РЕФЕРАТ НА ТЕМУ:

«ТИТАН»

оглавление

Характеристика Элемента 3

история открытия 4

происхождение названия 4

нахождение в природе 4

запасы и добыча 5

**получение титана** **5**

экскурсия на кобинат 7

физические свойства 8

химические свойства 9

**применение** **12**

титан в химической и нефтехимической промышлености 13

Биологическая роль титана 16

**физиологическая роль титана** **5**

повышенное содержание титана 17

титан в медицине 17

титан в пищевой промышленности 18

анализ рынков потребления 19

цены 19

заключение 20

список литературы 21

**Характеристика элемента**

Тита́н — элемент побочной подгруппы четвёртой группы, четвёртого периода периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева, с атомным номером 22. Обозначается символом Ti (лат. Titanium). Простое вещество титан (CAS-номер: 7440-32-6) — лёгкий металл серебристо-белого цвета, относится к лёгким металлам. Природный титан состоит из смеси пяти стабильных изотопов: 46Ti (7,95%), 47Ti (7,75%), 48Ti (73,45%), 49Ti (5,51%), 50Ti (5,34%). Известны искусственные радиоактивные изотопы 45Ti (Ti1/2 = 3,09 ч, 51Ti (Ti1/2 = 5,79 мин) и др. Существует в двух кристаллических модификациях: α-Ti с гексагональной плотноупакованной решёткой, β-Ti с кубической объёмно-центрированной упаковкой, температура перехода α↔β 883 °C.

Поперечное сечение захвата тепловых нейтронов для природной смеси изотопов 5,6·10-28м2. Конфигурация внешних электронных оболочек атома 3d24s2; степени окисления + 4 (наиболее характерна), +3 и +2; энергия ионизации при последовательном переходе от Ti0 к Ti4+ равна соответственно 6,82, 13,58, 27,47, 43,24 эВ; сродство к электрону 0,39 эВ; электроотрицательность по Полингу 1,5; атомный радиус 0,149 нм, ковалентный радиус 0,132 нм, ионные радиусы, нм (в скобках указаны координационные числа) Ti4+ 0,056 (4), 0,065 (5), 0,0745 (6), 0,088 (8), Ti3+ 0,081 (6), Ti2+ 0,100 (6).

Свойства атома

Атомная масса (молярная масса) 47,88 а. е. м. (г/моль)

Радиус атома 147 пм

Энергия ионизации (первый электрон) 657,8(6,82) кДж/моль (эВ)

Электронная конфигурация [Ar] 3d2 4s2

Химические свойства

Ковалентный радиус 132 пм

Радиус иона (+4e)68 (+2e)94 пм

Электроотрицательность (по Полингу) 1,54

Электродный потенциал -1,63

Степени окисления 4, 3

Термодинамические свойства простого вещества

Плотность 4,54 г/см³

Молярная теплоёмкость 25,1[1] Дж/(K·моль)

Теплопроводность 21.9 Вт/(м·K)

Температура плавления 1933 K

Теплота плавления 18.8 кДж/моль

Температура кипения 3560 K

Теплота испарения 422,6 кДж/моль

Молярный объём 10,6 см³/моль

Кристаллическая решётка простого вещества

Структура решётки гексагональная плотноупакованная (α-Ti)

Параметры решётки a=2,951 с=4,697 (α-Ti) Å

Отношение c/a 1,587

Температура Дебая 380 K

**История открытия**

Открытие TiO2 сделали практически одновременно и независимо друг от друга англичанин У. Грегор и немецкий химик М. Г. Клапрот. У. Грегор, исследуя состав магнитного железистого песка (Крид, Корнуолл, Англия, 1789), выделил новую «землю» (окись) неизвестного металла, которую назвал менакеновой. В 1795 г. немецкий химик Клапрот открыл в минерале рутиле новый элемент и назвал его титаном. Спустя два года Клапрот установил, что рутил и менакеновая земля — окислы одного и того же элемента, за которым и осталось название «титан», предложенное Клапротом. Через 10 лет открытие титана состоялось в третий раз. Французский учёный Л. Воклен обнаружил титан в анатазе и доказал, что рутил и анатаз — идентичные окислы титана.

Первый образец металлического титана получил в 1825 году Й. Я. Берцелиус. Из-за высокой химической активности титана и сложности его очистки чистый образец Ti получили голландцы А. ван Аркел и И. де Бур в 1925 термическим разложением паров иодида титана TiI4.

**Происхождение названия**

Металл получил своё название в честь титанов, персонажей древнегреческой мифологии, детей Геи. Название элементу дал Мартин Клапрот, в соответствии со своими взглядами на химическую номенклатуру в противоход французской химической школе, где элемент старались называть по его химическим свойствам. Поскольку немецкий исследователь сам отметил невозможность определения свойств нового элемента только по его оксиду, он подобрал для него имя из мифологии, по аналогии с открытым им ранее ураном.

Однако согласно другой версии, публиковавшейся в журнале «Техника-Молодежи» в конце 80-х, новооткрытый металл обязан своим именем не могучим титанам из древнегреческих мифов, а Титании — королеве фей в германской мифологии (жена Оберона в шекспировском «Сне в летнюю ночь»). Такое название связано с необычайной «лёгкостью» (малой плотностью) металла.

**Нахождение в природе**

Титан находится на 10-м месте по распространённости в природе. Среди конструкционных металлов по распространённости занимает 4-е место, уступая железу, алюминию и магнию. Содержание в земной коре 0,57 % по массе. В биосфере титан в основном рассеян. В морской воде его содержится 1·10-7%. В свободном виде не встречается. Известно более 100 минералов, содержащих титан. Важнейшие из них: рутил TiO2, ильменит FeTiO3, титаномагнетит FeTiO3 + Fe3O4, перовскит CaTiO3, титанит CaTiOSiO4 и манганотанталит MnTa2O6. Различают коренные руды титана — ильменит-титаномагнетитовые и россыпные — рутил-ильменит-цирконовые.

Больше всего титана в основных породах так называемой «базальтовой оболочки» (0,9%), меньше в породах «гранитной оболочки» (0,23%) и ещё меньше в ультраосновных породах (0,03%) и др. К горным породам, обогащенным титаном, относятся пегматиты основных пород, щелочные породы, сиениты и связанные с ними пегматиты и др.

Руды титана, имеющие пром. значение, разделяются на две осн. группы: коренные - ильменит-титано-магнетитовые; россыпные-рутил-ильменит-цирконо-вые. Крупные коренные месторождения ильменита и титаномагнетитов находятся в Канаде, США, Норвегии, Швеции, ЮАР, Египте, Индии, Австралии, СНГ. Общие запасы коренных месторождений оценивают в 600 млн. т по содержанию титана. Россыпные руды имеются в Бразилии, Индии, США, Сьерра-Леоне, Австралии.

**Запасы и добыча**

Основные руды: ильменит (FeTiO3), рутил (TiO2), титанит (CaTiSiO5).

На 2002 год, 90 % добываемого титана использовалось на производство диоксида титана TiO2. Мировое производство диоксида титана составляло 4,5 млн т. в год. Подтвержденные запасы диоксида титана (без России) составляют около 800 млн т. На 2006 год, по оценке Геологической службы США, в пересчёте на диоксид титана и без учёта России, запасы ильменитовых руд составляют 603—673 млн т., а рутиловых — 49.7—52.7 млн т. Таким образом, при нынешних темпах добычи мировых разведанных запасов титана (без учёта России) хватит более чем на 150 лет.

Россия обладает вторыми в мире, после Китая, запасами титана. Минерально-сырьевую базу титана России составляют 20 месторождений (из них 11 коренных и 9 россыпных), достаточно равномерно рассредоточенных по территории страны. Самое крупное из разведанных месторождений находится в 25 км от города Ухта (Республика Коми). Запасы месторождения оцениваются в 2 миллиарда тонн.

Крупнейший в мире производитель титана — российская компания «ВСМПО-АВИСМА».

**Получение**

Ильменитовые концентраты, содержащие 40-62% ТiO2 и 40-48% FeO + Fe2O3, чаще всего подвергают либо сернокислотной, либо пирометаллургич. переработке. В первом случае концентраты разлагают H2SO4, выщелачивают водой и гидролизуют образовавшиеся окси-сульфаты титана; получают гидроксид Ti, который прокаливают до ТiO2. Побочный продукт - FeSO4 · 7Н2О.

Пирометаллургическая переработка состоит в восстановительной плавке ильменитовых концентратов с коксом или антрацитом и последовательном хлорировании титанового шлака (содержит 80-85% ТiO2):

TiO2 + 2C + 2Cl2 =TiCl4 + 2CO.

Затем проводят очистку TiCl4:

TiCl4+ 2Mg = 2MgCl2+ Ti,

его восстановление с получением титановой губки, переплавку губки и рафинирование металла. Алюмотермическим восстановлением ильменитовых концентратов получают ферротитан.

Восстановительную плавку ильменитовых концентратов ведут в электродуговых печах при 1600-1700 °С, загружая в печи брикетированную или порошкообразную шихту и получая два продукта - чугун и титановый шлак. Извлечение титана в шлак составляет 96,0-98,5%, Fe в чугун - 96-97%, расход электроэнергии на 1 т шлака 1900-2100 кВт·ч. Состав шлака: 82-87% ТiO2,2,7-6,5% FeO, 2,8-5,6% SiO2, 2-6% А12О3, 2-6% MgO, а также СаО, МnО, Сr2О3 и др. Хлорирование ТiO2, титановых шлаков и других титансодержащих продуктов проводят около 900—1000 °С в шахтных печах, реакторах с солевым расплавом или реакторах кипящего слоя. К исходному продукту добавляют кокс, который связывает кислород оксидов в смесь СО и СО2 и влияет на равновесие процесса. Перед хлорированием в шахтных печах титановые концентраты или шлаки смешивают с нефтяным коксом (20-25% в шихте) и связующими, брикетируют и прокаливают брикеты при 800-850 °С.

Хлорирование в расплаве, содержащем КС1, NaCl, СаСl2, MgCl2 и небольшие количества других хлоридов, не требует брикетирования порошкообразной шихты; удульная производительность реакторов выше, чем шахтных печей.

Реакционные газы из хлораторов направляют на очистку в солевых фильтрах (примеси FeCl3, AlCl3, некоторых оксихлоридов образуют с NaCl и КС1 легкоплавкие хлорометаллаты), а затем на конденсацию TiCl4. Очищают TiCl4 ректификацией (от некоторых примесей - их селективным восстановлением).

Восстанавливают TiCl4 обычно магниетермически (процесс Кролля). Таким путем получают около 80% всего титана. Применяют специальные герметичные реторты, рассчитанные на одновременное получение от 1 до 10 т Ti, с суточной производительностью до 140 т. TiCl4 подают в реторту непрерывно или периодически, одновременно сливая накопившийся расплавленный MgCl2. По завершении процесса реторту охлаждают, извлекают и очищают полученный пористый титан - титановую губку.

Применяют также натриетермическое восстановление TiCl4 с последующей отмывкой губки от NaCl слабым раствором НС1. Получаемый при этом порошкообразный титан переплавляют. Описано восстановление TiO2 с помощью Са, а также СаН2.

Рафинируют титан электролитически или иодидным способом (с промежуточным образованием TiI4), для получения слитков используют дуговую, электроннолучевую или плазменную переплавку. Масса слитков титана достигает 4-9 т.

Сульфатная и пирометаллургическая схемы могут совмещаться. Так, титановые шлаки после восстановительной плавки ильменитовых концентратов могут быть подвергнуты сульфатизации.

Разрабатываются процессы непосредственного хлорирования ильменитовых концентратов, фторидной переработки титанового сырья, получения искусственного рутила из ильменитовых концентратов, электролитического производства титана из TiCl4 в расплаве хлоридов, плазмохимического восстановления TiCl4 и др.

Щелочи, NH3 и (NH4)2S на холоду осаждают из растворов Ti(IV) в виде Ti(OH)4. Титансодержащие анализируемые материалы переводят в раствор действием фтористоводородной кислоты или H2SO4 с добавкой HF, сплавлением с NaOH или с его смесью с Na2CO3 или Na2O2, а также с Na2S2O7. Отделяют титан от других элементов действием H2S в виннокислой среде, купферона, салициловой кислоты, NaOH. Наиболее важные методы определения титана-колориметрический, основанный на реакции с Н2О2, и объемный, заключающийся в восстановлении титана цинком и последующем титровании КМnО4. Гравиметрические методы (весовая форма - прокаленный ТiO2) основан на осаждении щелочами, сульфидами щелочных металлов, купфероном и др., их используют для анализа простых продуктов.

Мировое производство металлического титана развивалось весьма быстро: около 2 т в 1948, 2100 т в 1953, 20 000 т в 1957; в 1975 оно превысило 50 000 т.

*Экскурсия на комбинат*

Титано-магниевые комбинаты – огромные промышленные предприятия, где каждый цех представляет собой почти целый самостоятельный завод. «Рождению» титана предшествует несколько стадий, так называемых пределов, каждый из которых – определённый технологический этап.

Восстановительная плавка ильменитового концентрата – первая стадия переработки сырья на комбинате. В обычные электродуговые печи, представляющие собой ванны из огнеупорного кирпича с опущенными почти до самого дна графитированными электродами, загружают шихту. Она состоит из ильменитового концентрата и специального углеродистого восстановителя – кокса, антрацита и других углеродосодержащих веществ с наименьшим количеством золы и серы. В результате плавки получают богатые титаном шлаки и обычный чугун. Присутствие в чугуне титана действует благотворно на чёрный металл, поэтому при производстве чугуна и стали титан к ним нередко добавляют специально. Здесь же титан переходит в чугун непосредственно из ильменитового концентрата.

Входящая в состав ильменита окись железа восстанавливается до металла, который опускается на дно ванны и, насыщаясь углеродом, превращается в чугун. Чтобы отделить титановые шлаки от чугуна, жидкой массе дают отстояться. Титановые шлаки всплывают, а более тяжёлый чугун оседает на дно. Основу шлака составляет двуокись титана, но она загрязнена примесями соединений железа, кремния, кальция.

Остывший шлак представляет собой порошок, в котором отчётливо видны мелкие чешуйки. В титановый шлак добавляют нефтяной кокс. В качестве связующего вещества применяют каменноугольные пек или смолу. Из полученной массы, называемой шихтой, прессуют брикеты. Их высушивают, затем в специальных печах, куда не проникает воздух, при температуре 700 – 900С спекают. В результате происходит процесс коксования, поры в брикетах увеличиваются. Теперь уже можно подавать брикеты в шахтную печь.

Печь для хлорирования – это стальной цилиндр, выложенный изнутри слоем особо стойкого кирпича. В цилиндр через загрузочное устройство сверху попадают брикеты шихты, с помощью электронагревательных элементов доводят их температуру до 800 – 850С. хлор подают снизу. Печь герметически закрыта и работает непрерывно. Процессы хлорирования идут в нижнем, нагретом слое шихты. По мере расходования брикетов добавляют новые, причём загружают их так, что герметичность печи не нарушается.

**Физические свойства**

Титан — легкий серебристо-белый металл. Существует в двух кристаллических модификациях: ниже температуры 882,5 °С α-Ti с гексагональной плотноупакованной решёткой (a=2,951 Å; с=4,697 Å; z=2; пространственная группа C6mmc), а выше этой температуры β-Ti с кубической объёмноцентрированной упаковкой (a=3,269 Å; z=2; пространственная группа Im3m), температура перехода α↔β 883 °C, ΔH перехода 3,8 кДж/моль. Точка плавления 1671 °C, точка кипения 3260 °C, плотность α-Ti и β-Ti соответственно равна 4,505 (20 °C) и 4,32 (900 °C) г/см³, атомная плотность 5,71×1022 ат/см³.

Атомный радиус Ti 1,46 , ионные радиусы Ti+ 0,94 , Ti2+ 0,78 , Ti3+ 0,69 , Ti4+ 0,64 , tпл1668±5°С, tкип 3227 °С; теплопроводность в интервале 20—25 °С 22,065 вт/(м × К) [0,0527 кал/(см × сек × °С)]; температурный коэффициент линейного расширения при 20 °С 8,5×10-6, в интервале 20—700 °С 9,7×10-6; теплоёмкость 0,523 кдж/(кг ×К) [0,1248 кал/(г×°С)]; удельное электросо-противление 42,1×10-6 ом ×см при 20 °С; температурный коэффициент электросопротивления 0,0035 при 20 °С; обладает сверхпроводимостью ниже 0,38±0,01 К. Титан парамагнитен, удельная магнитная восприимчивость (3,2±0,4)×10-6 при 20°С. Предел прочности 256 Мн/м2 (25,6 кгс/мм2), относительное удлинение 72%, твёрдость по Бринеллю менее 1000 Мн/м2 (100 кгс/мм2). Модуль нормальной упругости 108000 Мн/м2 (10800 кгс/мм2). Металл высокой степени чистоты ковок при обычной температуре. Пластичен, сваривается в инертной атмосфере.

Имеет высокую вязкость, при механической обработке склонен к налипанию на режущий инструмент, и поэтому требуется нанесение специальных покрытий на инструмент, различных смазок.

При обычной температуре покрывается защитной пассивирующей пленкой оксида TiO2, благодаря этому коррозионностоек в большинстве сред (кроме щелочной).

Исследование физико-химических свойств металлического титана приводило к почти фантастическим результатам. Оказалось, например, что титан, будучи почти вдвое легче железа (плотность титана 4,5 г/см3), по прочности превосходит многие стали. Сравнения с алюминием оказалось тоже в пользу титана: титан всего в полтора раза тяжелее алюминия, но зато в шесть раз прочнее и, что особенно важно, он сохраняет свою прочность при температурах до 500 С (а при добавки легирующих элементов элементов – до 650 С), вто время как прочность алюминиевых и магниевых сплавов резко падает уже при 300С.

Титан обладает и значительной твёрдостью: он в 12 раз твёрже алюминия, в 4 раза – железа и меди. Ещё одна важная характеристика металла – предел текучести. Чем он выше, тем лучше детали из этого металла сопротивляются эксплуатационным нагрузкам, тем дольше они сохраняют свои формы и размеры. Предел текучести у титана почти в 18 раз выше, чем у алюминия.

В отличие от большинства металлов титан обладает значительным электросопротивлением: если электропроводность серебра принять за 100, то электропроводность меди равна 94, алюминия – 60,железа и платины – 15, а титана – всего 3,8. Вряд ли нужно объяснять, что это свойство,как и немагнитность титана, представляет интерес для радиоэлектронники и электротехники.

Титановая пыль имеет свойство взрываться. Температура вспышки 400°С.

**Химические свойства**

Титан устойчив к разбавленным растворам многих кислот и щелочей (кроме HF, H3PO4 и концентрированной H2SO4).

Легко реагирует даже со слабыми кислотами в присутствии комплексообразователей, например, с плавиковой кислотой HF он взаимодействует благодаря образованию комплексного аниона [TiF6]2-.

При нагревании на воздухе до 1200°C Ti загорается с образованием оксидных фаз переменного состава TiOx. Из растворов солей титана осаждается гидроксид TiO(OH)2·xH2O, осторожным прокаливанием которого получают оксид TiO2. Гидроксид TiO(OH)2·xH2O и диоксид TiO2 амфотерны.

TiO2 взаимодействует с серной кислотой при длительном кипячении. При сплавлении с содой Na2CO3 или поташом K2CO3 оксид TiO2 образует титанат: TiO2+K2CO3=K2TiO3+CO2.

При нагревании Ti взаимодействует с галогенами. Тетрахлорид титана TiCl4 при обычных условиях — желтоватая, сильно дымящая на воздухе жидкость, что объясняется сильным гидролизом TiCl4 содержащимися в воздухе парами воды и образованием мельчайших капелек HCl и взвеси гидроксида титана.

Восстановлением TiCl4 водородом, Al, Si, другими сильными восстановителями, получен трихлорид и дихлорид титана TiCl3 и TiCl2 — твердые вещества с сильно восстановительными свойствами. Ti взаимодействует с Br2 и I2.

С N2 выше 400 °C титан образует нитрид TiNx(x=0,58-1,00). При взаимодействии титана с C образуется карбид титана TiCx (x=0,49-1,00).

При нагревании Ti поглощает H2 с образованием соединения переменного состава TiHх (x=1,0). При нагревании эти гидриды разлагаются с выделением H2. Титан образует сплавы со многими металлами.

Чистый титан — химически активный переходный элемент, в соединениях имеет степени окисления + 4, реже +3 и +2. При обычной температуре и вплоть до 500—550 °С коррозионно устойчив, что объясняется наличием на его поверхности тонкой, но прочной окисной плёнки. При измельчении в порошок горит на воздухе.

С кислородом воздуха заметно взаимодействует при температуре выше 600 °С с образованием TiO2. Тонкая титановая стружка при недостаточной смазке может загораться в процессе механической обработки. При достаточной концентрации кислорода в окружающей среде и повреждении окисной плёнки путём удара или трения возможно загорание металла при комнатной температуре и в сравнительно крупных кусках.

Окисная плёнка не защищает титан в жидком состоянии от дальнейшего взаимодействия с кислородом (в отличие, например, от алюминия), и поэтому его плавка и сварка должны проводиться в вакууме, в атмосфере нейтрального газа или под флюсом. Титан обладает способностью поглощать атмосферные газы и водород, образуя хрупкие сплавы, непригодные для практического использования; при наличии активированной поверхности поглощение водорода происходит уже при комнатной температуре с небольшой скоростью, которая значительно возрастает при 400 °С и выше. Растворимость водорода в титане является обратимой, и этот газ можно удалить почти полностью отжигом в вакууме. С азотом титан реагирует при температуре выше 700 °С, причём получаются нитриды типа TiN; в виде тонкого порошка или проволоки титан может гореть в атмосфере азота. Скорость диффузии азота и кислорода в титане значительно ниже, чем водорода. Получаемый в результате взаимодействия с этими газами слой отличается повышенными твёрдостью и хрупкостью и должен удаляться с поверхности титановых изделий путём травления или механической обработки. Титан энергично взаимодействует с сухими галогенами, по отноше-нию к влажным галогенам устойчив, так как влага играет роль ингибитора.

Металл устойчив в азотной кислоте всех концентраций (за исключением красной дымящейся, вызывающей коррозионное растрескивание титана, причём реакция иногда идёт со взрывом), в слабых растворах серной кислоты (до 5% по массе). Соляная, плавиковая, концентрированная серная, а также горячие органические кислоты: щавелевая, муравьиная и трихлоруксусная реагируют с титаном.

Титан коррозионно устойчив в атмосферном воздухе, морской воде и морской атмосфере, во влажном хлоре, хлорной воде, горячих и холодных растворах хлоридов, в различных технологических растворах и реагентах, применяемых в химической, нефтяной, бумагоделательной и др. отраслях промышленности, а также в гидрометаллургии. Титан образует с С, В, Se, Si металлоподобные соединения, отличающиеся тугоплавкостью и высокой твёрдостью. Карбид TiG (tпл 3140 °С) получают нагреванием смеси TiO2 с сажей при 1900—2000 °С в атмосфере водорода; нитрид TiN (tпл 2950 °С) — нагреванием порошка титана в азоте при температуре выше 700 °С. Известны силициды TiSi2, Ti5Si3, TiSi и бориды TiB, Ti2B5, TiB2. При температурах 400—600 °С титан поглощает водород с образованием твёрдых растворов и гидридов (TiH, TiH2). При сплавлении TiO2 со щелочами образуются соли титановых кислот мета- и ортотитанаты (например, Na2TiO3 и Na4TiO4), а также полититанаты (например, Na2Ti2O5 и Na2Ti3O7). К титанатам относятся важнейшие минералы титана, например ильменит FeTiO3, перовскит CaTiO3. Все титанаты малорастворимы в воде. Двуокись титана, титановые кислоты (осадки), а также титанаты растворяются в серной кислоте с образованием растворов, содержащих титанилсульфат TiOSO4. При разбавлении и нагревании растворов в результате гидролиза осаждается H2TiO3, из которой получают двуокись титана. При добавлении перекиси водорода в кислые растворы, содержащие соединения Ti (IV), образуются перекисные (надтитановые) кислоты состава H4TiO5 и H4TiO8 и соответствующие им соли; эти соединения окрашены в жёлтый или оранжево-красный цвет (в зависимости от концентрации титана), что используется для аналитического определения титана.

**Применение**

Основные преимущества титана перед др. конструкционными металлами: сочетание лёгкости, прочности и коррозионной стойкости. Титановые сплавы по абсолютной, а тем более по удельной прочности (то есть прочности, отнесённой к плотности) превосходят большинство сплавов на основе др. металлов (например, железа или никеля) при температурах от -250 до 550 °С, а по коррозионности они сравнимы со сплавами благородных металлов (см. также Лёгкие сплавы). Однако как самостоятельный конструкционный материал титан стал применяться только в 50-е гг. 20 в. в связи с большими техническими трудностями его извлечения из руд и переработки (именно поэтому титан условно относили к редким металлам). Основная часть титана расходуется на нужды авиационной и ракетной техники и морского судостроения. Сплавы титана с железом, известные под названием «ферротитан» (20—50% титана), в металлургии качественных сталей и специальных сплавов служат легирующей добавкой и раскислителем.

Технический титан идёт на изготовление ёмкостей, химических реакторов, трубопроводов, арматуры, насосов и др. изделий, работающих в агрессивных средах, например в химическом машиностроении. Титан используется для производства баллонов, в которых газы могут храниться длительное время под большим давлением. В американских ракетах типа «Атлас» сферические резервуары для хранения сжатого гелия сделаны из титана. Из титановых сплавов изготовляют баки для жидкого кислорода, применяемые в ракетных двигателях. В гидрометаллургии цветных металлов применяется аппаратура из титана. Он служит для покрытия изделий из стали. Использование титана даёт во многих случаях большой технико-экономический эффект не только благодаря повышению срока службы оборудования, но и возможности интенсификации процессов (как, например, в гидрометаллургии никеля). Биологическая безвредность титана делает его превосходным материалом для изготовления оборудования для пищевой промышленности (пищевая добавка E171) и в восстановительной хирургии. В условиях глубокого холода прочность титана повышается при сохранении хорошей пластичности, что позволяет применять его как конструкционный материал для криогенной техники. Нитинол (никель-титан) — сплав, обладающий памятью формы, применяемый в медицине и технике.

Титан используется в художественном литье. Он хорошо поддаётся полировке, цветному анодированию и др. методам отделки поверхности и поэтому идёт на изготовление различных художественных изделий, в том числе и монументальной скульптуры. Примером может служить памятник в Москве, сооруженный в честь запуска первого искусственного спутника Земли.

В 1908 г. в США и Норвегии началось изготовление белил не из соединений свинца и цинка, как делалось прежде, а из двуокиси титана. Такими белилами можно окрасить в несколько раз большую поверхность, чем тем же количеством свинцовых или цинковых белил. К тому же у титановых белил больше отражательная способность, они не ядовиты и не темнеют под действием сероводорода. В медицинской литературе описан случай, когда человек за один раз "принял" 460 г двуокиси титана! «Любитель» двуокиси титана не испытал при этом никаких болезненных ощущений. Двуокись титана входит в состав некоторых медицинских препаратов, в частности мазей против кожных заболеваний.

Однако не медицина, а лакокрасочная промышленность потребляет наибольшее количество TiO2. Мировое производство этого соединения намного превысила полмиллиона тонн в год. Эмали на основе двуокиси титана широко используют в качестве защитных и декоративных покрытий по металлу и дереву в судостроении, строительстве и машиностроении. Срок службы сооружений и деталей при этом значительно повышается. Титановыми белилами окрашивают ткани, кожу и другие материалы. Белый диоксид титана используется также при производстве бумаги и пластика.

Двуокись титана входит в состав фарфоровых масс, тугоплавкий стекол, керамических материалов с высокой диэлектрической проницаемостью. Как наполнитель, повышающий прочность и термостойкость, её вводят в резиновые смеси. Однако все достоинства соединений титана кажутся не существенными на фоне уникальных свойств металлического титана.

Из соединений титана практического значение имеют окислы титана, галогениды титана, а также силициды титана, используемые в технике высоких температур; бориды титана и их сплавы, применяемые в качестве замедлителей в ядерных энергетических установках благодаря их тугоплавкости и большому сечению захвата нейтронов. Карбид титана, обладающий высокой твёрдостью, входит в состав инструментальных твёрдых сплавов, используемых для изготовления режущих инструментов и в качестве абразивного материала.

Двуокись титана и титанат бария служат основой титановой керамики. Неорганические соединения титана применяются в химической электронной, стекловолоконной промышленности в качестве добавки или покрытий. Диборид титана — важный компонент сверхтвердых материалов для обработки металлов. Нитрид титана применяется для покрытия инструментов. Титанат бария BaTiO3, титанат свинца PbTiO3 и ряд других титанатов — сегнетоэлектрики.

Титан является легирующей добавкой в некоторых марках стали. Титан используют в основном для получения легких прочных сплавов с Аl, V, Мо, Мn, Сr и др. В странах Запада и в Японии наибольшее распространение получил сплав Ti-Al-V, на производство которого идет до 50% титана. Чистый титан в виде кованых деталей, ленты, проволоки и др. применяют в электровакуумной технике для изготовления анодов, сеток и др. деталей, в виде порошка - в качестве газопоглотителя (геттера). С целью защиты от коррозии титан покрывают поверхности стальных изделий. Ферротитан (содержит 18-25% Ti) применяют для раскисления стали и удаления растворенных в ней кислорода, азота и серы. Присадки титана вводят в различные (марганцовистые, хромистые, хро-момолибденовые, хромоникелевые и др.) специальные стали, медные и алюминиевые сплавы. Алюминиды титана являются очень стойкими к окислению и жаропрочными, что в свою очередь определило их использование в авиации и автомобилестроении в качестве конструкционных материалов.

Титанорганические соединения (например, тетрабутоксититан) применяются в качестве катализатора и отвердителя в химической и лакокрасочной промышленности.

В 80-х гг. в развитых странах около 60-65% титан использовали в ракето- и самолетостроении, 15% в химической машиностроении, 10% в энергетике, 8% в кораблестроении и для опреснителей морской воды.

Гидрид титана служит лабораторным источником чистого Н2; K2TiF6 используют при переплавке А1 и его сплавов для получения слитков с тонкой структурой зерен и лучшими механическими свойствами, а также для получения лигатур Al-Ti и Al-Ti-B. Слоистый дисульфид TiS2 - перспективный материал для катодов хим. источников тока с Li-анодом, борид TiB2-материал для плавки Be и др. металлов, электродов для плавки А1.

Мировое производство титана (без СНГ) 30 тыс. т/год.

*Титан в химической и нефтехимической промышленности*

Химическая промышленность является одним из основных потребителей титана среди отраслей народного хозяйства. Ей по объемам потребления сейчас принадлежит второе место. Известно, что одной из важнейших проблем химических производств является проблема коррозии. Вместе с непрерывным увеличением объема производства растут издержки на защиту от коррозии и замену вышедшего из строя оборудования, потери от простоев и аварий. Наиболее эффективным путем решения этих вопросов является использование в химическом машиностроении новых коррозионностойких материалов.

Титановые сплавы эффективно заменяют дефицитные материалы: сплавы на основе никеля (хастеллой «В» и «С», монель), высоколегированные стали (Х23Н28МЗДЗТ), нержавеющие стали типа Х18Н10Т, редкие, драгоценные и цветные металлы (тантал, ниобий, платину, медь, олово), пластмассы.

Анализ свойств материалов, которыми располагает современная техника, показывает, что титановые сплавы обеспечивают в химии снижение эксплуатационных затрат, безаварийность работы, возможность создания усовершенствованных конструкций, исключают дорогостоящие и трудоемкие работы по футеровке, и все это несмотря на более высокие первоначальные капитальные вложения при применении титанового оборудования. Эксплуатация уже первых титановых аппаратов подтвердила его ценность как конструкционного материала для основных химических и нефтехимических производств. Первым использованием титана в химической промышленности считается применение его фирмой «Титаниум металлз корпорейшен оф Америка» в 1954 г. для футеровки миксера, содержащего двуокись хлора и подвергавшегося коррозии и истиранию.

Титановое оборудование изготавливается и широко применяется в США, Японии, Англии, ФРГ, Франции, Щвеции, Италии. Имеется успешный опыт его применения в Чехословакии, а также Болгарин, Румынии.

Многочисленные сведения по коррозионной стойкости титана и его сплавов и областях рационального их применения содержатся в весьма обширной литературе. К известным областям применении титана относятся производства: хлора и каустика, двуокиси хлора, хлорной кислоты, хлоридов и хлоратов калия, натрия, магния, марганца, перхлората аммония, гипохлорита кальция, натрия, трихлорацетата, гербицидов 2,4-Д, хлорокиси меди, хлорной извести, хлористого аммония, карналита, соды, бертолетовой соли, глауберовой соли, мочевины, азотной и серной кислот, полихлоруксусных, карбопопых кислот, этилбепзола, изопропилбен-зола, органического стекла, симаэина, хлористого нитрозила, меламина, азокрасителей, 2-3-дихлорнафтехипона, 1,4-параоксидифи ниламина, паранитроинилина, неозона Д, изатина, хромолана, оптически отбеливающих веществ, полиэтилена, ацетальдегида, синтетического каучука (хлоронрепового, изопрепового), жидкого тиокола, вискозного волокна, капролактама, винилацетата, эпоксидных смол, фармацевтических средств (танина, галловой кислоты, настойки йода, экстрактов чебреца, диголен-пео, водяного перца, нашатырного аниса, грудного элексира, инъекционных растворов и др.), опреснения морской воды и др. Всего в настоящее время известно очень большое число промышленных сред (свыше шестисот), где поведение титана хорошо изучено. Существует ряд производств (двуокись хлора, хлориты, ацетальдегид, гербициды и ряд других, важнейших химических продуктов), где титан являемся единственным коррозионностойким материалом.

Так как титановые сплавы относятся к сравнительно новым конструкционным материалам, то при их применении всегда была и остается целесообразной предварительная проверка коррозионной стойкости в конкретных производственных условиях. Промышленные среды, как правило, многокомпонентные системы, и часто даже небольшие добавки различных веществ, содержащихся в технологических растворах в корне меняют коррозионное поведение титана. Добавки окислителей, а также присутствие ионов металлов оказывают ингибирующее действие на коррозию титана в растворах минеральных кислот. Так, известны факты, когда титановое оборудование не подвергалось коррозионному разрушению в течение 8 лет в среде, содержащей серную кислоту до 200 г/л, при наличии солей меди, никеля, железа при температурах до 80°С. Скорость коррозии титана в 20%-ной серной кислоте при температуре 90°С составляет 0,5 мм/год. В то же время титановые насосы длительно работают в производстве на перекачке растворов, содержащих соляную кислоту (5—15%) и примеси хлоридов железа, алюминия, магния.

Титан обладает высокой коррозионной стойкостью во влажном хлоре, его кислородных соединениях, хлорсодержащих органических соединениях, растворах большинства хлоридов, в условиях, в которых углеродистые и высоколегирующие стали подвергаются язвенной коррозии и коррозионному растрескиванию. Именно в хлорной промышленности титановое оборудование имеет наиболее широкое применение. Однако на практике имеют место случаи аномальной коррозии титана во влажном хлоре и растворах хлоридов. Повышенная коррозия наблюдается в местах возникновения щелей и зазоров — местах соединения коллекторов с электролизерам, развальцовки труб в решетке (без дополнительной приварки) между валом и рабочим колесом и т. д. Избежать этих явлений можно рациональным конструированием оборудования, использованием титановых сплавов, менее подверженных щелевой коррозии (сплав титана с 0,2% палладия).

В контакте с другими металлами в большинстве агрессивных сред титан является катодом и увеличивает коррозию контактирующего с ним металла. К таким металлам относятся нержавеющие стали X18H10T, Х17ГШМ2Т, Х15Г9Н4 и другие, латунь, бронза. Коррозия при этом имеет часто язвенный межкристаллитный характер, скорость ее зависит от соотношения площадей контактируемых деталей.

Наибольшее применение в химической промышленности нашел сплав 8Т1-0. Из серийных сплавов он в большинстве случаев обладает лучшей коррозионной стойкостью и рекомендуется для работы при температуре не выше 350°С. Перспективно применение в химической промышленности также сплава АТ-3, разработанного в ИМЕТ АН СССР И. И. Корниловым с сотрудниками. В ряде случаев сплав показывает лучшую по сравнению с другими серийными сплавами (включая и ВТ1-0) коррозионную стойкость (среды фармацевтической, пищевой промышленности, морская вода). К преимуществам сплава следует отнести и его более высокие (по сравнению с ВТ1-0) антифрикционные свойства.

Для сред, содержащих концентрированную соляную и серную кислоты при температурах кипения, муравьиную, фосфорную и другие, рекомендованы сплавы титана, легированные палладием и молибденом. Сплавы обладают высокой коррозионной стойкостью в восстановительных средах, более устойчивы против щелевой и других видов местной коррозии. Предназначены для замены сплавов на основе никеля (хастеллой, монель), тантала, платины, золота. В настоящее время среди химических производств наибольшее развитие получают производства полимерных материалов - пластмасс, синтетических смол, волокон, каучуков, спиртов и т. д. Получение их осуществляется в средах, обладающих агрессивными свойствами (концентрированные растворы серной, соляной кислот в присутствии хлора, хлоропроизводных при повышенных температурах). В этих условиях большинство конструкционных материалов — нержавеющие стали, сплавы типа хастеллой «В» и «С» - подвергаются интенсивной коррозии и коррозионному растрескиванию. Исследования свойств сплавов марок 4200 и 4201 и опытнопромышленные испытания оборудования из них позволяют рекомендовать их к применению в производстве тетрахлоралканов, фурфурола, аминовых кислот, метилового эфира метикриловой кислоты, капролактама, вискозного волокна и др.

**Биологическая роль титана**

В животных организмах титан открыт английским химиком Г. Ризом в 1835, в растительных — немецким химиком А. Адергольдом в 1852. Растения поглощают титан из почв, концентрируя его в сотни и тысячи раз, животные — из растительной пищи*.*

В человеческом организме содержится до 20 мг титана. Титан постоянно присутствует в тканях растений и животных. В наземных растениях его концентрация — около 10-4%, в морских — от 1,2 ×10-3 до 8 ×10-2%, в тканях наземных животных — менее 2 ×10-4%, морских — от 2 ×10-4 до 2 ×10-2%. Накапливается у позвоночных животных преимущественно в роговых образованиях, селезёнке, надпочечниках, щитовидной железе, плаценте титан служит постоянной составной частью молока (в т. ч. женского); плохо всасывается из желудочно-кишечного тракта. В этих органах содержание элемента №22 с возрастом не изменяется, но в лёгких за 65 лет жизни оно возрастает более чем в 100 раз.

У человека суточное поступление титана с продуктами питания и водой составляет 0,85 мг; выводится с мочой и калом (0,33 и 0,52 мг соответственно). Относительно малотоксичен.

Из представителей флоры богата титаном водоросль кладофора: содержание в ней этого элемента превышает 0,03%.

**Физиологическая роль титана**

Титан является одним из наиболее биологически инертных металлов. Содержание титана в организме человека составляет 9 мг, из них на долю легких приходится около 2,4 мг. Достаточно высока концентрация титана в лимфоузлах. Суточное поступление титана с пищей и жидкостями составляет 0,85 мг, их них с питьевой водой 0,002 мг и воздухом 0,0007 мг. Всасывание соединений титана в ЖКТ человека составляет 1-3%. Ингаляционным путем в организм поступает менее 1% от поглощенной дозы, при этом до 30% титана задерживается в легких. Считается, что повышенное содержание титана в легких обусловлено его поступлением с пылью. Концентрация титана с возрастом в легких человека увеличивается многократно. Токсическая доза для человека: не токсичен.

Летальная доза для человека: нет данных.

*Повышенное содержание титана.*

Вдыхание двуокиси титана вызывает раздражение легких у человека и животных. Симптомами этого процесса являются кашель, часто с мокротой и одышка. Хроническое воздействие оксида титана приводит к его накоплению в легких (более 4 мг/кг сырого веса), а также в легочных (до 24 мг/кг сырого веса) и периферических (до 120 мг/кг сырого веса) лимфатических узлах. В дальнейшем возможно развитие воспаления, а в некоторых случаях и гранулематоза легких и плевры, при сочетанном воздействии оксида титана с другими реагентами, например с асбестом, силикатами, никелем или алюминием. Отмечена прямая корреляция тяжести силикоза с накоплением титана в легких, и особенно прикорневых лимфоузлах. Тем не менее, считается, что явления фиброза и воспаления в бронхо-легочной системе обусловлены в основном действием соединений кремния, а не титана.

При вдыхании четыреххлористого титана ярко выражены раздражения бронхо-легочной системы, что может привести к развитию трахеита и альвеолита.

**Титан в медицине.**

Конструкторов медицинской техники, медицинского инструментария и врачей разных профессий в новом конструкционном металле привлекают прежде всего биологическая инертность по отношению к организму живого существа в сочетании с высокими механическими свойствами, антикоррозионной стойкостью, а также дешевизна и доступность. Эти качества титана, усиленные специфическими свойствами, и обеспечили очень большой интерес к нему и интенсивное проведение конструкторских работ и клинических испытаний самых различных изделий. Известно, что по коррозионной стойкости во многих медицинских агрессивных средах титан не уступает платине; он стоек в растворах кислот и щелочей. Скорость коррозии титана в морской воде (по своему химическому составу очень похожей на лимфу) — 0,00002 мм/год или 0,02 мм в 1000 лет. Титан и его сплавы устойчивы и перекиси водорода, бензине, феноле, формальдегиде. После многократной стерилизации кипячением и обработки в автоклаве, многомесячной выдержки в 3%-ном растворе хлорамина, 96-градусиом этиловом спирте, растворе сулемы, трихлорэтилене следов коррозии на титановых сплавах не обнаружено. Точечная коррозия наблюдается у титановых сплавов лишь после пребывания в течение нескольких суток в 10%-ной спиртовой настойке йода.

Титан и его сплавы обладают высокой усталостной прочностью при знакопеременных нагрузках, что очень важно при изготовлении внутрикостных фиксаторов, наружных и внутренних протезов, которые постоянно подвергаются переменным нагрузкам.

Титан — пластичный металл; он хорошо поддается механической обработке: резанию, сверлению, фрезерованию, шлифованию. Изготавливать из него различные конструкции не труднее, чем из нержавеющей стали. Титан — немагнитный материал с низкой электропроводностью, что особенно ценно, так как благодаря этому можно использовать физиотерапию для лечения больных, в организме которых находятся титановые конструкции. Все это делает титан весьма перспективным для широкого применения в медицине.

Но самым важным результатом многолетних и тщательных исследований оказалось то, что титан является инертным металлом по отношению к биологической среде. Конструкции из титановых сплавов хорошо переносится человеческим организмом, обрастает костной и мышечной тканью. Металл практически не корродирует в агрессивных средах человеческого тела, а структура тканей, окружающих титановые конструкции, не изменяется на протяжении длительного времени. Своей химической индифферентностью титан превосходит не только все нержавеющие стали, но и нашедший в последнее время широкое применение «виталлиум» — сплав на кобальтовой основе. Ценно, что технически чистый титан содержит гораздо меньше примесей, чем другие используемые в медицине сплавы.

**Титан в пищевой промышленности**

Диоксид титана Е171 используется для окрашивания драже, жевательной резинки, порошкообразных продуктов, декорирования кондитерских изделий в дозировке около 0,1 г/кг. Предельно допустимые количества, приведённые в Директиве ЕС 94/36, определены KaKQS. Другие области применения: в ЕС и США разрешён и используется для окрашивания лекарственных средств и косметических препаратов, в РФ разрешён для приготовления таблеток и капсул (Приложение к приказу МЗ РФ № 80 от 19.03.98). Диоксид титана марок Kronos 1171 и Kemira AFDS допущен в качестве пищевого красителя в соответствии с Европейской инструкцией 94/36/СИ от 30 июня 1994 года.

В рыбной промышленности диоксид титана применяют при производстве аналогов рыбных изделий (крабовые палочки. лапша и пр.) и всевозможных изделий из рыбного фарша белой рыбы – котлет. фрикаделек, пельменей, паштетов, колбас.

Закладка рассчитывается в количестве 0,1 – 1% от массы рыбного/сурими фарша в зависимости от серости рыбного/сурими фарша и желаемого осветления. Диоксид титана закладывается в начальной стадии составления рецептуры на рыбный фарш после стабилизации его фосфатом и тщательно перемешивается для хорошего распределения и достижения максимального эффекта. Допускается закладывать диоксид титана на более поздних стадиях составления рецептуры.

В кондитерской промышленности диоксид титана применяют для осветления глазурей.

В производстве пельменей диоксид титана применяют для осветления муки.

Двуокись титана (Е171) можно использовать практически в любых продуктах, которым для эстетического вида необходим белый цвет в дозировке 0,1 - 1%.

Используется также в качестве белого пигмента в живописи, пигмента и наполнителя в производстве резин, пластмасс, бумаги и лакокрасочных материалов.

*Дозировка*

Дозировка красителя диоксид титана подбирается индивидуально, в зависимости от желаемой белизны теста. Расчетное количество красителя вносится вместе с мукой, тщательно перемешивается, а затем замешивается тесто. Закладка 100-200гр. на 100 кг муки.

В производстве растительных консервов диоксид титана применяют для осветления тертого хрена.

*Товарные формы*

Пищевой краситель диоксид титана обычно представляет собой чистое вещество, в котором могут присутствовать небольшие количества оксида алюминия и диоксида кремния, улучшающие технологичность продукта.

**Анализ рынков потребления**

В 2005 компания Titanium Corporation опубликовала следующую оценку потребления титана в мире:

60 % — краска;

20 % — пластик;

13 % — бумага;

7 % — машиностроение.

**Цены**

15-25 $ за килограмм, в зависимости от чистоты.

Чистота и марка чернового титана (титановой губки) обычно определяется по степени её пластичности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Значение металлов в человеческом обществе всё более возрастает. Переворот в технике происходит с интенсивным развитием алюминиевой и магниевой промышленности. В последние десятилетия человечество получило в своё распоряжение группы редких металлов. И вот уже в наши дни, в самые последние годы на авансцену истории «поднимается» новый промышленный металл – титан.

Титан с большим правом, чем алюминий, можно назвать металлом нашего века, точнее – второй его половины, так как этот новый конструкционный материал впервые стали производить и использовать только в пятидесятые годы. Впрочем, титан так и называют: «металл 20 века». И как много значений у слова «титан», так много эпитетов и наименований у самого металла. «Вечный», «парадоксальный», «металл сверхзвуковых скоростей, «металл будущего», «дитя войны» – вот только некоторые из них.

Титан называют металлом будущего. Это, конечно, правильно. В будущем появятся новые области применения замечательного материала, люди создадут сплавы с ещё более удивительными свойствами. Но ведь будущее начинается сегодня, будущее и настоящее не отдельны непроходимой границей.

Титан уже давно стал материалом современности – ценным, важным и необходимым. Больше того, широкое, повсеместное его применение как раз позволит скорее приблизить то светлое и прекрасное будущее, о котором мы все мечтаем.

Литература

1. Ресурсы сайтов: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org), [www.npotitan.ru](http://www.npotitan.ru).
2. Химическая энциклопедия
3. Большая советская энциклопедия

# 