

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»

СОТРУДНИЧЕСТВО – КАТАЛИЗАТОР ИННОВАЦИОННОГО РОСТА

Сборник материалов
6-го Белорусско-Балтийского форума

Минск, 22–23 декабря 2020 года

Минск
БНТУ
2020

УДК 082 (476+474) (06)
ББК 72я43

В сборник включены материалы 6-го Белорусско-Балтийского форума «Сотрудничество – катализатор инновационного роста» по следующим направлениям: международная инновационная деятельность и предпринимательство, инженерия поверхностей, новые материалы и технологии, медицинская техника и технологии, информационно-коммуникационные технологии и искусственный интеллект, биоразнообразие и экология.

ISBN 978-985-583-610-1

© Белорусский национальный
технический университет, 2020

<i>О.Г. Девойно, А.П. Пилипчук.</i> Газопламенное напыление сверхвысокомолекулярного полиэтилена на поверхность пара-арамидных тканей	32
<i>В.В. Мешкова, О.Г. Девойно.</i> Триботехнические характеристики комбинированных покрытий, содержащих керамическую фазу	34
<i>Э.А. Ванюк, И.О. Соков, М.А. Леванцевич.</i> Исследование влияния нанокремнеземных модификаторов на триботехнические характеристики композиционных газотермических покрытий.....	36
<i>И.А. Врублевский, Р. Карпич, К.В. Черянова, А.К. Тучковский, Н.В. Лушпа.</i> Улучшение фотоэлектрических свойств ячейки перовскита на основе метиламмония иодида свинца путем оптимизации характеристик катодного слоя TiO_x	38
РЕЗУЛЬТАТЫ СОВМЕСТНЫХ ПРОЕКТОВ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВМЕСТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	40
НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ.....	40
<i>О. Karustynskyi.</i> Использование лазерной локальной обработки для повышения изгибной жесткости.....	40
<i>Е.И. Барановская, А.А. Мечай, Р. Шяучюнас.</i> Особенности получения быстротвердеющих высокопрочных сульфатомоферритных цементов	42
<i>И.М. Азаренко, Ю.А. Климош, С.Е. Баранцева.</i> Расширение диапазона сырьевых компонентов керамических масс при получении пористых теплоизоляционных материалов.....	44
<i>К.С. Сенатова, Л.П. Олецкая, И.И. Фоменок, Л.А. Чернякевич.</i> Использование в производстве автоклавного ячеистого бетона модифицирующих добавок, обеспечивающих ресурсосбережение и повышение качества готовой продукции	46
<i>А.Г. Губская, А.П. Гапотченко, К.С. Сенатова, Л.П. Олецкая.</i> Исследования возможности замены природного щебня и гравия вторичным сырьем при строительстве и ремонте дорог	48
<i>А.С. Жаврид, К.С. Сенатова, Л.П. Олецкая.</i> Использование минераловатных отходов в технологии производства автоклавного ячеистого бетона.....	50
<i>А.Г. Губская, Т.А. Вашкевич, Н.И. Ушакова.</i> Обеспечение радонозащиты в зданиях.....	51
<i>А.Г. Губская, Т.В. Воловик, А.П. Гапотченко.</i> Разработка окрасочных покрытий для силикатных материалов на основе кремнеземсодержащих техногенных отходов	53

РЕЗУЛЬТАТЫ СОВМЕСТНЫХ ПРОЕКТОВ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВМЕСТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Использование лазерной локальной обработки для повышения изгибной жесткости

О. Kapustynskyi

Вильнюсский технический университет им. Гедиминаса, Литва
e-mail: o.kapustynskyi@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	$4 \cdot 10^5$

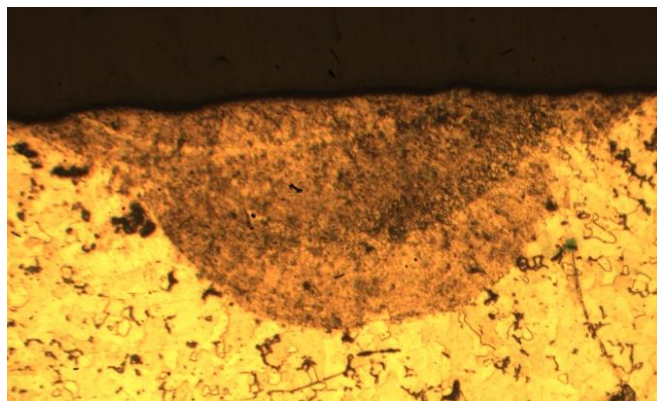


Рисунок 1 – Общий вид обработанного лазером слоя

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.

Научное издание

**СОТРУДНИЧЕСТВО – КАТАЛИЗАТОР
ИННОВАЦИОННОГО РОСТА**

Сборник материалов
6-го Белорусско-Балтийского форума

Минск, 22–23 декабря 2020 года

Подписано в печать 24.12.2020. Формат 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 13,49. Уч.-изд. л. 5,27. Тираж 100. Заказ 788.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.