

ТЕХНОГЕННЫЕ МИНЕРАЛЫ КАК ПОКАЗАТЕЛИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГОРОДА ДЕГТЯРСКА

Братанов Н.С.

г. Ревда, ГБФ УРГПУ, 1 курс

Научный руководитель: Козлов П.С., г. Ревда, педагог высшей квалификационной категории,
Муниципальное казённое образовательное учреждение дополнительного образования детей
«Центр дополнительного образования детей»,

Данная статья является реферативным изложением основной работы. Полный текст научной работы, приложения, иллюстрации и иные дополнительные материалы доступны на сайте II Международного конкурса научно – исследовательских и творческих работ учащихся «Старт в науке» по ссылке:

<https://www.school – science.ru/2017/19/27743>

В период 2011 – 2015гг. отряд МНОУ исследовал карьер Дегтярского месторождения колчеданных руд и территорию бывшего рудного склада у шахты Капитальная 2 в городе Дегтярске, расположенные в восточной части города (рис.1). В западном отвале карьера месторождения нами было обнаружено множество обломков (5 – 10см) и глыб (до 0, 5м) глыб пиритовой руды. В восточной части города мы обратили внимание на небольшую речку, вода в которой имеет коричневатый цвет и неприятный запах, по запаху серы нам стало понятно, что эта жидкость содержит большое количество серной кислоты.

В одном из маршрутов у заброшенной шахты Капитальная 2 было установлено, что территория города сильно загрязнена. После этого нами была поднята проблема исследования возникновения техногенных минералов и их влияние на окружающую среду. Для этого нам потребовалось изучить более 12 научных источников, совершить 7 маршрутов по местам нахождения техногенных минералов и провести 5 экспериментов. В ходе изучения было выявлено, что проблемы техногенеза и его влияния на окружающую среду изучались на разных месторождений. Но Дегтярское месторождение не имеет такого описания. Поэтому можно сделать вывод о том, что степень изученности данной темы крайне мала. Вследствие чего не было возможности получить чёткую информацию из специализированной литературы. Для этого мной был проведен сбор материалов по 7 маршрутам на территории бывшего рудного склада Дегтярского месторождения, проведены 5 экспериментов с целью установления техногенно образованных минералов. Результатом исследования стали выводы о влиянии сезонных минералов на окружающую среду.

Гипотеза исследования: если на колчеданные (пирит – халькопиритовые) руды,

извлечённые из шахты на поверхность земли, воздействуют природные факторы (осадки, газовый состав атмосферы, температура и др.), то они разрушаются с образованием минералов – сульфатов – новых образований техногенного происхождения.

Объект исследований: заброшенный распределительный рудный склад шахты Капитальная 2.

Предмет исследований: минералы техногенного происхождения, образующие сталактиты и сталагмиты.

Цель исследования: установить состав техногенных минеральных образований и обосновать их влияние на территорию бывшего рудного склада у шахты Капитальная №2.

Задачи

1. Изучить специальную литературу по минералогии и техногенезу.
2. Провести детальное обследование и фото документацию бывшего рудного склада.
3. Выявить источник образования и формы натёчно – капельных и натёчных техногенных образований.
4. Отобрать и исследовать свойства образцов натёчно – капельных и натёчных образований (сталактитов и сталагмитов) голубого и зелёного цвета.
5. Осуществить эксперименты с образцами техногенных минеральных образований по выявлению их химического и минерального состава.
6. Обосновать негативное воздействие техногенных образований на окружающую среду.
7. Разработать предложения по охране окружающей среды гор. Дегтярска.

Методы исследования: изучение специальной литературы, исследовательский, микроскопический и фотографический методы, экспериментальный метод по изучению химического состава и свойств техноген-

ных минералов – сульфатов. На стадии проведения и осмысления итогов экспериментов и обсуждения результатов исследований использован метод анализа.

Дегтярское месторождение колчеданных руд расположено в 30 км юго – восточнее нашего города Ревды (рис. 1). История его освоения охватывает период с 1914 г. по 1995 г. (прилож. №1). В 1995 году оно было закрыто в связи с нерентабельностью отработки (хотя руды ещё полностью не были выработаны) и частично затоплено грунтовыми водами.

Бывшие рудные склады колчеданной руды находятся в городе Дегтярске, в 40 м восточнее заброшенной шахты Капитальная 2. В 20 м севернее шахты сосредоточены отвалы пустой породы, образующей террикон высотой около 40 метров (рис. 2, 3).

Руда Дегтярского месторождения состоит из сплошного мелкозернистого колчедана, содержащего незначительное количество нерудных компонентов. Минералогический состав первичных руд глубоких горизонтов месторождения примерно следующий: сульфиды – пирит – 80 – 85%, халькопирит, сфалерит и др. сульфиды – 4 – 7 %; нерудные минералы (кварц, барит и серицит) – 12 – 15 % (Иванов, Меркулов, 1937). Крупные глыбы колчеданных руд (до 30*40 см) встречаются часто вокруг рудного склада, мелкие обломки (5 – 10 см) в больших количествах обнаруживаются по всей площади террикона у шахты Капитальная 2.

Методика исследований

Исследования осуществлялись поисковым отрядом МНОУ «Рифей» в течение 2011 – 2015 гг. в полевой и камеральный периоды.

Полевой период. В результате маршрутных поисков совершено 5 маршрутов, в ноябре 2011 г. поисковым отрядом впервые были выявлены натёчные образования. Замечены они были с террикона по характерному зелёному и голубому цвету на западной стенке, под крышей разрушающейся постройки. После детального обследования оказалось, что эта постройка – бывшие склады колчеданной руды Дегтярского отработанного месторождения. У здания удалось найти только несколько крупных штуфов руды (величина до 30 см), которые выделялись желтым цветом на фоне снега (рис. 9). Некоторые из них с поверхности были покрыты землистым агрегатом зеленовато – голубого цвета, что свидетельствовало об их разрушении. На снегу выделялись следы от буровато – коричневой жидкости, которая капала с кончиков сталактитов. Внутри помещения были обнаружены мелкие

обломки руды (до 8 см), покрытые чёрной плёнкой окислов (рис. 7).

Примерно в средней части западной стенки склада, под карнизом между первым и вторым этажами на высоте от 3 до 4 м было обнаружено множество мелких *сталактитов* (рис. 5,8) голубовато – зелёного и голубого цвета длиной до 35 см, в основании 2 – 3 см в диаметре. На кончиках сталактитов повсеместно отмечались капельки буровато – коричневого цвета (рис. 9,10), которые очень медленно капали и падали на сталагмиты. От увлажнённой поверхности сталагмитов и глины исходил неприятный запах серы. Некоторые из сталактитов после обрушения лежали обломками на сталагмитах (рис. 11,12). В поперечном сечении обломков сталактитов было отмечено концентрически – зональное строение. Некоторые обломки имели трубчатое строение, т.е. в них имелись отверстия диаметром до 8 мм (рис. 13,14).

Камеральный период. В геологическом музее – лаборатории в начальный период изучалась специальная литература по минералогии и техногенезу. В результате поисков нужной информации использовано 11 литературных источников, а также Интернет – ресурс, позволивший собрать недостающую информацию о деятельности Дегтярского рудника (приложение №1). По историческим фотографиям (Интернет, рис. 1а.) установлено, что обследованные нами разрушающиеся постройки ранее назывались сортировочным рудным складом, располагались они вблизи шахты Капитальная 2, из которой на склад поступала колчеданная руда. Здесь она сортировалась и затем отгружалась в вагоны для перевозки по железной дороге на Средне – Уральский медеплавильный завод (СУМЗ, гор. Ревда).

Значительное место в камеральный период уделялось экспериментальным работам. В этот период последовательно проведены дополнительные эксперименты и получены результаты:

- выращены монокристалл (8 см), друзы (5 на 7 см) и щетки (в диаметре до 10 см) кристаллов медного купороса (природный аналог – минерал халькантит) из пересыщенных (концентрированных) растворов медного купороса (эксперимент №2);
- определены некоторые физические свойства и твердость (2 – 3) техногенных минералов (таблица №1) с применением шкалы твердости Мооса (эксперимент №3);
- определена медь в растворённых сталактитах, сталагмитах
- землистой мелкокристаллической массе, который сильно влияет на образование зелёной окраски минералов – сульфатов (эксперимент №4);

• методом определения удельного веса установлено, что исследуемые техногенные кристаллические образования имеют удельный вес от 1,50 до 2,15 г/см³ (эксперимент №5).

В результате изучения литературы и проведенных экспериментов мы пришли к выводу о том, что техногенные минеральные образования могут быть отнесены к группе минералов – сульфатов, обогащенных железом с примесью меди.

Диагностика сульфатов с помощью метода вытеснения жидкости (определение удельного веса) Гипотеза исследования: если удельный вес техногенных медь – содержащих минералов кристаллического строения, слагающих сталактиты и сталагмиты, близки по удельному весу (Q) к сульфату железа Q=1,8 – 1,95 г/см³ и медному купоросу Q =2.1 – 2,3 г/ см³, то исследуемые техногенные образования можно отнести к группе минералов – сульфатов железа и меди.

Ход эксперимента. В эксперименте применён метод вытеснения жидкости (вода) (Бетехтин, 1951, стр.62 – 63). Использованы выращенные кристаллы медного купороса (минерал – эталон) и техногенные образования натёчно – капельных образований тёмно – зелёного и зеленовато – голубого цвета. Величина образцов составляла 2,0 – 2,5 см в поперечном сечении.

Использовались: мензурка (V=100мл), наполненная водой до отметки 60мл, любительские весы с навесками для измерения веса и кристаллы М.К. 3 образца однородные обломки сталактитов и сталагмитов (по 3 образца) (3).

Предварительно взвешенные образцы, закреплённые на тонкой леске толщиной 0,1 мм, погружались на дно мензурки, затем производился отсчёт вытесненного объёма воды (г /см³). Производилось 3 замера. Подсчитывались средние значения по весу (P) и объёму вытесненной воды (V), данные заносились в таблицу №1. Удельный вес (Q) рассчитывался по формуле Q= P : V.

Вывод: сталактиты и сталагмиты, вероятней всего, состоят из мелантерита.

Был установлен удельный вес кристаллов медного купороса – техногенный минерал – эталон – 2,15 г/см³, что соответствует значению 2,1 – 2,3 г/см³ минерала халькантита, пяти водного сульфата меди. Для сталактитов получены значения 1,50 г/см³, для сталагмитов – 1,64 и 1,82 г/см³. Значение 1,82 г/см³ близкое к значению удельного веса мелантерита – сульфата железа (1,89 – 1,95 г/см³). Первые два значения оказались несколько ниже, чем удельный вес мелантерита, хотя испытываемые образцы отобраны из одного участка – сталагмита, расположенного под сталактитом.

Исследование физико – химических свойств минералов – сульфатов. Для уточнения названия минералов, были определены некоторые свойства этих же минералов – сульфатов цвет, блеск, спайность, твёрдость, растворимость и запах (см. табл. 2).

Твёрдость определялась с использованием шкалы твёрдости Мооса. Свойства эталона – медного купороса близки к халькантиту. Техногенный минерал, слагающий сталактиты и сталагмиты, по свойствам близок к мелантериту [Вертушков, Авдонин, 1992]. Но твёрдость этого минерала немного больше и равна 2,5.

Судя по физико – химическим свойствам, минералы, которыми сложены сталактиты и сталагмиты, по своим свойствам близки к сульфатам меди – халькантиту (эталон медный купорос) и железа – мелантериту.

В результате проведения комплекса экспериментов и применения литературных источников, можно прийти к выводу, что сталактиты и сталагмиты состоят из техногенного минерала голубовато – зелёного цвета, который отнесется к мелантериту – семиводному сульфату железа. В его составе присутствует примесь меди. Для детального определения этого техногенного минерала необходимы более точные методы исследования.

Мелантерит можно отнести к сезонным минералам [Сребродольский, 1989], так как в летний и осенний периоды он полностью растворяется дождями, а поздней осенью и в начале зимы он вновь образуется, слагая натёчно – капельные техногенные образования. При попадании искусственного и солнечного света и при окислении поверхность сталактитов и сталагмитов покрывается белёсым порошком, рассыпающимся от прикосновения. Это свидетельствует об обезвоживании мелантерита. Состоит мелантерит из железа, серы, воды и примеси меди. Растворяясь, он в конечном итоге загрязняет почву, подземную и поверхностную воду и атмосферу.

В связи с разработкой и добычей руд месторождения экологические проблемы на Дегтярском руднике возникали и раньше. Например, В.Н. Авдонин и Ю.А. Поленов (2002) приводят такой факт. «За 50 лет эксплуатации (1937 – 1987гг.) из Дегтярского месторождения техногенными потоками в окружающую среду вынесено более 50 тыс. т меди, около 147 тыс. тонн цинка, более 225 тыс. тонн железа и почти 1 млн т серной кислоты, сульфат – иона (328 500 т при пересчете на элементарную серу)» [Авдонин, Поленов, 2002, стр. 370 – 372].

Наши наблюдения показывают, что на исследуемой территории в гор. Дегтярске загрязнение окружающей среды продолжается. Одна из причин состоит в том, что

из сортировочного накопительного блока при закрытии Дегтярского рудника в 1995 году часть колчеданной руды из шахты Капитальная 2 не была вывезена. В условиях техногенеза под воздействием внешних факторов рудная масса стала разрушаться с образованием комплекса химических соединений – сульфата железа – мелантерита, серной кислоты и других соединений, которые в свою очередь, накапливаясь, активно влияли и разрушали рудный склад.

После более детального изучения стало понятно, что виной всему стал «техногенез» – вмешательство человека в природу. При извлечении из шахты огромное количество колчеданной руды оказалось на поверхности. Пирит – халькопиритовая руда в разрушающихся складах подверглась воздействию природных факторов.

«Средний химический состав руды первичного колчедана с глубины 190м: сера – 45,7%, железо – 40,52%, цинк – 1,38%, медь – 0,90%, что в сумме составляет 88,57%. Кроме того, в руде имеются золото, серебро и в весьма незначительном количестве мышьяк, кадмий, селен...» (Иванов, Меркулов, 1937, стр. 68). В рудах, таким образом, содержится большое количество серы и при контактах с осадками (дождевая вода, растаявший снег) началась образовываться серная кислота, которая ускорила разрушение руды. Приток воды и кислорода в разы увеличил количество серной кислоты. Кислота начала проникать в разрыхлённую кусковую массу руды, разрушая всё больше руды на пути просачивания. В результате химических реакций стали образовываться сезонные техногенные минералы меди и железа или купоросы разного цвета: синеватые, зелёные и белые. Их голубовато – зелёный цвет свидетельствует о насыщенности медными растворами. Образование купоросов хорошо описано в книге М.В. Ломоносова «О слоях земных» (1949). Значит, подобные явления были выявлены и ранее. В прошлом веке подобные ситуации подробно описаны в книге [«Зона окисления сульфидных месторождений» (Смирнов, 1955)].

Пути решения проблем города Дегтярска

Более чем более чем 20 лет проблемы защиты окружающей среды в районе города Дегтярска остаются не решёнными, несмотря на документы высокого уровня.

Пути решения некоторых экологических проблем города Дегтярска. Несмотря на неудовлетворительное состояние экологической ситуации в районе города Дегтярска, в окрестности города проектируется предприятие по переработке 10 тысяч тонн сульфидных концентратов в год с получением товарной сурьмы и её трёхокисы.

Если этот проект будет запущен, то в районе гор. Дегтярска экологическая обстановка ещё усугубится загрязнением атмосферы города за счёт розы ветров, направленной в сторону города, и гидросферы поэтому нами выдвигаются рекомендации по охране окружающей среды:

1) необходима очистка территории от остатков колчеданных руд и новообразованных техногенных образований (сульфаты, глина с кислотой, кислота и вода, насыщенная кислотой);

2) Необходимо разрушить опасные постройки и затем утилизировать строительные материалы (битый кирпич и железобетон; металл), представляющие угрозу жизни горожан, особенно детей.

3) претворение экологических решений в жизнь позволит не только улучшить экологическую обстановку в городе Дегтярске, но и будет иметь экономическую выгоду для населения.

Входе работы были выделены основные экологические проблемы исследуемой территории и приведены возможные способы рекультивации с учётом месторасположения объекта исследования, что позволит сделать рекультивацию не только менее затратной, но и позволит так же извлечь некоторую выгоду.

Заключение

В результате исследования техногенных образований бывшего распределительного склада колчеданной руды шахты Капитальная 2, установлено, что одним из результатов химического выветривания руды на бывшем Дегтярском руднике являются натёчно – капельные и натёчные образования – сталактиты, сталагмиты и сталагматы, а также рыхлые глинистые образования, сильно увлажнённые серной кислотой. В результате проведения пяти экспериментов обосновано их техногенное происхождение. Техногенный минерал, из которого они состоят, представлен семиводным сульфатом железа – мелантеритом с примесью меди, таким образом подтверждена гипотеза исследования и достигнута цель работы.

В городе Дегтярске после закрытия рудника продолжается загрязнение окружающей природной среды (вода, почва, воздух), так как мелантерит является показателем высокого уровня загрязнения такими высокотоксичными образованиями, как: железо, медь, цинк, кадмий, мышьяк и др., а также серной кислотой. Все они негативно влияют на здоровье людей и всего живого.

В этой связи мы обращаемся к специалистам отдела природопользования администрации ГО Дегтярска, чтобы они обратили внимание на проблему загрязнения окружающей среды за счёт разрушения оставшихся колчеданных руд на территории бывшего Дегтярского рудника.