УДК 621.778.01

А. Е. Первухин
ФГАОУ ВО «Уральский Федеральный Университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург
alex_pervukhin@hotmail.com
Научный руководитель – проф., д-р техн. наук Ю. Н. Логинов

СТРУКТУРА ДЕФЕКТОВ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ПРОВОЛОКИ ИЗ ПЛАТИНЫ

АННОТАЦИЯ

Выполнено исследование процессов дефектообразования в технологии производства проволоки из платины марки Пл 2 разных диаметров: 1,2 мм, 60 мкм и 40 мкм. Приведены данные микроспектрального анализа поверхности проволоки, сформулированы причины появления ряда дефектов.

Ключевые слова: платина, проволока, тонкое волочение, тончайшее волочение, дефектообразование.

ABSTRACT

The processes of the defects formation were carried in the technology of the wire production from the Pl 2 platinum alloy. There were the different diameters: 1.2 mm, 60 μm and 40 μm. In this article the data of wire surface micro spectral analysis were shown, the reasons of the formation defects were formulated.

Key words: platinum, wire, fine drawing, finest drawing, defects formation

В практике обработки металлов давлением введена терминология, подразделяющая проволоку на следующие виды в зависимости от ее диаметра: толстую 1,4…6 мм; среднюю 0,4…1,39 мм, тонкую 0,10…0,39 мм, тончайшую 0,03…0,09 мм и наитончайшую - менее 0,03 мм, соответственно этому различают толстое, среднее, тонкое, тончайшее и наитончайшее волочение.

В условиях АО «Екатеринбургский завод ОЦМ» проведено исследование процессов дефектообразования в технологии производства проволоки из платины марки Пл 2 разных диаметров: 1,2 мм, 60 мкм и 40 мкм. Соответственно проволока может быть идентифицирована как средняя, тонкая и тончайшая. Проволока производится в соответствии с ГОСТ 21007 «Проволока из платины для термопреобразователей сопротивления».

Наиболее высокий уровень требований ГОСТ по предельным отклонениям предъявляется в производстве тончайшей проволоки. Так,

© Первухин А.Е. 2016

для проволоки диаметром 40 мкм допускаемое положительное отклонение составляет +3 мкм, а отрицательное отклонение -2 мкм, итого диапазон предельных отклонений составляет 5 мкм. Поверхность проволоки не должна иметь плен, трещин, раковин, расслоений. При этом допускаются отдельные поверхностные повреждения, не выводящие проволоку при контрольной зачистке за предельные отклонения по диаметру, в связи с этим актуальной задачей является определение вида дефектов.

Из-за малого размера объекта и необходимости контроля химического состава включений исследование пришлось выполнять с применением метода микроспектрального анализа.

Ниже приводятся некоторые результаты такого исследования.

На рис. 1 показан один из возможных дефектов: наличие царапин на поверхности, что обусловлено либо износом рабочей поверхности волоки, в том числе за счет налипания, либо застреванием твердых частиц на входе в очаг деформации.

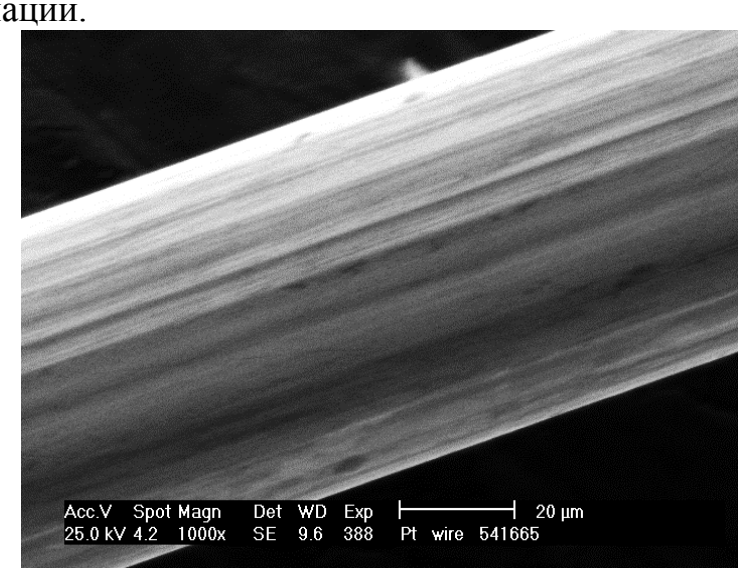


Рис. 1. Полосчатый рельеф поверхности у проволоки диаметром 60 мкм

Один из наиболее повторяющихся дефектов – это наличие плен различной конфигурации и размеров. На рис. 1 показана плена размером около 3 мкм в нижней части изображения проволоки диаметром 40 мкм.

Плена возникает в случае отслоения ранее внедренной в поверхность проволоки частицы, большей частью того же химического состава, что и основной металл. Для устранения такого вида дефекта следует стремиться к очистке поверхности заготовки по всему маршруту волочения, а также к большему вниманию к системам фильтрации и регенерации смазки. Последнее касается волочильной техники, работающей на жидкой смазке. Кроме того, отслоения металла могут возникать при внедрении заусенцев, полученных при сортовой прокатке при переполнении калибров, а также

© Первухин А.Е. 2016

вследствие налипания этих частиц на обрабатывающий инструмент, что отмечалось в работах [1, 2].

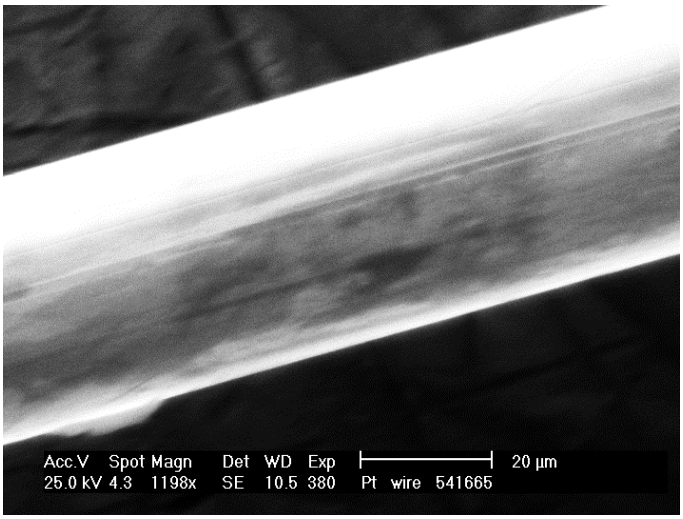


Рис. 2. Плена на поверхности проволоки диаметром 40 мкм – затемненный участок, проволока в слое смазки

Сами твердые частицы, внедренные в основной материал, при волочении могут провоцировать появление дополнительных дефектов в виде пор. Поры появляются и развиваются вокруг частицы, они удлиняются по маршруту волочения, что описано в источниках [3, 4].

На рис. 3 приведены данные спектрального анализа одного из характерных включений на поверхности проволоки. Как видно из спектрограммы, включение по химическому составу представляет собой совокупность веществ на основе магния, алюминия и кремния, что соответствует составу печной футеровки. Для устранения такого дефекта необходимо ужесточить контроль за состоянием металлургического печного оборудования.

Наличие указанных дефектов приводит к повышенной обрывности. Обрывность интенсифицируется при переходе от обработки проволоки большего диаметра к обработке проволоки меньшего диаметра. Поэтому наибольшие трудности возникают в производстве тонкой и тончайшей проволоки.

Явление объясняется тем, что некоторые виды дефектов не уменьшаются вместе с уменьшением размеров проволоки, а сохраняют свой размер. Это относится, например, к керамическим включениям. В результате в поперечном сечении проволоки начинает превалировать посторонний материал, не способный передавать напряжения растяжения от привода волочильной машины. Усилие волочения приходится делить на меньшую площадь, в результате полученное напряжение может превысить прочностную характеристику материала, и проволока порвется.

© Первухин А.Е. 2016

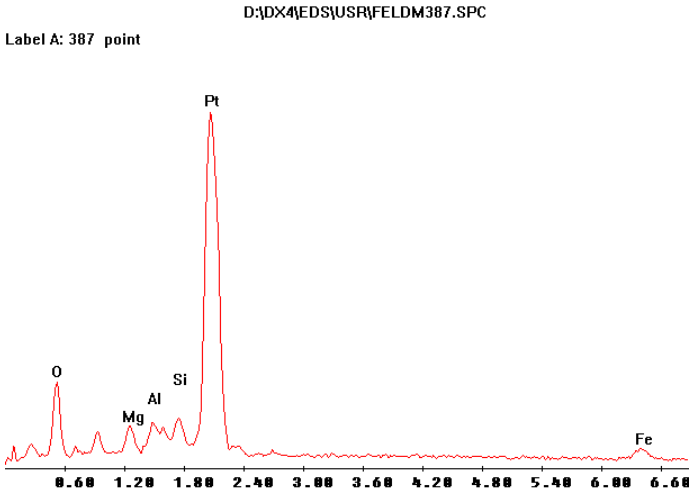


Рис. 3. Данные микроспектрального анализа характерного включения

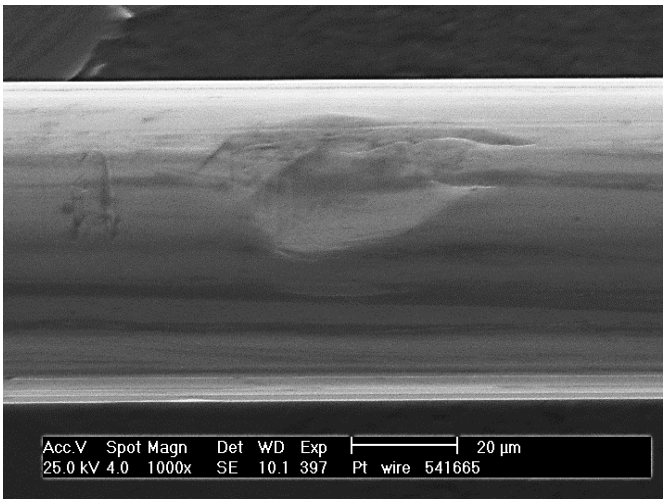


Рис. 4. Вмятина от отслоившейся плены

Как плены, так и включения могут выпадать на определенной стадии обработки, что приводит к вышеописанному эффекту (рис. 4). Исследования показали, что в режиме холодной деформации разглаживание таких дефектов происходит очень медленно [5], особенно, если обрабатывается металл с высокой способностью к деформационному упрочнению.

Применительно к платине эта ситуация характерна для проходов волочения, осуществляемых непосредственно после рекристаллизационного отжига [6, 7].

Углубление на поверхности проволоки может рассматриваться как пора, прилегающая к этой поверхности. В статье [8] было показано, что

© Первухин А.Е. 2016

изменение объема пор при волочении зависит от их радиальной координаты и режима обжатий проволоки. В отличие от пор, расположенных вдоль оси проволоки, поверхностные поры эффективнее ликвидируются при малых обжатиях. Это можно объяснить локализацией пластической деформации у контактной поверхности именно при малых обжатиях, т.е. при переходе в режим разглаживания поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Логинов Ю.Н. Налипание металла на валки при листовой прокатке / Ю.Н. Логинов // Производство проката. – 2006.– № 10. – С. 9-13.
2. Логинов Ю.Н. Механизм образования дефектов на полосе при прокатке от налипаний на валке / Ю.Н. Логинов, Ю.В. Инатович // Производство проката. – 2008. – № 8. – С. 5-7.
3. Логинов Ю.Н. Возникновение пористых структур в кислородсодержащей меди при деформационном воздействии / Ю.Н. Логинов, С.Л. Демаков, А.Г. Илларионов [и др.] // Физическая мезомеханика. – 2013. – Т. 16. – № 6. – С. 99-102.
4. Логинов Ю.Н. Взаимодействие частицы оксида меди с медью в процессе волочения / Ю.Н. Логинов, С.Л. Демаков, А.Г. Илларионов [и др.] // Металлы. – 2012. – № 6. – С. 36-45.
5. Логинов Ю.Н. Модель деформации поверхностного слоя заготовки, пораженного дефектами / Ю.Н. Логинов // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2001. – № 4. – С. 36-40.
6. Annealing characteristics and strain resistance of 99.93 wt.% platinum / Yu.N. Loginov, A.V. Yermakov, Grohovskaya, L.G. [et al.] // Platinum Metals Review. – 2007. – Т. 51. – № 4. – С. 178-184.
7. Логинов Ю.Н. Условия разупрочнения и сопротивление деформации платины / Ю.Н. Логинов, А.В. Ермаков, Л.Г. Гроховская [и др.] // Цветные металлы. – 2006. – № 6. – С. 85-87.
8. Логинов Ю.Н. Формоизменение одиночно расположенной поры в круглой заготовке при волочении / Ю.Н. Логинов, К.В. Еремеева // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2009. – № 4. – С. 3-8.

© Первухин А.Е. 2016