

**ТИТАН И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ
В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ****Лысенко М.П., Тлехусеж М.А.***ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодар,
e-mail: lysenkomasha26122000@mail.ru*

Ученые находятся в постоянном поиске строительных материалов, которые отличаются прочностью, большой износостойкостью, быстрым и качественным производством, приемлемой ценой. В своей работе я обратила внимание на титан и его сплавы. В статье выделена общая информация о химическом элементе, рассмотрена история его открытия. Обращено внимание физические и химические свойства титана и его сплавов. Выявлены особенности эксплуатации титана, которые исходят из его свойств. Проанализированы области применения металла, и сплавов в различных отраслях промышленности. Обращено внимание на цены и количество титановых руд в России. Выявлены перспективные сферы применения титана и соединений на его основе. Подчеркнута безопасность титана и его сплавов с экологической точки зрения, что доказывают многие научные исследования. Выявлена универсальность титана как сырья для производства во многих областях легкой и тяжелой промышленности.

Ключевые слова: титан, сплавы титана, титановые руды, применение титана и его сплавов, универсальность титана как сырья

TITANIUM AND ITS APPLICATION IN VARIOUS INDUSTRIES**Lysenko M.P., Tlekhusezh M.A.***Kuban State Technological University, Krasnodar, e-mail: lysenkomasha26122000@mail.ru*

Scientists are in constant search of building materials, which are distinguished by durability, high wear resistance, fast and high-quality production, and an acceptable price. In my work, I drew attention to titanium and its alloys. General information about the chemical element is highlighted, the history of its discovery is considered. Attention is drawn to the physical and chemical properties of titanium and its alloys. Identified features of the operation of titanium, which are based on its properties. The fields of application of metal and its alloys in various industries are analyzed. Attention is paid to prices and the amount of titanium ores in Russia. Perspective spheres of titanium and titanium-based compounds application are revealed. The safety of titanium and its alloys from an ecological point of view is underlined, as many scientific studies prove. The universality of titanium as a raw material for production in many areas of light and heavy industry is revealed.

Keywords: titanium, titanium alloys, titanium ore, the use of titanium and its alloys, universality of titanium as a raw material

Титан (Ti) – химический элемент с порядковым номером 22. Принадлежит к четвертой группе периодической таблицы химических элементов, находится в четвёртом периоде. Атомная масса элемента 47,867 а.е.м. Простое вещество титан – лёгкий прочный металл серебристо-белого цвета, который плавится при температуре 3200 °С и закипает при температуре 3300 °С.

Титан – один из самых популярных элементов. Это название маркетологи дают многим продуктам, независимо от того, действительно ли в них содержится титан. Металл является символом прочности. Он абсолютно устойчив к коррозии и не вызывает аллергию. Однако, это дорогой металл, хотя его руды легкодоступны. Диоксид титана есть везде, например в титановых белилах – одной из самых распространенных белых красок. Диоксид титана добавляют и в краски других цветов для обеспечения матовости и непрозрачности покрытия [1].

Несколько ученых независимо друг от друга открыли титан. Каждый из них при-

думывал металлу название. Но закрепилось название, которое элементу дал немецкий ученый Мартин Клапрот в соответствии со своими взглядами на химическую номенклатуру. 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 [2].

Основными титановыми рудами являются ильменит (FeTiO_3), рутил (TiO_2), титанит (CaTiSiO_5). Наиболее богатыми по содержанию диоксида титана являются рутилсодержащие руды (93–96%). Ильменитовые содержат 44–70% диоксида титана, а концентраты из лейкоксеновых руд могут включать до 90% TiO_2 . По данным на 2002 год, 90% добываемого титана использовалось на производство диоксида титана TiO_2 . Мировое производство диоксида титана составляло 4,5 млн т. в год [3].

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 (Ярегское) находится в 25 км от города Ухта (Республика Коми). Запасы месторождения оцениваются в 2 миллиарда тонн руды со средним содержанием диоксида титана около 10% [4].

Цена титана достаточно высокая. Объясняется это тем, что его очень сложно извлекать из добытой руды. Если принять стоимость титана в концентрате за единицу, то стоимость готовой продукции – титанового листа в сотни раз больше. Объясняется это высоким сродством титана многим элементам и прочностью химических связей в его природных соединениях. Отсюда – сложности технологии. Магнитоермический способ производства титана разработан в 1940 г. американским учёным У. Кролем [5].

Существует большое количество титановых сплавов. TITAN GRABE 1-4: технически чистый титан, не имеющий никаких примесей, высокого уровня устойчивости к коррозии, включая самые агрессивные среды применения. Эта характеристика дала возможность очень широкого применения чистого титана. Очень тоненькая плёночка оксида около 10 нм, незаметная обычному зрению, быстро покрывает сам материал при реакции с влагой или кислородом. Эдакое автовосстановление поврежденных участков.

TITAN GRABE 5: это самый широко применяемый сплав титана с алюминием (6%), железом (максимум 0,25%), ванадием (4%) и кислородом (максимум 0,2%). Дополнительные элементы увеличивают прочность сплава, не нарушая термодинамические характеристики и жесткость чистого титана, а вот в показателе устойчивости к коррозии он немного уступает чистому титану, но очень успешен в таких средах, как морская вода, растворы хлора, кислоты. По сути, Titan Grade 5 – это основа 70% всего объема выплавляемых титановых сплавов [6].

Титан является универсальным конструкционным материалом, нашедшим свое применение в авиастроении как военном, так и в гражданском. Он вытесняет с арены алюминий и нержавеющей сталь, которые значительно уступают ему по необходимым в отрасли свойствам: прочности, износостойкости. Например, титановый корпус самолета при полете достигает скорости, намного большей, чем скорость звука. При этом нагревается до температуры свыше 300 °С и не плавится. Также титан приме-

няется в производстве деталей двигателя самолета. Все выше перечисленное подчеркивает прочность титана, стойкость к повышенным температурам.

Целесообразно применение титана в таких отраслях промышленности, как пищевая, нефтяная, электротехническая. Например, говоря о пищевой промышленности невозможно не отметить, что титан очень стойкий в органических кислотах, в рассолах, маринадах, острых соусах, в пищевых соках, спиртах, во всевозможных приправах. Исследования коррозионной стойкости титановых сплавов продемонстрировали, что титан успешно может найти применение в консервном, чайном, эфиромасличном, сахарном, мясо-молочном, кондитерском, рыбоперерабатывающем, хлебопекарном, пивоваренном, солевом и в других пищевых производствах [7]. В электротехнической промышленности металл применяется для бронирования кабелей, чему способствует его удельная прочность, высокое электрическое сопротивление и немагнитные свойства. Этот металл активно применяют в медицинской сфере при изготовлении медицинских инструментов, пластинок и винтов для крепления костей. Он может находиться в организме животного несколько месяцев, чему способствует образование на титановой пластине внутри организма мышечной ткани. Также титан широко используется в стоматологии.

Титан широко применяется в металлургии в роли легирующего элемента в производстве жаростойких и нержавеющих сталей. Титан добавляют в медь, алюминий, никель с целью повышения прочности последних. Двуокись титана применяется в производстве сварочных электродов, четыреххлористый титан используется в военном деле для организации дымовых завес. В радиотехнике и электротехнике применяется порошкообразный титан в роли поглотителя газов [8].

В производстве потребительской электроники титан также играет важную роль. Из TITAN GRABE 1 производят корпуса портативных компьютеров, мобильных телефонов, плазменных телевизоров и другого электронного оборудования. Из титана изготавливают часы и акустическое оборудование. Такая область применения металла обусловлена его легкостью, прочностью и привлекательным внешним видом готовых изделий.

Различные сплавы титана находят широкое применение в строительстве. В первую очередь – это сплав титана с цинком, который отличается высокими механическими показателями, устойчивостью к коррозии,

высокой жесткостью и пластичностью. В составе сплава содержится до 0,2% легирующих добавок, выполняющих функции модификаторов структуры. Благодаря алюминию и меди обеспечивается требуемая пластичность. Кроме того, использование меди позволяет повысить предельную прочность материала на растяжение, а сочетание химических элементов способствует снижению коэффициента расширения. Сплав применяется и для производства длинных лент и листов с хорошими эстетическими характеристиками и безопасностью для человека и окружающей среды. Кроме того, этот сплав хорош для изготовления нестандартных архитектурных элементов (куполов, фронтонов, шпилей), декоративных изделий (водостоков, отливов, кровельных коньков и т.д.). Сплав титана с цинком не имеет проблем в пайке, отличается большим сроком службы и способностью самовосстанавливаться. Например, незначительные царапины через время устраняются сами по себе [9]. Однако, из-за высокой стоимости металл титан в строительстве применяют только для уникальных сооружений (например, памятник космонавтам у станции метро «ВДНХ» в Москве).

Еще одно соединение – нитрид титана, используется как жаропрочный материал, в частности, из него делают тигли для плавки металлов в бескислородной атмосфере. В металлургии это соединение встречается в виде относительно крупных (единицы и десятки микрон) неметаллических включений в сталях, легированных титаном [10]. Но в основном применяется в качестве износостойкого и декоративного покрытия. Изделия, покрытые им, по внешнему виду похожи на золото и могут иметь различные оттенки, в зависимости от соотношения металла и азота в соединении. Нитрид титана используется для создания износостойких покрытий металлорежущего инструмента. Нанесение покрытия из нитрида титана производится в специальных камерах термодиффузионным методом. При высокой температуре титан и азот реагируют вблизи поверхности покрываемого изделия и диффундируют в саму структуру металла [11].

Чтобы улучшить свойства титановых сплавов, их легируют. Легирующие элементы, входящие в состав промышленных титановых сплавов, образуют с титаном твердые растворы замещения и изменяют температуру аллотропического превращения. Элементы, повышающие температуру превращения, способствуют стабилизации α -твердого раствора и называются α -стабилизаторами, это – алюминий, кислород, азот, углерод. Элементы, понижающие

температуру превращения, способствуют стабилизации β -твердого раствора и называются β -стабилизаторами, это – молибден, ванадий, хром, железо. Кроме α - и β -стабилизаторов различают нейтральные упрочнители: олово, цирконий, гафний. В соответствии с влиянием легирующих элементов титановые сплавы при нормальной температуре могут иметь структуру α - или $\alpha + \beta$.

Сплавы на основе титана можно подвергать всем видам термической, химико-термической и термомеханической обработки. Упрочнение титановых сплавов достигается легированием, наклепом, термическим воздействием. Часто титановые сплавы легируют алюминием, он увеличивает прочность и жаропрочность, уменьшает вредное влияние водорода, увеличивает термическую стабильность. Для повышения износостойкости титановых сплавов их подвергают цементации или азотированию [12].

Перспективной сферой использования сплавов из титана считается сверхглубокое бурение. Для изучения и добычи подземных богатств есть необходимость проникнуть глубоко под землю – свыше 15 тысяч метров. Буровые трубы из алюминия, например, разорвутся из-за собственной тяжести, и только сплавы из титана могут достигнуть действительно большой глубины [13].

Титан является негорючим строительным материалом. Сохранить здоровой окружающую среду в современном мире очень важно, поэтому экологический аспект использования строительных материалов сегодня имеет огромное значение. Ученые из Германии провели исследования и доказали, что металл титан и его сплавы безопасны для человека и природы, не вызывают аллергии и мало подвержены коррозии [14].

Все вышеперечисленные факты доказывают, что титан – прочный и лёгкий, универсальный металл. Его называют «металлом будущего», и этот статус присвоен ему по заслугам! Действительно, он обладает рядом свойств, которые другим металлам даже не снились. Титан является экологически безопасным и мало подверженным коррозии металлом, поэтому титан и его сплавы находят широкое применение в различных отраслях легкой и тяжелой промышленности. С каждым днем растет сфера применения титана, титановых сплавов.

Список литературы

1. Грей Т. Элементы: путеводитель по периодической таблице / Е. Грэй; пер. с англ. Г. Эрлиха. М.: ACT: CORPUS, 2014. 240 с.
2. Открытие титана. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.chem.msu.ru/rus/history/element/Ti.html> (дата обращения: 23.12.18).

-
3. Титановые руды. [Электронный ресурс]. URL: http://www.petrovskiy-tyumen.ru/rus/useful-information/titan/2007/01/23/titan_264.html (дата обращения: 26.11.18).
4. Добыча титана. [Электронный ресурс]. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/494> (дата обращения: 26.11.18).
5. Цена титана. [Электронный ресурс]. URL: http://titanen.ru/interesno_o_titane (дата обращения: 23.12.18).
6. Сплавы титана. [Электронный ресурс]. URL: <http://metizmsk.ru/blog/titan-i-ego-primenenie-krepezh-iz-titana> (дата обращения: 13.12.18).
7. Применение титана в пищевой промышленности. [Электронный ресурс]. URL: <https://aviatitan.net/108-primenenie-titana-v-pischevoy-promyshlennosti.html> (дата обращения: 24.12.18).
8. Применение титана. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.etalonstal.ru/statii/titan-i-ego-splavy-svoystva-i-sfera-primeneniya/> (дата обращения: 23.12.18).
9. Свойства сплава титана с цинком. [Электронный ресурс]. URL: protown.ru/information/hide/5616.html (дата обращения: 26.11.18).
10. Нитрид титана. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 13.12.18).
11. Применение нитрида титана как декоративного покрытия. [Электронный ресурс]. URL: moyasvarka.ru/izdeliya/titan-svoystva-i-primenenie.html (дата обращения: 26.11.18).
12. Легирование титановых сплавов. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mtomd.info/archives/1683> (дата обращения: 23.12.18).
13. Применение титана в сверхглубоком бурении. [Электронный ресурс]. URL: titanchik.ru/about/42-sfery-primeneniya-titana.html (дата обращения: 26.11.18).
14. Использование титана с экологической точки зрения. [Электронный ресурс]. URL: www.metotech.ru/titan-opisanie.htm (дата обращения: 13.12.18).
-