



ЕРМАКОВСКИЕ ЧТЕНИЯ В НАБЕРЕЖНЫХ ЧЕЛНАХ

КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКАЯ
И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА РЕГИОНОВ:
ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

II МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИЯ

СБОРНИК ДОКЛАДОВ

НАБЕРЕЖНЫЕ ЧЕЛНЫ
25 СЕНТЯБРЯ 2020 г.



УДК 908(470)
ББК 26.89
Е72

*Печатается при поддержке Министерства культуры
Республики Татарстан, Администрации города Набережные Челны,
Набережночелнинского института (филиала) Казанского
(Приволжского) федерального университета, Набережночелнинского Русского
общества, Историко-краеведческого клуба «Нижняя Кама» имени В.В. Ермакова, Набе-
режночелнинского государственного
педагогического университета, Императорского Православного
Палестинского Общества*

Научные редакторы:

доктор экономических наук, профессор **А.Н. Макаров**;
кандидат экономических наук, доцент **Е.В.Максюткина**;
председатель историко-краеведческого клуба «Нижняя Кама»
им. В.В. Ермакова **А.Н. Рябов**

- Ермаковские чтения в набережных челнах. Культурно-
историческая и социально-экономическая динамика регионов.**
72 **Вызовы и возможности:** сб. докладов II Международной научно-
практической конференции (Набережные Челны, 25 сентября 2020 г.)
/ под ред. А.Н. Макарова, Е.В. Максюткиной, А.Н. Рябова. – Казань:
Изд-во Казан. ун-та, 2020 – 595 с.

Сборник включает в себя работы участников конференции, позволяющие нам соприкоснуться не только с глубочайшим, интереснейшим историко-культурным наследием нашего региона, но и рассмотреть аспекты его социально-экономического, социокультурного развития, аспекты правозащитной деятельности, математического моделирования и информационных технологий в экономике, природоохранных проблем Прикамского региона Республики Татарстан. Участниками конференции были ученые и специалисты вузов и научных центров России и зарубежных стран, учителя и краеведы, музейные работники, общественные деятели, а также представители общественности, студенты вузов и учащиеся школ и гимназий.

Материалы международной конференции представляют интерес для преподавателей, научных работников, студентов, интересующихся вопросами истории, культурного наследия, социально-экономического развития, правозащитной, природоохранной деятельности, информационных технологий региона.

УДК 908(470)
ББК 26.89

Скоблева А.И., Исавнин А.Г., Розенцвайг А.К. Статистический анализ динамики безработицы населения Российской Федерации с использованием временных рядов.....	513
Фаттахова Д.Р., Еремина И.И., Лысанов Д.М. Разработка интеллектуальной системы совершенствования работы бизнес-процесса «продвижение продукции» на предприятии ооо «брабан» с использованием visual studio.....	519
Филин И.О., Хайруллин А.Ф., Ишмурадова И.И. Методы проектирования информационных систем и программные продукты для моделирования информационных систем.....	527
СЕКЦИЯ 5. «ПРИРОДООХРАННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИКАМСКОГО РЕГИОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН».....	537
<i>Замилова А.М., Краснова О.В.</i> Трансфер элементов в подвижной форме в водную фазу из образцов солевых отложений внутренней пверхности труб горячего водоснабжения.....	537
Исина В.И., Харлямов Д.А. Исследование свойств и состава сточных вод хлебо-пекарного предприятия.....	542
Калимуллин Р.И., Маврин Г.В., Харлямов Д.А.. Эмиссия тяжелых металлов шлама шлифовального в водные среды.....	548
Смирнова Н.Н., Рахматуллина А.Р. Структура наследственных болезней, врождённых пороков и аномалий развития среди детей г. Набережные Челны.....	556
Хакимова Г.Р., Ахмадиев Г.М. Роль кафедры химии и экологии в подготовке кадров по техносферной безопасности для РТ.....	561
Харлямов Д.А., Фатихова А.А., Содержание тяжелых металлов в листьях яблони, произрастающей вдоль оживленной автомагистрали.....	566
Шарипов Н.С., Маврин Г.В., Харлямов Д.А. Особенности эмиссии тяжелых металлов твердого продукта пиролиза отработанных автомобильных шин в объекты окружающей среды.....	573
Щербинин Н.С., Маврин Г.В. Обессоливание твердых продуктов пиролиза иловых осадков сточных вод.....	583
Яровикова Д.А., Фазуллин Д.Д., Маврин Г.В. Очистка сож-содержащих сточных вод динамической мембраной ультрафильтрации.....	589

Калимуллин Р.И.,
магистрант,
Маврин Г.В.,
кандидат химических наук, доцент,
Харлямов Д.А.,
кандидат технических наук, доцент,
Набережночелнинский институт
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

ЭМИССИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ШЛАМА ШЛИФОВАЛЬНОГО В ВОДНЫЕ СРЕДЫ

Аннотация: отходы IV класса опасности шламы шлифовальные содержат тяжелые металлы в подвижной форме, что проявляется в трансфере ТМ в водную фазу. Особенно интенсивно эмиссия ТМ происходит в ацетатно-аммонийный буферный раствор, что в естественных условиях означает высокую вероятность загрязнения природных водных объектов до экстремально высокого уровня тяжелыми металлами при размещении шламов на необустроенных полигонах.

Ключевые слова: отходы, шлам шлифовальный, тяжелые металлы, водная вытяжка, ацетатно-аммонийная вытяжка, коэффициент концентрации, переработка, эмиссия.

В настоящее время на территории Российской Федерации функционируют различные производства, в которых образуется великое разнообразие производственных отходов. Большая часть таких отходов складывается и лишь небольшая часть перерабатывается. Складируемые отходы захламляют обширные территории и загрязняют окружающую среду, ухудшая места обитания человека, а также животного и растительного мира.

Так, шлифовальные шламы и отходы литейного производства машиностроительных предприятий Прикамского региона Республики Татарстан не имеют отработанной технологии их применения в качестве вторичных материальных ресурсов, хотя только шлифовальных шламов здесь образуется ежегодно более тысячи тонн.

Шлам шлифовальный можно разделить на составляющие ингредиенты, часть из которых обладает полезными свойствами. Экономическая целесообразность сепарации шламов шлифовального производ-

ства очевидна: тонна ультрадисперсного металла стоит от 60 до 250 тыс. руб., тонна абразива в пределах 12-33 тыс. руб. Таким образом, утилизация шлифовального шлама может быть для предприятия окупаемым мероприятием. С другой стороны, заслуживает внимания применение шлама в качестве добавки к строительным материалам без разделения на компоненты. Природоохранным обоснованием такого применения шлама могут быть результаты изучения эмиссии тяжелых металлов в воду и/или ацетатно-аммонийный буферный раствор.

Объектом исследования в настоящей работе являются шлам шлифовальный как потенциальная добавка к строительным материалам. Предмет исследования – эмиссия тяжелых металлов из шлама шлифовального в водную фазу, как в среду трансфера загрязняющих ингредиентов в объекты окружающей среды.

Показателем объемов эмиссии ТМ являются их массовая концентрация в соответствующих вытяжках шлама, которую в данной работе определяли методом атомно-эмиссионной спектроскопии на оптико-спектральном приборе с индуктивно-связанной плазмой Agilent 720 [1]. Водные и ацетатно-аммонийные вытяжки готовили встряхиванием с помощью перемешивающего устройства ЛАБ-ПУ-02 в течение 30 минут с суспензии, образованной 5 г шлама и 100 мл водной фазы.

В водных вытяжках определяли массовую концентрацию 25 металлов, среди которых часть – легкие металлы (Be, Mg, Ca, Ti), неметаллы и металлоиды (B, Si, Sb, Se, Sn) и тяжелые металлы, которых по перечню большинство. Все перечисленные элементы обозначили в данной работе как ТМ.

Эмиссии ТМ из шлама в воду (водная вытяжка – ВВ) и в ацетатно-аммонийную вытяжку (АА) отличаются как качественно, так и количественно (рис.1 и 2). Перечни пяти приоритетных ТМ по массовой концентрации для этих двух сред далеко не одинаковы. Так, в водную вытяжку из шлама преимущественно переходят Ca и B (почти 80% от всех ТМ), а в АА вытяжке более 80% приходится на d-элемент Fe.

Трансфер тяжелых металлов из ШШ в водную фазу количественно возрастает (суммарно почти в 800 раз), если вместо дистиллированной воды для встряхивания суспензии взять аммонийно-ацетатный (АА) буферный раствор (табл.1, столбец 4).

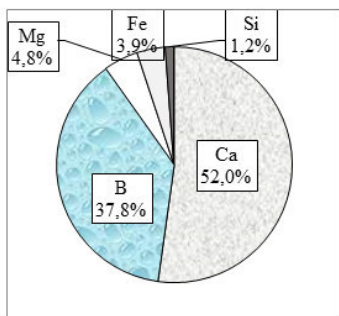


Рис. 1. Доля (в процентах) пяти

приоритетных элементов шлама от суммарной массовой концентрации в деионизированной воде загрязняющих веществ в пересчете на элементы

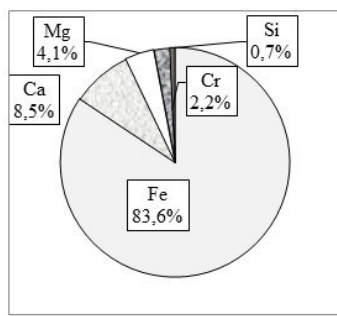


Рис. 2. Доля (в процентах) пяти

приоритетных элементов шлама от суммарной массовой концентрации в АА (буферном) растворе загрязняющих веществ в пересчете на элементы.

Так, величины $\Sigma^n C^3$ (сумма концентраций всех элементов), $\Sigma^k C^3$ (сумма концентраций элементов с превышением нижнего предела обнаружения НПО на ОСП-ИСП Agilent 720), $\Sigma^6 C^3$ (сумма концентраций шести приоритетных элементов, то есть с наибольшей массовой концентрацией ТМ в соответствующей вытяжке) увеличились с $4,0 \text{ мг/дм}^3$ в водной вытяжке до примерно 3100 мг/дм^3 в ацетатно-аммонийной вытяжке. Данное обстоятельство, вероятно, обуславливается комплексобразующими свойствами водного раствора ацетата аммония по отношению к соединениям, прежде всего тяжелых металлов [2], и отражается на рядах приоритетности и долей от массового вклада ТМ в минерализацию фильтратов суспензий порошка

Коэффициенты концентрации элементов (относительно предельно допустимой концентрации ТМ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [3] и воды водных объектов рыбохозяйственного значения [4] в водной $K_{\text{ПВ}}^{\text{ВВ}}$ и $K_{\text{РХ}}^{\text{ВВ}}$, соответственно) и ацетатно-аммонийной ($K_{\text{ПВ}}^{\text{АА}}$ и $K_{\text{РХ}}^{\text{АА}}$) вытяжках [5, с.100] шлама шлифовального, сумма коэффициентов концентрации всех элементов для водной вытяжки ($\Sigma^n K_{\text{ПВ}} = \Sigma^n K_{\text{ПВ}}^{\text{ВВ}}$, $\Sigma^n K_{\text{ПВ}}^{\text{АА}}$) и аммонийно-ацетатной вытяжки ($\Sigma^n K_{\text{РХ}} = \Sigma^n K_{\text{РХ}}^{\text{ВВ}}$, $\Sigma^n K_{\text{РХ}}^{\text{АА}}$), сумма коэффициентов концентрации элементов с содержанием больше НПО для водной ($\Sigma^k K_{\text{ПВ}} = \Sigma^k K_{\text{ПВ}}^{\text{ВВ}}$, $\Sigma^k K_{\text{ПВ}}^{\text{АА}}$) и аммонийно-ацетатной вытяжек ($\Sigma^k K_{\text{РХ}} = \Sigma^k K_{\text{РХ}}^{\text{ВВ}}$, $\Sigma^k K_{\text{РХ}}^{\text{АА}}$), сумма коэффициентов concentra-

ции шести приоритетных элементов для водной ($\Sigma^6 K_{\text{ПВ}} = \Sigma^6 K_{\text{ПВ}}^{\text{ВВ}}$, $\Sigma^6 K_{\text{ПВ}}^{\text{АА}}$) и аммонийно-ацетатной вытяжек ($\Sigma^6 K_{\text{РХ}} = \Sigma^6 K_{\text{РХ}}^{\text{ВВ}}$, $\Sigma^6 K_{\text{РХ}}^{\text{АА}}$).

Таблица 1

№ п.п.	ТМ	K _{ПВ} (ТМ)		K _{РХ} (ТМ)	
		водные вытяжки K _{ВВ/ПВ}	АА вытяжки K _{АА/ПВ}	водные вытяжки K _{ВВ/РХ}	АА вытяжки K _{АА/РХ}
1	2	3	4	5	6
Масса навески на объем вытяжки		5 г в 100 мл воды	5 г в 100 мл АА буфера	5 г в 100 мл воды	5 г в 100 мл АА буфера
1	Al	0,0088	19,1	0,044	95,7
2	Ba	< НПО ^{а)}	0,034	< НПО ^{а)}	0,13
3	Be	< НПО ^{а)}	< НПО ^{а)}	< НПО ^{а)}	< НПО ^{а)}
4	Cd	< НПО ^{а)}	33,7	< НПО ^{а)}	6,75
5	Co	< НПО ^{а)}	< НПО ^{а)}	< НПО ^{а)}	< НПО ^{а)}
6	Cr	< НПО ^{а)}	1382	< НПО ^{а)}	3454
7	Cu	< НПО ^{а)}	0,16	< НПО ^{а)}	150,5
8	Fe	0,518	8641	3,110	51846
9	Mn	0,056	1258	0,562	12576
10	Mo	< НПО ^{а)}	1,98	< НПО ^{а)}	490
11	Ni	< НПО ^{а)}	76,4	< НПО ^{а)}	764
12	Pb	< НПО ^{а)}	50,5	< НПО ^{а)}	84,1
13	Sb	< НПО ^{а)}	16,8	< НПО ^{а)}	168

Продолжение табл. 1

№ п.п.	ТМ	К _{ПВ} (ТМ)		К _{РХ} (ТМ)	
		водные вытяжки К _{ВВ/ПВ}	АА вытяжки К _{АА/ПВ}	водные вытяжки К _{ВВ/РХ}	АА вытяжки К _{АА/РХ}
1	2	3	4	5	6
14	Se	< НПО ^{а)}	7,3	< НПО ^{а)}	36,6
15	Si	0,0047	2,3	-	-
16	Sr	0,0022	0,16	0,038	2,83
17	Ti	< НПО ^{а)}	< НПО ^{а)}	< НПО ^{а)}	< НПО ^{а)}
18	V	< НПО ^{а)}	< НПО ^{а)}	< НПО ^{а)}	< НПО ^{а)}
19	Zn	0,0046	3,39	0,455	340
20	Ca	0,593	75,0	0,012	1,46
21	B	3,02	10,4	3,020	10,4
22	Mg	0,0038	0,07	0,005	0,071
23	Ag	< НПО ^{а)}	< НПО ^{а)}	-	-
24	Tl	< НПО ^{а)}	< НПО ^{а)}	-	-
25	As	< НПО ^{а)}	< НПО ^{а)}	< НПО ^{а)}	< НПО ^{а)}
$\Sigma^n K_{ПВ}$ или $\Sigma^n K_{РХ}$		4,8	11579	9,9	70027
$\Sigma^k K_{ПВ}$ или $\Sigma^k K_{РХ}$ (>НПО)		4,2	11578	7,2	70026
$\Sigma^6 K_{ПВ}$ или $\Sigma^6 K_{РХ}$		4,2	11483	7,2	69470

Примечание: а) меньше нижнего предела обнаружения на ОСП-ИСП Agilent 720 [1].

шлифовального шлама. По массовому количеству эмиссия железа в АА вытяжку более чем в пять раз превосходит трансфер из шлама всех других элементов. В АА вытяжке заметно проявились *d*-элементы Mn, Cr и Ni, из которых Cr и Ni и не обнаруживались в водной вытяжке методом атомно-эмиссионной спектроскопии.

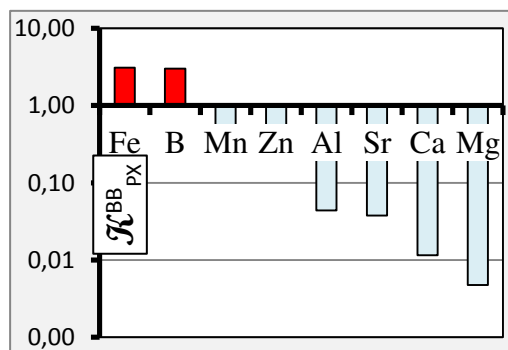


Рис. 3. Приоритетность по величине коэффициента концентрации (K^{BB}_{PX}) в водной вытяжке ШШ восьми элементов с наибольшим значением величины K^{BB}_{PX} .

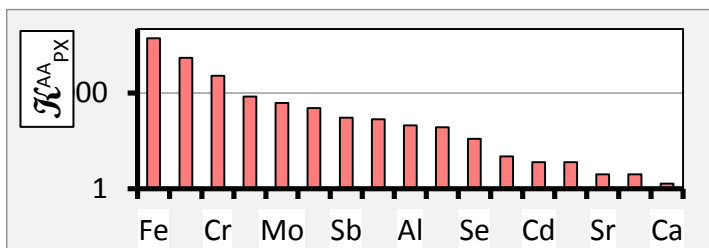


Рис. 4. Приоритетность по коэффициенту концентрации (K^{AA}_{PX}) в аммонийно-ацетатной вытяжке ШШ шестнадцати элементов с уменьшением значения величины K^{AA}_{PX} .

На рисунках 3 и 4 приведены диаграммы приоритетности ТМ по величине K_{PX} в ВВ и АА вытяжках. Если в водной вытяжке норматив ПДК_{рх} превышает всего для двух элементов – железа и бора, то для АА вытяжки – для 17 элементов. Причем для шести приоритетных элементов (Fe, Mn, Cr, Ni, Mo и Zn) ПДК_{рх} в сумме превышает почти в 70 тыс.раз (табл.1). Ацетатно-аммонийная вытяжка, таким образом, вследствие более значимой эмиссии ТМ значительно в большей степени загрязняется шламом шлифовальным. А это означает, что почвенные фильтрационные воды и поверхностные воды, содержащие

компоненты, способствующие комплексообразованию с участием ТМ шлама, могут вымывать из шлама шлифовального ингредиенты в количествах, обуславливающих высокий уровень загрязнения объектов окружающей среды.

Согласно рекомендациям «Р 52.24.756-2011» критерием экстремально высокого загрязнения водных объектов является превышение максимально разовой концентрации веществ 1-2 классов опасности в 5 и более раз, а для веществ 3-4 класса опасности в 50 и более раз [6, с.40]. Легко принять в соответствии с данными таблицы 1, что водный объект со свойствами подобными АА буферному раствору может в естественных условиях отвечать столь высокому уровню загрязнения шламом шлифовальным. Это означает, что шлам шлифовальный является значительно более опасным для окружающей среды отходом, чем это следует из его отнесения к мало опасным отходам (IV класса опасности) в соответствии с ФККО [7]. Отсюда следует крайняя нежелательность размещения шлама шлифовального на необустроенных полигонах, допускающих контакт ШШ с дождевыми и талыми водами и почвой.

Наилучшим вариантом решения проблемы загрязнения окружающей среды шламом шлифовальным является обезвреживание посредством извлечения приоритетных ТМ (например, встряхиванием в аммонийно-ацетатном буфере) с последующей утилизацией или переработкой, например в добавки к цементным строительным материалам.

Литература

1. Оптико-эмиссионные спектрометры Agilent 700: Руководство пользователя. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agilent.com/cs/library/usermanual/public/8510230100-Russian.pdf> (03.09.2020).
2. Медведев И.Ф., Деревягин С.С. Тяжелые металлы в экосистемах Саратов: «Ракурс», 2017. – 178с.
3. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного назначения: Федеральное агентство по рыболовству. [Электронный ресурс].

– Режим доступа: [http:// sztufar.ru/ files/ documents/ 10113.pdf](http://sztufar.ru/files/documents/10113.pdf) (04.09.2020).

4. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dioxin.ru/doc/gn2.1.5.1315-03.htm> (04.09.2020).

5. Шарипов Н.С., Харлямов Д.А. Эмиссия тяжелых металлов продукта переработки нефтесодержащего отхода в водную фазу//Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизации. – 2020. – №1(84). – С.98-110.

6. Рекомендации Р 52.24.756-2011. Критерии оценки опасности токсического загрязнения поверхностных вод суши при чрезвычайных ситуациях (в случае загрязнения). Ростов-на-Дону: Росгидромет, ГУ ГХИ, 2011.- С.37.

7. Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 №242 (с изменениями от 2 ноября 2018 года № 451): Федеральный классификационный каталог отходов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kod-fkko.ru/>(04.09.2020).

Kalimullin R.I.,

first year master's student,

Mavrin G.V.,

PhD in Technic, docent,

Harlyamov D.A.,

PhD in Chemistry, docent,

Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University

HEAVY METAL EMISSION OF GRINDING SLUDGE TO WATER MEDIA

Annotation: waste of hazard class IV grinding slurries contain heavy metals in a mobile form, which is manifested in the transfer of TM to the water phase. TM emissions are particularly intense in the ammonium-acetate buffer solution, which in natural conditions means a high probability of contamination of natural water bodies to an extremely high level by heavy metals when placing slurries on undeveloped landfills.