

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОЧИСТКЕ ВОДЫ В ОТЛОЖЕНИЯХ ГИДРООТВАЛА ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Тихонов В.П.¹, Караваева Т.И.¹, Наумова О.Б.², Бардиж А.Ю.³

¹Естественнаучный институт Пермского государственного национального исследовательского университета, georisk@psu.ru (614990, г. Пермь, ул. Генделя, 4)

²Пермский государственный национальный исследовательский университет, poisk@psu.ru, (614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15)

³ООО «Вторичные драгоценные металлы» (г. Екатеринбург)

На всех стадиях проектирования и освоения месторождений обязательным является применение эффективных и экономичных методов очистки сточных вод, предотвращение загрязнения поверхностных водоемов и подземных вод отходами производств. Выполнено методическое обоснование исследований по созданию экологически безопасной системы очистки воды, в основе которой находится фильтрационное поле из отложений гидроотвала. Предложена структура системы очистки оборотной воды и последовательность проведения опытно-промышленных исследований. Эффективность подобной системы очистки воды подтверждена авторами на дражном полигоне в Красновишерском районе Пермского края, достигнута степень очистки воды 89,9-99,3 %. Гидроотвал рассмотрен как фильтрационно-сорбционная система, перспективная для практического использования в целях оборотного водоснабжения при разработке россыпных месторождений золота.

Ключевые слова: очистка воды, взвешенные вещества, отложения гидроотвала, фильтрационное поле.

TECHNICAL SOUNDNESS OF RESEARCH ON WATER PURIFICATION IN HYDRAULIC DUMP ENRICHMENT PLANT SEDIMENT

Tihonov V.P.¹, Karavaeva T.I.¹, Naumova O.B.², Bardizh A.J.³

¹Natural Sciences Institute of Perm State National Research University, georisk@psu.ru

²Perm State National Research University, poisk@psu.ru

³Secondary Precious Metals

At all stages of the design and development of deposits required is the application of efficient and economical methods of wastewater treatment, the prevention of pollution of surface water and ground water waste. Methodical substantiation of research on creating environmentally friendly water treatment system, which is based on the filtration of sediment hydraulic dump box, has been achieved. The structure of a system and the sequence of the pilot studies has been offered. The effectiveness of such a water purification system is confirmed by the authors on the dredge site in Krasnovishersky district of the Perm region. The degree of purification of water 89,9-99,3%. Hydraulic dump considered as filtration and sorption system. Prospects of the blade in order to water recycling in the development of placer gold deposits exist.

Keywords: clean of water, suspended solids, hydraulic dump sediments, filtration field.

Экологическая безопасность недропользования относится к важнейшим проблемам современности и позволяет сохранить сбалансированность социального и экономического развития территории. Разработка месторождений полезных ископаемых как сложнейший вид хозяйственной деятельности часто приводит к нарушениям целостности и качества лито- и гидросферы, негативным экологическим последствиям. Требования по рациональному использованию биологических и водных ресурсов, предотвращению их истощения и загрязнения относятся к важнейшим экологическим условиям разработки месторождений. На всех стадиях проектирования и освоения месторождений обязательным является применение эффективных и экономичных методов очистки сточных вод, предотвращение загрязнения поверхностных водоемов и подземных вод отходами производств.

Анализ существующих в горнодобывающей промышленности способов очистки сточных вод от взвешенных веществ и практика работ на дражных полигонах Красновишерского района Пермского края позволили установить следующие особенности:

- разработка месторождений сопровождается значительным водопотреблением и водоотведением;
- сточные воды характеризуются высокими концентрациями взвешенных веществ, существенно изменяющимися по сезонам года;
- в водотоках высшей категории рыбохозяйственного значений запрещено применять флокулянты и коагулянты для повышения степени очистки;
- системы очистки, применяемые при разработке россыпных месторождений, не позволяют получить допустимые концентрации взвешенных веществ и являются экономически неэффективными.

Решение актуальной проблемы очистки от взвешенных веществ в целях охраны водных ресурсов, экологически безопасного недропользования и повышения рентабельности разработки месторождений, требует предварительного методического обоснования, которое учитывает специфику проведения исследований.

Аналитический обзор существующей информации по способам очистки сточных вод от взвешенных веществ [1–3; 6–9] позволяет более эффективно выбрать направление теоретического поиска с целью обоснования и разработки системы очистки при гидравлическом способе разработки россыпных месторождений в долинах горных рек. В результате возникла гипотеза, основанная на возможности использования отложений гидроотвала обогатительной установки для очистки воды и требующая экспериментальной проверки.

Теоретические исследования заключаются в выявлении существенных связей между свойствами порового пространства зернистых сред и условиями осаждения взвешенных веществ на основе закономерностей механического поглощения и адсорбции частиц глинистой размерности. Установленные общие закономерности формализуются под конкретную задачу в части возможности использования отложений гидроотвала, без предварительной их дифференциации по крупности, для создания системы очистки воды в долинах рек, при разработке россыпных месторождений. Результатом является теоретическое допущение о соответствии гранулометрического состава отложений гидроотвала условиям очистки воды от взвешенных веществ в зернистых средах. В составе обогащаемых отложений присутствует до 10 % песчаной фракции размерности 2,0-0,05 мм, применяемой в промышленных фильтрах. Песчаная фракция использовалась для решения аналогичной задачи по очистке воды на россыпном месторождении алмазов в Пермском крае

[4]. Проведенными опытно-промышленными испытаниями по очистке сточных вод от взвешенных веществ в фильтрационном поле, представленном аллювиально-техногенными отложениями, была достигнута степень очистки воды 89,9-99,3 % [5]. Фильтрационное поле представляло собой участок долины реки Б. Колчим, состоящий из системы напорных и отводящих водоемов, расположенных каскадом параллельно друг другу и разделенных переработанными драгой аллювиально-техногенными отложениями. Сброс загрязненных взвешенными веществами вод из дражного разреза производился в последовательно расположенные напорные водоемы. Напорные водоемы, образованные подпорными фильтрующими дамбами, обеспечивали напор загрязненной воды и фильтрацию ее через отложения фильтрационного поля. Величина напора и действительная скорость фильтрации регулировалась высотой фильтрующей дамбы. Фильтрация воды происходила перпендикулярно долине реки на более низкие отметки, в сторону отводящих водоемов, в качестве которых были использованы оставшиеся после дражной разработки понижения и котлованы, вытянутые цепочкой вдоль участка работ. Очищенная вода из отводящих водоемов по каналам поступала в существующее русло реки. Аллювиально-техногенные отложения фильтрационного поля были сложены гравелистыми песками с содержанием песчаных фракций 2,0-0,05 мм около 90 % [10]. Учитывая, что песчаной фракции в отложениях гидроотвала значительно меньше, следует ожидать и более низкую степень очистки воды от взвешенных веществ.

В общем случае структура зернистых сред чрезвычайно сложная и разнообразная. Формализация этой среды в целях использования для очистки воды фильтрованием показывает, что отложения гидроотвала можно рассматривать как комплекс из двух составных частей: внешнего и внутреннего каркаса и заполнителя. Роль каркаса могут выполнять любые размерности в интервале гранулометрической шкалы от 200 мм до 0,05 мм. Каркас является обычно основой любого галечного грунта. Он сложен обломками валунной и галечной размерности, доля которых в объеме грунта меняется в широких пределах и определяет прочность, проницаемость, пористость и др. Исследованиями установлено, что в природных грунтах наблюдается высокая степень заполнения пространства между галечными обломками за счет вхождения песчаных зерен матрикса в поры между ними. Фильтрационные и физические свойства песчаных отложений традиционно используются в промышленных зернистых фильтрах для очистки воды. Структурированные по крупности пески обладают достаточной механической прочностью, низкой плотностью сложения и высокой пористостью, обтекаемой формой частиц, химической инертностью, низкой стоимостью и доступностью. Все эти качества позволяют рассматривать гидроотвал как фильтрационно-сорбционную систему, перспективную для

детального изучения и практического использования в целях оборотного водоснабжения при разработке россыпных месторождений золота.

В основе методики проведения экспериментальных исследований эффективности отложений, используемых в качестве фильтрационного поля для очистки воды от взвешенных веществ, находится выбор оптимального напора фильтрации воды, позволяющего очищать требуемый по технологическим нормам водоснабжения расход воды и достигать заданной степени очистки от взвешенных веществ.

Система очистки воды представлена определенной структурой, позволяющей наиболее эффективно использовать свойства отложений для очистки воды от взвешенных веществ. В основе структуры находится собственно фильтрационное поле, на границах которого создаются условия для наиболее эффективного проявления механического осаждения взвешенных частиц из оборотной воды в поровом пространстве. Эффективность очистки воды зависит от равномерного распределения взвесей по всему поровому пространству фильтрационного поля. Для решения этой задачи экспериментально подбираются напоры воды на входе в фильтрационное поле и на выходе из него. В связи с этим создаются структурные элементы системы очистки: подводящая сточную воду траншея, напорная траншея, обеспечивающая напорную фильтрацию воды через фильтрационное поле, и траншея, отводящая очищенную воду на приемок насосной установки (рис. 1).

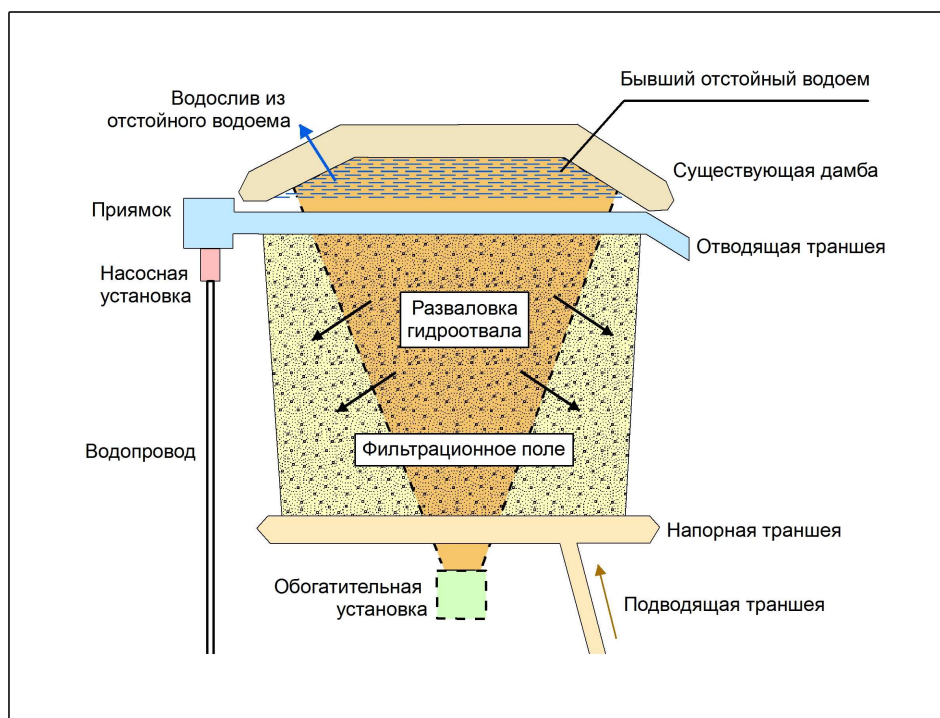


Рис. 1. Схема системы очистки оборотной воды

Проведение экспериментальных исследований состоит из следующих последовательных действий.

1. С расположенной выше по течению обогатительной установки, по подводящей траншее подается сточная вода в напорную траншею системы очистки. Напорная траншея расположена в верхней части гидроотвала, оставшегося после отработки блока месторождения.
2. Средняя часть гидроотвала, от уреза бывшего отстойного водоема, разваловывается бульдозером по ширине и создается прямоугольной формы фильтрационное поле, в верхней части прилегающее к напорной траншее. Мощность отложений гидроотвала после разравнивания по всей площади фильтрационного поля должна быть примерно одинаковой.
3. В нижней части фильтрационного поля, в районе уреза бывшего отстойного водоема сооружается траншея, отводящая очищенную воду на прямом насосной установки.
4. В напорной и отводящей траншеях устанавливаются мерные рейки для измерения уровня (напоров) воды. Оголовки реек привязываются по высоте в относительной системе высот.
5. По мере наполнения водой напорной траншеи производятся наблюдения за мутностью профильтровавшейся через фильтрационное поле воды. Время появления максимального значения мутности, определенной по прозрачности столба воды, и расстояние между траншеями, позволяют определить действительную скорость фильтрации воды во всем массиве фильтрационного поля.
6. Изменением напора фильтрации достигаются оптимальные экологические и технологические показатели очищаемой воды.
7. Выход системы очистки воды на стационарный эксплуатационный режим работы подтверждается относительной стабильностью уровня воды в траншеях и концентрацией взвешенных веществ в очищенной воде.

Разработанные методические основы исследований возможности использования отложений гидроотвала в качестве фильтрационного поля для очистки оборотной воды от взвешенных веществ были реализованы на россыпном месторождении золота на участке р. Еловка. Проведенные опытно-промышленные испытания системы очистки показали высокую эффективность техногенных отложений гидроотвала. Достигнутая степень очистки воды от взвешенных веществ составила 99,9%, что подтверждается актами проведения испытаний и протоколом результатов количественного химического анализа проб воды из отводящей траншеи. Анализ воды выполнялся в ФБУ «ЦЛАТИ по УФО» г. Краснотурьинска.

Высокая степень очистки воды от взвешенных веществ свидетельствует о значительной емкости порового пространства, наличии механического осаждения

взвешенных веществ в песчаной фракции отложений гидроотвала и создании эффективного напора фильтрующейся воды для данных геологических условий месторождения.

Выводы. Теоретический анализ структуры зернистых сред, условий коагуляции и адсорбции взвешенных частиц глинистой размерности позволил формализовать свойства отложений гидроотвалов обогатительных установок с целью использования для очистки оборотной воды от взвешенных веществ. Эффективность работы системы очистки основана на выборе оптимального напора фильтрации воды, позволяющего достигать заданной степени очистки от взвешенных веществ.

Работа выполнена при финансовой поддержке и в рамках государственного контракта 14.515.11.0061 ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Список литературы

1. Долина Л.Ф. Сорбционные методы очистки производственных сточных вод. – Днепропетровск: ДИИТ. – 2000. – 84 с.
2. Дьяченко Н.Н., Дьяченко Н.Е. Моделирование процесса осветления жидкости на слое песчаного фильтра // Известия вузов. Горный журнал. – 2007. – № 4. – С. 112–115.
3. Зелинская Е.В., Киселева М.А., Шевцов А.С., Базылева А.В., Бычкова Г.М., Лисс Н.Ю. Анализ мероприятий по снижению содержания взвешенных веществ в сточных водах дражных полигонов при переработке алмазосодержащих песков // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2009. – Т. 15. – № 12. – С. 237–246.
4. Караваева Т.И. Геологическое обоснование использования аллювиально-техногенных отложений для очистки поверхностных вод от взвешенных веществ (на примере бассейна р. Вишеры): Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук. – Пермь, 2010. – 18 с.
5. Караваева Т.И., О.Б. Наумова. Система очистки сточных вод от взвешенных веществ в аллювиально-техногенных отложениях // Естественные и технические науки. – 2010. – № 4 (48). – С. 411–413.
6. Когановский А.М. Адсорбционная технология очистки сточных вод. – Киев: Техника. – 1981. – 175 с.
7. Колотило В.Д., Орлов В.О. Зернистые фильтры для подготовки воды. – Харьков: Фактор – 2004. – 256 с.

8. Манилюк Т.А. Защита природных водных объектов от загрязнения взвешенными веществами при вводе в эксплуатацию земляных руслоотводных каналов: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Екатеринбург, 2007. – 18 с.
9. Пушкарева М.В., Май И.В., Середин В.В., Лейбович Л.О., Чиркова А.А., Вековшина С.А. Экологическая оценка среды обитания и состояния здоровья населения на территориях нефтедобычи Пермского края // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2013. – № 2. – С. – 40–45.
10. Тихонов В.П., Караваева Т.И. Моделирование свойств техногенных геохимических барьеров // Вестник Пермского университета. Геология. – 2011. – Вып. 3(12). – С. 84–88.

Рецензенты:

Осовецкий Б.М., д. г.-м. н., профессор, зав. лабораторией ПМИ ЕНИ, ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г.Пермь.

Лунев Б.С., д. г.-м. н., профессор кафедры поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь.