

*Куралесин Алексей Васильевич, к.т.н., доцент,*

*профессор кафедры «Гидравлики водоснабжения и водоотведения»*

*Воронежский государственный технический университет (г. Воронеж)*

*Злобина Нина Николаевна, доцент кафедры «Гидравлики водоснабжения и водоотведения»*

*Воронежский государственный технический университет (г. Воронеж)*

*E-mail: [vgtu.isis@mail.ru](mailto:vgtu.isis@mail.ru)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОКОВ ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ**

**Аннотация:** Статья посвящена проблеме очистки производственных стоков от ионов тяжелых металлов. Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований по удалению ионов тяжелых металлов. Приведенные методы очистки стоков от ионов металлов в зависимости от марки каучука

**Ключевые слова:** промышленные стоки производства каучуков, реагентная обработка, методы очистки.

**Annotation:** The article is devoted to the problem of cleaning industrial effluents from heavy metal ions. The results of theoretical and experimental studies on the removal of heavy metal ions are presented. The presented methods for cleaning effluents from metal ions depending on the brand of rubber

**Key words:** industrial waste rubber production, reagent treatment, cleaning methods.

Технологические процессы промышленных предприятий по производству синтетического каучука сопровождается образованием большого количества

стоков с содержанием ионов тяжелых металлов. Такие стоки являются источником опасных загрязнений [4, с. 107], влияющих не только на состояние окружающей среды, в том числе и водных ресурсов, но и состояние здоровья населения. При недостаточной степени очистки производственных сточных вод, попадание их в водоем, приводит к гибели биоценозов. Так же серьезной проблемой является утилизация шламов при производстве синтетического каучука. При недостаточной степени очистки возможен процесс выщелачивания тяжелых металлов кислотными дождями и природными органическими кислотами из шламов в местах их захоронения [3, с. 66].

Целью работы являлось определение оптимальной схемы очистки стоков с содержанием ионов тяжелых металлов, таких как алюминий, цинк, титан, ванадий, никель и литий.

Разнообразие загрязняющих компонентов, присутствующих в сточных водах производства каучуков стереорегулярного строения, получаемых полимеризацией в растворе, определило и широкий диапазон методов их очистки. Общим для сточных вод производства этих каучуков является наличие в них наряду с органическими компонентами ионов металлов алюминия, цинка, титана, ванадия, никеля и лития, присутствующих в различных соотношениях в зависимости от марки каучука.

В специальной литературе предлагается большое количество методов очистки стоков от ионов тяжелых металлов [1; 2], таких как реагентный, метод ионного обмена, электродиализа и электролиза, обратного осмоса, электрокоагуляции, гальванокоагуляции, электрофлотации, сорбционный, дозированного выпаривания. Каждый из этих методов имеет ряд преимуществ и недостатков. Для удаления ионов тяжелых металлов, возможно применение комплексно нескольких методов. Их выбор зависит от конкретных ионов тяжелых металлов, присутствующих в стоках, а также от стоимости очистки, оборудования, реагентов [4, с. 108], способов утилизации шламов.

Предлагаемая технологическая схема состоит из резервуара-усреднителя, для регулирования количества стоков в зависимости от

технологического цикла производства. Так же в резервуаре происходит смешивание кислых и щелочных стоков (рис. 1). Далее происходит нейтрализация стоков известью в смесителях, отстаивание в тонкослойных отстойниках, доочистка на механических фильтрах. Обезвоживание осадка предлагается проводить на фильтр-прессах или вакуумных фильтрах [5, с. 227]. Технологическая схема реагентной очистки производственных сточных вод от ионов тяжелых металлов приведена на рисунке.

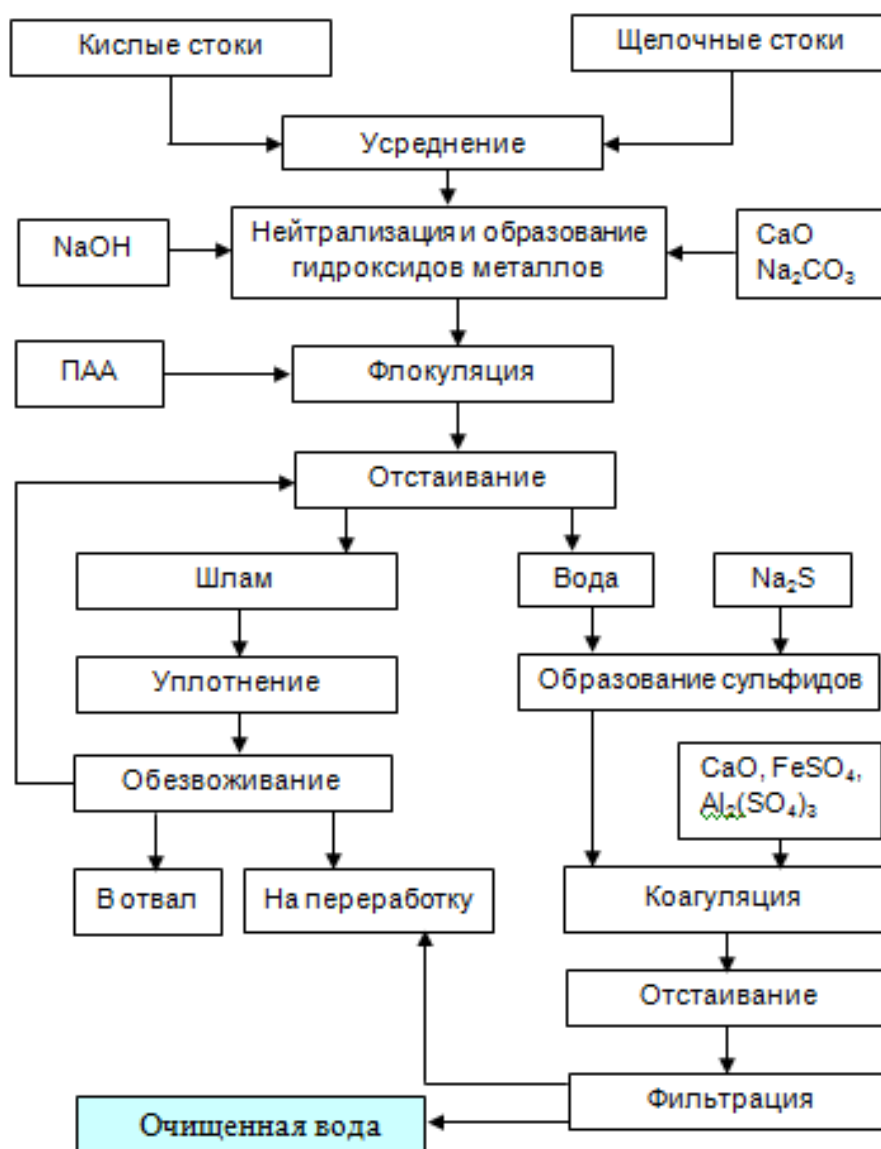


Рисунок 1. Технологическая схема реагентной очистки производственных сточных вод от ионов тяжелых металлов

При производстве синтетического каучука образуются кислотно-щелочные стоки, нейтрализация которых осуществляется реагентным методом, путем полимеризации в растворе кальцинированной соды или извести до показателей рН равном 7-12 единиц [2]. Применение извести, вместо соды, позволяет ускорить процесс гидрокарбонизации. Таким образом, обработка известью является перспективным методом, требующим детального изучения [6, с. 33]. При реакции происходит выделение  $\text{CO}_2$ , что вызывает всплывание частиц осадка и их вынос из отстойника.

Для осаждения гидрокарбонатов и карбонатов, а также  $\text{CaCO}_3$ , применяются сульфиды, при последовательной обработке хлористым кальцием ( $\text{CaCl}_2$ ) и кальцинированной содой ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) с применением двух ступеней очистки растворов. В этом случае происходит быстрое отделение осадка, что упрощает процесс его обезвоживания.

Образующиеся, после реагентной обработке взвеси, состоящие из гидроксидов и гидрокарбонатов тяжелых металлов, а так же сорбированные СПАВ, не осаждаются в полной мере. Присутствие СПАВ в стоке снижает эффективность флокуляции и коагуляции, за счет уменьшения поверхностного натяжения [2]. Эта проблема решается при добавлении водорастворимого полиакриламида (ПАА) (рис.1).

В зависимости от марки выпускаемого каучука, технологическая схема может меняться, это связано с наличием в стоках органических веществ. В зависимости от марки (табл.) обычно производится локальная физико-химическая очистка этих сточных вод от разрушенного каталитического комплекса, после чего они направляются на отгонку растворителя или на биологическую очистку. Целью локальной очистки является извлечение из сточных вод металлов и других ингредиентов до концентраций, допустимых санитарными нормами, целью биологической очистки - разрушение органических компонентов биохимическими методами. В процессе локальной очистки ионы металлов из сточных вод извлекаются различными физико-химическими методами путем перевода их в нерастворимые соединения в виде

солей или гидроокисей. Неочищенные сточные воды имеют кислую реакцию, значение которой зависит от качественно-количественной характеристики присутствующих в них загрязнений.

Таблица. Методы чистки стоков от ионов металлов в зависимости от марки каучука

Марка каучука	Начальное значение рН	Основные элементы схемы локальной очистки	Пути дальнейшего следования	
			Осветленного стока и фильтрата	Осадки
СКИ-3	3-4	Подщелачивание* до рН=12,5; карбонизация до рН=7-8; отстаивание	На отгонку метанола, затем на биологические очистные сооружения (БОС)	На обезвоживание или в первичные отстойники БОС
СКЭПТ	3-5	Известкование** до рН=12,5; карбонизация до рН=7-8; отстаивание	На отгонку этанола, на БОС	На обезвоживание
СКЭП	2-3	<u>Первая стадия:</u> известкование до рН=12,5; отстаивание. <u>Вторая стадия</u> карбонизация до рН=7-8; отстаивание	На вторую стадию очистки	На обезвоживание
СКД-3	5,5-6	Подщелачивание до рН=11,5; отстаивание	На песчаные фильтры и БОС	На обезвоживание
СКИ-3 и бутылкаучука***	2-3	Известкование до рН=9,5; отстаивание	На БОС	На обезвоживание
ПДИ-1		Подщелачивание до рН=10,5-11,5	На БОС	На обезвоживание
* Обработка стока 20%-ным раствором натриевой щелочи				
Обработка стока 6%-ным известковым молоком.				
*** Стоки в соотношении 1:0,4.				

Очистка каждого стока от ионов металлов при исследовании осуществлялась с использованием нескольких методов (табл.). В качестве окончательного рекомендован метод очистки, при котором наряду с полнотой

очистки обеспечивается химический состав осадка, позволяющий его эффективную последующую утилизацию.

В таблице приведены методы очистки изучавшихся сточных вод, обеспечивающие лучшие фильтрационные свойства осадка.

Как видно из таблицы, общим в очистке сточных вод производства каучуков каталитической полимеризацией является использование метода подщелачивания или известкования. Использование дополнительно к упомянутому методу карбонизации для очистки сточных вод производства каучука СКИ-3 и СКЭПТ позволило получить сравнительно хорошо фильтрующиеся осадки. Фильтрация осадка сточных вод от получения каучука СКИ-3 без карбонизации их (только с подщелачиванием) невозможно. Применение карбонизации сточных вод производства каучука СКЭПТ позволило увеличить производительность фильтра в 5-8 раз, намного сократить объем осадка и увеличить его концентрацию.

На первой стадии очистки сточных вод производства каучука СКЗП происходит выделение виннокислого кальция и ванадата кальция. На второй стадии выделяются гидроокиси цинка и алюминия. После второй стадии очистки получается небольшое количество осадка, поэтому схемой предусматриваются периодическое, по мере накопления, обезвоживание на фильтре или сброс в первичные отстойники сооружений биологической очистки.

Эффект выпадения взвешенных веществ из сточных вод производства каучука СКД-3 составляет 65%, поэтому схемой предусматривается доосветление стока на песчаных фильтрах.

Вследствие значительной (до 3,3%) концентрации взвешенных веществ в сточных водах производства каучука ПДИ-1 и неудовлетворительных седиментационных свойств их направляют на фильтр-пресс, минуя стадию отстаивания.

Влияние продолжительности отстаивания,  $T$ , на эффективность осветления сточных вод,  $\mathcal{E}$ , при производстве каучуков представлена на рисунке 2.

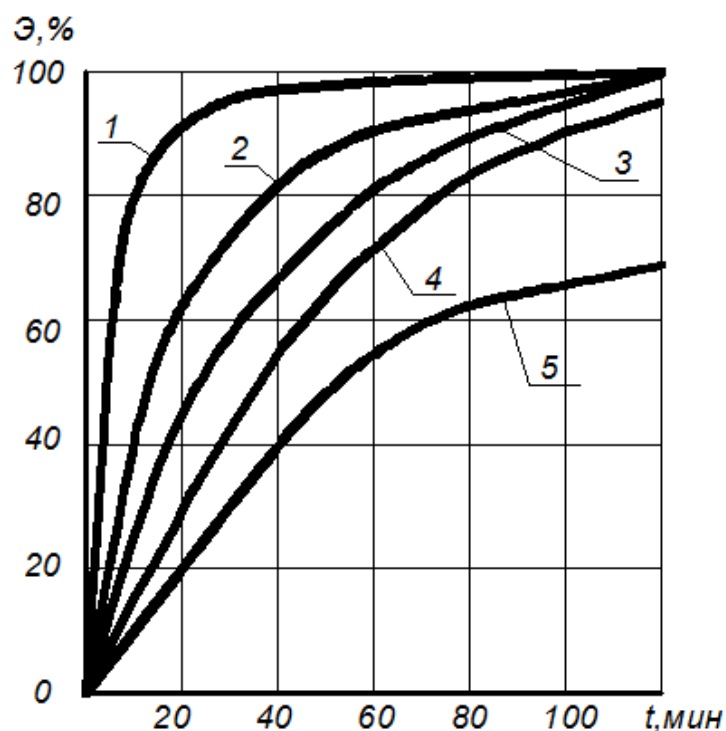


Рисунок 2. Влияние продолжительности отстаивания,  $T$ , на эффективность осветления сточных вод,  $\mathcal{E}$ , при производстве каучуков:

1 - СКЭПТ; 2 - СКИ-3 и бутилкаучука; 3 - СКИ-3;  
4 - СКЭП; 5 - СКД-3

Таки образом наибольшая эффективность достигнута при отстаивании стоков при производстве каучука марки СКЭПТ (поз. 1 рис.2).

### **Выводы**

1. Детально рассмотрены реагентные методы обработки стоков при выпуске каучука в широком диапазоне.
2. Приведенные методы очистки стоков от ионов металлов в зависимости от марки каучука рекомендуется использовать при очистке производственных стоков.

### **Библиографический список:**

1. Канализация населенных мест и промышленных предприятий : справочник проектировщика/ под ред. В.Н. Самохина. Изд. 2-е. – М.: Стройиздат, 1981. – 639с.

2. Куралесин А.В., Себекин И.С. Очистка сточных вод производства синтетического каучука. М. Стройиздат, 1983.-144с.

3. Проскурина И.И., Свергузова С.В. Использование шламов водоочистки Строительные материалы. 2006. № 4. С. 66-67.

4. Смирнова В.С., Худорожкова С.А., Ручкинова О.И. Обоснование оптимальных условий реагентной очистки промывных вод от ионов тяжелых цветных металлов. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. 2019. Т. 10. №2. С. 106-118.

5. Щербаков В.И., Помогаева В.В., Сухов С.С. Известкование как способ обеззараживания осадка сточных вод. Российский Инженер. 2016. Т. 2. № 2 (5). С. 32-37.

6. Щербаков В.И., Помогаева В.В., Сухов С.С. Дезинвазия осадков сточных вод с использованием извести. В сборнике: Яковлевские чтения. Сборник докладов XII Международной научно-технической конференции, посвященной памяти академика РАН С.В. Яковлева. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. 2017. С. 221-229.