

УДК 691

Замилова А.М., магистрант 2-го года обучения, Набережночелнинский институт, ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

Маврин Г.В., кандидат химических наук, доцент, Набережночелнинский институт, ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

Харлямов Д.А., кандидат технических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

ОСОБЕННОСТИ ЭМИССИИ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ЭЛЕМЕНТОВ СОЛЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Аннотация: В этой статье рассматриваются особенности эмиссии подвижных форм элементов солевых отложений, строительных растворов и СР, содержащих СО. Изучены трансферы в водную среду как всех подвижных форм солевых отложений и ингредиентов основного материала, так и ряда тяжелых металлов. Показано, что добавление СО к СР не вызывает увеличения эмиссии подвижных форм основных компонентов композиционных смесей.

Ключевые слова: солевые отложения, минерализация, атомно-эмиссионная спектроскопия, загрязнение окружающей среды, отходы.

В настоящий момент мир сталкивается с серьёзными экологическими проблемами, связанными с образованием отходов и неадекватным сбором, транспортировкой, обработкой и уничтожением отходов [1]. Современные системы в большинстве стран мира не могут справиться с объёмами отходов, образующимися в результате антропогенной деятельности, и это сказывается на окружающей среде и общественном здоровье. Переработка и утилизация отходов позволяет экономить и сохранять природные ресурсы, материалы и энергию. Отходы имеют чрезвычайное разнообразие по свойствам и потенциалу для изготовления продукции с полезными свойствами. Примером такого отхода являются отслужившие трубы горячего водоснабжения с накопившимися солевыми отложениями (СО) на внутренней поверхности в результате длительной эксплуатации труб. Переплавка железных труб без удаления СО приводит к низкокачественному продукту. Отложения накипи существенно снижают пропускную способность трубы, теплопередающую способность теплообменников и, как

следствие, увеличивает энергозатраты системы в целом. Такие трубы следует своевременно выводить из эксплуатации по причине возрастающей техногенной и экологической опасности.

Объектом исследования являются солевые отложения труб горячего водоснабжения и цементные строительные материалы. Предметом исследования служат показатели минерализации, характеризующие динамику растворения подвижной формы в дистиллированную и водопроводную воду, а также эмиссия загрязняющих водные объекты элементов в подвижной форме.

Цель работы заключается в природоохранном обосновании возможности применения солевых отложений труб горячего водоснабжения в производстве цементных строительных материалов посредством изучения минерализации и атомно-эмиссионного анализа исследования эмиссии тяжелых металлов в водную фазу из солевых отложений и строительных растворов, изготовленных с добавлением солевых отложений.

За эмиссией электролитов наблюдали кондуктометрическим методом, измеряя удельную электропроводность декантата и рассчитывая относительную минерализацию водной фазы после каждого встряхивания (ступенчатая минерализация, Md). Md отражает ту концентрацию электролитов, что образовалась в результате эмиссии веществ из твердой в жидкую фазу при данном из пяти встряхиваний.

Извлечение солей можно характеризовать величиной ступенчатой деминерализации (Dm), которая означает количество удаляемых солей в миллиграммах, отнесенное к 1 и 5 г образцов солевых отложений (СО), строительных растворов (СР), и строительных растворов с добавлением солевых отложений (СРСО) и рассчитывается из минерализации декантата по формуле:

$$Dm(\text{мг/г}) = \frac{Md \cdot V}{m}, \quad (1)$$

где $V = 0,1 \text{ дм}^3$ - объем воды для суспензии в литрах, m - масса образцов в граммах.

Dm отражает содержание подвижных форм электролитов в твердых материалах, часть из которых представляют собою загрязняющие вещества.

Расчет деминерализации по нарастающей (Dm^\wedge), проводили сложением величины деминерализации по соответствующим стадиям по формуле:

$$Dm^\wedge(встр) = Dm^I + Dm^{(2-5)}, \quad (2)$$

где индексы «1, 2-5» отвечают стадиям встряхивания.

Результаты ступенчатой минерализации декантата СО, СР и СРСО в дистиллированной и водопроводной водах приведены в таблице 1.

Таблица 1

Ступенчатая минерализация суспензий СО, СР и СРСО при пятикратном встряхивании (массой 1 г и 5 г в 100 мл дистиллированной и водопроводной воды)

Суспензия ^{а)}	Минерализация декантата, Md (мг/л)				
	1 встр.	2 встр.	3 встр.	4 встр.	5 встр.
СОд, 1 г	35,2	16,7	16,4	11,8	10,3
СОд, 5 г	113,2	55,1	26,9	19,4	16,4
СОВ, 1г	15,9	5,9	5,6	4,1	1,9
СОВ, 5г	61,4	11,2	6,5	6,5	3,2
СРд, 1г	437	280,5	148,6	103,4	65,6
СРд, 5г	860	756	546	484	388
СРв, 1 г	52,7	-	-	-	-
СРв, 5 г	534	146	94	54	38
СРСОд, 1г	338	198,8	195,3	146,6	125,6
СРСОд, 5г	621	452	450	379	374
СРСОВ, 1 г	47,7	-	-	-	-
СРСОВ, 5 г	263	119	55	32	4

Примечание: а) – СОд - суспензия солевых отложений в дистиллированной воде; СОВ- суспензия солевых отложений в холодной водопроводной воде; СРд – строительный цементный раствор без добавления отхода в дистиллированной воде; СРСОд - строительный цементный раствор с добавлением солевых отложений в дистиллированной воде; СРв – строительный цементный раствор без добавления отхода в холодной водопроводной воде; СРСОВ - строительный цементный раствор с добавлением солевых отложений в холодной водопроводной воде.

По результатам анализа декантатов 1-ого встряхивания имеем следующие ряды исследуемых материалов в порядке увеличения минерализации декантатов (Md):

1) для суспензии 1 г в 100 мл: $CO_{\text{в}} < CO_{\text{д}} < CPO_{\text{в}} < CP_{\text{в}} < CPO_{\text{д}} < CP_{\text{д}}$

2) для суспензии 5 г в 100 мл: $CO_{\text{в}} < CO_{\text{д}} < CPO_{\text{в}} < CP_{\text{в}} < CPO_{\text{д}} < CP_{\text{д}}$

В целом, трансфер электролитов в водную среду наименьший для солевых отложений и наибольший для цементных строительных растворов без добавления солевых отложений. Таким образом, можно сделать однозначный вывод, что по совокупной минерализации водных объектов солевые отложения труб горячего водоснабжения делают цементные строительные материалы менее проблемными, чем материалы без добавления отходов. Конечно, остается вопрос с конкретными тяжелыми металлами, что требует дополнительных исследований.

Динамика минерализации водных вытяжек CO, CP и CPO для дистиллированной и водопроводной воды для суспензий с разным содержанием дисперсной фазы приведена на рисунке 1. Во всех случаях трансфер CO не заканчивается при 1-ом встряхивании и происходит при последующих встряхиваниях с определенным «затуханием».

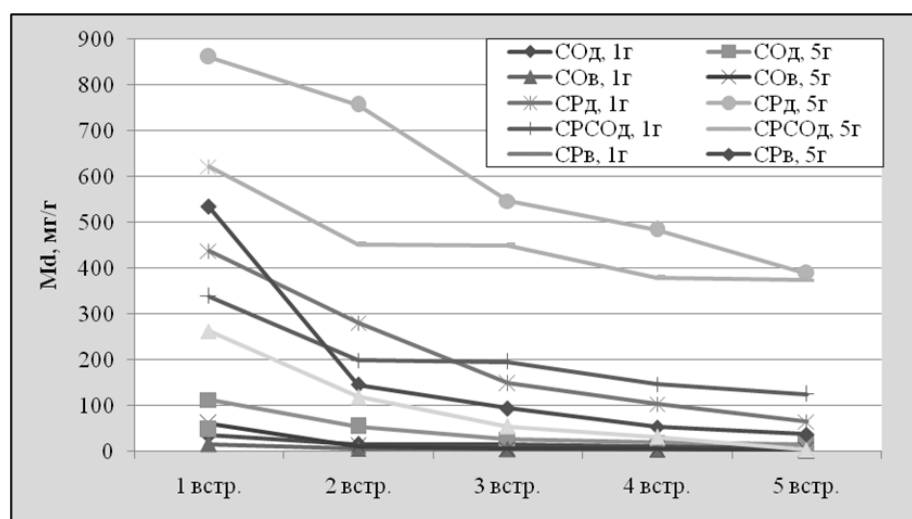


Рис. 1 Изменение ступенчатой минерализации декантата CO, CP и CPO (Md , мг/л) при пятикратном встряхивании суспензий массой 1 г и 5 г в 100 мл дистиллированной и водопроводной воды)

В дистиллированной воде при первом встряхивании вымывается для СО_{д,5г} – 49% солей от суммы за пять встряхиваний, для СР_{д,5г} – 28% и для СРСО_{д,5г} – 27%. В водопроводной воде на первую стадию приходится больше половины трансфера от пяти стадий встряхивания: СО_{д,5г} – 69%, СРСО_{в,5г} – 56% и СР_{в,5г} – 62%. Таким образом, трансфер солевых веществ в водопроводную (то есть относительно минерализованную) воду происходит в меньшей степени, чем в дистиллированную воду, и завершается при меньших количествах стадий встряхивания. Это важно учитывать как при «обезвреживании» солевых отложений посредством обработки водой, так и при рассмотрении вопроса загрязнения водных объектов при переработке и/или использовании солевых отложений при изготовлении продукции с полезными свойствами.

Значения D_m , рассчитанные по данным таблицы 1, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Ступенчатая деминерализации D_m СО, СР и СРСО при каждом из пяти
встряхиваний суспензий (массой 1 г и 5 г в 100 мл дистиллированной и
водопроводной воды)

Суспензии	Ступенчатая деминерализация образцов (D_m), мг/г				
	1 встр.	2 встр.	3 встр.	4 встр.	5 встр.
СО _{д, 1 г}	3,5	1,7	1,6	1,2	1,0
СО _{д, 5 г}	2,3	1,1	0,5	0,4	0,3
СОВ, 1г	1,6	0,6	0,6	0,4	0,2
СОВ, 5г	6,1	1,1	0,7	0,7	0,3
СР _{д, 1г}	43,7	28,1	14,9	10,34	6,6
СР _{д, 5г}	17,2	15,1	10,9	9,7	7,8
СРСО _{д, 1г}	33,8	19,9	19,5	14,7	12,6
СРСО _{д, 5г}	12,4	9,04	9	7,6	7,5
СР _{в, 1 г}	5,3	-	-	-	-
СР _{в, 5 г}	10,7	2,9	1,9	1,1	0,8
СРСОВ, 1 г	4,8	-	-	-	-
СРСОВ, 5 г	5,3	2,4	1,1	0,6	0,1

Величина Dm технологически важна для расчета параметров технологических процессов переработки солевых отложений труб ГВС.

Деминерализация (Dm) образцов СО, СР и СРСО не суммируется, а относится к каждой стадии встряхивания по отдельности. В целом величина ступенчатой деминерализации образцов уменьшается в ряду СР (1 г) > СРСО (1 г) > СР (5 г) > СРСО (5 г) > СРВ (5 г) > СОВ (5 г) > СРВ (1 г) и СРСОВ (5 г) > СРСОВ (1 г) > СОД (1 г) > СОД (5 г) > СОВ (1 г).

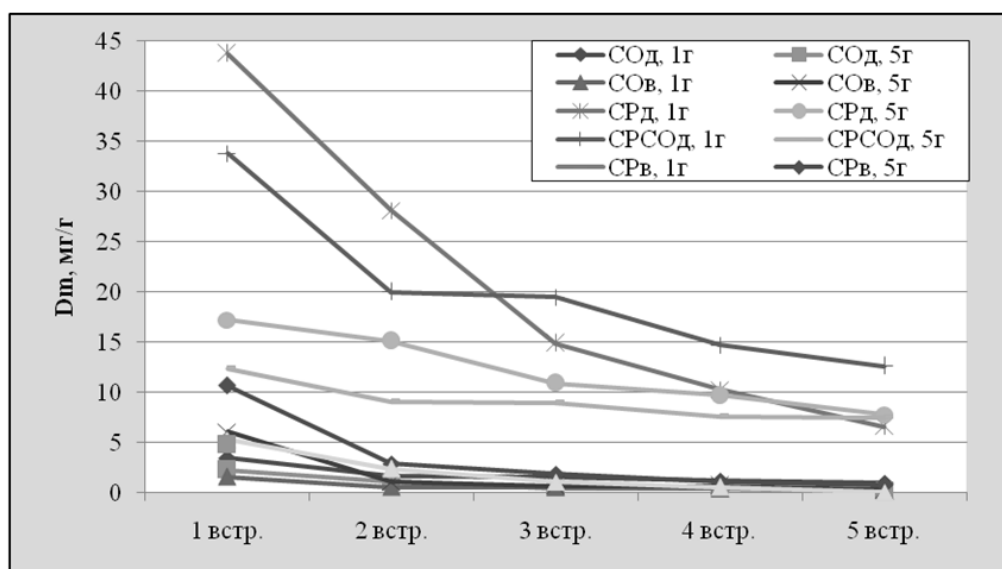


Рис. 2. Удельная деминерализация СО, СР и СРСО (Dm , мг/г) при пятикратном встряхивании суспензий массой 1 и 5 г в 100 мл дистиллированной и водопроводной воды

При пятикратном встряхивании образцов СО происходит резкое снижение деминерализации на 1 стадии, в последующих встряхиваниях СО 1 и 5 граммов практически не изменяется. На стадиях 1-3 контрольного образца СР в 1 грамм резко снижается деминерализация. У образца СРСО это происходит при первом встряхивании. Образцы СР и СРСО по 5 грамм при пятикратном встряхивании изменяют деминерализацию плавно.

В качестве факта можно отметить, что в дистиллированной воде удельная деминерализация более интенсивно происходит при встряхивании суспензии с меньшим содержанием твердой фазы (более разбавленная суспензия, когда на единицу количества дисперсной фазы приходится больше дисперсионной среды), а в водопроводной воде наоборот – удельный трансфер преобладает для более

концентрированной суспензии, когда на единицу количества твердой фазы приходится меньше воды. Это важно при выборе композиционных составов технологических смесей материалов при обработке солевых отложений труб ГВС водами различных составов.

Результаты расчета по данным таблицы 2 ступенчатой минерализации (Dm^n) декантата СО, СР и СРСО приведены в таблице 3.

Величина Dm^n возрастает по мере увеличения количества стадий встряхивания для всех исследуемых образцов, что исключает преобладание осаждения солей над растворением. Величина Dm^n (5встр) означает содержание того подвижного количества солей в 1 г солевых отложений, а также СР и СРСО, которое переходит в водную фазу в результате обработки порошков твердых материалов пятью тридцатиминутными встряхиваниями с заменой воды после каждого встряхивания.

Таблица 3

Нарастающая деминерализация (Dm^n) СО, СР и СРСО при пятикратном
встряхивании суспензий (массой 1 и 5 г в 100 мл дистиллированной и
водопроводной воды)

Суспензии	Ступенчатая деминерализация образцов (Dm^n), мг/г				
	1 встр.	2 встр.	3 встр.	4 встр.	5 встр.
СО _д , 1г	3,5	5,2	6,8	8,0	9,0
СО _д , 5г	2,3	3,7	3,9	4,3	4,6
СО _в , 1г	1,6	2,2	2,8	3,2	3,4
СО _в , 5г	6,1	7,2	7,9	8,6	8,9
СР, 1г	43,7	71,8	86,6	96,9	103,5
СР, 5г	17,2	32,3	43,2	52,9	60,7
СРСО, 1г	33,8	53,7	73,2	87,9	100,4
СРСО, 5г	12,4	21,5	30,5	38,04	45,5
СР _в , 1 г	5,3	-	-	-	-
СР _в , 5 г	10,7	13,6	15,5	16,6	17,4
СРСО _в , 1 г	4,8	-	-	-	-
СРСО _в , 5 г	5,3	7,7	8,8	9,4	9,5

Из таблицы 3 следует, что СОд в 1 г содержит 9 мг подвижных солей, (т.е. более 0,9%), СОв - более 0,3%, образцы строительных материалов в дистиллированной воде СР - более 10,4 %, СРСО - более 10,1%, а водопроводной воде массой 5 г СРв и СРСОв содержат более 1,7% и 1%, соответственно.

Графически нарастающая деминерализация в процессе эмиссии солей из СО, СР и СРСО изменяется согласно рис. 3. При этом скорость деминерализации снижается по мере уменьшения содержания солей в образцах.

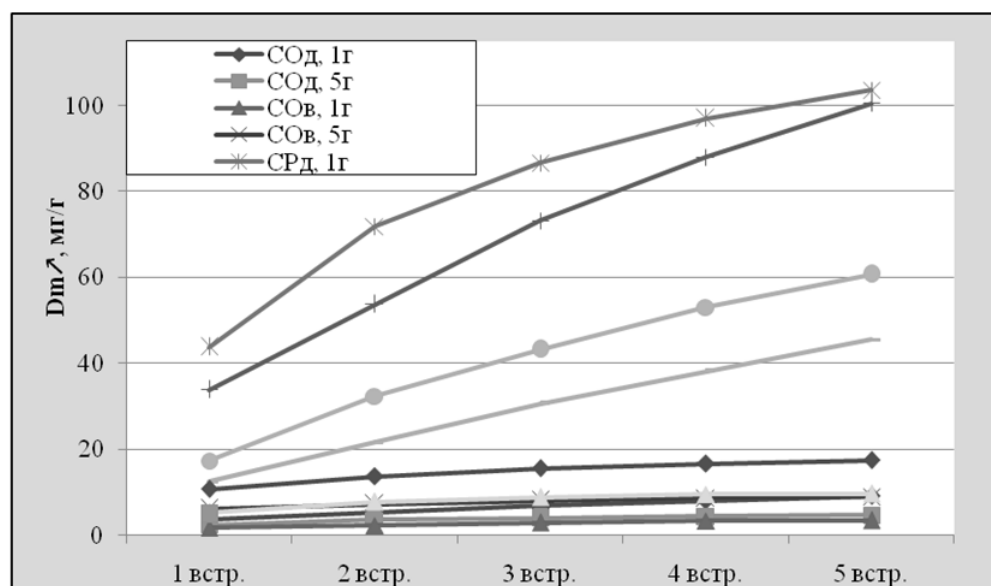


Рис. 3. Нарастающая деминерализация СО, СР и СРСО (Dm^{λ} , мг/г) при пятикратном встряхивании суспензий массой 1 и 5 г в 100 мл дистиллированной и водопроводной воды)

Таким образом, эмиссия подвижных форм электролитов интенсивнее происходит в суспензиях строительных растворов с и без солевых отложений. Для более полного вымывания солей потребовалось пятикратное встряхивание суспензий.

Увеличение минерализации водопроводных вод в результате встряхивания суспензий СО не значительно и отвечает ультрапресному содержанию солевых веществ, то малому загрязнению.

Легко предположить, что часть эмиссии электролитов из СР и СРСО в водную фазу обусловлена трансфером соединений тяжелых металлов, относящихся к загрязняющим веществам. Учет такого трансфера может дать более правильную информацию о потенциальной опасности материала СР и СРСО для оценки воздействия на водные объекты.

Средой для изучения эмиссии тяжелых металлов из твердых растворов с и без солевых отложений в настоящей работе берется вода в виде дистиллированной воды и ацетатно-аммонийного буферного раствора, на основе которых делаются водные и ацетатно-аммонийные вытяжки.

Были приготовлены два образца строительных растворов: строительный раствор «СР» (цемент ПЦ 400, песок, вода), взятый как контрольный образец и образец строительного раствора с добавлением солевых отложений «СРСО» (цемент ПЦ 400, песок, солевые отложения, вода).

Из этих образцов взяли две водные вытяжки (ВВ) и две ацетатно-аммонийные (АА) вытяжки для изучения эмиссии ТМ в водную фазу.

При измерении водородного показателя и минерализации ВВ СР и СРСО установлено, что СО не ухудшает кислотно-основные свойства строительного раствора с природоохранной точки зрения, а минерализация не превышает нормативов по воде ввозных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового значения. Миграция электролитов в совокупности в водную среду из СРСО происходит в меньшей степени, чем из СР.

Для оценки объемов эмиссии ТМ из СР и СРСО проводили количественные определения ТМ в ВВ и АА вытяжках методом атомно-эмиссионной спектроскопии. Средством измерения является оптический эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой Agilent 720. При анализе вытяжек определялось содержание в вытяжках 25 элементов, часть из которых наиболее распространены в почвах и стройматериалах, а другие отличаются высокой токсичностью.

Сводные результаты количественного анализа вытяжек приведены в таблице 4. В каждой вытяжке определялись 25 элементов, из которых 6-9

элементов в ВВ вытяжках и 115-17 элементов в АА вытяжках превышают нижний предел обнаружения (НПО). Выявлено превышение предельно допустимых концентраций ТМ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования($N^{(>1)}_{КПВ}$) [2] и предельно допустимых концентраций ТМ в воде водных объектов рыбохозяйственного назначения($N^{(>1)}_{КРХ}$) [3].

Таблица 4

Сравнение сумм показателей водной и ацетатно-аммонийной вытяжки СО, СР и СРСО по содержанию и коэффициентам концентраций тяжелых металлов

Показатель	ВВ (СО)	ВВ (СР)	ВВ (СРСО)	АА (СО)	АА (СР)	АА (СРСО)
N^C_{Σ}	25	25	25	25	25	25
$\Sigma^nC, \text{ мг/л}$	107,3	144,2	151,8	4577,5	5266,1	5119,9
$\Sigma^6C, \text{ мг/л}$	107	144,0	151,8	4554,6	5258,8	5109,3
$N^C_{\Sigma(\text{НПО})}$	9	6	7	15	16	17
$\Sigma(K_{ПВ})$	34,6	40,5	42,4	5251,2	2210	2031
$\Sigma^6(K_{ПВ})$	34,5	40,5	42,4	5332,7	2203	2024
$N^{\Sigma}_{K_{ПВ}(\text{НПО})}$	9	6	7	15	15	16
$N^{(>1)}_{K_{ПВ}}$	4	4	3	12	12	10
$\Sigma(K_{РХ})$	83,4	14,6	14,6	30526,1	4995	4974
$\Sigma^6(K_{РХ})$	83,2	14,6	14,6	30433,9	4898	4904
$N^{\Sigma}_{K_{РХ}(\text{НПО})}$	8	6	7	14	15	16
$N^{(>1)}_{K_{РХ}}$	5	2	4	14	15	16

Трансфер тяжелых металлов из солевых отложений в водную фазу количественно резко возрастает (суммарно почти в 10 раз), если вместо дистиллированной воды для встряхивания суспензий взять аммонийно-ацетатный (АА) буферный раствор. Сумма концентраций металлов в водных вытяжках СР в 6 раз, а СРСО в 4 раза меньше общей концентрации электролитов. Сумма концентрации ТМ в АА вытяжках СР и СРСО больше суммы концентраций в водной вытяжке в 37 и 34 раза, соответственно. Более

99 % загрязнений питьевой воды и воды рыбохозяйственного назначения ТМ СО, СР и СРСО приходится на 6 приоритетных элементов ТМ. При сравнении сумм концентраций шести приоритетных элементов тяжелых металлов ВВ и АА вытяжек солевых отложений по питьевой воде и воде рыбохозяйственного назначения выявляются значительные различия в 29 и 37,6 раз, соответственно. Различия между СР и СРСО по сумме концентраций шести приоритетных элементов ТМ ВВ и АА вытяжек как по питьевой воде, так и по воде рыбохозяйственного назначения малозначительны.

Ряды приоритетности ТМ в вытяжках СР, СР и СРСО с указанием вклада шести приоритетных элементов, которые выделены жирным шрифтом, представлены в таблице 5.

Таблица 5

Приоритетность тяжелых металлов в вытяжках СО, СР и СРСО с указанием вклада в % шести приоритетных металлов в соответствующий суммарный показатель обнаруженных ТМ в пробах водных и ацетатно-аммонийных
вытяжках

Твердая фаза	Дисперсионная среда	Показатель	Приоритетность
СО	водная	С	Ca (84,25%), Mg (12,6%), Fe (1,5%), Si (1,04%), Al (0,2%), Mn (0,17%)
СР	водная	С	Ca (86,02%) Si (13,04%) Mg (0,39%) Al (0,29%) Sr (0,22%) Cr (0,04%)
СРСО	водная	С	Ca (87,07%) Si (12,05%) Mg (0,42%) Al (0,26%) Sr (0,16%) Cr (0,02%) Sb (0,01%)
СО	водная	Кпв	Ca (74,5%), Fe (15,6%), Mn (5,2%), Al (3,18%), Mg (0,78%), Si (0,29%), Zn, Cu, Sr
СР	водная	Кпв	Ca (87,40%) Al (5,14%) Si (4,64%) Cr (2,68%) Sr (0,11%) Mg (0,03%)
СРСО	водная	Кпв	Ca (89,14%) Al (4,71%) Si (4,32%) Cr (1,26%) Sb (0,45%) Sr (0,08%) Mg (0,03%)
СО	водная	Крх	Fe (38,94%), Cu (24%), Mn (21,63%), Zn (7,21%),

Твердая фаза	Дисперсионная среда	Показатель	Приоритетность
			Al (6,6%), Ca (0,6%), Sr, Mg, B
CP	водная	Kpx	Al (71,21%) Cr (18,54%) Sr (5,45%) Ca (4,71%) Mg (0,10%)
CPCO	водная	Kpx	Al (63,09%) Sb (12,14%) Si (11,57%) Cr (8,44%) Ca (4,65%) Mg (0,10%)
CO	AA	C	Ca (65%), Fe (24,12%), Mg (6,47%), Si (2,15%), Mn (1,08%), Al (0,67%)
CP	AA	C	Ca (91,4%) Si (3,17%) Mg (1,97%) Fe (1,78%) Al (1,39%) Zn (0,13%) Mn Sr Ba Ti Cr Cu Ni Pb Sb V
CPCO	AA	C	Ca (93,0%) Mg (2,25%) Fe (1,86%) Si (1,50%) Al (1,06%) Mn (0,119%) Zn Sb Sr Ba Ni Cu Cr Ti V Co Se
CO	AA	KПВ	Fe (69,68%), Ca (16,09%), Mn (9,39%), Al (2,89%), Ni (1,05%), Cr (0,3%), Si, Zn, Mg, B, Cu, Ba
CP	AA	KПВ	Ca (61,78%) Al (16,44%) Fe (14,01%) Pb (4,58%) Mn (1,38%) Si (0,75%) Zn Ti Cr Mg Ni Ba Sb Sr V Cu
CPCO	AA	KПВ	Ca (66,75%) Fe (15,56%) Al (13,32%) Mn (3,00%) Si (0,38%) Ni (0,28%) Zn Cr Mg Ba Se Ti Sb Cu Sr V Co
CO	AA	Kpx	Fe (72,33%), Mn (16,25%), Cu (4,58%), Al (2,5%), Zn (2,2%), Ni (1,83%), Cr, Ca, Sr, Mg, Se, Sb, Ba
CP	AA	Kpx	Fe (37,48%) Al (36,64%) Zn (13,93%) Mn (6,17%) Cu (3,26%) V (0,58%) Ca Pb Ni Cr Sb Ti Sr Mg Ba
CPCO	AA	Kpx	Fe (38,28%) Al (27,29%) Mn (12,30%) Cu (9,93%) Zn (9,63%) Ni (1,16%) Ca V Cr Sr Se Mg Sb Ti Ba Co

Сведения о приоритетности ТМ свидетельствуют о том, что металлы Al, Fe, Mn более опасны с точки зрения воздействия на окружающую среду. Поскольку Ca не относится к токсичным элементам, воздействие на воду не является критичным. Солевые отложения в составе цементных строительных материалов не вносят изменений принципиального плана в ряды приоритетности ТМ по показателям кратности ПДК как по хозяйственно-

питьевой, так и по рыбохозяйственной воде. Следовательно, применение строительных добавок в виде солевых отложений не требует дополнительных природоохранных мероприятий.

Также в ранее проведенных исследованиях была изучена возможность использования солевых отложений в виде добавки к строительным растворам взамен части песка [4]. Прочность БРСО по сравнению с БР увеличивается в 1,4 Мпа. При добавлении солевых отложений взамен части песка в бетонный раствор в количестве 13,04 % от общей массы раствора прочность бетона возрастает на 38 %.

Таким образом, продемонстрирована динамика трансфера элементов в подвижной форме из солевых отложений, строительного раствора и строительного раствора с добавлением солевых отложений в водную фазу посредством ступенчатых встряхиваний водных суспензий, что в естественных условиях моделирует загрязнение водных и почвенных объектов при хранении данных отходов на открытых площадках и полигонах.

На основе проведенных измерений объемов эмиссии в водную вытяжку и аммонийно-ацетатный буферный раствор можно сделать заключение о принципиальной возможности использования минеральных отложений для производства полезной продукции, такой как цемент и бетон. Это позволит уменьшить трансфер загрязняющих веществ и, одновременно с этим, улучшить качественные показатели строительных материалов

Список использованных источников

1. Сердюкова А. Ф., Барабанщиков Д. А. Загрязнение окружающей среды отходами производств // Молодой ученый. — 2018. — №25. — С. 28-31.
2. 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> (дата обращения: 4.06.2020).

3. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного назначения [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http:// sztufar.ru/files/documents/10113.pdf](http://sztufar.ru/files/documents/10113.pdf) (дата обращения: 4.06.2020)
4. Замилова А.М., Маврин Г.В. – Изучение деминерализации солевых отложений труб горячего водоснабжения и строительных материалов/ «XIV Камские чтения: всероссийская научно-практическая конференция. (2022; Набережные Челны). Всерос.научн.-практ. Конф. «XIV камские чтения», 18 ноября 2022 г. [Текст]: сб-к док./под ред. Д-ра техн.наук Л.А.Симоновой. – Набережные Челны: Издательско-полиграфический центр Набережночелнинского института КФУ, 2022. – С.373-378.
-

Zamilova F.M., 2nd year Master's student, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University

Mavrin G.V., candidate of chemistry Sciences, assistant professor, head of the department, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University

Kharlyamov D.A., candidate of technical Sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University

APPLICATION OF SALT DEPOSITS OF DHW PIPES IN THE MANUFACTURE OF CEMENT BUILDING MATERIALS

Abstract: In this article, the peculiarities of the emission of mobile forms of elements of saline sediments, construction mortars, and CM containing CO are considered. Transfers of all mobile forms of salt deposits and ingredients of the basic material, as well as a number of heavy metals into the aqueous medium have been studied. It is shown that the addition of CO to the SR does not cause an increase in the emission of the mobile forms of the main components of the composite mixtures.

Keywords: salt deposits, mineralization, atomic emission spectroscopy, environmental pollution, waste