

РЕЗУЛЬТАТЫ СОВМЕСТНЫХ ПРОЕКТОВ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВМЕСТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Использование лазерной локальной обработки для повышения изгибной жесткости

O. Kapustynskiy

Вильнюсский технический университет им. Гедиминаса, Литва
e-mail: o.kapustynskiy@vilnustech.lt

Experimental studies using laser processing are presented, aimed at increasing the rigidity of thin-sheet structures made of carbon steel. Based on the results of the experiments, it was found that local laser treatment can be used to increase the rigidity of structural elements and reduce their deformation under a similar load.

В наше время несмотря на наличие более прочных и легких современных материалов в различных областях промышленности, именно сталь остается основным конструкционным материалом. Во многих областях промышленности для изготовления деталей и металлических изделий, чаще всего неотвеченного назначения широко применяются дешевые углеродистые качественные стали. Но у широко используемых для этих целей сталей имеются серьезные недостатки — это достаточно тяжелый и не очень прочный материал. Одним из главных критериев, который до сих сдерживает снижение металлоемкости и веса стальных конструкций — это требования к их прочности и жесткости. Решение этой проблемы кроме используемых на практике решений с применением дополнительных элементов жесткости, профилей сложной геометрии, утолщений конструкции, возможно путем использования лазерной локальной обработки.

За счет фазовых превращений и локальных изменений структуры металлических материалов в зоне воздействия лазерного луча возможно создавать структурные ребра жесткости, которые в свою очередь могут существенно влиять на общую жесткость и упругость стальных изделий. Поскольку используемое на практике оборудование и собственно технология лазерной обработки имеет широкие возможности управления лучом, то имеется реальная возможность накладывать структурные ребра жесткости на необходимой площади, менять их ориентацию, частоту, глубину и другие геометрические параметры обработанного слоя и тем самым достигать необходимой жесткости изделий.

Основной целью этой работы является изучение возможности использования лазерной обработки для повышения жесткости изделий из тонколистовой стали при изгибе.

На основании математических расчётов были выбраны оптимальные параметры лазерной обработки образца с изменением количества лазерных дорожек и расстояния между ними. Одним из критериев подбора режимов обработки являлась необходимая глубина проплавления. Основываясь на предыдущем опыте и проведенных ранее экспериментах на образцах аналогичной стали с вариацией

различных технологических параметров и опираясь на результаты исследований геометрии и формы обработанного слоя, его микроструктуры и наличия дефектов было выяснено, что достаточной глубиной проплавления можно считать толщину около 0,35 мм (около 20 % от общей толщины образца: тонкой металлической пластины размером 20x180 мм и толщиной 2 мм, материал Сталь 20). При данной глубине обработанного слоя и подобранных режимах обработки форма и геометрия дорожки была без структурных дефектов и дефектов характерных для лазерной сварки.

Таблица 1 – Режим лазерной обработки

Глубина проплавления h, мм	Скорость движения луча v, м/мин	Частота f, Гц	Размер пятна, d, мм	Пиковая мощность P _p , кВт	Реальная критическая мощность P _d , Вт/см ²
0.35	240	10	3	2.8	4·10 ⁵



Рисунок 1 – Общий вид обработанного лазером слоя

Исходя из результатов эксперимента можно утверждать, что локальная лазерная обработка может помочь повысить изгибную жесткость конструктивных элементов из тонколистовой стали 20 до 4 %, уменьшить деформации (изгиб) аналогично нагружаемых элементов от 10 % до 20 % без использования сложной геометрической конструкции, дополнительных элементов жесткости или технологии термообработки. Механические свойства в том числе изгибная жесткость элементов из тонколистовой стали в данном случае улучшается за счет локальных изменений микроструктуры материала и свойств материала в данной области. Твердость, а также прочность стали в зоне обработки по сравнению с необработанной сталью увеличивается вплоть до 50 %, что в свою очередь увеличит изгибную жесткость обработанной лазером металлической пластины и воспринимаемый предельный уровень нагрузок без пластических деформаций. Обнаружено, что жесткость тонколистовой стальной пластины зависит и может варьироваться путем изменения параметров лазерной обработки, площади, количества и расположения дорожек лазерной локальной обработки.