

УДК 628.16:621.981.3

Підвищення точності оцінки зусиль на валки від штаби, що прокатується / Тришевський О. І., Салтавець М. В. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2013. – № 42 (1015). – С. 167-174. Библиогр.: 8 назв.

Изложены результаты исследований по повышению точности определения усилий на валках при прокатке полосы с использованием материалов математической модели прокатки для уточнения распределения температуры по сечению полосы. Проведено сравнение полученных результатов с данными экспериментальных исследований прокатки полосы на стане 2250 Алчевского металлургического комбината.

Ключевые слова: горячая прокатка, полоса, математическая модель, тепловое состояние, распределение фактической температуры, усилие прокатки.

The results of research to improve the accuracy of effort on the rolls during rolling strip using a mathematical model of rolling materials to refine the temperature distribution over the cross section of the strip. The results are compared with those of experimental studies pro-rollers strip mill at 2250 Alchevsk Iron.

Keywords: hot rolling, the strip, a mathematical model, thermal state, distribution of the actual temperature, the rolling force.

УДК 621.73.011:004.932

А. В. ФЕДОСОВ, канд. техн. наук, доц., ГВУЗ «ПДТУ», Мариуполь

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ В ПРОЦЕССАХ ОМД

Рассмотрены современные бесконтактные методы измерений геометрических параметров объектов в процессе их деформации. Представлен новый метод определения полей деформации в поперечном сечении объекта. Новый метод основан на обработке серии фотоснимков, сделанных в процессе деформации объекта. Рассмотрены основы методов бесконтактного измерения плоскостности.

Ключевые слова: обработка металлов давлением, поле деформаций, плоскостность, цифровое изображение, точность измерений

Введение. В настоящее время больше внимания уделяется разработке средств автоматизации для экспериментальных методов исследований. Это позволяет снизить трудоемкость поставленных задач, повысить производительность и точность методов. При этом важно автоматизировать как процессы получения первичных данных, так и их обработку, что позволяет максимально исключить влияние человеческого фактора на результаты измерений. В связи с этим, на сегодняшний день актуальной задачей является разработка полностью автоматизированных методов измерений.

Анализ последних исследований и литературы. Фотография для различных экспериментальных методов ОМД применяются уже достаточно давно [1] и являются источником получения первичных данных об исследуемых процессах. Однако приведение результатов визирования к виду, пригодному для обработки, производится, как правило, вручную [1, 2], что уменьшает эффективность применяемых методов измерений. Высокие темпы развития цифровых технологий позволяют сегодня разрабатывать

автоматизированные методы анализа цифровых изображений с целью получения данных о том, как протекают различные процессы ОМД.

В работе [3], представлен вариант обработки изображений полученных с помощью сканера высокого разрешения. Основным преимуществом такого подхода является возможность расчета размеров исследуемого объекта на основании характеристик сканера (dpi). Однако при этом объект необходимо размещать на рабочем столе сканера, что не всегда возможно.

Более совершенными являются методы, в основе которых лежат DIC (Digital Image Correlation) алгоритмы обработки фотоснимков, получаемых с цифровых фотокамер [4, 5]. Эти методы позволяют практически полностью автоматизировать процессы получения первичных измерений и обработки результатов. С помощью DIC методов возможна организация динамического эксперимента. Однако суть данного метода не позволяет привязывать результаты измерений к определенным областям плоскости детали.

Точность методов, в основе которых лежит обработка цифровых изображений, во многом определяется характеристиками используемого оборудования и размерами исследуемого объекта. Так, применение современных фотокамер позволяет получать точность порядка 0, 01 мм [6]. Интенсивное развитие цифровых фототехнологий приводит к увеличению разрешающей способности фотокамер и уменьшению их стоимости. Уже сегодня бытовая цифровая фотокамера может эффективно использоваться для различного рода измерений, что делает разработку экспериментальных методов использующих фототехнику весьма перспективным направлением.

Целью работы является разработка методов бесконтактных измерений геометрических параметров объектов в процессе их деформации, основанных на обработке цифровых изображений.

Материалы исследований. В основе экспериментальных методов определения полей деформаций лежат измерения геометрических размеров отдельных объёмов тела до и после процесса деформации. Известные способы измерений обладают ограниченной разрешающей способностью. Вследствие этого, фактически определяются характеристики только некоторых отдельных участков поверхности детали. Таким образом, задача определения полей деформаций включает в себя экспериментальную часть (определение перемещений) и математическую (расчет поля деформации).

Экспериментальная часть метода. В основе предлагаемого метода лежит полуавтоматическая компьютерная обработка серии цифровых фотоснимков поверхности деформируемой детали. Параметры серийности фотосессии определяются условиями эксперимента и лимитируются только возможностями применяемого аппаратного обеспечения.

Регистрация перемещений отдельных площадей поверхности детали производится с помощью сетки точек (маркеров), нанесенной на исследуемую поверхность. Расположение сетки маркеров на первом снимке принимается за начальное, недеформированное состояние детали. По изменениям относительных положений маркеров на последующих снимках серии определяются относительные деформации детали.

Под маркером понимается контрастно выделенный участок поверхности детали, который в процессе деформации будет показывать перемещение данного участка поверхности. В отличие от IDC метода маркеры «привязаны» к поверхности испытуемого образца и изображают перемещение ее точечного участка, геометрическое место которого определяется как центр массы маркера.

Алгоритм выделения маркеров на цифровом снимке основан на определении узкого цветового диапазона соответствующего цвету маркера. Анализ цифровых снимков производится в HSL (Hue, Saturation, Lightness) цветовом пространстве, применение которого позволяет повысить точность выделения маркеров и является более удобной системой, чем RGB, Lab и др. пространства. Окончательное выделение узкого цветового диапазона соответствующего цвету маркеров производится пользователем программного обеспечения на основе предложенных программой подсказок.

Объединение выделенного набора пикселей в маркеры производится автоматически, на основе известного метода «волны». Встроенный фильтр выделенных элементов, позволяет дополнительно повысить устойчивость работы метода. Форма приложения «Маркер» представлена на рис.1.

В результате первого этапа обработки серии, формируется описание сетки элементов. Эти данные сохраняются в промежуточном файле, который является источником входных данных для аналитической части метода (в дальнейшей работе исходная серия снимков не используется).

Задача аналитической части метода – определение состояния поля деформации в заданной области, то есть описание его функцией от координат. Для плоской деформации первичными данными о состоянии детали является поле перемещений маркеров. В зависимости от условий деформирования детали на ее поверхности могут получаться очень сложные конфигурации поля перемещений. На данном этапе в качестве формы элементов выбраны треугольники. Применение треугольных элементов позволяет достаточно точно описывать сложные конфигурации формы детали.

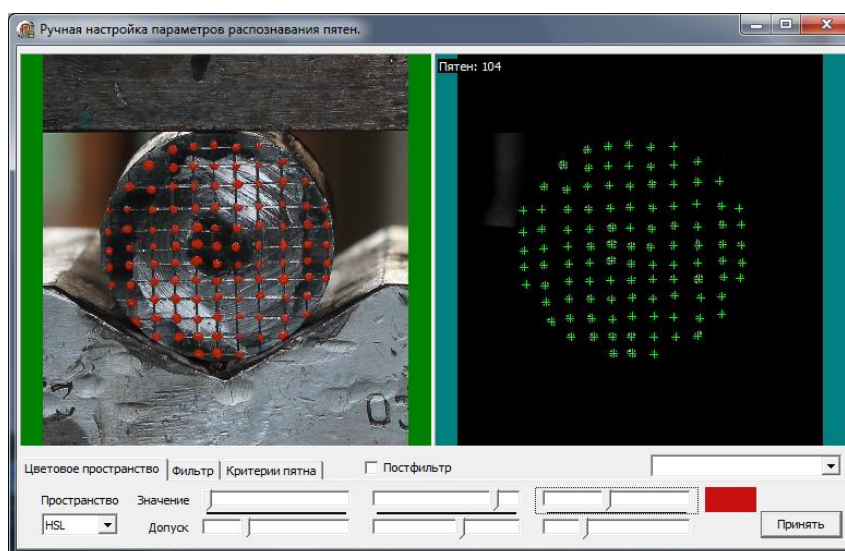


Рис. 1 – Форма рабочего окна программного модуля по определению координат цветовых маркеров

На основе данных о перемещении узлов для элементов сетки рассчитывается вектор относительных деформаций, представленный в виде трех составляющих:

ε_x – производная компоненты x поля смещений по координате x .

ε_y – производная компоненты y поля смещений по координате y .

γ_{xy} – сумма производных от компонент поля смещений.

Пример описания элементов треугольной сетки и построения полей деформаций, полученных в результате обработки цифровых изображений по предложенной методике, представлен на рис. 2.

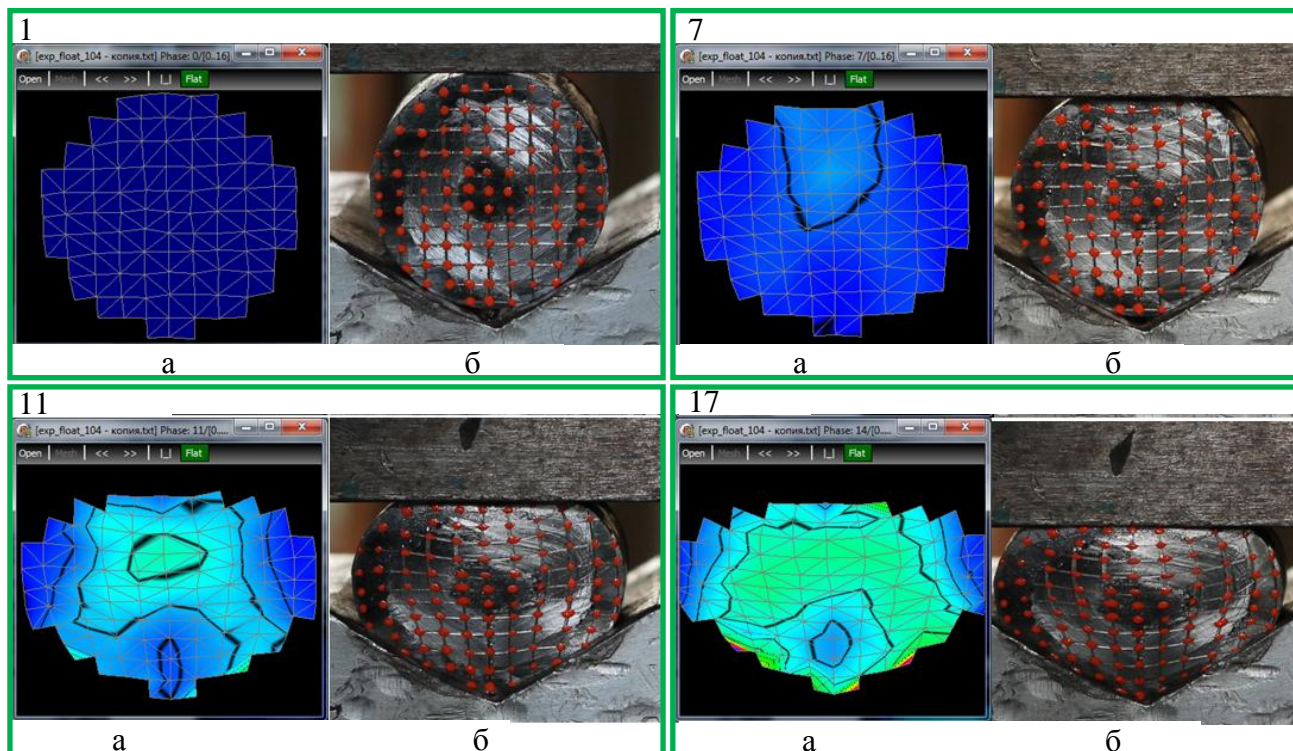


Рис. 2 – Построение поля деформации: а – путем обработки серии снимков, б – процесса деформации свинцового цилиндра (цифры – номер снимка в серии)

Визуализация полученных данных производится с применением средств OpenGL, что повышает наглядность метода. Результаты могут быть представлены как в виде плоской цветовой диаграммы, так и в виде объемного графика поверхности.

Точность предложенного метода оценивалась по воспроизводимости результатов эксперимента. Применение такого подхода обосновано отсутствием в распоряжении автора альтернативных методов определения полей деформаций, обладающих высокой степенью автоматизации.

В экспериментах по оценке воспроизводимости результатов, условия их проведения намеренно ухудшались. Применялись некачественные источники освещения, в ходе эксперимента незначительно изменялось освещение, производились небольшие смещения фотоаппарата. В результате, колебания значений площадей треугольников, при условии отсутствия деформаций, не превышали 10%.

Еще одним перспективным направлением применения методов анализа изображений является определение плоскостности поверхности. В основе таких методов лежит обработка светового отражения от исследуемой поверхности, в ходе которой можно выделить несколько общих этапов:

- выделение результата отражения светового потока от поверхности;
- фильтрация полученных данных от помех;
- обработка выделенных объектов и получение данных о кривизне поверхности в пространстве цифрового изображения;
- приведение координат пространства цифрового изображения к физическому пространству.

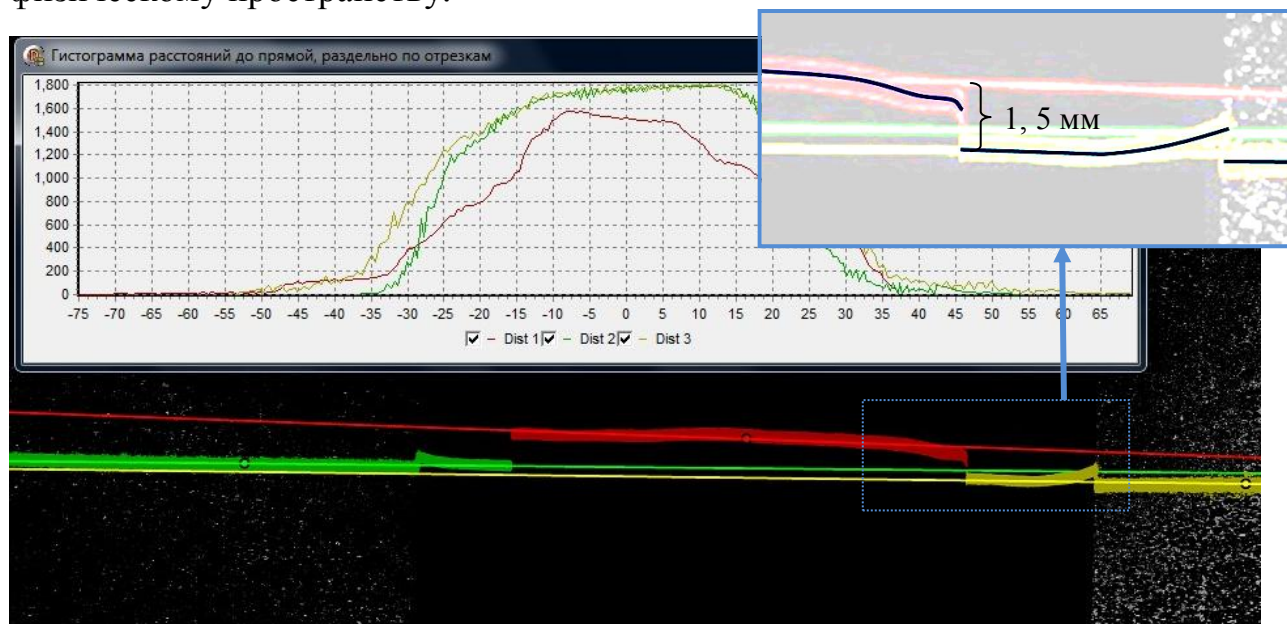


Рис. 3 – Определение кривизны поверхности по результатам обработки цифрового изображения

На рис. 3 представлен результат реализации первых трех из перечисленных выше этапов. Разработанное приложение на данном этапе позволяет определять кривизну поверхности в пространственных координатах изображения. Эти данные могут быть полезны при проведении относительного анализа кривизны поверхности: выявление факта искривления, определение направления искривления, формы кривизны объекта и др.

Разработка надежных средств калибровки предложенного метода определения кривизны, позволит определять ее фактические значения, что существенно расширяет область применения разрабатываемого метода.

Выводы: Разработан новый метод определения полей деформаций основанный на обработке серии цифровых изображений, полученных в ходе эксперимента. Реализация данного метода позволяет на 90% автоматизировать процесс определения полей деформаций объекта.

Разработан и опробован метод бесконтактного определения плоскостности объектов, позволяющий оценивать относительную степень их кривизны по результатам обработки цифровых изображений объектов.

Список литературы: 1. Пригоровский Н.И. Методы и средства определения полей деформаций и напряжений: Справочник / Н.И. Пригоровский. – М.: Машиностроение, 1983. – 248 с. 2. Анализ пластического формоизменения в частных задачахковки и штамповки / В.А. Гринкевич, В.В. Кухарь, М.В. Краев, В.А. Бурко. – Мариуполь: ЗАО «Газета «Приазовский рабочий», 2011. – 336 с. 3. Использование цифровых технологий для развития геометрического метода исследований деформированного состояния металлов / Ю.А. Плеснецов, О.И. Тришевский, С.Ю. Плеснецов // Черные металлы. – 2011. – апрель. – С. 22–25. 4. Image Correlation for Shape, Motion and Deformation Measurements / M.A. Sutton, J.J. Orteu, H. Schreier // University of South Carolina, Columbia, SC, USA, 2009. – 364 p. 5. Экспериментальное исследование закономерностей деформирования и разрушения материалов при плоском напряженном состоянии / В.Э. Вильдеман, Т.В. Третьякова, М.П. Третьяков // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2010. – № 5. – С. 106-111. 6. Вольф В.М. Бесконтактное 3D-измерение динамических процессов с помощью быстродействующих камер / В.М. Вольф // Черные металлы. – 2010. – январь. – С. 60–62.

Надійшла до редколегії 28.10.2013

УДК 621.73.011:004.932

Применение методов цифровой обработки изображений для измерений в процессах ОМД / Федосов А. В. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2013. – № 42 (1015). – С. 174-179. Библиогр.: 6 назв.

Розглянуті сучасні безконтактні методи вимірювання геометричних параметрів об'єктів в процесі їх деформації. Представлений новий метод визначення полів деформації в поперечному перерізі об'єкту. Новий метод ґрунтований на обробці серії фотознімків зроблених в процесі деформації об'єкту. Розглянуті основи методів безконтактного виміру площинності.

Ключові слова: обробка металів тиском, поле деформацій, площинність, цифрове зображення, точність вимірювань.

The modern non-contact methods of objects' geometrical parameters measurement in the process of their deformation are considered. A new method for strain fields determining in the cross section of the object is presented. This method is based on processing a series of photos made in the course of object deformation. The fundamentals of methods of flatness contactless measurement are considered.

Keywords: metal forming, strain field, flatness, digital image, precision of measurement.

УДК 621.979.073

Е. А. ФРОЛОВ, докт .техн. наук, проф., ПНТУ, Полтава;

С. И. КРАВЧЕНКО, канд .техн. наук, проф., ПНТУ, Полтава;

О. В. БОНДАРЬ, аспирант ПНТУ, Полтава.

К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ НАНЕСЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ВЫРУБНЫХ ШТАМПОВ.

В материале статьи представлены результаты исследований по оптимизации технологии нанесения износостойких покрытий на основе электроискрового ледирования поверхности вырубных штампов для операции листовой штамповки. Использование полученных результатов по определению оптимальных режимов упрочнения данным методом при внедрении позволили повысить стойкость оснастки для разделительных операций листовой штамповки в 3-5 раз.

Ключевые слова: технология, штамповка, лист, жидкость, эластичная среда, формовка, возможности.

Введение. Экономическая целесообразность применения холодной листовой штамповки тесно связана со стоимостью штампов и их стойкостью.