

## Литература

1. Асаенок, И. С. Профессиональные риски: методология анализа и управление / Асаенок, И. С., Кученева, Е. Е., Минаковский, А. Ф. – Минск: Бестпринт, 2009. – 181 с.
2. Семич, В. П. Еще раз к вопросу о профессиональных рисках. // Охрана труда. Практикум. – 2010. – № 9. С. 3–15.

УДК 661.852.3/7

### Проблемы производства свинца из отработанных свинцовых аккумуляторов

Студент 2 курса Литвинов Д.А.  
Научный руководитель – Малашонок И.Е.  
Белорусский государственный технологический университет  
г.Минск

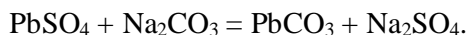
Устойчивый спрос на свинец обусловлен увеличением производства автомобилей и автомобильных аккумуляторов. В связи с этим производители свинцовых аккумуляторов сталкиваются с необходимостью возврата свинца из отслуживших батарей. Вопросу утилизации свинцовых аккумуляторов большое внимание уделяют экологи, так как токсичный свинец вызывает немало проблем. Пыль, образующаяся на свинцовых предприятиях, содержит большое количество тонкодисперсных возгонов соединений, содержащих свинец. Улавливание их с целью снижения содержания свинца в отходящих газах до предельно допустимых концентраций возможно в рукавных фильтрах. В процессе эксплуатации рукавных фильтров эпизодически происходит их спонтанное возгорание.

Целью работы являлось исследование причин спонтанного возгорания рукавных фильтров в процессе восстановления свинца из отработанных свинцовых аккумуляторов и разработка рекомендаций к устранению возгорания рукавных фильтров.

Отработанная свинцовая батарея дает лом, в состав которого входят Pb, PbO<sub>2</sub>, PbSO<sub>4</sub> и некоторые другие компоненты, к которым добавляют карбонат натрия, известь, чугунную стружку, кокс. В процессе варки образуются расплав черного свинца, шлак и газовая фаза, содержащая пыль. Объектом данного исследования являлись выбросы в газовую фазу. Необходимость исследования объяснялась периодическим возгоранием пыли в вытяжной системе, прогоранием рукавных фильтров и, следовательно, выбросом свинца и его соединений в окружающую среду.

Исследование состава пыли проводили с использованием метода инфракрасной спектроскопии, методов химического анализа. Инфракрасные спектры получены на ИК-Фурье спектрометре NEXUS компании NICOLET (США).

Процесс получения свинца ведут при температурах 1000 - 1200°С, которая достигается за счет сжигания жидкого топлива или природного газа. При осуществлении технологического процесса в коротко-барабанной печи сульфат свинца вступает в реакцию обмена с карбонатом натрия:



Термическое разложение оксида свинца (IV) PbO<sub>2</sub> и карбоната свинца PbCO<sub>3</sub> с образованием оксида свинца (II) PbO начинается при 300°С и заканчивается при температуре выше 500°С. Темно-коричневые кристаллы оксида свинца(IV) PbO<sub>2</sub> при температуре около 300°С превращаются в оранжевый Pb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (PbO+PbO<sub>2</sub>), при 400°С - в красный Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, а выше 530°С - в желтый оксид PbO, который восстанавливается до металлического свинца. Оксид свинца (II) – летучий оксид. Улетучивается PbO под

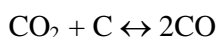
атмосферном давлении при температуре выше 750°C, скорость улетучивания возрастает с ростом температуры и особенно энергично происходит при 1000°C.

Анализ инфракрасных спектров поглощения свидетельствует о наличии в составе образцов пыли сульфатов свинца и натрия (наиболее интенсивные полосы ~1100, 630, 600 см<sup>-1</sup>). Полосы меньшей интенсивности (1350 – 1500, около 850 см<sup>-1</sup>) обусловлены присутствием в составе пыли карбонатов (PbCO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) и оксида PbO. В составе пыли определено наличие сульфидов. При воздействии на образцы пыли 20%-ного раствора соляной кислоты выделяется сероводород, определяемый органолептически. В случае возгорания сульфидов образуется и выделяется в газовую фазу экологически опасный SO<sub>2</sub>. Наличие PbO можно выявить визуально по характерному желтому цвету оксида. В составе пыли содержится также свинец в свободном состоянии.

Для подтверждения предложенного состава пыли провели исследование обожженного образца пыли. PbO<sub>2</sub> и PbCO<sub>3</sub> в процессе обжига разлагаются, сажа выгорает. При этом увеличивается массовая доля PbO в составе пыли. После прокаливания в составе пыли даже визуально заметно увеличение количества желтого оксида PbO.

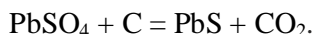
Поскольку восстановитель (кокс) не сгорает полностью, в составе пыли содержится значительное количество углерода (сажа, кокс). Твердым углеродом возможно восстановление PbO. Восстановление оксида свинца (II) до металла углеродом начинается при температуре 300°C.

Восстановление оксида свинца возможно также оксидом углерода (II). Согласно термодинамическим расчетам восстановление PbO до металлического свинца оксидом углерода (II) возможно даже при стандартной температуре. Однако, процесс восстановления оксидом углерода(II) реально возможен при температурах выше 710°C, поскольку равновесие реакции



смещается в сторону образования CO при температуре выше 710°C.

В составе компонентов коротко-барабанной печи возможно присутствие также сульфида свинца. Образование PbS возможно при взаимодействии сульфата свинца с углеродом или оксидом углерода (II):



Таким образом, пыль, образующаяся при черновой варке свинца, представляет собой многокомпонентную систему. Из печи уносятся частицы кокса, сажи (продукт неполного сгорания углерода), свинец (в виде сульфата PbSO<sub>4</sub>, карбоната PbCO<sub>3</sub>, сульфида PbS, оксидов PbO, PbO<sub>2</sub> и металлического свинца), соединения натрия (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). При производстве свинца, согласно литературным данным [1], аэрозоли могут содержать 50 – 60% (масс.) металлического свинца.

Углерод и свинец – вещества, представляющие опасность самовозгорания [2]. Тонкоизмельченный свинец обладает пирофорными свойствами (температура самовоспламенения свыше 580°C) – при нагревании вспыхивает на воздухе [3,4]. Сажа также вызывает повышенную пожарную опасность, температура ее самовоспламенения 600°C. Горение сажи непродолжительно и скорее напоминает вспышку. Сажа, осевшая на стенках воздуховода, может воспламениться от искр из печи. Риск возгорания увеличивается при повышении температуры. Остальные компоненты пыли либо не горючи, либо их содержание очень мало.

Основными причинами возгорания рукавного фильтра являются самовоспламенение аэрозоля пыли свинца и сажи в газоходе за счёт увеличения концентрации пыли в нём выше допустимой и увеличение температуры газовой смеси

выше температуры самовоспламенения. Самовоспламенение аэрозоля приводит к распространению пламени по трубопроводу до фильтра – в результате загорается фильтр.

Рекомендации по устранению причин самовозгорания:

1. Для обеспечения пожаровзрывобезопасности следует увеличить расход газовой смеси в газоходе (увеличить производительность дымососа). Концентрация пыли в газовой смеси на выходе из плавильной печи не должна превышать 1,5 – 2,5 г/м<sup>3</sup>.

2. Установить в начале газохода датчик по определению температуры газовой смеси и в процессе плавки её контролировать.

3. Организовать снижение температуры в начале газохода до безопасной величины ( $\approx 460^{\circ}\text{C}$ ) за счёт дополнительного подсоса атмосферного воздуха либо установки поверхностного теплообменника.

### Литература

1. Гардон, Г.М Пылеулавливание и очистка газов в цветной металлургии. / Г.М. Гардон, И.Л. Пейсохов. – М.: Металлургия, 1977. – 456 с.

2. Hartmann, I. Recent Research on the Explosibility of Dust Suspensions. / I. Hartmann // Ind. And Eng. Chem. – 1968. – V.40. №4. P.762-758.

3. Нигматуллин, Р.И. Гетерогенное горение смесей газов с частицами или каплями / Нигматуллин Р.И., Ванштейн П.В.//Сб.: Избранные проблемы прикладной механики. – М., 1974. - С.187-198.

4. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник/ Под ред. А.Н.Баратова, А.Я.Корольченко. – М.: Химия, 1990. – 325с.

УДК 328.349 : 66.081.3

### Использование глин Беларуси для очистки воды от ионов некоторых металлов

Студент II курса, 2 группы, факультета ТОВ Паськова А.Н.  
Научный руководитель – Ашуйко В.А.  
Белорусский государственный технологический университет  
г.Минск

Вода играет исключительную роль в жизнедеятельности человека. Для очистки сточных применяют комбинированные способы очистки, сочетающие, в зависимости от качественного и количественного состава загрязнителей, реагентные, биохимические, (например, использование микроорганизмов), электрохимические, сорбционные методы, а также фильтрование, обеззараживание. Многие из способов довольно дорогостоящи: значительная стоимость энергоресурсов, реагентов, аппаратуры и пр. Чем выше требования по степени очистки сточных вод, тем выше затраты. Поэтому оптимизации водоочистных технологий, их удешевлению уделяется много внимания.

Для доочистки воды всё чаще используются сорбционные методы. Сорбционные методы просты в аппаратном оформлении, высокоэффективны и легко автоматизируются. Однако высокая стоимость распространенных сорбционных материалов (активированный уголь, ионообменные смолы), затраты на их регенерацию, приводят к необходимости поиска более простых, дешевых природных сорбентов.

К таким сорбентам можно отнести глины.

Анализ количественных характеристик залежей глинистых пород приводит к выводу о перспективности их использования в качестве адсорбентов.