

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НОВЫХ СПЛАВОВ АЛЮМИНИЯ С ПЕРЕХОДНЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Беспалов В.М., Соколов Р.Е., Сидельников А.С.
Научные руководители – д.т.н., профессор Сидельников С.Б.,
д-р. техн. наук, доцент Беляев С.В.

Сибирский федеральный университет

Одним из важных направлений исследования в области создания новых металлургических технологий является получение пресс-изделий для электротехнических целей из новых сплавов алюминия с переходными и редкоземельными металлами, в том числе методами совмещенной обработки. В данной работе приведены некоторые результаты механических испытаний новых сплавов алюминия с цирконием при разных режимах технологии литья и обработки. В связи с тем, что в настоящее время проводится патентование состава новых сплавов, далее опытные сплавы обозначены №1, №2, №3 и отличаются содержанием циркония (в сплаве №3 содержание циркония в 1,7 раза выше по сравнению со сплавом №1 и в 1,25 раза по сравнению со сплавом №2).

Анализ научно-технической литературы показал, что присутствие циркония в алюминиевых сплавах ведет к следующим преимуществам:

- препятствует росту зерна при повышенных температурах;
- улучшает свариваемость, препятствует росту зерна в зонах рядом со сварным швом;
- уменьшает восприимчивость к коррозии под напряжением;
- повышает прочностные свойства сплава;
- уменьшает чувствительность к скорости охлаждения при закалке.

Основными параметрами, которые варьировали при исследовании механических свойств новых сплавов, кроме содержания циркония, были следующие:

- температура плавки и заливки металла;
- время выдержки расплава до разлива в изложницы;
- методы получения деформированных полуфабрикатов.

В качестве последних для получения прутка диаметром 9 мм были выбраны горячая сортовая прокатка (ГСП); совмещенная прокатки и прессование (СПП); совмещенное литье, прокатка и прессование (СЛИПП). Преимуществом совмещенных методов обработки является снижение количества металлургических переделов и этапов деформирования. Окончательной операцией для получения проволоки диаметром 2 мм являлось холодное волочение на цепном стане без промежуточных отжигов. Такая технология позволяла получать деформированные полуфабрикаты, предназначенные для дальнейшего изготовления электропроводов.

Испытания механических свойств проводили на универсальной электромеханической машине LFM 400 усилием 400 кН с записью основных параметров процесса на ЭВМ. Основными величинами, определяемыми в опытах на растяжение, являлись временное сопротивление разрыву σ_b и относительное удлинение δ . Результаты исследований приведены на рис.1, где показана зависимость временного сопротивления разрыву от суммарной степени деформации (вытяжки μ). Анализ данного графика показывает, что уровень прочностных свойств достаточно высок. В литом состоянии ($\mu=0$) диапазон изменения значений временного сопротивления разрыву составляет 50 - 55 МПа. После горячей обработки литой заготовки методом

совмещенной прокатки-прессования и получения прутка диаметром 9 мм значения увеличиваются до 110 – 130 МПа.

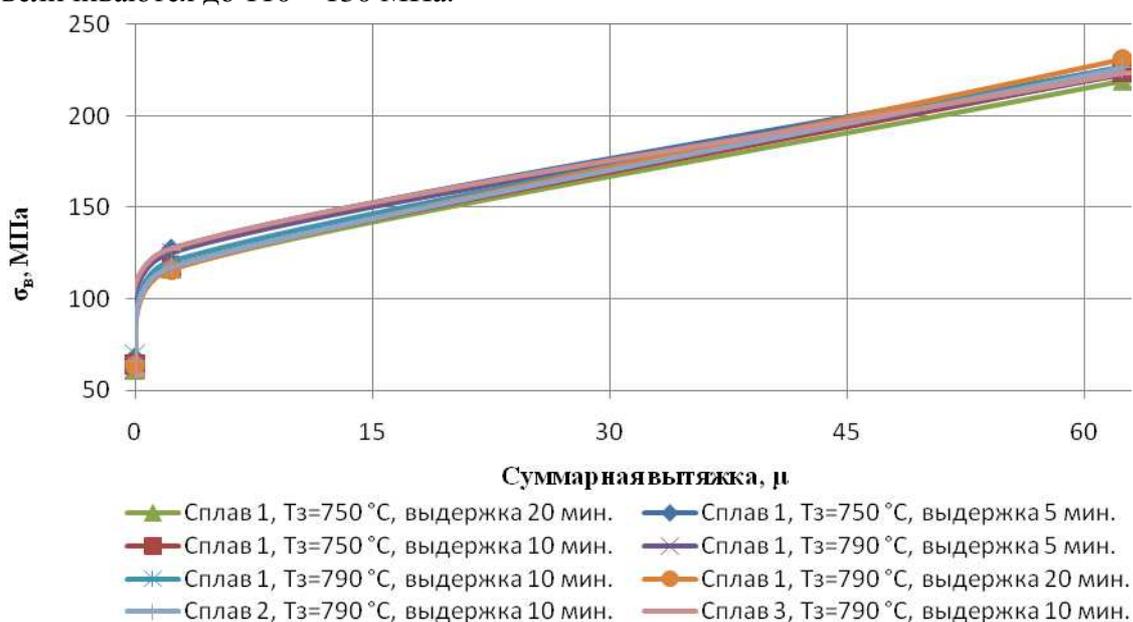


Рисунок 1 – Результаты испытаний прочностных свойств для новых сплавов алюминия

После холодной деформации и получении проволоки диаметром 2 мм прочностные характеристики увеличиваются до 220 - 230 МПа. Таким образом, по сравнению с катанкой из электротехнического алюминия марки А5Е, А7Е прочностные свойства возрастают в 1,5 раза.

Изменение пластических свойств опытных сплавов в зависимости от степени деформации показаны на рис.2. Значительное снижение пластических свойств характерно для холодной деформации, однако экспериментальные исследования показали, что обрывов при волочении не наблюдалось и отжигов не потребовалось.

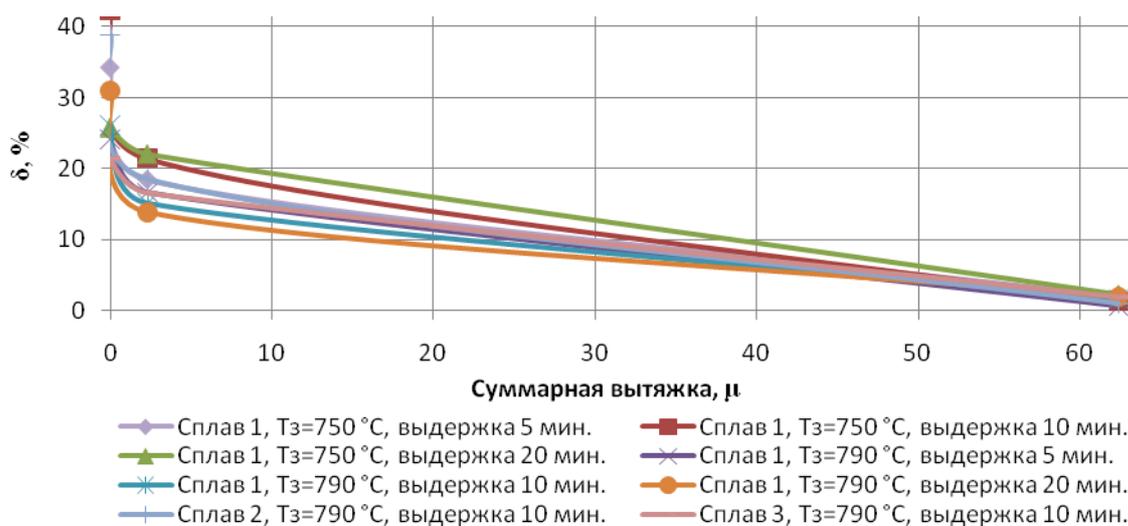


Рисунок 2 – Результаты испытаний пластических свойств для новых сплавов алюминия

Влияние режимов литья показано на рис. 3,4. Видно, что увеличение времени выдержки расплава ведет к снижению прочностных свойств.

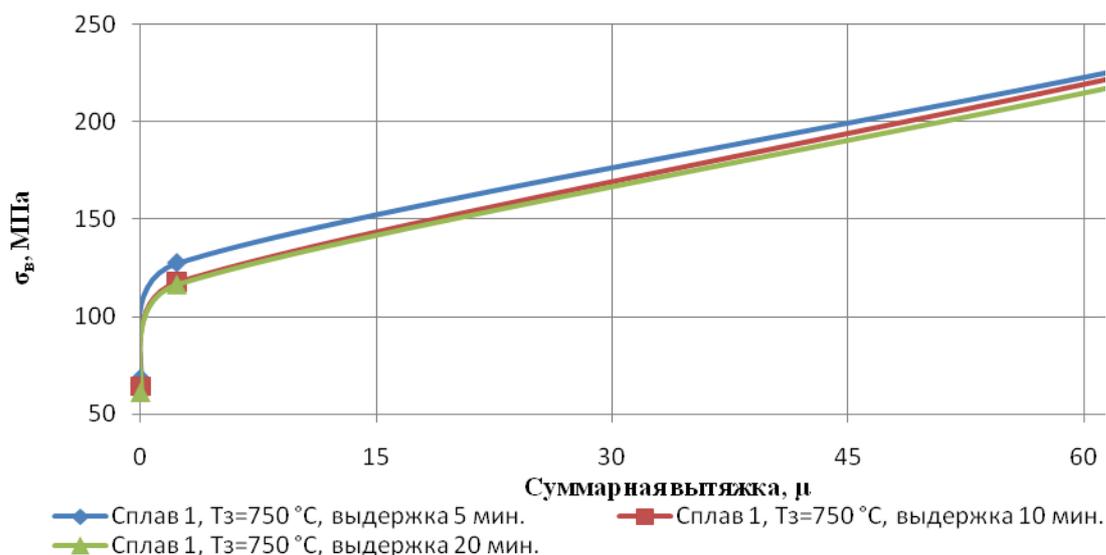


Рисунок 3 – Результаты испытаний прочностных свойств при изменении времени выдержки расплава

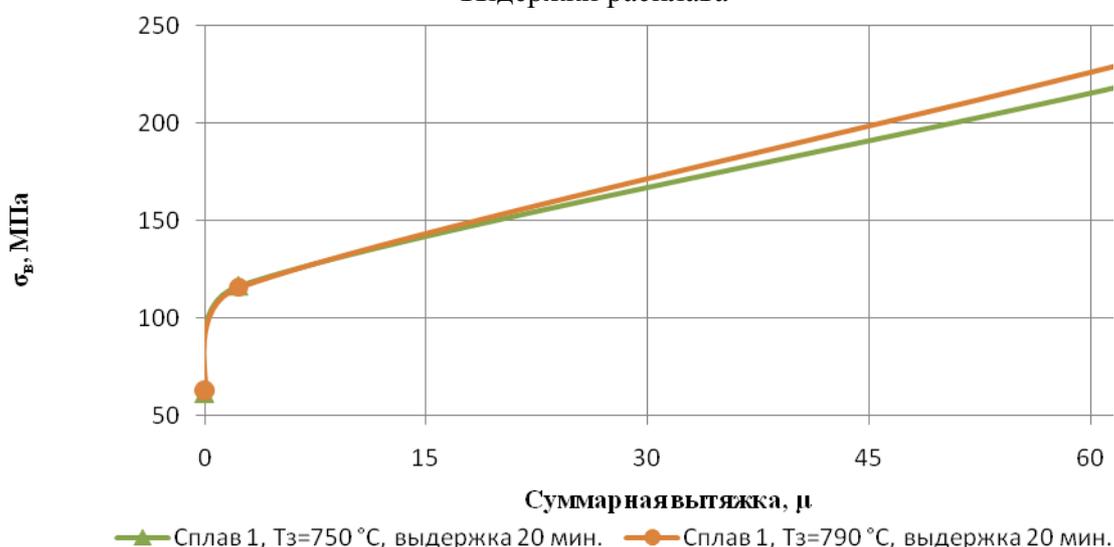


Рисунок 4 – Результаты испытаний прочностных свойств при различной температуре плавки и одинаковом времени выдержки

Увеличение температуры плавки и разливки металла незначительно влияет на прочностные свойства при небольших степенях деформации (см. рис. 4), однако с ее увеличением временное сопротивление разрыву растет для всех исследуемых сплавов.

Следует отметить, что аналогичные зависимости механических свойств получены и для других методов обработки (ГСП и СЛИПП). Сравнительный анализ показал, что уровень механических свойств выше для процессов СПП и СЛИПП.

Результаты исследований будут использованы при разработке технологии прессования прутков для производства электропроводов с заданным уровнем механических и электрофизических свойств в соответствии договором с Минобрнауки России №13.G25.31.0083 по созданию высокотехнологичного производства по теме «Разработка технологии получения алюминиевых сплавов с редкоземельными, переходными металлами и высокоэффективного оборудования для производства электротехнической катанки».