**Оценка адсорбционных свойств цеолита для очистки питьевой воды в Сунтарском улусе**

**Актуальность исследования.**

Природные воды содержат различные загрязнители как естественного, так и искусственного происхождения. Очистка этих вод осуществляется разными методами, как правило, комплексно, что значительно повышает затраты. Высокая цена очищенной природной воды приводит к необходимости поиска дешевых и эффективных материалов для водоочистки. В последнее время для решения практических задач водоочистки стали применяться природные цеолиты, в основном, клиноптилолитовой структуры.

**Цель:**

Оценить качество питьевой воды в Сунтарском улусе с определением остаточного активного хлора.

**Задачи:**

1. Изучение химического состава цеолита по литературным источникам.
2. Изучение свойств и особенностей цеолита
3. Изучить химический состав питьевой воды
4. Выявить качество питьевой воды после очистки

**Материалы и методы:**

Метод – Определение остаточного активного хлора.

Материалы: мерный цилиндр на 500 мл, пипетки на 1-2-5 мл, бюретки на 25 мл, колбы конические на 250 мл, раствор буферный ацетатный (pH 4,5), калий йодистый в кристаллах, раствор тиосульфата натрия (0,005 н.), раствор крахмала (0,5%), раствор метилового оранжевого (0,005%), дистиллированная вода.

  **Что собой представляет цеолит.**

Цеолиты – это группа минералов, представляющая собой разновидность водных каркасных алюмосиликатов.  К этой группе относятся такие минералы как: натролит, гейландит, десмин, шабазит и др.  Цвет минералов преимущественно стеклянно-белый, с незначительным розово-голубоватым оттенком. В генетическом отношении цеолиты относятся к осадочным и вулканогенно-осадочным формациям

Большая часть природных цеолитов появилась из-за деятельности вулканов. Во время извержения магма прорывается и вытекает на поверхность. При этом ее высвобождение сопровождается газом, пылью и огромным количеством пепла. Если вулкан находится на острове или возле океана, то лава с пеплом часто попадают в воду. При достижении океана, горячая лава с водой и морской солью начинают вступать в общую реакцию. В результате нескольких тысяч лет это приводит к образованию твердых кристаллических минералов, названных впоследствии цеолитами.

Название произошло от греческих «zeo» и «lithoz», что в прямом переводе означает «кипящий камень». Его придумал шведский минералог Аксель Кронстедт. Он заметил, что во время нагревания минерал вспучивался. Это происходило из-за испарения воды. В результате казалось, что минерал будто кипит из-за того, что быстро теряет воду.

**Химический состав цеолита**

Цеолит содержит в себе оксиды таких элементов, как Калий (K), Кальций (Ca), Магний (Mg), Марганец (Mn), Алюминий (Al), Натрий (Na), Железо (Fe), Кремний (Si), Титан (Ti). Другие химические вещества представлены в меньшем количестве.

В состав цеолита входит 10% воды и 4% полевых шпатов. Полевые шпаты — большая группа широко распространённых, в частности — породообразующих минералов из класса силикатов. Большинство полевых шпатов — представители твёрдых растворов тройной системы изоморфного ряда К[АlSi3O8] — Na[АlSi3O8] — Са[АlSi2O8], конечные члены которой соответственно — ортоклаз (Or), альбит (Ab), анортит (An).

Химический состав цеолитов в %:

SiO2 – Окись кремния – 71,5;

Al2O3 – Окись алюминия – 13,1;

Fe2O3 – Окись железа – 0,9;

MnO – Окись марганца – 0,19;

MgO – Окись магния – 1,07;

CaO – Окись кальция – 2,1;

Na2O – Окись натрия &‐ 2,41;

K2O – Окись калия – 2,96;

P2O5 – Окись фосфора – 0,033;

H2O – Вода – 10,0

 Идеализированная химическая формула цеолитов имеет вид: Mx/n[AlxSiyO2(x+y)]pH2O, где М – одновалентные (Na, K, Li) и двухвалентные (Ca, Mg, Ba, Sr) катионы; n – заряд катиона; y/x – отношение SiO2/Al2O3 колеблется в диапазоне от 2 до 6 в зависимости от типа цеолитов; p – количество молекул воды, колеблющееся в диапазоне от 2 до 7, в идеализированной форме p/x = 1 :4.

Сокращённая формула: M2/nO•Al2O3•xSiO2•yH2O.

Кристаллическая структура минерала представляет собой каркас из тетраэдров (оксиды Si и Al), в полостях которых располагаются молекулы H2O. Такая решетка отличает цеолит, свойства которого очень разнообразны и интересны:

* Минерал обладает высокой степенью устойчивости к действию кислот и температур.
* Он не слеживается и обладает хорошей сыпучестью, поэтому его легко хранить и подвергать транспортировке.
* Высокая поглотительная способность.
* Высокая способность к ионообмену.
* Это экологически чистый минерал.

Широкое распространение и, как следствие, небольшая стоимость.

Именно такими уникальными свойствами минерал заслужил высокую популярность в применении на самых разных производствах.

**Особенности цеолита**

Уникальной особенностью цеолитов является способность поглощать и обратно отдавать воду при заданных параметрах температуры и влажности. Это стало возможно благодаря открытой каркасно-полостной структуре. В современной промышленности данная группа минералов широко используется при фильтрации воды и растворов, цеолиты незаменимы при устранении последствий разлива нефти. За счет своей способности к ионному обмену, минералы впитывают в себя тонкую нефтяную пленку и удерживают ее в своей структуре подобно камере хранения.

**Вкусовые свойства воды после цеолита**

Помимо тяжелых металлов и вредных радионуклидов, камень помогает убрать из H2O грибки, бактерии, и органические загрязнения, а значит и нормализовать ее органолептику. После такой обработки уходит неприятный запах, пропадает кислинка и горечь, возможно, чуть-чуть повышается щелочной уровень, но употреблять такую жидкость или что-то готовить с ее использованием становится гораздо приятнее, и главное, безопаснее для здоровья.

Таким образом, цеолиты имеют ряд способностей, выгодно отличающих их по свойствам от ряда групп других минералов- это способность к адсорбции, активно применяющаяся при устранении последствий экологических катастроф, применение в качестве катализатора химических реакций и способность к ионообмену, предполагающая обмен катионами.

Данные свойства позволили применять цеолиты для сорбции радионуклидов и токсичных веществ в различных средах, очистки и осушения газов, где они выступают в роли молекулярных сит, захватывающих углекислоту, но пропускающих азот и кислород. Это сделало их основополагающими в создании систем жизнеобеспечения на космических станциях. Активно используют цеолиты в качестве очистителей воздуха, в клетках и лотках домашних животных, а также в аквариумах. Отметим, что они стали экологичной альтернативой фосфатам в стиральных порошках.

Не менее важной особенностью минералов данной группы является их высокая термо и кислото-устойчивость, позволяющая сохранять первоначальные характеристики в условиях агрессивных кислот и температурах до 600 °С.

Нетоксичность, высокая сорбционная способность, химическая устойчивость, возможность многократного использования и дешевизна, обеспечили цеолитам широкое применение во всех отраслях народного хозяйства.

**Применение цеолита**

В промышленности цеолит используют в:

* Строительство – добавляют в бетонные смеси для их упрочнения, а также для убыстрения их застывания.
* Добыча нефти и переработка получившихся продуктов – измельченный камень выступает в роли присадки, удаляющей серные компоненты и препятствующей обезвоживанию и обессоливанию. Также считается эффективным катализатором при перегонке.
* В химической отрасли они входят в состав минеральных удобрений, повышают срок хранения сырья, предотвращают слеживаемость сыпучих материалов, упрочняют гранулированные вещества. Они же – экологически безопасная альтернатива фосфатам в моющих средствах, в частности, в стиральных порошках.
* ЖКХ – с их помощью очищают сточные и питьевые воды, попутно делая их мягче.

Абсолютно незаменимы эти минералы в сфере сельского хозяйства, особенно в засушливых регионах. Цеолиты способны сохранять влагу внутри своей структуры и последовательно отдавать ее растениям. Нередко цеолиты используют совместно с удобрениями, за счет чего последние оказываются захваченными в структуре цеолитов и не рассеиваются в почве в условиях интенсивных осадков, сохраняются на более длительный период как подкормка для плодово-овощных культур. Цеолиты позволяют повысить урожайность за счет защиты корневой системы растений от болезней, и снижения поглощения растениями вредных веществ из почвы.

 В животноводстве цеолиты используются в виде минеральных добавок в корм животных, обогащающих  его макро и микроэлементами, регулирующими его влажность для предупреждения развития плесени и для вывода токсинов из организма животных. Не менее важна роль цеолитов в подстилке для рогатого скота и птицы- он сорбирует запахи следов их жизнедеятельности.

Историческую роль сыграли цеолиты при устранении последствия Чернобыльской АЭС. Их использование сорбировать радионуклиды и токсичные элементы применяли для очищения почвы и воды в зоне отчуждения. В отчетах также отмечена позитивная роль цеолитового порошка, который употребляли люди, подвергшиеся влиянию источника мощного радиационного излучения. У них проявления лучевой болезни имели менее выраженный характер.

На сегодняшний день, цеолиты активно используются в медицине. Например, в основе препарата «Смекта» лежит природный цеолит, сорбирующий токсичные вещества из кишечника, образующиеся при отравлениях. В свою очередь, в народной медицине цеолит рекомендуют для борьбы с похмельем и перееданием. Особую нишу данные минералы занимают в косметической промышленности. Цеолиты широко применяются при изготовлении косметических масок, скрабов и лечебных грязей. Отмечается, что он глубокого очищает поры кожи от жиров и солей тяжелых металлов, улучшает ее природный цвет и повышает общий тонус.

**Места добычи**

Алюмосиликаты находят по всей планете, но в наибольших количествах они встречаются на Урале. Если говорить о России, то также ими богата Кемеровская область, ну и на землях Красноярского края их тоже много.

Если же говорить о мире в целом, то внушительные запасы «кипящих камней» есть у стран, на территории которых наблюдалась вулканическая активность, то есть у Японии и Исландии, у целого ряда африканских государств.

Интересно, что залегает порода, как правило, не очень глубоко, и в одной и той же жиле можно найти сразу несколько типов камня. Это обусловлено тем, что застывшая и образовавшая их лавовая смесь была неоднородной по своему химическому составу.

**Практическая часть**

Определение остаточного активного хлора

*Цель работы*: определить содержание остаточного активного хлора в воде

*Ход работы*:

В коническую колбу насыпали 0,5г йодистого калия, растворили его в 1-2мл дистиллированной воды, затем добавили 1 мл буферного раствора, после чего добавили 250мл анализируемой воды. Выделившийся йод титровали раствором тиосульфата натрия из микробюретки до появления светло-желтой окраски, после чего прибавили 1 мл 0,5%-ного раствора крахмала и раствор титровали до исчезновения синей окраски. По делениям микробюретки определили общий объем тиосульфата, израсходованного на титрование как до, так и после добавления крахмала.

 Для приготовления 0,5%-ного раствора крахмала смешали 0,5 г растворимого крахмала с небольшим количеством дистиллированной воды, а затем прилили к 100 мл кипящей дисти­ллированной воды и прокипятили несколько минут. После довели до комнатной температуры.

*Обработка результатов:*

Объем тиосульфата израсходованного до крахмала составило 25 мл, после- 10мл

1. Поправочный коэффициент вычислили по формуле

К=$\frac{10}{V}$ K=$\frac{10}{35}$=0,28

Где V- количество тиосульфата натрия, израсходованного на титрование

1. Вычислили концентрацию остаточного активного хлора

C*=*$\frac{Vт\*К\*0\*177\*1000}{Vп}$ С=$\frac{35\*0,28\*0,177\*1000}{250}=6,9≅7$

 Где Vт- количество 0,005 н. раствора тиосульфата натрия, израсходованного на титрование, мл;

К- поправочный коэффициент

0,177- содержание активного хлора в мг, соответствующее 1 мл 0,005 н. раствора тиосульфата;

1000- коэффициент пересчета единиц измерения из миллилитров в литры;

**Заключение**

Использование хлорирующих агентов для водоподготовки имеют существенные недостатки. Из-за своей высокой активности хлор вступает в химические реакции со многими органическими и неорганическими веществами, находящимися в воде. При этом образуются очень токсичные вещества, относящиеся к первому классу опасности, имеющие низкие значения ПДК.

Для этого было определено содержание свободного и связанного активного хлора в воде.

В результате проведенной лабораторной работы, было выявлено высокое содержание остаточного активного хлора в водопроводной воде - 7 мг/л, что не соответствует нормам СанПиН 1.2.3685-21 от 28 января 2021 года N 2 (допустимые пределы концентрации остаточного хлора, содержащегося в питьевой водопроводной воде на уровне 0,3-0,5 мг/л.).

**Рекомендации:**

Вода должна соответствовать нормам СанПиН, необходимо использовать различные методы очистки и улучшения качества питьевой воды. Методы улучшения питьевой воды включают в себя минерализацию.

Чтобы избавиться от химически активных веществ, используют метод адсорбции – использование природные цеолитовые туфы (цеолит) для «притягивания» химических веществ и удаления их из воды. Такой способ позволяет значительно улучшить качество воды.