

Студент гр. 104215 Парницкий Н.М.
Научный руководитель – Протасевич Г.Ф.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Целью настоящей работы: являлось изучение и применение ультралегких сплавов.

Легкие сплавы.

К легким принято относить сплавы, имеющие плотность, меньше чем у алюминия.

Современная промышленность нуждается в легких сплавах высокой прочности, обладающих хорошими высокотемпературными механическими свойствами. Основными металлами легких сплавов служат алюминий, магний и бериллий. Однако сплавы на основе алюминия и магния не могут применяться в условиях высокой температуры и в агрессивных средах.

Литейные сплавы (Al – Si), сплавы для литья под давлением (Al – Mg) и сплавы повышенной прочности (Al – Cu). Алюминиевые сплавы экономичны, легкодоступны, прочны при низких температурах и легко обрабатываемы (они легко куются, штампуются, пригодны для глубокой вытяжки, волочения, экструдирования, литья, хорошо свариваются и обрабатываются на металлорежущих станках). К сожалению, механические свойства всех алюминиевых сплавов начинают заметно ухудшаться при температурах выше приблизительно 175 °С. Но благодаря образованию защитной оксидной пленки они проявляют хорошую коррозионную стойкость в большинстве обычных агрессивных сред.

2. Магниевого сплавы.

Они легки, характеризуются высокой удельной прочностью, а также хорошими литейными свойствами и превосходно обрабатываются резанием. Поэтому они применяются для изготовления деталей ракет и авиационных двигателей, корпусов для автомобильной оснастки, колес, бензобаков, портативных столов и т.п. Некоторые магниевые сплавы, обладающие высоким коэффициентом вязкостного демпфирования, идут на изготовление движущихся частей машин и элементов конструкции, работающих в условиях нежелательных вибраций.

Магниевого сплавы - самые лёгкие из всех конструкционных металлов. Они в 1,5 раза легче алюминия, в 2,5 раза - титана, в 4,3 раза - стали.

Энергетические затраты на механическую обработку магния в несколько раз ниже, а скорость обработки и стойкость инструмента - в несколько раз выше, чем при обработке алюминия.

Некоторые магниевые сплавы великолепно поглощают удары и гасят вибрации. С учётом демпфирующей способности, удельная вибрационная прочность магниевых сплавов превосходит дюралюминий почти в 100 раз, легированную сталь - в 20 раз; титановые сплавы – в 300-500 раз.

По удельной возможности противостоять многократным нагрузкам, концентраторам напряжений, магниевые сплавы уверенно обгоняют алюминий и могут конкурировать с лучшими сталями. А ведь в подавляющем большинстве случаев разрушение конструкции обусловлено именно усталостью материала.

Значительная пружинистость позволяет сохранить круглую форму магниевого диска автомобильного колеса или магниевого велосипедного обода после самого сильного удара о препятствие.

Жёсткость и надёжность конструкций, особенно работающих на изгиб и кручение, зависят не только от свойств материала, но и от его геометрии. Например, жёсткость пластины пропорциональна третьей степени её толщины, а вес - только первой степени. Если взять магниевую и стальную пластины одного веса, то магниевая будет примерно в 16 раз жёстче, и, при одинаковых внешних воздействиях, напряжение в магниевой пластине будет в 18 раз меньше.

3. Бериллиевые сплавы.

Бериллий превосходит все известные металлы по удельной прочности. В сочетании с низкой плотностью это делает бериллий пригодным для устройств систем наведения ракет. Модуль упругости бериллия больше, чем у стали, и бериллиевые бронзы применяются для изготовления пружин и электрических контактов. Чистый бериллий используется как замедлитель и отражатель нейтронов в ядерных реакторах.

Серьезный недостаток бериллия, заключающийся в низкой ударной вязкости и хладноломкости, может быть преодолен использованием сплавов с алюминием. В таких сплавах эвтектического типа твердые частицы бериллия равномерно распределены в пластичной алюминиевой матрице. Сплавы содержат 24–43 % алюминия, остальное — бериллий.

Механические свойства литейных бериллиевых сплавов при комнатной температуре приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Механические свойства литейных бериллиевых сплавов

Свойство	ЛБС-1	ЛБС-2	ЛБС-3
σ_B , МПа	220–250	250–320	270–280
$\sigma_{0,2}$, МПа	180–220	220–270	250–270
δ , %	2–3	2–3	1,1–1,3
ψ , %	2–3	2–3,5	–
KCU, МДж/м ²	0,025–0,035	0,033–0,040	0,025–0,045
E, ГПа	200	200	200

4. Алюминий-литиевые сплавы.

Алюминий-литиевые сплавы являются новым классом широко известных алюминиевых систем и характеризуются прекрасным сочетанием механических свойств: малой плотностью, повышенным модулем упругости и достаточно высокой прочностью.

Повышенный интерес к легированию алюминиевых сплавов литием, самым легким из металлов с плотностью ~ 0,54 г/см³, обусловлен тем, что каждый процент лития снижает плотность алюминия на 3%, повышает модуль упругости на 6% и обеспечивает в сплавах значительный эффект упрочнения после закалки и искусственного старения.

К настоящему времени создан целый класс сплавов пониженной плотности различного назначения;

- сплавы для изготовления сварных конструкций;
- высокопрочные сплавы для замены сплавов системы Al-Zn-Mg-Cu;
- сплавы с высокой трещиностойкостью, для замены сплавов типа Д16;
- жаропрочные сплавы.

На базе системы Al-Mg-Li разработан оригинальный сплав 1420. Он самый легкий (плотность 2,47г/см³), коррозионноустойчивый, свариваемый, имеет сравнительно высокую прочность и повышенный модуль упругости (7500 кГ/мм²). Этот сплав относится к среднепрочным и широко применяется в сварных конструкциях, обеспечивая снижение массы до 20-25% при повышении жесткости до 6%. Также из этого сплава изготавливают плиты, панели, профили, прутки, листы.

Алюминий-литиевые сплавы наиболее эффективно применяются в летательных аппаратах. Это связано с тем, что они имеют более высокую стоимость, но при этом более низкую плотность и более высокий модуль упругости по сравнению с традиционными алюминиевыми сплавами.