

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

**Актуальность.** Одним из стратегических направлений развития обработки металлов давлением является использование совмещенных процессов, обеспечивающих непрерывную технологическую цепочку «жидкий металл-заготовка-готовое изделие». Особенно актуально объединение процессов при массовом производстве длинномерных изделий, к числу которых относятся прутки и проволока из алюминиевых сплавов. Поэтому, тему диссертационной работы Беспалова В.М., направленную на разработку и изучение особенностей совмещенных процессов «литье-прессование» и «прокатка-прессование» следует признать актуальной.

**Структура и содержание работы.** Диссертация изложена на 180 страницах машинописного текста, содержит 74 рисунка, 28 таблиц, список литературы из 161 наименования и приложения.

Первая глава диссертации посвящена анализу современного состояния производства деформированных полуфабрикатов электротехнического назначения. На основе изучения достаточно большого числа научных публикаций как отечественных, так и зарубежных ученых, автор обосновывает перспективность использования для производства длинномерных изделий из алюминия и его сплавов совмещенных процессов. Глава построена вполне логично, поэтому её завершение в виде формулировки целей и задач исследования воспринимается убедительно.

Вторая глава посвящена описанию методик проведения экспериментальных исследований. Автор приводит характеристику сплавов и достаточ-

но подробно описывает применяемые в работе методики определения электрического сопротивления, термостойкости, механических свойств и металлографических исследований полученных образцов.

В третьей главе приводится математическая модель определения условий, при которых возможно осуществление процесса прокатка-прессование, описываются результаты моделирования с использованием комплекса Deform 3D. Далее автор анализирует структуру и свойства образцов полученных экспериментально. Завершается глава описанием новых технических решений направленных на совершенствование исследуемого процесса.

Четвертая и пятая главы структурно одинаковы. Первая из них посвящена исследованию совмещенного процесса литья и прокатки-прессования, а вторая совмещенного процесса и интенсивной пластической деформации. Диссертант описывает некоторые теоретические аспекты осуществления этих процессов, приводит данные исследования структуры и свойств полученных образцов и инженерные решения совершенствованию данных процессов.

**Научная новизна** работы состоит в том, что автором изучены и проанализированы закономерности формирования структуры и свойств изделий, полученных исследуемыми совмещенными способами. Научный интерес представляет теоретическая оценка влияния прижима матрицы при определении силовых параметров процесса СЛ и ПП.

**Практическая значимость** заключается в том, что на основании полученных в работе результатов исследования и предложенных новых инженерных решений возможно создание достаточно эффективных технологий получения длинномерных изделий электротехнического назначения и сплавов системы Al-Zr.

**Достоверность научных результатов.** Научные положения, выводы и рекомендации в основном обоснованы. Для компьютерного моделирования ис-

пользуется современный программный комплекс Deform 3D, а экспериментальные исследования проведены с применением современных методов и исследовательского оборудования.

Диссертация написана логично, грамотным техническим языком, хорошо оформлена. Автореферат соответствует содержанию диссертации. Материалы работы достаточно опубликованы в научной печати и обсуждены на научных конференциях различного уровня. Содержание диссертации соответствует специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением.

### **Замечания по работе**

1. К сожалению, не выдерживает никакой критики математическая модель, приведенная в разделе 3.1.

Во-первых, закон сохранения энергии (3.2) записан неверно. В частности, в балансе отсутствует мощность формоизменения металла в матрице, которая, как известно из теории прессования, может составлять до 70% от всей мощности, необходимой для осуществления прессования. Не понятно где в очаге деформации автор обнаружил упругую зону и на этом основании вводит составляющую  $N_{трм}$ , которую он называет то «мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения на границе упругой и пластической зон перед матрицей», то «мощность, необходимая для преодоления сил трения, возникающих на зеркале матрицы...» (стр. 65). Повидимому, он путает её с зоной застоя в углах сопряжения матрицы и валков, но в этом случае надо определять не мощность трения, а мощность среза по этой поверхности.

Во-вторых, очаг деформации для исследуемого процесса имеют сложную структуру. В зоне прокатки от плоскости входа в очаг деформации будет зона отставания, затем зона опережения. Протяженность последней характеризуется критическим углом, который и определяется из баланса энергии. В общем случае и в зоне распрессовки так же имеет место две зоны: сначала зона опережения, затем – отставания. В этом случае появляется второй критиче-

ский угол и одного уравнения энергетического баланса для нахождения двух неизвестных критических углов не достаточно. Если же автор принимает, что вторая зона отставания отсутствует, то это следует оговаривать и доказать либо теоретически, либо экспериментально. Но, в разделе исследование кинематики процесса отсутствует.

В-третьих, для нахождения мощности формоизменения (3.3) используется формула Финка для осадки, адаптированная В.Н.Выдриным для «простого» случая прокатки в 60-е годы прошлого века и опубликованная в монографии «Динамика прокатных станов» (в диссертации почему-то ссылка на Л.М. Агеева [140]), но в дальнейшем В.Н.Выдрин эту зависимость не использовал справедливо считая её очень приближенной.

Кроме указанных имеется еще целый ряд замечаний:

- выражение (3.9) никакого отношения к принципу минимума полной энергии не имеет (стр. 68);
- непонятно почему автор принимает коэффициент неравномерности деформации в формуле (3.3) равным 2;
- для определения величины сопротивления деформации на выходе из матрицы вводится коэффициент упрочнения  $c$ , причем в таблице 3.1 его значение принимается равным 1.7. Однако на рисунке 3.3 где приводится зависимость сопротивления деформации от вытяжки при различных скоростях деформации и температурах показано, что упрочнение есть только при холодной деформации;
- неясно из каких соображений назначаются показатели трения и т.д.

Резюмируя вышесказанное считаю, что модель построена с грубыми ошибками и необоснованными упрощениями, содержит значительное количество неопределенных коэффициентов и не может быть использована для определения деформационных и температурно-скоростных параметров процесса.

2. Ряд замечаний возникает при знакомстве с материалами, представленными в главе 5.

- На стр. 135 автор анализирует изменение скорости течения металла на разных стадиях (участках очага деформации) процесса. На стадиях 1, 2 и 3 (рис. 5.5) характер изменения скорости не вызывает вопросов. Но «... при прохождении металла через участок пересечения каналов (стадия 4) скорость снижается до некоторой постоянной величины, зависящей от показателей контактного трения...». Это утверждение ошибочно, поскольку если размер каналов не меняется, то описанное изменение скорости должно приводить к невыполнению закона постоянства секундных объемов.
- Несколько неясно как осуществлялись указанные в таблице 5.2 4 цикла равноканального углового прессования (на каком оборудовании? изменилось ли по-перечное сечение образца? осуществлялась ли кантовка? и т.д.).
- Неубедительно представлены металлографические исследования и поэтому непонятно за счет использования каких процессов (СЛиПП, РКУП, волочение или термообработка) достигнуто изменение свойств полуфабрикатов.
- Утверждение автора о том, что «... описанные выше режимы обработки при совместном использовании способов СЛиПП и РКУП можно рекомендовать для разработки технологии изготовления проволоки, соответствующей типу АТ2, отличающихся повышенными требованиями по прочности» (стр. 143) не очевидно. По мнению оппонента представленных в главе материалов совершенно не достаточно для разработки научнообоснованной технологии.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО РАБОТЕ

Внимательное ознакомление и анализ материалов представленных в оппонируемой диссертации, несмотря на сделанные (в т.ч. принципиальные) замечания, позволяет сделать следующие выводы.

1. Выполненное исследование является законченной научной работой, оно актуально, содержит научную новизну и обладает практической значи-

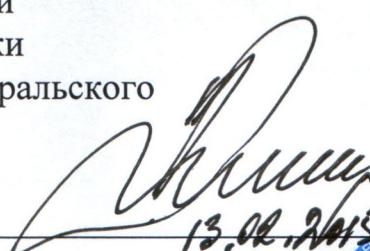
мостью. Материалы диссертации достаточно апробированы и опубликованы в научной печати. Материалы диссертации соответствуют специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением.

2. Представленные материалы соответствуют требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, определенным п.п. 9, 10, 11 «Положения о присуждении ученых степеней».

3. Автор диссертации Беспалов Вадим Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05. – Обработка металлов давлением.

Официальный оппонент,  
доктор технических наук,  
профессор, заведующий кафедрой  
«Машины и технологии обработки  
материалов давлением» Южно-Уральского  
государственного университета

Шеркунов  
Виктор Георгиевич

  
13.02.2015

Южно-Уральский государственный университет,  
Кафедра «Машины и технологии обработки материалов давлением»  
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76, ФГБОУ ВПО «ЮУРГУ»;

т. (351)267-94-81, (351)267-92-24  
моб.: +7 908 080-50-73

E-mail: sherkunovvg@susu.ac.ru

