

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗДЕЛИЙ ИЗ АЛЮМИНИЯ И ЕГО СПЛАВОВ

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск,
Республика Беларусь*

Научный руководитель: д-р техн. наук, доц. Иващенко С.А.

Термическая обработка алюминиевых сплавов. Для алюминиевых сплавов широкое распространение получили следующие виды термообработки: отжиг, закалка, старение и возврат.

Отжиг. Алюминиевые сплавы отжигают тогда, когда возникающая по тем или иным причинам неравновесная структура обуславливает появление нежелательных свойств (чаще всего понижение пластичности).

1. **Гомогенизационный отжиг.** Алюминиевые сплавы отливают в виде слитков с применением специальных кристаллизаторов, охлаждаемых водой. Ускоренное охлаждение слитка ведет к появлению неравновесной структуры. Такая неравновесная структура не обеспечивает высокой пластичности, и поэтому все слитки после кристаллизации подвергают – гомогенизации.

2. **Рекристаллизационный отжиг.** Применяется для алюминиевых полуфабрикатов после холодной деформации для снятия наклепа. Горячая деформация, как правило, не позволяет получить точные размеры и высокое качество поверхности. Поэтому после горячей деформации проводится холодная деформация. Возникающий наклеп увеличивает прочность и жесткость металла.

3. **Отжиг термически упрочненных сплавов с целью разупрочнения.** Применяется только в тех случаях, когда изделие, упрочненное закалкой и старением (например, закаленные листы перед холодной штамповкой), требуется разупрочнить, отжиг должен обеспечить полный распад пересыщенного твердого раствора и получение при комнатной температуре структуры, близкой к равновесной.

Закалка. Цель закалки – получить в сплаве предельно неравновесную структуру (твердый раствор с максимальным содержанием легирующих элементов). Такая структура обеспечивает возможность дальнейшего упрочнения старением. Закалка алюминиевых сплавов заключается в: нагреве, выдержке и быстром охлаждении температура нагрева должна обеспечить полное или частичное растворение легирующих элементов в алюминии. После закалки сплавы обладают повышенной прочностью, сохраняют высокую пластичность по сравнению со сплавами в отожженном состоянии.

Старение. Старение представляет собой выдержку закаленного сплава при относительно низких температурах, при которых начинается распад пересыщенного твердого раствора или в твердом растворе происходят структурные изменения.

Возврат при старении. Возврат – термическая обработка закаленных и естественно состаренных сплавов с целью «возвращения» их в свежезакаленное состояние. Эта обработка бывает, необходима тогда, когда закаленный и состаренный сплав, обладающий недостаточной пластичностью, требуется подвергнуть каким-то операциям холодной деформации (вытяжке, гибке, и т. д.).

Термомеханическая обработка. Для алюминиевых сплавов применяют высокотемпературную и низкотемпературную термомеханическую обработку.

Высокотемпературная термомеханическая обработка. Представляет собой сочетание упрочняющей термообработки и горячей пластической деформации. Горячая деформация проводится после нагрева под закалку, а резкое охлаждение проводится сразу после деформации. Деформация позволяет повысить прочность за счет увеличения плотности дефектов кристаллической решетки, т.е. за счет создания наклепа.

Низкотемпературная термомеханическая обработка. При низкотемпературной термомеханической обработке холодная деформация проводится сразу после закалки до начала старения. Закаленный сплав имеет структуру пересыщенного твердого раствора. И, несмотря на увеличение прочности, сохраняет высокую пластичность, поэтому после закалки его можно подвергать холодному деформированию со степенью деформации 15-20%. Появляющийся наклеп позволяет увеличить прочность за счет увеличения дефектов кристаллического строения.

Нанесение покрытий. Гальванические покрытия применяют для нанесения покрытий с целью защиты от коррозии, повышения износостойкости и в декоративных целях. Наиболее распространенные из них это анодирование и контактное осаждение цинковой пленки.

В последнее время все более широкое применение находят покрытия, формируемые различными методами **напыления**. Методом напыления на алюминий наносят покрытия из цинка, кадмия, свинца, меди, латуни, нержавеющей стали и т.д. Покрытие наносят на подготовленную поверхность напыляющим пистолетом путем пульверизации проволоки или порошка, расплавленных электрическим или пламенным способом. Металлическое покрытие можно нанести и **плазменным напылением**. Оно производится с помощью плазменной струи, которая получается благодаря горению не трансформированной дуги постоянного тока (электродуга, между вольфрамовым электродом-катодом и водоохлаждаемым медным соплом-анодом). В большинстве случаев в качестве плазмообразующего газа применяется **одноатомный газ**, преимущественно аргон, поскольку он не вступает во взаимодействие с наносимым материалом или заготовкой.

Вакуумно-плазменные способы осаждения покрытий. В научной и технической литературе существующие вакуумно-плазменные способы нанесения покрытий делят на: катодное распыление, ионное осаждение, электродуговое испарение в вакууме.

Катодное распыление. Суть способа состоит в распылении катода-мишени ионами газоразрядной плазмы с последующим осаждением атомов распыленного материала на поверхность детали.

Ионное осаждение. Способ представляет собой разновидность термического испарения в вакууме, с ионизацией паров в плазме тлеющего разряда, поддерживаемого между испарителем и подложкой.

Электродуговое испарение в вакууме. Стадия генерации в рассматриваемом способе нанесения покрытий обеспечивается за счет эрозии одного из электродов в вакуумной электрической дуге. При этом имеет место самогенерация, т.е. среда, необходимая для поддержания разряда, возникает вследствие испарения материала электрода, и дуга горит в его парах.

Микродуговое окислирование. Сущность метода заключается в том, что при пропускании тока большой плотности через границу раздела металл-электролит создаются условия, когда напряженность на границе раздела становится выше ее диэлектрической прочности и на поверхности электрода возникают микроплазменные разряды с высокими локальными температурами и давлениями.

Результатом действия микроплазменных разрядов является формирование слоя покрытия, состоящего из окисленных форм элементов металла основы и составляющих электролита.

Основные достоинства и недостатки рассмотренных методов обработки приведены в таблице

Таблица – Характеристика методов упрочнения поверхностей деталей из алюминия и его сплавов

Вид обработки	Достижимые результаты	Недостатки
Термическая	Повышение прочности и твердости	Применим не ко всем сплавам
Термомеханическая	Снижение шероховатости, повышение прочности	Недостаточное повышение твердости, коробление нежестких деталей
Нанесение покрытий	Гальванические покрытия	Процесс нанесения экологически вреден
	Плазменные покрытия	Сравнительно низкая производительность, шум интенсивное ультрафиолетовое излучение
	Вакуумно-плазменные покрытия	Образование в покрытиях значительных остаточных напряжений, коробление нежестких деталей
	Микродуговое окислирование	Коробление нежестких деталей