

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПЕРМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, д.29
Тел.: (342) 219-80-67, 212-39-27. Факс: (342) 212-11-47. E-mail: rector@pstu.ac.ru

29.11.2018г. № _____
На № _____ от _____

Учёному секретарю диссертационного совета
Д 212.285.04 на базе ФГАОУ ВО «Уральский
федеральный университет им. первого Президента
России Б.Н. Ельцина»
Селивановой О.В.

Отзыв официального оппонента

на диссертационную работу Первухина Александра Евгеньевича
«Проявления неоднородности пластической деформации в процессах волочения проволоки из
благородных металлов»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением

1. АКТУАЛЬНОСТЬ

Процесс холодного волочения широко применяется для получения проволоки круглого сечения различных номинальных диаметров и в настоящее время остается одним из наиболее распространённых технологических процессов обработки металлов давлением, формирующим геометрию готового изделия и его эксплуатационные параметры.

Важным видом продукции, получаемым волочением, являются тонкие и тончайшие проволоки из цветных металлов, в частности, проволоки из благородных металлов, широко применяемых в химической промышленности в виде фильтров, сеток и т.п.

Важным требованием, предъявляемым к проволокам из благородных металлов и сплавов, при изготовлении указанных изделий является длинномерность, что, с учётом их высокой стоимости, требует обеспечения безобрывности в процессе волочения.

Обрывность проволок определяется структурой деформируемого металла и определяется размером зёрен, фазовым составом, наличием включений, внутренних и поверхностных дефектов в виде субмикро- и микротрещин и др., формируемых в процессе волочения.

Для проектирования технологического процесса волочения и повышения его эффективности необходимо иметь информацию о механических характеристиках деформируемых металлов и сплавов. Для благородных металлов и сплавов такая информация в научно-технической литературе практически отсутствует.

В связи с вышесказанным, тема диссертационного исследования Первухина А.Е., направленного на устранение обрывности тонких и тончайших проволок из благородных металлов и сплавов при волочении является актуальной.

2. СТРУКТУРА И ОБЪЁМ ДИССЕРТАЦИИ

Работа изложена на 133 страницах машинописного текста, включает введение, 4 главы, список литературы из 151 наименования и 1 приложения.

Во введении показана актуальность данного исследования её научная новизна, теоретическая и практическая значимость.

В первой главе проведен обзор известных данных по физико-механическим свойствам сплавов платины и золота. Рассмотрены существующие способы устранения поверхностных

дефектов при волочении, их преимущества и недостатки. Также в этой главе рассмотрены программные продукты, использованные в данном исследовании.

Проведенный анализ позволил автору определить основные проблемы, подлежащие решению, сформулировать цель и задачи исследования.

Во второй главе описана методика определения пластических характеристик для сплава на основе платины ПлПдРд 92,5-4-3,5 при степени деформации в диапазоне 0...2,644. Для чистого золота степень деформации составляла в диапазоне 0...2,083. Скорость деформации составляла 0,008...0,010 с⁻¹. В результате работы установлено, что для сплава на основе платины зависимость сопротивления деформации от степени деформации имеет вид монотонно возрастающей степенной функции, а для чистого золота вид функции с экстремумом, что можно объяснить процессами рекристаллизации, проходящих в чистых металлах при низких температурах и скоростях деформации в указанном диапазоне.

Третья глава посвящена исследованию формирования дефектов в процессе волочения тончайших проволок. С использованием современного оборудования исследовано состояние поверхности тончайших проволок из платины и её сплава. Показано, что на поверхности проволок после волочения появляются дефекты в виде пор, обусловленные частицами внедрения самого деформируемого металла, а также частиц износа деталей используемого оборудования.

Проведено теоретическое исследование изменения формы пор в представительном объеме при действии схемы напряжений, подобной реализуемой в процессе волочения. Показано, что форма поры приобретает чечевицеобразный вид, что качественно соответствует результатам металлографического исследования.

В главе проведено теоретическое исследование изменения геометрии кольцевых рисок, появление которых возможно в процессе волочения, а также напряженно-деформированное состояние деформируемого изделия. Получено уравнение регрессии, описывающее изменение глубины кольцевого дефекта при прохождении заготовки через очаг пластической деформации. Также показано, что особенности напряженно-деформированного состояния деформируемого изделия в очаге пластической деформации могут способствовать зарождению и росту пор и инициировать обрывность проволоки.

В четвертой главе рассмотрены особенности совместного применения процессов скальпирования и волочения. Операция скальпирования применяется для подготовки заготовки к волочению на этапе грубого или среднего волочения и позволяет исключить появление поверхностных дефектов при последующем волочении. Теоретическое исследование показало, что в процессе скальпирования на поверхности проволоки образуется тонкий слой, для которого степень деформации существенно выше, чем основного металла, что ведет к повышению механических характеристик этого слоя и изменению напряженно-деформированного состояния проволоки в очаге пластической деформации при волочении и увеличивает обрывность проволоки.

На основе полученных в работе результатов представлены практические рекомендации для разработки эффективных технологий получения проволок из благородных металлов и сплавов.

3. НАУЧНАЯ НОВИЗНА

Работа Первухина А. Е. безусловно обладает научной новизной, заключающейся в:

- получении данных о реологических свойствах благородных металлов и сплавов, используемых для производства тончайших проволок;
- разработке математической модели формирования дефекта в виде пор. Показано, что форма поры приобретает чечевицеобразный вид, что качественно соответствует результатам металлографического исследования.
- разработке математической модели операции скальпирования. Теоретическое исследование показало, что в процессе скальпирования на поверхности проволоки образуется тонкий слой, для которого степень деформации существенно выше, чем основного металла, что ведет к изменению напряженно-деформированного состояния проволоки в очаге пластической

деформации и способствует увеличению её обрывности.

4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ И РЕАЛИЗАЦИЯ РАБОТЫ

Полученные автором результаты имеют практическую значимость, заключающуюся в выработке рекомендаций для совершенствования технологических режимов процесса волочения тончайших проволок из благородных металлов и сплавов.

5. АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ И ПУБЛИКАЦИЯ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Материалы исследования достаточно апробированы на научно-технических конференциях различного уровня и опубликованы в научной печати. Общее количество публикаций - 11 из них 3 – в рецензируемых изданиях, рекомендуемых ВАК РФ, из них 2 – проиндексированы в наукометрических базах данных Web of Science и Scopus.

6. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертация написана логично, хорошим технически языком, проиллюстрирована графиками, рисунками, схемами и таблицами, позволяющими достаточно объективно оценить полученные автором результаты. При проведении комплекса теоретико-экспериментальных исследований, в частности, при анализе и представлении результатов, использовались современная лабораторная база и современное программное обеспечение.

Оформление диссертации соответствует требованиям ВАК РФ.

Автореферат диссертации достаточно полно отражает её содержание.

Анализ материалов, представленных в работе, позволяет сделать вывод о том, что диссертация обоснованно представлена к защите по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением.

7. ЗАМЕЧАНИЯ

1. Цель и задачи в автореферате и в диссертационной работе не соответствуют названию. Желательно, чтобы название и цель работы соответствовали друг другу.

2. Отсутствует математическая постановка задачи исследования, поэтому при описании разных объектов моделирования приходится словесно описывать, например, граничные условия.

3. Стр.5. - задачи п.1. – вместо термина «изучить...» лучше использовать «исследовать...».

4. Стр.18 – рис.1.7 – вместо термина «эквивалентная пластическая деформация» лучше использовать «интенсивность деформаций»

5. Стр.19 – в тексте указано относительное обжатие 21%, а под рисунком – 40%.

6. Стр. 21 – большой уровень деформации (8 строка снизу) – некорректная формулировка.

7. Стр.28 – раздел 1.5. – можно было сократить или вообще убрать.

8. Стр.38 – насколько обосновано при получении диаграммы деформирования был выбран диаметр образца 1,2 мм, ведь ранее автор показал, что вид диаграммы зависит от диаметра проволоки (рис.1.2).

9. Стр.38 – некорректное определение гипотезы единой кривой.

10. Стр.36-47 - При проведении экспериментов не указаны количество образцов, результаты статистической обработки эксперимента.

11. Стр.41 - в формуле 2.3 не указана размерность.

12. Стр.47 – можно было исключить последний абзац.

13. Стр.52 - .. в очаге деформации «...действуют радиальные напряжения сжатия...». Правильнее «...высокие контактные напряжения...».

14. Стр.56 – рис.3.6 – на горизонтальных поверхностях необходимо было задать касательные напряжения.

15. Стр.63 – параметр в формуле лучше было указать в безразмерном виде. Это замечание касается всех нижеследующих формул.

16. Стр.99 – тестовое определение толщины нагартованного слоя при скальпировании проводилось на примере меди, а далее моделирование процесса скальпирования - для серебра. Как в этом случае определялись механические характеристики и толщина нагартованного слоя?

Указанные выше замечания не снижают значимости работы и полученных в ней научных и практических результатов. Некоторые замечания оппонента носят рекомендательный и дискуссионный характер.

8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Детальное ознакомление и анализ представленной к защите диссертационной работы позволяет сделать следующие выводы:

1. Диссертация представляет завершённую научно-исследовательскую работу, посвящённую решению актуальной задачи по устранению обрывности тонких и тончайших проволок из благородных металлов и сплавов.

2. Работа обладает научной новизной и практической значимостью.

3. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Работа отвечает критериям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук соответствии с п.9 Положения о присуждении ученых степеней и является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей существенное значение для экономики страны.

Автор Первухин Александр Евгеньевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением.

Официальный оппонент, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Динамика и прочность машин» Пермского национального исследовательского политехнического университета, 614900, Российская Федерация, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29, Телефон: 8 (342) 239-13-40, моб. 8 917 E-mail: tvn_perm@mail.ru, dpm@pstu.ru

Трофимов Виктор Николаевич

29.11.2018

Подпись Трофимова Виктора Николаевича подтверждает, что Учёный секретарь Учёного совета Пермского национального исследовательского политехнического университета, кандидат исторических наук



Макаревич В.И.