



УДК 541.8

Обработка сточных вод, загрязненных соединениями свинца, на очистных сооружениях гальванического производства реagentного типа

Евгений Урецкий, Владимир Мороз

Свинец и его соединения очень токсичны, поэтому необходимо удалять из сточных вод даже их следы. Как известно, ионы свинца (II) нарушают обмен веществ и являются ингибиторами ферментов. Особенно опасно их воздействие на маленьких детей, вызывающее умственную отсталость и хроническое заболевание мозга. Воздействие свинца на организм человека - тяжелое и долговременное. Он способен замещать кальций в костях и оставаться постоянным источником отравления организма в течение длительного времени.

Из-за высокой токсичности свинца контролируемые организации по предъявляют к промышленным сточным водам предприятий на выпуске в канализацию особенно жесткие требования.

Лабораторные исследования по обезвреживанию соединений свинца в сточных водах

Лабораторные исследования проводились с целью выявления наиболее приемлемой для производственников технологии обработки сточных вод, загрязненных свинцом.

Исследовались следующие варианты технологий:

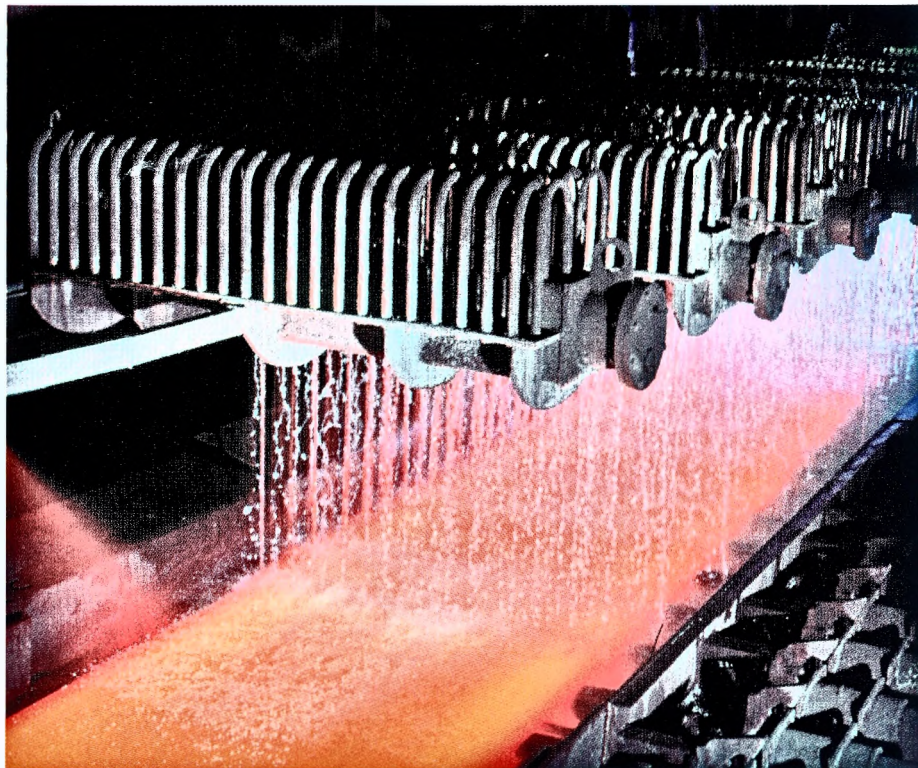
1. Локальная обработка известковым молоком усредненных содержащих свинец промывных и концентрированных сточных вод с последующим отстаиванием и фильтрованием (рис. 1).

2. Совместная обработка известковым молоком промывных кислотно-щелочных и содержащих свинец сточных вод с декантатом предварительно очищенных, содержащих свинец отработанных технологических растворов (ОТР) и последующим отстаиванием и фильтрованием (рис. 2).

3. Совместная обработка известковым молоком промывных кислотно-щелочных, содержащих свинец сточных вод и дозируемых, загрязненных свинцом ОТР, с последующим отстаиванием и фильтрованием (рис. 3).

В настоящее время для нейтрализации сточных вод, содержащих свинец, используются реagentный (физико-химический), ионообменный, электродиализный, обратноосмотический, электрохимический, сорбционный и экстракционный методы. Все они крайне неравноценны как по эффективности извлечения свинца, так и по экономическим показателям [1]. Поэтому возникла необходимость в разработке ресурсосберегающей технологии обработки сточных вод, загрязненных соединениями свинца, для предприятий, на которых они образуются. Исследования для разработки такой технологии были проведены на базе горьковского завода «Коралл».

Ключевые слова: свинец, сточные воды, загрязненные свинцом, санитарные нормы, гальваническое производство, тяжелые металлы, «известковое молоко».



Исследования проводились на установке, приведенной на рис. 4.

Контроль pH среды осуществлялся с помощью иономера ЭВ-74. Концентрация свинца (II) определялась на полярографе марки ПУ-1. Исследования проводились на натуральных стоках. Варьирование концентрации

свинца в исследуемых образцах достигалось путем добавления к ним азотнокислого свинца. Осаждение гидроксидов свинца осуществлялось известковым молоком с концентрацией кальция (II) около 1 г/л. Дозирование «известкового молока» в реакционную смесь производилось ка-

Урецкий Евгений Аронович, член-корреспондент Белорусской инженерной технологической академии;
Мороз Владимир Валентинович, старший преподаватель кафедры водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения Брестского государственного технического университета. Беларусь, 224017, г. Брест, ул. Московская, д. 267.
E-mail: vovavall@mail.ru



пельным способом по показаниям иономера ЭВ-74 при постоянно работающей магнитной мешалке. Контакт сточной жидкости с известковым молоком составлял 10 мин. Далее смесь переливалась в мерный цилиндр и отстаивалась в течение двух часов. Декантат фильтровался на лабораторных фильтрах.

Полученный фильтрат анализировался на полярнографе на предмет определения в нем концентрации свинца. Результаты анализов сводились в таблицы 1-3.

В процессе проводимых исследований было выявлено:

1. При локальной обработке содержащих свинец промывных и концентрированных стоков наблюдалось образование плохо осаждаемого мелкодисперсного осадка.

2. Совместная обработка кислотно-щелочных и содержащих свинец сточных вод способствовала образованию более крупного и, соответственно, лучше осаждаемого осадка. Причем технология, предусматривающая дозирование содержащих свинец ОТР, более предпочтительна. При равной эффективности ее дешевле и проще реализовать.

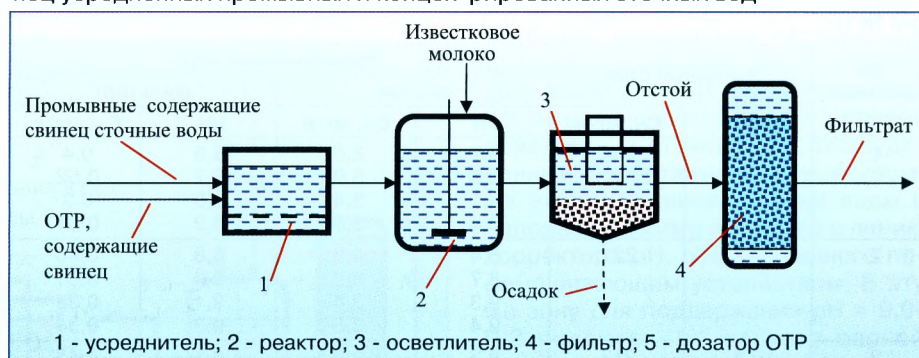
Разработка ресурсосберегающей технологии обработки сточных вод, загрязненных соединениями свинца в рамках традиционных очистных сооружений гальванического производства реагентного типа

На основании проведенных исследований для обработки сточных вод, содержащих свинец, принята «путная технология», то есть технология, при которой обработка содержащих свинец сточных вод осуществляется в рамках очистных сооружений гальванического производства на том же оборудовании, теми же химикатами при сохранении основных параметров ранее принятой традиционной реагентной технологии очистки сточных вод гальванического производства.

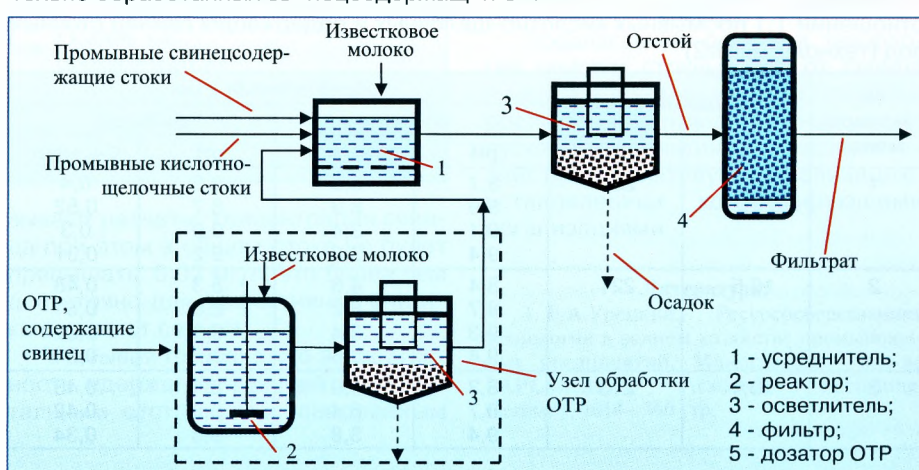
Для снижения концентрации свинца в обрабатываемых стоках до требуемой концентрации используется:

- сорбционная способность оксигидратного коллектора, образующегося в процессе нейтрализации сточных вод, содержащих тяжелые металлы;
- эффект соосаждения;
- выравнивание концентраций свинца в объединенном стоке за счет выделения ОТР из промывных сточных вод, а, значит, и более совершенного усреднения и, соответ-

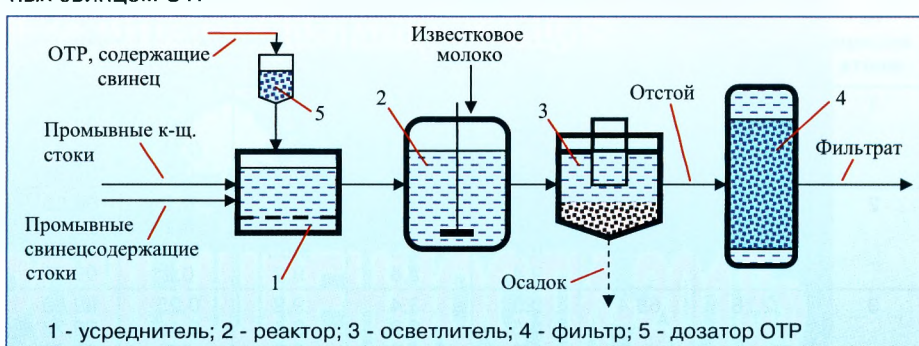
■ **Рис. 1.** Схема локальной обработки известковым молоком содержащих свинец усредненных промывных и концентрированных сточных вод



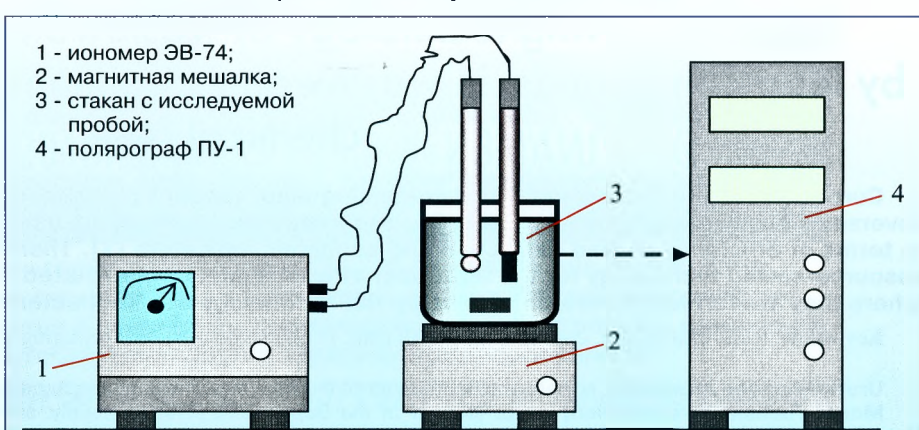
■ **Рис. 2.** Схема совместной обработки известковым молоком промывных кислотно-щелочных и свинецсодержащих сточных вод с декантатом предварительно обработанных свинецсодержащих ОТР



■ **Рис. 3.** Схема совместной обработки известковым молоком усредненных кислотно-щелочных, свинецсодержащих стоков и поддозированных, загрязненных свинцом ОТР



■ **Рис. 4.** Схема экспериментальной установки





■ **Таблица 1.** Результаты локальной обработки «известковым молоком» смеси промывных и концентрированных сточных вод, содержащих свинец (технология №1)

| № эксперимента | Исходный сток | | Обработанный сток | | | |
|----------------|---------------|------------------------|-------------------|------------------------|----------|------------------------|
| | | | отстой | | фильтрат | |
| | pH | С _{Pb} , мг/л | pH | С _{Pb} , мг/л | pH | С _{Pb} , мг/л |
| 1 | 10,2 | 204 | 8,7 | 5,6 | 8,5 | 0,4 |
| | | | 8,9 | 8,9 | 8,7 | 0,52 |
| | | | 9,1 | 3,4 | 9,0 | 0,3 |
| | | | 9,4 | 3,8 | 9,2 | 0,31 |
| 2 | 10,5 | 221 | 8,4 | 4,8 | 8,3 | 0,48 |
| | | | 8,7 | 8,2 | 8,6 | 0,51 |
| | | | 9,3 | 3,4 | 9,1 | 0,32 |
| | | | 9,4 | 3,5 | 9,2 | 0,34 |
| 3 | 10,4 | 213 | 8,3 | 4,9 | 8,1 | 0,43 |
| | | | 8,7 | 6,4 | 8,5 | 0,42 |
| | | | 9,4 | 3,8 | 9,3 | 0,34 |

■ **Таблица 2.** Результаты обработки «известковым молоком» смешанных в отношении 1:1 промывных кислотно-щелочных и содержащих свинец сточных вод (технология №2)

| № эксперимента | Исходный сток | | Обработанный сток | | | |
|----------------|---------------|------------------------|-------------------|------------------------|----------|------------------------|
| | | | отстой | | фильтрат | |
| | pH | С _{Pb} , мг/л | pH | С _{Pb} , мг/л | pH | С _{Pb} , мг/л |
| 1 | 10,2 | 204 | 8,7 | 5,6 | 8,5 | 0,4 |
| | | | 8,9 | 8,9 | 8,7 | 0,52 |
| | | | 9,1 | 3,4 | 9,0 | 0,3 |
| | | | 9,4 | 3,8 | 9,2 | 0,31 |
| 2 | 10,5 | 221 | 8,4 | 4,8 | 8,3 | 0,48 |
| | | | 8,7 | 8,2 | 8,6 | 0,51 |
| | | | 9,3 | 3,4 | 9,1 | 0,32 |
| | | | 9,4 | 3,5 | 9,2 | 0,34 |
| 3 | 10,4 | 213 | 8,3 | 4,9 | 8,1 | 0,43 |
| | | | 8,7 | 6,4 | 8,5 | 0,42 |
| | | | 9,4 | 3,8 | 9,3 | 0,34 |

■ **Таблица 3.** Результаты обработки «известковым молоком» промывных кислотно-щелочных содержащих свинец сточных вод и дозируемых содержащих свинец ОТР (технология №3)

| № эксперимента | Исходный сток | | Обработанный сток | | | | Эффект очистки, % |
|----------------|---------------|------------------------|-------------------|------------------------|----------|------------------------|-------------------|
| | | | отстой | | фильтрат | | |
| | pH | С _{Pb} , мг/л | pH | С _{Pb} , мг/л | pH | С _{Pb} , мг/л | |
| 1 | 2,2 | 96,3 | 8,4 | 2,4 | 8,2 | 1,2 | 98,75 |
| | | | 8,93 | 1,2 | 8,7 | 0,0 | 99,68 |
| | | | 9,1 | 2,15 | 9,0 | 0,15 | 99,84 |
| | | | 9,3 | 2,2 | 9,2 | 0,2 | 97,84 |
| 2 | 2,8 | 89,2 | 8,2 | 2,6 | 8,0 | 0,3 | 99,66 |
| | | | 8,51 | 2,4 | 8,2 | 0,1 | 98,82 |
| | | | 9,1 | 2,3 | 9,05 | 0,15 | 98,83 |
| | | | 9,4 | 2,8 | 9,2 | 0,2 | 99,77 |
| 3 | 2,78 | 68,4 | 9,3 | 3,4 | 9,2 | 0,25 | 99,63 |
| | | | 9,5 | 2,8 | 9,4 | 0,15 | 99,78 |
| | | | 9,8 | 4,5 | 9,7 | 0,2 | 99,70 |

ственно, многократного уменьшения пиковых концентраций перед смесителями.

В процессе исследований, согласно Мак-Бену, сложнейший механизм сорбции оксигидратным коллектором ионов и гидроксидов свинца не рассматривался, а был взят априорно, как «черный ящик», обладающий совокупной сорбционной емкостью. При этом, как показали исследования, эта совокупная сорбционная емкость при худшем стечении обстоятельств (гомельский завод «Коралл») значительно превышала достаточную.

Для других объектов всегда необходимо проводить экспериментальную проверку достаточности сорбционной емкости оксигидратного коллектора для очистки стоков, содержащих свинец, с помощью «попутной» технологии.

Как правило, на предприятиях, на которых имеется гальваническое производство, производство кинескопов, хрустали и т.п., сточные воды загрязнены и фтором. Это связано с тем, что травление всевозможных изделий осуществляется плавиковой кислотой.

Традиционно этот поток сточных вод очищается от фтора на первой стадии очистки при pH = 10,5-11,0. При такой высокой щелочности происходит растворение гидроксидов свинца и вынос свинца из осветлителей. Поэтому сточные воды, загрязненные свинцом, выделяются из сточных вод, содержащих фтор, в самостоятельные потоки.

Промывные сточные воды, содержащие свинец, выделенные из сточных вод, содержащих фтор, сбрасываются в линию кислотно-щелочных сточных вод и обезвреживаются вместе с ними попутно (рис. 5).

Что же касается ОТР, содержащих свинец, то эти растворы выделяются из промывных сточных вод в отдельный поток и самотечно (или в напорном режиме) поступают в приемный резервуар-накопитель поз.6, разме-

Resource-saving technology of wastewater treatment, polluted by lead compounds, in wastewater treatment plants of electroplating chemical type

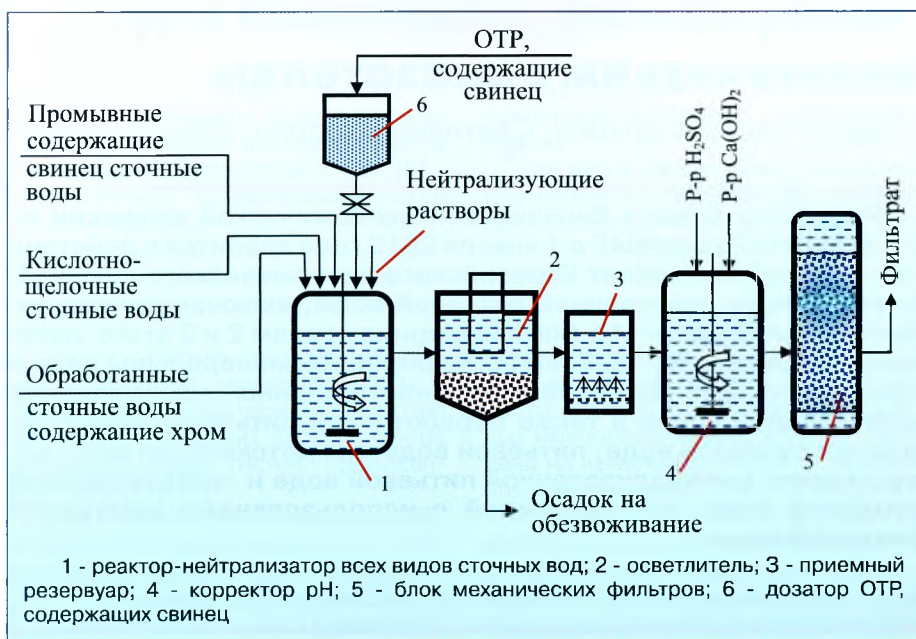
Currently, to neutralize wastewater containing lead, reagent (physico-chemical), ion exchange, electrodialysis, reverse osmosis, electrochemical, sorption and extraction methods are used. All of them are extremely unequal both in terms of efficiency of lead extraction and economic indicators [1]. Therefore, it became necessary to develop a resource-saving technology for the treatment of wastewater contaminated with lead compounds for the enterprises where they are formed. Research to develop this technology was conducted on the basis of the Gomel plant «coral».

Key words: lead, waste water, contaminated with lead, health standards, electroplating industry, heavy metals, «milk of lime».

Uretski Eugene Aronovich, corresponding member of the Belarusian engineering Academy of technology (BIT), **Moroz Vladimir Valentinovich**, senior lecturer of the Department of water supply, sanitation and heat supply of Brest state technical University. Belarus, Brest state technical University, 224017, Brest, Moskovskaya St., 267. E-mail: vovavall@mail.ru.



■ **Рис. 5.** Формирование потоков сточных вод и схема «попутной» технологии обработки содержащих свинец сточных вод



щенный на очистных сооружениях. Принятая емкость обеспечивает пребывание этих ОТР в течение месяца, то есть условно повышает усредняющую способность реактора-нейтрализатора всех видов сточных вод при равномерном подмешивании от нескольких часов до месяца. Как пока-

зывают расчеты, концентрация свинца при этом в общем стоке не будет превышать 0,02 мг/л, что более чем достаточно для эффективной очистки стоков от свинца.

Учитывая тот факт, что эффективность удержания взвесей горизонтальным отстойником, внедренным

на очистных сооружениях завода «Коралл», не превышала 60%, технология предусматривает глубокое осветление прошедших отстаивание сточных вод методом фильтрации. Для этого сточные воды после осветлителя направляются в сборник осветленных сточных вод, оборудованный барботажным устройством. Из этого сборника сточные воды в напорном режиме подаются в линию корректора pH, оборудованного перемешивающим устройством. В эту же зону для поддержания pH = 9,0-9,2 подаются 1% раствор серной кислоты или 1% раствор извести. Откорректированные по pH сточные воды подаются на фильтрацию.

Вывод:

Предлагаемая попутная технология очистки сточных вод от свинца позволяет при минимальных затратах достичь концентрации свинца на выпусках предприятия в городскую хозяйственно-бытовую канализацию, установленных контролирующими организациями.

Литература:

1. Е.А.Урецкий. Ресурсосберегающие технологии в водном хозяйстве промышленных предприятий. Монография - изд-во LAPLAMBERT Academic Publishing, Germany, 2014 - 360 стр.