

В диссертационный совет 24.2.324.01
на базе ФГБОУ ВО «Магнитогорский
государственный технический
университет им. Г.И. Носова»

ОТЗЫВ

официального оппонента по диссертации

БИРЮКОВОЙ Олеси Дмитриевны

на тему «Совершенствование процесса асимметричной
аккумулирующей прокатки для улучшения механических
свойств в листовых слоистых алюминиевых композитах»,
представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 2.6.4. Обработка металлов
давлением

1. Актуальность работы

Диссертационная работа О.Д. Бирюковой посвящена вопросу использования листовых слоистых алюминиевых композитов в космической отрасли и в автомобилестроении. В настоящее время цветные металлы имеют большое значение для производства любого типа металлопродукции в связи с их сравнительно малым весом и высокой коррозионной стойкостью. Требования к качеству производимой алюминиевой продукции неуклонно растут, т.к. алюминий и его сплавы являются ближайшей альтернативой к более тяжёлым материалам. Повышение безопасности эксплуатации продукции, улучшение экологической обстановки и использование иных видов топлив – приоритетные задачи в развитии страны. Они включают в себя создание и внедрение современных технологий в области обработки металлов давлением, позволяющих получить улучшенные механические свойства для материалов используемых как в автомобильной, так и в космической отрасли.

Методы интенсивной пластической деформации (ИПД), которые в последние годы применяют для повышения прочностных характеристик металлопродукции, являются одними из перспективных способов обработки слоистых материалов. О.Д. Бирюковой широко рассмотрен процесс асимметричной аккумулярующей прокатки, который позволяет не только повысить прочность материалов, но и увеличить их пластичность, кроме того это один из способов получения длинномерной продукции. Разработка и совершенствование технологий ИПД является сложной научно-технической

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»	
за №	
Дата регистрации	24.09.2022
Фамилия регистратора	

задачей, которая позволит получить эффект как производственного, так и коммерческого применения.

Считаю, что тема диссертационной работы Бирюковой О.Д. «Совершенствование процесса асимметричной аккумуляющей прокатки для улучшения механических свойств в листовых слоистых алюминиевых композитах» является актуальной.

2. Общая характеристика работы

Диссертационная работа О.Д. Бирюковой посвящена решению научных и практических задач по повышению механических и эксплуатационных свойств листовых алюминиевых композитов. Предложены новые решения по совершенствованию технологии производства листовых многослойных композиций за счет применения больших сдвиговых деформаций при асимметричной аккумуляющей прокатке (АПП), основанные на компьютерном моделировании, определении технологических условий применимости и экспериментальной апробации предлагаемых решений, а также комплексной оценке механических свойств полученных композиций.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и двух приложений; изложена на 143 страницах машинописного текста, содержит 60 рисунков, 18 таблиц и 222 источника в библиографическом списке.

Во введении отражена и обоснована актуальность работы, сформулированы научная новизна и практическая значимость работы. Представлены основные положения, выносимые на защиту, показана апробация результатов.

В первой главе диссертационной работы рассмотрено современное состояние производства листовых слоистых алюминиевых композитов с приведением расширенного анализа производства биметаллов и слоистых материалов, оценкой поведения переходного слоя и условий получения требуемых механических, технологических и эксплуатационных свойств. Рассмотрены процессы асимметричной и аккумуляющей прокатки, которые в совокупности представляют собой один из видов ИПД. Поставлены цель и задачи работы.

Во второй главе изложены результаты компьютерного моделирования процесса асимметричной аккумуляющей прокатки листовых слоистых алюминиевых композитов 5083/1070 и 5083/2024, проводимого

в программных комплексах «Deform 2D» и «QFORM». Показано влияние кинематической асимметрии на деформированное состояние материалов, на изгиб полосы на выходе из очага деформации, на поведение межслойной границы. Проведена оценка силовых параметров процесса асимметричной аккумуляющей прокатки.

В третьей главе описано проведение проверки адекватности компьютерной модели с последующей корректировкой режимов асимметричной аккумуляющей прокатки листовых слоистых алюминиевых композитов. Данная проверка и корректировка проводились на стане 400 асимметричной прокатки Лаборатории механики градиентных наноматериалов им. А.П. Жилиева ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова». Приведено сравнение послойного распределения сплавов в композите и усилия прокатки, полученное при компьютерном моделировании и при прокатке на стане асимметричной прокатки. Расписаны этапы проведения многочисленных экспериментов с различной комбинацией алюминиевых сплавов в композитах. Представлены результаты механических испытаний и область реализации процесса асимметричного деформирования листовых слоистых алюминиевых композитов 5083/1070 и 5083/2024, при попадании в которую обеспечивается получение высоких значений механических свойств. Отдельно проведена оценка изменения механических свойств в зависимости от изменения отношения скоростей валков.

В четвертой главе описаны разработанные технологические схемы производства листовых слоистых алюминиевых композитов, а также новые технические решения, позволяющие исключить ряд дефектов при обработке слоистых материалов асимметричным способом.

В заключении представлены выводы по диссертационной работе.

В приложениях приведены описания изобретений 3 патентов РФ и 1 Евразийского патента, а также акты внедрения диссертационных исследований О.Д. Бирюковой в ООО «ЧерметИнформСистемы», Институте информационных технологий, дизайна и производства (г. Джабалпур, Индия), учебном процессе ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова».

3. Научная новизна работы

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

- определены границы областей гарантированного одновременного повышения прочности (σ_b не менее 300 МПа) и технологической пластичности проката (коэффициент вытяжки до 5,5), отличающиеся соотношением

суммарных эквивалентных деформаций ($\epsilon > 3$) и углов сдвига ($\phi > 70^\circ$) для листовых слоистых алюминиевых композитов 5083/1070 и 5083/2024 с конечной толщиной 0,7 – 1,5 мм, а также показано, что для попадания в данные области необходимо провести не менее 2 циклов ААП;

– для процесса ААП листового слоистого алюминиевого композита 5083/2024 определен диапазон отношений скоростей рабочих валков ($V_1/V_2 = 2,5 \dots 4$), отличающийся тем, что этот диапазон обеспечивает максимальные значения относительного удлинения δ (12%) и отношение временного сопротивления разрыву σ_b к пределу текучести σ_T (1,55), а также прямолинейное движение металла на выходе из очага деформации;

– показано, что с увеличением отношения скоростей рабочих валков до 4 при тёплой (температура нагрева 380°C) ААП листового слоистого алюминиевого композита 5083/2024 (при одинаковом межвалковом зазоре) относительное обжатие увеличивается до 67%, а усилие прокатки снижается до 600 кН по сравнению с относительным обжатием 37% и усилием прокатки 1330 кН при равных скоростях рабочих валков.

– численно определены зависимости распределений слоёв в листовых слоистых алюминиевых композитах 5083/2024 и 5083/1070 по длине очага деформации при обжатии 50% и соотношении скоростей рабочих валков от 1 до 2 при ААП, причём максимальная глубина внедрения слоя 5083 в композите 5083/2024 составляет 0,21 мкм, а максимальная глубина внедрения слоя 1070 в композите 5083/1070 – 0,15 мкм.

Достоверность полученных результатов исследования подтверждена корректностью постановки математической задачи, а также применением компьютерного моделирования в сочетании с лабораторными экспериментами на стане 400 асимметричной прокатки Лаборатории механики градиентных наноматериалов имени А.П. Жилиева ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова», применением общепринятых методов обработки данных. Выводы базируются на современных знаниях и достижениях в области обработки металлов давлением и не противоречат их базовым положениям.

4. Практическая значимость работы

Результаты диссертационной работы были получены по итогам успешного выполнения следующих НИР – Мегагранту по Постановлению № 220 Правительства РФ на тему «Механика градиентных, бимодальных и гетерогенных металлических наноматериалов повышенной прочности и пластичности для перспективных конструкционных применений» (№

договора: 14.Z50.31.0043 от 2018 г.); гранту РНФ «Разработка и теоретико-экспериментальное исследование новых методов интенсивной пластической деформации для получения металлических наноструктурированных листов повышенной прочности» (по соглашению № 15-19-10030-П от 2018 г.); гранту РФФИ «Исследование закономерностей формирования структуры и свойств алюминиевых сплавов при асимметричной тонколистовой прокатке в режиме интенсивной пластической деформации» (соглашение № 14-08-31143); по программе совета по грантам Президента Российской Федерации по теме «Разработка научно-технологических основ получения высокопрочных ультрамелкозернистых алюминиевых сплавов со структурами композиционного типа» (по соглашению № 075-02-2018-347 от 2018 г.); гранту РНФ «Разработка легких наноструктурированных функционально-градиентных материалов для высокопрочных применений с помощью методов гибридной асимметричной прокатки и инкрементальной формовки» (соглашение №22-49-02041 от 2022 г.) и обладают практической значимостью, которая заключается в следующем:

- определены технологические параметры процесса асимметричной аккумулялирующей прокатки листовых слоистых алюминиевых композитов 5083/1070 и 5083/2024, позволяющие повысить механические свойства и обеспечить прямолинейное движение проката на выходе из очага деформации;
- разработаны новые технические решения (патенты РФ № 2699473, № 2762696, № 2756086 и евразийский патент № 039071);
- результаты диссертационного исследования приняты к использованию в ООО «ЧерметИнформСистемы», Институте информационных технологий, дизайна и производства (г. Джабалпур, Индия), в учебном процессе ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова».

5. Замечания и вопросы по диссертационной работе

По содержанию диссертационной работы имеются следующие вопросы и замечания:

1. Изучался ли автором вопрос о максимальных ширинах востребованных композиций и станах, которые смогут реализовать предлагаемые решения по асимметричной аккумулялирующей прокатке таких размеров?

2. Значение пластичности для листового слоистого алюминиевого композита 5083/2024, полученной после обработки по предлагаемым режимам

составляет 12%. Достаточно ли такого уровня пластичности для проведения дальнейших операций (штамповки) получения деталей кузова автомобиля?

3. Из работы не совсем понятно, какой температурный интервал для исследуемых композиций относится к *тёплой* аккумулярующей прокатке, и каким образом выполнялось измерение температуры заготовок перед прокаткой.

4. Для листовых слоистых алюминиевых композитов 5083/1070 и 5083/2024 при отношении скоростей валков равному 5 выявлено плавления материалов (глава 3 диссертации). Хотелось бы знать мнение автора о причине этого явления.

5. В качестве замечания по оформлению следует отметить нарушение очередности расположения формул 2.1 – 2.4 (стр. 43 и 45 диссертации).

Указанные замечания носят частный характер, не снижают ценности диссертационного исследования и являются скорее пожеланиями автору для продолжения исследований.

6. Оценка содержания диссертации и автореферата

Диссертационная работа изложена чётким, технически грамотным языком, её содержание в достаточной степени проиллюстрировано графиками и таблицами. Оформление диссертации отвечает требованиям ВАК РФ.

По тематике диссертации опубликована 21 работа, в том числе 2 статьи в рецензируемых изданиях из перечня рекомендованных ВАК РФ, 5 статей в журналах, включенных в международные наукометрические базы Scopus и Web of Science, а также 3 патента РФ и 1 Евразийский патент.

Автореферат диссертации и публикации достаточно полно отражают содержание диссертационной работы.

7. Заключение по работе

Диссертация Бирюковой Олеси Дмитриевны является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, имеющей научную новизну и практическую значимость, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны и изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, направленные на создание больших сдвиговых деформаций при асимметричной аккумулярующей прокатке, обеспечивающих получение

листовых слоистых алюминиевых композитов с улучшенными механическими свойствами, и имеющие существенное значения для развития экономики страны. Выносимые на защиту результаты получены при определяющем вкладе самого автора и соответствуют пунктам 1 «Исследование и расчет деформационных, скоростных, силовых, температурных и других параметров разнообразных процессов обработки давлением металлов, сплавов и композитов»; 2 «Исследование способов, процессов и технологий обработки давлением металлов, сплавов и композитов с помощью методов физического и математического моделирования»; 3 «Исследование структуры, механических, физических, магнитных, электрических и других свойств металлов, сплавов и композитов в процессах пластической деформации»; 4 «Оптимизация процессов и технологий обработки давлением для производства металлопродукции с заданными характеристиками качества» паспорта научной специальности 2.6.4. Обработка металлов давлением.

Диссертация в целом отвечает требованиям п.9- «Положения о присуждении учёных степеней» (утверждённого постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 с дополнениями), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор БИРЮКОВА ОЛЕСЯ ДМИТРИЕВНА заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.4. Обработка металлов давлением.

Я, Мазур Игорь Петрович, согласен на автоматизированную обработку персональных данных, приведенных в этом документе.

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор,

Почетный работник высшего профессионального образования РФ,
заведующий кафедрой «Обработка металлов давлением»



Игорь Петрович Мазур

398055, г. Липецк, ул. Московская, 30

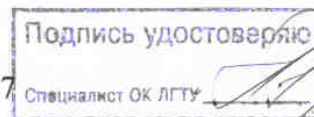
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Тел.: +7 (4742)32-81-37

Факс: +7 (4742)31-04-73

e-mail: mazur@stu.lipetsk.ru

Докторская диссертация защищена по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением



15.09.2022