

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки

**ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ
И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ
им. А.А. Байкова
Российской академии наук
(ИМЕТ РАН)**

119334, Москва, Ленинский пр., 49
Тел. (499) 135-20-60, 135-86-11; факс: 135-86-80
E-mail: imet@imet.ac.ru <http://www.imet.ac.ru>
ОКПО 02698772, ОГРН 1027700298702
ИНН/КПП 7736045483/773601001

14.02.2022 12202 – *6215-169/Р.с.*

На № _____

«УТВЕРЖДАЮ»

Зам. директора

ИМЕТ РАН

Д.Т.Н.

[Подпись]
И.О. Банных

«14» *[Подпись]* 2022 г.

Отзыв ведущей организации

на диссертационную работу Кошмина Александра Николаевича
на тему «Комплексное исследование процесса непрерывного прессования и
совершенствование технологии производства электрических проводников
из сплавов на основе меди», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
05.16.05 – "Обработка металлов давлением"

Актуальность работы

Современные способы производства, основанные на совмещении процессов деформации и термической обработки в едином технологическом комплексе или модуле, получили широкое распространение в последние годы. Данный факт легко объясняется исключительной эффективностью таких процессов и сравнительно низкой капиталоемкостью цехов, работающих по совмещённым и непрерывным технологическим схемам. Рассматриваемый в диссертационной работе процесс непрерывного прессования CONFORM получил наибольшее распространение среди прочих совмещённых процессов, а исследование его особенностей является весьма актуальной, с научной точки зрения, задачей.

Структура и объем диссертации

Работа состоит из введения, шести глав, выводов, списка литературы из 93-х наименований отечественных и зарубежных авторов. Общий объем работы составляет 117 страниц машинописного текста, в том числе 85 рисунков и 10 таблиц.

Во введении приведены обоснованность исследования и актуальность работы, поставлены её цель и задачи, сформулирована научная новизна, практическая значимость, сформулированы основные положения, выносимые автором на защиту. †

В первой главе представлен литературный обзор, где достаточно подробно рассмотрены основные материалы и технологические схемы производства проводников электрического тока. Выполнен обзор тенденций развития технологии и оборудования непрерывного прессования, отмечены актуальные задачи, решаемые исследователями по всему миру.

Во второй главе представлены методы и материалы исследования, описаны система отбора темплетов и подготовки образцов для проведения экспериментальных исследований. Выполнено краткое описание методик и оборудования для исследований. Приведено обоснование выбора в качестве метода исследования компьютерного моделирования МКЭ, которые позволили достаточно подробно изучить особенности процесса непрерывного прессования длинномерных проводников из сплавов на основе меди.

В третьей главе представлены результаты исследования реологии меди М1 и медномагниевого сплава CuMg 0,2 и CuMg 0,5. Результаты реологического исследования образцов технической чистой меди свидетельствуют о высокой сходимости экспериментальных данных с литературными. В главе представлены полученные кривые текучести медномагниевого сплава и описан характер упрочнения этих сплавов при деформации.

В четвертой главе подробно описаны результаты исследования особенностей формирования структуры и механических свойств в очаге деформации в процессе непрерывного прессования прямоугольных шин и прутков из меди М1. С применением современных методик выполнено изучение напряженно-деформированного состояния и условий рекристаллизации в очаге деформации процесса CONFORM. Автором также проведено изучение возможности управления физико-механическими процессами, возникающими при прессовании технической чистой меди, путём варьирования температурно-скоростных параметров непрерывного прессования. Сделаны выводы об отсутствии существенного влияния скорости прессования на формирование микроструктуры и механических свойств изделий из меди М1.

В пятой главе приведены результаты исследования технологических процессов производства контактного провода высокоскоростных железнодорожных магистралей из сплава CuMg 0,2. Выполнено

компьютерное моделирование процессов горячего прессования и волочения контактного провода ВСМ. Подробно исследованы особенности формирования микроструктуры и свойств сплава CuMg 0,2 в процессах непрерывного прессования и последующего волочения. Проведён ряд экспериментальных работ, результаты которых свидетельствуют о необходимости холодной деформации (наклёпа) заготовки контактного провода для придания готовому изделию достаточного уровня прочностных характеристик.

В шестой главе выполнен анализ результатов исследований и рекомендованы мероприятия по совершенствованию технологии непрерывного прессования длинномерных токопроводящих изделий из меди М1 и медномагниевого сплава CuMg 0,2. Автором предложено дооснащение цехов непрерывного прессования колпаковыми печами для отжига, для приведения в соответствие требованиям изделий из меди, поставляемых в мягком состоянии. Разработаны деформационный режим и инструмент для обработки контактного провода после непрерывного прессования непосредственно в линии CONFORM.

В выводах отображены основные результаты научно-квалификационной работы, а также обобщены рекомендации для их использования.

Научная новизна диссертационной работы

1. Расчетными и экспериментальными методами подтверждены сведения о характере упрочнения технически чистой меди М1 в процессе деформации, а также получены новые данные о реологии магниевых бронз CuMg 0,2 и CuMg 0,5.

2. Установлен характер структурообразования меди марки М1 в процессе прессования для различных конфигураций рабочего инструмента прессового оборудования и температурно-скоростных условий деформации.

3. Подтверждена возможность прессования сплава CuMg 0,2 по технологии CONFORM в ходе которого, могут быть получены изделия с частично рекристаллизованной структурой сплава, при сопутствующих низких показателях его прочности.

4. Экспериментально установлено, что деформация непрерывно-прессованной заготовки при комнатной температуре на величину 30 – 40 % достаточна для упрочнения сплава CuMg 0,2 до уровня временного сопротивления, удовлетворяющего требованиям стандарта для контактных проводов.

Практическая значимость работы

1. Установлено, что изменение скорости непрерывного прессования в диапазоне 4 – 6 м/мин не оказывает существенного влияния на формирование свойств готовых изделий. Отмеченное практически исключает возможность управления свойствами проводников из меди путём варьирования скоростных параметров непрерывного прессования в указанном диапазоне.

2. Разработаны рекомендации по совершенствованию технологии производства длинномерных проводников из меди М1, поставляемых в мягком состоянии, которые состоят во включении в технологический процесс термической обработки изделий в колпаковых печах.

3. Предложены рекомендации по модернизации линий непрерывного прессования CONFORM, которая включает дооснащение их блоками роликовых волок, предназначенных для двукратного волочения непрерывно-прессованной заготовки из сплава CuMg 0,2 в готовый контактный провод сечением 150 мм².

4. Результаты исследований используются при чтении лекций, проведении практических и лабораторных занятий, а также в курсовом проектировании и при выполнении выпускных работ студентов бакалавриата и магистратуры на кафедре ОМД НИТУ «МИСиС».

Достоверность результатов и обоснованность выводов

Достоверность полученных результатов, полученных автором в диссертационной работе, не вызывают сомнений. Исследования проводились с использованием современных и взаимодополняющих методик, соответствующих высокому и современному научному уровню. Основные выводы диссертации обоснованы и логически вытекают из содержания работы.

Публикации и апробация

Результаты диссертационной работы опубликованы в 5 статьях, входящих в перечень научных журналов, рекомендованных ВАК, библиографические и наукометрические базы данных РИНЦ, Scopus и Web of Science.

Личный вклад

Диссертация является законченной научно-исследовательской работой, выполненной лично автором. Автору принадлежит основная роль в выполнении экспериментальных работ, проведении компьютерного

моделирования, обработке полученных данных и анализе итоговых результатов. Основные положения и выводы диссертационной работы сформулированы автором.

Замечания и вопросы по работе

1. Рассматривались ли в работе вопросы износостойкости и ремонтпригодности контактных проводов ВСМ?
2. В пункте 4 основных выводов по работе лишнее слово «их».
3. Каким образом на промышленных установках измеряется и контролируется усилие прессования?
4. Какие параметры и свойства готовых контактных проводов подвергаются контролю перед сдачей продукции?

Данные замечания не снижают общей положительной оценки работы и ценности проведённых исследований и разработок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационная работа «Комплексное исследование процесса непрерывного прессования и совершенствование технологии производства электрических проводников из сплавов на основе меди» является самостоятельной законченной научной квалификационной работой, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете "МИСиС". Соискателю Кошмину Александру Николаевичу может быть присвоена степень кандидата технических наук по специальности 05.16.05 — «Обработка металлов давлением» по результатам публичной защиты диссертации.

Диссертационная работа Кошмина А.Н. и отзыв на неё обсуждены и одобрены на заседании коллоквиума лаборатории пластической деформации металлических материалов, протокол № 7 от «8» февраля 2022 г.

Председатель коллоквиума,
заведующий Лаборатории
пластической деформации
металлических материалов,
доктор технических наук



В.С. Юсупов