

термообработку деталей передачи, необходимые поправочные коэффициенты, при этом происходит автоматический пересчет данных. Это сокращает время выполнения курсового проекта и повышает его качество.

Данная прикладная программа внедрена в учебный процесс и используется при выполнении курсового проекта по дисциплине «Детали машин».

Список цитированных источников

1. Монтик, С.В. Применение современного программного обеспечения для расчета зубчатых цилиндрических передач / С.В. Монтик // Новые технологии и материалы, автоматизация производства: сборник статей / Брестский государственный технический университет. – Брест : Издательство БрГТУ, 2023. – С. 92-96.

2. Санюкевич, Ф. М. Расчет закрытых передач зацеплением при курсовом проектировании по деталям машин / Ф. М. Санюкевич, С. В. Монтик, А. А. Волощук // Вестник Брестского государственного технического университета. Серия: Машиностроение. – 2009. – № 4. – С. 61–63. – Библиогр.: с. 63 (6 назв.).

3. Санюкевич, Ф. М. Расчет эвольвентных зубчатых передач при курсовом проектировании деталей машин / Ф. М. Санюкевич, С. В. Монтик // Вестник Брестского государственного технического университета. Серия: Машиностроение. – 2014. – № 4. – С. 47–49. – Библиогр.: с. 49 (3 назв.).

4. Методическое пособие к курсовому проектированию по дисциплине "Детали машин" для студентов технических специальностей : в 3 частях / Министерство образования Республики Беларусь, Брестский государственный технический университет, Кафедра "Машиностроение и эксплуатация автомобилей" ; сост.: С. В. Монтик [и др.]. – Брест : БрГТУ, 2022. – Часть 1. – 43 с. – Библиогр.: с. 36 (2 назв.). – 21 экз.

УДК 620.172

Миневич К. Д.

*Научные руководители: к. ф.-м. н., доцент Веремейчик А. И.;
к. т. н., доцент Нерода М. В.*

ИСПЫТАНИЯ НА ИЗГИБ ОБРАЗЦОВ ИЗ СТАЛИ 10Г2 ПОСЛЕ ТЕРМООБРАБОТКИ ЛАЗЕРОМ

Образцы из конструкционной стали 10Г2 толщиной 6 мм, шириной 20 мм и длиной 200 мм (отклонения от указанных размеров учтены при обработке результатов) подвергались лазерной поверхностной обработке излучением волоконного иттербиевого лазера мощностью 1 кВт с объективом для фокусировки лазерного излучения, системой перемещения и сканирующей лазерный луч головкой [6] при различных режимах обработки. Для каждого режима лазерной закалки и легирования использовалось три образца. На противоположных плоскостях образца с габаритными размерами 20 x 200 мм наносились 5 дорожек шириной по 4 мм, длиной 170 мм. Прохождение каждой дорожки производилось от одного заранее отмеченного торца образца (рисунок 1). Размер лазерного пятна равен 0,35 мм. Расстояние от поверхности образца до последнего дефлектора составило 450 мм. При лазерном легировании на образцы предварительно наносилась смесь бора аморфного с ацетоном и клеем БФ-4.

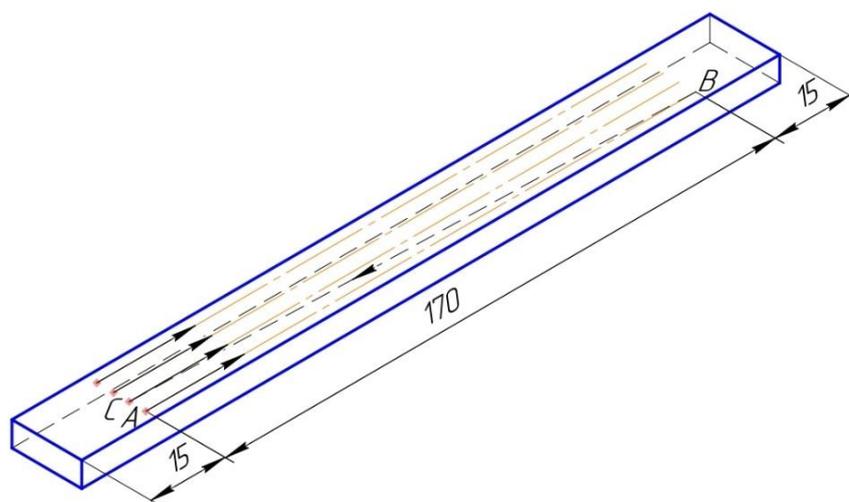


Рисунок 1 – Схема движения лазерного пятна сканирования по поверхности образца

Испытаниям на изгиб подвергнуты 15 образцов, обработка которых соответствует таблице 1. В процессе обработки с обеих сторон образцов было нанесено по 5 дорожек шириной по 4 мм сканирующим лазерным потоком.

Таблица 1 – Вид и режимы обработки

Серия	№ образца	Вид обработки	Скорость движения лазерной головки (V , мм/мин)
I	1, 2, 3	Необработанный	
II	2.1, 2.2, 2.3	Лазерная закалка (2а, 2б, 2в)	500
III	3.1, 3.2, 3.3	Лазерная закалка (3а, 3б, 3в)	700
V	5.1, 5.2, 5.3	Лазерное легирование (5а, 5б, 5в)	500
VI	6.1, 6.2, 6.3	Лазерное легирование (6а, 6б, 6в)	700

После обработки все образцы приобрели некоторую начальную погибь в связи с произошедшими после термического воздействия структурными изменениями в материале и возникновением остаточных напряжений.

Предварительно по 3 образца аналогичных серий были испытаны на разрывной машине Meitesi WDW-300 (Китай) для определения и сравнения диаграмм деформирования материала обработанных и необработанных образцов. Результаты испытаний приведены в [1] и показывают высокую степень повторяемости диаграмм, некоторое увеличение временного сопротивления материала после лазерной обработки (на 10–14 %) и сокращение соответствующих ему значений относительного удлинения (на 25–40 %).

При проведении испытаний на изгиб образцы устанавливались горизонтально плоской стороной симметрично на две неподвижные опоры цилиндрической формы с диаметром 5 мм и среднему поперечному сечению образцов придавалось вертикальное перемещение с постоянной скоростью $V = 1$ мм/мин. Перед нагружением начальная погибь образцов фиксировалась путем ее измерения непосредственно на испытательной установке (название) вдоль выпуклой

наружной поверхности в направлении от начала лазерной обработки к противоположному торцу образца с шагом 10 мм. Результаты этих измерений приведены на рисунке 2.

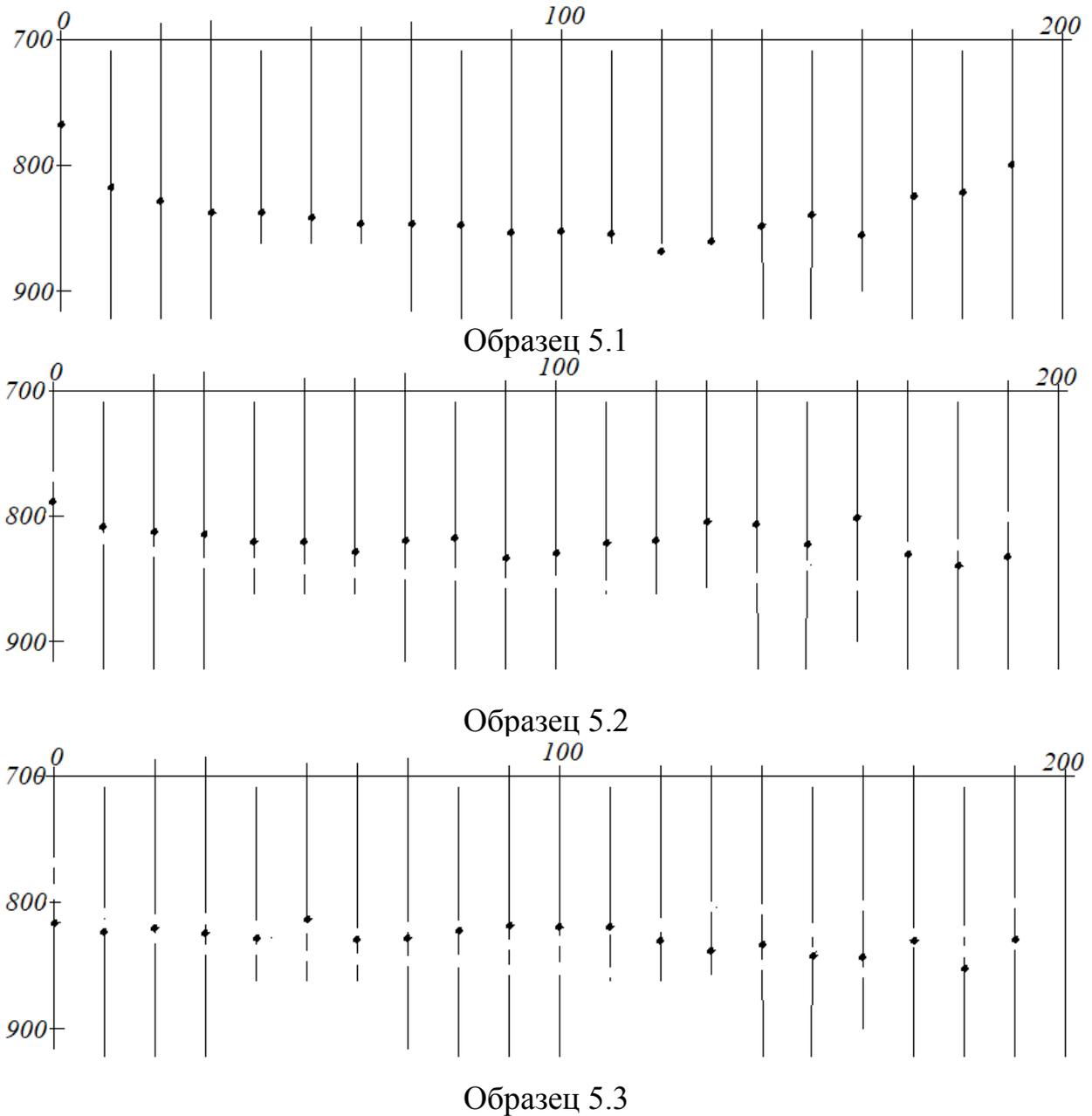


Рисунок 2 – Результаты измерений начальной погни образцов

Схема испытаний показана на рисунке 3.

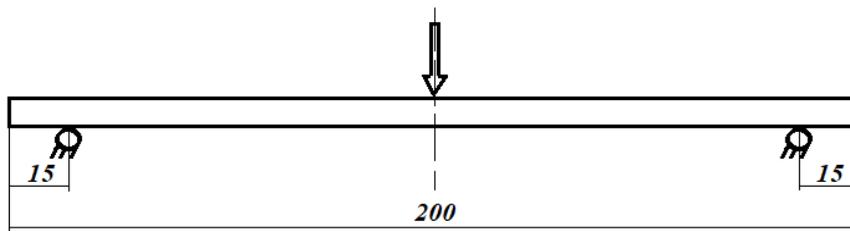


Рисунок 3 – Схема испытаний

На рисунке 4 показаны примеры нагружения образца на испытательной машине.

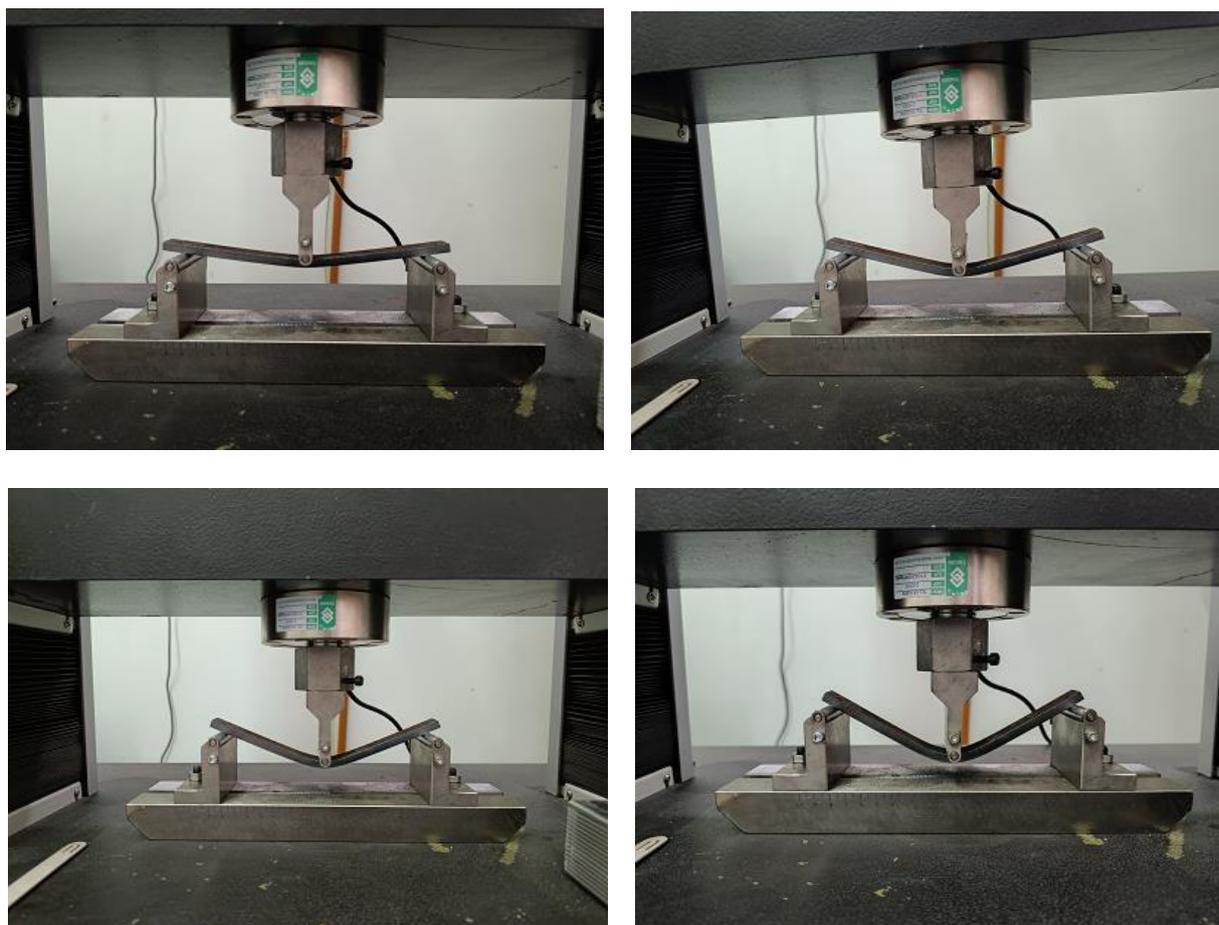


Рисунок 4 – Деформирование образца № 2 (серия I)

В связи с реализацией в испытаниях свободного опирания образцов (отсутствие закрепления на опорах) в процессе испытаний имело место проскальзывание концевых участков образцов на опорах при вертикальном перемещении центрального сечения. При этом при проведении испытаний один из образцов из каждой серии устанавливался погибью в противоположную сторону двум остальным. В процессе нагружения фиксировались перемещение точки контакта образца с нагружающим штоком (до 43–53 мм) и соответствующее ему усилие. При нескольких уровнях перемещений (с интервалом 10 мм) образцы фотографировались. Кроме того, определялось перемещение центрального сечения после разгрузки образца на испытательном стенде и его прогиб после выгрузки из установки. Ни один из образцов в испытаниях не разрушился, видимых трещин в их теле также не обнаружено. На концевых участках обработанных образцов произошло заметное истирание рельефа поверхности за счет действия сил трения скольжения.

На рисунке 5 в координатах «сила–перемещение» показаны совмещенные диаграммы нагружения образцов по сериям I–V.

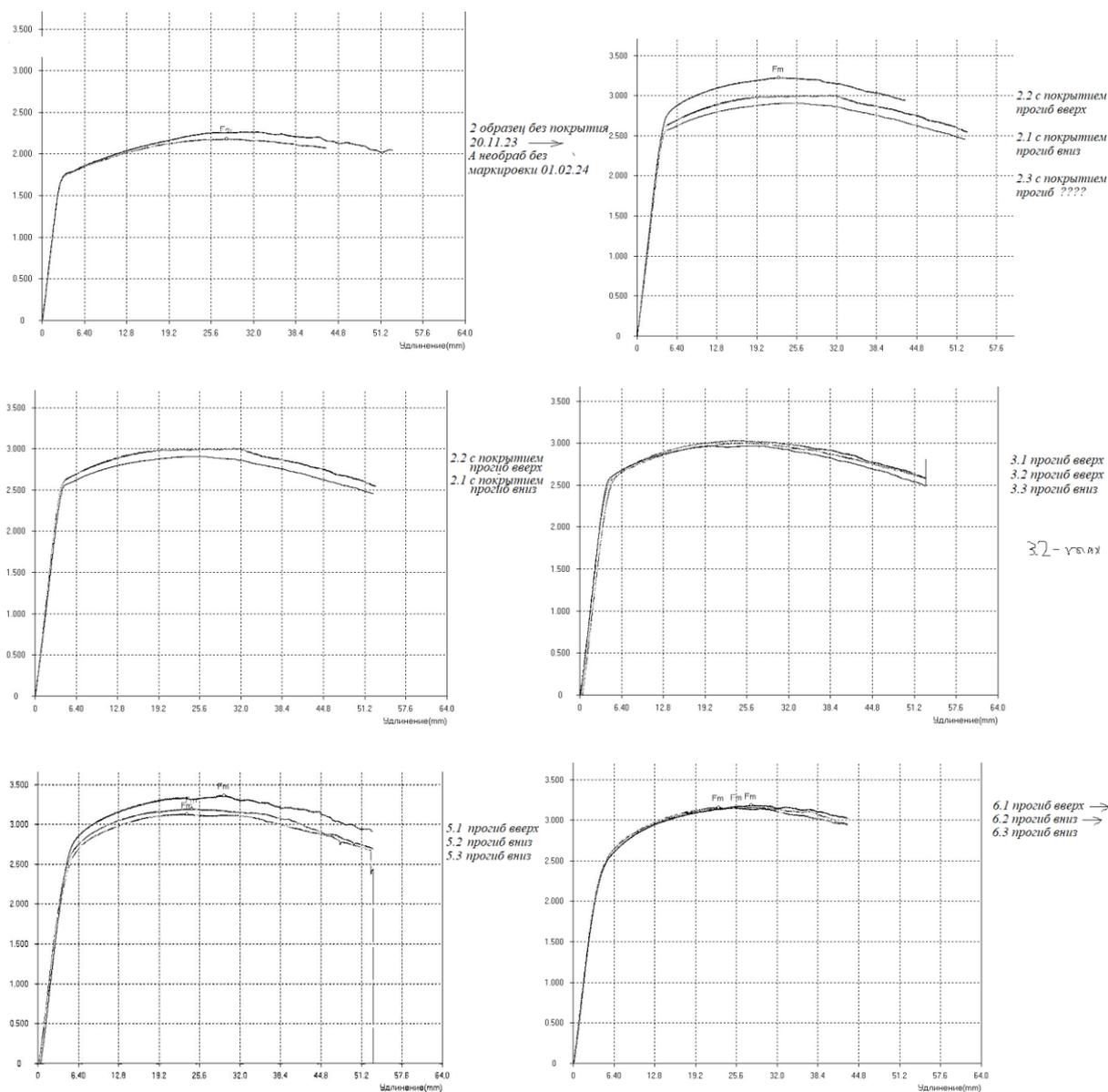


Рисунок 5 – Диаграммы нагружения при изгибе по сериям I–VI

Список цитированных источников

1. Плазменные и лазерные методы упрочнения деталей машин / Н. В. Спиридонов [и др.] ; под общ. ред. В. И. Чачина. – Минск : Вышэйшая школа, 1988. – 155 с.
2. Тюрин, Ю. Н. Плазменные упрочняющие технологии / Ю. Н. Тюрин. – Киев : Наукова думка, 2008. – 215 с.
3. Лещинский, Л. К. Плазменное поверхностное упрочнение / Л. К. Лещинский [и др.] ; под общ. ред. Л. К. Лещинского. – Киев : Тэхніка, 1990. – 109 с.
4. Крауз, В. И. Энциклопедия низкотемпературной плазмы / В. И. Крауз, Ф. Симоне, Д. Моуренас ; гл. ред. В. Е. Фортов : Сер. Б Справочные приложения, базы и банки данных. Радиационная плазмотехника. – Т. IX-3. – 2007. – 541 с.
5. Лашенко, Г. И. Плазменное упрочнение и напыление / Г. И. Лашенко. – Киев : Екотехнологія, 2003. – 64 с.
6. Девойно, О. Г. Обеспечение ресурсных параметров ответственных элементов механических трансмиссий с использованием поверхностных слоев, формируемых лазерными технологиями / О. Г. Девойно, И. В. Швец // Теоретическая и прикладная механика : междунар. науч.-техн. сб. / Белорусский нац. техн. ун-т ; редкол.: А. В. Чигарев (пред. редкол.). – Минск : БНТУ, 2019. – Вып. 34. – С. 266–270.