

## ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук **Антониновой Натальи Юрьевны** на диссертацию **Харько Полины Александровны** на тему: «**Ликвидация последствий загрязнения малых природных водотоков в зоне воздействия техногенных массивов минерально-сырьевого комплекса**», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21. Геозкология.

### 1. Актуальность темы диссертации

В Российской Федерации насчитывается порядка 2,5 млн. малых рек и ручьев, на долю которых приходится значительная часть среднего объема речного стока: от 10 до 85 % в разных регионах, или около 50 % в среднем по стране.

В настоящее время в результате резко возросшей на них антропогенной нагрузки состояние малых рек оценивается как катастрофическое. Сокращается сток малых рек и возрастает число рек, прекративших свое существование. Основная техногенная нагрузка поступает в результате деятельности промышленных предприятий, в том числе минерально-сырьевого комплекса. Помимо трансформации состава вод малых рек происходит аккумуляция загрязняющих веществ в донных отложениях, где при протекании различных химических реакций образуются более токсичные соединения.

Примером приёмника техногенной нагрузки является р. Карагайлы. На ее водосборе расположены отвалы и хвостохранилища Сибайского ГОКа, формирование которых началось еще в 60-х годах и продолжается по сей день. В результате инфильтрации атмосферных осадков через сульфидсодержащие отходы происходит выщелачивание химических элементов и их миграция в подземные и поверхностные воды, в том числе в р. Карагайлы. Это приводит к ее загрязнению металлами, заиливанию и

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-71 от 09.06.23  
АУ УС

аккумуляции металлов в донных отложениях, а также выносу значительного количества металлов в р. Худолаз и далее в р. Урал.

В связи с этим, ликвидация накопленного вреда и источников поступления загрязнений малых природных водотоков, таких как р. Карагайлы, представляет собой актуальную научно-практическую задачу, решение которой позволит сохранить малые реки и улучшить качество более крупных рек, находящихся под воздействием деятельности техногенных массивов минерально-сырьевого комплекса.

Исследования Харько Полины Александровны, направленные на разработку экологически эффективного и экономически целесообразного способа ликвидации последствий загрязнения р. Карагайлы и предотвращения её повторного загрязнения актуальны как с научной, так и с практической точки зрения.

Поставленные в работе цель и задачи соответствуют актуальности темы и отражают полноту выбора полевых, аналитических и экспериментальных исследований.

## **2. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их новизна**

Научные положения, выдвигаемые соискателем на научную степень кандидата технических наук, не противоречат общепринятым представлениям о решении проблем геоэкологического характера и в целом не вызывают возражений. В диссертационном исследовании сформулированы три научных положения, выносимых на защиту.

При обосновании первого научного положения были выполнены полевые и лабораторные исследования природных и сточных вод, а также донных отложений р. Карагайлы в зоне воздействия техногенных массивов Сибайского ГОКа. Соискателем представлены результаты анализов отобранных проб, на основании которых был установлен механизм формирования техногенных высококонтрастных гидрохимических и литохимических потоков загрязнения в р. Карагайлы. Соискателем было

определено, что в настоящий момент донные отложения являются источником вторичного загрязнения реки металлами, что говорит о необходимости их ликвидации. Также в результате проведенного мониторинга соискателем определен источник поступления металлов в р. Карагайлы – высококонтрастные по содержанию металлов кислые дренажные воды хвостового хозяйства, утечки которых в реку предопределяют необходимость их качественного сбора и отвода на очистку с возможностью их оборота для повторного использования в процессах обогащения.

Обоснованность второго научного положения обеспечивается проведенными экспериментальными исследованиями по очистке модельного раствора дренажных вод от металлов новым реагентом, представленным золой от сжигания твердых коммунальных отходов. По результатам исследований соискателем было установлено, что зола с содержанием активного оксида кальция 5-8 %, при внесении подобранной эмпирическим путем дозы, позволяет повысить рН кислых вод до такого значения, при котором эффективность очистки будет достигать 91-99 % по катионам алюминия, меди, железа, марганца, кадмия и цинка. Соискателем также определена дозировка флокулянта, при внесении которой эффективность осаждения взвешенных веществ, в том числе непрореагировавшей части золы, составляет 98-99 %.

Третье научное положение раскрыто в четвертой главе диссертационной работы. Соискателем предложено мероприятие, позволяющее ликвидировать накопленное в результате длительной техногенной нагрузки загрязнение путем изъятия техногенных наносов донных отложений р. Карагайлы. Представленный соискателем способ обезвоживания наносов в геотубах позволяет проводить рассмотренное мероприятие в условиях отсутствия больших площадей, а также в труднодоступных местах. Материал геотуб изолирует обезвоженный осадок от воздействия атмосферных осадков, что позволит не допустить вторичное

загрязнение компонентов природной среды, а также сохранить в осадке полезные компоненты.

Все выдвигаемые положения в достаточной степени точно сформулированы, подтверждены полевыми, лабораторными и экспериментальными исследованиями, а также подкреплены результатами теоретических исследований. Достоверность результатов не вызывает сомнений.

### **3. Научные результаты, их ценность**

В ходе выполнения диссертационной работы Харько Полины Александровны получены следующие основные результаты, обладающие научной новизной:

- на основе проведенных мониторинговых исследований р. Карагайлы были выявлены основные источники поступления металлов, а также факторы формирования техногенных гидро- и литохимических потоков загрязнения;

- по результатам экспериментальных исследований было установлено, что зола от сжигания твердых коммунальных отходов имеет способность к нейтрализации и осаждению металлов;

- результатами проведенных экспериментов по очистке модельного раствора кислых дренажных вод хвостового хозяйства Сибайского ГОКа от металлов доказано, что при использовании золы от сжигания твердых коммунальных отходов с содержанием активного оксида кальция 5-8 % достигается эффективность очистки 91-99 %;

- в ходе исследований определено, что изъятие и консолидация техногенного осадка реки в геотубах позволяет сохранить потенциальное минеральное сырье с содержанием до 0,56 % меди и до 0,44 % цинка с перспективой вторичной переработки.

Представленные соискателем в диссертационной работе научные результаты являются обоснованными, обладают научной новизной, а также применимы для различных малых природных водотоков, находящихся под

воздействием техногенных массивов предприятий минерально-сырьевого комплекса.

Основные результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 11 печатных работах, в том числе в 2 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 3 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Scopus и WoS); получен 1 патент на изобретение по теме диссертационного исследования.

#### **4. Теоретическая и практическая значимость работы**

К основным результатам выполненных научно-прикладных исследований, характеризующихся теоретической и практической значимостью, можно отнести:

- выявление территорий и условий формирования техногенных геохимических барьеров в донных отложениях р. Карагайлы в зоне воздействия сульфидсодержащих техногенных массивов;

- обоснование возможности использования золы от сжигания твердых коммунальных отходов в качестве альтернативного реагента для нейтрализации и очистки кислых дренажных вод от металлов;

- разработку комплексного средозащитного мероприятия по ликвидации последствий и предотвращению повторного загрязнения воды и донных отложений р. Карагайлы металлами.

Практическая значимость диссертационной работы Харько П.А. также доказывает факт принятия результатов и рекомендаций диссертационной работы к использованию при выполнении научно-исследовательских работ, подтвержденных актом внедрения.

## 5. Замечания и вопросы по работе

По рассмотренной диссертационной работе есть следующие вопросы и замечания:

1. Отсутствует информация о классе опасности вновь образуемых отходов (осадка после нейтрализации и осаждении гидроксидов металлов из сернокислых сточных вод) учитывая, что золошлаковая смесь отход IV класса опасности, согласно Федеральному классификационному каталогу отходов (ФККО).

2. Стр.99: «...после нейтрализации и осаждении гидроксидов металлов из сернокислых дренажных вод хвостохранилища в осадке сохраняется порядка 15 кг цинка, 2-3 кг меди, до 45 кг железа, до 12 кг марганца, порядка 67 кг алюминия и до 0,009 кг кадмия на 1 тонну осадка. Проведенные лабораторные исследования подтверждают возможность использования реагентного метода с использованием золы от сжигания ТКО с содержанием активного СаО 5–8 % для очистки сернокислых дренажных вод хвостохранилища Сибайского ГОК от катионов алюминия, кадмия, меди, железа, марганца и цинка с последующей возможной утилизацией осадка без вреда окружающей среде и с сохранением полезных компонентов.» Не ясно с какой целью делается упор на сохранение полезных компонентов если основное направление его использования в качестве компонента закладочного материала штрековых шахтных выработок отработанных месторождений. Кроме того, в таблице 3.1 стр. 77 в качестве недостатка отмечена безвозвратная потеря ценных металлов с образующимся осадком.

3. Из диссертации не ясно как при сжигании ТКО достигаются заданные качественные характеристики реагента (содержание активного оксида кальция в диапазоне 5–8 %). Если содержание активного оксида кальция будет вне обозначенных границ, потребуется ли подготовка реагента для его использования?

4. Стр. 119: «... донные отложения р. Карагайлы содержат аномальные концентрации металлов, то после их обезвоживания предлагается

транспортировка геотуб для строительства 4 отсека хвостохранилища предприятия с целью обеспечения возможности их вторичной переработки.» Не ясно как геотубы будут использоваться для строительства 4 отсека и хватит ли запланированного объёма вновь строящего отсека для размещения обезвоженного осадка. Кроме того, предполагается ли какая-либо очистка фильтрата на площадке под геотубы и будут ли отводимые воды считаться сбросом в поверхностный водный объект?

5. При проведении эколого-экономической оценки комплексного средозащитного мероприятия корректно было бы включить оценку воздействия на водные биологические ресурсы и произвести расчет предполагаемого им ущерба при проведении работ.

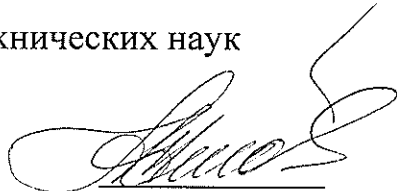
Следует отметить, что указанные замечания не снижают качество предоставленной к защите диссертационной работы и являются предметом дискуссии.

## **6. Заключение по диссертации**

Диссертация «Ликвидация последствий загрязнения малых природных водотоков в зоне воздействия техногенных массивов минерально-сырьевого комплекса», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология, соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор **Харько Полина Александровна** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология.

Заведующая лабораторией экологии горного производства  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт  
горного дела Уральского отделения Российской академии наук»

Кандидат технических наук



**Антонинова Наталья Юрьевна**

Федеральное государственное бюджетное Учреждение науки Институт  
горного дела Уральского отделения Российской академии наук (ИГД УрО  
РАН)

620075, г. Екатеринбург, ул. Мамина-Сибиряка, 58

Официальный сайт в сети Интернет: [igduran.ru](http://igduran.ru)

e-mail: [geoco@igduran.ru](mailto:geoco@igduran.ru)

Телефон: 8 (343) 350-50-35

Подпись Антониновой Натальи Юрьевны заверяю.

*Наталья Юрьевна Кадрич* *Кадрич СВ*  
*СВ*

«05» июня 2013 г.

