

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОСТОЙКОСТИ ДЕФОРМИРОВАННЫХ
ПОЛУФАБРИКАТОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ИЗ
АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ С ПЕРЕХОДНЫМИ МЕТАЛЛАМИ**

Беспалов В.М., Яковлев С.Л.

**Научный руководитель д-р техн. наук, профессор Сидельников С. Б.
Сибирский федеральный университет**

В последнее время большое внимание современных ученых привлекают термически стабильные провода из алюминиевых сплавов, сохраняющие прочность при длительных нагревах до температуры 200⁰С. Так как существующая на рынке алюминиевая катанка марок технического алюминия А5Е, А7Е имеет рабочую температуру, не превышающую 90⁰С, ее использование в качестве силовых проводов линий электропередач сильно ограничено. В связи с этим существует потребность в поиске способов повышения термической устойчивости такой катанки, по крайней мере, до 200⁰С.

Одним из возможных способов решения данной проблемы является добавление в алюминиевый сплав металлов переходной группы, в частности циркония, который позволяет значительно повысить жаропрочность. При этом в качестве более эффективных технологии предлагается использование методов совмещенной обработки [1].

В связи с этим целью данной работы является исследование термической устойчивости проволоки при длительных температурных испытаниях, полученной с применением совмещенной прокатки-прессования (СПП).

Для реализации этой цели была изготовлена проволока диаметром 2 мм. Технология получения проволоки включала литье заготовки, совмещенную прокатку-прессование (СПП) литой заготовки и последующие холодное волочение прутка. Заготовку размерами 14x14x200 отливали в алюминиевый кокиль при температуре заливки $T_3 = 800-880^0\text{C}$ [2], СПП прутка диаметром 9 мм проводили при температуре 550⁰С на установке совмещенной обработки, смонтированной на базе прокатного стана Дуо 200.

Полученную проволоку подвергали длительным температурным испытаниям, при этом образцы длиной 120 мм выдерживали 400 часов в печи при температуре 200⁰С, что имитирует 50-летнюю работу линии.

Исследования механических свойств литых заготовок, прутков и проволоки проводили на испытательной машине LFM400 (Швейцария) усилием 400 кН методом статических испытаний на растяжение. При этом фиксировали временное сопротивление разрыву (σ_B , МПа), относительное удлинение после разрыва (δ , %) в зависимости от времени выдержки. Результаты механических характеристик представлены на рисунке 1.

Анализ полученных результатов исследований показал, что в литом состоянии диапазон изменения значений временного сопротивления разрыву металла составляет 50-100 МПа. После горячей обработки и получения прутка диаметром 9 мм значения σ_B увеличиваются до 120-160 МПа.

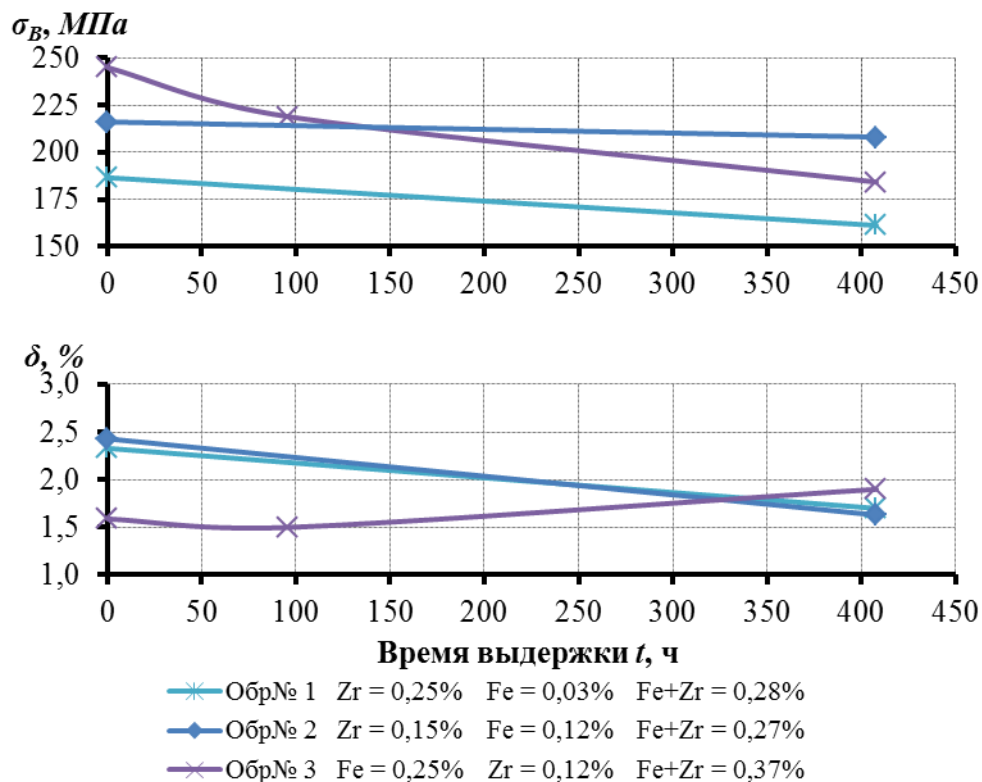


Рисунок 1 – Графики зависимости механических свойств исследуемых образцов от времени выдержки.

После холодного волочения прутка и получения проволоки диаметром 2 мм прочностные характеристики увеличиваются до 175-250 МПа. После проведения температурных испытаний значения σ_B лежат в интервале 160-210 МПа, таким образом снижение прочности в среднем составило 14%.

Для измерения удельного электросопротивления использовался зондовый метод, при этом с помощью мультиметра APPA 109N измеряли падение напряжения на образцах при фиксированном значении силы тока I , создаваемой источником питания. Затем по известным формулам рассчитывали удельное электросопротивление:

$$\rho = \frac{R \cdot S}{l}, \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

где $R = U/I$ – сопротивление проволоки, Ом; S – площадь поперечного сечения металла, мм^2 ; l – расстояние между контактами, закрепленными на образце, м; U – падение напряжения на образце, В; I – сила тока, А.

Результаты измерений показаны на рисунке 2.

Средние значения удельного электросопротивления образцов проволоки составляют 0,0281-0,0320 Ом·мм²/м. После длительных испытаний значения удельного электросопротивления изменяются не значительно в среднем на 5% и составляют 0,0280-0,0317 Ом·мм²/м в зависимости от химического состава.

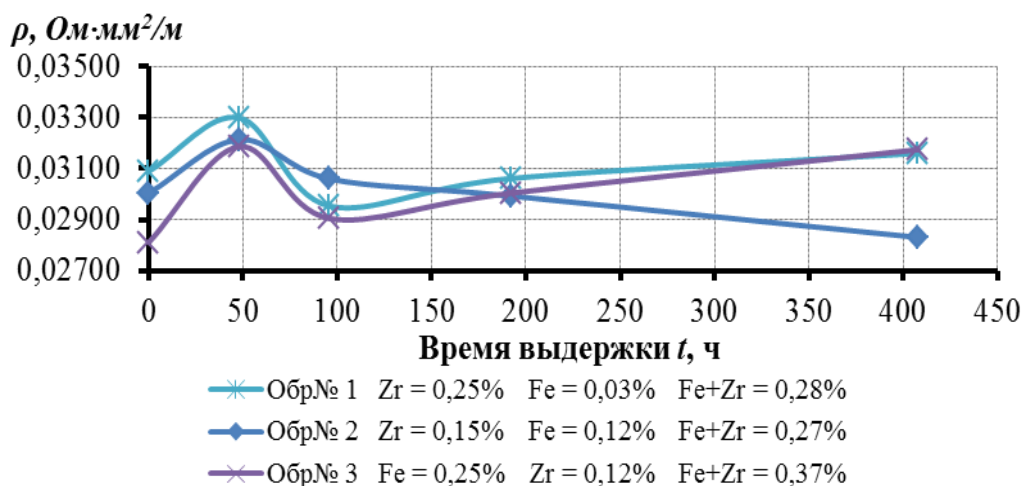


Рисунок 2 – График зависимости удельного электросопротивления от времени выдержки.

В результате проведенных исследований изменения механических и электрофизических свойств проволоки из сплавов системы Al-Zr при длительных температурных испытаниях было выявлено, что со временем выдержки снижение прочностных характеристик составило в среднем 14%, а значения удельного электросопротивления изменялись не значительно (в среднем на 5%). Поэтому данные составы сплавов могут быть использованы для получения термически стабильных проводов из алюминиевых сплавов с рабочей температурой до 200 °С.

Литература

1. Сидельников С.Б., Довженко Н.Н. Загиров Н.Н. Комбинированные и совмещенные методы обработки цветных металлов и сплавов: монография. // М.:МАКС Пресс, 2005.- 344 с.
2. Прохоров А.Ю., Белов Н.А., Алабин А.Н. Особенности технологии плавки и литья слитков проводниковых алюминиево-циркониевых сплавов в промышленных условиях // Литейщик России, 2010, №4, с.30-34.