

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Бабкинская средняя общеобразовательная школа»
Частинский муниципальный округ, Пермский край

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА
«Получение меди из медистого песчаника»

Автор работы:

учащаяся 11 класса

САННИКОВА АЛИСА СЕРГЕЕВНА

Научный руководитель:

КОЗЛОВ КОНСТАНТИН

ВАЛЕНТИНОВИЧ

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	2
1. Сбор и анализ информации по теме исследования	4
1.1. Информация о медистом песчанике	4
1.2. Информация о способах получения меди в лабораторных условиях из растворов	5
2. Процесс синтеза меди	7
2.1. Сбор образцов горных пород и выявление наличия меди в них	7
2.2. Получение меди из медистого песчаника	8
3. Исследование и применение полученной металлической меди	9
3.1. Подтверждение химических свойств полученной меди	9
3.2. Практическое использование меди	10
Заключение	11
Список литературы	13
Приложение	14

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Медь - один из семи металлов, известных с глубокой древности. Общее содержание меди в земной коре сравнительно невелико (0,01 вес %), однако она чаще, чем другие металлы, встречается в самородном состоянии, причём самородки меди достигают значительной величины. Этим, а также сравнительной лёгкостью обработки меди объясняется то, что она ранее других металлов была использована человеком. Переходный период от каменного к бронзовому веку (4 - 3-е тысячелетие до н. э.) назывался медным веком - халколитом (от греческого chalkos - медь и lithos - камень) или энеолитом (от латинского aeneus - медный и греческого lithos - камень). В этот период появились медные орудия. Известно, что при возведении пирамиды Хеопса использовались медные инструменты. Таким образом, медь является металлом, который изменил жизнь человека еще в далекой древности.

С 1635 по 1914 гг. Пермские песчаники эксплуатировались уже русскими. Медное дело на Урале началось с открытия медных руд, залегающих в Пермских песчаниках, в Григорьевской горе под Соликамском.

Благоприятным качеством медных руд Пермских песчаников является их сравнительная чистота от вредных примесей, отсутствие которых (главным образом сурьмы и мышьяка) позволяло в прежнее время простыми металлургическими способами получать медь хорошего качества. [5, 10]

В наши дни многочисленные мелкие проявления меди в медистых песчаниках не разрабатываются вследствие их разбросанности, кратковременности эксплуатации каждого из них, отсутствия технологии отработки мелких разобщенных рудных тел и, как следствие, нерентабельности добычи меди при существующих технологиях.

В школьном курсе химии дается представление о свойствах меди и её соединений, но не освещается вопрос о способах ее получения в лабораторных условиях. Как уже упоминалось ранее, некоторое сосредоточение медистого

песчаника наблюдается вдоль р. Кама, а именно вблизи села Бабка, в котором я долгое время проживаю. Непосредственная близость к источнику сырья и интерес к химии – именно по этим причинам появилась заинтересованность вопросом получения чистой меди из горной породы в лабораторных условиях.

Цель работы: получение меди из медистого песчаника при помощи химических методов и подтверждение её химических свойств (характеристик).

Задачи:

1. Изучить информационный материал по теме исследования.
2. Проанализировать способы получения меди и провести разбор методик.
3. Выбрать набора реактивов и оборудования, синтезировать металлическую медь.
4. Подтвердить химические свойства полученной меди.
5. Определить практическое применение полученной меди.

Объект исследования: медистый песчаник

Предмет исследования: полученная медь и исследование ее химических свойств

Гипотеза: можно получить медь из медного песчаника в лабораторных условиях с дальнейшим применением в качестве химического реактива.

В работе были использованы следующие методы исследования:

1. Анализ литературы по теме исследования
2. Индукция
3. Конкретизация
4. Эмпирическое обобщение
5. Синтез
6. Сравнение
7. Эксперимент (опыт)
8. Измерение
9. Описание

1. Сбор и анализ информации по теме исследования

1.1 Информация о медистом песчанике

Медистый песчаник (далее МП) – это обломочная порода, песчаник или алевролит, серого или зеленовато-серого цвета сцементированный медными минералами, или содержащий налеты, корочки, конкреции медных минералов, приуроченные к растительным остаткам. Данные породы широко распространены вдоль западного склона Урала и на прилегающих частях Русской платформы, где они имеют пермский возраст. Толща отложений, вмещающих медные руды, состоит, главным образом, из песчаников, известняков, глинистых сланцев, глин и конгломератов. Медные руды встречаются преимущественно среди песчаников и реже — среди глинистых сланцев, отверделых глин и конгломератов.

Рудоносные песчаники чаще всего мелкозернисты. Твердость их различна, в зависимости от состава цемента, связывающего кварцевые зерна: при значительном количестве глинистого вещества, получают рухляковые песчаники, берущиеся на кайло, а при известковом или кварцевом цементе— твердые, требующие применения взрывной работы. Перемежающиеся с песчаниками глины имеют плотное сложение. Рудоносными являются лишь те глины, которые представляют собой переход к песчаникам. Как общее правило, можно подметить, что чем меньше глинистого вещества в песчанике, тем надежнее он в смысле рудоносности.

Благоприятным качеством медных руд Пермских песчаников является их сравнительная чистота от вредных примесей, отсутствие которых (главным образом сурьмы и мышьяка) позволяло в прежнее время простыми металлургическими способами получать медь хорошего качества. Выплавляемая медь обладала такой чистотой, что, не подвергаясь рафинированию электролизом, шла непосредственно в дело. Возможность обойтись без дорогостоящих электролитных заводов являлась весьма

благоприятным обстоятельством, именно поэтому медь из Пермских медистых песчаников добывалась издавна. [5]

Углубленное изучение учебных и научных источников позволило узнать разные способы получения меди в лабораторных условиях.

1.2 Информация о способах получения меди в лабораторных условиях из растворов

Изучив литературу о способах получения меди в чистом виде из растворов, выбрала те, с помощью которых её можно извлечь в лабораторных условиях.

Способы получения меди в чистом виде:

1) С помощью катионообменной смолы

Процесс извлечения металла из растворов с помощью катионообменной смолы - синтетических полимерных твердых шариков миллиметрового диаметра, которые содержат положительно заряженные центры, способные обменивать свои положительные ионы (катионы) в воде или растворе. В результате ионообменного взаимодействия катионы удерживаются сульфогруппами смолы, а раствор проходит через колонку в фильтрат. Колонку промывают дистиллированной водой до исчезновения качественной реакции на анионы. Затем ионы металлов извлекают из ионита путем обработки его разбавленной соляной кислотой, при этом происходит регенерация смолы, и колонка снова становится годной для работы. [7]

2) Цементация на других металлах

Цементация – электрохимический процесс, протекающий на поверхности металлических частиц с растворенными ионами, при котором вытеснение ионов одного металла из раствора его солей осуществляется другим металлом, расположенным выше в ряду напряжений (более электроотрицательным). Так, для цементации меди применяют железо и алюминий. Для цементации золота и серебра—цинковую и алюминиевую пыль. Для цементации кадмия — цинковую пыль; никеля — кобальтовый порошок. При цементации происходит

растворение металла (железа, цинка, алюминия) и вытеснение из раствора в осадок меди, золота, серебра. [8]

3) *Электролиз*

Электролиз представляет собой физико-химический процесс (совокупность окислительно-восстановительных процессов), который состоит из выделения на электродах частиц металлов в результате реакции на электродах, которые возникают при прохождении электрического тока через раствор электролита.

Для осуществления электролиза меди потребуются специальные ванны, наполненные водным раствором солей меди с примесью свободной кислоты. В результате этого процесса выделяется осадок чистой меди на катодах, а шлам со дна ванны поддают дальнейшей обработке для извлечения благородных металлов и утилизации. [9]

4) *Кристаллизацией*

Кристаллизация — это способ осаждения извлекаемого металла при упаривании и охлаждении раствора или изменении рН среды. Таким способом выделяют из раствора сульфат натрия при хлорирующем обжиге пиритных огарков или сульфат марганца при сернокислотном выщелачивании марганцевых руд. В вольфрамовой и молибденовой промышленности кристаллизацию применяют для получения чистых вольфрамата и молибдата аммония, содержание вредных примесей в которых измеряется тысячными долями процента. Для получения нерастворимых соединений растворы после выщелачивания подвергается воздействию соответствующих химических реагентов. В результате чего ценные компоненты переходят в форму нерастворимых соединений, которые выпадают в осадок. Таким же универсальным методом является осаждение сульфидов металлов путём обработки растворов сернистым натрием, сероводородом или другими растворимыми сульфидами. Варьируя рН селективно осаждают такие металлы, как медь, никель, кобальт, железо и др. Медь и олово осаждаются в сильноокислых растворах, другие металлы — в слабоокислых. Химическое

осаждение проводят в обычных реакторах с механическим или пневматическим перемешиванием с последующим обезвоживанием осадка в сгустителях или на фильтрах. [8]

Из четырех вариантов выбрала осаждение меди методом цементации на других металлах, а именно на алюминии, потому что этот процесс бюджетный, быстрый в реализации и требующий минимального количества материалов и инвентаря, который найдётся в химической лаборатории школы.

2. Процесс синтеза меди

2.1. Сбор образцов горных пород и выявление наличия меди в них

После сбора девяти проб минералов по берегам реки Кама, в каждой из которых, исходя из оценки внешних признаков, содержится медистый песчаник (Приложение 1.1), проведена серия экспериментов для подтверждения данного факта.

Для начала, ко всем образцам добавлена концентрированная соляная кислота, в пробирках начали протекать реакции (где-то очень бурно, с выделением газа, где-то медленно, без видимых признаков реакции). В результате опыта образовались растворы разной окраски. Сделано предположение о том, что в пробах, которые приобрели темно-зеленый цвет, присутствует медь (Приложение 1.2).

Проведя качественную реакцию на медь - добавление нашатырного спирта (Приложение 1.3), в пробирках №№ 7, 8, 9 растворы приобрели ярко-синюю окраску, чего не происходило в остальных – это и свидетельствовало о том, что в тех трех экземплярах искомый металл действительно присутствует. Ранее сделанное предположение подтвердилось по результатам опыта.

2.2. Получение меди из медистого песчаника

Для исследования взят медистый песчаник образца № 7, произведено взвешивание, масса горной породы составила 224 гр. Размельчив его (с целью

увеличения площади взаимодействия реагентов), образец помещен в колбу с последующим приливанием 31-% раствора соляной кислоты. Началась бурная реакция с выделением газа (CO_2 (\uparrow)) и изменением цвета (раствор приобрел тёмно-зелёную окраску). По истечении одного часа вещества прекратили взаимодействовать друг с другом, что свидетельствует о завершении реакции.

По итогам эксперимента получены: хлориды кальция, магния, и меди (Приложение 2.1). Далее выполнено фильтрование полученного раствора с целью отделения кварцевого песка (SiO_2), который не вступил в реакцию с соляной кислотой и отстоялся на дне (Приложение 2.2).

Промыв песок водой, наблюдались совершенно прозрачные потоки из фильтра, следовательно, все катионы меди, магния, кальция уже в полученном очищенном прозрачном растворе интенсивно зеленого цвета. Песок абсолютно чистый.

Следующему шаг - осаждение меди на поверхности алюминия. Когда алюминий (алюминиевую проволоку) помещают в полученный водный раствор хлорида меди (II), атомы алюминия теряют электроны ионам меди (II) и заменяют их, образуя хлорид алюминия и высвобождая металлическую медь.

Реакция протекает бурно, с выделением тепла и пузырьков (либо они исходят из растворенного углекислого газа (CO_2), который выходит из раствора из-за повышения температуры вблизи места реакций, либо это кислород (O_2), исходящий из слоя оксида алюминия на поверхности алюминиевой проволоки) (Приложение 2.3).

После того как реагенты прекратили взаимодействовать, наблюдается обесцвеченный раствор, который свидетельствует о том, что все катионы меди восстановились в простое вещество – металлическую медь, осевшую на дно пробирки. Содержимое пропускается через фильтровальную установку, по окончании получаем порошкообразную медь ярко-красного цвета и оставляем ее высыхать (Приложение 2.4).

Высушенная порошкообразная металлическая медь взвешена - масса составляет 14 гр. Процентное содержание меди во взятом образце, согласно вычислениям, составляет $\approx 6,25\%$ (Приложение 2.5).

3. Исследование и применение полученной металлической меди

3.1 Изучение химических свойств полученной меди

Для подтверждения химических свойств [6] параллельно проведены опыты с полученной медью и медной проволокой, в процессе сравнивается протекание реакций и продукты, полученные в их результате.

Опыт 1. Реакция меди (II) и серы при нагревании с образованием сульфида меди (II). (Приложение 3.1).

Медь - неактивный металл, но сера активна, и при повышенных температурах они вступают в реакцию. Чтобы увидеть, как медь горит в атмосфере паров серы, нужно расплавить медь до её закипания. Для этого в двух пробирках нагревается порошкообразная сера на спиртовой горелке. Постепенно она превращается в жидкую серу, при этом происходит изменение цвета вещества с ярко-жёлтого на тёмно-коричневый, спустя несколько минут она закипает с появлением бурых паров. Затем берется медная проволока и полученная медь, присыпается в разные пробирки и наблюдается, как в атмосфере паров серы медь окисляется, сгорает с образованием сульфида меди (II) – черного, нерастворимого в воде и разбавленных растворах кислот вещества.

Опыт 2. Реакция меди (II) с концентрированной азотной кислотой при обычных условиях, с образованием оксида азота (IV), воды и нитрата меди (II) (Приложение 3.2).

В первую пробирку помещен кусок медной проволоки, во вторую – порошкообразную металлическую медь. Затем в обе пробирки долито небольшое количество концентрированной азотной кислоты. На контакте меди

и кислоты сразу наблюдается образование нового вещества. Раствор приобрел зелёно-голубую окраску. На поверхности меди активно образуются пузырьки газа. Спустя некоторое время над поверхностью раствора появляется бурый газ ($\text{NO}_2(\uparrow)$). Постепенно окраска раствора и газа в обеих пробирках становится интенсивнее, ярче. Реакция экзотермическая, с выделением тепла. Несмотря на то, что процессы в пробирках протекают одинаково, во второй - скорость протекания реакции значительно выше. Это можно объяснить тем, что площадь соприкосновения реагентов друг с другом больше, так как медь в ней порошкообразная измельченная.

3.2 Практическое использование меди

Данный материал о способе получения металлической меди из медистого песчаника в лабораторных условиях может решить финансовые затраты школы на приобретение химических реактивов. Полученная медь в реакциях проявляет свойственные химические признаки, поэтому ее можно использовать на уроках химии и внеурочной деятельности при проведении лабораторных опытов «Получение медного купороса» (в 8 классе) [4], «Замещение железом меди в растворе сульфата меди (II)», «Взаимодействие меди с раствором нитрата серебра» (в 9 классе) [1], «Получение глицерата меди» (в 10 классе) [2], «Взаимодействие цинка с раствором сульфата меди» (в 11 классе) [3].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Самым доступным лабораторным способом получения меди из медистого песчаника является метод цементации на алюминии. Этот метод также экологически безопасный и бюджетный (Таблица).

Таблица. Экономическое обоснование исследования

Затраты	Стоимость за единицу	Количество	Общая стоимость
Стоимость материалов			
Кислота соляная техническая (31%)	34.80 руб/кг	1 кг	34,80 руб.
Сера	42,6 руб/кг	0,05 кг	2,13 руб.
Кислота азотная (56-58%)	45 руб/кг	0,05 кг	2,10 руб.
Проволока алюминиевая сварочная 6 АМГ6	714 руб/кг	0,1 кг	71.40 руб.
Нашатырный спирт	204 руб/ л	0,250 л	51 руб.
Медистый песчаник и пробы остальных горных пород	0 руб/кг	4 кг	0 руб.
Фильтровальная бумага	12,475 руб/лист	4 листа	49.90 руб.
Стоимость коммунальных услуг			
Электричество	3,25 руб/кВт	0,46 кВт	1,495 руб.
Вода	34,70 руб/м ³	0,02 м ³	0,694 руб.
Амортизация оборудования			
Вакуумная установка для фильтрования	7490 руб. (A _о = 3,745 руб)	1 шт.	3, 745 руб.
Спиртовка лабораторная	980 руб. (A _о = 0,49 руб)	1 шт.	0.49 руб.
Набор лабораторной посуды	4990 руб. (A _о = 2, 495 руб)	1 шт.	2,495 руб.
Итого:			220,249 руб.

Массовая доля меди в исследуемом песчанике составила – 6,25%.

При изучении химических свойств меди лучше использовать порошкообразную измельченную медь, которую получили в результате работы. Как доказывают проведённые эксперименты, скорость реакции выше, признаки реакции проявляются ярче и быстрее.

Выполненная работа позволила удовлетворить практический интерес к лабораторному способу получения меди из горной породы береговой линии реки Кама. Также работа расширила научные познания в области неорганической химии и предоставила возможность совершенствовать практические умения и навыки самостоятельного планирования и проведения химических экспериментов с соблюдением правил безопасной работы с веществами и лабораторным оборудованием.

Полученный продукт – порошкообразная медь передан в кабинет химии МБОУ «Бабкинская средняя общеобразовательная школа» для проведения лабораторных опытов по химии в учебной и внеурочной деятельности.

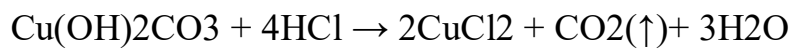
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Габриелян, О. С. Химия. 9 класс: учебник / О. С. Габриелян. – 8-е изд., пересмотр. – М.: Дрофа, 2019. – 319, [1] с. : ил. – (Российский учебник).
2. Габриелян, О. С. Химия. 10 класс. Углубленный уровень / О. С. Габриелян, И. Г. Остроумов, С. Ю. Пономарева. — М. : Дрофа, 2019. — 205, [3] с. — (Российский учебник).
3. Габриелян, О. С. Химия. 11 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень / О. С. Габриелян, И. Г. Остроумов, С. А. Сладков. – 3-е изд. – М.: Просвещение, 2021. – 127 с. : ил.
4. Еремин, В. В, Кузьменко, Н. Е., Дроздов, А. А., Лунин, В. В. Химия. 8 класс : учеб, для общеобразоват. учреждений / под ред. проф. Н. Е. Кузьменко и акад. РАН В. В. Лунина. — М. : Дрофа, 2012. — 268, [4] с.: ил.
5. Пермская медь и ее история [Электронный ресурс]: сайт проекта «Ураловед» - Режим доступа: <https://uraloved.ru/istoriya-permskoy-medi>
6. Медь. Химия меди и её соединений [Электронный ресурс]: портал по химии CHEMEGE.RU - Режим доступа: <https://chemege.ru/cuprum/#kach>
7. Катиониты в процессах извлечения металлов [Электронный ресурс]: Справочник химика 21 - Режим доступа: <https://www.chem21.info/info/580757/>
8. Осаждение: осаждение металлов из растворов производят электролизом [Электронный ресурс]: сайт Zakon.Today - Режим доступа: <https://zakon.today/prirodnih-resursov-obogaschenie/osajdenie-97137.html>
9. Осуществляем электролиз меди [Электронный ресурс]: сайт Новая металлургия - Режим доступа: <http://novo-met.ru/osushhestvlyaem-elektroliz-medi.html>
10. Третьяков, Н. А. О современной промышленной ценности. Пемских медистых песчаников. - г. Пермь, 1928 [Электронный ресурс]: сайт DocPlayer - Режим доступа: <https://docplayer.com/35568422-N-a-tretyakov-o-sovremennoy-promyshlennoy-cennosti-medistyh-peschanikov-permskih-g-perm.html>

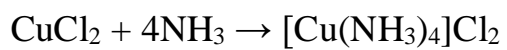
1. Образцы медистого песчаника



2. Реакция взаимодействия меди и соляной кислоты



3. Реакция взаимодействия хлорида меди (II) и аммиака



Приложение 2

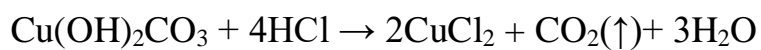
1. Реакция взаимодействия карбоната кальция и соляной кислоты



Реакция взаимодействия карбоната магния и соляной кислоты



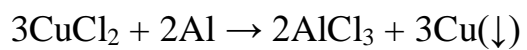
Реакция взаимодействия основного карбоната меди и соляной кислоты



2. Фильтрация раствора от кварцевого песка



3. Реакция хлорида меди (II) и алюминия



4.

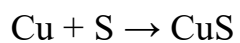


5. Определение массовой доли меди в медистом песчанике

$$\omega = \frac{m(v - va)}{m(p - pa)} \cdot 100\%$$

$$\omega = \frac{14 \text{ г}}{224 \text{ г}} \cdot 100\% = 6,25\%$$

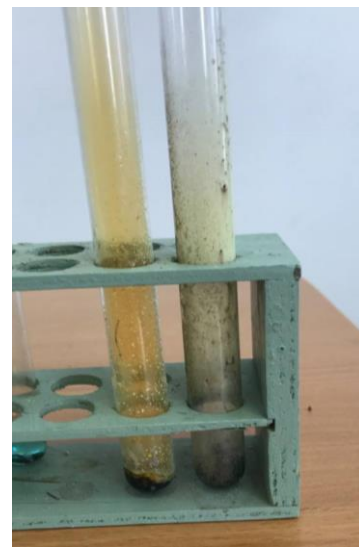
1. Реакция меди (II) и серы при нагревании



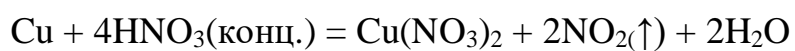
(с медной проволокой)



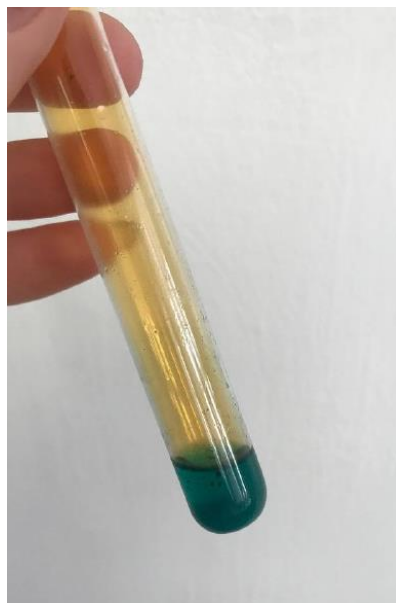
(с полученной медью)



2. Реакция меди (II) с концентрированной азотной кислотой



(с медной проволокой)



(с полученной медью)

