

УДК 621.73.012

Сазанов А. В.
Беляев С. Ю.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ КОВКИ КОСВЕННЫМ МЕТОДОМ

Возникновение данной темы и проблематики продиктовано современными технологиями и требованиями в области качества и производительности. В процессе обработки металла на ковочных прессах с целью проработки структуры и придания необходимой геометрической формы, на пресс действуют усилия сопротивления металла деформации. Эти усилия в прессе трансформируются во внутренние напряжения, которые в свою очередь приводят к упругой деформации металлоконструкций пресса, также одновременно с ростом сопротивления обрабатываемого металла деформации в гидравлической системе пресса возникает повышение давления. В ряде случаев при внедрении новых сплавов, с малоизученными характеристиками, при обработке появляются различные дефекты, недопустимые для дальнейшего передела. При работе с уже отработанными технологиями и сплавами могут возникнуть ряд таких же проблем связанных с нарушением технологии («захолаживание» металла). Одним из вариантов решения данных проблем в данной статье предлагается метод косвенного математического моделирования, т. е. измеряя нагрузку на оборудование можно спрогнозировать состояние полуфабриката и его характеристики, с построением кривых (скорости деформации, напряжений в зависимости от температуры сплава) и т. д. [1–4].

Целью работы является исследование характеристик пресса при различных видах технологических нагрузок с применением метода косвенного математического моделирования.

В качестве примера приведена работа по исследованию существующего оборудования.

Исследования проводились на ковочном прессе усилием 15 МН предназначенного дляковки фасонных заготовок из титановых сплавов. С учетом современных требований к качеству продукции и производительности оборудования, необходимо проанализировать возможности и состояние данного пресса. Для анализа была разработана программа исследовательских работ, которая включала экспериментальное статическое нагружение и математическое моделирование работы пресса при различных видах действия технологических нагрузок. Сопоставление данных результатов показало реальное состояние пресса, и возможный режим работы, а также данные, посредством которых можно прогнозировать состояние обрабатываемого изделия.

Экспериментальное исследование производилось с использованием плоских бойков шириной 800 мм. Моделирование нагрузки производилась через стальную проставку. Для предупреждения разрушения бойков сверху и снизу проставки подкладывали стальные листы толщиной 4 мм.

Алгоритм проведения измерений:

1. Рама пресса опускается, и верхний боек ставится на проставку.
2. Проводится обнуление измерительных приборов, и существующее положение определяется в качестве базового.
3. Подается давление рабочей жидкости в главный цилиндр, доводя его до максимально допустимого, тем самым создавая максимальное усилие пресса.
4. Замеряется изменение геометрии пресса в момент максимально развиваемого усилия в измеряемой точке.
5. Сбрасывается давление в рабочем цилиндре, тем самым разгружая пресс.
6. Измерения повторяются с п. 2 три раза.

7. Меняется положение проставки в бойках согласно рис. 1, измерения повторяются в этой же точке с п. 1.

8. Приборы настраиваются на новую точку согласно рис. 2, измерения повторяются с п. 1.

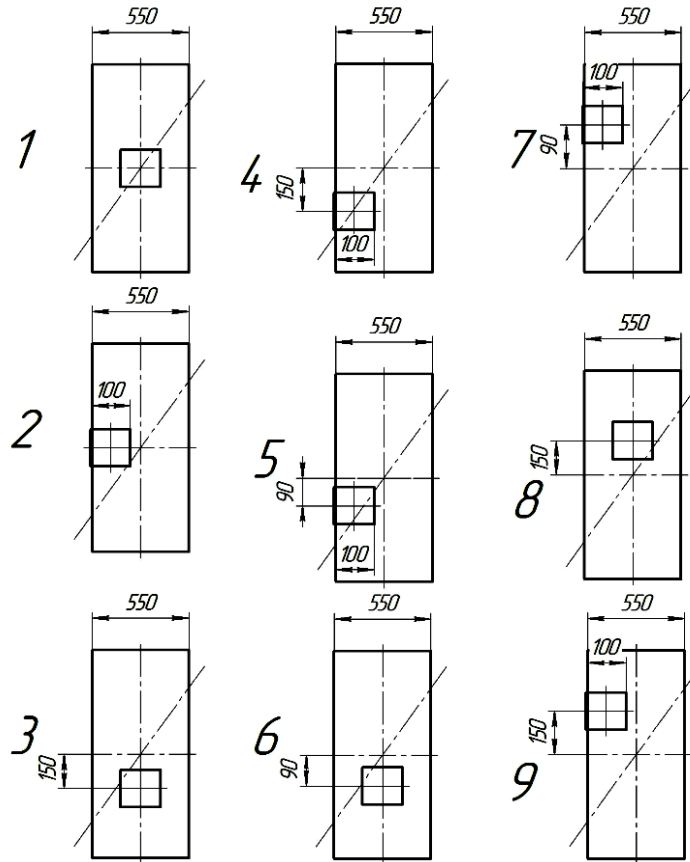


Рис. 1. Схема расположения проставки при моделировании нагрузки с эксцентриситетом

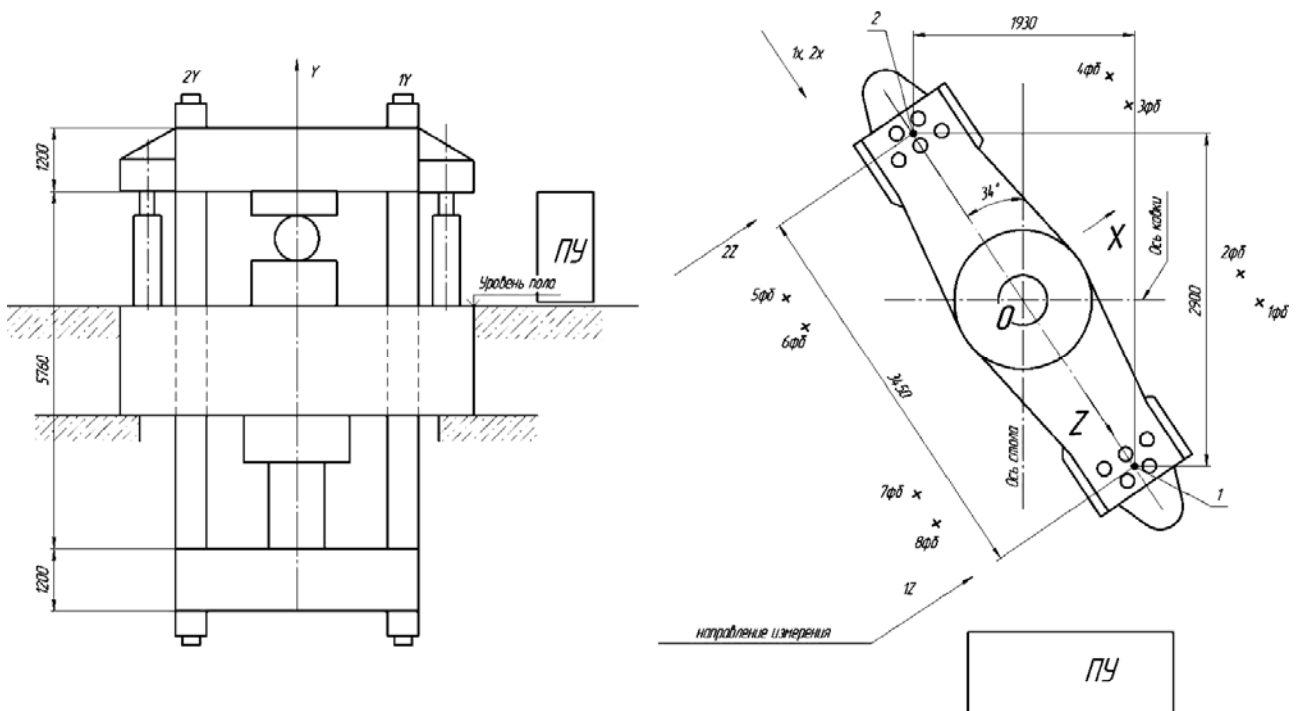


Рис. 2. Карта геометрических измерений прессы 1500

В данном исследовании для замера состояния фундаментных болтов был использован прибор Rotalign Pro с оснасткой Levalign, фирма Prüftechnik AG (Германия).

Для измерений перемещения рамы пресса в горизонтальном плане использован тахеометр SET – 610.

Для измерений перемещений рамы по вертикали использован цифровой нивелир Dini – 12.

Результаты измерений перемещений в фундаментных болтах показаны на рис. 3.

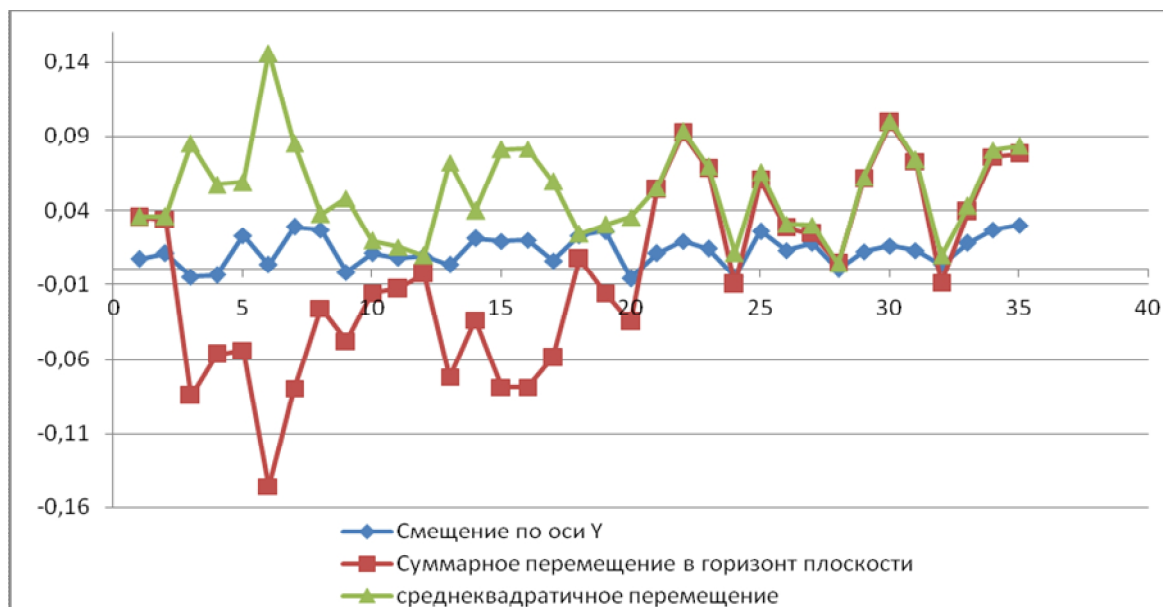


Рис. 3. Диаграмма перемещений фундаментного болта № 1

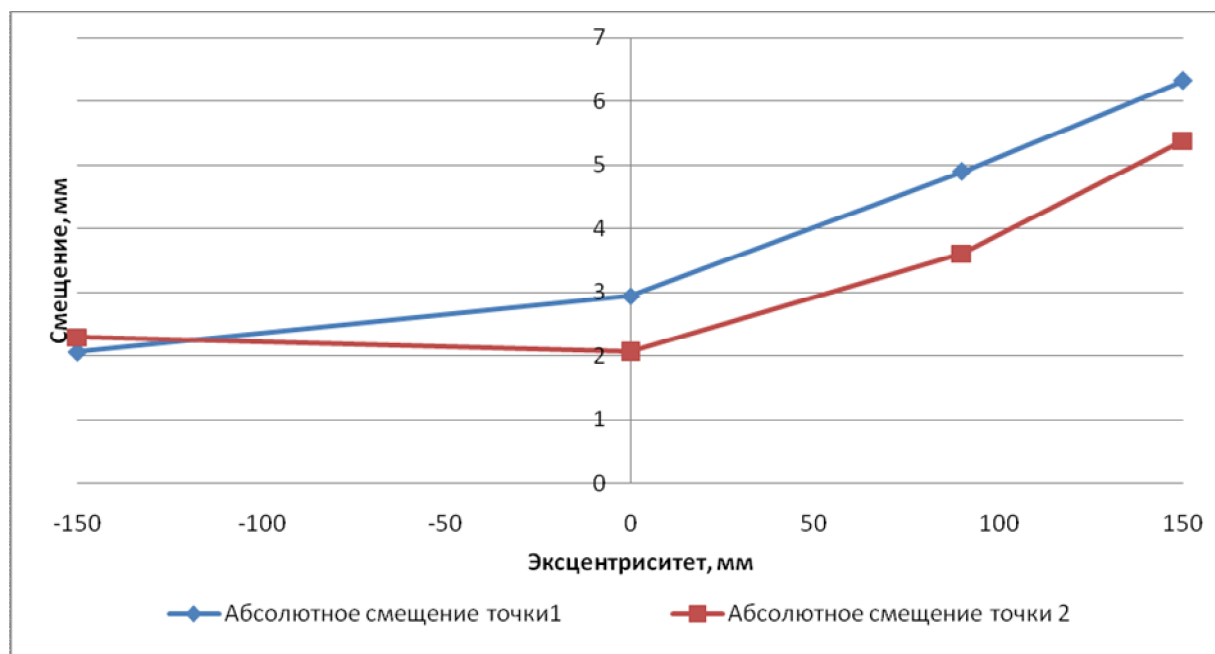


Рис. 4. Диаграмма абсолютных смещений рамы пресса (эксцентричная нагрузка приложена по продольной оси штампа)

В связи с незначительными перемещениями фундаментных болтов при нагрузке, данные перемещений болтов 3, 4, 5, 6, 7 не фиксировались.

Данные перемещений рамы пресса при моделируемой нагрузке по центру бойка представлены на рис. 4.

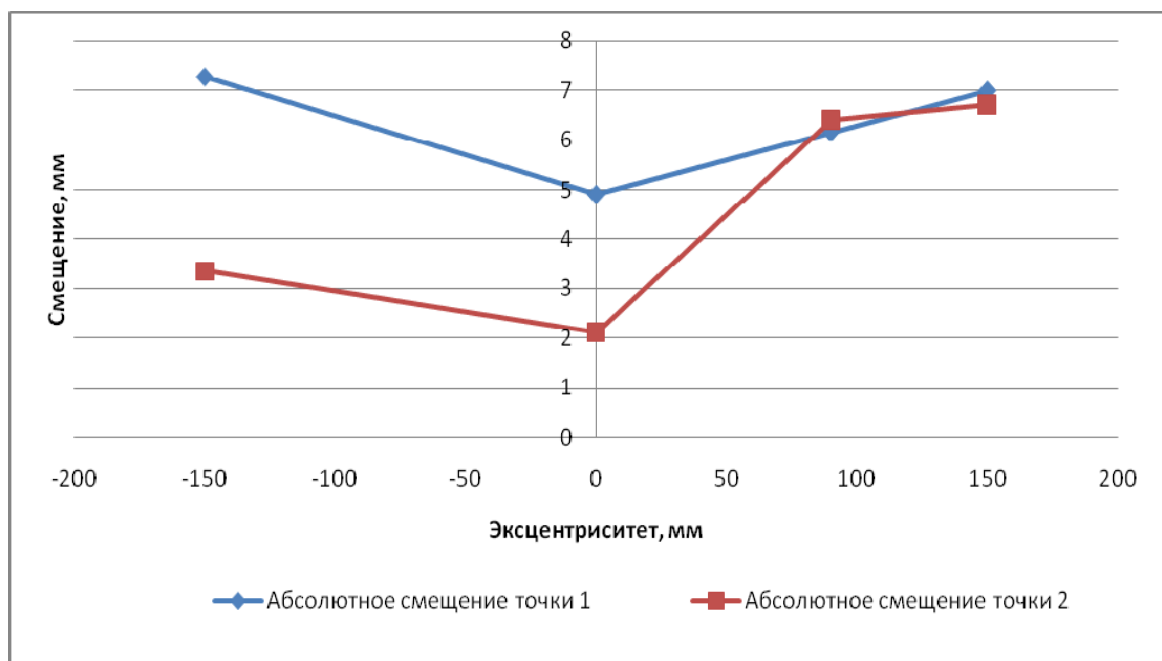


Рис. 5. Диаграмма абсолютных смещений рамы прессы (эксцентричная нагрузка приложена на 100 мм от края штампа)

ВЫВОДЫ

Данные математического моделирования описывают идеальный процесс, при действии технологической нагрузки и предельные значения при превышении допустимой нагрузки.

Данные выше описанного моделирования в сопоставлении с геометрическими параметрами технологической операции дают возможность разработать алгоритм прогнозирования состояния металла при технологическом переделе на прессе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фридман Я. Б. *Механические свойства металлов В 2 т. Т. 1* / Я. Б. Фридман // *Металловедение и термическая обработка стали*. – М. : Машиностроение, 1974. – 472 с.
2. *Разработка математической модели процесса непрерывной сортовой прокатки* / К. Г. Макаров, А. В. Ноговицын, С. М. Жучков, Л. В. Кулаков // *Теория и практика металлургии*. – 1999. – № 6. – С. 7–10.
3. *Математическая модель процесса непрерывной прокатки арматурного профиля : труды V Международной научно-технической конференции «Теоретические проблемы прокатного производства, 16–18 мая 2000 г»* / А. В. Ноговицын, С. М. Жучков, Л. В. Кулаков, К. Г. Макаров // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2000. – № 8–9. – С. 77–79.
4. *Адаптация математической модели процесса непрерывной сортовой прокатки для анализа условий прокатки арматурного проката на непрерывном мелкосортном стане* / А. В. Ноговицын, С. М. Жучков, Л. В. Кулаков, К. Г. Макаров // *Теория и практика металлургии*. – 2000. – № 1. – С. 33–36.

Сазанов А. В. – инж.-констр. 1 кат. ОАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА»;

Беляев С. Ю. – канд. техн. наук, доц. УГТУ-УПИ им. Б. Н. Ельцина.

ОАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА», г. Верхняя Салда, Россия;

УГТУ-УПИ им. Б. Н. Ельцина – Уральский государственный технический университет – УПИ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия.

E-mail: avसानов@vsmпо.ru

belyaev_s_66@mail.ru