

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАЛОЛЕГИРОВАННЫХ ТРУБНЫХ СТАЛЕЙ ПОСЛЕ ПРОКАТКИ В РЕЖИМЕ ЭЛЕКТРОПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Н.А.ХИСАМЕТДИНОВ¹, Ю.И.ПОЧИВАЛОВ²

¹Томский политехнический университет

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

E-mail: nizametdin1@gmail.com

Использование электричества для помощи в деформации металлических материалов называется электропластической деформацией (ЭПД). Обнаруженная в металлах электропластичность реализуется путем пропускания коротких импульсов тока высокой плотности 10^3 А/мм^2 длительностью 10^{-4} с при пластической деформации через электропроводящие материалы, что известно как электропластический эффект. Этот эффект стимулирует деформационные процессы, снижает энергозатраты и улучшает физико-механические характеристики материала[1].

В настоящей работе исследовали влияние прокатки в плоских и асимметричных валках в режиме электропластической деформации на механические свойства и структуру низколегированной стали 10Г2ФБЮ. Сталь данной марки имеет определенные преимущества перед использованием других ее видов. Прежде всего, ее свойства существенно улучшены благодаря проведению упрочнения с использованием ванадия и ниобия[2].

Образцы для исследований получали прокаткой до 1 мм заготовки толщиной 10 мм на лабораторном прокатном стане в обычных условиях и при подводе к заготовке импульсов тока. Для исследований после асимметричной прокатки образцы получали прокаткой в валках с кольцевыми проточками по режиму – с 10 мм до 3 мм в плоских валках, с 3 мм до 1,6 мм в валках с проточками, с 1,6 мм до 1 мм в плоских валках.

Поверхность образцов стали 10Г2ФБЮ исследовали на оптическом микроскопе Axiovert 25, рисунок 1.

Из рисунка видно, что размеры и морфология островков цементита значительно различаются в зависимости от применяемой прокатки. Острова, образующиеся при прокатке с ЭПД, рисунок 1а, характеризуются своими большими размерами, так средняя ширина цементита составляет 3,5 мкм. Для образца стали 10Г2ФБЮ после асимметричной прокатки с ЭПД, рисунок 1б, характерна более тонкая полосчатость, средняя ширина пластин цементита 2,2 мкм. Следовательно, сочетание асимметричной прокатки с ЭПД отображает явное измельчение структуры материала.

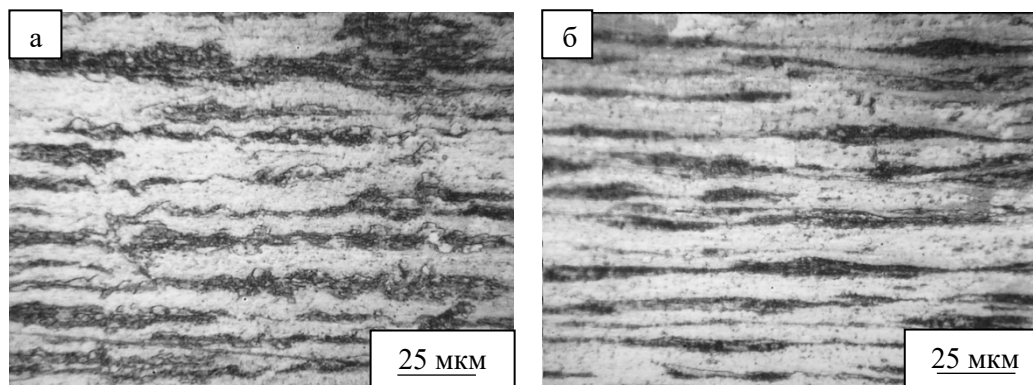


Рисунок 1 – Структура стали 10Г2ФБЮ при увеличении в 1000 раз:
а) после прокатки в плоских валках с ЭПД; б) после прокатки в асимметричных валках с ЭПД

Механизм разрушения стали 10Г2ФБЮ после прокатки с ЭПД – вязко-хрупкий, рисунок 2 а, б. На поверхности разрушения наблюдаются карбидные фазы размером 4-30мкм и неметаллические включения размером 1-2 мкм, рисунок 2б. Для прокатки с ЭПД характерны участки с большой степенью расщепления металла, рисунок 2а.

Образование зоны разрушения на рисунке 2в после асимметричной прокатки с ЭПД сопровождается выделением участка с квази-вязким разрушением. В этой области сформировалась картина параболического вязкого отрыва с момента образования впадины до границ нижней трещины.

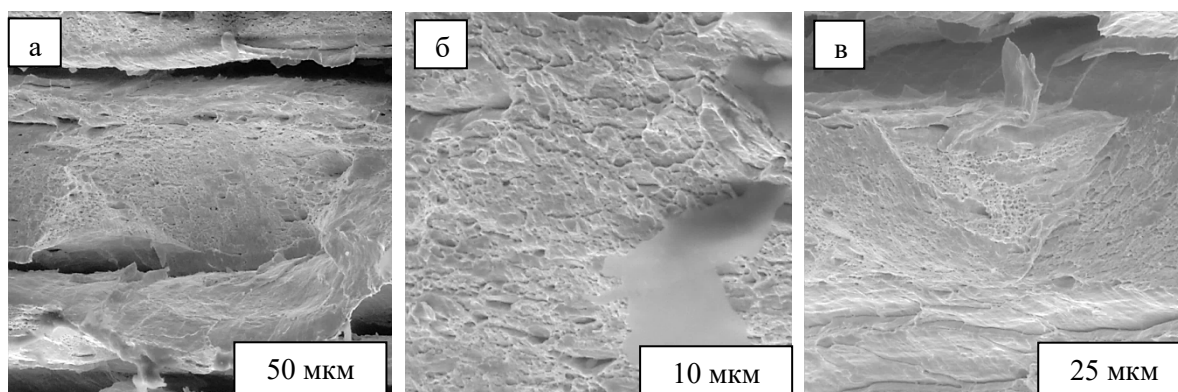


Рисунок 2 – Фрактограммы поверхности разрушения образцов стали 10Г2ФБЮ после испытания на растяжение: а), б) после прокатки в плоских валках с ЭПД; в) после прокатки в асимметричных валках с ЭПД

Механические испытания выполнены путем растяжения на универсальной испытательной машине “Instron-5582”, рисунок 3

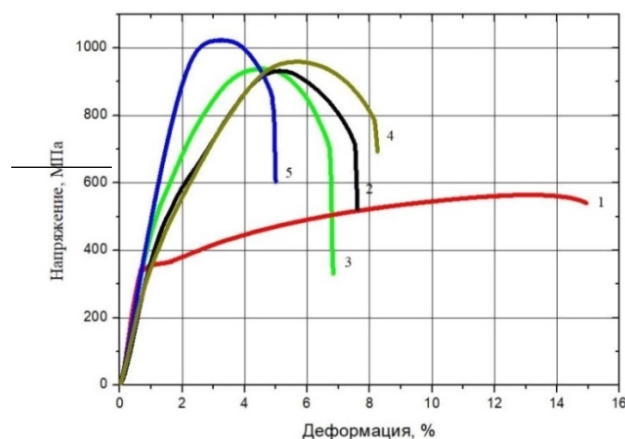


Рисунок 3 – Диаграммы растяжения стали 10Г2ФБЮ:

1 - в состоянии поставки; 2 – после прокатки; 3 – после асимметричной прокатки; 4 – после прокатки с ЭПД; 5 – после асимметричной прокатки с ЭПД

Список литературы

1. A review of electrically-assisted manufacturing with emphasis on modeling and understanding of the electroplastic effect / B.J. Ruszkiewicz, T. Grimm, I. Ragai, L. Mears, J.T. Roth. //ASME. J. Manuf. Sci. Eng. – 2017. –Vol. 139. - №11. –110801 (15 pages).
2. Якушев Е. В. Исследование и разработка экономнолегированной трубной стали класса прочности К60 для стана 2800 - М.: ОАО «Уральская сталь», 2014. - С. 18-19.