УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВПО «МГТУ»

_____ Валерий Михайлович Колокольцев

«20» 02 2015 г.

Отзыв ведущей организации

на диссертационную работу Беспалова Вадима Михайловича «Исследование совмещенных процессов обработки сплавов системы Al-Zr для получения длинномерных деформированных полуфабрикатов электротехнического назначения», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением

Диссертационная работа Беспалова В.М. посвящена вопросам повышения технологической эффективности производства длинномерных деформированных полуфабрикатов из сплавов алюминия с переходными металлами, широко применяемых в настоящее время для изготовления кабельно-проводниковой продукции. Большая потребность в катанке, прутках и проволоке из указанных сплавов обусловлена их высокой термостойкостью, благодаря чему можно существенно увеличить токовую нагрузку силовых проводов ЛЭП и передавать большее количество электроэнергии при использовании старых опор. Разработка и внедрение эффективного оборудования и технологии для изготовления таких полуфабрикатов из сплавов системы Al-Zr на основе применения процессов совмещенной обработки позволило существенно повысить уровень механических и эксплуатационных свойств, снизить энергозатраты на их производство и обеспечить повышение экономической эффективности отечественного произ-

водства электротехнической продукции. Это подтверждается и тем, что диссертационная работа выполнена в рамках Постановления Правительства РФ №218 «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства» в соответствии с договором Министерства образования и науки 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» совместно с сотрудниками ООО «РУСАЛ ИТЦ».

В связи с вышеизложенным тема представленной к защите диссертации «Исследование совмещенных процессов обработки сплавов системы Al-Zr для получения длинномерных деформированных полуфабрикатов электротехнического назначения», является весьма актуальной и своевременной.

Целью диссертации является разработка комплекса технических и технологических решений, направленных на повышение эффективности производства длинномерных деформированных полуфабрикатов электротехнического назначения из сплавов системы Al-Zr на основе применения процессов совмещенной обработки металла. Для достижения поставленной в работе цели сформулированы и решены задачи, связанные с теоретико-экспериментальными исследованиями и компьютерным моделированием температурно-скоростных условий различных процессов совмещенной обработки металла для определения энергосиловых параметров и обоснования технологических режимов получения длинномерных деформированных полуфабрикатов; разработкой новых устройств для реализации различных способов совмещенной обработки металла; проведением экспериментальных исследований по изучению влияния химического состава сплавов системы Al-Zr, режимов их приготовления и обработки на структуру и физико-механические свойства металла; изучением механиче-

ских свойств, удельного электросопротивления и термостойкости полуфабрикатов из исследуемых сплавов при горячей и холодной деформации металла.

Диссертация изложена на 180 страницах машинописного текста, состоит из введения, пяти глав, заключения, библиографического списка из 161 наименования и пяти приложений. В приложениях приведены акты, подтверждающие внедрение результатов работы в учебный процесс ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», акты промышленных испытаний опытной катанки из сплавов системы Al-Zr, технологический регламент на производство катанки электротехнического назначения и сведения о промышленном опробовании разработанных технических решений.

По материалам диссертации имеется 30 печатных трудов, из них 4 статьи в журналах, рекомендуемых ВАК. На разработанные по результатам исследования технические решения, в соавторстве получено 7 патентов и 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Автореферат диссертации в полной мере отражает ее основные положения.

Во **введении** показана и обоснована актуальность научной проблемы, сформулированы цель и задачи работы, изложено краткое содержание и структура диссертационной работы.

В **первой главе** дан подробный анализ современного состояния производства деформированных полуфабрикатов из алюминия и его сплавов, приведен обзор свойств сплавов системы Al-Zr, технологий и оборудования для получения из них продукции электротехнического назначения. Анализ литературных источников позволил сделать вывод о перспективности применения указанных сплавов и способов совмещенной обработки для получения проводниковых полуфабрикатов, включающих операции непрерывного литья, прокатки, прессования и волочения по сравнению с традиционно используемыми методами обработки на литейно-прокатных агрегатах. Сделан вывод о недостаточной изученности вопросов, связанных с формированием и изменением свойств алюминиевых полуфабрикатов, получаемых по технологиям с применением совме-

щенных процессов и способов интенсивной пластической деформации, в связи с чем актуальной задачей является исследование их влияния на структуру и свойства длинномерных деформированных полуфабрикатов. При этом для решения поставленных в диссертационной работе задач целесообразно использовать современные средства компьютерного моделирования и общепринятые аналитические методы теории ОМД.

Во **второй главе** приведено описание лабораторных установок, используемых для изготовления опытных образцов прутков и проволоки из сплавов Al-Zr, а также оборудования и методик исследования структуры, термостойкости, механических и электрофизических свойств деформированных полуфабрикатов

В **третьей главе** приведены результаты моделирования, теоретических и экспериментальных исследований процесса совмещенной прокатки-прессования (СПП) полуфабрикатов из сплавов системы Al-Zr. Выполнена постановка и решена задача реализации процесса СПП с помощью метода баланса мощностей, позволившая провести качественную и количественную оценку возможности осуществления процесса с использованием в качестве основного критерия - коэффициента запаса мощности. Проведенное компьютерное моделирование позволило оценить температурно-скоростные условия и определить энергосиловые параметры процесса СПП при обработке сплавов Al-Zr. На основании теоретических расчетов и моделирования рекомендованы деформационные режимы обработки металла, с использованием которым проведены экспериментальные исследования по получению опытных образцов деформированных полуфабрикатов, изучены их структура, механические свойства, термостойкость и удельное электросопротивление при изменении состава сплавов и режимов приготовления. Также в данной главе приведено описание новых технических решений, обеспечивающих более эффективное использование прессового инструмента для реализации процесса совмещенной прокатки-

прессования, снижение энергозатрат, повышение производительности и выхода годного металла.

Четвертая глава посвящена исследованию процесса совмещенного литья и прокатки-прессования (СЛиПП), определению силовых условий нагружения оборудования для его реализации, а также разработке технических решений и технологических рекомендаций по обработке сплавов системы Al-Zr данным способом. С применением уравнений равновесия сил получены аналитические выражения для расчета усилия прижима матрицы к валкам в процессе СЛиПП при различных схемах расположения матичного узла относительно калибра валков. Это позволило определить наиболее рациональную схему поджима матрицы с точки зрения снижения энергозатрат, усовершенствовать конструкцию лабораторной установки СЛиПП-2,5 за счет введения дополнительного компенсирующего устройства и провести экспериментальные исследования по получению опытных образцов прутков из сплавов Al-Zr. Введенное усовершенствование нашло свое отражение в патенте на полезную модель. Полученные данные по механическим и электрофизическим свойствам сопоставлены с данными, полученными при реализации процесса СПП.

В **пятой главе** приведены результаты моделирования и экспериментальных исследований процессов совмещенной обработки и интенсивной пластической деформации (ИПД), на основе которых разработана компьютерная модель, и установлены температурно-скоростные условия устойчивого осуществления данного процесса и проведены экспериментальные исследования по получению длинномерных деформированных полуфабрикатов. В результате установлено, что сочетание при обработке сплавов системы Al-Zr методов совмещенной обработки и способов интенсивной пластической деформации позволяют добиться дополнительного повышения прочностных характеристик деформированных полуфабрикатов из сплавов системы Al-Zr за счет формирования в них ультрамелкозернистой структуры при небольшом снижении характеристик пластичности.

К основным результатам диссертации, обладающим **научной новизной**, относятся:

– технологические параметры получения длинномерных деформированных полуфабрикатов из сплавов системы Al-Zr с использованием способов совмещенной обработки, в том числе и с применением ИПД, обоснованные результатами экспериментально-аналитических исследований и компьютерного моделирования;

– закономерности изменения механических и электрофизических свойств полуфабрикатов из сплавов системы Al-Zr, полученных совмещенными методами, при изменении их химического состава, режимов приготовления и температурно-деформационной обработки металла;

– данные о влиянии совместного воздействия параметров совмещенной обработки и интенсивной пластической деформации на структуру и свойства деформированных полуфабрикатов из сплавов системы Al-Zr.

Практическая ценность работы состоит в следующем:

– в разработке комплекса технических решений для реализации процессов совмещенной обработки алюминиевых сплавов, защищенных 7 патентами РФ, позволивших повысить эффективность производства деформированных полуфабрикатов для электротехнических изделий;

– в создании программного обеспечения, защищенного свидетельством о регистрации программы для ЭВМ, позволяющим выполнить расчеты температурно-скоростных режимов и дать количественную оценку осуществимости совмещенной прокатки-прессования при заданных параметрах процесса;

– в разработке технологических режимов для получения длинномерных деформированных полуфабрикатов из сплавов системы Al-Zr с требуемым уровнем механических и электрофизических свойств на лабораторной установке СЛиПП-2,5 и для электротехнической катанки на опытно-промышленной установке совмещенной обработки Иркутского алюминиевого завода;

Результаты исследований внедрены в учебный процесс Сибирского федерального университета и используются для подготовки инженеров по специальности 150106.65 Обработка металлов давлением, бакалавров и магистров по направлению 150400 Металлургия и аспирантов по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением.

Замечания по работе.

1. На каком основании выбраны величина коэффициента проскальзывания валков относительно деформируемого металла и коэффициенты трения для расчета составляющих мощности при решении теоретической задачи по определению осуществимости процесса совмещенной прокатки-прессования.

2. Не совсем понятно, почему автор проводил экспериментальные исследования процессов совмещенной обработки только при одном значении коэффициента вытяжки.

3. Как явствует из диссертационной работы, при несоблюдении режимов приготовления исследуемых сплавов возможно образование нежелательных интерметаллидных соединений алюминия и циркония, поэтому неясно, как выбиралась температура заливки металла в валки при проведении экспериментальных исследований процесса СЛиПП, и как влияют на это явление деформационные режимы обработки.

4. Не акцентирован вывод, поясняющий, какой все же химический состав сплава системы Al-Zr автор рекомендует для промышленного производства электротехнической катанки.

Анализ материалов, изложенных в диссертации и автореферате, позволяет сделать следующие выводы.

Диссертация Беспалова В.М. является научно-квалификационной работой, в которой изложены научно-обоснованные технические и технологические решения по получению длинномерных деформированных полуфабрикатов для производства кабельно-проводниковой продукции из сплавов Al-Zr, что имеет существенное значение для экономики страны. По совокупности научных и

практических результатов работа удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, определенным п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», и соответствует профилю специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением, а ее автор Беспалов Вадим Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением.

Доклад по диссертационной работе Беспалова В.М заслушан и обсужден на заседании кафедры машиностроительных и металлургических технологий ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» (Протокол № 6 от 27.01.2015 г.).

Секретарь заседания,
канд. техн. наук, доцент Наталья Николаевна Ильина

Заведующий кафедрой
машиностроительных
и металлургических технологий
ФГБОУ ВПО «Магнитогорский
государственный технический
университет им. Г.И. Носова»,
д-р техн. наук, профессор Михаил Витальевич Чукин

455000,
Челябинская область,
г. Магнитогорск,
пр. Ленина, 38.
Тел. (3519) 29-84-03,
e-mail: m.chukin@mail.ru