

ИЗМЕНЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ МЕДНЫХ ТРУБ ПРИ ХОЛОДНОЙ ОБРАБОТКЕ ДАВЛЕНИЕМ

Кандидат технических наук Шалаева М.С.

Профессор, доктор технических наук Логинов Ю.Н.

Главный технолог Овчинников А.С.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, ОАО «Ревдинский завод по обработке цветных

металлов», г. Ревда

shalaevams@mail.ru

j.n.loginov@urfu.ru

Выявлены причины изменения уровня шероховатости внутренней поверхности медных труб, возникающего при безоправочном волочении. В качестве одной из основных причин признано изменение структуры металла при холодной деформации.

В работах [1,2] было показано, что шероховатость внутренней поверхности медных труб при безоправочном волочении является функцией приложенных деформаций. В результате многочисленных измерений и проведения статистического анализа выявлено, что наибольшая амплитуда шероховатости соответствует первому проходу волочения, в дальнейшем, при последующих проходах, шероховатость нарастает, но с меньшей интенсивностью прироста.

Главная гипотеза, заложенная в основу объяснения этого феномена, заключается в том, что зеренная структура металла в результате силовых воздействий от инструмента, в данном случае волоки, начинает видоизменяться. Уровень шероховатости задают выступы и впадины на поверхности металла. Чем крупнее зерно в металле, тем больший перепад высотных характеристик рельефа достигается. Таким образом, одним из управляющих параметров в этом случае является структура металла, полученная на предыдущей стадии горячей обработки – прессовании (рис.1). Эта структура может быть видоизменена последующей деформацией или термической обработкой [3,4].

Вторым по значимости фактором при волочении является соотношение между компонентами тензора деформаций. Рассуждения можно построить либо в главных компонентах, что точнее, либо в компонентах, представленных в координатной форме. Координатная форма представляется более удобной, так как не требует трудозатрат на пересчет. Удобнее оперировать соотношениями между тангенциальной компонентой тензора деформации $\varepsilon_{\varphi\varphi}$ и радиальной компонентой ε_{rr} . Третья компонента ε_{zz} является их суммой, взятой с обратным знаком, что следует из условия несжимаемости:

$$\varepsilon_{\varphi\varphi} + \varepsilon_{rr} + \varepsilon_{zz} = 0.$$

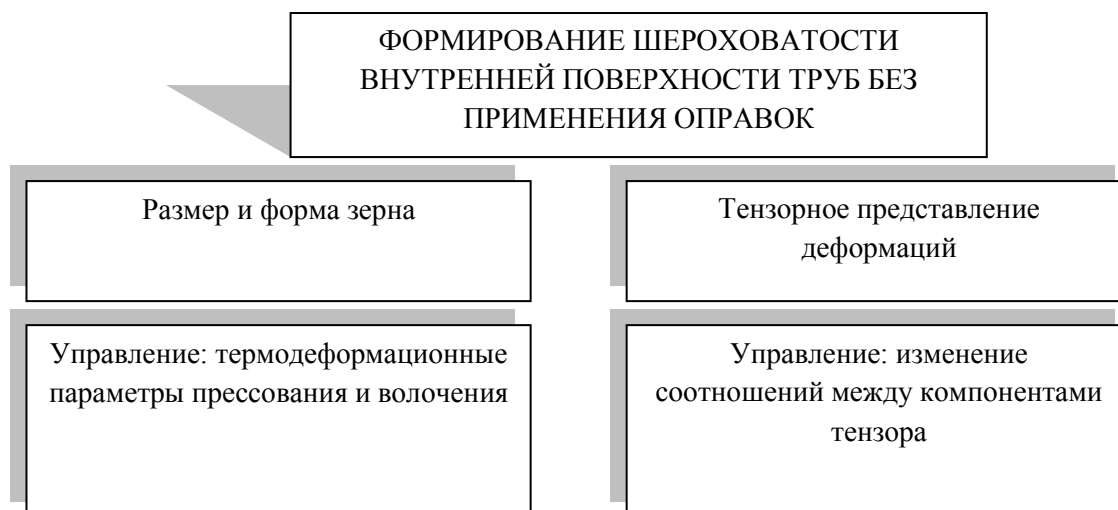


Рис.1. Взаимосвязи, возникающие при формировании заданной шероховатости поверхности

При увеличении тангенциальной компоненты и одном и том же коэффициенте вытяжки (что достигается при $\varepsilon_{zz} = \text{const}$), радиальная компонента уменьшается. Поэтому изменение одной из компонент приводит автоматически к изменению другой компоненты. Для уменьшения уровня шероховатости следует уменьшать тангенциальную компоненту тензора, что приводит к увеличению радиальной компоненты [5].

Недостаточно изученными вопросами в области производства медных труб в настоящее время являются процессы текстурования на стадиях горячей и холодной деформации, а также термической обработки, что частично сделано для проволочного производства [6,7], в том числе с учетом скорости обработки [8].

Следует отметить, что источником дополнительных микронеровностей может выступать деструкция меди вследствие рекристаллизации тонкого поверхностного слоя заготовки [9], но это явление наступает при смене метода волочения с применением оправок как формообразующего инструмента для разглаживания внутренней поверхности медных труб.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Шалаева М.С., Логинов Ю.Н., Овчинников А.С. Чистота каналов капиллярных труб как параметр качества. Доклады 18 конференции приоритетным направлениям развития науки и техники, Екатеринбург: УрФУ, 2010. С.68-71.
2. Логинов Ю.Н., Шалаева М.С. Эволюция микронеровностей внутренней поверхности медных труб при волочении. Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. 2014. № 3. С. 39-44.

3. Сравнение структур теплотехнической меди в высоконагартованном и рекристаллизованном состояниях. Логинов Ю.Н., Демаков С.Л., Илларионов А.Г., Иванова М.А., Шалаева М.С. Цветные металлы. 2013. № 8 (848). С. 92-96.

4. Логинов Ю.Н., Шалаева М.С., Демаков С.Л., Иванова М.А., Илларионов А.Г. Интенсивные деформации, структура и текстура металла в производстве капиллярных медных труб. Металлы. 2014. № 3. С. 28-33.

5. Логинов Ю.Н., Шалаева М.С., Овчинников А.С. Исследование соотношения деформаций при волочении толстостенных и тонкостенных медных труб. Производство проката. 2011. № 7. С. 31-35.

6. Демаков С.Л., Логинов Ю.Н., Илларионов А.Г., Иванова М.А., Карабаналов М.С. Влияние температуры отжига на текстуру в медной проволоке. Физика металлов и металловедение. 2012. Т. 113. № 7. С. 720-726.

7. Логинов Ю.Н., Демаков С.Л., Илларионов А.Г., Карабаналов М.С. Расчет деформаций и экспериментальное исследование текстуры в нагартованной медной проволоке. Деформация и разрушение материалов. 2011. № 5. С. 38-44.

8. Логинов Ю.Н., Демаков С.Л., Илларионов А.Г., Попов А.А. Влияние скорости деформации на свойства электротехнической меди. Металлы. 2011. № 2. С. 31.

9. Логинов Ю.Н., Шалаева М.С., Овчинников А.С. О гипотезе разрушения структуры внутренней поверхности капиллярных медных трубок при волочении. Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. 2011. № 12. С. 3-9.