

УДК 550.424: 504.4.054

ИНОВАЦИОННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПРИРОДООХРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ

Максимович Н.Г.

ФГНУ “Естественнонаучный институт”

The main goal to recovery of the Environment is to find method of improved system of waste purification. The most effective method is creating of artificial geochemical barriers. Such method was realized on the area of the Kizel Coal Basin. The tributaries of the Kama River and the Chusovaya River have become highly polluted with dissolved metals after mine closure. The problem of dam safety has been carefully studied at the operating Kama hydroelectric power station with industrial waste as reagent.

For effective improvement of the ecological situation the technology of neutralization of acid mine water by alkaline waste products from the Bereznikovsky Soda Factory is discussed in the paper. Waste products are non-toxic and consist of 70-80% of calcite (CaCO_3). According to tests they are capable of neutralizing mine water and to precipitate iron, aluminium, heavy metals up to the values, which are lower than the maximum concentration limit.

Одной из основных проблем в области экологии является проблема защиты окружающей среды от загрязнения. Техногенная миграция элементов стала одним из главных геохимических факторов на поверхности Земли. Хозяйственная деятельность приводит к образованию техногенных геохимических аномалий, характеризующихся повышенными концентрациями загрязняющих веществ в атмосфере, почвах и горных породах, подземных и поверхностных водах, живых организмах.

Основным направлением улучшения экологической ситуации является совершенствование технологических схем предприятий - модернизация систем очистки сбросов и выбросов, переработки отходов и т.д. Современные природоохранные сооружения для очистки сточных вод и изоляции участков складирования твердых и жидких токсичных отходов как правило требуют больших капитальных затрат, значительных энергетических и материальных ресурсов при их эксплуатации. Перспективным направлением является создание малоотходных технологий. Однако, быстрый переход к таким технологиям в нашей стране маловероятен, так как для этого необходимы значительные капиталовложения. В период перехода к малоотходным технологиям возникает задача минимизации техногенного воздействия на окружающую среду.

Для защиты окружающей среды от загрязнения наиболее оптимальными являются методы, основанные на ускорении естественной трансформации загрязняющих веществ в неопасные формы или их целенаправленной концентрации на определенных ограниченных в пространстве участках литосферы, т.е. создание геохимических барьеров.

Использование геохимических барьеров для защиты окружающей среды от загрязнения в ряде случаев позволяет отказаться от строительства сложных очистных сооружений и проведения дорогостоящих природоохранных мероприятий. Использование геохимических барьеров имеет ряд экономических и технологических преимуществ перед традиционными методами. Это относительно невысокие затраты, сравнительно простые технологические решения, возможность использования отходов и других материалов для создания барьеров. Технологии на основе геохимических барьеров имеют высокий инновационный потенциал и в скором времени будут способны конкурировать с классическими природоохранными технологиями. Широкое использование геохимических барьеров сдерживается отсутствием теоретических и методологических основ их практического применения.

А.И. Перельманом разработаны теоретико-методические основы учение о геохимических барьерах [6]. Согласно современным представлениям [1] геохимический

барьер – это открытая, неравновесная, динамическая, самоорганизующая система с множеством факторов, обуславливающих осаждение элементов.

Развитие промышленности привело к формированию участков земной поверхности, где техногенные процессы преобладают над природными. Наряду с процессами рассеивания происходит аккумуляция техногенных веществ и их метаболитов на техногенных геохимических барьерах. Согласно А.И. Перельману техногенный геохимический барьер – это участок, где происходит резкое уменьшение интенсивности техногенной миграции и, как следствие, концентрирование элементов и соединений. В ряде случаев техногенные барьеры создаются целенаправленно на пути движения техногенных потоков для локализации загрязнения [6, 3]. Отличительной особенностью техногенных барьеров является возможность аккумуляции техногенных веществ, не встречающихся в природных условиях, и их метаболитов (нефтепродукты, ПАУ, пестициды и др.). Концентрации веществ, имеющих природные аналоги на техногенных барьерах, в ряде случаев значительно выше, чем на природных.

Изученность техногенных геохимических барьеров недостаточна. В настоящее время, не существует единой их классификации. Накопленный опыт показывает, что среди всего разнообразия техногенных геохимических барьеров, используемых для охраны окружающей среды, можно выделить разновидности в которых стихийно или целенаправленно используются естественные барьерные свойства природной среды и искусственные, созданные по специальным технологиям. В ряде случаев техногенные геохимические барьеры могут создаваться на основе использования обоих указанных принципов (рис. 1).

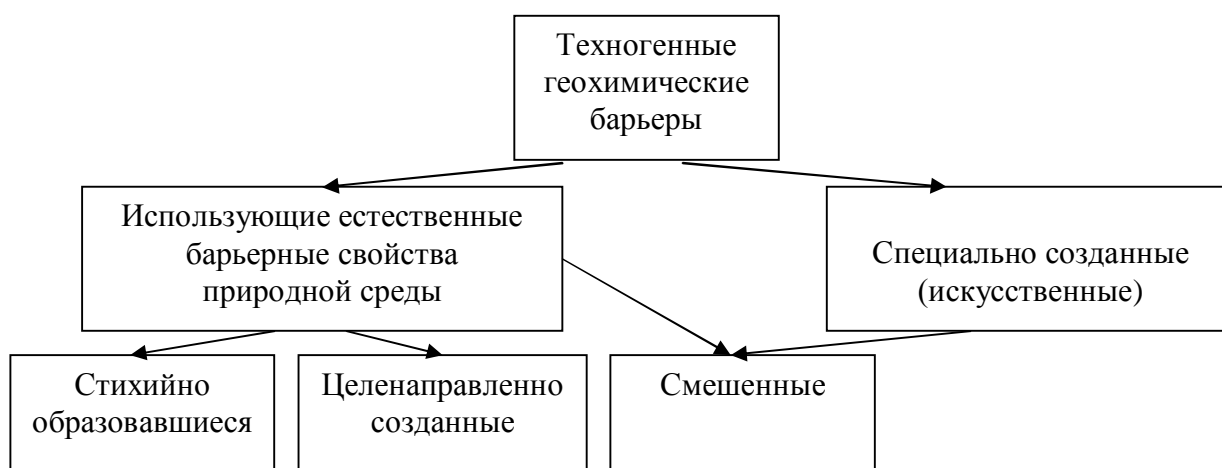


Рисунок 1. – Разновидности техногенных геохимических барьеров, используемых для охраны окружающей среды.

В ходе хозяйственной деятельности человека нередко происходит бесконтрольное загрязнение окружающей среды. В ряде случаев особенности почв, грунтов, поверхностных и подземных вод, рельефа и др. являются причиной формирования геохимических барьеров на пути миграции загрязнителей. Наиболее распространенными барьерами являются почвы и глинистые грунты, сорбирующие многие виды загрязнителей, карбонатные породы и присущие им воды, выполняющие роль щелочного геохимического барьера. Известны случаи, когда барьерные свойства природной среды целенаправленно используются для снижения интенсивности миграции загрязнителей [7].

Техногенные геохимические барьеры могут специально создаваться для решения различных задач, таких как охрана окружающей среды, обогащение полезных ископаемых, инженерная защита территории и т.д. Такие барьеры предлагается называть искусственными.

Для создания искусственных барьеров разрабатываются специальные технологии. В качестве материалов, используемых для создания барьеров, применяются различные материалы и вещества в зависимости от специфики загрязнения и экономической целесообразности (рис. 2).

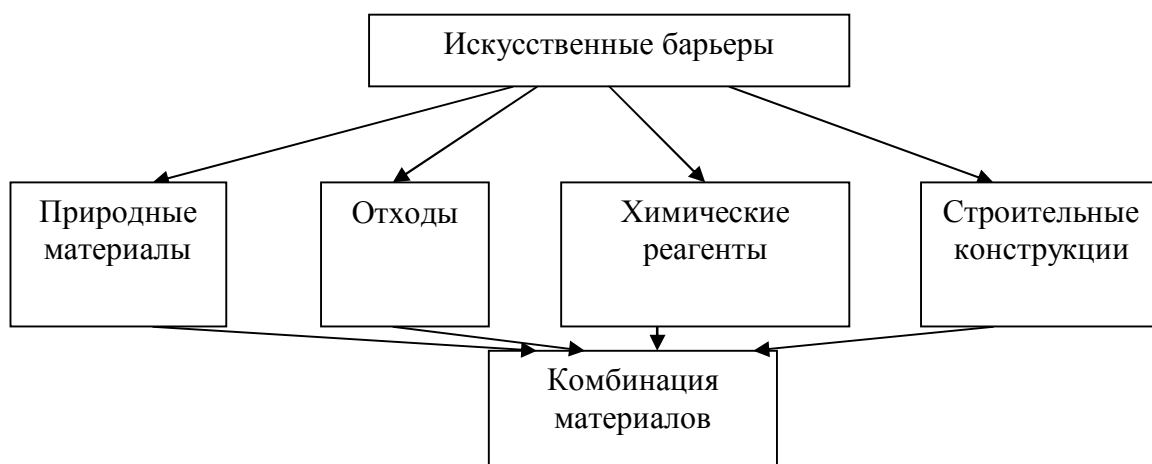


Рисунок 2. – Материалы используемые для создания искусственных геохимических барьеров.

Природные материалы широко используются для создания сорбционных (глины, суглинки, торф и т.д.), щелочных (карбонаты) и других барьеров. Преимуществом использования природных веществ является их широкое распространение, снижающее транспортные расходы и относительно низкая стоимость.

Перспективным направлением является использование отходов производства. При этом наряду с их низкой стоимостью решается другая экологическая задача – утилизация отходов. В том случае, когда природные вещества и отходы малоэффективны для создания барьера, подбираются специальные химические реагенты. Они, как правило, дают возможность обеспечить необходимую эффективность работы барьера, но имеют большую стоимость. В некоторых случаях, чаще всего для создания механических барьеров, используются специальные строительные конструкции.

Пример использования одного из видов искусственных барьеров для снижения техногенной миграции химических элементов был реализован на территории Кизеловского угольного бассейна, где сложилась неблагоприятная экологическая ситуация. В результате самоизливов шахтных вод в гидросеть постоянно наблюдаются высокие и экстремально-высокие уровни загрязнения воды по концентрации общего железа. В 2003 г. среднегодовые концентрации по железу общему в р. Вильва составили 238 ПДК, марганцу - 41 ПДК, никелю - 4 ПДК, цинку – 2 ПДК. Среднегодовые концентрации на р. Косьва по железу общему составили 43 ПДК (70 ПДК в 2002 г.), марганцу - 15 ПДК, фенолам - 4 ПДК, меди – 2 ПДК. В р. Косьва ИЗВ за счет увеличения концентрации железа в 2003 г. достиг 10,92, что соответствует 7 классу качества – “вода чрезвычайно грязная” [2].

В конце 1980-х годов автором было предложено использовать в качестве реагента для раскисления шахтных вод щелочные отходы содового производства, миллионы тон которых накопились и продолжали поступать в шламонакопитель ОАО «Березниковский содовый завод» (БСЗ). Отходом производства кальцинированной соды аммиачным способом является дистиллерная суспензия, образующаяся в количестве 8-10 м³ на 1 т. соды. Эта суспензия представляет собой дисперсную систему с соотношением Ж:Т = 85:15. Жидкая фаза суспензии – раствор хлоридов кальция и натрия, гидроксида и сульфата кальция с общей

минерализацией около 180 г/л. После размещения дистиллерной жидкости в шламонакопитель из нее осаждается твердая фаза, состоящая из кристаллического и скрытокристаллического кальцита, кварца, калиевых полевых шпатов и других минералов [4]. Утилизация этих отходов (так называемых «белых морей») представляет серьезную проблему. Проведенные в те годы лабораторные эксперименты показали высокую эффективность этого реагента, причем его можно было использовать без специфической подготовки.

Для реализации способа нейтрализации была предложена простая технологическая схема. Реагент предлагалось добавлять в поток шахтной воды вытекающей из водоотлива, а образующийся осадок собирать в каскаде отстойников (рис. 3). Однако по различным причинам в те годы предложенный способ не был реализован. В 2002 -2003 гг. совместно с А.Б. Холостовым и В.Н. Басовым разработана специальная установка, позволяющая готовить пульпу определенной консистенции из отходов БСЗ и шахтной воды и выливать ее непосредственно в канал стока самоизлива в рассчитанных количествах в зависимости от расхода и состава воды [5].

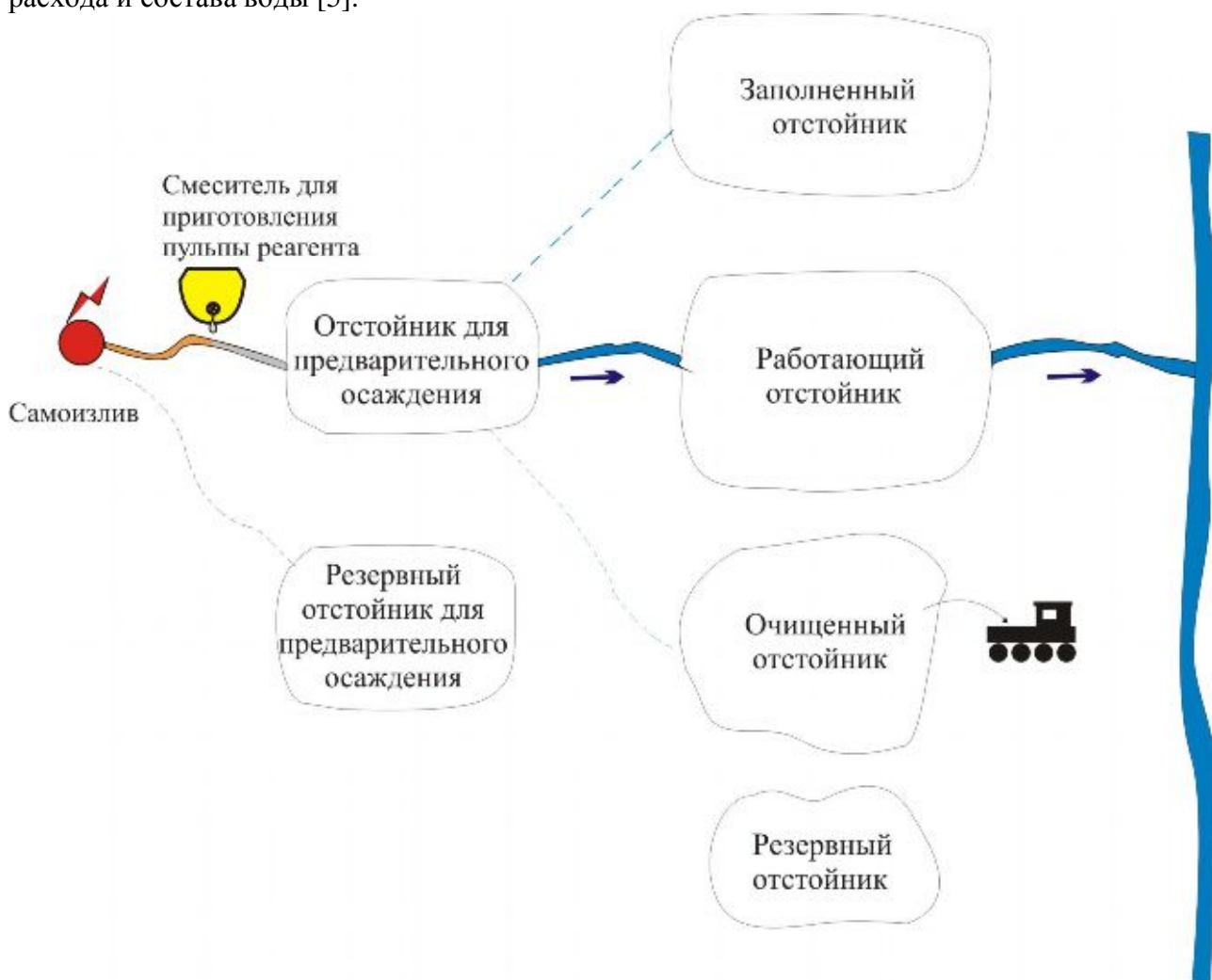


Рисунок 3. – Схема отстаивания шахтных вод.

Отходы БСЗ относятся к 5 классу опасности. Оптимальными для нейтрализации составом и свойствами обладает шлам верхнего 1,5 м слоя старой карты шламонакопителя. Он более чем на 90 % состоит из тонкодисперсного карбоната кальция. Водородный показатель вытяжки составляет 9-12. Содержание водорастворимых хлоридов, сульфатов, натрия в отходах этого слоя в 37-54 раза ниже, чем в отходах действующей карты. Содержание микроэлементов не превышает ПДК валового содержания в почвах. Вредных органических примесей в шламе не обнаружено. Объем шлама готового к использованию в

качестве реагента для нейтрализации шахтных вод без какой-либо подготовки превышает 1 млн. м³.

При смешивании шахтной воды со шламами БСЗ происходит повышение рН за счет взаимодействия с карбонатом и гидроксидом кальция, которые являются основными компонентами отходов БСЗ. При этом происходит очистка воды от ряда загрязнителей, которые хорошо мигрируют в кислой среде и малоподвижны в нейтральной и щелочной. К ним относятся Fe, Al, Mn, Co, Zn, Cu, Ni, Pb, Cd, Ti и др. При повышении рН растворов, в которых присутствуют ионы этих металлов, происходит их осаждение.

Испытания проводились на самоизливе воды из штольни шахты «им. 40 лет Октября». В период летней межени расход самоизлива составляет 180-220 м³/час, в период паводков – 300-400 м³/час. Водородный показатель составляет 2,6-2,9. Минерализация изменяется от 400-600 мг/л в периоды паводков до 800-900 мг/л в период летней межени. Максимальное превышение ПДК_в для железа – в 400, для алюминия – в 46 и для сульфатов – в 1,3 раза. Показатель превышения ПДК_в для бериллия составляет 52,8, марганца – 36,9, лития – 3,5, никеля – 2,5, кадмия – 1,9, кобальта – 1,6, бария – 1,5 и титана – 1,2 раза.

В результате применения метода рН шахтной воды повышается с 2,6-2,9 до нейтральных значений. В ходе испытаний суммарное содержание железа с 30-40 снизилось до 0,2-0,3 мг/л, что не превышает ПДК. После нейтрализации алюминия в шахтной воде не обнаружено, тогда как до нейтрализации его содержание составляло 10-14 мг/л. Содержание бериллия, лития, никеля, кадмия, кобальта и титана, которые в шахтных водах превышали нормативные концентрации, снижается до значений не превышающих ПДК (рис. 4)

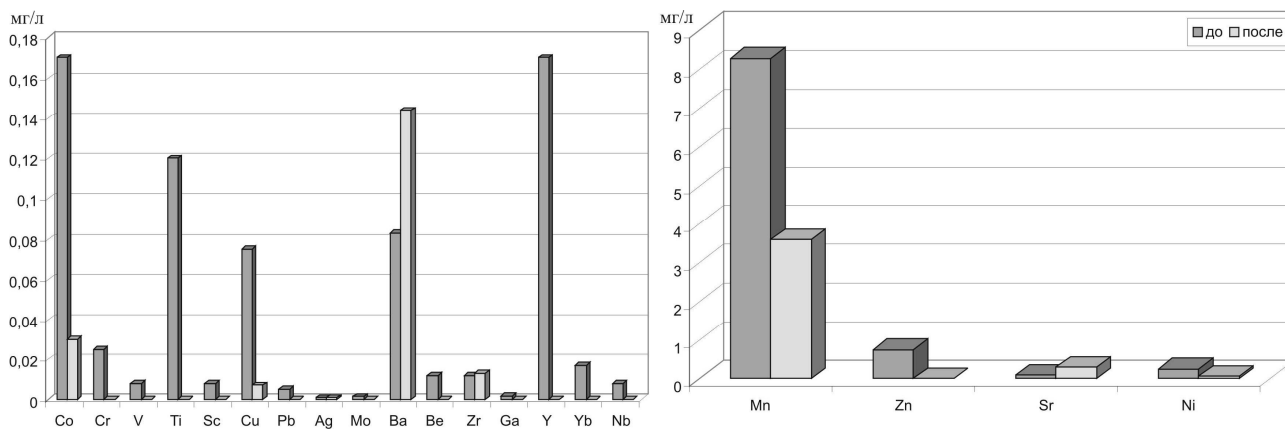


Рисунок 4. - Микроэлементный состав воды самоизлива шахты «им. 40 лет Октября до и после опытно-промышленной нейтрализации отходами БСЗ

Образующийся осадок представляет смесь тонкодисперсных частиц гидроксидов железа и алюминия, гипса, частично не прореагировавшего карбоната кальция. Он имеет нейтральную реакцию среды. Подвижных форм железа, алюминия, марганца, свинца и других элементов практически не обнаружено. Осадок не является источником вторичного загрязнения водных объектов. Эксперименты с образующимся в результате нейтрализации осадком (В.И. Каменщикова и др.) показали, что он зарастает многолетними травами (тимофеевка, овсяница, пырей, люцерна) практически так же, как и контрольные образцы почвы. Осадок предполагается использовать для рекультивации шахтных отвалов.

Дополнительным плюсом данного метода является использование для очистки шахтных вод отходы содового производства, утилизация которых представляет серьезную проблему.

Важной характеристикой метода нейтрализации шахтных вод является его экономическая рентабельность. При среднем расходе шахтной воды 216000 м³ в месяц удельные эксплуатационные расходы на нейтрализацию 1 м³ шахтной воды будут составлять около 0,7 руб. При строительстве классических очистных сооружений затраты составляют около 300 руб. на 1 м³ воды.

Приведенный пример показывает, что создание природоохранных технологий на основе геохимических барьеров содержит в себе значительный инновационный потенциал. Методические основы таких технологий разрабатываются в лаборатории техногенных процессов ФГНУ «Естественнонаучный институт»

Список литературы

1. Касимов Н.С., Борисенко Е.Н. Становление и развитие учения о геохимических барьерах // Геохимические барьеры в зоне гипергенеза/ Под ред. чл.-корр. РАН Н.С. Касимова и проф. А.Е.Воробьева. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2002. – С. 6-37
2. Концепция целевой комплексной программы “охрана окружающей среды Пермской области на 2006-2010 годы”. Приложение к Постановлению Законодательного Собрания Пермской области от 17.03.2005 № 2131.
3. Максимович Н.Г. Некоторые подходы к решению экологических проблем // Проблемы геологии континентов и океанов: / Рос. акад. Наук. Отд - ние геологии, геохимии, геофизики и горных наук и др.; отв. ред. В.И. Гончаров, Ю.В. Миронов - Магадан: Кордис, 2001. - С.262 - 267.
4. Минерально-сырьевые ресурсы Пермского края. Энциклопедия./ Под ред. А.И. Кудряшова- Пермь,: Изд-во «Книжная площадь», 2006. – 464 с.
5. Решение о выдаче патента на изобретение. Способ нейтрализации кислых шахтных вод и установка для его осуществления. / Максимович Н.Г., Басов В.Н., Холостов С.Б. заявитель и патентообладатель ФГНУ “Естественнонаучный институт”; № 2005106659/15(008111); заявл. 14.03.2005.
6. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафтов: Учебное пособие. Изд. 3-е, перераб. и доп. - М.: Астрей-2000, 1999.-786 с.
7. Сергеев В.И., Шимко Т.Г., Кулешова М.А. и др. Количественная оценка грунтовой толщи как геохимического барьера // Геохимические барьеры в зоне гипергенеза / Под ред. чл.-корр. РАН Н.С. Касимова и проф. А.Е.Воробьева. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2002. – С. 334-346.