

УДК 504.054

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ СОЛИ СВИНЦА В БОРФТОРИСТОВОДОРОДНОМ ЭЛЕКТРОЛИТЕ НА ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ УТИЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Рипная М.М.¹, Сердюк А.²

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Донбасская национальная академия строительства и архитектуры г. Макеевка,
e-mail: ¹yalalova-rita@mail.ru, ²ecoalserdiuk@rambler.ru

Аннотация. Исследовано влияние составов борфтористоводородных электролитов на электрохимическую переработку отработанных свинцово-кислотных аккумуляторов. Показано, что, изменяя концентрацию свинцовой соли с 30 до 100 г/л, можно снизить уровень токсичности выбросов вредных веществ в окружающую среду при электрохимической утилизации отработанных батарей в 2 раза, а также повысить скорость переработки СКА в борфтористоводородных электролитах.

Предмет исследования: электрохимическая переработка отработанных свинцово-кислотных аккумуляторов.

Материалы и методы: экспериментальные исследования, основанные на определении допустимой плотности тока, скорости извлечения свинца, затрат энергии на его извлечение, выхода свинца по току, выбросов фторидов и свинца в атмосферный воздух, систематизация полученных данных.

Результаты: впервые изучена зависимость выбросов в атмосферу соединений фтора и свинца от состава электролитов для переработки СКА на основе борфтористоводородной кислоты.

Выводы: увеличение концентрации соли свинца в предлагаемом составе борфтористоводородного электролита уменьшает выделение удельных выбросов фторидов и свинца на тонну выделенного свинца в 2,2 раза по сравнению с ранее известным электролитом за счет увеличения скорости процесса переработки СКА в 2 раза. Электролит с повышенной концентрацией солей свинца дает меньшие концентрации токсичных веществ в 2 раза на границе СЗЗ (1000 м). При таком объеме производства (20 тыс. т) концентрации фторидов и свинца, выделяющиеся с поверхности электролитов, не превышают экологические нормативы, что говорит о возможности применения обоих составов электролитов на практике.

Ключевые слова: свинцово-кислотные аккумуляторы, утилизация, борфтористоводородный электролит, скорость, выбросы.

ВВЕДЕНИЕ

Переработка СКА – актуальная проблема современного мира. В результате промышленной деятельности предприятий и заводов вырабатывается большое количество вредных веществ. Но их вредные свойства даже при малом количестве могут нанести серьезный вред здоровью людей и экологии в целом. Этот факт вынуждает разрабатывать новые качественные методы и составы электролитов для переработки промышленных отходов, в том числе и для электрохимической переработки отработанных свинцово-кислотных аккумуляторов, которые относятся к 3 классу опасности отходов, что приводит к серьезному нарушению экологического баланса в окружающей среде.

Свинец и его соединения, входящие в состав пришедшего в негодность аккумулятора, по концентрации в воздухе относятся к 1-му классу опасности и его предельно допустимая концентрация (ПДК) в воздухе жилых помещений составляет 0,0003 мг/м³, рабочей зоны – 0,05 мг/м³ [1].

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

В настоящее время в мире доминируют пиromеталлургические методы переработки СКА. Однако на фоне ужесточения требований к

качеству окружающей среды эти методы перестают быть приоритетными. Преимуществом электрохимических технологий переработки является то, что процессы ведутся при умеренных температурах и атмосферном давлении, электролизом на конечной стадии получается металл достаточно высокой степени чистоты, электролиз удачно сочетается с другими технологическими операциями (низкотемпературными гидро- и пиromеталлургическими) [2]. К недостаткам следует отнести низкие скорости процесса переработки утильных СКА и выделение при этом вредных выбросов в атмосферный воздух.

Выбор электролита для электрохимического извлечения свинца из растворов труден: наиболее дешевые кислоты — соляная, серная и азотная для этого непригодны из-за малой растворимости солей свинца или плохой структуры катодного осадка.

Бете в 1901 г. предложил, а в 1910 г. внедрил в производство кремнефтористый электролит, состоящий из PbSiF₆ и H₂SiF₆. В 1957 г. в Италии применили для той же цели сравнительно дорогую амидосульфоновую кислоту (NH₂SO₃OH). Первый электролит токсичен и разрушает многие материалы; однако пока он преимущественно применяется при электролизе свинца, общая доля которого в мировом производстве металла составляет около 15% [3].

В работе [4] изучено влияние концентрации свинца на скорость электрохимических процессов в кремнийфтористоводородном электролите. Концентрация соли свинца в электролите менялась от 5 до 200 г/л, концентрация кремнефтористоводородной кислоты – от 20 до 30 г/л (в зависимости от концентрации свинца). Рабочая катодная плотность тока ($D_{\text{крат}}$) устанавливалась из расчета 0,8 предельно допустимой плотности тока ($D_{\text{к}}$). В процессе проведения экспериментов установлено, что повышение скорости процессов осаждения свинца на катоде и анодного растворения аккумуляторных пластин возможно путем увеличения начальной концентрации свинца в электролите, приводящего к повышению допустимой электродной плотности тока. Оптимальной концентрацией свинца в электролите является концентрация 70-100 г/л. Максимальная рабочая плотность тока составляет 460-519 А/м².

В работе [5] исследуется переработка СКА в малеиновом электролите. Этот электролит содержит более экологически чистые компоненты, но имеет очень низкую скорость процесса переработки.

Существуют также борфтористоводородные электролиты. Они отличаются высокой стабильностью, менее чувствительны к загрязнению посторонними металлами. С поверхности этого электролита в несколько раз меньше выбрасываются фториды и свинец по сравнению с кремнийфтористоводородом [6].

В статье [7] изучалась зависимость интенсивности выделения газа и вредных газообразных продуктов от приложенной плотности тока 163 А/м², 498 А/м² и 906 А/м². Для исследования использовались борфтористоводородные электролиты различного состава. Оптимальным с точки зрения скорости процесса и выделения выбросов авторы считают электролит следующего состава, г/л: Pb(BF₄)₂ – 30, HBF₄ – 180, H₃BO₃ – 30, ПАВ – 1. Максимальная рабочая плотность тока составляла 400А/м².

В работе [8] определены выбросы свинца борфтористоводородного в атмосферу при свинцевании в борфтористоводородном электролите в количестве 0,396 г/(м²·ч). Эти данные совпадают с результатами, полученными в предлагаемой работе.

Целью работы является уменьшение уровня токсичности выбросов вредных веществ в окружающую среду при электрохимической

утилизации отработанных свинцово-кислых аккумуляторов (СКА) путем изменения концентрации свинцовой соли, а также повышение скорости переработки автомобильных батарей в борфтористоводородных электролитах.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Определение фторидов проводилось согласно методических указаний на фотометрическое определение фтористого водорода в воздухе [9].

Фотометрическое определение свинца и его соединений в воздухе проводилось согласно методических указаний [10].

В работе определяли допустимую плотность тока на стандартной ячейке Хулла объемом 250 мл.

В состав электролита входила борфтористоводородная кислота, борфтористоводородный свинец, борная кислота, ПАВ.

Катодом служила свинцовая пластина толщиной 0,2 см размером 4x8 см, анодом — фрагменты десульфатированных аккумуляторных решеток того же размера, обработанных перекисью водорода для восстановления диоксида свинца в оксид свинца.

Выход по току рассчитывали исходя из определенных в прямоугольной ячейке количества отложенного свинца на катоде, при определенных силе тока, напряжении и времени электролиза при температуре 40 °С.

Скорость выделения свинца на катоде, затраты энергии на выделение свинца, допустимая плотность тока определялись в работе [11].

Опыты проводились с постоянным перемешиванием на лабораторной магнитной мешалке.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Ранее было установлено [12], что количество выбросов фторидов с поверхности фтористоводородного электролита определяется, в основном, борфтористоводородной кислотой, а свинца - ее свинцовой солью. Это позволяло предложить уравнения удельных выбросов фторидов и свинца с поверхности борфтористоводородного электролита ($V_{\text{уд}}$, г/(час·м²) при 40 °С:

$$\sum V_{\text{удF}} = V_{\text{удF1}} + V_{\text{удF2}} = 5,2 \times 10^{-2} \times C_{\text{к}} + 2,1 \times 10^{-3} \times C_{\text{Pb(BF4)2}} \quad (1)$$

$$V_{\text{удPb}} = 2,7 \times 10^{-3} \times C_{\text{Pb(BF4)2}} \quad (2)$$

где $C_{\text{к}}$ – концентрация борфтористоводородной кислоты в электролите (по фтору), г/л

$C_{\text{Pb(BF4)2}}$ – концентрация соли свинца в электролите (по свинцу), г/л.

При выделении свинца на катоде происходит следующая реакция: $Pb^{2+} + 2e \leftrightarrow Pb^0$

Чем больше концентрация соли свинца, тем выше должна быть скорость его растворения. С другой стороны, чем больше концентрация соли свинца, тем медленнее должны растворяться обработанные аккумуляторные пластины. Результаты эксперимента показали, что при концентрации соли свинца в электролите 100 г/л, скорость растворенных аккумуляторных пластин превышает скорость выделенного свинца на катоде на 3-6%, т.е. последний процесс является

лимитирующей стадией, скорость которой нужно увеличивать.

В работе проводились исследования влияния концентрации соли свинца в растворе ($C_{Pb(BF_4)_2} = 30-100$ г/л) на рабочую катодную плотность тока ($D_{крab}$), скорость осаждения свинца на катоде (U , кг/(м²·час), выход свинца по току, затраты энергии на выделение свинца на катоде и выбросы фторидов с единицы поверхности электролита при постоянной концентрации борфтористоводородной кислоты равной 180 г/л при 40°C (таблица 1).

Таблица 1. Влияние концентрации соли свинца ($C_{Pb(BF_4)_2}$) на электрохимические параметры извлечения свинца из электролита при постоянной концентрации борфтористоводородной кислоты (C_{HBF_4})

Table 1. Influence of the concentration of lead salt ($C_{Pb(BF_4)_2}$) on the electrochemical parameters of the extraction of lead from the electrolyte at a constant concentration of hydrofluoric acid (C_{HBF_4})

$C_{Pb(BF_4)_2}$, Г/Л	30	50	60	80	100
$D_{крab}$, А/м ²	400	520	630	745	800
Скорость осаждения свинца, кг/(м ² ·час)	1,39	1,68	1,93	2,40	2,94
Выход свинца по току, %	93,1	94,7	95,7	96,8	98,9
Затраты энергии, кВт·час/т	42	124	170	252	310
Выбросы фторидов с единицы поверхности электролита, г/(м ² ·час)	8,08	8,11	8,12	8,14	8,15
Выбросы соединений свинца с единицы поверхности электролита, г/(м ² ·час)	0,02	0,07	0,09	0,12	0,16
Удельные выбросы фторидов с единицы поверхности электролита, приходящиеся на 1 кг выделенного свинца, г·м ² (катода)/кг· м ² (поверхности электролита)	5,81	4,83	4,21	3,39	2,77
Удельные выбросы соединений свинца с единицы поверхности электролита, приходящиеся на 1 кг выделенного свинца, г·м ² (катода)/кг· м ² (поверхности электролита)	0,01	0,04	0,048	0,05	0,054

Удельные выбросы фторидов (свинца) с единицы поверхности электролита, приходящиеся на 1 кг выделенного свинца рассчитывали как частное от деления величины выбросов фторидов (свинца) с единицы поверхности электролита на скорость осаждения свинца

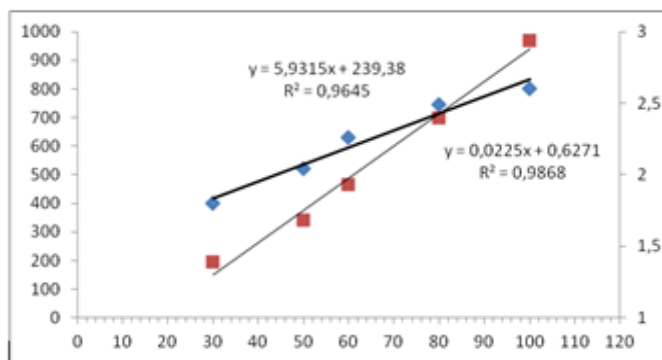
С увеличением концентрации соли свинца в растворе, происходит небольшой рост выбросов фторидов с поверхности электролита на 2,5 % (таблица 1), что следует из уравнения 1. Но при этом увеличивается скорость осаждения свинца на катоде

в 2,1 раза. Результаты, полученные по количеству удельных выбросов фторидов и соединений свинца с единицы поверхности электролита, приходящиеся на 1 кг выделенного свинца, показывают их уменьшение в 2,1 раза при увеличении концентрации соли свинца с 30 до 100 г/л.

Также построены зависимости рабочей катодной плотности тока и скорости осаждения свинца на катоде от концентрации соли свинца в электролите при 40°C (рисунок 1).

$D_{к раб.}$, А/м²

U , кг/(м²·час)



$C_{Pb(BF_4)_2}$, Г/Л

Рис. 1. Зависимости рабочей катодной плотности тока ($D_{крab}$) и скорости осаждения свинца на катоде (U) от концентрации соли свинца в электролите ($C_{Pb(BF_4)_2}$) при 40°C

Fig. 1. Dependences of the working cathode current density (D_{crab}) and the rate of lead deposition on the cathode (U) on the concentration of lead salt in the electrolyte ($C_{Pb(BF_4)_2}$) at 40°C

Из полученных результатов (рисунок 1) видно, что рост скорости осаждения свинца на катоде несколько более сильный, чем рост рабочей катодной плотности тока с увеличением концентрации соли свинца в электролите. Это можно объяснить повышением выхода свинца по току с 93 до 99 %.

В этих условиях также резко увеличиваются затраты энергии на выделение свинца на катоде в 7,4

раза (таблица 1). По-видимому, это связано с затратами энергии на нагрев электролита с ростом рабочей катодной плотности тока. В связи с этим, было изучено влияние тока на поддержание температуры в ячейке без внешнего подогрева. Эксперимент проводили при катодных плотностях тока 800 А/м², 400 А/м² и без подачи тока (рисунок 2). Комнатная температура - 19,5 °С. Исходная температура электролита – 40 °С.

T, °C

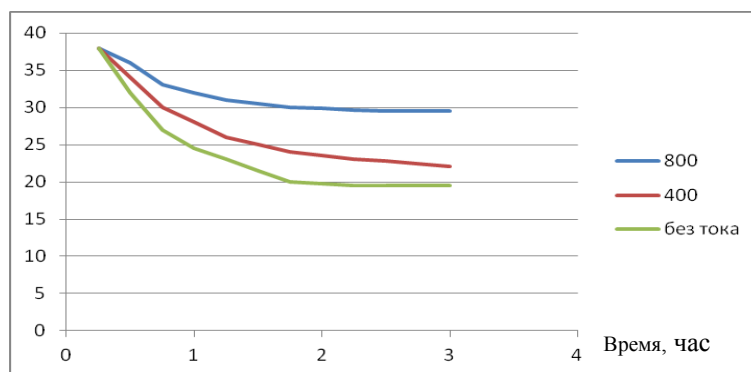


Рис. 2. Скорость остывания электролита в ячейке в зависимости от плотности приложенного тока

Fig. 2. The rate of cooling of the electrolyte in the cell depending on the density of the applied current

Согласно рисунку 2, видно, что затраты электроэнергии растут с увеличением допустимой плотности, но это не приводит к нагреву электролита выше 40 °С, то есть энергия не теряется зря.

Т.к. в настоящее время в ДНР автомобильные аккумуляторы не перерабатываются, а всего лишь складываются, то проведена оценка воздействия проектируемого потенциально опасного объекта на окружающую среду. В качестве примера были выбраны технологические параметры металлургического производства ООО «АКОМ-Инвест» (г. Тольятти, Россия). Производительность предприятия составляет 20 тыс. тонн аккумуляторного лома в год. Место расположения промплощадки предприятия выбрано в Петровском районе г. Донецка и согласовано с Донецким государственным научно-исследовательским и проектным институтом цветных металлов (ДонНИПИЦМ).

Процесс растворения свинцовых пластин аккумулятора протекает 7 суток при плотности катодного тока 400 А/м², и 3,5 суток при плотности катодного тока 800 А/м². Вес чистого свинца и его соединений (в пересчете на свинец) в исследуемом аккумуляторе составляет 15,1 кг. В работе использовали электрохимические ванны, внутренние размеры которых составляли, мм: 750 x 1300 x 800, вмещающие 10 шт. АКБ. Общая площадь гальванических ванн составит 131,3 м² (при плотности катодного тока 400 А/м²). При

плотности тока, равной 800 А/м², количество электрохимических ванн уменьшается вдвое за счет более высокой скорости переработки. Поэтому площадь гальванических ванн равна 65,6 м².

Расчет рассеивания загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах предприятия в атмосферном воздухе, производился с помощью программы УПРЗА «Эколог» [13].

Для определения опасности загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха выбросами вредных веществ рассчитываем наибольшую концентрацию этих веществ в расчётной точке – на границе санитарно-защитной зоны, соответствующей наиболее неблагоприятным метеорологическим условиям (когда скорость ветра достигает опасного значения, наблюдается интенсивный вертикальный турбулентный обмен). Размер санитарно-защитной зоны для предприятий по переработке аккумуляторов – 1000 метров [14].

Для выявления вклада предприятия в загрязнение приземного слоя атмосферы, в соответствии с рекомендациями нормативных документов, фоновые концентрации принимаются равными нулю.

Наибольшая допустимая концентрация каждого вредного вещества в расчётной точке приземного слоя атмосферы определяется по формуле $C \leq ПДК$.

Расчёт рассеивания вредных веществ, содержащихся в выбросах, проведен на основе приведенных параметров выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (таблица 2).

Таблица 2. Характеристика параметров выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при электрохимической переработке отработанных аккумуляторов

Table 2. Characteristics of the parameters of emissions of pollutants into the atmosphere during the electrochemical processing of used batteries

Наименование объекта	Источник выделений	Максимальная высота, м	Параметры газозвушной смеси			Вредные вещества	Количество выбросов	
			Скорость, м/с	Объем, м ³	Температура, °С		г/с	т/год
Производство по переработке СКА	Борфтористоводородный электролит № 1 (состав, г/л: HBF ₄ = 180, Pb(BF ₄) ₂ = 30, H ₃ BO ₃ = 30, ССБ-1)	20	2	0,39	37	Фториды	0,29	9,145
						Свинец	0,0016	0,05
	Фториды					0,127	4,01	
	Свинец					0,0041	0,129	

Расчет рассеивания фторидов и свинца был проведен для условий переработки СКА.

Результаты расчета рассеивания фторидов и свинца с поверхности исследуемых электролитов представлены на рисунках 3,4.

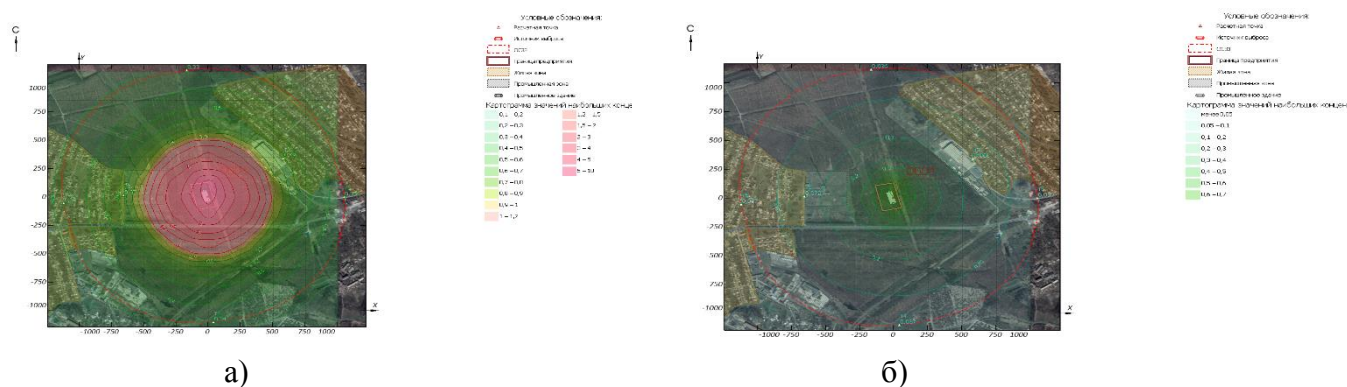


Рис. 3. Карта рассеивания соединений фторидов (а) и свинца (б), выделяющихся с поверхности борфтористоводородного электролита № 1 (масштаб 1:20000) при плотности тока 400 А/м²

Fig. 3. Dispersion map of (a) fluoride and (b) lead compounds released from the surface of hydrofluoride electrolyte No. 1 (scale 1: 20000) at a current density of 400 A / m²

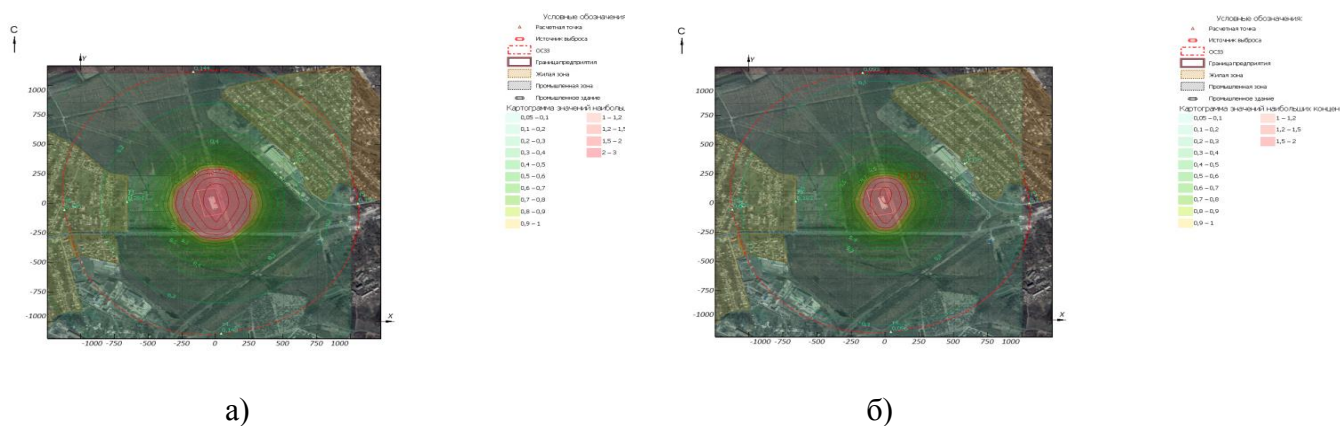


Рис. 4. Карта рассеивания соединений фторидов (а) и свинца (б), выделяющихся с поверхности борфтористоводородного электролита № 2 (масштаб 1:20000) при плотности тока 800 А/м²

Fig. 4. Dispersion map of (a) fluoride and (b) lead compounds released from the surface of hydrofluoride electrolyte No. 2 (scale 1: 20000) at a current density of 800 A / m²

Согласно «Рекомендаций по разработке проектов санитарно-защитных зон промышленных предприятий, групп предприятий» [15] в случае, когда значения максимальных приземных концентраций на границе нормативной СЗЗ и на границе селитебной зоны не превосходят 0,8ПДК можно считать, что СЗЗ обеспечивает достаточное воздействие выбросов рассматриваемого загрязняющего вещества предприятием на качество атмосферного воздуха.

Расчет рассеивания фторидов, выделяющихся с поверхности борфтористоводородного электролита № 1, в приземном слое атмосферы показал, что их концентрация на границе санитарно-защитной зоны (1000 м) составляет 0,36 ПДК, свинца – приблизительно 0,04 ПДК.

Концентрация на границе санитарно-защитной зоны фторидов, выделяющихся с поверхности борфтористоводородного электролита № 2 в приземном слое атмосферы составляет 0,16 ПДК, свинца - 0,10 ПДК.

Таблица 4. Результаты расчета рассеивания
Table 4. Results of scattering calculation

Наименование электролита	Наименование загрязняющего вещества	Концентрация на границе СЗЗ, дПДК	Концентрация на границе жилой зоны, дПДК
Борфтористоводородный № 1	Фтора газообразные соединения	0,36	0,65
	Свинец и его соединения	0,04	0,07
Борфтористоводородный № 2	Фтора газообразные соединения	0,16	0,28
	Свинец и его соединения	0,10	0,18

Согласно данным таблицы 4, видно, что выбросы фторидов с поверхности электролита № 1 в 2,2 раза выше, чем с поверхности электролита № 2, свинца – выше в 2,5 раза, однако концентрация свинца и его соединений составляет незначительную долю.

Так как выбрасываемые вредные вещества, выделяющиеся с поверхности борфтористоводородных электролитов, не превышают действующие нормативы, считаем целесообразным применение этих электролитов на практике, с целью повышения производственной мощности предприятия.

ВЫВОДЫ

1. Увеличение концентрации соли свинца в предлагаемом составе борфтористоводородного электролита уменьшает выделение удельных выбросов фторидов и свинца на тонну выделенного свинца в 2,2 раза по сравнению с ранее известным электролитом за счет увеличения скорости процесса переработки СКА в 2 раза.

2. Электролит с повышенной концентрацией солей свинца дает меньшие концентрации токсичных веществ в 2 раза на границе СЗЗ (1000 м). При таком объеме производства (20 тыс. т) концентрации фторидов и свинца, выделяющиеся с поверхности электролитов, не превышают экологические нормативы, что говорит о возможности применения обоих составов электролитов на практике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГН 2.2.5.3532-18 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. М.: Минздрав России. 2018. 204 с.
2. Фесина М. И. Информационный анализ инновационных технологий утилизационной переработки автомобильных аккумуляторных батарей / М. И. Фесина [и др.] // Вектор науки Тольят. гос. ун-та. 2015. № 3. ч.1. С. 135-140.
3. На рынке свинца в 2019 г. прогнозируется дефицит вместо избытка - 30.10.19 / Новости /Металл «Индекс» [Электронный ресурс]. М.: ИИС«Металлоснабжение и сбыт». Режим доступа: <https://www.metalinfo.ru/>
4. Исаева-Парцвания Н. В., Сердюк А.И., Дубовик И.В., Козловская Т.Ф., Жадан А.П. Извлечение свинца из свинецсодержащих аккумуляторных пластин электрохимическим методом // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. Кременчук. 2005. № 2/2005 (31). С. 95-98.
5. Назарова М.В. Проблемы использования экологически чистого электролита для переработки автомобильных аккумуляторов / М.В. Назарова, А.И. Сердюк, С.П. Зырянов // Журнал «Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе». Издательство: Пермский национальный исследовательский политехнический университет (Пермь). 2018. С. 82-85.
6. Ялалова М.М. Прогнозирование загрязнения атмосферы фторидами и свинцом при электрохимических процессах переработки аккумуляторов. / Ялалова М.М., Сердюк А.И.// Кадастр недвижимости и мониторинг природных

ресурсов 4-я Международная научно – техническая Интернет – конференция / под общей редакцией И. А. Басовой. Изд-во: ТулГУ. 2019. С. 71-74.

7. Назарова В. В., Дмитриевич А. В. Исследование интенсивности выделения газа на электродах и выделения фторидов при переработке свинцово-кислотных аккумуляторов с целью определения безопасных параметров процесса / В. В. Назарова, А. В. Дмитриевич // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Макеевка, 2011. С. 45-51.

8. Тищенко Н.Ф. Охрана атмосферного воздуха. Расчет содержания вредных веществ и их распределение в воздухе. Справ. изд. М.: Химия, 1991. 368 с.

9. МУК 4.1.1342-03 Измерение массовой концентрации гидрофторида (фтористого водорода) в воздухе рабочей зоны фотометрическим методом. М.: Минздрав России. 2003. 11 с.

10. МУ 2013-79 Методические указания на фотометрическое определение свинца и его соединений в воздухе. М.: Минздрав России. 1979. 25 с.

11. Ялалова М. М. Разработка путей очистки промывочных вод гальванического производства от соединений свинца. / Ялалова М. М., Солдатов С.А., Сердюк А.И. // Научно-техн. журнал «Строительство и техногенная безопасность». Симферополь: ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского». 2019. № 14(66). С. 113 - 120.

12. Ялалова М.М. Промышленная безопасность при эксплуатации борфтористоводородного электролита для утилизации свинцово-кислотных аккумуляторов / М.М. Ялалова, А.И. Сердюк // Журнал «Транспорт. Транспортные сооружения. Экология». Пермь: ПНИПУ. 2019. № 1. С. 70-77.

13. ОНД-86. Госкомгидромет. Методика расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Л.: Гидрометеиздат. 1987. 94 с.

14. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. М.: Минздрав России. 2007. 31 с.

15. Рекомендации по разработке проектов санитарно-защитных зон промышленных предприятий, групп предприятий. Москва: Издательство Российского экологического федерального информационного агентства. 1998. 82 с.

REFERENCES

1. GN 2.2.5.3532-18 Maximum permissible concentration (MPC) of harmful substances in the air of the working area. М.: Ministry of Health of Russia. 2018. 204 p.

2. Fesina MI Information analysis of innovative technologies for the recycling of car batteries / MI Fesina [et al.] // Vector science Togliat. state un-that. 2015. No. 3. Part 1. p. 135-140.

3. In the lead market in 2019, a deficit is forecasted instead of an excess - 10/30/19 / News / Metal "Index" [Electronic resource]. М.: IIS "Metal supply and sales". Access mode: <https://www.metalinfo.ru/>

4. Isaeva-Partsvania N. V., Serdyuk A. I., Dubovik I. V., Kozlovskaya T. F., Zhadan A. P. Extraction of lead from lead-containing battery plates by the electrochemical method // Bulletin of the Kremenchutsk State Polytechnic University. Kremenchuk. 2005. No. 2/2005 (31). p. 95-98.

5. Nazarova M.V. Problems of using environmentally friendly electrolyte for the processing of car batteries / M.V. Nazarova, A.I. Serdyuk, S.P. Zyryanov // Journal "Modernization and Scientific Research in the Transport Complex". Publisher: Perm National Research Polytechnic University (Perm). 2018. p. 82-85.

6. Yalalova M.M. Prediction of air pollution by fluorides and lead during electrochemical processes of battery processing. / Yalalova M.M., Serdyuk A.I. // Real estate cadastre and monitoring of natural resources 4th International scientific and technical Internet conference / edited by I.A. Basova. Publishing house: TulSU. 2019. p. 71-74.

7. Nazarova V.V., Dmitrovich A.V. Investigation of the intensity of gas evolution at electrodes and fluoride emission during processing of lead-acid batteries in order to determine the safe process parameters / V.V. Nazarova, A.V. Dmitrovich // Bulletin of Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture. Makeevka, 2011. p. 45-51.

8. Tishchenko N.F. Protection of atmospheric air. Calculation of the content of harmful substances and their distribution in the air. Ref. ed. Moscow: Chemistry, 1991. 368 p.

9. MUK 4.1.1342-03 Measurement of the mass concentration of hydrofluoride (hydrogen fluoride) in the air of the working area by the photometric method. М.: Ministry of Health of Russia. 2003. 11 p.

10. MU 2013-79 Guidelines for the photometric determination of lead and its compounds in air. М.: Ministry of Health of Russia. 1979. 25 p.

11. Yalalova MM Development of ways to purify flushing waters of galvanic production from lead compounds / Yalalova MM, Soldatov SA, Serdyuk AI // Scientific and technical. magazine "Construction and Technogenic Safety". Simferopol: FGAOU VO "KFU named after IN AND. Vernadsky ". 2019. No. 14 (66). p. 113 - 120.

12. Yalalova M.M. Industrial safety in the operation of boron fluoride electrolyte for the disposal of lead-acid batteries / M.M. Yalalova, A.I. Serdyuk // Transport. Transport facilities. Ecology". Perm: PNRPU. 2019. No. 1. P. 70-77.

13. ОНД-86. Госкомгидромет. Methodology for calculating the concentration in the atmospheric air of harmful substances contained in the emissions of enterprises. Л.: Hydrometeoizdat. 1987. 94 p.

14. SanPiN 2.2.1 / 2.1.1.1200-03 Sanitary protection zones and sanitary classification of

enterprises, structures and other facilities. M.: Ministry of Health of Russia. 2007. 31 p.

15. Recommendations for the development of projects of sanitary protection zones of industrial

enterprises, groups of enterprises. Moscow: Publishing house Russian Environmental Federal Information Agency. 1998. 82p.

INFLUENCE OF LEAD SALT CONCENTRATION IN HYDROBORFLUORIDE ELECTROLYTE ON ITS OPERATING AND ENVIRONMENTAL PARAMETERS DURING ELECTROCHEMICAL PROCESSING OF WASTE AUTOMOTIVE BATTERIES

Ripnaya¹ M.M., Serdyuk² A.

¹State educational institution of higher professional education "Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture", assistant of the department "Technosphere Safety", 286123, Makeevka, st. Derzhavin, 2,

e-mail: ¹yalalova-rita@mail.ru, ²ecoalserdiuk@rambler.ru

Annotation. The effect of the compositions of hydrofluoride electrolytes on the electrochemical processing of used lead-acid batteries has been studied. It is shown that by changing the concentration of lead salt from 30 to 100 g / l, it is possible to reduce the toxicity level of emissions of harmful substances into the environment during the electrochemical disposal of used batteries by 2 times, and also to increase the rate of processing of SCA in hydrofluoric electrolytes.

Subject of research: electrochemical processing of used lead-acid batteries.

Materials and methods: experimental studies based on the determination of the permissible current density, the rate of lead extraction, the energy consumption for its extraction, the current yield of lead, the emissions of fluorides and lead into the atmospheric air, the systematization of the data obtained.

Results: for the first time the dependence of emissions of fluorine and lead compounds into the atmosphere on the composition of electrolytes for the processing of SCA based on hydrofluoric acid was studied.

Conclusions: an increase in the concentration of lead salt in the proposed composition of hydrofluoride electrolyte reduces the release of specific emissions of fluorides and lead per ton of lead released by 2.2 times as compared to the previously known electrolyte due to an increase in the rate of the SCA processing process by 2 times. An electrolyte with an increased concentration of lead salts gives 2 times lower concentrations of toxic substances at the border of the SPZ (1000 m). With such a production volume (20 thousand tons), the concentrations of fluorides and lead emitted from the surface of electrolytes do not exceed environmental standards, which indicates the possibility of using both electrolyte compositions in practice.

Key words: lead-acid batteries, disposal, hydrofluoride electrolyte, speed, emissions.