

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНЫХ ОЧАГОВ ЗАКАЛКИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛОСЫ ЧЕРНОВА – ЛЮДЕРСА В ОБРАЗЦАХ СТАЛИ У12

*О.В. Лобанкова, И.С. Макогон, С.А. Боёк*

Научный руководитель: доцент, к. ф.-м. н. И. Ю. Зыков  
 Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
 E-mail: svetlana.boek@tpu.ru

Известно, что пластическая деформация металлических образцов сопровождается эволюционирующими в соответствии со стадийностью кривой нагружения картинами макроскопической локализации деформации. Наиболее заметными примерами этого являются полоса Чернова–Людерса, возникающая на стадии легкого скольжения и шейка, образующаяся на стадии предразрушения образца.

В рамках данного исследования проведена экспериментальная попытка повлиять на формирование полосы Чернова-Людерса путем создания на поверхности образца стали (У12) системы неоднородностей в виде эквидистантных закаленных очагов, путем точечной поверхностной лазерной закалки на установке BlackLight. Длительность импульса 12 мс, плотность мощности 23,4 кВт/см<sup>2</sup> и диаметр пятна равен 0,35 мм.

Для экспериментов были подготовлены три образца с размером рабочей части 60x8x3. Создание очагов упрочнения производилось в виде матрицы точек с шагом 0,12 мм с обеих сторон заготовок. В серии присутствовал образец с обработкой на всей поверхности рабочей зоны, обработкой на половине длины и необработанный образец-свидетель. Вид образца представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Образцы после лазерной обработки

На рисунке 2 можно увидеть очаг упрочнения. Хорошо заметны зоны воздействия термического влияния. В зоне лазерного воздействия произошло оплавление материала образца, о чем свидетельствует отсутствие рисок, оставленных шлифовальным инструментом до лазерной обработки.

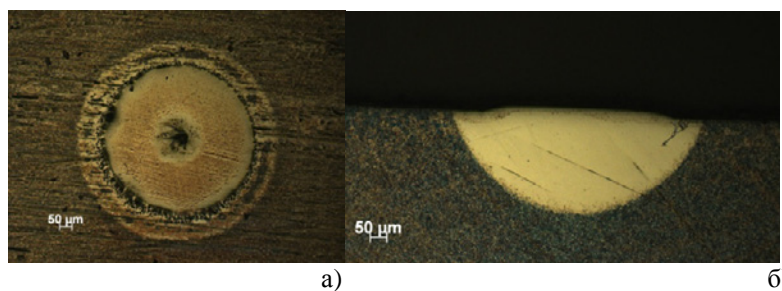


Рис. 2. Очаг упрочнения: а) вид сверху; б) вид в сечении

На рисунке 3 представлены результаты измерения микротвердости в области лазерного воздействия, а также близ неё. Измерение производилось от центра очага упрочнения к краю образца. Из него видно, что у обработанной стали микротвердость повысилась с 280 до 1050 МПа.

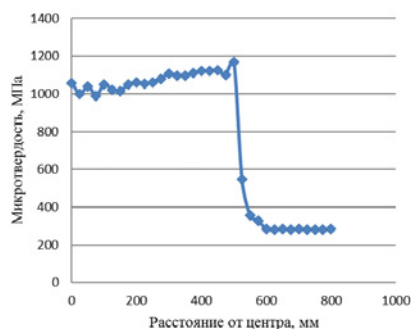


Рис. 3. Изменение микротвердости стали в области, подвергнутой лазерной обработке

Для проведения экспериментов была использована универсальная испытательная машина серии LFM-125 кН. Для исследования пластического формоизменения был использован метод двухэкспозиционной спекл-фотографии.

Обработка образцов на 100 и 50% длины привела к уменьшению их пластичности и исчезновению с кривой нагружения полностью обработанного образца площадки текучести. В обработанной зоне образцов полоса Чернова – Людерса отсутствовала, в отличие от образца-свидетеля и необработанной зоны второго образца, где она формировалась обычным образом. В обработанном образце образовывается только одна полоса локализации в узкой переходной зоне между обработанной областью и неподвижным захватом. При дальнейшем повышении нагрузки в обработанных образцах, в зонах упрочнения начинали поочередно возникать трещины, впоследствии приводящие к разрыву образцов. Необработанный образец разрушился с образованием ярко выраженной шейки.

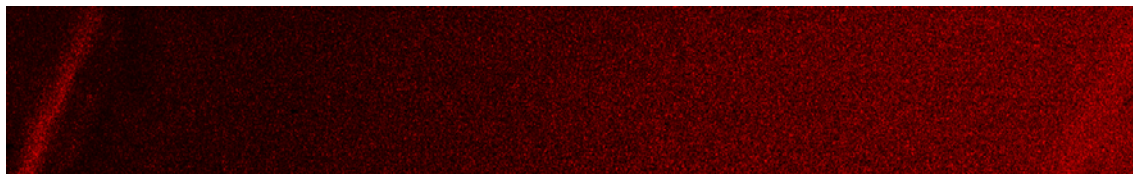


Рис. 4. Движение полос Людерса в образце

Данный вид обработки стали является поверхностным, очаги упрочнения по общему объему гораздо меньше самого образца. В сечении площадь очагов составляют не более 5% от площади сечения образца. При растяжении образцов, полоса Людерса не может пройти через область очагов упрочнения, что приводит к её подавлению. За счет подавления локализации, достаточно сильно изменилась диаграмма нагружения, в целиком обработанном образце почти полностью удалось избавиться от стадии легкого скольжения, что косвенно указывает на то, что стадийность может являться следствием локализации деформации.

#### Список литературы

1. Гуляев А.П., Гуляев А.А. Металловедение : учебник для вузов. 7-е изд., перераб. и доп. – М. : Альянс, 2011. – 644 с.
2. Лазерная и электронно-лучевая обработка материалов : справочник / под ред. Н.Н. Рыкалина. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
3. Зуев Л.Б. Макроскопическая физика пластической деформации металлов // Успехи физики металлов. – 2015.