

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Иванова Евгения Владимировича
«Исследование процессов получения деформированных полуфабрикатов
из стружковых отходов сплавов алюминия и изучение их свойств»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

Рациональная переработка отходов производства была и остается важнейшей задачей для предприятий металлургической отрасли. В большинстве случаев отходы цветных металлов, например, в виде стружки алюминиевых сплавов, возвращаются в производственный оборот путем их переплава в печах в свободнозасыпанном или брикетированном состоянии. Поскольку основной целью любого металлургического процесса является обеспечение наибольшей степени извлечения металла, то при переплавке отходов алюминия эта задача усложняется необратимостью реакции его окисления, что дополнительно сопровождается другими сопутствующими негативными явлениями. Все это в совокупности позволяет сделать вывод о сравнительно низкой эффективности традиционной технологии переработки стружковых отходов алюминия. С этой точки зрения перспективность выбранного научного исследования Е.В. Иванова обусловлена поиском эффективных способов переработки алюминиевой стружки с использованием приемов, применяемых в порошковой металлургии и гранульных технологиях.

На основании вышеизложенного тема диссертационной работы Е.В. Иванова, целью которой является создание комплекса научно-технических решений для повышения эффективности переработки сортных сыпучих стружковых отходов из сплавов алюминия АД31 и АК12, является актуальной.

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, включающего 105 источников и 3 приложений. В приложениях приведены акты промышленного опробования результатов работы в ОАО «Информационные спутниковые системы» (г. Железногорск) и внедрении в учебный процесс ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет». Основной текст диссертации составляет 135 страниц (без списка литературы и приложений). Диссертация содержит 65 рисунков и 15 таблиц.

Во *введении* обоснована актуальность темы диссертации, приведены цель и задачи работы, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, научная новизна и практическая значимость результатов исследований.

Первая глава диссертации посвящена обзору научно-технической литературы в области переработки стружковых отходов алюминиевых сплавов. Сформулированы основные требования к исходному вторичному сырью, из которого принципиально возможно получение полуфабрикатов и изделий из отходов алюминиевых сплавов известными существующими способами. Приведена общая характеристика сплавов алюминия, отходы которых выбраны в качестве объектов исследования в работе. Глава построена вполне логично, поэтому ее завершение в виде сформулированных выводов и задач исследования воспринимается убедительно.

Во *второй главе* приведены результаты исследования структуры и свойств деформированных полуфабрикатов в виде прутков круглого поперечного сечения, изготовленных методом дискретного прессования из стружки рассматриваемых алюминиевых сплавов. Представлены результаты экспериментальных исследований по влиянию давления холодного и горячего брикетирования в жесткой пресс-форме на плотность получаемых цилиндрических брикетов из отходов алюминиевых сплавов. Установлен минимально допустимый уровень относительной плотности брикетов, обеспечивающий стабильное протекание процесса последующего горячего выдавливания скомпактированного стружкового материала через матрицу.

В *третьей главе* описаны постановка задачи, граничные условия и результаты компьютерного моделирования процесса совмещенной прокатки-прессования (СПП) пористой заготовки прямоугольного сечения, получаемой компактированием стружки в специально сконструированной для этого случая разъемной пресс-форме. Моделирование процесса выполнено в программном комплексе QFORM V8 в 3D постановке с наличием одной плоскости симметрии без учета массы заготовки и действия сил инерции.

В *четвертой главе* приведены результаты компьютерного моделирования процесса волочения прутков, полученных дискретным и непрерывным прессованием из исследуемых типов алюминиевой стружки. Моделирование процесса выполнено с использованием программного комплекса ABAQUS. Предполагается, что деформируемый пруток обладает остаточной пористостью, в качестве варьируемого параметра выбран коэффициент трения. Функциями отклика выступают величины, характеризующие распределение относительной плотности, гидростатического давления, степени деформации и касательных напряжений. В практической части данной главы приведены результаты механических испытаний изготовленной с различной величиной суммарного относительного обжатия проволоки, полученной из сбрикетированной алюминиевой стружки. С использованием метода полного факторного эксперимента для каждого материала выведены уравнения регрессии. Исследование микроструктуры проволоки, полученной волочением заготовки из сбрикетированной стружки, является дополнительным свидетельством ее хороших эксплуатационных свойств.

В *заключении* представлены основные выводы, вытекающие из результатов диссертационных исследований.

СТЕПЕНЬ ОБОСНОВАННОСТИ НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫВОДОВ И РЕКОМЕНДАЦИЙ, СФОРМУЛИРОВАННЫХ В ДИССЕРТАЦИИ

В представленной диссертации автором проведен анализ известных технических решений, посвященных вопросам переработки сыпучих металлических отходов, в том числе с использованием приемов порошковой металлургии и процессов обработки давлением. В работе показано, что выбранный для каждого алюминиевого сплава температурно-скоростной режим осуществления операции дискретного прессования, проводимой при повышенных значениях коэффициента вытяжки, позволяет формировать прутки с определенным сочетанием прочностных и пластических свойств с достаточно специфической микроструктурой, обусловленной формой и химическим составом перерабатываемой стружки. Анализируя итоги теоретического исследования, следует отметить, что моделирование процесса СПП именно пористой заготовки ранее в специальной литературе не рассматривалось, поэтому результаты расчета кинематики процесса, распределение температуры, степени деформации заготовки и ее относительной плотности несомненно обладают научной новизной. Адекватность модели для переработки этим способом стружки из сплава АД31 подтверждена с помощью лабораторных исследований на установке СПП-200. Приведена оценка влияния температурно-деформационных условий протекания процесса на уровень механических свойств и микроструктуру прутков, полученных из данного вида стружки. Аналогичная серия экспериментов также проведена с целью изготовления прутков из стружки сплава АК12, который в относится к группе литейных сплавов и практически не используется для получения изделий обработкой давлением. Тем не менее, автору диссертации удалось подобрать режим обработки указанной стружки и изготовить опытные образцы соответствующей продукции. В итоге, рассматривая все полученные результаты моделирования в совокупности, можно сформировать такой сценарий развития деформации, при котором влияние первоначального заложенных в структуру металла несплошностей окажется минимальным.

Автором проведены научно-прикладные исследования, связанные с оценкой возможности получения товарной металлопродукции из стружковых отходов алюминиевых сплавов различного химического состава.

ДОСТОВЕРНОСТЬ, НАУЧНАЯ НОВИЗНА И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РЕУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Достоверность научных результатов подтверждена применением научно обоснованных и производственно целесообразных способов обработки давлением, современных программных средств и методов

компьютерного моделирования, практической реализацией технологических решений.

Диссертация изложена последовательно, технически грамотным языком. Автореферат соответствует содержанию диссертации. Материалы работы в достаточной степени отражены в научных изданиях и прошли апробацию на научных конференциях различного уровня. Особо следует отметить, что по результатам проведенных теоретико-экспериментальных исследований опубликована монография, получен патент на изобретение. Содержание диссертации соответствует специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением.

Научная новизна исследования состоит в том, что автором впервые установлены особенности и закономерности формирования и изменения свойств деформированных полуфабрикатов из стружковых сыпучих отходов достаточно распространенных марок алюминиевых сплавов АД31 и АК12, изготовленных минуя плавильный передел с использованием технологических схем, основанных на применении дискретного или непрерывного прессования.

На основе результатов аналитических исследований и компьютерного моделирования впервые дана оценка влияния технологических параметров процессов совмещенной прокатки-прессования и последующего волочения пористой заготовки из стружки исследуемых сплавов на характер течения металла, что позволило выбрать наиболее рациональный диапазон их изменения для получения проволоки с удовлетворительным уровнем свойств.

Впервые получены значения механических свойств и изучена микроструктура холоднотянутой проволоки из стружки исследуемых сплавов в зависимости от деформационно-скоростных условий обработки и наличия в технологической схеме операции отжига.

Практическая значимость диссертации заключается в том, что на основании полученных автором результатов обоснованы и практически опробованы технологические режимы горячего и холодного брикетирования, прессования, волочения и отжига для получения деформированных стружковых полуфабрикатов в виде прутков и проволоки с разноуровневым комплексом прочностных и пластических свойств. На всех технологических переделах изучена структура материала, характеризующая его состояние в зависимости от условий и параметров обработки.

Предложена защищенная патентом РФ конструкция устройства для совмещенной прокатки-прессования некомпактных материалов, позволяющая реализовать процесс с применением шнековой подачи сыпучих стружковых отходов. Результаты исследований прошли промышленную апробацию и внедрены в учебный процесс, что подчеркивает весомый вклад автора в развитие процессов отечественной вторичной металлургии.

ОСНОВНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ ПО РАБОТЕ

Несмотря на описанные достоинства и, в целом, положительное впечатление от работы, по диссертации имеются следующие замечания.

1. В диссертационной работе следовало рассмотреть общие технологические схемы применительно к переработке стружковых отходов из других алюминиевых сплавов и установить, какие при этом существуют ограничения. Это позволило бы более убедительно обосновать выбор технологии порошковой металлургии и процесса совмещенной прокатки-прессования для переработки выбранных алюминиевых сплавов.

2. Не совсем понятен выбор маршрутов волочения проволоки, полученной из стружковых отходов. В работе также не проведена оценка энергосиловых параметров процесса волочения данной проволоки. Это может привести к реализации нерациональных режимов деформации стружковых заготовок.

3. В диссертации не приведено сравнение свойств проволоки, полученной из алюминиевых стружковых отходов, и проволоки, производимой по традиционной технологии волочением.

4. В связи с тем, что при волочении проволока из отходов исследуемых алюминиевых сплавов получает сильное упрочнение, в диссертации необходимо было бы обосновать применение и количество отжигов для восстановления ее пластических свойств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО РАБОТЕ

Представленная диссертация Е.В. Иванова «Исследование процессов получения деформированных полуфабрикатов из стружковых отходов сплавов алюминия и изучение их свойств» является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические решения по переработке стружковых отходов алюминиевых сплавов АД31 и АК12, обеспечивающие получение деформированных полуфабрикатов в виде прутков и проволоки без их переплава, что имеет существенное значение для развития процессов переработки отходов методами обработки давлением.

Результаты исследований, представленные автором, достоверны, обладают научной новизной и практической значимостью. Диссертационная работа Е.В. Иванова выполнена на высоком научном уровне, по своей актуальности, научной новизне, практической значимости и полученным результатам соответствует паспорту специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением.

Диссертация Е.В. Иванова соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней»:

- п. 10: диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, вы-

двигаемые для публичной защиты, которые свидетельствуют о личном вкладе автора диссертации в науку;

- п. 11: основные положения и результаты, представленные в диссертационной работе, опубликованы автором в 25 научных трудах, в том числе 11 статей в журналах, входящих в перечень ВАК РФ, 3 статьи в изданиях, входящих в наукометрические базы Web of Science и Scopus;

- п. 14: заимствованные материалы имеют корректные ссылки на источники. В диссертационной работе отмечены результаты исследований, выполненные соискателем лично и в соавторстве.

Диссертационная работа «Исследование процессов получения деформированных полуфабрикатов из стружковых отходов сплавов алюминия и изучение их свойств» отвечает требованиям ВАК РФ к диссертациям в соответствии с п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Иванов Евгений Владимирович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением.

Официальный оппонент:

доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры технологий обработки материалов
ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И.Носова»

Полякова Марина Андреевна

Специальность 05.02.23 – Стандартизация и управление качеством продукции

Адрес: 455000, Россия, г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38

Тел.: +7 (3519) 298481

E-mail: m.polyakova@magtu.ru

