



4856186

КАРАВАЕВА Татьяна Ивановна

**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
АЛЛЮВИАЛЬНО-ТЕХНОГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ
ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ОТ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ
(НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА р. ВИШЕРА)**

Специальность 25.00.36 – Геоэкология (Науки о Земле)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Екатеринбург – 2010

24 ФЭВ 2011

Работа выполнена в Естественнонаучном институте (ЕНИ ПГУ) и на кафедре поисков и разведки полезных ископаемых Пермского государственного университета.

Научный руководитель	доктор геолого-минералогических наук Наумова Оксана Борисовна
Официальные оппоненты	доктор геолого-минералогических наук, профессор Осовецкий Борис Михайлович кандидат геолого-минералогических наук Петрова Ирина Геннадьевна
Ведущая организация	Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Защита состоится « 27 » января 2011 г. в 10.00 ч. в ауд. 3326 на заседании диссертационного совета Д 212.280.01 при ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет» по адресу: 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, корпус III.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет».

Автореферат разослан « 21 » декабря 2010 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



А.Б. Макаров

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

В диссертационной работе представлены геологическое обоснование системы очистки поверхностных вод от взвешенных веществ в фильтрационных полях из аллювиально-техногенных отложений и результаты опытно-промышленных испытаний этой системы на месторождении алмазов в Пермском крае.

Актуальность работы. 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, в том числе дражных, предотвращение загрязнения поверхностных водоемов и подземных вод отходами производства. Взвешенные вещества – один из важнейших санитарных показателей качества природных и сточных вод (ГОСТ 30813-2002; Нормативы..., 2010; СанПиН 2.1.5.980-00).

Высокая глинистость отложений продуктивной толщи при разработке россыпных месторождений дражным способом определяет значительное содержание взвешенных веществ в сточных водах, сбрасываемых из дражного водоема в речную сеть территории. Концентрация взвешенных веществ достигает 15,0 г/дм³. По данным исследователей (Подчасов и др., 2005), месторождения бассейна р. Вишеры характеризуются содержанием фракций менее 0,5 мм до 60 % по массе. Высокое содержание мелких фракций осложняет разработку россыпей. Следует отметить, что эта геологическая особенность характерна для бассейнов других рек Урала (Яйва, Чусовая, Белая) и большинства россыпных месторождений России.

Экологические последствия разработки таких месторождений заключаются в загрязнении водотока, уничтожении кормовой базы рыб, собственно ихтиофауны, рекреационных и туристских зон, ландшафтных визуальных доминант и распространяются далеко за пределы месторождения.

Анализ существующих в горнодобывающей промышленности способов очистки сточных вод от взвешенных веществ показал, что они не позволяют соблюдать допустимые концентрации взвешенных веществ в водотоках при разработке россыпных месторождений в долинах рек со значительным водопотреблением и водоотведением и высокими концентрациями взвешенных веществ и являются экономически неэффективными.

Актуальность избранной темы диссертации продиктована необходимостью решения этой многолетней проблемы в целях охраны водных ресурсов, экологически безопасного недропользования и повышения рентабельности разработки месторождений.

Диссертация выполнена в соответствии с приоритетными направлениями развития науки, технологий и техники Российской Федерации («Рациональное природопользование»), программой развития Пермского государственного университета как Национального исследовательского университета «Рациональное природопользование: технологии прогнозирования и управления природными и

социально-экономическими системами», направлением научной деятельности Естественного института («Научное обоснование экологически допустимых антропогенных нагрузок и оптимизация использования природных ресурсов»), тематическим планом института («Минерагения и техногенез минеральных образований Урала и Приуралья с благороднометальной минерализацией»). Работа является составляющей научных исследований, выполненных при финансовой поддержке РФФИ (грант № 10-05-96060 «Экологически безопасное и эффективное исследование и освоение аллювия Западного Урала и Приуралья»).

Решению вопросов охраны окружающей среды, оборотного водоснабжения, очистки сточных вод посвящены научные труды А.Г. Банникова, Б.А. Бачурина, С.В. Белова, С.М. Блинова, С.А. Брылова, А.И. Воронцова, В.М. Герасимова, С.С. Душкина, М.Г. Журба, Б.А. Иванова, А.М. Когановского, Л.А. Кульского, В.И. Лебухова, М.И. Львовича, Н.Г. Максимовича, А.Н. Махнева, Г.Г. Мирзаева, В.В. Назарова, Ю.М. Овешникова, З.А. Орловского, Э.В. Парахонского, Г.А. Роева, И.К. Скобева, В.Е. Терновцева, В.П. Тихонова и др.

В области изучения аллювия и освоения россыпных месторождений значительный вклад внесли Л.З. Быховский, Н.В. Введенская, Н.Н. Верзилин, Г.И. Горещкий, В.И. Емельянов, Б.Г. Еськов, А.В. Кожевников, В.А. Кузнецов, А.А. Кухаренко, Ю.А. Лаврушин, А.А. Лазаренко, В.В. Ламакин, В.Г. Лешков, В.А. Лидер, В.С. Литвинцев, К.И. Лукашев, Б.С. Лунев, Н.И. Маккаевев, Ю.А. Мамаев, Г.А. Мизенс, Г.Д. Мусихин, О.Б. Наумова, Н.И. Николаев, Б.М. Осовецкий, Н.Г. Платык-Кара, В.А. Полянин, В.И. Попов, Л.В. Пустовалов, А.П. Рождественский, Л.Б. Рухин, Г.В. Холмовой, А.А. Чистяков, Е.В. Шанцер, В.Н. Шванов, Н.А. Шило, Ю.В. Шумилов, И.М. Ялтанец и др.

Современным научным проблемам и вопросам изучения техногенных образований и процессов техногенеза посвящены работы ведущих ученых: В.Н. Авдоница, В.И. Вернадского, В.В. Добровольского, Э.Ф. Емлина, В.В. Иванова, О.К. Иванова, В.И. Лещикова, А.Б. Макарова, В.А. Макарова, С.И. Мормиля, В.А. Наумова, А.И. Перельмана, А.И. Семячкова, А.Г. Талалая, К.Н. Трубецкого, А.Е. Ферсмана, Г.Г. Хасановой, В.В. Чайникова, Б.В. Чеснокова и др.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования являются песчаные аллювиально-техногенные отложения, образующиеся в долинах рек при дражном способе разработки месторождения алмазов. Предметом исследования являются:

– обоснование возможности очистки сточных дражных вод в аллювиально-техногенных отложениях долины реки до нормируемых концентраций взвешенных веществ;

– обоснование геологических условий расположения системы очистки.

Цель работы – разработка геологического обоснования использования аллювиально-техногенных отложений для очистки поверхностных вод от взвешенных веществ.

Задачами исследования являются:

– изучение свойств аллювиально-техногенных отложений с целью использования их в качестве фильтра для очистки поверхностных вод от взвешенных алеврито-пелитовых частиц;

– определение критериев выбора геологических условий в долине реки для сооружения системы очистки поверхностных вод от взвешенных веществ в целях экологически безопасного недропользования;

- обоснование структуры системы очистки поверхностных вод от взвешенных веществ в аллювиально-техногенных отложениях, разработка эксплуатационного режима работы системы очистки для обеспечения допустимой концентрации взвешенных веществ в поверхностных водах при разработке месторождений.

Методы исследования. Для решения поставленных задач использован комплекс методов исследований, включающий: а) теоретическое обобщение; б) полевые эксперименты; в) сравнительный анализ свойств аллювиально-техногенных отложений и фильтрующих загрузок промышленных фильтров; г) индикаторный метод определения скорости фильтрации; д) аналитические методы определения физических характеристик песчаных отложений; е) минералогический и гранулометрический анализы аллювиально-техногенных отложений и взвешенных веществ.

Научная новизна работы:

- впервые предложено использовать фильтрационные поля в аллювиально-техногенных отложениях, образующихся после переработки дорогой продуктивной толщи месторождения, в качестве фильтра для очистки поверхностных вод от взвешенных веществ;

- определены критерии оценки геологических условий, необходимых для сооружения в долине реки системы очистки поверхностных вод от взвешенных веществ;

- разработан метод очистки воды от взвешенных веществ в фильтрационных полях из аллювиально-техногенных отложений.

Научные положения, выносимые на защиту:

1. Песчаные аллювиально-техногенные отложения обладают свойствами фильтрующей загрузки промышленных фильтров и могут использоваться для очистки поверхностных вод от взвешенных веществ.

2. Геологические условия участка для сооружения системы очистки от взвешенных веществ определяются преобладанием аллювиальных песчано-гравийных отложений, содержанием в продуктивной толще фракций 0,5-2,0 мм не менее 25 % и наличием терригенных коренных пород.

3. Система очистки сточных вод, состоящая из параллельно расположенных напорных и отводящих водосемов, разделенных фильтрационными полями из песчаных аллювиально-техногенных отложений, позволяет получать допустимую концентрацию взвешенных веществ в поверхностных водах.

Достоверность полученных результатов исследований подтверждается данными лабораторных анализов воды, выполненных в аккредитованном «Центре гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», опытно-промышленными испытаниями системы очистки дренажных вод, проведенными в соответствии с договором с ЗАО «Уралалмаз» № 21/09 «Исследование процесса очистки вод р. Б. Колчим от взвешенных веществ на полигоне драги № 141. Опытная эксплуатация фильтрационных полей на полигоне» и результатами внедрения научной работы на предприятии. В ходе исследования проведен анализ фондовых материалов: геологических разрезов (более 40), гранулометрического состава рыхлых отложений (790 проб по 266 скважинам), минерального состава песчаников, конгломератов (53 пробы), показателей расходов воды р. Б. Колчим (22 замера). В процессе работ выполнены: гранулометрический анализ аллювиально-техногенных отложений (19

проб), определение физических и фильтрационных характеристик аллювиально-техногенных отложений (105 анализов), более 140 замеров уровней воды.

Личный вклад автора заключается в: а) формулировке задач и последовательности их выполнения; б) исследовании геологических особенностей речных террас; в) анализе материалов разведочных работ; г) разработке геологического обоснования выбора участка; д) анализе механизма очистки воды в аллювиально-техногенных отложениях; е) сравнении свойств аллювиально-техногенных отложений и фильтрующей загрузки промышленных фильтров; ж) разработке структуры системы очистки, выборе эксплуатационных режимов работы; з) разработке рекомендаций по применению системы очистки; и) оценке экологической эффективности и экономических преимуществ предлагаемого метода очистки воды от взвешенных веществ. Автор является ответственным исполнителем работ по проведению опытно-промышленных испытаний системы очистки.

Практическая ценность работы. В ходе диссертационного исследования разработаны: а) метод выбора геологических условий в долине реки для создания системы очистки от взвешенных веществ; б) геологическое обоснование использования аллювиально-техногенных отложений для очистки поверхностных вод от взвешенных веществ; в) состав и структура системы очистки, эксплуатационный режим ее работы. Результаты исследований использованы в учебном процессе при повышении квалификации главных инженеров проектов.

Научная значимость исследований заключается в: а) комплексном анализе свойств аллювиально-техногенных отложений, образующихся при разработке месторождений полезных ископаемых; б) обосновании возможности использования этих отложений для очистки поверхностных вод от взвешенных веществ; в) разработке геологического обоснования создания системы очистки воды.

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на XIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Экология: проблемы и пути решения» (Пермь, 2005); V Международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр» (Москва – Кызыл-Кия, 2006); Международной научной конференции «Инновационный потенциал естественных наук» (Пермь, 2006); II Международной научной конференции «Геозкологические проблемы современности» (Владимир, 2008); VII Международной научно-практической конференции «Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики» (Тольятти, 2010).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 13 работ, из них 3 статьи – в ведущих научных журналах, входящих в перечень ВАК.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка использованных источников, содержащего 133 наименования. Общий объем работы составляет 141 страницу, включая 14 таблиц и 36 рисунков.

Диссертационная работа выполнена под руководством доктора геолого-минералогических наук Оксаны Борисовны Наумовой, которой автор выражает искреннюю благодарность. Особую признательность автор выражает к.г.-м.н. Владимиру Павловичу Тихонову за помощь, внимание и поддержку при подготовке диссертационной работы. Автор благодарит д.г.-м.н., профессора Б.С. Лунева, д.г.-м.н. А.И. Кудряшова, д.г.-м.н. В.Н. Катаева, к.г.-м.н. В.А. Наумова, к.т.н. С.В. Пьянкова за своевременные и полезные советы.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность решаемой проблемы, сформулированы цель и задачи исследований, защищаемые положения, определены объект и предмет исследований, научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе на примере Красновишерского района Пермского края дана характеристика геологических условий проведения исследований. В долине р. Б. Колчим развиты эрозионно-аккумулятивные (II-IV) и аккумулятивные (I) речные террасы и пойма, сформированные на подстилающих трещиноватых и закарстованных палеозойских породах, а в верхнем течении реки – на терригенных отложениях нижнего венда. Дrajный полигон включает пойму, первую и частично вторую надпойменные террасы. Аллювиальные отложения представлены песками, глинистыми песками с гравием и галькой, полимиктовыми галечниками с валунами, скрепленными глинистым песком. Геологическое строение определяет преобладание кварца в минеральном составе аллювия речных террас. Основными поставщиками кварцевого песка являются песчаники кварцевые и конгломераты с кварцевым цементом. Содержание песчаных фракций 0,5-2,0 мм изменяется (%): в русле – 5,4-28,6, в пойме – 4,2-44,0, на первой террасе 6,8-38,0, на второй террасе 4,6-32,0. Сделан вывод, что в долине реки находятся участки с преобладанием песчано-гравийного типа разреза. Геологические условия формирования долины реки, состав и строение аллювиальных отложений являются основой эффективности рассматриваемого в диссертационной работе метода очистки поверхностных вод от взвешенных веществ.

Среднесезонные расходы реки по сезонам года отличаются в 29 раз, что значительно затрудняет выбор эффективных систем очистки воды от взвешенных веществ.

Во второй главе рассматривается технология отработки месторождения. В процессе обогащения драга формирует классический разрез переработанных продуктивных отложений. Нижний горизонт представлен эфельными песчано-гравийными отложениями, образующимися в водной среде дражного водосема. Специфика отложений заключается в их низкой плотности сложения и высокой пористости, существенном обогащении песчаными фракциями. Значительная часть глинистых частиц уносится из дражного разреза водным потоком. Верхний горизонт представлен валуново-галечными отложениями со стакера драги.

Разработка месторождений часто производится на прямо́токе реки. Вода транзитом проходит через дражный водосем, что сопровождается образованием сточных вод с концентрацией взвешенных веществ до 15,0 г/дм³ (Заключение..., 1996). В период проведения исследований установлено, что ниже дражного водосема концентрация взвешенных веществ достигала 2,0 г/дм³. Для р. Б. Колчим допустимая концентрация взвешенных веществ в поверхностных водах составляет 46,41 мг/дм³. Загрязненная вода сбрасывается в реку, вызывая существенные негативные изменения всей экосистемы и качества водных ресурсов.

Гранулометрический состав взвешенных веществ на 98,28-99,13 % представлен алевритовыми и глинистыми фракциями с равномерным их распределением. Минеральный состав взвешенных веществ гидрослюдястый.

Проблема очистки воды от взвешенных веществ при разработке месторождений в долинах рек не решена до настоящего времени и остается одной из важнейших для недропользователей. Применяемые способы очистки воды не

обеспечивают качество воды в соответствии с требованиями природоохранного законодательства Российской Федерации, являются экономически неэффективными.

Существующие реагентные и электрохимические способы используются только при оборотном водоснабжении для очистки промышленных вод от взвешенных веществ. На водоемах рыбохозяйственного назначения на прямотоке реки их нельзя применять в связи с опасностью химического загрязнения.

Эффективность очистки в традиционных отстойных водоемах достаточно низкая, что не позволяет достигать нормативных концентраций взвешенных веществ. Степень очистки путем отстаивания в весенний период может составлять всего 11 %, что не обеспечивает соответствие предъявляемым требованиям к качеству воды. Эффективность очистки воды фильтрующими плотинами также низкая. Степень очистки составляет 20-36 %, а расход очищаемой воды значительно меньше количества образующихся сточных вод.

Широко распространенная технология отработки россыпных месторождений алмазов дражным способом является экологически опасной, приводящей к существенным негативным последствиям для окружающей среды.

В третьей главе рассматриваются свойства аллювиально-техногенных отложений участка исследований и геологические условия их использования для очистки воды от взвешенных веществ.

Представлены теоретические положения гранулометрической дифференциации аллювия и результаты практических исследований по долинам рек Пермского Приуралья (Лунев, 1967), которые отражают общие закономерности формирования аллювия, в том числе его различных фракций, что позволяет решать теоретические и практические задачи по использованию аллювиально-техногенных отложений для очистки сточных вод от взвешенных веществ.

После отработки участка месторождения аллювиальные отложения оказались перемешанными с делювиальными, частично входящими в продуктивный слой. Произошло осреднение вещества и принудительная стратификация по размеру. Образовались аллювиально-техногенные отложения отвално-намывной техногенной фации, свойства которых отличаются от свойств аллювиальных отложений в естественном залегании (Наумов, 1994). Свойства аллювиально-техногенных отложений позволяют использовать их в природоохранных целях.

1-е защищаемое положение. Песчаные аллювиально-техногенные отложения обладают свойствами фильтрующей загрузки промышленных фильтров и могут использоваться для очистки поверхностных вод от взвешенных веществ.

В процессе проведения исследований автором впервые определен комплекс свойств песчаных аллювиально-техногенных отложений, определяющих их фильтративные характеристики, качество и количество очищаемой воды. К ним относятся: гранулометрический и минеральный состав, плотность, пористость и водопроницаемость. Проведен сравнительный анализ свойств аллювиально-техногенных отложений и свойств фильтрующей загрузки промышленных зернистых фильтров. В качестве загрузки однослойных и многослойных фильтров используются преимущественно песчаные фракции 2,0-0,1 мм. Свойства песка, определяющие его водопроницаемость, подробно рассмотрены рядом исследователей (Куприна, 1968; Охотин, 1937; Клячко, 1948; Сергеев, 1959).

Установлено, что все показатели песчаных аллювиально-техногенных отложений аналогичны соответствующим характеристикам фильтрующих загрузок

промышленных фильтров. Степень очистки и расход очищаемых вод при использовании аллювиально-техногенных отложений существенно выше, чем в промышленных фильтрах.

Автором обоснована возможность использования аллювиально-техногенных песков в качестве фильтра для очистки поверхностных вод от взвешенных веществ. Осаждение взвешенных веществ в поровом пространстве песчаных отложений происходит за счет адсорбции мелких глинистых частиц на поверхности песчаных зерен и за счет механического задержания более крупных частиц и агрегатов в поровом пространстве (Куприна, 1968). Анализ теоретических основ адсорбции в зернистых средах позволяет сделать вывод, что взвешенные вещества гидрослюдянистого состава, образующиеся при разработке месторождения, обладают наибольшей способностью к поверхностному взаимодействию и, соответственно, активно задерживаются при фильтрации через песчаные отложения. Участок исследований представлен кварцевыми песками средней крупности, которые обладают наиболее оптимальными характеристиками фильтрующей загрузки – для них свойственно и механическое, и адсорбционное поглощение глинистых частиц, что позволяет наиболее эффективно очищать воду от взвешенных веществ.

Сравнение свойств аллювиально-техногенных отложений и загрузки промышленных фильтров приведено в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика свойств аллювиально-техногенных отложений и фильтрующей загрузки промышленных песчаных фильтров

Свойства аллювиально-техногенных отложений	Свойства фильтрующей загрузки фильтров	Соответствие свойств отложений и фильтрующей загрузки
Гранулометрический состав песков		
2,0-0,05 мм > 90 %	2,0-0,1 мм – 100 % (СНиП 2.04.02-84)	Соответствует
Коэффициент фильтрации, м/сут		
7,5 - 22,1	8,9 – 388	Соответствует
Действительная скорость фильтрации, м/ч		
19-22	7-20 10 (СНиП 2.04.02-84)	Соответствует
Минеральный состав песков		
Кварц	Кварц	Соответствует
Форма зерен песка		
Окатанная	Окатанная	Соответствует
Пористость, %		
49-59	36-53	Соответствует
Очищаемый расход, производительность промышленных фильтров, м³/сут		
32 000	100-800 (СНиП 2.04.02-84)	Выше в аллювиально-техногенных отложениях
Степень очистки от взвешенных веществ, %		
89,9-99,3	38-70 (СНиП 2.04.03-85)	Выше в аллювиально-техногенных отложениях

2-е защищаемое положение. Геологические условия участка для сооружения системы очистки от взвешенных веществ определяются преобладанием аллювиальных песчано-гравийных отложений, содержанием в продуктивной толще фракций 0,5-2,0 мм не менее 25 % и наличием терригенных коренных пород.

Анализ строения и состава аллювия террас, его мощности, площади развития в долине реки, состава подстилающих коренных пород позволяет выбрать участок для сооружения системы очистки до начала разработки месторождения. Автором предложены критерии выбора геологических условий, которые позволяют обеспечить очистку максимально возможного расхода воды до требуемой концентрации взвешенных веществ.

Основные требования заключаются в очистке всего расхода воды, сбрасываемого из дренажного водоема, до нормируемых концентраций.

Выбор участка для сооружения системы очистки производится на стадии проектирования до начала разработки месторождения с учетом следующих критериев: 1) преобладание в разрезе аллювиальных песчано-гравийных отложений; 2) в пределах контура продуктивных отложений содержание песчаных фракций 0,5-2,0 мм должно составлять не менее 25 %; 3) плотик представлен терригенными породами.

1. Механическая очистка воды при фильтрации через песчаные загрузки относится к наиболее простым и эффективным способам. Аллювиально-техногенные пески долины реки по своим свойствам наиболее соответствуют фильтрующей загрузке промышленных песчаных фильтров. Для эффективного использования этих свойств в долине реки необходимо выбрать участки с преобладанием песчано-гравийных отложений. Первым этапом выбора перспективного участка является анализ материалов разведочных работ. Выбираются геологические разрезы, на которых в пределах продуктивной толщи песчано-гравийные отложения составляют более 50 % по мощности. Такое соотношение обеспечивает высокие фильтрационные свойства аллювиально-техногенных отложений, образующихся после дренажной разработки участка.

2. На втором этапе по всем выбранным разрезам производится анализ содержания фракций 0,5-2,0 мм в отложениях продуктивной толщи. В пределах контура подсчета запасов рассчитываются средние содержания этих фракций, которые сравниваются между собой. Из них выбираются максимальные значения, которые для разных участков долины р. Б. Колчим составляют 25-32 %. За критерий выбора можно принять содержание фракций 0,5-2,0 мм в продуктивной толще не менее 25 %.

В качестве перспективного выбирается участок в районе разведочной линии, где среднее содержание песчаных фракций 0,5-2,0 мм составляет не менее 25 %. Такое количество песчаных фракций, как основного элемента фильтрационного поля, определяет эффективность очистки воды от взвешенных веществ и позволяет достигать нормативных концентраций взвешенных веществ в очищаемых водах. В действительности содержание песка выше, так как на стадии разведки определялась только фракция 0,5-2,0 мм. Доказано (Лунев, 1967), что существует тесная сопряженность содержания мелких фракций (0,1-0,5 мм) от фракций более 5 мм. В соответствии с этой закономерностью, не определяемая на стадии разведки фракция песка 0,5-0,1 мм изменяется в среднем от 16 до 31 % по массе. Таким образом, общее содержание песка фракций 0,1-2,0 мм в продуктивной толще может составлять от 41

до 56 %. Используя популяционную модель структуры аллювиальных песков, также можно определить содержание недостающей фракции 0,5-0,05 мм. Эта размерность соответствует популяции А, содержание которой в подавляющей массе песчаных осадков редко снижается до 50 % (Осовецкий, 1993). Следовательно, не определяемая на стадии разведки месторождения фракция 0,5-0,05 мм составляет не менее 50 %.

Таким образом, содержание фракций 0,5-2,0 мм в количестве не менее 25 % является минимально необходимым для выбора участка. Это положение подтверждено успешно проведенными опытно-промышленными испытаниями системы очистки.

3. Плотик представлен такими терригенными породами, которые при разрушении являются источником поступления в аллювий песков различной крупности, что подтверждается результатами гранулометрического анализа, проведенного на стадии разведки месторождения. При разработке месторождения драгой производится «задирка» плотика, что приводит к обогащению аллювиально-техногенных отложений песками и, как следствие, повышению эффективности работы системы очистки.

По результатам анализа геологической информации в долине реки выбираются участки, соответствующие всем трем критериям. В долине р. Б. Колчим были выбраны три участка, потенциально пригодные для создания системы очистки поверхностных вод от взвешенных веществ. Участки расположены в нижнем и среднем течении реки в районе разведочных линий: 155, 46 и 57. Средний гранулометрический состав продуктивных отложений участков представлен в табл. 2.

Таблица 2

Гранулометрический состав продуктивных отложений, %

Разведочная линия	Фракции, мм				
	16,0-8,0	8,0-4,0	4,0-2,0	2,0-0,5	< 0,5
155	26,5	14,5	17,7	32,0	9,3
46	18,7	16,3	15,9	31,5	17,6
57	9,7	12,7	16,0	27,3	34,3

На участках преобладает песчано-гравийный тип разреза в соответствии с первым критерием. Отложения представлены песками с гравием и галькой. Содержание песчаных фракций 0,5-2,0 мм в продуктивной толще отложений составляет от 27,3 до 32,0 %, что соответствует второму критерию. На всех трех участках подстилающие породы представлены песчаниками. Геологический разрез по разведочной линии 57 представлен на рис. 1.

Достоверность предложенных критериев подтверждена проведенными опытно-промышленными испытаниями на отработанном драгой участке месторождения в районе разведочной линии 57. Выбранные геологические условия участка являются оптимальными для сооружения системы очистки воды. Степень очистки воды при фильтрации через песчаные аллювиально-техногенные отложения достигла 99,3 %, что позволяет соблюдать допустимые концентрации взвешенных веществ в поверхностных водах. Расход очищаемых вод (0,32-0,36 м³/с) превысил необходимый расход технологической воды (0,2 м³/с), что обеспечивает очистку всей воды, отводимой из дражного водоема.

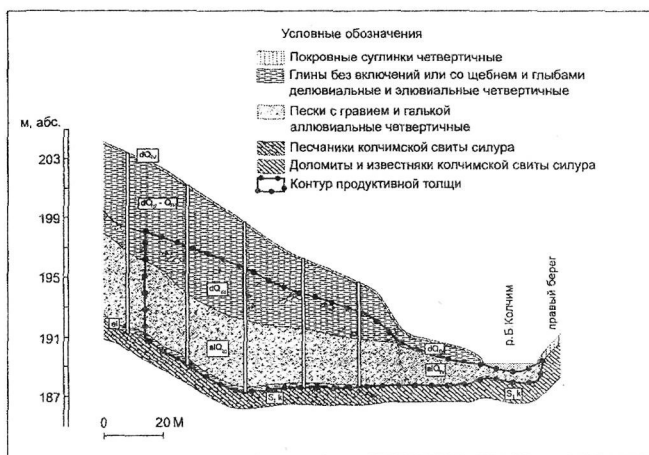


Рис. 1. Геологический разрез по линии 57

Таким образом, геологическое обоснование выбора участка на стадии подготовки проекта позволяет определить конкретное месторасположение системы очистки воды, предусмотреть оптимальную технологическую схему разработки месторождения.

В четвертой главе предлагаются принципиально новые решения по охране водных ресурсов при недропользовании. Представлены структура и технология сооружения системы очистки сточных вод от взвешенных веществ, методика проведения очистки воды и результаты опытно-промышленных испытаний системы очистки в аллювиально-техногенных отложениях участка, выбранного в соответствии с предлагаемыми критериями. Геологическое обоснование использования аллювиально-техногенных отложений для очистки воды и выбора участка позволяет разработать систему очистки, обеспечивающую качество воды в соответствии с требованиями природоохранного законодательства Российской Федерации.

3-е защищаемое положение. Система очистки сточных вод, состоящая из параллельно расположенных напорных и отводящих водосемов, разделенных фильтрационными полями из песчаных аллювиально-техногенных отложений, позволяет получать допустимую концентрацию взвешенных веществ в поверхностных водах.

Система очистки, представляющая собой участок долины р. Б. Колчим, состоит из системы параллельных расположенных каскадом напорных и отводящих водосемов, разделенных фильтрационными полями – переработанными драгой аллювиальными отложениями. Длина участка составляет 310 м, ширина 50-70 м (рис. 2).

Для организации системы очистки вода из дражного водоема направляется в пазуху, проходящую вдоль всего участка работ по левому борту долины реки. Сток загрязненных вод оказывается на более высоких абсолютных отметках по сравнению с существующим руслом, расположенным по правому борту долины.



Рис. 2. Схема системы очистки воды в фильтрационных полях

Создание напора обеспечивается подпорными фильтрующими перемычками в русле пазухи. В результате создаются условия для фильтрации воды через песчаные отложения перпендикулярно долине в сторону существующего русла реки на более низкие отметки (рис. 3). Напорная фильтрация осуществляется фронтально по всей длине фильтрационных полей. Для отведения профильтровавшейся очищенной воды используются оставшиеся после дражной разработки понижения – отводящие водоемы. Отвод воды из понижений производится по каналам в сторону русла реки.

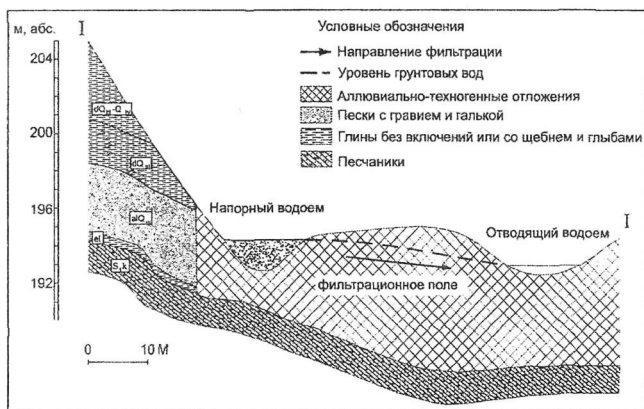


Рис. 3. Профиль фильтрационного поля

Напор подаваемых на очистку загрязненных вод регулируется изменением высоты слива из напорных водоемов. В результате исследований выбраны напоры, обеспечивающие осаждение взвешенных веществ в поровом пространстве песков и очистку максимально возможного расхода воды. Оптимальное соотношение этих условий является критерием эффективности предлагаемой системы очистки.

В условиях эксплуатационного режима работы достигнута концентрация взвешенных веществ в очищенных водах ниже допустимых значений (рис. 4). Эксплуатационный режим работы системы очистки предусматривает соблюдение рекомендованных уровней в напорных водоемах, которые обеспечивают допустимую концентрацию взвешенных веществ в $46,41 \text{ мг/дм}^3$.

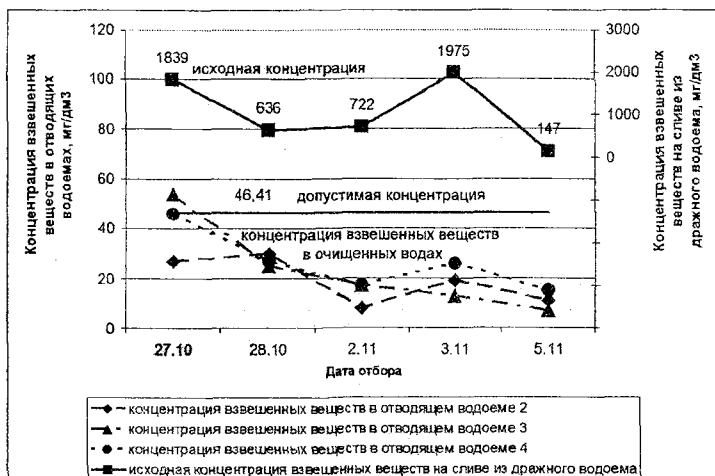


Рис. 4. Изменение концентраций взвешенных веществ в очищенной воде отводящих водоемов и на сливе из дражного водоема

Расход очищаемой в фильтрационных полях воды составляет $0,368 \text{ м}^3/\text{с}$, что превышает объем технологического водоснабжения 250-литровой драги, равный $0,2 \text{ м}^3/\text{с}$. Таким образом, система очистки воды от взвешенных веществ в аллювиально-техногенных отложениях обеспечивает нормируемую концентрацию взвешенных веществ в поверхностных водах и очистку необходимого расхода технологической воды. Характеристика системы очистки в условиях эксплуатационного режима приведена в табл. 3.

Таблица 3

Характеристика системы очистки при эксплуатационном режиме работы

Участок системы очистки	Длина пути фильтрации, м	Напорный градиент	Действительная скорость фильтрации, м/час	Концентрация взвешенных веществ после очистки, мг/дм^3
НВ 2 – ОВ 2	29	0,045-0,047	19	8-30
НВ 3 – ОВ 3	27	0,040-0,043	20	7-54
НВ 4 – ОВ 4	39	0,043-0,044	22	15-46
В целом по системе очистки	27-39	0,040-0,047	19-22	7-54

Примечание: НВ – напорный водоем; ОВ – отводящий водоем

Результаты внедрения научной работы в ЗАО «Уралалмаз» показали высокую эффективность применения системы очистки поверхностных вод от взвешенных веществ. В качестве фильтра используется весь песчаный массив, представленный аллювиально-техногенными отложениями, длиной 310 м. Практическое использование системы очистки возможно в любых долинах равнинных и предгорных рек, где в достаточном количестве присутствуют песчаные фракции аллювиальных отложений. Система очистки может использоваться не только на дражных полигонах, но и при гидравлическом и гидромеханизированном способах разработки месторождений.

Экологическая эффективность разработанной автором системы очистки определяется отсутствием воздействий на водные экосистемы рек и исключением загрязнения взвешенными веществами. Обеспечение нормируемых концентраций взвешенных веществ в реке создает условия для развития кормовой базы для рыб в виде зоопланктона и бентоса, водной растительности, сохранения мест нереста и естественной ихтиофауны, отдыха и кормления водных и околоводных видов птиц. Река сохраняет свои рекреационные возможности и туристский потенциал ниже полигона дражных работ. В системе очистки не используются азональные химические вещества и реагенты. Вода как ресурс сохраняет свои органолептические свойства и химический состав.

Экономические преимущества системы очистки заключаются в предотвращении ущерба кормовой базе рыб, ихтиофауне, отсутствии платежей за сброс взвешенных веществ, которые по дражным полигонам бассейна р. Вишера в сумме составляют более 3,0 млн. руб./год (в ценах 2009 г). Использование предлагаемой системы очистки позволяет исключить эти экологические платежи. Срок службы системы сопоставим со средней продолжительностью разработки месторождения, равной 10-12 лет. Капитальные затраты на сооружение разработанной системы очистки отсутствуют. Эксплуатационные затраты минимальны и связаны с использованием бульдозера (в количестве не более 8–10 машино-смен за сезон) для обеспечения рекомендованных уровней воды в напорных водоемах за счет поддержания необходимой высоты слива фильтрующих перемычек.

ВЫВОДЫ

1. Обоснована возможность использования аллювиально-техногенных отложений в качестве фильтра для очистки поверхностных вод от взвешенных веществ. Аллювиально-техногенные отложения характеризуются низкой плотностью сложения, высокой пористостью и водопроницаемостью, низким содержанием алеврито-пелитовых частиц. Свойства песчаных аллювиально-техногенных отложений, образовавшихся в результате дражной разработки месторождений в долинах рек, аналогичны свойствам фильтрующей загрузки промышленных зернистых фильтров, что позволяет использовать их для очистки поверхностных вод от взвешенных веществ.

2. Разработано геологическое обоснование условий, необходимых для сооружения в долине реки системы очистки поверхностных вод от взвешенных веществ. Анализ условий проводится по материалам разведки месторождения до его разработки. Изучение состава и строения аллювия террас, его мощности, площади развития в долине реки, состава подстилающих коренных пород позволяет выбрать в долине реки перспективные участки для создания системы очистки и предусмотреть

их в проекте разработки месторождения. Автором предложены критерии выбора геологических условий, которые позволяют обеспечить очистку максимально возможного расхода воды до требуемой концентрации взвешенных веществ.

3. Разработана система очистки сточных вод от взвешенных веществ в фильтрационных полях, представленных песчаными аллювиально-техногенными отложениями; проведены опытно-промышленные испытания созданной на полигоне драги системы очистки. Определены условия работы системы в эксплуатационном режиме. Эксплуатационный режим заключается в соблюдении рекомендованных уровней воды в напорных водоемах, которые обеспечивают допустимую концентрацию взвешенных веществ в 46,41 мг/дм³. Эксплуатационный расход очищаемых вод составляет 0,368 м³/с, что превышает объем необходимого технологического водоснабжения 250-литровой драги, равный 0,2 м³/с.

Опытно-промышленные испытания системы очистки, проведенные на полигоне действующей драги в долине р. Б. Колчим в Красновишерском районе Пермского края, подтвердили:

- возможность использования аллювиально-техногенных отложений для очистки воды от взвешенных веществ до допустимых концентраций;
- достоверность предложенных геологических критериев выбора участка для создания системы очистки;
- экологическую эффективность разработанной системы очистки.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК:

1. Караваева Т.И. Геологическое обоснование выбора участка в аллювиально-техногенных отложениях для очистки сточных вод от взвешенных веществ / Т.И. Караваева, О.Б. Наумова // Перспективы науки. 2010. № 4. С. 91-95.

2. Караваева Т.И. Система очистки сточных вод от взвешенных веществ в аллювиально-техногенных отложениях / Т.И. Караваева, О.Б. Наумова // Естественные и технические науки. 2010. № 4. С. 411-413.

3. Караваева Т.И. Свойства природного фильтра из аллювиально-техногенных отложений / Т.И. Караваева, О.Б. Наумова // Перспективы науки. 2010. № 8 (10). С. 69-72.

Статьи, опубликованные в других изданиях:

4. Тихонов В.П. Использование аллювиальных отложений для очистки сточных вод от взвешенных веществ / В.П. Тихонов, Т.И. Караваева // Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики: материалы Международной научной конференции. Тольятти, 2005. С. 125-129.

5. Караваева Т.И. Принципы оценки воздействия на окружающую среду при разработке россыпных месторождений алмазов // Экология: проблемы и пути решения: материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Пермь, 2005. С. 99-100.

6. Караваева Т.И. Технология очистки сточных вод при дражном способе разработки месторождения / Т.И. Караваева, В.П. Тихонов //

Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр: материалы пятой Международной конференции. Москва – Кызыл-Кия, 2006. С. 384-386.

7. Тихонов В.П. Управление процессом очистки от взвешенных веществ в фильтрационных полях / В.П. Тихонов, Т.И. Караваева // Инновационный потенциал естественных наук: труды Международной научной конференции. Пермь, 2006. С. 165-169.

8. Тихонов В.П. Очистка поверхностных вод от взвешенных веществ при разработке месторождений алмазов / В.П. Тихонов, Т.И. Караваева // Геоэкологические проблемы современности: доклады II Международной научной конференции. Владимир, 2008. С. 229-230.

9. Караваева Т.И. Критерии выбора участка для сооружения системы очистки поверхностных вод от взвешенных веществ / Т.И. Караваева, В.П. Тихонов // Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики: материалы VII Международной научно-практической конференции. Тольятти, 2010. С. 249-256.

10. Караваева Т.И. Использование техногенно измененных аллювиальных песчаных отложений в природоохранной технологии недропользования / Т.И. Караваева, В.П. Тихонов // Экологическая безопасность регионов России и риск от техногенных аварий и катастроф: сборник статей X Международной научно-практической конференции. Пенза: Приволжский Дом знаний, 2010. С. 88-90.

11. Караваева Т.И. Фильтрационные свойства техногенных дражных отложений / Т.И. Караваева, В.П. Тихонов // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: материалы региональной научно-практической конференции / Перм. ун-т. Пермь, 2010. С. 285-288.

12. Караваева Т.И. Геологические основы очистки поверхностных вод от взвешенных веществ в аллювиально-техногенных отложениях / Т.И. Караваева, В.П. Тихонов // Глобальный научный потенциал: сборник материалов 6-й Международной научно-практической конференции. Тамбов: Тамбовпринт, 2010. С. 63-64.

13. Караваева Т.И. Использование аллювиально-техногенных отложений в качестве фильтра для очистки от взвешенных веществ / Т.И. Караваева, В.П. Тихонов // Глобальный научный потенциал: сборник материалов 6-й Международной научно-практической конференции. Тамбов: Тамбовпринт, 2010. С. 61-62.

Подписано в печать 02.12.2010.
Формат 60×84 1/16.
Усл. печ. л. 1.0. Тираж 120 экз. Заказ 439.

614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15
Типография Пермского госуниверситета