной токсичности тяжелых металлов на основе люминесцентного бактериального теста//Гигиена и санитария. – 1998. – № 4. – С. 67-72.

REFERENCES

[1] Dubineckij V.V., Gur'eva V.A., Vdovin K.M. Burovoj shlam v proizvodstve izdelij stroitel'noj keramiki // Stroitel'nye materialy – 2015. – №4. – S.75-76.

[2] Efremov V.I., Gamm A.A., Gamm T.A. Tehnologija utilizacii vyburennoj porody // Vestnik OGU.

– 2011. – №6 (125). – S. 181-184.

[3] Leont'ev S.V., Jugov V.V. Perspektivy ispol'zovaniya burovyyh shlamov v proizvodstve stroitel'nyh materialov // Sovremennye tehnologii v stroitel'stve. Teorija i praktika. – 2020. – Т.1. – S 294-298.

[4] Vasil'ev A.V., Tupicyna O.V. Jekologicheskoe vozdejstvie burovyyh shlamov i podhody k ih pererabotke // Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. – 2014. – Т. 16. – № 5. – S.308-313.

[5] Pichugin E.A. Ocenka vozdejstvija burovogo shlama na okruzhajushhuyu prirodnuju sredu // Molodoj uchenyj. – 2013. – № 9. – S. 122-123.

[6] Klimova A.A., Jazikov E.G. Mineralogo-geohimicheskaja specifika burovyyh shlamov neftegazokondensatnyh mestorozhdenij na primere ob#ektov Irkutskoj oblasti // Vestnik ZabGU. – 2020. – Т.26. – №2. – S.32-39.

[7] Hripach L.V., Revazova Ju.A., Hodzhanjan A.B. Ocenka summarnoj toksichnosti tjazhelyh metallov na osnove luminescentnogo bakterial'nogo testa//Gigiena i sanitarija. – 1998. – № 4. – S. 67-72.

¹Е.Н. Панова, ¹Е.А. Аубакиров*, ²Л.С. Ибраева

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

²Шәкәрім атындағы мемлекеттік университеті, Семей, Қазақстан

*e-mail: miral.64@mail.ru

«ҚАЗАТОМӨНЕРКӘСІП» ҰАК» АҚ КӘСІПОРЫНДАРЫНЫҢ БІРІНІҢ БҰРҒЫЛАУ ШЛАМЫН КЕШЕНДІ ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Қазақстан Республикасы Жер асты ұңғымалық шаймалау әдісімен табиғи уранды өндіру бойынша әлемде бірінші орын алады. Технологиялық Ұңғымаларды бұрғылау және салу кезінде уран өндіретін кәсіпорындардың негізгі қалдықтары болып табылатын бұрғылау шламы пайда болады. Бұрғылау шламын кәдеге жарату, оны қайта өңдеу және халық шаруашылығының әртүрлі салаларында ықтимал пайдалану мәселелері тау-кен және мұнай өндіру салалары үшін өзекті болып табылады. Бұрғылау шламының сынамаларын радиологиялық зерттеу нәтижелері оларды жол құрылысында қолдануға болатын материалдарға жатқызуға мүмкіндік береді. Топырақ пен бұрғылау шламдары жақын компоненттік құрамға ие, олардағы улы металдардың мөлшері өте аз. Бұрғылау шламының қауіптілік сыныбын есептеу әдісімен анықтау химиялық және минералогиялық талдау деректерін пайдалана отырып жүргізілді, себебі бұрғылау шламының негізгі компоненттері оның құрамында байланысқан түрде, табиғи минералдар түрінде ұсынылды. Есептелген қауіптіліктің жиынтық көрсеткіші зерттелген бұрғылау шламының үлгілерін МЕМСТ 30774-2001 сәйкес қауіптіліктің 4 және 5-сыныбына жатқызуға мүмкіндік береді. Жылы қанды жануарларға токсикологиялық эксперименттің нәтижелері есептеу әдісінің деректерін растайды. D150 параметрі 5000 мг/кг-нан жоғары болды, бұл ГОСТ 12.1.007-76 сәйкес топырақ пен бұрғылау шламының барлық үлгілерін 4 қауіптілік класына жатқызады. Бұрғылау шламдарын кәдеге жаратудың перспективалы әдісі оларды құрылыс материалдарын, топырақ қоспаларын, жолдарды төгуге арналған материалдарды дайындау үшін қайталама шикізат ретінде пайдалану болып табылады, бұл құрылыста қолданылатын табиғи ресурстардың көлемін азайтуға мүмкіндік береді. Бұрғылау шламдарын кәдеге жарату жолдарын іздестіруге бағытталған одан әрі зерттеу жүргізу орынды деп санаймыз.

Түйінді сөздер: Бұрғылау шламы, топырақ, радионуклидтер, химиялық құрамы, минералогиялық құрамы, уыттылығы, қауіптілік сыныбы, қауіптілік деңгейі.

¹Y.N. Panova, ¹Y.A. Aubakirov*, ²L.S. Ibrayeva

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

²Shakarim State University, Semey, Kazakhstan

*e-mail: miral.64@mail.ru

COMPREHENSIVE RESEARCH OF DRILL SLUDGE ONE OF THE ENTERPRISES OF JSC «NAC «KAZATOMPROM»

Abstract. The Republic of Kazakhstan ranks first in the world in the extraction of natural uranium by underground borehole leaching. During drilling and construction of technological wells, drilling mud is

formed, which is the main waste product of uranium mining enterprises. The issues of utilization of drilling mud, its secondary processing and possible use in various sectors of the national economy are relevant for the mining and oil-producing industries. A comprehensive study of soil samples and drilling cuttings of several uranium mining enterprises of JSC "NAC "Kazatomprom" was carried out. The results of radiological studies of drilling mud samples allow us to refer them to materials that can be used in road construction. Soil and drill cuttings have a similar component composition, the content of toxic metals in them is very small. Determination of the hazard class of drilling mud by the calculation method was carried out using the data of chemical and mineralogical analysis due to the fact that the main components of drilling mud are presented in its composition in a bound form, in the form of natural minerals. The calculated total hazard index makes it possible to assign the studied samples of drilling mud to hazard class 4 and 5 according to GOST 30774-2001. The results of the toxicological experiment on warm-blooded animals confirm the data of the calculation method. The DL50 parameter was higher than 5000 mg / kg, which refers all samples of soil and drilling mud to hazard class 4 according to GOST 12.1.007-76. A promising method of utilization of drilling cuttings is to use them as secondary raw materials for the manufacture of building materials, soil mixtures, materials for filling roads, which will reduce the volume of natural resources used in construction. We consider it appropriate to conduct further studies of drilling cuttings aimed at finding ways to dispose of them.

Key words: Drilling mud, soil, radionuclides, chemical composition, mineralogical composition, toxicity, hazard class, hazard level.