

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ НЕФТИ И ГАЗА ИМ. М.С. ГУЦЕРИЕВА

Реферат на тему:
**«Физические, химические, механические и
технологические свойства олова»**

Выполнил: Студент группы: ВУсБ 21.03.01.01-22
Нигматуллин М.Р.

Проверил: Доцент кафедры БНГС
Борисова Е.М.

Ижевск, 2022

Содержание:

Введение.....	3
Историческая справка.....	3
Характеристика и физические свойства олова.....	4
Отличие белого олова от серого олова.....	5
Химические свойства.....	6
Механические и технологические свойства олова.....	7
Диаграмма сплавов олово-свинец.....	8
Список используемой литературы:.....	10

Введение.

ОЛОВО, Sn (от лат. stannum, что первоначально относилось к сплаву свинца и серебра, а позднее к другому, имитирующему его сплаву, содержащему около 67% Sn; к 4 в. этим словом стали называть олово), химический элемент IVB подгруппы (включающей C, Si, Ge, Sn и Pb) периодической системы элементов. Олово – относительно мягкий металл, используется в основном как безопасное, нетоксичное, коррозионностойкое покрытие в чистом виде или в сплавах с другими металлами.

Главные промышленные применения олова – в белой жести (луженое железо) для изготовления тары, в припоях для электроники, в домовых трубопроводах, в подшипниковых сплавах и в покрытиях из олова и его сплавов. Олово образует различные соединения, многие из которых находят промышленное применение. Наиболее экономически важный оловосодержащий минерал – касситерит (оксид олова). Мировые месторождения касситерита разрабатывают в Юго-Восточной Азии, в основном в Индонезии, Малайзии и Таиланде. Другие важные месторождения касситерита находятся в Южной Америке (Бразилия и Боливия), Китае и Австралии.

Историческая справка.

Олово – один из семи древнейших металлов, то есть, известных человеческой цивилизации. Олово входит в состав бронзы – сплава, имеющего в прошлом настолько большое значение, что соответствующий период времени называют «бронзовым веком».

Олово начали применять, вероятно, еще во времена Гомера и Моисея. Открытие его было связано, скорее всего, со случайным восстановлением наносного касситерита (оловянного камня); наносные отложения встречаются на поверхности или близко к ней, и оловянные руды намного легче восстанавливаются, чем руды других металлов. Древние бритты были хорошо знакомы с оловом: в Корнуолле на юго-западе Англии были обнаружены древние горны со шлаком. Металл был, очевидно, малодоступен и дорог, т.к. оловянные предметы редко встречаются среди римских и греческих древностей, хотя об олове говорится в Библии в Четвертой книге Моисеевой (Числа), а слово касситерит, которое и сегодня используется для обозначения оксидной оловянной руды, – греческого происхождения. Малакка и Восточная Индия упоминаются как источники олова в арабской литературе 8–9 вв. и различными авторами в 16 в. в связи с Великими географическими открытиями. История оловянных разработок в Саксонии и Богемии относится еще к 12 в., но в 17 в. 30-летняя война (1618–1648) разрушила эту промышленность. Производство впоследствии возобновили, но вскоре оно пришло в упадок из-за открытия богатых месторождений в Америке.

Характеристика и физические свойства олова

Олово (Sn, Stannum) - химический элемент с атомным номером 50 в периодической системе. Относится к группе легких металлов; ковкий и пластичный материал. Имеет серебристо-белый цвет с блестящей поверхностью

Металл может существовать в трех модификациях в зависимости от температуры:

α -Sn (серое олово) - температура ниже 13,2 °С; кубическая кристаллическая решетка типа алмаза;

β -Sn (белое олово) - температура выше 13,2 °С; тетрагональная кристаллическая решетка;

γ -Sn - температура 161-232 °С.

Стоит отметить, что при температуре окружающей среды ниже 13,2 °С олово изменяет свое фазовое состояние и переходит в α -модификацию. При этом оно трескается и превращается в порошок. Наиболее высокая скорость перехода наблюдается при температуре -33 °С. Данное явление получило название “оловянная чума”.

В земной коре содержание Sn по разным данным составляет от $2 \cdot 10^{-4}$ до $8 \cdot 10^{-3}\%$ по массе. Данный металл занимает 47-е место по распространенности в земной коре. Основным минералом, содержащим олово, является касситерит (оловянный камень), в состав которого входит до 78,8% Sn.

Олово наделено множественными свойствами и вступает в реакцию со многими металлами, неметаллами и другими элементами периодической таблицы Менделеева. Поэтому рассмотрим общие характеристики вещества:

- Олово способно преобладать в твердом или жидком состоянии, поэтому значения плотности в различных вариантах отличаются — в первом случае показатель приравнивается к 7,3 г/куб. см, во втором — 6,98 7.3 г/куб. см.
- Что касается влиянию высоких температур, то стоит отметить, что олово начинает плавиться при 232 0С, а при температуре 2620 градусов оно начинает закипать.
- Емкость теплоотдачи олова в затвердевшей форме составляет 226 Дж/(кг*К), а в жидком, эта цифра доходит до 268 Дж/(кг*К).
- Молярная емкость теплоотдачи при стабильном давлении составляет: для белого олова - 27,11 Дж/(моль*К), для серого - 25,79 Дж/(моль*К).
- Теплоотдача при плавлении олова — 7,19 кДж/моль, а при испарении — 296 кДж/моль.
- Теплопроводность при оптимальной температуре (около 20 0С) приравнивается 65,26 Вт/(м*К).
- Сопротивление электротока колеблется в пределах 0,115 мк Ом*м.

- Удельная электрическая проводимость при 20 0С равняется 8,69 МСм/м.
- Тугость металла твердой формы варьируется в рамках от 55 ГПа до 48 ГПа при условии температур от 0 до 100 0С.
- Сопротивление при разрыве твердого олова равно 20 МПа.
- Удлинение — до 40%.
- Твердость серого олова достигает 62 МПа, белого — до 152 МПа.
- Оптимальная температура для литья колеблется от 260 до 300 градусов.
- При нагревании до + 170С олово приобретает хрупкую структуру.

Физические и механические свойства	
Свойство	Значение
Атомный номер	50
Атомная масса, а.е.м	118,7
Радиус атома, пм	162
Плотность, г/см ³	7,31
Теплопроводность, Вт/(м·К)	66,8
Температура плавления, °С	231,9
Температура кипения, °С	2620
Теплота плавления, кДж/моль	7,07
Теплота испарения, кДж/моль	296
Молярный объем, см ³ /моль	16,3
Группа металлов	Легкий металл

Отличие белого олова от серого олова.

Олово — это элемент, относящийся к классу полиморфических металлов. В быту многие сталкиваются с его бета-модификацией. Это белое олово со стойкостью к температурам от 14 и выше градусов по Цельсию. Внешне оно представляет собой пластичный и мягкий материал белого цвета. Его структура представлена в виде кристаллической решетки, построенной по типу тетрагональной сингонии. Его атомное строение обуславливается окружением октаэдров, что дает олову плотность до 7,2 г/куб. м. Если зажать кусок олова в тиски и прислушаться, можно наблюдать своеобразный хруст, исходящий от трущихся кристаллов.

При воздействии низкой температуры на белое олово, структура металла начинает меняться, постепенно переходя в альфа-версию, приобретая серый оттенок. Это обуславливается тем, что при падении температуры ниже 0 градусов, кристаллы

формируют новую структуру, как у алмаза. При этом, увеличивается объем металла, и он постепенно начинает распадаться, пока окончательно не превратиться в оловянный порошок.

Переход с одной модификации в другую, обуславливается воздействием низкой температуры. В естественных условиях окружающей среды, этот переход проходит немного быстрее, а максимально быстрый распад достигается при температуре — 33 градуса. Однако образование порошкообразного вещества может происходить не только под влиянием низких температур. Ионное излучение также может вызвать распад металла и его переход в состояние порошка. Существует возможность изменить структуру олова до гелиевого состояния, если достичь необходимого охлаждения в определенных условиях.

Электрофизические характеристики олова обуславливаются его структурой, поэтому каждой модификации присущи свои показатели. Например, бета-олово считается металлом, а версия альфа является полупроводником, который используется при пайке. При воздействии внешних факторов, альфа-олово (ниже 3,72 К) преобразуется в модификацию сверхпроводника. При этом атомы кристаллической решетки бета-модификации образуют $s2p2$, а форма альфа обращается в состояние $sp3$. При воздействии магнитного поля олово может проявлять себя по-разному. В одном случае оно парамагнитно, но при определенных обстоятельствах может стать диамагнитным.

Если представить, что различные модификации будут взаимодействовать между собой, то бета-олово может быстро трансформироваться в альфа-олово. Это происходит потому, что структура олова не постоянна. Такой процесс перехода можно сравнить с заражением. Такое поведение металла было замечено еще в 1870 году, и названо уже в 1911 году "оловянной чумой".

В ходе экспериментов и химических опытов было установлено, что заражение можно предотвратить и даже остановить. Для этого необходимо использовать химический элемент — висмут. Ученые даже нашли способ, чтобы ускорить процесс перехода с бета до альфа-версии. Этому способствует химическая реакция олова с хлор станнатом аммония.

Химические свойства

Химические свойства	
Свойство	Значение
Ковалентный радиус, пм	141
Радиус иона, пм	(+4e) 71 (+2) 93
Электроотрицательность (по Полингу)	1,96
Электродный потенциал	-0,136
Степени окисления	+4, +2
Энергия ионизации, кДж/моль (эВ)	708,2 (7,34)

При комнатной температуре олово химически инертно к кислороду и воде. На воздухе олово постепенно покрывается защитной оксидной пленкой, которая повышает его коррозионную стойкость. С химической инертностью олова и его оксидной пленки в обычных условиях связано использование его в покрытии жестяной тары для продуктов питания, прежде всего – консервных банок. Олово легко наносится на сталь и продукты его коррозии безвредны. В соединениях олово проявляет две степени окисления: +2 и +4, причем соединения олова(II) в большинстве своем относительно нестабильны в разбавленных водных растворах и окисляются до соединений олова(IV) (их используют иногда как восстановители, например SnCl_2). Разбавленные соляная и серная кислоты действуют на олово очень медленно, а концентрированные, особенно при нагревании, растворяют его, причем в соляной кислоте получается хлорид олова(II), а в серной – сульфат олова(IV). С азотной кислотой олово реагирует тем интенсивнее, чем выше концентрация и температура: в разбавленной HNO_3 образуется растворимый нитрат олова(II), а в концентрированной HNO_3 – нерастворимая β -оловянная кислота H_2SnO_3 . Концентрированные щелочи растворяют олово с образованием станнитов – солей оловянистой кислоты H_2SnO_2 ; в растворах станниты существуют в гидроксоформе, например $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4]$. Наибольшее промышленное значение соединения олова(II) имеют в производстве гальванических покрытий. Соединения олова(IV) находят обширное промышленное применение.

Оксиды олова амфотерны, проявляют и кислотные, и основные свойства. Оксид олова(IV) встречается в природе в виде минерала касситерита, а чистый SnO_2 получают из чистого металла; диоксид олова SnO_2 применяется для приготовления белых глазурей и эмалей. Из SnO_2 при взаимодействии со щелочами получают станнаты – соли оловянной кислоты, наиболее важные из которых – станнаты калия и натрия; растворы станнатов находят широкое применение как электролиты для осаждения олова и его сплавов. SnCl_4 – тетрахлорид олова, исходное соединение для многих синтезов других соединений олова, включая и оловоорганические.

Механические и технологические свойства олова

Временное сопротивление разрыву σ_B , МПа	20
Относительное удлинение, %	80
Твердость по Бринеллю, НВ	5
Температура литья, °С.....	260-300

Олово пластично, отлично деформируется в холодном состоянии, процесс рекристаллизации происходит при комнатной температуре. При изгибании прутков олова слышен характерный хруст от взаимного трения кристаллов.

Диаграмма сплавов олово-свинец

Возможные фазы ряда сплавов олово-свинец и их соотношения показывает диаграмма состояния на рис. 1. В зависимости от соотношения олова и свинца в сплаве могут существовать два вида твердых растворов: богатый свинцом α -твердый раствор и богатый оловом β -твердый раствор. При эвтектической температуре $183\text{ }^{\circ}\text{C}$ и эвтектическом составе $61,9\%$ Sn и $38,1\%$ Pb образуется эвтектика, т. е. из сплава выделяются одновременно α -раствор и β -раствор, минуя область двух фаз. Так как α - и β -раствор растут одновременно, то они распределяются очень тонко, из-за чего эвтектическая структура получает мелкокристаллический вид.

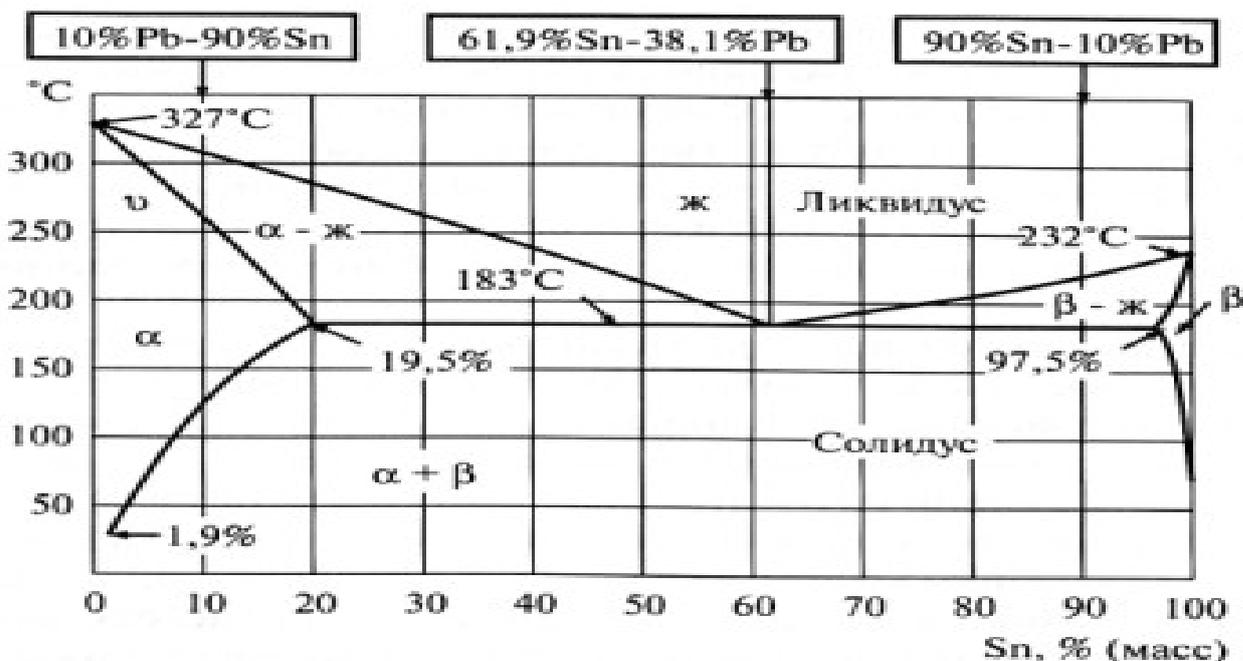


Рис. 1. Диаграмма сплавов олово-свинец

В сплаве из 90% Pb и 10% Sn при охлаждении происходит следующее: при переходе линии ликвидуса, которая ограничивает жидкую фазу, выпадает α -раствор. При достижении линии солидуса, ниже которой существует только твердая фаза, структура α -раствора при $183\text{ }^{\circ}\text{C}$ имеет максимальную растворимость около 19% для олова. С понижением температуры уменьшается растворимость соответственно линии растворимости $19,5\text{—}1,9\%$. Олово выпадает из твердого α -раствора в форме β -раствора.

В сплавах с 90% Sn и 10% Pb при переходе линии ликвидуса образуются первые, богатые оловом β -растворы. Остаточный сплав обогащается свинцом. При

эвтектической температуре около 183 °С затвердевает приблизительно две трети общего количества β -раствора. Остаточный сплав благодаря обогащению свинцом достигает эвтектического состава (61,9% Sn и 38,1% Pb) и эвтектически затвердевает. Процесс расслоения в твердом состоянии, который может длиться еще продолжительное время при комнатной температуре, типичен для системы Pb-Sn и имеет свои причины непрерывного снижения растворимости Pb в Sn от 19% при 183 °С до 1,9% при 20 °С.

Жидкий припой растворяет соединяемые металлы, за счет чего его свойства могут ухудшаться. Растворяя основной металл, он может уменьшать толщину и без того тонких покрытий, например микронных покрытий серебра на керамике. Скорость растворения основного металла или металлопокрытия при пайке (температура 270 °С) волной припоя (мкм/с): для никеля — 0,43; для меди — 1,56; для серебра — 2,8; для золота — 0,4.

Для предотвращения насыщения припоя посторонними для него компонентами применяют защитные (паяльные) маски, закрывающие металлические поверхности, не подлежащие пайке, используют малорастворимые в припое барьерные покрытия, например никель на меди. Легирование припоя предотвращает растворение металлов и улучшает свойства припоев. Примеры легирования:

- ПОСб1Су — припой, легированный сурьмой, обладает повышенной механической прочностью;
- ПОСб1М — припой, легированный медью (до 2%), не растворяет медь, предназначен для пайки микропроводов;
- ПСр - припой, легированный серебром;
- ПСрОСИп - сплав олова, свинца, сурьмы, серебра, индия. Предназначен для пайки и лужения тонких проводов из золота и серебра или покрытых ими деталей. Присадки индия значительно увеличивают способность припоя к смачиванию поверхностей.

В групповых процессах пайки, когда неизбежно образуются большие поверхности испарения расплавленного припоя (например, при пайке волной припоя), олово быстрее угорает, чем свинец, и сплав постепенно перестает быть эвтектическим. Для таких случаев загрузку ванны производят сплавом с избыточным содержанием олова (63...64%), а при корректировке ванны содержание олова доводят до 65%.

На качестве паек сильно сказывается температура: при низкой температуре не происходит полноценного смачивания припоем спаиваемых поверхностей — образуются «холодные» пайки. В свою очередь, при перегреве пайки горит флюс (загрязняется паяный шов) и образуются тройные сплавы: медь-олово-свинец (оловянистая бронза), никель-олово-свинец, температура плавления которых — порядка 700 °С, т. е. они приобретают свойства твердой пайки — не поддаются демонтажу. Однако самое опасное при перегреве — разрушение электронных компонентов и печатных плат.

Список используемой литературы:

1. <https://studfile.net/preview/9796039/page:22/>
2. <https://www.metotech.ru/olovo-opisanie.html>
3. https://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/tehnologiya_i_promyshlennost/OLOVO.html
4. <https://tdpromtech.ru/czvetnoj-metalloprokat/olovo.html>
5. <http://stroyres.net/metallicheskie/vidyi/tsvetnyie/olovo/harakteristiki-preimushhestva-i-nedostatki.html>