

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

КУРСОВАЯ РАБОТА

По дисциплине _____

На тему _____

Выполнил студент _____
Группа _____

Проверил _____
Подпись, дата _____ Инициалы, фамилия _____

Члены комиссии: _____
Подпись, дата _____ Инициалы, фамилия _____

: _____
Подпись, дата _____ Инициалы, фамилия _____

Нормоконтролер _____
Подпись, дата _____ Инициалы, фамилия _____

Защищена _____ Оценка _____
дата

Воронеж-2006

1.Введение	3
2.История открытия элемента.	3
3.Свойства.	4
4.Месторождения и способы получения.	5
5.Область применения.	6
5.1. Источники света	6
5.2. Производство ферритов	7
5.3. Изотопы скандия	7
5.4. Сплавы скандия.	7
5.5.Сверхтвердые материалы	8
5.6.Ядерная энергетика	8
5.7.Лазерные материалы	8
5.8.Металлургия	9
5.9.Производство солнечных батарей	9
5.10.МГД-генераторы	9
5.11.Рентгеновские зеркала	9
5.12.Огнеупорные материалы	10
5.13.Производство фианитов	10
5.14.Люминофоры	10
5. Экология.	10
6.Вывод.	11
7. Список литературы.	11

Скандий считается одним, ещё не до конца изученным элементом, ему пока находится малое применение. Этот металл стоит дороже золота, в последние годы стоимость скандия, его соединений и сплавов постепенно уменьшается. Если в 1959 г. килограмм окиси скандия стоил в США от 15 до 30 тыс. долларов, то через год – уже меньше девяти тысяч. Металлический скандий в это же время стоил соответственно 70 и 45 тыс. долларов. Однако и последние цифры трудно назвать иначе, как астрономическими.

Окись скандия в несколько раз дешевле чистого металла, ее применение в некоторых случаях могло бы оказаться экономически оправданным. У этого невзрачного, очень обыкновенного на вид порошка не было достоинств, столь очевидных, как у самого металла, но...

История открытия элемента.

Этот серебристый металл почти так же легок, как алюминий, а плавится при температуре, немногим меньшей, чем сталь.

Этого металла на земле в 60 раз больше, чем серебра, но стоит он намного дороже золота.

До последних лет техника не знала этого металла, он был одним из немногих «безработных» элементов периодической системы. Ныне с его помощью решена одна из важных проблем вычислительной техники.

1 марта 1869 г. Дмитрий Иванович Менделеев разослал в научные учреждения России и других стран первое изображение «Опыта системы элементов, основанной на их атомном весе и химическом сходстве». Это был отдельный листок, мало похожий на известную теперь всему миру менделеевскую таблицу. Таблица появилась двумя годами позже.

В 1871 г. ее клетки, предназначенные для 21, 31 и 32-го элементов, занимали вопросительные знаки. Но рядом с ними, как и в других клетках, стояли цифры атомных весов.

Элемент №21 Менделеев предложил предварительно назвать экабором, «производя это название от того, что он следует за бором, а слог эка производится от санскритского слова, означающего один». Два других получили названия экасилиция и экаалюминия. В том же 1871 г. в статье, опубликованной в журнале Русского химического общества, Менделеев подробно описал свойства всех трех «эков».

«Экабор, – писал он, – в отдельности должен представлять металл... Этот металл будет не летуч, потому, что и все металлы в четных рядах во всех группах (кроме I) не летучи; следовательно, он едва ли может быть открыт обычным путем спектрального анализа. Воду во всяком случае он не будет разлагать при обыкновенной температуре, а при некотором возвышении температуры разложит, подобно тому, как это производят и многие, в этом краю помещенные металлы, образуя основной окисел. Он будет, конечно, растворяться в кислотах...»

Открытие экабора произошло еще при жизни Д.И. Менделеева, в 1879 г. Шведский химик Ларе Фредерик Нильсон, работая над извлечением редкоземельного элемента иттербия, обнаружил новую «редкую землю». Ее свойства поразительно совпадали со свойствами «открытого на кончике пера» экабора.

В честь Скандинавии Нильсон назвал этот элемент скандием.

Однако вещество, полученное шведским ученым, еще не было достаточно чистым. И Нильсон, и его современники, и многие химики последующих лет не смогли отделить этот редкий и рассеянный элемент от бесчисленных примесей. Сравнительно чистый металлический скандий (94...98%) был получен лишь в 1937 г.

Свойства.

Скандий - легкий металл с серебристого цвета, который появляется при контакте металла с воздухом. Металлический скандий имеет удельный вес 2,99 г/см³ при 20°C (легкий металл), плавится при 1539°C, кипит при 2727°C, хрупок, слабо парамагнитен.

Химический элемент №21- активный, легко окисляющийся металл, разлагающий воду при нагревании, легко растворяющийся при нормальной температуре в разбавленных кислотах с образованием солей и выделением водорода:



При нагревании металлический скандий взаимодействует с кислородом, хлором, бромом, йодом, серой и азотом с образованием соответственно Sc₂O₃, ScCl₃, ScBr₃, ScI₃, Sc₂S₃, ScN.

В соединениях проявляет степень окисления +3 (редко +2). В растворах скандий находится либо в виде катионов Sc³⁺, либо в составе комплексных анионов: [ScF₄]⁻, [ScF₅]²⁻ и т.д. Свойства многих соединений скандия близки к свойствам аналогичных соединений алюминия.

Благодаря этим свойствам скандий мог бы стать важным конструкционным материалом в авиации и ракетостроении. В США была предпринята попытка производства металлического

скандия для этих целей, но стало ясно, что скандиевая ракета оказалась бы слишком дорогой. Даже отдельные детали из скандия очень сильно увеличивали ее стоимость.

Месторождения и способы получения.

Почти полвека потратили ученые на выделение элемента №21. Почему это произошло? Содержание скандия в земной коре составляет $2,2 \cdot 10^{-3}\%$. Это значит, что в земле его немного меньше, чем свинца, но почти в 500 раз больше, чем ртути. Однако и ртуть, и свинец имеют собственные руды; в состав некоторых минералов они входят в количестве до нескольких процентов, а скандий распределен по земной поверхности так, будто природа решила сделать его вездесущим, но неуловимым.

Наиболее богатый скандием минерал – тортвейтит – один из редчайших минералов. Самые значительные месторождения тортвейтита расположены на юге Норвегии и на Мадагаскаре. Насколько «богаты» эти месторождения, можно судить по таким цифрам: за 40 с лишним лет, с 1911 по 1952 г., на норвежских рудниках было добыто всего 23 кг тортвейтита. Правда, в последующее десятилетие в связи с повышенным интересом к скандию многих отраслей науки и промышленности добыча тортвейтита была предельно увеличена и в сумме достигла... 50 кг. Немногим чаще встречаются и другие богатые скандием минералы – стерреттит, кольбекит, больцит.

Зато в сотых и тысячных долях процента этот элемент встречается и в железных, и в урановых, и в оловянных, и в вольфрамовых рудах, и в низкосортных углях, и даже в морской воде и водорослях. Несмотря на такую рассеянность, были разработаны технологические процессы получения скандия и его соединений из различных видов сырья. Вот как выглядит, например, один из способов получения окиси скандия, разработанный чехословацкими учеными.

Первая стадия – обжиг отходов обработки вольфрамовых руд. При этом выжигаются летучие компоненты. Твердый остаток разлагают концентрированной серной кислотой, добавляют воду и аммиаком осаждают из раствора гидроокись скандия. Затем ее высушивают и прокаливают в газовой печи при $600...700^{\circ}\text{C}$. В результате получают светло-розовый порошок окиси скандия с довольно значительными примесями твердой кремневой кислоты и различных окислов, в первую очередь окиси железа. Эти примеси можно удалить, растворяя порошок в чистой соляной кислоте с последующим выделением разных фракций. Кремневую кислоту удаляют с помощью раствора желатины, а образовавшееся хлорное железо – методом эфирной экстракции.

Затем следует еще серия операций, в которых участвуют различные кислоты, роданистый аммоний, вода, эфир. Снова выпарка, промывка, сушка.

Очищенную окись скандия еще раз растворяют в соляной кислоте и щавелевой кислотой осаждают оксалат скандия. Его прокаливают при 1100°C и превращают в окись.

Получение металлического скандия из окисла – не менее трудоемкий процесс. По данным Эймской лаборатории США, наиболее целесообразно превратить окись скандия во фторид. Этого достигают, обрабатывая ее фтористым водородом или бифторидом аммония $\text{NH}_4\text{F} \cdot \text{HF}$. Чтобы переход Sc_2O_3 в ScF_3 был полным, реакцию проводят дважды.

Восстанавливают фтористый скандий в танталовых тиглях с помощью металлического кальция. Процесс начинается при 850°C и идет в атмосфере аргона. Затем температура повышается до 1600°C . Полученный металлический скандий и шлак разделяют при переплавке в вакууме. Но и после этого слиток скандия не будет достаточно чистым. Главная примесь в нем – от 3 до 5% тантала.

Последняя стадия очистки – вакуумная дистилляция. Температура $1650\text{...}1750^{\circ}\text{C}$, давление 10^{-5} мм ртутного столба. После окончания операции в слитке будет около 95% скандия. Дальнейшая очистка, доведение скандия до чистоты хотя бы 99% – еще более сложный многоступенчатый процесс.

Несмотря на это, ученые идут все дальше, стремятся достигнуть максимальной чистоты редкого металла, изучают свойства его соединений, разрабатывают новые методы их получения. В последнее время важное значение приобрело попутное извлечение скандия из урановых руд.

О том, как стремительно растет интерес к скандию, можно судить по количеству книг, брошюр и статей о нем и его соединениях. Если в 40-х годах всю мировую литературу по скандию можно было буквально сосчитать по пальцам, то сейчас известны уже тысячи публикаций.

Область применения.

1. Источники света

Порядка 80 кг скандия (в составе Sc_2O_3) в год используется для производства осветительных элементов высокой интенсивности. Иодид скандия добавляется в ртутно-газовые лампы, производящие очень правдоподобные источники искусственного света, близкого к солнечному, которые обеспечивают хорошую цветопередачу при съёмке на телекамеру.

2. Производство ферритов

Оксид скандия (температура плавления 2450°C) имеет важнейшую роль в производстве супер-ЭВМ (ферриты с малой индукцией).

3. Изотопы скандия

Радиоактивный изотоп Sc-46 (период полураспада 83,83 сут) используется в качестве «метки» в нефтеперерабатывающей промышленности, для контроля металлургических процессов, и лечения раковых опухолей.

Изотоп скандий-47 (период полураспада 3,35 сут) один из лучших источников позитронов.

4. Сплавы скандия.

Главным по объёму применением скандия является его применение в алюминиево-скандиевых сплавах, применяемых в аэрокосмической промышленности, спортивной экипировке (мотоциклы, бейсбольные биты и т. п.) — везде, где требуется высокопрочные материалы. В сплаве с алюминием скандий обеспечивает дополнительную прочность и ковкость. Предел прочности на разрыв у чистого скандия около 400 Мпа (40 кг/мм), у титана например 250—350 Мпа, а у нелегированного иттрия 300 Мпа. Применение скандиевых сплавов в авиации и ракетостроении позволит значительно снизить стоимость перевозок и резко повысить надежность эксплуатируемых систем, в то же время при снижении цен на скандий и его применение для производства автомобильных двигателей так же значительно увеличит их ресурс и частично КПД. Очень важно и то обстоятельство что скандий упрочняет алюминиевые сплавы легированные гафнием. Важной и практически не изученной областью применения скандия является то обстоятельство что подобно легированию иттрием алюминия, легирование чистого алюминия скандием так же повышает электропроводность проводов и эффект резкого упрочнения имеет большие перспективы для применения такого сплава для транспортировки электроэнергии (ЛЭП). Сплавы скандия наиболее перспективные материалы в производстве управляемых снарядов. Ряд специальных сплавов скандия композитов на скандиевой связке весьма перспективен в области конструирования скелета киборгов. В последние годы важная роль скандия(и от части иттрия и лютеция) выявилась в производстве некоторых по составу суперпрочных мартенситностареющих сталей, некоторые образцы которых показали прочность свыше 700 кг/мм (свыше 7000 Мпа)!

5.Сверхтвердые материалы

Скандий используется для получения сверхтвёрдых материалов. Так, например, легирование карбида титана карбидом скандия весьма резко поднимает микротвёрдость (в 2 раза), что делает этот новый материал четвёртым по твёрдости после алмаза (около 98,7 — 120 ГПа), нитрида бора (боразона), (около 77—87 ГПа), сплава бор-углерод-кремний (около 68—77 ГПа), и существенно больше чем у карбида бора (43,2 — 52 ГПа), карбида кремния (37 ГПа), микротвёрдость сплава карбида скандия и карбида титана около 53,4 ГПа (у карбида титана например 29,5 ГПа). Особенно интересны сплавы скандия с бериллием, обладающие уникальными характеристиками по прочности и жаростойкости.

Так, например, бериллид скандия (1 атом скандия и 13 атомов бериллия) обладает наивысшим благоприятным сочетанием плотности, прочности и высокой температуры плавления, и может явиться лучшим материалом для строительства аэрокосмической техники, превосходя в этом отношении лучшие сплавы из известных человечеству на основе титана, и ряд композиционных материалов (в том числе ряд материалов на основе нитей углерода и бора).

6. Ядерная энергетика

В атомной промышленности с успехом применяется гидрид- и дейтерид скандия — прекрасный замедлитель нейтронов, и мишень (бустер) в мощных и компактных нейтронных генераторах.

Диборид скандия (температура плавления 2250°C) применяется в качестве компонента жаропрочных сплавов, а так же как материал катодов электронных приборов. В атомной промышленности находит применение бериллид скандия в качестве отражателя нейтронов, и в частности этот материал, равно как и бериллид иттрия предложен в качестве отражателя нейтронов в конструкции атомной бомбы.

7. Лазерные материалы

Высокотемпературной сверхпроводимости, производстве лазерных материалов (ГСГГ). Галлий-скандий-гадолиниевый гранат при легировании его ионами хрома и неодима позволил получить 4,5 % КПД и рекордные параметры в частотном режиме генерации сверхкоротких импульсов, что даёт весьма оптимистичные предпосылки для создания сверхмощных лазерных систем для получения термоядерных микровзрывов уже на основе чистого дейтерия (инерциальный синтез) уже в самом ближайшем будущем. Так например ожидается что в ближайшие 10—13 лет лазерные материалы на основе ГСГГ и боратов скандия займут ведущую роль в разработке и оснащении лазерными системами активной обороны для самолётов и вертолётов в развитых странах, и параллельно с этим развитие крупной термоядерной энергетики с привлечением гелия-3 (добываемого на Луне), в смесях с гелием-3 лазерный термоядерный микровзрыв уже получен.

8. Металлургия

Применение скандия в виде микролегирующей примеси оказывает значительное влияние на ряд практически важных сплавов, так например прибавление 0,4 % скандия к сплавам алюминий-магний повышает временное сопротивление на 35 %, а предел текучести на 65—84 %, и при этом относительное удлинение остаётся на уровне 20—27 %. Добавка 0,3—0,67 % к хрому, повышает его устойчивость к окислению вплоть до температуры 1290°C, и аналогичное но ещё более ярко выраженное действие оказывает на жаростойкие сплавы типа «нихром» и в этой области применение скандия куда как эффективнее иттрия. Оксид скандия обладает рядом преимуществ для производства высокотемпературной керамики перед другими оксидами, так прочность оксида скандия при нагревании возрастает и достигает максимума при 1030°C, в то же время оксид скандия обладает минимальной теплопроводностью и высочайшей стойкостью к термоудару. Скандат иттрия это один из лучших материалов для конструкций работающих при высоких температурах. Определённое количество оксида скандия постоянно расходуется для производства германатных стёкол для оптоэлектроники.

Скандий-галлиевая связка является одним из лучших металлических клеев и специальных покрытий.

9. Производство солнечных батарей

Оксид скандия в сплаве с оксидом гольмия используется в производстве фотопреобразователей на основе кремния в качестве покрытия. Это покрытие имеет широкую область прозрачности (400—930 нм), и снижает спектральный коэффициент отражения света от кремния до 1—4 %, и при его применении у такого модифицированного фотоэлемента увеличивается ток короткого замыкания на 35—70 %, что в свою очередь позволяет увеличить выходную мощность фотопреобразователей в 1,4 раза.

10. МГД-генераторы

Хромит скандия используется как один из лучших и наиболее долговечных материалов для изготовления электродов МГД-генераторов, к основной керамической массе добавляют предварительно окисленный хром и спекают, что придаёт материалу повышенную прочность и электропроводность. Наряду с диоксидом циркония как электродным материалом для МГД-генераторов, хромит скандия обладает более высокой стойкостью к эрозии соединениями цезия (используемого в качестве плазмообразующей добавки).

11. Рентгеновские зеркала

Скандий широко применяется для производства многослойных рентгеновских зеркал (композиции: скандий-вольфрам, скандий-хром, скандий-молибден). Теллурид скандия очень

перспективный материал для производства термоэлементов (высокая термо-э.д.с, 255 мкВ/К и малая плотность и высокая прочность).

В последние годы значительный интерес для авиакосмической и атомной техники приобрели тугоплавкие сплавы(интерметаллические соединения) скандия с рением (температура плавления до 2575°C), рутением (температура плавления до 1840°C), железом (температура плавления до 1600°C), (жаропрочность, умеренная плотность и др).

12.Огнеупорные материалы

Важную роль в качестве огнеупорного материала специального назначения оксид скандия (температура плавления 2450 °C)играет в производстве сталеразливочных стаканов для разлики высоколегированных сталей, по стойкости в потоке жидкого металла оксид скандия превосходит все известные и применяемые материалы(так например наиболее устойчивая окись иттрия уступает в 8,5 раза оксиду скандия) и в этой области можно сказать незаменим. Его широкому применению препятствует лишь весьма высокая цена, и в известной степени альтернативным решением в этой области является применение скандатов иттрия армированных нитевидными кристаллами оксида алюминия для увеличения прочности), а так же применение танталата скандия.

13.Производство фианитов

Важную роль играет оксид скандия для производства фианитов, где он является самым лучшим стабилизатором.

Некоторое количество скандия расходуется для легирования жаростойких сплавов никеля с хромом и железом(нихромы и фехрали) для резкого увеличения срока службы при использовании в качестве нагревательной обмотки для печей сопротивления.

14.Люминофоры

Борат скандия, равно как и борат иттрия применяется в радиоэлектронной промышленности в качестве матрицы для люминофоров.

.

Экология.

При производстве пластмасс, инсектицидов и растворителей выделяются довольно значительные количества хлористого водорода. Это ядовитый газ, выброс которого в атмосферу недопустим.

Конечно, можно было бы связывать его водой и вырабатывать соляную кислоту, но получение кислоты таким методом, мягко говоря, влетало бы в копеечку. Больших затрат требовало и разложение HCl электролизом, хотя метод каталитического разложения хлористого водорода был предложен более 100 лет назад. Катализатором служила хлористая медь. Однако эффективным этот процесс был лишь при 430...475°C. А при этих условиях катализатор улетучивается... Выход был найден: к основному катализатору – хлористой меди – добавили микроколичества хлоридов иттрия, циркония, тория, урана и скандия. На таком катализаторе температура разложения хлористого водорода снизилась до 330...400°C, и улетучивание хлористой меди стало значительно меньше. Новый катализатор служит гораздо дольше старого, и воздух над химическими заводами надежно очищается от вредного хлористого водорода.

Вывод.

В завершении хочу отметить, его характеристики.

Скандий - легкий металл с серебристого цвета, который появляется при контакте металла с воздухом. При нагревании металлический скандий взаимодействует с кислородом, хлором, бромом, йодом, серой и азотом. В земной коре его довольно много, но в чистом виде его почти нет. Этот элемент встречается в сотых и тысячных долях процента в железных, в урановых, в оловянных, в вольфрамовых рудах, в низкосортных углях, в морской воде и водорослях.

Список литературы.

1. Коган. Б. И., Названова. В. А. Скандий. М., Изд-во АН УССР, 1963. 304 с. с илл.
2. НиТ. Раритетные издания, 1998
3. www.12vsk.lv/kim/skandij.htm
4. http://kontren.narod.ru/x_el/info21.htm
5. www.chemport.ru/pertable/elinfo.php@el=21
6. ; Фаворская Л. В., Химическая технология скандия, А.-А., 1969;
7. Коган Б. И., Названова В. А., Скандий, М., 1961;
8. Справочник по редким металлам, пер. с англ., М., 1965;
9. Vickery R. C., The chemistry of yttrium and scandium, Oxf., 1960.
10. .: Борисенко Л. Ф., Скандий, М, 1961;