

## **Получение высокопрочных прутков из стали 12X18H10T волочением с электролитно-плазменной обработкой поверхности**

Исаевич Л.А., Алексеев Ю.Г., Королев А.Ю.

Белорусский национальный технический университет

Целью исследований, приведенных в данной работе, является изучение возможности применения электролитно-плазменной обработки (ЭПО) поверхности аустенитных сталей, как подготовительной операции при производстве особонагартованных прутков. Применение ЭПО направлено на снижение трудоемкости процесса подготовки материала к волочению, а также на обеспечение безвредности процесса с точки зрения экологии. Кроме того, применение ЭПО между переходами при волочении позволит: добиться снижения числа переходов и повысить ресурс работы инструмента.

Исследование проводили на образцах с исходным диаметром 4 мм из стали аустенитного класса 12X18H10T после закалки при температуре 1150<sup>o</sup>C с охлаждением в воду. Образцы подвергали волочению на цепном волочильном стане.

Волочение проводили в три прохода с суммарными степенями деформации 22, 37 и 44%. Структурный анализ, выполненный на световом микроскопе «MeF-3» фирмы «Reichert», показал, что с ростом степени деформации в структуре стали повышается содержание мартенсита. Высоколегированная сталь аустенитного класса 12X18H10T является неустойчивым в структурном отношении сплавом. Неустойчивость структуры главным образом определяется фазовыми превращениями, происходящими при пластической деформации, в результате которой аустенит закаленного сплава превращается в мартенсит [1].

Распределение остаточных напряжений по сечению деформированного волочением прутка неодинаково. На поверхности преобладают растягивающие напряжения, в середине сжимающие [2]. Анализ распределения микротвердости в поперечном сечении образца (рисунок 1) показал, что поверхность образца упрочнена в большей степени,

чем внутренняя часть. Измерения выполнены на микротвердомере «Micromet-II», нагрузка – 25 г.

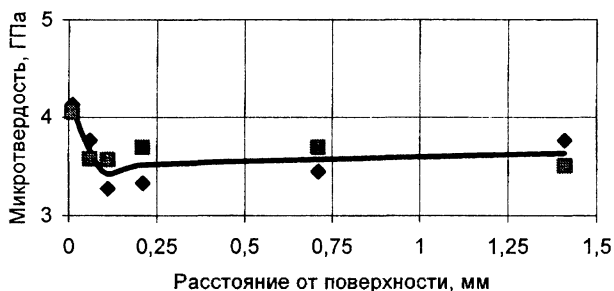


Рисунок 1. Распределение микротвердости по сечению заготовки (степень деформации 44 %)

После волочения на поверхности материала присутствуют задиры и микротрещины, которые являются концентраторами напряжений (центрами разрушений) при следующих переходах волочения. Их глубина достигает 100 мкм (рисунок 2).



Рисунок 2. Задиры на поверхности прутка после волочения,  $\times 200$ .

С целью снижения влияния изложенных выше поверхностных физико-механических неоднородностей на волочение заготовок из аустенитной стали, проведены исследования по воздействию на состояние поверхностного слоя ЭПО.

После ЭПО на поверхности заготовок отсутствовали какие-либо загрязнения, окалина. Поверхность имела блестящий вид. Среднее значения шероховатости составляло 0,16 мкм. Таким образом, ЭПО может заменить целый ряд предварительных и окончательных операций отделки перед волочением.

Исследования шероховатости поверхности, проведенные совместно со специалистами из БелГУТа на АСМ «Нанотоп»,

показали, что после ЭПО по сравнению с механическим полированием профиль поверхности более сглажен. Это снижает вероятность образования трещин при волочении.

Процесс ЭПО способствует повышению качества поверхности. Снижение шероховатости в свою очередь приводит к снижению коэффициента трения между заготовкой и инструментом.

Была проверена микротвёрдость тонкого поверхностного слоя до и после ЭПО. Установлено падение микротвёрдости примерно на 1 ГПа, что объясняется снятием в результате ЭПО особонагартованного слоя материала прутка. Падение микротвёрдости можно также объяснить локальным термическим воздействием на тонкий поверхностный слой при ЭПО и снижением количества твёрдой фазы: карбидов и карбонитридов на поверхности стали, в результате избирательного «травления» при ЭПО. Карбиды и карбонитриды при механической полировке занимают 2,52% от всей площади образца. После ЭПО карбидов и карбонитридов заметно меньше, и они составляют 0,76% от общей площади. Снижение микротвёрдости поверхности заготовок между проходами волочения в результате ЭПО улучшит условия трения при волочении и, как следствие, повысится качество поверхности нагартованного прутка.

Сглаживание поверхности в процессе ЭПО и разупрочнение поверхностного слоя способствуют снижению предела текучести материала. Удаление более твёрдых поверхностных слоев при ЭПО снижает предел текучести материала, за счёт этого могут быть снижены энергосиловые параметры процесса волочения.

В результате ЭПО снимается осотвёрдый поверхностный слой и формируется поверхность с высокой удельной площадью. Это позволяет хорошо адсорбировать поверхностью покрытия и смазки, применяемые для снижения коэффициента трения при волочении.

### **Литература**

1. Ллевелин, Д.Т., Мэррей, Дж.Д. Холодная пластическая деформация нержавеющей сталей – В кн.: Высоколегированные стали. М.: Металлургия, 1969, с. 405-435.

2. Колпашников А.И., Белоусов А.С., Мануйлов В.Ф. Высокопрочная нержавеющая проволока. М.: «Металлургия», 1971, 184 с.

УДК 621.77

### Особенности формообразования пластическим деформированием фланца в трубной заготовке

Гуринович В.А., Исаевич Л.А., Сидоренко М.И.  
Белорусский национальный технический университет

При изготовлении трубчатых деталей с фланцем широко используется процесс отбортовки, осуществляемый за счет растяжения металла по краю полой заготовки [1-3]. Началу отбортовки предшествует процесс раздачи заготовки с последующим формированием фланца. В итоге край фланца утоняется в соответствии с соотношением [3]

$$S_1 = S_0 \sqrt{R_0/R_1}, \quad (1)$$

где  $R_0$  - срединный радиус полой заготовки;  $R_1$  - радиус фланца;  $S_0$  - толщина стенки заготовки;  $S_1$  - толщина края фланца.

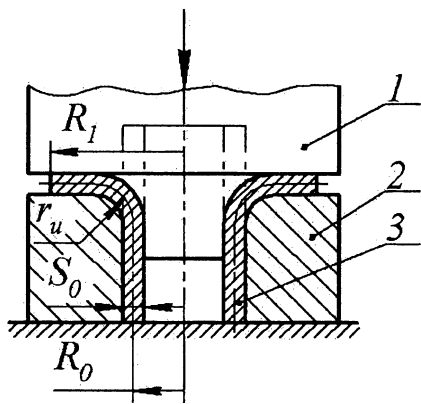


Рисунок 1. Схема отбортовки трубной заготовки: 1 - пуансон; 2 - матрица; 3 - заготовка

Однако в ряде случаев утонение фланца недопустимо в силу конструктивных особенностей готового изделия. Поэтому возникает проблема обеспечения постоянства толщины по диаметру фланца. В настоящей работе это предполагается выполнить за счет предварительного фасонирования трубной