

**Муниципальное бюджетное образовательное учреждение
«Северская средняя образовательная школа»
Ключевского района Алтайского края**

**« Перспективы промышленной добычи урана из рапы
Петуховского содового озера экологически чистым способом »**

*Выполнила: ученица
10 класса Гурская Дарья*

*Руководитель:
Чернобаев Юрий Иванович
Учитель физики и информатики*

*с. Северка
2019*

Содержание

Введение.....	3
Глава 1. Теоретическая часть	
1.1 Геологическая история.....	4
1.2 Краткие исторические сведения.....	4
1.3. Физические и ядерные свойства урана.....	4
Глава 2. Практические исследования	
2.1 Определение наличия урана в рапе.....	6
2.2 Осаждение урана едким натром.....	6
2.3 Получение двуокиси урана (UO ₂) путем электролиза.....	6
2.4 Количественное определение уранила методом электролитического осаждения	7
2.5 Получение электричества из грязи Петуховского озера.....	8
2.6 Практическое применение.....	8
2.7 Способы добычи урана из рапы Петуховского озера.....	9
Выводы.....	11
Литература.....	12

Введение

Актуальность. В настоящее время уран является основным элементом, применяемым в качестве ядерного топлива. Российская федерация на сегодняшний день заняла лидирующее положение не только по производству атомной энергии, но и стала мировым лидером по строительству АЭС за рубежом. Мы предлагаем на наш взгляд самый экологически безопасный и дешевый метод добычи урана из рапы озера.

Гипотеза: Рапа Петуховского содового озера может быть использована для получения урана.

Цель исследований – исследовать рапу на наличие урана и разработать промышленный способ его добычи.

Задачи исследования:

1. Изучить методы физических химических исследований.
2. Провести необходимые исследования методами, используемыми в физической и химической науках.

Объект исследования: Рапа Петуховского содового озера.

Предмет исследования: Уран.

Методы и приемы исследования: изучение специальной литературы, прямые и косвенные наблюдения, анализ, синтез и сравнение эксперимент.

Новизна. На сегодняшний день в мире уран из рапы озер не добывается.

Глава 1. Теоретическая часть.

1.1 Геологическая история

По вопросу о происхождении озер Западно-Сибирской низменности существует несколько точек зрения. Одни рассматривают их как реликтовые водоемы - остатки бывшего Западно-Сибирского моря, другие причины их возникновения связывают с бывшей здесь некогда вечной мерзлотой. Поэтому со всей остротой встает вопрос об источнике солей в Кулундинской степи. Еще острее стоит вопрос, откуда в Кулундинской степи мог взяться уран.

1.2 Краткие исторические сведения

Уран – один из самых загадочных элементов, существующих в природе. Его историю можно назвать «историей ошибок и загадок». Впервые об уране услышали в 1789 году. Немецкий химик и философ Мартин Герман Клапрот установил, что желтая саксонская смоляная руда, на самом деле содержит новый неизвестный элемент. Клапрот назвал его в честь самой удаленной от Солнца планеты – ураном. 1841 году француз Эжен Пелиго доказал, что полученное Клапротом вещество не металл, а оксид урана UO_2 . Ему же удалось получить настоящий металлический уран. В 1895г. Беккерель открыл основополагающее явление ядерной физики – радиоактивность. В 1939 году О. Ган и Ф. Штрассман открыли деление ядер уран под действием бомбардировки нейтронами. Это была подлинная сенсация в науке, с которой начался новый этап в изучении свойств урана. Была сделана масса важнейших открытий по физике, химии и технологии урана, которые привели к появлению новой отрасли в науке – атомной энергетики. И до сих пор главенствующую роль в ней по-прежнему играет уран. В 2018 году ученые из России, Китая и США предсказали и экспериментально создали новые соединения урана, часть из которых обладает сверхпроводящими свойствами. Их выводы были представлены в журнале Science Advances. Данное открытие может привести к новой технической революции и потребность в уране значительно вырастет.

1.3. Физические свойства и ядерные свойства урана

Уран(U) – радиоактивный химический элемент группы актиноидов. Это металл серебристо-белого цвета плотностью 18,7 г/см³. Атомная масса урана равна 238,029. Уран занимает 92-ю клетку в Периодической системе Д.И. Менделеева, это означает, что каждый атом нейтрального урана содержит 92 электрона, которые располагаются на 7 электронных слоях. Уран – чрезвычайно активный металл. Он может взаимодействовать практически со всеми элементами, кроме благородных газов, приобретая при этом степени окисления +2, +3, +4, +5, +6. В природе наиболее распространены соединения

урана с кислородом – двуокись UO_2 и трехокись UO_3 , которые встречаются вместе в различных соотношениях. Независимо от пропорций этих соединений минеральный агрегат, сложенный ими, называют закисью-окисью урана U_3O_8 . Уран в природных минералах представлен смесью трех изотопов: U_{238} U_{238} с периодом полураспада $4,51 \cdot 10^9$ лет. Содержание его в природном уране составляет 99,28 %. U_{235} содержание его в природной смеси составляет 0,72%. Период полураспада U_{235} $7,07 \cdot 10^8$ лет. Его особенностью является способность делиться под действием медленных нейтронов. U_{234} является продуктом распада U_{238} . Период его полураспада $2,35 \cdot 10^5$ лет, а содержание в природном уране – 0,006 %. Кроме трех естественных изотопов, в настоящее время получено 14 искусственных с массовыми числами, лежащими в интервале 226 – 242.

Ни металлический уран природного состава, ни его очищенные от других радионуклидов соли, благодаря большому периоду полураспада, не представляют радиационной опасности

Глава 2. Практические исследования

2.1 Определение наличия урана в рапе.

Провели качественную реакцию на обнаружение урана.

Широкое распространение получил метод определения урана с пероксидом водорода H_2O_2 в среде Na_2CO_3 . В присутствии, ионов уранила развивается желтая окраска за счет образования пероксида урана. Предположили что, растворенный в рапе уран в виде уранил карбонатного комплекса. В рапу нагрели до температур $70^{\circ}C$, прилили перексид водорода H_2O_2 . В присутствии, ионов уранила развивается желтая окраска за счет образования пероксида урана[2]. Нагрели до температур $70^{\circ}C$. В результате мы получим светло-желтый осадок, который быстро выпадает из раствора. $UO_2 + H_2O_2 \rightarrow UO_4 \cdot 2H_2O + 2H^+ + 2H_2O$

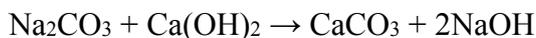
Высушили осадок, получили вещество желтого цвета.



2.2 Осаждение урана едким натром.

Получение гидроксида натрия

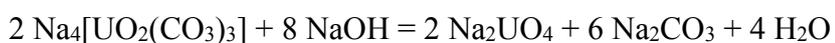
Реакция образования каустической соды представляет собой реакцию обмена между карбонатом натрия и гидроксидом кальция:



Выделенное из рапы вещество нагрели, чтобы разложить гидрокарбонаты до карбонатов:



Предварительно загашенную известь $Ca(OH)_2$ смешали с карбонатом натрия Na_2CO_3 , разбавили дистиллированной водой и довели до кипения. Полученную смесь отфильтровали. Получили гидроксид натрия (каустическую соду) $2NaOH$. Который позволяет осадить уран из карбонатного раствора без предварительного разрушения карбонатного комплекса.



2.3 Получение двуокиси урана (UO_2) путем электролиза.

Катод использовали медную проволоку. Анод графитовый стержень. Блок питания постоянного тока 5 Вольт. В



качестве электролита, использовали рапу. После включения источника питания электролиз начинается с бурного выделения газа на обоих электродах. На катоде начинает выделяться углекислый газ, появляется осадок в виде бархатистого черного слоя. Опадает с катода раствор, начинает окрашиваться в чёрный цвет.

В результате реакции образуется перексидкарбонат натрия, гидроксид натрия .



На катоде вследствие разрушения уранил карбонатного комплекса осаждается уранил.

Провели этот же эксперимент, используя катоды из разного материала железо, медь, нержавеющая сталь. Наибольший слой уранила образовался на нержавеющей стали.

Для того чтобы получить чистую щелочь и уранил разделили катодное и анодное пространство диафрагмой. Использовали следующие виды диафрагм: асбестовую ткань на металлической сеточки, синтепоновую на медной сеточки и диафрагму из куриной скорлупы. Наилучший результат получили при использовании медного катода и синтепоновой диафрагмы.

2.4 Количественное определение уранила методом электролитического осаждения

В электролитическую ячейку внесли 100 мл рапы. При помощи соляной кислоты довели pH – до 5. Нагрели электролит до 80° С и поддерживали эту температуру в течение всего опыта. Погрузили электрод из нержавеющей стали (катод) на 4 см. Электролиз вели при силе тока 2 А. Во время электролиза периодически проверяли кислотность и при необходимости корректируя pH до 5 с помощью соляной кислоты. И погружали катод еще на 5 мм, проверяли почернение свежей



поверхности катода. Электролиз прекратили через 20 мин., так как свежая поверхность не почернела. По окончании электролиза катод с осадком просушили. Взвесили на аналитических весах. Масса оксида урана, осажденного на катоде составила $m_{пл.} = 0,01\text{г.}$. Из объединенного закона Фарадея $m = I \cdot \tau \cdot a$. Где τ - время его прохождения электричества, электрохимический эквивалент $a = M / (N_A \cdot z \cdot |e|)$, $a = 270 / (2 \cdot 26,8) \sim 5 \text{ г UO}_2 / \text{А} \cdot \text{час}$.

Рассчитали теоретическую массу оксида урана. $m_{т} = 0,4 \text{ г}$. По результатам опыта определили выход по току: $\text{ВПТ} = m_{пл} / m_{теор} \text{ ВПТ} = 0,025$.

Для расчета расхода электроэнергии постоянного тока на 1т произведенного электролизом продукта можно воспользоваться следующей формулой: $W = 1 \cdot 10^6 \cdot U / a \cdot \text{ВПР} \cdot 1000$, где W – расход электроэнергии постоянного тока кВт·ч/т; U – напряжение на электролизере, В; a – электрохимический эквивалент, грамм/атом·час; ВПР – выход по току, доли единицы; 1000 – коэффициент для перевода Вт·ч в кВт·ч. Получили следующие значение $W = 40000 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$.

2.5 Получение электричества из грязи Петуховского озера.

Средой для получения электричества мы решили взять грязь Петуховского содового озера. Дело в том, что грязь – это единство трёх сред: твёрдой, жидкой и газообразной. Меду мелкими частичками минералов расположены капли воды и пузырьки воздуха. Представляет собой сложную систему, обладающую разницей потенциалов. На внешней оболочке такой системы формируется отрицательный заряд, на внутренней – положительный. Так что в грязи постоянно происходят электрические и электрохимические процессы. Поскольку в ней есть и электричество, и электролиты, то её можно использовать как мини электростанцию.

Эксперимент первый

Взяли Алюминиевую банку наполнили ее грязью из озера, долили рапу. Второй электрод графитовый стержень. Подключили вольтметр примерно через 5 минут ЭДС между электродами начало возрастать, и достигло максимума в $E=2$ Вольт. Подключили сопротивление $R_n = 1$ Ом напряжение упало до $U_{R_{вн}} = 1,25$ Вольт. $E = U_{R_{вн}} + U_{R_n} = I \cdot R_{вн} + I \cdot R_n$

Определили внутреннее сопротивление $R_{вн} = 0,11$ Ом. Через 2 часа напряжение упало до 0,8 Вольт. Определили емкость $Q = I \cdot t$ Где Q – емкость, А*час; I - ток разряда, А; t – время разряда, час. $Q = 1$ А*час.



Измерение удельного сопротивления рапы.

В трубку набираем грязь озера с одной и с другой стороны соединительные провода. Измеряем геометрические размеры трубки: длину l и диаметр d . Изготавливаем экспериментальную установку. Замыкаем цепь. Измеряем показания амперметра и вольтметра. Определяем удельное

сопротивление $4,6 \cdot 10^{-3}$ Ом м/мм²

$$\rho = \frac{\pi d^2 R}{4l} = \frac{\pi d^2 U}{4I l}$$

Эксперимент второй

Взяли два электрода один медный другой железный воткнули в грязь озера на берегу. Подобрали такое расстояние между электродами, где разность потенциалов наибольшая на расстоянии 8 см она достигла 6 вольт. Замкнули электроды на лампочку 12 вольт, лампочка загорелась в полнакала. По истечении трех дней накал лампочки не изменился.



2.6 Практическое применение

Существует 3 основных способа добычи урана. Первый способ – открытый, подходит для тех случаев, когда рудное тело находится близко к поверхности земли.

Второй способ – подземный – используется при глубоком залегании рудного тела. Способ этот более дорогостоящий и подходит при высокой концентрации урана в породе. Существует и третий способ. Он кардинально отличается от первых двух и называется скважинное подземное выщелачивание

Среди нетрадиционных гидроминеральных источников уранового сырья наибольшее внимание привлекают воды морей и океанов, в которых находится примерно 4,5 млрд. тонн урана. Лидерами в этих исследованиях являются японские исследователи [1].

Низкое содержание урана в морской воде инициировало выполнение работ по извлечению урана из озерных вод, где концентрация урана может быть существенно выше. Такие работы по извлечению урана из озерных вод озера Иссык-Куль (содержание урана 0,03 мг/л) были выполнены в 60-х годах под руководством академика Ласкорина Б.Н. Однако, в силу ряда причин, эти работы не вышли на промышленный уровень.

Позднее, в республике Таджикистан были проведены работы по извлечению урана из вод уранового озера Сасык-коль (концентрация урана 30 мг/л) [3].

Высокая концентрация урана в водах Ван (озеро в восточной части Турции) была обнаружена исследователями турецкого университета “Фират” во главе с ученым-химиком, профессором Мехматом Яманом. Данные анализа шокировали ученого. По его словам, он “не ожидал такого результата и был потрясен”. Обнаруженные в Ване запасы урана – настоящая богатство для Турции, которая начала совместно с Россией строить АЭС.

Урановое озеро Ван, Турция. Запасы 50 тыс. т. Концентрация урана около 0,07 мг/л.

Группой сибирских ученых под руководством академика Николай Захаровича Ляхова были обнаружены значительные запасы урана в соленых озёрах Кулундинской степи. По озеру Петуховское концентрация урана в рапе составляет 15 мг/л. [13].

2.7 Способы добычи урана из рапы Петуховского озера

Уран в рапе озера находится в виде уранил карбоната $UO_2(CO_3)_3$ или в виде уранил карбонатного комплекса $3Na_4[UO_2(CO_3)_3]$. Для извлечения урана из карбонатного комплекса можно воспользоваться несколькими методами.

Осаждение урана едким натром

Применение едкого натра позволяет осадить уран из карбонатного раствора без предварительного разрушения карбонатного комплекса и избытка соды. В сильнощелочной среде при $pH > 12$ едкий натр разрушает комплекс и осаждает уран.

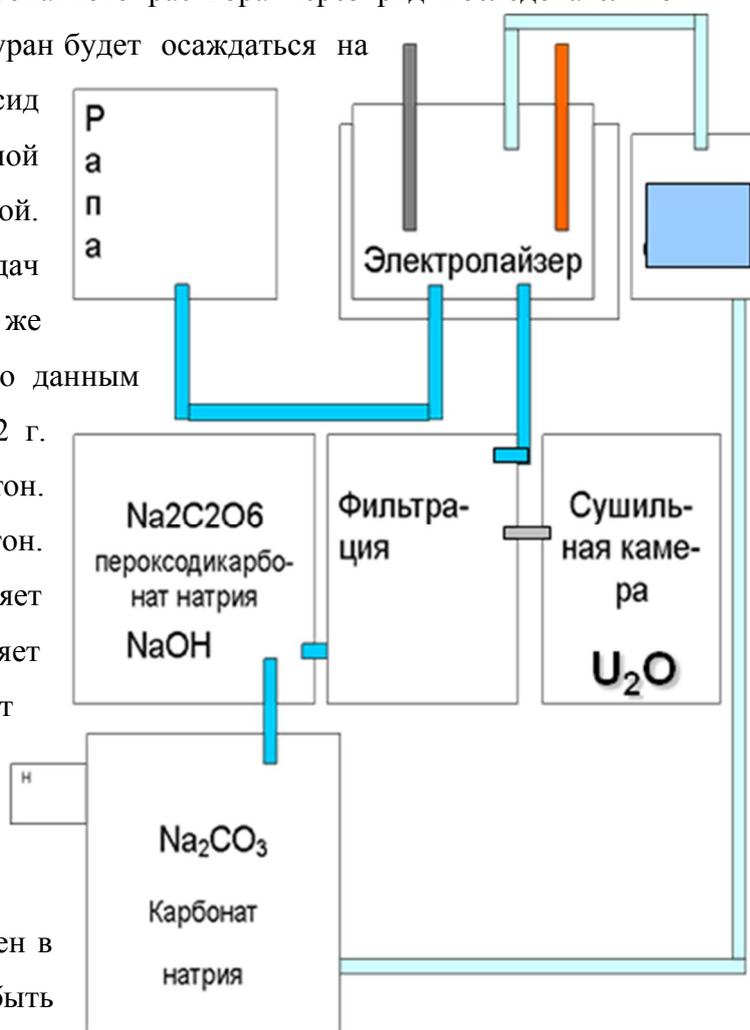
Восстановление урана водородом

Растворимый карбонатный комплекс образует только шестивалентный уран. Поэтому, если в карбонатной среде восстановить уран до четырехвалентного состояния, то он будет осаждаться в виде гидратированного диоксида.

Получение двуокиси урана путем электролиза

На наш взгляд наиболее приемлем метод восстановления урана в карбонатном растворе электролитический. При пропускании карбонатного раствора через ряд последовательно расположенных электролитических ванн уран будет осаждаться на катодах. Полученный при этом гидроксид натрия может быть использован как в ядерной промышленности, так и в химической. Высоковольтная линия электропередач находится в 3 км от с. Северка. Или же получать электричество из грязи озера. По данным геолога разведывательной экспедиции 1972 г. Запасы соды в озере составляют 180 тыс. тон. Запасы урана могут составить около 200 тон. Собственное производство в России составляет 3,56 тысяч тонн. Это потребление составляет 9 тысяч тонн уже сейчас. Пока дефицит покрывается за счёт демонтируемого ядерного оружия, однако этот источник иссякает. Остаётся импорт.

Добывающий комплекс может быть построен в виде модулей на стационарной основе или быть передвижным. Мы предлагаем следующую схему извлечения урана.



схему извлечения

Оксид урана широко используется как ядерное топливо в реакторах.

Все оксиды урана являются наиболее устойчивыми соединениями урана, в связи с чем широко используются как для хранения урана, так и как промежуточное звено между урановорудным, и фторидными урановыми производствами.

Выводы:

1. Изучили литературу о физических и химических свойствах урана.
2. Изучили методы физико-химических исследований.
3. Провели необходимые исследования
4. Проанализировали результаты эксперимента и установили, рапа озера содержит уран. Выяснили, что добыча урана из Петуховского содового озера может осуществляться электра химическим способом и быть рентабельна. Сравнили полученные нами результаты исследования с результатами ранние проведенных научных экспедиций Na_2CO_3 -64 г/лит, NaHCO_3 -13 г/лит [10], U – 1.5 г.лит [12].

Литература

1. Ахмедова Т.И., Фандо Р.А. Начала экспериментальной химии.-М.:Илекса,2006 г.
2. Г.Н. Амелина, И.И. Жерин . КАЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРАНА И ТОРИЯ .
Издательство Томского политехнического университета 2015г.
3. Волков А.И., Жарский И.М. Большой химический справочник - Мн.: Современная школа, 2005. - 608 с.
5. Знаменский П.А Лабораторные занятия по физике. УЧПЕДГИЗ 1955г.
6. Кошель.П. Большая школьная энциклопедия.М.,Олма-Пресс,1999г.
7. Кучин М.И Природные богатства соды и других солей в Славгородском округе. Жизнь Сибири. 1928. № 1;
8. Кучин М.И Месторождения природной соды в Сибири и значение их для развития содовой промышленности. Жизнь Сибири. 1929. № 11-12
9. А.Ю.Кошевник, М.М.Кусаков, Н.М.Лубман, ЖФХ, 27, вып. 12, стр. 1887, 1953г
10. Николаев А.В. Кулундинские соляные озера и пути их освоения. Новосибирск, 1935. С.
11. Л.А. Николаев. Химия вокруг нас. М., Просвещение, 1989г.
12. Д.В. Сивухин. Общий курс физики. «Термодинамика и молекулярная физика».
13. Уран в минерализованных озерах Алтайского края 2016 г. В. П. Исупов. Доклады академии наук стр. 560-569