

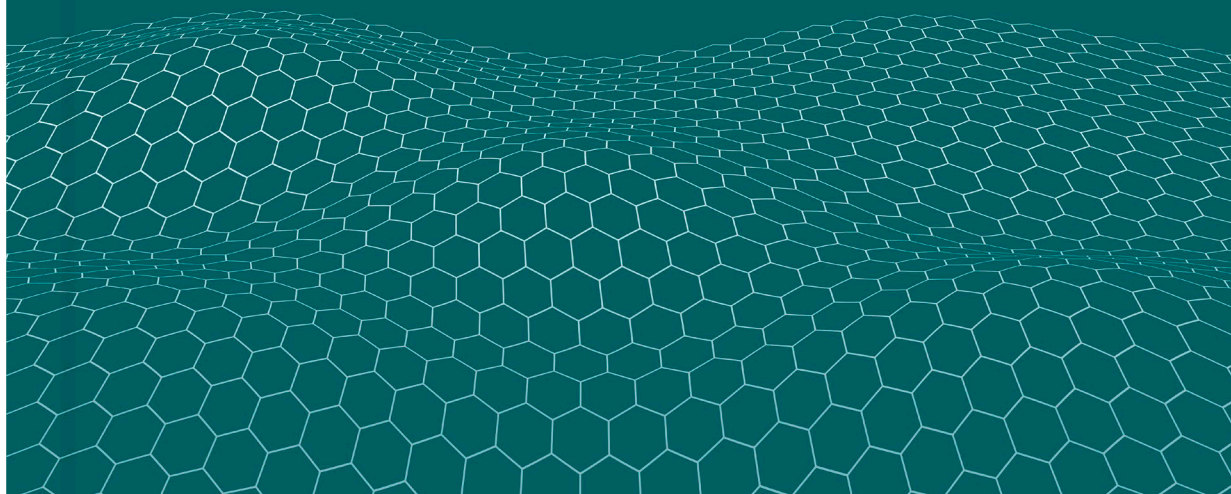


НП АПРАЛ

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО
АЛЬЯНС ПРЕССОВЩИКОВ АЛЮМИНИЯ

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Колобнев Н.И.
Бер Л.Б.
Цукров С.Л.



Авторы



Бер Леонид Борисович родился в 1937 году. В 1960 г. окончил Московский институт стали и сплавов (МИСиС) по специальности «Металловедение и термическая обработка стали и сплавов». Доктор технических наук. С 1960 г. по настоящее время работает во Всероссийском институте лёгких сплавов (ВИЛС), главный научный сотрудник. Автор и соавтор 134 научных публикаций в отечественных и зарубежных журналах, 10 авторских свидетельств и патентов, трёх монографий. Основные научные результаты получены при исследовании фазовых превращений при закалке и старении алюминиевых сплавов рентгеновскими и электронно-микроскопическими методами. Участвовал в обширной программе по теоретическому обоснованию и практическому построению температурно-временных диаграмм фазовых превращений в алюминиевых сплавах различных систем легирования, разработке ступенчатых (в том числе, ускоренных) режимов старения.



Колобнев Николай Иванович родился в 1936 г., закончил МИСиС в 1959 г., по специальности «Металловедение и термическая обработка цветных металлов», доктор технических наук, профессор, лауреат Государственной премии РФ в области науки и техники за работу "Сверхлегкие сплавы в авиакосмической технике", «Почетный авиастроитель» и «Почетный машиностроитель». С 1959 по 2016 год включительно работал во Всероссийском институте авиационных материалов (ФГУП «ВИАМ»). Автор и соавтор более 180 публикаций в отечественных и зарубежных журналах, 50 изобретений и патентов, автор и соавтор 3 монографий. Его научно-производственная деятельность связана с разработкой, освоением и внедрением алюминий-литиевых и коррозионностойких высокотехнологичных сплавов и разработкой научных основ ступенчатой термической обработки алюминий-литиевых сплавов, а также обобщением производственного опыта применения всех видов термической обработки алюминиевых сплавов с использованием различного термического оборудования.



Цукров Семен Львович родился в 1935 году. В 1958 г. окончил Московский институт инженеров транспорта по специальности «инженер-энергетик» и поступил на работу в отдел энергетика Московского завода легких сплавов в Сетуни. В 1963 г перешел на работу во Всероссийский институт легких сплавов (ВИЛС), в котором завершил работу в 1998 г. в должности начальника лаборатории металлургической теплотехники. Кандидат технических наук. Автор 98 публикаций в отечественных журналах, 15 авторских свидетельств и патентов. Основные научные работы направлены на совершенствование печей и технологии термической обработки алюминиевых сплавов. Значительная часть работ посвящена разработке технологии непрерывных процессов отжига и закалки лент из алюминиевых сплавов. С 1998 г. работал в управляющих компаниях и занимался вопросами эффективного использования энергоресурсов и внедрением современного печного оборудования на ОАО «Каменск-Уральский металлургический завод» (КУМЗ). В настоящее время работает главным специалистом по печам и термической обработке в ООО «Алюминиевые продукты».

Оглавление

Предисловие.....	
Введение	
Классификация алюминиевых деформируемых сплавов и система их обозначения.....	
Глава 1. Классификация видов термообработки.....	
1.1. Общие положения.....	
1.2. Система обозначений состояний алюминиевых деформируемых сплавов после различных видов термической обработки	
Литература к главе 1.....	
Глава 2. Термическая обработка слитков.....	
2.1. Гомогенизационный отжиг.....	
2.1.1. Особенности структуры литых деформируемых сплавов	
2.1.2. Изменение структуры литых алюминиевых сплавов при гомогенизационном отжиге	
2.1.3. Гомогенизация слитков из термически не упрочняемых сплавов	
2.1.4. Режимы гомогенизационного отжига промышленных термически упрочняемых алюминиевых сплавов	
2.1.5. Гетерогенизационный отжиг.....	
2.2. Отжиг для снятия напряжений.....	
Литература к главе 2.....	
Глава 3. Формирование структуры полуфабрикатов при обработке давлением и последующем нагреве	
3.1. Механизмы деформации	
3.2. Структура сплавов в деформированном состоянии	
3.2.1. Дислокационная структура	
3.2.2. Текстура деформации	
3.2.3. Зеренная структура.....	
3.3. Изменение деформированной структуры при рекристаллизации.....	
3.3.1. Рекристаллизация после холодной деформации	
3.3.2. Рекристаллизация после горячей деформации.....	
3.4. Влияние температуры и скорости деформации на рекристаллизацию.....	
3.4.1. Статическая рекристаллизация	
3.4.2. Спонтанная рекристаллизация	
3.4.3. Динамическая рекристаллизация	
3.4.4. Карты структурных состояний при горячей деформации и последующем нагреве.....	

3.5. Диаграммы структурных состояний.....	
Литература к главе 3.....	
Глава 4. Отжиг полуфабрикатов и деталей из алюминиевых сплавов	
4.1. Отжиг термически неупрочняемых сплавов.....	
4.2. Отжиг термически упрочняемых сплавов.....	
4.3. Особенности отжига алюминиевых сплавов с литием	
4.4. Отжиг рулонов из алюминиевых сплавов.....	
4.5. Отжиг в печах непрерывного действия.....	
4.6. Отжиг в печах с контролируемой нейтральной атмосферой.....	
Литература к главе 4	
Глава 5. Обработка на твердый раствор и закалочное охлаждение термически упрочняемых алюминиевых сплавов	
5. 1. Выбор температуры обработки на твердый раствор.....	
5.1.1. Внутреннее оплавление при температуре обработки на твердый раствор.....	
5.1.2. Влияние температуры обработки на твердый раствор на свойства сплавов.....	
5.1.3. Нагрев до температуры обработки на твердый раствор и выдержка при заданной температуре	
5.2. Закалочное охлаждение.....	
5.2.1. Изотермические и термокинетические диаграммы распада пересыщенного твердого раствора	
5.2.2. Оценка закалочной чувствительности сплавов	
5.2.3. Теоретическое обоснование изотермических ТВП- и ТВС-диаграмм	
5.2.4. Расчет термокинетических ТВС-диаграмм и закалочного фактора.....	
5.2.5. Закалочная чувствительность сплавов разных систем легирования	
5.2.6. Влияние различных факторов на закалочную чувствительность ...	
5.2.7. Условия закалочного охлаждения	
5.2.8. Перенос изделий из печи в закалочное устройство.....	
5.2.9. Закалочное охлаждение погружением в воду	
5.2.10. Особенности закалочного охлаждения труб при вертикальном.. погружении в воду	
5.2.11. Закалочное охлаждение в водно-полимерных растворах.....	
5.2.12. Струйное закалочное охлаждение	
5.2.13. Вторичный разогрев при закалочном охлаждении	
5.2.14. Напряжения при закалочном охлаждении	

5.2.15. Влияние характера распада (гомогенного или гетерогенного) при закалочном охлаждении на некоторые свойства.....

Литература к главе 5.....

Глава 6. Старение термически упрочняемых алюминиевых сплавов.....

6.1. Общие вопросы старения.....

6.1.1. Некоторые вопросы термодинамики распада пересыщенного твердого раствора

6.1.2. Классификация типов распада. Гомогенное и гетерогенное зарождение выделений.....

6.1.3. Влияние старения на свойства сплавов. Понятие о стадиях старения

6.1.4. Возврат и ступенчатое старение.....

6.1.5. ТВП- и ТВС-диаграммы старения алюминиевых сплавов различных систем легирования

6.2. Старение сплавов различных систем легирования.....

6.2.1. Сплавы системы Al-Cu.....

6.2.2. Сплавы системы Al-Cu-Mg.....

6.2.3. Сплавы системы Al-Zn-Mg-(Cu).....

6.2.4. Сплавы системы Al-Mg-Si-(Cu)

6.2.5. Алюминиевые сплавы с литием.....

Литература к главе 6.....

Глава 7. Термомеханическая обработка термически упрочняемых алюминиевых сплавов

7.1. Низкотемпературная термомеханическая обработка

7.2. Высокотемпературная термомеханическая обработка.....

7.3. Предварительная термомеханическая обработка.....

Литература к главе 7.....

Глава 8. Оборудование для термической обработки алюминиевых сплавов

8.1. Особенности печей для термической обработки алюминиевых сплавов.....

8.2. Типы печей

8.3. Требования к печам.....

8.3.1. Равномерность нагрева

8.3.2. Производительность печей

8.3.3. Удельный расход энергии.....

8.3.4. Надежность работы печей.....

8.4. Печи для гомогенизации

8.4.1. Общая характеристика

8.4.2. Садочные печи	
8.4.3. Методические печи	
8.5. Печи для отжига	
8.6. Печи для обработки на твердый раствор и закалочные агрегаты	
8.6.1. Селитровые ванны	
8.6.2. Воздушно-циркуляционные закалочные печи.....	
8.7. Печи для искусственного старения	
8.8. Линии непрерывной термообработки	
8.9. Линии для закалки и искусственного старения.....	
8.10. Требования к контролю температур.....	
Литература к главе 8	