

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СОВМЕЩЕННОГО ЛИТЬЯ И ПРОКАТКИ-ПРЕССОВАНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ КАТАНКИ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

APPLICATION OF METHODS COMBINED CASTING AND ROLLING- EXTRUDING FOR DERIVING OF WIRE ROD ELECTROTECHNICAL FROM ALUMINIUM ALLOYS

Сидельников С.Б., Лопатина Е.С., Беспалов В.М., Яковлев С.Л.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет», Российская Федерация, 660041, г. Красноярск, пр.

Свободный, 79
office@sfu-kras.ru

Abstract

This article presents the results of mechanical and electrical properties of wire from alloys of Al-Zr system obtained by methods of combined casting and rolling-extruding.

Keywords: combined processes, casting, rolling, extruding, drawing, electrical wire, mechanical and electrical properties.

Исследование возможности использования деформированных полуфабрикатов из алюминия для производства силовых проводов линий электропередач является актуальным направлением в электротехнической промышленности.

В соответствии с ГОСТ №13843-78 алюминиевая катанка из сплавов технического алюминия марок А5Е и А7Е диаметром 9,5 мм, полученная на литейно-прессовых агрегатах (ЛПА), должна иметь временное сопротивление разрыву σ_B порядка 80-110 МПа и удельное электросопротивление не более 0,0282 Ом·мм²/м (в 1,7 раза больше электросопротивления меди). Недостаток электропроводности, по сравнению с медными проводами, можно компенсировать увеличением токопроводящей жилы, однако такой прочности не достаточно, чтобы обеспечить надежную работу линий, исключающую обрывы. В связи с этим современные исследования направлены на поиск способов упрочнения алюминиевой катанки.

Одним из перспективных является исследование сплавов системы Al-Zr. Исходя из обзора научно-технической литературы, присутствие циркония в алюминиевом сплаве: значительно повышает прочность сплава; препятствует росту зерна при повышенных температурах; улучшает свариваемость; препятствует росту зерна в зонах рядом со сварным швом; уменьшает восприимчивость к коррозии под напряжением; уменьшает чувствительность к скорости охлаждения при закалке [1].

В данной работе приведено сравнение результатов исследования механических характеристик и электросопротивления катанки, полученной классическим способом (ЛПА) на ОАО «ИркАЗ» и прутков изготовленных методом совмещенного литья, прокатки и прессования (СЛИПП) в лабораторных условиях ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет» из алюминиевых сплавов со схожим химическим составом, содержащих до 0,15% масс. циркония [2].

Прутки получали на экспериментальной установке, рабочий узел которой включает валки диаметром 200 мм, образующие закрытый калибр с размерами 14х14 мм. На выходе из валков с помощью гидроцилиндра поджата матрица. В ходе эксперимента расплав, заливаемый в калибр вращающихся валков, последовательно кристаллизовался, обжимался ими и выходил из матрицы. Диаметр калибрующего отверстия матрицы составляет 9 мм, поэтому на выходе получали прутки указанного размера. Температура расплава при заливке составляла 750⁰С согласно условиям получения заводской катанки, представленным в работе [3].

Для оценки технологических свойств катанки и прутков проводили холодное волочение без промежуточных отжигов для получения проволоки диаметром 2 мм. Между переходами волочения отбирали образцы и обрабатывали в соответствии с требованиями ГОСТ 1497-84. Механические испытания образцов проводили на электромеханической машине LFM 400 усилием 400 кН («Walter», Швейцария), при этом фиксировали основные параметры (σ_B – временное сопротивление разрыву, МПа и δ – относительное удлинение, %). Результаты исследования представлены на рис. 1.

Анализ полученных графиков показал, что прочностные свойства заводской катанки и лабораторных прутков имеют несущественные различия и лежат в интервале 110-120 МПа. После холодной деформации прочностные характеристики увеличиваются до 210-230 МПа. При этом значения σ_B проволоки, полученной по технологии СЛИПП выше в среднем на 6 %.

Следует отметить, что уровень пластических свойств также выше у проволоки, полученной из лабораторных прутков, что, вероятно, связано с более высокой интенсивностью деформации в процессе СЛИПП.

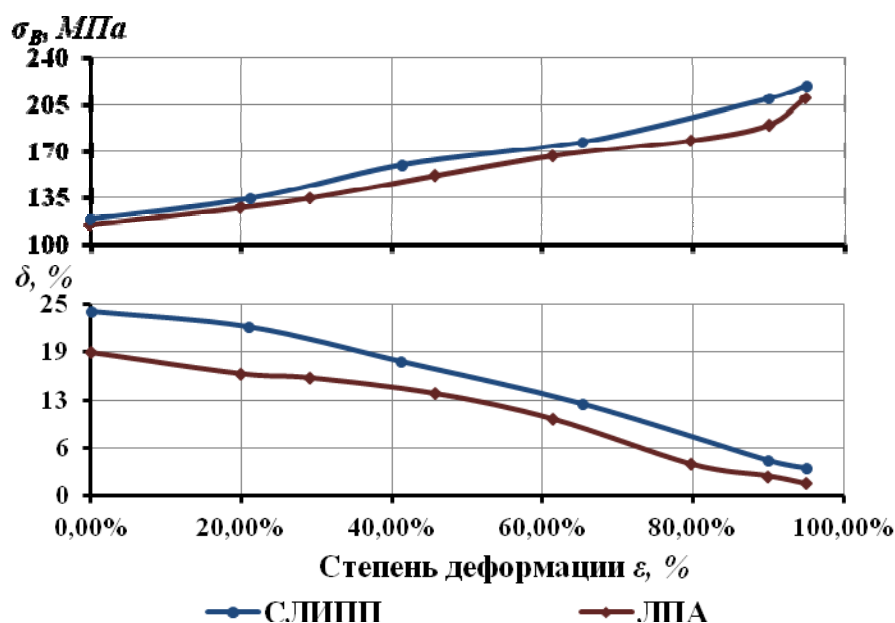


Рис.1. Механические характеристики проволоки из сплавов системы Al – Zr в зависимости от методов обработки: σ_B – временное сопротивление разрыву; ϵ – степень деформации

Электросопротивление образцов измеряли с помощью милливольтметра «Виток» в соответствии с ГОСТ 7229-76. Результаты представлены в таблице 1

Таблица 1

Средние значения удельного электросопротивления деформированных полуфабрикатов, полученных по различным технологиям

Метод	Характеристика	Удельное электросопротивление Ом·мм ² /м
ЛПА	Катанка, диаметр 9,5 мм	0,0305-0,0309
	Проволока, диаметр 2 мм	0,0310-0,0320
СЛИПП	Прутки, диаметр 9 мм	0,0284-0,0298
	Проволока, диаметр 2 мм	0,0285-0,0294

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

Использование в качестве легирующего компонента циркония в алюминиевых сплавах с содержанием до 0,15% масс. позволяет в 1,5 раза увеличить прочность деформированных полуфабрикатов по сравнению с катанкой изготовленной из алюминия технической чистоты марок А5Е и А7Е.

Способ производства оказывает незначительное влияние на прочностные свойства, однако, пластичность и электропроводность выше у деформированных полуфабрикатов, полученных по технологии СЛИПП. При этом удельное

электросопротивление последних составляет 0,0285-0,0294 Ом·мм²/м и приближается к значениям требуемым ГОСТ.

Таким образом, для получения электротехнической катанки из алюминиевых сплавов с более высоким уровнем механических и электрофизических свойств целесообразно применять методы совмещенного литья, и прокатки-прессования.

Исследования проведены в соответствии с договором №13G25.31.0083 с Минобрнауки РФ и ОК РУСАЛ по теме «Разработка технологии получения алюминиевых сплавов с редкоземельными, переходными металлами и высокоэффективного оборудования для производства электротехнической катанки».

Литература

1. Лигатура Алюминий-Цирконий (AlZr): САС инженерная компания: информация с сайта. URL: <http://sasua.com.ua/index/0-55>
2. Исследование структуры и свойств литых, и деформированных полуфабрикатов из сплавов системы Al-Zr, полученных совмещенными методами литья и прокатки-прессования / Падалка В.А., Довженко Н.Н., Сидельников С.Б. и др. // Литейщик России. 2011. №5. С. 33-36.
3. Опытнo-промышленное освоение производства катанки из алюминийeво-цирконийeвых сплавов: сб. докладов по итогам III международного конгресса «Цветные металлы» / под. ред. Г.Л. Пашкова, проф. П.В. Полякова. Красноярск, 2011. С. 560-563.