

УДК 54.058: 579.66

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЦИНКА ИЗ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ

*Козырева А.И., студентка 1 курса инженерного факультета
Научный руководитель – Игнатов А.Л., кандидат биологических наук, доцент
ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А.Столыпина»*

Ключевые слова: *Сточные воды, цинк, сульфид цинка, сульфатредуцирующие бактерии*

Работа посвящена поиску нерастворимых соединений цинка, в виде которых этот металл можно извлекать из сточных вод. Предлагается извлечь его в виде соли сероводородной кислоты.

Очистка сточных вод промышленных производств – серьезная проблема нашего времени как с экологической, так и экономической точек зрения.

Так, в мире ежегодно вырабатывается миллионы тонн цинка. Соли цинка используются в технологических процессах ряда химических производств в качестве катализатора жидкофазных процессов, а сам цинк для защиты от коррозии металлических изделий. При этом защищаемый металл электрохимически покрывается тонким слоем цинка из раствора его соли [1].

Наряду с этим гальваническое производство является экологически опасным. В процессе нанесения покрытия весь цинк не может быть извлечен из раствора и значительные его количества остаются в растворе, поэтому отработанные электролиты необходимо подвергать очистке с целью предотвращения загрязнения водоемов катионами этого металла [2].

Основываясь на химических свойствах цинка, а именно способности переходить в нерастворимые соединения мы рассматриваем возможность извлечения цинка в виде гидроксида, сульфида, фосфата и карбоната с последующей фильтрацией на специальных пресс-фильтрах. Фосфат цинка наименее растворим в воде (самое низкое значение произведения растворимости), то есть цинк наиболее полно может быть переведен в осадок [3]. Однако, получение фосфата цинка весьма затратно – необходима фосфорная кислота, и малоэффективно, так как соли аммония, входящие обычно в состав электролитов цинкования, способствуют переходу фосфата цинка в коллоидные соединения – аммиакаты. По причине образования растворимых аммиакатов цинка в щелочных электролитах, нежелательно выделение цинка в виде амфотерного гидроксида:

$$\text{Zn}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 = [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$$

Перспективным является осаждение катионов цинка в виде его сульфида. Это вещество может быть получено пропусканием газообразного се-

Таблица 1 – Нерастворимые соединения цинка и их свойства

Название вещества	Произведение растворимости	Свойства
$Zn(OH)_2$ – гидроксид цинка	$1.2 \cdot 10^{-17}$	Проявляет амфотерные свойства. Растворяется в кислотах и щелочах: $Zn(OH)_2 + 2HCl = ZnCl_2 + 2H_2O$ $Zn(OH)_2 + 2NaOH = Na_2[Zn(OH)_4]$.
ZnS – сульфид цинка	$1.6 \cdot 10^{-24}$	Взаимодействует с кислотами: $ZnS + 2HCl = ZnCl_2 + H_2S$
$Zn_3(PO_4)_2$ – фосфат цинка	$9.1 \cdot 10^{-33}$	Растворяется в уксусной кислоте: $Zn_3(PO_4)_2 + 4CH_3COOH = Zn(H_2PO_4)_2 + 2Zn(CH_3COO)_2$ В щелочах: $Zn_3(PO_4)_2 + 12NaOH = 3Na_2ZnO_2 + 2Na_3PO_4 + 6H_2O$ В аммиаке: $Zn_3(PO_4)_2 + 18NH_3 = 3[Zn(NH_3)_6]^{2+} + 2PO_4^{3-}$
$ZnCO_3$ – карбонат цинка	$1.45 \cdot 10^{-11}$	Не растворим в воде и при кипячении с водой переходит в основную соль. Растворяется в кислотах: $ZnCO_3 + 2HCl = ZnCl_2 + CO_2 + H_2O$

водородохода через водные растворы солей цинка, или обменной реакцией водорастворимой соли цинка с водорастворимым сульфидом, например, щелочных металлов [3]. В первом случае предоставляется возможным использование сульфатредуцирующих бактерии [4,5]. Они жизнеспособны в щелочных средах и восстанавливают сульфатную серу до сульфид-аниона S^{2-} , который соединяясь с катионом цинка образует нерастворимое соединение сульфид цинка: $Zn^{2+} + S^{2-} = ZnS \downarrow$.

Это вещество устойчиво в присутствии щелочей и аммиака и может быть выделено фильтрованием с дальнейшей переработкой:

Таким образом, наибольшую опасность представляют собой загрязнения гальванических производств. Целесообразно извлекать цинк с помощью сульфатредуцирующих бактерий с образованием сульфида цинка.

Библиографический список

1. Ямпольский, А.М. Краткий справочник гальванотехники / А.М. Ямпольский, В.А. Ильин // – Л.: Машиностроение, 2000. – 269 с.
2. Лукичёва, Л.Н. Аккумуляция тяжелых металлов и радионуклидов в кормах в зависимости от технологии заготовки скармливаемых кормов / Л.Н. Лукичёва, Т.Д. Игнатова // В сборнике: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения Материалы V Международной научно-практической конференции. – Ульяновская ГСХА. – 2013. – С. 202-204.
3. Крешков, А.П. Основы аналитической химии. М: Химия, 1970. Т1. – 472 с.
4. Карамышева, Н.Н. Сравнительный анализ действия ингибиторов последнего поколения на коррозию металлов, вызываемую *Desulfovibrio Desulfuricans* / Н.Н. Карамышева, Д.А. Васильев, А.В. Морозов, А.Л. Игнатов, С.К. Львов // Инфекция и иммунитет. – 2014. – № 5. – С. 84.
5. Карамышева, Н.Н. Подавление коррозии стали биопрепаратом бактериофагов сульфатредуцирующих бактерий *Desulfovibrio Desulfuricans* в условиях модели, имитирующей эксплуатацию нефтепроводов / Н.Н. Карамышева, Д.А. Васильев, А.М. Семёнов, С.Н. Золотухин, А.В. Морозов, А.Л. Игнатов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – №4. – С. 49-53.

RECOVERING ZINC FROM INDUSTRIAL WASTE

Kozyreva A.I.

Keywords: *Wastewater, zinc sulfide, zinc sulfate-reducing bacteria*

Work devoted to finding insoluble zinc compounds which form in the metal can be extracted from the wastewater. It is proposed to remove hydrogen sulfide in the acid salt form.