Министерство Образования Республики Беларусь

**Белорусский Национальный Технический Университет**

**Кафедра Химии**

**Реферат на тему:**

**Химия никеля.**

**Исполнитель: Адамчик Ю.В. гр. 104312**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Руководитель: Медведев Д.И.**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

# Минск-2003

**Содержание.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **стр.** | | |
|  | Введение | **3** |
|  | Распространение в природе | **4** |
|  | Получение | **7** |
|  | Физические и химические свойства | **8** |
|  | Никелевые сплавы | **11** |
|  | Применение никеля в технике | **15** |
| 5.1 | Применение чистого никеля | **16** |
| 5.2 | Применение никелевых сплавов | **21** |
|  | Заключение | **22** |
|  | Литература | **25** |

**Введение.**

Основой современной техники являются металлы и металлические сплавы. Разнообразные требования к металлическим материалам возрастают по мере развития новых отраслей техники.

В наше время успешно и все более широко используется атомная энер­гия в мирных целях, предъявляя высокие требования к новым материа­лам с особыми свойствами; реактивная техника, теоретические основы которой были разработаны нашими учеными многие десятки лет назад, могла стать на службу советского народа только после того, как были созданы и внедрены специальные жаропрочные сплавы. Прогрессивно развивающиеся отрасли промышленности — химиче­ская, нефтяная, машиностроение, транспорт и другие — основываются на широком применении высокопрочных железных, никелевых и других сплавов. Среди главнейших в современной технике металлов никелю принад­лежит одно из первых мест. Хотя по распространенности в природе ни­кель занимает среди металлов только тринадцатое место, однако по сте­пени его значения в технике он стоит наравне с железом, алюминием, хромом и другими важнейшими металлами.

Никель обладает ценными химическими и высокими механическими свойствами. Благодаря хорошей пластичности из никеля можно получать разнообразные изделия методом деформации в горячем и холодном со­стоянии. Основным объектом применения никеля являются металлические сплавы. В этих сплавах никель является или основой, или одним из важ­ных легирующих элементов, придающих сплавам те или иные необхо­димые свойства. Не случайно, что в течение многих лет в общем потреб­лении никеля расход его качестве сплавов или легирующего элемента составляет более *80%.* Остальная часть никеля применяется в чистом виде (8%) и для никелевых защитных покрытий (около 10%).

В качестве сплавов никель нашел широкое применение в виде жаро­прочных, кислотостойких, магнитных материалов, сплавов с особыми фи­зическими свойствами. Особенно большое значение имеет применение никеля в качестве легирующего элемента в специальных сталях и спла­вах. О большом разнообразии составов никелевых сплавов свидетель­ствует то, что по сведениям, опубликованным в последние годы, имеется более 3000 описанных в литературе составов никелевых сплавов, содержащих различные элементы в разных пропорциях и предназначенных для различных целей.

**1. Распространение в природе**.

Никель - элемент земных глубин (в ультраосновных породах мантии его 0,2% по массе). Существует гипотеза, что земное ядро состоит из никелистого железа; в соответствии с этим среднее содержание Н. в земле в целом по оценке около 3%. В земной коре, где никеля 5,8×10-3%, он также тяготеет к более глубокой, так называемой базальтовой оболочке. Ni в земной коре - спутник Fe и Mg, что объясняется сходством их валентности (II) и ионных радиусов; в минералы двухвалентных железа и магния никеля входит в виде изоморфной примеси. Собственных минералов никеля известно 53; большинство из них образовалось при высоких температурах и давлениях, при застывании магмы или из горячих водных растворов. Месторождения никеля связаны с процессами в магме и коре выветривания. Промышленные месторождения никеля (сульфидные руды) обычно сложены минералами никеля и меди*.* На земной поверхности, в биосфере никеля - сравнительно слабый мигрант. Его относительно мало в поверхностных водах, в живом веществе. В районах, где преобладают ультраосновные породы, почва и растения обогащены никелем.

Никель в нечистом виде впервые получил в 1751 шведский химик А. Кронстедт, предложивший и название элемента. Значительно более чистый металл получил в 1804 немецкий химик И. Рихтер. Название никель происходит от минерала купферникеля (NiAs), известного уже в 17 в. и часто вводившего в заблуждение горняков внешним сходством с медными рудами (нем. Kupfer - медь, Nickel - горный дух, якобы подсовывавший горнякам вместо руды пустую породу). С середины 18 в. никель применялся лишь как составная часть сплавов, по внешности похожих на серебро. Широкое развитие никелевой промышленности в конце 19 в. связано с нахождением крупных месторождений никелевых руд в Новой Каледонии и в Канаде и открытием "облагораживающего" его влияния на свойства сталей. История происхождения никеля и нахождения его в природе имеет большое познавательное значение. Никелъ и его аналоги — железо 'и кобальт — не только встречаются в недрах Земли, но и являются основными составляющими космических тел, попадающих на нашу планету в виде отдельных осколков — метео­ритов или аэролитов. Эти тела, издавна известные как метеоритное желе­зо, являются в основном сплавами железа с разным содержанием никеля и кобальта. Поэтому историю никеля можно рассматривать не только как историю происхождения и распределения его в геосферах Земли, но и как историю космоса и историю происхождения метеоритов. Она может быть прослежена начиная от недр Земли, ее различных глубинных гео­сфер и кончая метеоритами. Результаты исследовании метеоритов могут быть сопоставлены с новейшими исследованиями синтетических никеле­вых сплавов, в какой-то степени повторяющих природные химические составы железо-никелевых сплавов, входящих в основу метеоритных железных сплавов. Таким образом, никель является одним из древнейших металлов, об­наруженных совместно" с железом в самородном состоянии, а также в виде различных минеральных образований. В своем знаменитом труде «Опыт описательной минералогии» В, И. Вер­надский уделил много внимания описанию самородных элементов. Он впервые подробно осветил вопрос о самородном железе и самородных сплавах железа с никелем.

Залежи полезных ископаемых, содержащие никель в количествах, при которых экономически целесообразно его извлечение. Используемые в промышленном производстве Н. р. подразделяются на сульфидные медно-никелевые и силикатные. В сульфидных медно-никелевых рудах главными минералами являются пентландит, миллерит, халькопирит, кубанит, пирротин, магнетит, нередко сперрилит. Месторождения этих руд принадлежат к магматическим образованиям, приуроченным к кристаллическим щитам и древним платформам. Они располагаются в нижних и краевых частях интрузий норитов, перидотитов, габбродиабазов и др. пород основной магмы. Образуют залежи, линзы и жилы сплошных богатых и зоны менее богатых вкраплённых руд, характеризуемые различным соотношением пентландита к сульфидам меди и пирротину. Широким распространением пользуются вкрапленные, брекчиевидные и массивные руды. Содержание никеля в сульфидных рудах колеблется в пределах от 0,3 до 4% и более; соотношение Cu: Ni варьирует от 0,5 до 0,8 в слабомедистых и от 2 до 4 в высокомедистых сортах руд. Кроме Ni и Cu, из руд извлекается значительное количество Со, а также Au, Pt, Pd, Rh, Se, Te, S. Месторождения медно-никелевых руд известны в СССР в районе Норильска и в Мурманской области (район Печенги), за рубежом - в Канаде и Южной Африке. Силикатные Н. р. представляют собой рыхлые и глиноподобные породы коры выветривания ультрабазитов, содержащие никель (обычно не менее 1%). С корами выветривания серпентинитов площадного типа связаны руды, в которых никельсодержащими минералами являются: нотронит, керолит, серпентин, гётит, асболаны. Эти Н. р. характеризуются обычно невысоким содержанием Ni, но значительными запасами. С корами выветривания трещинного, контактово-карстового и линейно-площадного типов, формирующимися в сложных геологотектонических и гидрогеологических условиях, связаны более богатые руды. Главными минералами в них являются гарниерит, непуит, никелевый керолит, ферригаллуазит. Среди силикатных руд выделяются железистые, магнезиальные, кремнистые, глинозёмистые разности, обычно смешивающиеся для металлургической переработки в определённых соотношениях. Механическому обогащению Н. р. не поддаются. В силикатных Н. р. содержится кобальт при соотношении Со: Ni порядка 1: 20 - 1: 30. В некоторых месторождениях совместно с силикатными Н. р. залегают железо-никелевые руды с высоким содержанием Fe (50-60%) и Ni (1-1,5%). Никелевые месторождения выветривания известны в СССР на Среднем и Южном Урале, на Украине, Среди стран капиталистического мира по размерам добычи Н. р. выделяются Канада и Новая Каледония (в 1972 произведено соответственно 232,6 тыс. *т* и 115,3 тыс. *т* Ni**).**

**2. Получение.**

Около 80% Н. от общего его производства (без СССР) получают из сульфидных медно-никелевых руд. После селективного обогащения методом флотации из руды выделяют медный, никелевый и пирротиновый концентраты. Никелевый рудный концентрат в смеси с флюсами плавят в электрических шахтах или отражательных печах с целью отделения пустой породы и извлечения Н. в сульфидный расплав (штейн), содержащий 10-15% Ni. Обычно электроплавке (основной метод плавки в СССР) предшествуют частичный окислительный обжиг и окускование концентрата. Наряду с Ni в штейн переходят часть Fe, Со и практически полностью Сu и благородные металлы. После отделения Fe окислением (продувкой жидкого штейна в конвертерах) получают сплав сульфидов Cu и Ni - файнштейн, который медленно охлаждают, тонко измельчают и направляют на флотацию для разделения Cu, и Ni. Никелевый концентрат обжигают в кипящем слое до NiO. Металл получают восстановлением NiO в электрических дуговых печах. Из чернового никеля отливают аноды и рафинируют электролитически. Содержание примесей в электролитном Н. (марка 110) 0,01%. ля разделения Cu и Ni используют также т. н. карбонильный процесс, основанный на обратимости реакции:

Ni+4CO=Ni (CO)

Получение карбонила проводят при 100-200 *атм.* и при 200-250 °С, а его разложение - без доступа воздуха при атмосферном давлении и около 200 °С. Разложение Ni (CO)4 используют также для получения никелевых покрытий и изготовления различных изделий (разложение на нагретой матрице). В современных "автогенных" процессах плавка осуществляется за счёт тепла, выделяющегося при окислении сульфидов воздухом, обогащенным кислородом. Это позволяет отказаться от углеродистого топлива, получить газы, богатые SO2, пригодные для производства серной кислоты или элементарной серы, а также резко повысить экономичность процесса. Наиболее совершенно и перспективно окисление жидких сульфидов. Всё более распространяются процессы, основанные на обработке никелевых концентратов растворами кислот или аммиака в присутствии кислорода при повышенных температурах и давлении (автоклавные процессы). Обычно Н. переводят в раствор, из которого выделяют его в виде богатого сульфидного концентрата или металлического порошка (восстановлением водородом под давлением). Из силикатных (окисленных) руд Н. также может быть сконцентрирован в штейне при введении в шихту плавки флюсов - гипса или пирита. Восстановительно-сульфидирующую плавку проводят обычно в шахтных печах; образующийся штейн содержит 16-20% Ni, 16-18% S, остальное - Fe. Технология извлечения Н. из штейна аналогична описанной выше, за исключением того, что операция отделения Cu часто выпадает. При малом содержании в окисленных рудах Со их целесообразно подвергать восстановительной плавке с получением ферроникеля, направляемого на производство стали. Для извлечения Н. из окисленных руд применяют также гидрометаллургические методы - аммиачное выщелачивание предварительно восстановленной руды, сернокислотное автоклавное выщелачивание и др.

**3. Физические и химические свойства**.

При обычных условиях никель существует в виде b-модификации, имеющей гранецентрированную кубическую решётку (*a* = 3,5236 ). Но Н., подвергнутый катодному распылению в атмосфере H2, образует a-модификацию, имеющую гексагональную решётку плотнейшей упаковки (*а* = 2,65 , *с* = 4,32 ), которая при нагревании выше 200 °С переходит в кубическую. Компактный кубический Н. имеет плотность 8,9 *г/см3* (20 °С), атомный радиус 1,24 , ионные радиусы: Ni2+ 0,79 , Ni3+ 0,72 ; *tпл* 1453 °С; *tkип* около 3000 °С; удельная теплоёмкость при 20 °С 0,440 *кдж/*(*кг-К*) [0,105 *кал/*(*г*°С)]; температурный коэффициент линейного расширения 13,310-6 (0-100 °С); теплопроводность при 25 °С 90,1 *вмl* (*м-K*)[0,215 *кал/*(*см-сек-*оС)]; то же при 500 °С 60,01 *вм/*(*м-К*) [0,148 *кал/см* (*сек-*оС)]*.* Удельное электросопротивление при 20 °С 68,4 *ном-м,* т. е. 6,84 *мкОм-См;* температурный коэффициент электросопротивления 6,8×10-3 (0-100 °С). Никель - ковкий и тягучий металл, из него можно изготовлять тончайшие листы и трубки. Предел прочности при растяжении 400-500 *Мн/м2* (т. е. 40-50 *кгс/мм2*)*,* предел упругости 80 *Мн/м2,* предел текучести 120 *Мн/м2*; относительное удлинение 40%; модуль нормальной упругости 205 *Гн/м2;* твёрдость по Бринеллю 600-800 *Мн/м2.* В температурном интервале от 0 до 631 К (верхняя граница соответствует Кюри точке) никель ферромагнитен. Ферромагнетизм никеля обусловлен особенностями строения внешних электронных оболочек (3d84s2) его атомов. Никель вместе с Fe (3d64s2) и Со (3d74s2), также ферромагнетиками, относится к элементам с недостроенной 3d-электронной оболочкой (к переходным 3d-металлам). Электроны недостроенной оболочки создают нескомпенсированный спиновый магнитный момент, эффективное значение которого для атомов никеля составляет 6 mБ, где mБ - Бора магнетон. Положительное значение обменного взаимодействия в кристаллах никеля приводит к параллельной ориентации атомных магнитных моментов, т. е. к ферромагнетизму. По той же причине сплавы и ряд соединений никель (окислы, галогениды и др.) магнитоупорядочены (обладают ферро-, реже ферримагнитной структурой, см. Магнитная структура)*.* Н. входит в состав важнейших магнитных материалов и сплавов с минимальным значением коэффициента теплового расширения (пермаллой, монель-металл, инвар и др.). В химическом отношении Ni сходен с Fe и Со, но также и с Cu и благородными металлами. В соединениях проявляет переменную валентность (чаще всего 2-валентен). Н. - металл средней активности, Поглощает (особенно в мелкораздробленном состоянии) большие количества газов (H2, CO и др.); насыщение Н. газами ухудшает его механические свойства. Взаимодействие с кислородом начинается при 500 °С; в мелкодисперсном состоянии Н. пирофорен - на воздухе самовоспламеняется. Из окислов наиболее важна закись NiO - зеленоватые кристаллы, практически нерастворимые в воде (минерал бунзенит). Гидроокись выпадает из растворов никелевых солей при прибавлении щелочей в виде объёмистого осадка яблочно-зелёного цвета. При нагревании Н. соединяется с галогенами, образуя NiX2. Сгорая в парах серы, даёт сульфид, близкий по составу к Ni3S2. Моносульфид NiS может быть получен нагреванием NiO с серой. С азотом Н. не реагирует даже при высоких температурах (до 1400 °С). Растворимость азота в твёрдом Н. приблизительно 0,07% по массе (при 445 °С). Нитрид Ni3N может быть получен пропусканием NH3 над NiF2, NiBr2 или порошком металла при 445 °С. Под действием паров фосфора при высокой температуре образуется фосфид Ni3P2 в виде серой массы. В системе Ni - As установлено существование трёх арсенидов: Ni5As2, Ni3As (минерал маухерит) и NiAs. Структурой никель-арсенидного типа (в которой атомы As образуют плотнейшую гексагональную упаковку, все октаэдрические пустоты которой заняты атомами Ni) обладают многие металлиды. Неустойчивый карбид Ni3C может быть получен медленным (сотни часов) науглероживанием (цементацией) порошка Н. в атмосфере CO при 300 °С. В жидком состоянии Н. растворяет заметное количество С, выпадающего при охлаждении в виде графита. При выделении графита Н. теряет ковкость и способность обрабатываться давлением. В ряду напряжений Ni стоит правее Fe (их нормальные потенциалы соответственно -0,44 в и -0,24 в) и поэтому медленнее, чем Fe, растворяется в разбавленных кислотах. По отношению к воде никель устойчив. Органические кислоты действуют на Н. лишь после длительного соприкосновения с ним. Серная и соляная кислоты медленно растворяют Н.; разбавленная азотная - очень легко; концентрированная HNO3 пассивирует Н., однако в меньшей степени, чем железо. При взаимодействии с кислотами образуются соли 2-валентного Ni. Почти все соли Ni (II) и сильных кислот хорошо растворимы в воде, растворы их вследствие гидролиза имеют кислую реакцию. Труднорастворимы соли таких сравнительно слабых кислот, как угольная и фосфорная. Большинство солей Н. разлагается при прокаливании (600-800 °С). Одна из наиболее употребительных солей - сульфат NiSO4 кристаллизуется из растворов в виде изумруднозелёных кристаллов NiSO4×7H2O - никелевого купороса. Сильные щёлочи на Н. не действуют, но он растворяется в аммиачных растворах в присутствии (NH4)2CO3 с образованием растворимых аммиакатов, окрашенных в интенсивно-синий цвет; для большинства из них характерно наличие комплексов [Ni (NH3)6]2+ и [Ni (OH)2(NH3)4]. На избирательном образовании аммиакатов основываются гидрометаллургические методы извлечения Н. из руд. NaOCI и NaOBr осаждают из растворов солей Ni (II), гидроокись Ni (OH)3 чёрного цвета. В комплексных соединениях Ni, в отличие от Со, обычно 2-валентен. Комплексное соединение Ni с диметилглиоксимом (C4H7O2N)2Ni служит для аналитического определения Ni. При повышенных температурах Н. взаимодействует с окислами азота, SO2 и NH3. При действии CO на его тонкоизмельчённый порошок при нагревании образуется карбонил Ni (CO)4 (см. Карбонилы металлов)*.* Термической диссоциацией карбонила получают наиболее чистый Н.



.

**4. Никелевые сплавы.**

Способность никеля растворять в себе значительное количество др. металлов и сохранять при этом пластичность привела к созданию большого числа Н. с. Полезные свойства Н. с. в определенной степени обусловлены свойствами самого никеля, среди которых наряду со способностью образовывать твёрдые растворы со многими металлами выделяются ферромагнетизм, высокая коррозионная стойкость в газовых и жидких средах, отсутствие аллотропических превращений. С конца 19 в. сравнительно широко используются медно-никелевые сплавы, обладающие высокой пластичностью в сочетании с высокой коррозионной стойкостью, ценными электрическими и др. свойствами. Практическое применение находят сплавы типа модель - металла, которые наряду с куниалями выделяются среди конструкционных материалов высокой химической стойкостью в воде, кислотах, крепких щёлочах, на воздухе, Важную роль в технике играют ферромагнитные сплавы Ni (40-85%) с Fe, относящиеся к классу магнитно-мягких материалов. Среди этих материалов имеются сплавы, характеризующиеся наивысшим значением магнитной проницаемости *,* её постоянством , сочетанием высокой намагниченности насыщения и магнитной проницаемости)*.* Такие сплавы применяют во многих областях техники, где требуется высокая чувствительность рабочих элементов к изменению магнитного поля. Сплавы с 45-55% Ni, легированные в небольших количествах Cu или Со, обладают коэффициентом линейного термического расширения, близким к коэффициенту линейного термического расширения стекла, что используется в тех случаях, когда необходимо иметь герметичный контакт между стеклом и металлом*.* Сплавы Ni с Со (4 или 18%) относятся к группе магнитострикционных материалов. Благодаря хорошей коррозионной стойкости в речной и морской воде такие сплавы являются ценным материалом для гидроакустической аппаратуры. В начале 20 в. стало известно, что жаростойкость Ni на воздухе, достаточно высокая сама по себе, может быть улучшена путём введения Al, Si или Cr. Из сплавов такого типа важное практическое значение благодаря хорошему сочетанию термоэлектрических свойств и жаростойкости сохраняют сплав никеля с Al, Si и Mn (алюмель) и сплав Ni с 10% Cr (хромель)*.* Хромель-алюмелевые термопары относятся к числу наиболее распространенных термопар, применяемых в промышленности и лабораторной технике. Находят практическое использование также термопары из хромеля и копеля. Важное применение в технике получили жаростойкие сплавы Ni c Cr - нихромы. Наибольшее распространение получили нихромы с 80% Ni, которые до появления хромалей были самыми жаростойкими промышленными материалами. Попытки удешевить нихромы уменьшением содержания в них Ni привели к созданию т. н. ферронихромов, в которых значительная часть Ni замещена Fe. Наиболее распространённой оказалась композиция из 60% Ni, 15% Cr и 25% Fe. Эксплуатационная стойкость большинства нихромов выше, чем ферронихромов, поэтому последние используются, как правило, при более низкой температуре. Нихромы и ферронихромы обладают редким сочетанием высокой жаростойкости и высокого электрического сопротивления (1,05-1,40 *мком*×*м*)*.* Поэтому они вместе с хромалями представляют собой два наиболее важных класса сплавов, используемых в виде проволоки и ленты для изготовления высокотемпературных электрических нагревателей. Для электронагревателей в большинстве случаев производят нихромы, легированные кремнием (до 1,5%) в сочетании с микродобавками редкоземельных, щёлочноземельных или др. металлов. Предельная рабочая температура нихромов этого типа составляет, как правило, 1200 °С, у ряда марок 1250 °С.Н. с., содержащие 15-30% Cr, легированные Al (до 4%), более жаростойки, чем сплавы, легированные Si. Однако из них труднее получить однородную по составу проволоку или ленту, что необходимо для надёжной работы электронагревателей. Поэтому такие Н. с. используются в основном для изготовления жаростойких деталей, не подверженных большим механическим нагрузкам при температурах до 1250 °С. Во время 2-й мировой войны 1939-45 в Великобритании было начато производство жаропрочных сплавов Ni - Cr - Ti - Al, называемых нимониками. Эти сплавы, возникшие как результат легирования нихрома (типа X20H80) титаном (2,5%) и алюминием (1,2%), имеют заметное преимущество по жаропрочности перед нихромами и специальными легированными сталями. В отличие от ранее применявшихся жаропрочных сталей, работоспособных до 750-800 °С, нимоники оказались пригодными для эксплуатации при более высоких температурах. Появление их послужило мощным толчком для развития авиационных газотурбинных двигателей. За сравнительно короткий срок было создано большое число сложнолегированных сплавов типа нимоник (с Ti, Al, Nb, Ta, Со, Mo, W, В, Zr, Ce, La, Hf) с рабочей температурой 850-1000 °С. Усложнение легирования ухудшает способность сплавов к горячей обработке давлением. Поэтому наряду с деформируемыми сплавами широкое распространение получили литейные сплавы, которые могут быть более легированными, а следовательно, и более жаропрочными (до 1050 °С). Однако для литых сплавов характерны менее однородная структура и, как следствие этого, несколько больший разброс свойств. Опробованы способы создания жаропрочных композиционных материалов введением в никель или Н. с. тугоплавких окислов тория, алюминия, циркония и др. соединений. Наибольшее применение получил Н. с. с высокодисперсными окислами тория (ТД-никель). Важную роль в технике играют легированные сплавы Ni - Cr, Ni - Mo и Ni - Mn, обладающие ценным сочетанием электрических свойств: высоким удельным электрическим сопротивлением (r = 1,3-2,0 *мком*×*м*)*,* малым значением температурного коэффициента электрического сопротивления (порядка 10-5 1/°С), малым значением термоэдс в паре с медью (менее 5 *мв*/°С)*.* По величине температурного коэффициента электрического сопротивления эти сплавы уступают манганину в интервале комнатных температур, однако, имеют в 3-4 раза большее удельное электрическое сопротивление. Главная область применения таких сплавов - малогабаритные резистивные элементы, от которых требуется постоянство электрических свойств в процессе службы. Элементы изготавливаются, как правило, из микропроволоки или тонкой ленты толщиной 5-20 *мкм.* Сплавы на основе Ni - Mo и Ni - Cr применяют также для изготовления малогабаритных тензорезисторов, характеризующихся почти линейной зависимостью изменения электрического сопротивления от величины упругой деформации. Для химической аппаратуры, работающей в высокоагрессивных средах, например в соляной, серной и фосфорной кислотах различной концентрации при температурах, близких к температуре кипения, широко используются сплавы Ni - Mo или Ni - Cr - Mo, известные за рубежом под названием хастелой, реманит и др., а в СССР - сплавы марок H70M28, Н70М28Ф, Х15Н55М16В, Х15Н65М16В. Эти сплавы превосходят по коррозионной стойкости в подобных средах все известные коррозионностойкие стали. В практике применяют ещё целый ряд Н. с. (с Cr, Mo, Fe и др. элементами), обладающих благоприятным сочетанием механических и физико-химических свойств, например коррозионностойкие сплавы для пружин, твёрдые сплавы для штампов и др. Помимо собственно Н. с., никель входит как один из компонентов в состав многих сплавов на основе др. металлов (например, ални сплавы)*.*

**5. Применение никеля в современной технике.**

Широкое и разнообразное применение никеля связало с замечатель­ными свойствами этого металла. Никель — один из элементов VIII группы периодической системы, и аналогами его являются не только кобальт и железо, по и металлы группы палладия и платины.

В периодической системе никель по вертикали занимает ряд: Ni - Pd - Pt, что и определяет сходство этих металлов. Вот почему никель во мно­гих отношениях сохраняет высокую химическую стойкость, присущую платине и палладию.

Степень химической стойкости этих элементов уменьшается от пла­тины к никелю, но последний еще сохраняет ее в достаточной сте­пени для практического применения. Никель не окисляется в ат­мосферных условиях при комнатной 'температуре, он стоек в различ­ных химически активных средах — в щелочах и др. и не окисляется при нагревании до 700—800°. Никель является ферромагнитным металлом; в чистом виде он пластичен и имеет достаточную прочность. Он подвер­гается всем видам механической обработки — ковке, прокатке, штам­повке и хорошо сваривается.

Благодаря комплексу этих свойств никель в чистом виде находит разнообразное применение, особенно широкое в виде различ­ных сплавов.

Нет необходимости подробно останавливаться на известных уже по литературным данным областях применения никеля. Они приведены в указанных монографиях по металлургии никеля. С точки зрения современного применения никеля в чистом виде и в различных сплавах представляют интерес две обзорные статьи за 1953 и 1955 гг., посвященные специально никелю и его сплавам, В них приведено краткое описание научных работ но никелю и его сплавам (содержащим выше 40% никеля), выполненных за последние годы, отмечены новые области применения никеля и приводится боль­шой список литературы.

Ряд справочников и статей посвящен применению никеля в качестве легирующего элемента в сталях и сплавах с особыми физическими, хими­ческими и механическими свойствами; много работ посвя­щено разработке новых никелевых жаропрочных сплавов и их приме­нению в реактивной, газотурбинной технике .

Это свидетельствует о все возрастающем интересе к металлическому никелю и его сплавам, обусловливающем непрерывный рост потребле­ния этого металла в новых областях техники.

Остановимся кратко на некоторых примерах современного примене­ния никеля и его сплавов и на этом фоне покажем перспективы дальней­шего его развития.

**5.1. Применение чистого никеля**

Никель в чистом виде находит основное применение в качестве защит­ных покрытий от коррозии в различных химических средах. Защитные покрытия на железе и других металлах получаются двумя известными способами: плакировкой и гальванопластикой. Первым методом плаки­рованный слой создается путем совместной прокатки в горячем состоя­нии тонкой никелевой пластинки с толстым железным листом. Соотноше­ние толщин никеля и покрываемого металла при этом равно примерно 1:10. В процессе совместной прокатки, за счет взаимной диффузии, эти листы свариваются, и получается монолитный двухслойный или даже трехслойный металл, никелевая поверхность которого предохраняет этот материал от коррозии.

Такого рода горячий метод создания защитных никелевых покрытий широко применяется для предохранения железа и нелегированных ста­лей от коррозии. Это значительно удешевляет стоимость многих изделий и аппаратов, изготовленных не из чистого никеля, а из сравнительно де­шевого железа или стали, но покрытых тонким защитным слоем из нике­ля. Из никелированных листов железа изготовляются большие резер­вуары для транспортировки и хранения, например, едких щелочей, при­меняемые также в различных производствах химической промышленности.

Гальванический способ создания защитных покрытий никелем явля­ется одним из самых старых методов электрохимических процессов. Эта операция, широко известная в технике под названием никелирование, в принципе представляет сравнительно простой технологический процесс. Он включает в себя некоторую подготовительную работу по весьма тща­тельной очистке поверхности покрываемого металла и подготовке элек­тролитической ванны, состоящей из подкисленного раствора никелевой соли, обычно сульфата никеля. При электролитическом покрытии като­дом служит покрываемый материал, а анодом — никелевая пластинка. В гальванической цепи никель осаждается на катоде с эквивалентным переходом его из анода в раствор. Метод никелирования имеет широкое применение в технике, и для этой цели потребляется большое количество никеля.

За последнее время метод электролитического покрытия никелем при­меняется для создания защитных покрытий на алюминии, магнии, цинке и чугунах. В работе описывается применение метода никелирования алюминиевых и магниевых сплавов, в частности для защиты дюралюми­ниевых лопастей винтовых самолетов. В другой работе описано применение никелированных чугунных барабанов для сушки в бумажном производстве; установлено значительное повышение коррозионной стой­кости барабанов и повышение качества бумаги на никелированных барабанах по сравнению с обычными чугунными без никелировки.

Теоретическим и практическим вопросам электролитического никели­рования посвящены многие доклады на 4-й международной конференции по электроосаждению: получение светлых покрытий, меры предохра­нения от растрескивания покрытий, применение различных электроли­тов, влияние органических соединений на поверхность осаждаемого ни­келя и др.

Описанию оригинального метода никелирования через каталитиче­скую реакцию посвящена работа. Этим методом, отличным от элек­тролитического, удается, по мнению автора, достигать равномерного по - 40 кровного слоя независимо от формы, конфигурации и размеров никелируе­мых деталей.

В работе советских авторов изучено электроосаждение золота "при добавке никеля в виде Ni(CN)2 для получения осадков с большей твер­достью и сопротивлением истиранию. Работа дала положительные резуль­таты. Получению светлых осадков при никелировании посвящена так­же.

Плавленый, ковкий никель в чистом виде также находит широкое применение в виде листов, труб, прутков и проволоки, легко получаемых из никеля существующими технологическими операциями.

Основные потребители никеля — химическая, текстильная, пищевая и другие отрасли промышленности. Из чистого никеля изготовляются различ­ные аппараты, приборы, котлы и тиг­ли с высокой коррозионной стойкостью и постоянством физических свойств. Осо­бое значение имеют никелевые материалы в изготовлении резервуаров и цис­терн для хранения в них пищевых продуктов, химических реагентов .

Никелевые тигли широко распространены в практике аналитической хи­мии. Никелевые трубы различных размеров служат для изготовления конденсаторов, в производстве водорода, для перекачки различных хи­мически активных веществ (щелочей) в химическом производстве. Нике­левые, химически стойкие инструменты широко используются в медицине, в научно-исследовательской работе.

Сравнительно новой областью применения никеля являются новые виды техники: приборы для радиолокации, телевидения, дистанционного управления процессами (в атомной технике), в последнее время стали из­готовляться из чистого никеля.

По сообщению авторов работы, никелевые пластинки в последнее время применяют взамен кадмиевых в механических прерывателях ней­тронного пучка с целью получения нейтронных импульсов с большим значением энергии.

Имеются интересные указания о применении никелевых пластинок в ультразвуковых установках, как электрических, так и механических, а также в современных конструкциях телефонных аппаратов.

Есть некоторые области техники, где чистый никель применяется или непосредственно в порошкообразном виде или в виде различных из­делий, получаемых из порошков чистого никеля.

Одной из областей применения порошкообразного никеля являются каталитические процессы в реакциях гидрогенизации непредельных уг­леводородов, циклических альдегидов, спиртов, ароматических углеводо­родов.

Каталитические свойства никеля аналогичны тем *же* свойствам пла­тины и палладия. Таким образом, химическая аналогия элементов од­ной и той же группы периодической системы находит отражение и здесь. Никель, как металл более дешевый, чем палладий и платина, широко применяется в качестве катализатора при гидрогенизационных про­цессах.

Для этих целей целесообразно применять никель в виде тончайшего порошка. Он получается специальным режимом восстановления водо­родом закиси никеля в интервале температур 300—350°.

В последнее время разработан оригинальный метод получения чис­тейшего порошка никеля (до 99,8—99,9% Ni) для различных целей, в том числе и для каталитических процессов.

Вопросу получения порошкообразного никеля стандартного состава посвящена одна из советских работ. В сообщении дается описа­ние металлокерамического метода получения порошкообразного никеля высокой чистоты и применения его для электротехнических целей. Там же приводятся данные по изготовлению этим методом сплавов никеля с железом. На основе применения порошков чистого никеля было освоено производство пористых фильтров для фильтрования газов, топлива и др. в различных областях химической промышленности. Значительное коли­чество никеля в порошкообразном виде потребляется в производстве раз­личных никелевых сплавов и в качестве связки при получении металлокерамическим способом твердых и сверхтвердых сплавов.

Никель широко применяется в качестве аккумуляторных электро­дов в щелочных аккумуляторах. В Германии еще в годы войны был раз­работан метод изготовления этих электродов из прессованных и спечен­ных при определенных условиях порошков чистого никеля. Этот способ стал широко применяться в Германии и других странах.

Имеются сообщения о том, что пластинки для щелочных аккуму­ляторов, изготовленные из тонкого порошка чистейшего никеля, получен­ного через карбонил никеля, имеющие 80% пористости и большую по­верхность, показывают высокую производительность. Подобные аккуму­ляторы сохраняются без разрядки при длительном хранении (примерно до одного года).

Некоторое применение никель находит в виде неорганических соеди­нений в керамической промышленности для различных покрытий, эма­лирования и других целей.

**5.2. Применение никелевых сплавов** .

При всем разнообразии применения никеля в чистом виде надо все же заметить, что расход его на эти цели составляет по тоннажу небольшую долю от общего потребления никеля — примерно 8%.

Главной и основной областью применения никеля почти со времени зарождения никелевой промышленности являются металлические спла­вы, в которых никель является либо легирующим элементом, либо ос­новой никелевого сплава, легированного другими элементами.

Выше было приведено соотношение доли расхода никеля на металли­ческие сплавы и в чистом виде для США за 1935 г.: примерно 82% для сплавов, 8% в чистом виде и 10% для никелирования.

За последние годы в распределении никеля по объектам его потребле­ния существенных изменений не произошло. Так, в 1953 г. потребление никеля в США по различным объектам составило.

#### Заключение.

Никель является одним из чрезвычайно важных металлов; он имеет свою замечательную историю и заманчивые перспективы дальнейшего применения.

Как химический элемент никель известен немногим более 200 лет, но практическое применение его в виде различных сплавов уходит в глубокую древность. В развитии человеческой культуры, в особенности народов За­кавказья, Средней Азии, Китая, Индии и Египта, известны примеры при­менения никельсодержащих сплавов более чем за 3000 лет до нашей эры.

В истории первобытной культуры, в так называемом железном веке никелю, наряду с его аналогом — железом, принадлежит особое место, так как эти два металла сопутствовали друг другу в самородном железе и особенно в метеоритном железе. Многие металлические изделия, найден­ные в Египте, оказались изготовленными за ЗЭОО—4000лет до н.э. из метео­ритного железа, содержащего от 6 до 50—60% никеля.

Но, разумеется, это было случайным применением никеля, без знания его как металла, без знания его свойств и методов его получения в чистом виде.

С конца XVIII столетия, с развитием естественных наук и в особен­ности химии, в орбиту хозяйственной деятельности человека стало вовле­каться все большее и большее число металлов. В середине XVIII века был открыт никель как элемент.

В успешном развитии химической науки XIX века, в подготовке и открытии величайшего закона природы — периодического закона химиче­ских элементов, сформулированного Д. И. Менделеевым в 1869 г., никель и его аналоги играли исключительно важную роль. Элементы VIII группы имели большое значение в обосновании периодической системы элементов— в изучении периодического характера изменения свойств элементов, так как они были связующим звеном между элементами основной подгруппы и побочных групп (подгруппы В) периодической системы, объясняя скач­кообразный характер изменения свойств элементов по периодам.

Как теперь ясно, именно через эти крайние элементы VIII группы - никель, палладий и платину — и далее через элементы нулевой группы происходит переход к элементам I группы (подгруппы В) и выявляется периодичность изменения свойств элементов.

С середины XIX века никель стал находить практическое применение. Как легирующий элемент, придающий высокую вязкость и прочность сталям, как химически стойкий металл и как основа многих металлических сплавов с особыми физическими свойствами — электрическими, магнит­ными и др. — никель становится важнейшим техническим металлом.

Быстрое развитие мирового производства никеля объясняется широ­кими и разносторонними потребностями быстро развивающейся техники

XIX и XX веков. Особенно большие масштабы производства никеля на­метились с первых лет настоящего столетия, когда начали легировать ни­келем стали, в особенности конструкционные, машиностроительные и бро­невые. Большое значение получили различного назначения чугуны, со­держащие никель.

С развитием многих отраслей техники появилась потребность в высоко­легированных сталях и сплавах с особыми физическими, химическими и механическими свойствами. В этом отношении первостепенная роль при­надлежала и принадлежит никелю, никелевым сталям и никелевым спла­вам. К настоящему времени насчитывается более 3000 составов различных сталей и сплавов, где никель является основой или присутствует как ле­гирующий . элемент.

Применение никеля в современной технике весьма разнообразно. Он применяется в чистом виде как химически стойкий, ферромагнитный ма­териал в аппаратостроении, как катализатор и как материал для аккуму­ляторов. Чистый никель применяется в значительных масштабах для за­щитных поверхностных покрытий: так называемое никелирование имеет большое значение для придания поверхности металлических материалов высокой химической стойкости.

Большое развитие получило применение никеля в виде различных сплавов на его основе. Следует особо отметить широкое применение сплавов никеля с хромом и железом (нихромы и ферронихромы), коррозионно- и кислотостойких никелевых сплавов, жаропрочных сплавов, сплавов никеля с медью, бериллием, кобальтом, твердых сплавов, где никель необ­ходим как связующий материал.

#### Литература

**1.** Г.Г. Уразов. Металлургия никеля .ОНТИ, 1935.

**2.** В.И. Смирнов. Металлурги никеля. Металлургиздат, 1947

**3.** Д.И. Чижиков. Металлургия цветных тяжелых металлов. Изд-во АН СССР,1948.

**4.** С.М. Ясюкович. Оборудование руд . Металлургиздат,1953