

Поэтому встает проблема обезвреживания отработанных цианидов.

В литературе обсуждены различные способы обезвреживания цианидных растворов. Предлагаются способы разрушения цианидов до получения азота и оксида углерода (IV), включая обработку хлорной известью, сульфатом железа (II), оксидом серы (IV), озоном, УФ - облучением, биоорганизмами и др. Выбор способа очистки определяется многими факторами.

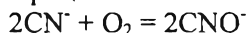
Для очистки концентратов с содержанием  $CN^- > 6,24$  г/л рекомендовано электролитическое окисление или разбавление до концентраций  $CN^- < 6,24$  г/л. Для растворов с концентраций  $CN^- < 6,24$  г/л рекомендовано щелочное хлорирование с применением хлора или  $NaClO$  и озонирование. Электролитическое окисление  $CN^-$  является идеальным для очистки концентрированных растворов. Эффективность процесса хлорирования во многом зависит от значения pH среды. Хлорирование проводят, как правило, в интервале значений pH =8- 11,0 в зависимости от стадии процесса. Экспериментальным путем подбирается соотношение окислитель - цианид-ион, а также продолжительность процесса детоксикации. Причем известно, что растворы, содержащие цианиды натрия, калия, кадмия и цинка обрабатывают в течение 30 минут на первой стадии и 1 час на второй стадии. Цианиды же золота, серебра и никеля требуют более длительной обработки.

Более дешевым по сравнению со щелочным хлорированием является детоксикация отходов оксидом серы (IV), который подают в контактный чан в газообразном или жидком виде. Туда же добавляют щелочь для создания pH 7 - 10, сульфат меди (II) в качестве активатора, Этот метод можно использовать также для полного разрушения цианидов.

Особенно актуально и эффективно применение экологически чистых окислителей, к которым относят пероксид водорода. Преимуществом пероксидного метода очистки сточных вод является отсутствие вторичного загрязнения среды продуктами разложения окислителя. Данный метод технологичен и позволяет проводить процесс в широком интервале значений pH среды и температур.

Известно, что под действием окислителей цианиды превращаются в безвредные цианаты.

Процесс возможно протекает по уравнениям:



$CN^- + H_2O_2 = CNO^- + H_2O$  и др. в зависимости от применяемого детоксикатора.

В настоящей работе в качестве детоксикаторов цианида использовали пероксид водорода, перманганат натрия.

Исследовали растворы с содержанием  $CN^-$  - ионов 0,0182 г/л и 17,6 г/л. Установлено, что применение пероксида водорода и гипохлорита натрия эффективно при любых концентрациях  $CN^-$  - ионов. Причем, его использование наиболее рационально при малых концентрациях  $CN^-$  - ионов в растворе электролита (0,0624 г/л через 24 часа), чем при больших(0,8 г/л). Кроме того, использование разбавленного раствора пероксида водорода (7,5%) эффективнее (0,05 г/л через 24 часа) использования концентрированного (30%) раствора пероксида водорода (0,09 г/л через 24 часа).

## ИЗВЛЕЧЕНИЕ СЕРЕБРА ПУТЕМ ПЛАВКИ ШИХТЫ

*Т.Н. Стрижевская*

Научный руководитель – *И.Б. Проворова*

*Белорусский национальный технический университет*

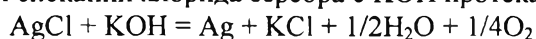
В данной работе были проведены экспериментальные исследования по прямому выделению серебра из золы фотобумаги путем плавки шихты состава: зола - 100 г,  $Na_2CO_3$  - 100 г,  $NaNO_3$  - 10 г,  $B_2O_3$  - 20 г.

Установлено, что степень извлечения серебра в виде королька составлял 58-60%. Расплав получается достаточно вязким, что не позволяет всему выделившемуся серебру собраться на дне тигля.

Для сравнения энергозатрат была изучена система зола- $Na_2CO_3$ . Навеску золы перетирала

с безводной содой и подвергали термообработке при 500-550<sup>0</sup>С в течение 1 - 4 часов. Полученный спек охлаждали, измельчали и выщелачивали водой с выделением продукта, содержащего в основном нерастворимые соли бария и металлическое серебро, которое затем вымывали азотной кислотой. Из раствора, отделенного от солей бария извлекали серебро. Процент извлечения серебра в этом случае достигал 85-87%. Достоинством этого метода является практически отсутствие существенных потерь серебра. Недостатки метода - большой расход соды, на 100 г золы  $\approx$  100-150 г соды, что для низкоконцентрированного сырья, каким является зола фотобумаги, экономически не рентабельно, к тому же сравнительно не высокая степень извлечения серебра (85-87%) объясняется, по-видимому, не полным взаимодействием соединений серебра и соды.

Проанализирован способ переработки солей серебра с использованием гидроксидов калия или натрия. При взаимодействии 5 - 6 м раствора КОН с хлоридом серебра при 60<sup>0</sup>С в течение 2 часов степень извлечения серебра составила  $\approx$  45-50%. При использовании пирометал-лургического способа с 50% избытком КОН при температуре 450<sup>0</sup>С в течение 2 часов степень извлечения серебра из AgCl увеличивалась до 89%. При использовании двукратного количества КОН и также температурно-временных условий степень извлечения серебра возросла до 99%. При спекании хлорида серебра с КОН протекает следующая реакция:



Опыт проводили следующим образом. Навеску NaOH помещали в емкость из нержавеющей стали и в печи доводили до температуры 400-450<sup>0</sup>С. В полученный раствор мелкими дозами добавляли золу фотобумаги. Результаты эксперимента приведены в таблице.

Результаты переработки золы фотобумаги с использованием расплава щелочи

№№ сост.	Состав, г		Темпе- ратура	Сод. серебра в золе по анализу,г	Масса выделен. полуфаб- риката,г	Сод. серебра в полуфабр. %	Масса выдел. серебра, г	% извл. сере- бра
	Зола	Щелочь NaOH						
1	100	150	450- 500	1,7	1,598	59,7	0,954	56,1
2	100	200	- // -	1,7	1,497	76,4	1,144	67,3
3	100	210	- // -	1,7	1,503	83,2	1,251	73,6
4	100	220	- // -	1,7	1,439	92,5	1,331	78,3
5	100	250	- // -	1,7	1,515	92,8	1,406	82,7
6	100	300	- // -	1,7	1,517	93,0	1,411	83,0

В отличие от нитрит-нитратного плава процесс взаимодействия золы и расплава щелочи протекает более спокойно. Отсутствует процесс разбрызгивания расплава, уменьшается пылеунос, но порошок соединений бария, полученный после растворения серебра, серого цвета, что свидетельствует о не полном удалении углерода из золы.

## УТИЛИЗАЦИЯ ЗОЛЫ ИЗ ФОТОБУМАГИ

*Д.И. Боровик*

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Е.А. Евсеева*  
Белорусский национальный технический университет

В работе проводились исследования по извлечению серебра из золы фотобумаги с применением коллекторов серебра, в качестве которых использовался гранулированный алюминий, а также порошки свинца и меди.

Использование коллекторов благородных металлов возможно только в случае получения жидкотекучего шлака. Основными компонентами такого шлака являются SiO<sub>2</sub>:Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (20в.ч.:30в.ч.:50в.ч.). К вышеуказанным компонентам добавляли известь (CaO) в количестве до 10% от веса золы.