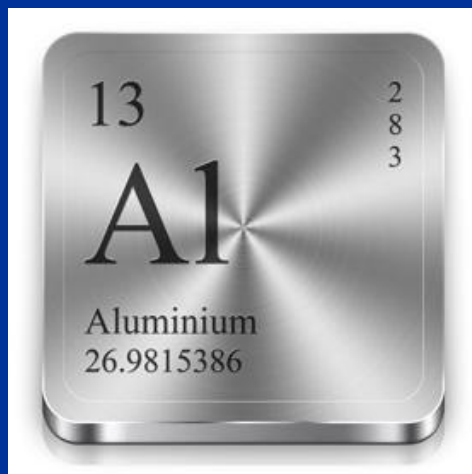


Министерство образования и науки Российской Федерации
Автономное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт неразрушающего контроля

Дисциплина «Материалы электронной техники»

АЛЮМИНИЙ И СПЛАВЫ НА ЕГО ОСНОВЕ



Гормаков А.Н., доц. каф. ТПС
ИНК НИ ТПУ, 2017 г.

Температура плавления чистого алюминия равна 660 °С, алюминий имеет ГЦК решетку и температурным полиморфизмом не обладает.

При нормальной температуре его плотность $\rho=2700$ кг/м³.

По величине электропроводности алюминий среди металлов находится на четвертом месте (после серебра, и меди и золота).

При $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ его электропроводность равна 65 % от электропроводности международного эталона отожденной меди.

Механические свойства алюминия
типичны для чистых металлов с ГЦК
решеткой:

низкая прочность ($\sigma_{\text{в}}=40$ МПа)

и высокую пластичность ($\delta=50\%$).

Модуль упругости $E=70$ ГПа.

Поверхность алюминия покрыта сплошной тонкой (до 5 нм) и прочной оксидной пленкой Al_2O_3 , имеющей хорошее сцепление с металлом и защищающей алюминий от атмосферной коррозии.

По объему производства алюминий и сплавы на его основе занимают первое место среди нежелезных металлических материалов.

Это обусловлено тем, что алюминиевые сплавы отличаются уникальным комплексом свойств: низкой плотностью, высокой удельной прочностью ($\sigma_{\text{в}}/\rho$), хорошей коррозионной стойкостью во многих средах и высокой технологичностью (их плавят и обрабатывают давлением при невысоких температурах в воздушной атмосфере).

Первичный алюминий (ГОСТ 11069-74 (1-X-76), (2-III-80), (3-II-85), (4-VIII-87), (5-I-88), (6-VII-89), (7-XII-92)) маркируют буквой А, за которой следуют цифры, указывающие десятые, сотые или тысячные доли процента содержания алюминия.

Например, алюминий марки А995 содержит не менее 99,995 % Al, марки А99 – 99,99 % Al, марки А7 – 99,7 % Al и марки А0 – 99,0 % Al.

Металлургические заводы выпускают алюминий трех сортов: особой чистоты (А999), высокой чистоты (А995, А99, А97, А95) и технической чистоты (А85, А8, А7, А6, А5, А0).

Основные примеси в первичном алюминии – железо и кремний.

Например, алюминий марки А7 содержит не более 0,16 % Fe и 0,16 % Si и не более 0,30 % суммы всех примесей.

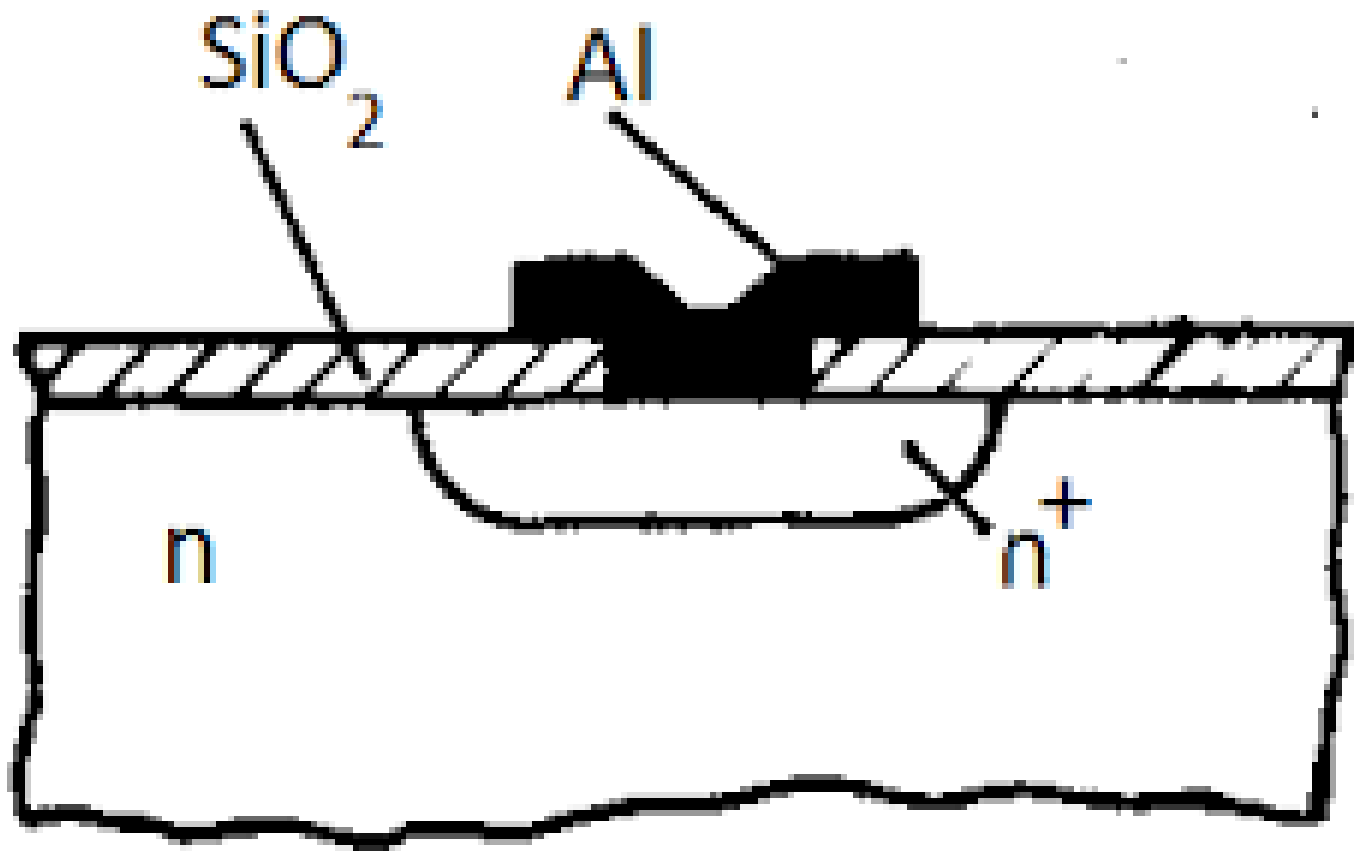
Металлургические заводы выпускают алюминий трех сортов:

- особой чистоты (А999),
- высокой чистоты (А995, А99, А97, А95),
- технической чистоты (А85, А8, А7, А6, А5, А0).

Электропроводность алюминия всего в 1,7 раза меньше, чем у меди, при этом алюминий приблизительно в 4 раза дешевле за килограмм, но, за счёт в 3,3 раза меньшей плотности, для получения равного сопротивления его нужно приблизительно в 2 раза меньше по весу.

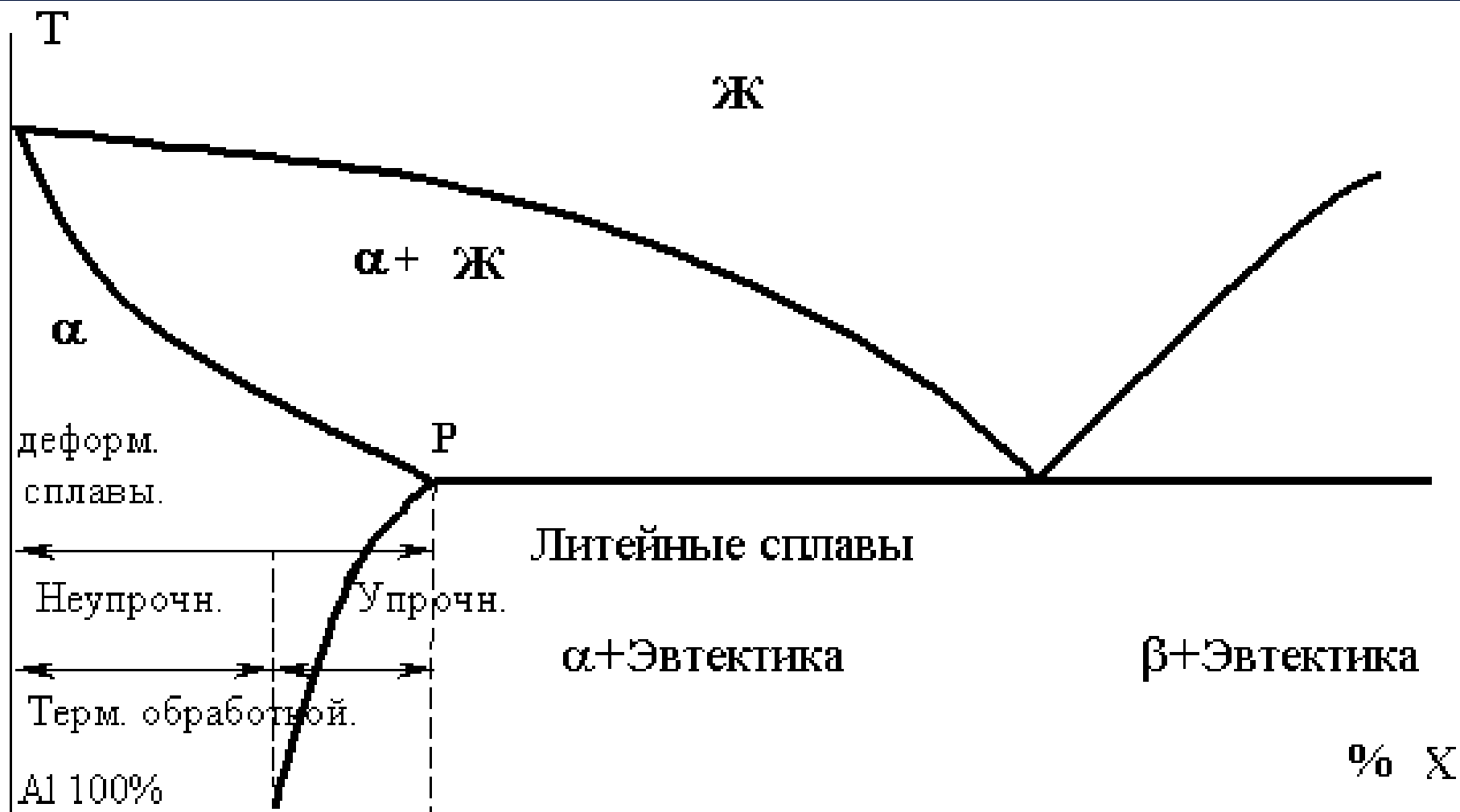
Поэтому он широко применяется в электротехнике для изготовления проводов, их экранирования и даже в микроэлектронике при напылении проводников на поверхности кристаллов микросхем.

Меньшую электропроводность алюминия по сравнению с медью для сохранения одинакового электрического сопротивления, компенсируют увеличением площади сечения алюминиевых проводников.



Для повышения прочности алюминий легируют различными элементами. Ни с одним из элементов периодической системы алюминий не образует непрерывный ряд твердых растворов. Всего лишь 9 элементов имеют предельную растворимость в твердом алюминии в количестве более 1,5 % (по массе): Zn 82,8; Ag 55,6; Ga 20,0; Mg 17,4; Ge 6,0; Cu 5,7; Li 4,2; Mn 1,82; Si 1,65.

За исключением остро дефицитных серебра, галлия и германия, все эти элементы образуют с алюминием двойные системы эвтектического типа. Алюминиевые сплавы подразделяют на деформируемые и литейные (рис). Из деформируемых сплавов методом литья получают круглые и плоские слитки, которые подвергают горячей и холодной обработке давлением.



Литейные алюминиевые сплавы

Литейные сплавы (Al – Si; Al – Cu; Al – Mg) отличаются повышенным содержанием легирующих элементов, а эвтектическая структура (15 – 20 %) обеспечивает жидкотекучесть и более низкие температуры плавления.

Главное достоинство – жидкотекучесть, небольшая усадка, хорошие механические свойства, сопротивление коррозии.

Лучшие литейные свойства у сплавов Al – Si – силумины.

Силумины – обладают высокой коррозионной стойкостью.

Типичным представителем силуминов является сплав АЛ2 (Si – 10,13 % , $\sigma_{\text{в}} = 180$ МПа; $\sigma_{0,2} = 90$ МПа). Структура близка к эвтектической, хорошо обрабатывается резанием, сваривается.

Мангалины Al – Mg (АЛ8, АЛ27, АЛ29). Для этих сплавов характерна высокая стойкость к коррозии, прочность, обрабатываемость резанием. Литейные свойства невысоки, так как сплав не содержит эвтектики.

Для подшипников изготавливаются специальные алюминиевые сплавы: АСМ (0,5 % Mg; 3 – 5 % Sb); АСС – 6 – 5 (0,5 % Mg, 5 – 6 % Sb, 4 – 5 % Pb).

Спечённые алюминиевые порошки

Спечённые алюминиевые порошки получают методом порошковой металлургии. Они не входят ни первую, ни во вторую группу, это обособленная группа. Это соединение $Al+Al_2O_3$ (Al_2O_3 от 6 до 22 %).

Порошок получают из технически чистого алюминия – распылением в азоте с последующим измельчением.

Чешуйчатые частицы алюминия в процессе разлома покрываются тонкой плёнкой оксида, толщиной 0,01 – 0,1 мкм, т. е. алюминий в воздухе быстро покрывается оксидной плёнкой Al_2O_3 , что предохраняет его от коррозии.

Марка	Al_2O_3 , %	σ_T , МПа
САП – 1	– 9	220
САП – 2	9 – 13	280
САП – 3	13 – 17	320
САП – 4	18 – 23	370

Спечённые алюминиевые сплавы

Спеченные алюминиевые сплавы получают из порошков алюминия с небольшим содержанием Al_2O_3 , легированных Fe, Ni, Cu, Mn, и др.

Например, **САС** – содержит 25 – 30 % Si и 7 % Ni. Изготовление полуфабрикатов из материала САС – 1 включает в себя несколько технологических процессов:

- приготовление высококремнистого сплава для последующего распыления;
- его распыление (пульверизация) сжатым газом с помощью форсунок;
- изготовление из порошков полуфабрикатов методом гидростатического прессования.

Достоинства САС – 1 заключается в низком и стабильном коэффициенте линейного температурного расширения, что очень важно при малой величине зазора газостатического подвеса.

Сплавы типа САС-1 не склонны к межкристаллизационной коррозии. Их защита от общей коррозии осуществляется анодированием в серной кислоте с наполнением пленки в растворе бихромата калия.

Они хорошо поддаются механической обработке: точению, фрезерованию, сверлению, полированию с обеспечением точности изготовления до долей микрометра. Использование ЭТИХ СПЛАВОВ в качестве конструкционных материалов позволяет значительно уменьшить массу гиросприборов.

Общая характеристика видов термической обработки алюминиевых сплавов

Для алюминиевых сплавов широкое распространение получили три вида термообработки: отжиг, закалка и старение.

Деформируемые алюминиевые сплавы, не упрочняемые термической обработкой: Al – Mn; Al – Mg.

Высокая пластичность,
свариваемость, коррозионная
стойкость. Границей деформируемых
и литейных алюминиевых сплавов
служит предел насыщения твёрдого
раствора при температуре эвтектики
(точка Р)

Деформируемые сплавы после обработки давлением подвергают технической обработке. По своим механическим свойствам они превосходят литейные сплавы.

Алюминиевые сплавы, упрочняемые термической обработкой, подразделяют на: сплавы нормальной прочности, высокопрочные сплавы, жаропрочные сплавы, сплавы дляковки и штамповки.

Типичным представителем сплавов нормальной прочности являются **дуралюмины**, относящиеся к системе Al – Cu – Mg, которые обозначаются буквой **Д**. Марганец повышает коррозионную стойкость, температуру рекристаллизации и улучшает механические свойства дуралюминов. Для упрочнения сплавов применяют закалку: Д1; Д18 - 450 – 505 °С; Д16 490 – 500 °С с охлаждением в холодной воде.

Дуралюмины широко используют в авиации: Д1 – лопадки винтов, Д16 – элементы фюзеляжа, Д18 – основной заклёпочный материал.

Высокопрочные сплавы: Al – Zn – Mg – Cu (В95; В96).

Закалка при температуре 406 – 480 °С. Искусственное старение при 120 – 190 °С, 16 часов. Температура эксплуатации $t_{\text{эксп}} = 90 + 120$ °С.

Жаропрочные сплавы - АК – 4;
АК4 – 1. Температура
эксплуатации $t_{\text{эксп}}$ до 300 °С.
*Используют после закалки и
старения, легированы Si, Fe, Ni,
Mn, Ti.*

*Сплавы дляковки и штамповки -
обладают высокой пластичностью
Штамповка при температуре 450
– 475 °*

















promplace.ru

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!