

УДК 378.162.3

МОДЕЛЬ МЕХАНИЗМА ВЫТЯЖКИ КРИВОШИПНОГО ПРЕССА С ПРЯМЫМ СЪЕМОМ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Козлов Михаил Сергеевич⁽¹⁾, Рогачевский Алексей Евгеньевич⁽²⁾,

Студенты 3 курса

⁽¹⁾ кафедра «Технологии обработки давлением»,

⁽²⁾ кафедра РК-4,

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Научные руководители: Головин А. А.⁽³⁾, Вуколов А. Ю.⁽⁴⁾,

⁽³⁾ доктор технических наук, профессор, ⁽⁴⁾ ассистент кафедры «Теория машин и механизмов

Для демонстрации кинематических характеристик рычажных механизмов разработана конструкция модели механизма вытяжки кривошипного пресса и приведены особенности её конструкции. Обоснован выбор системы прямого съема кинематических характеристик и определены точки установки элементов системы. Разработаны и реализованы схемы преобразований показаний датчиков положения и скорости ползуна от положения кривошипа.

1. Постановка задачи

Одной из задач проектирования механизмов кузнечно-штамповочного оборудования является задача, представленная на Рис.1. Это – типовая цикловая диаграмма механизма вытяжки кривошипного пресса.

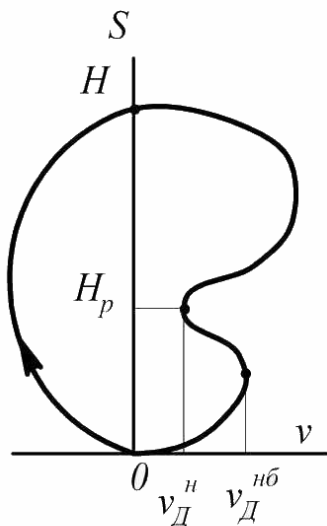


Рис.1

Одним из вариантов схем механизмов, решающих данную задачу, является механизм, представленный на рис. 2. Такая схема характерна для механизма вытяжки прессов КА2034 и Komatsu.

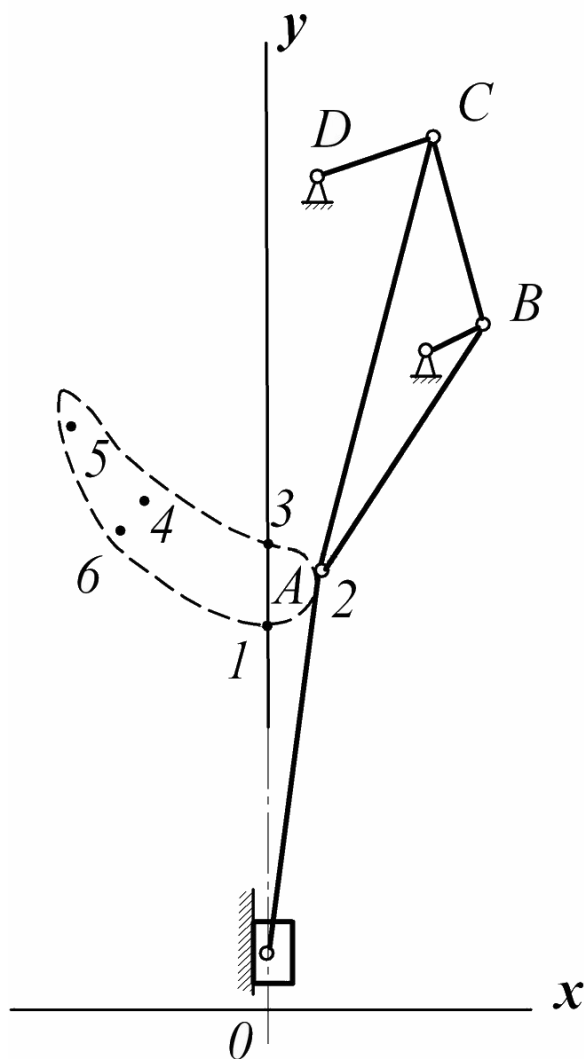


Рис.2

- Выбор средств фиксации положений входного и выходного звена;
- Выбор точек размещения датчиков и их установка на модели;
- Разработка системы преобразования показаний датчиков в кинематические графики и средств визуализации результатов;
- Выбор средств подавления шумов получаемых сигналов.

Вопросы проектирования таких механизмов рассматривается, в частности, в курсе ТММ. Однако в коллекции механизмов кафедры ТММ отсутствует модель данного класса.

Кинематические свойства данного механизма можно убедительно разобрать только при наглядном представлении этих характеристик.

Авторам было предложено изготовить модель этого механизма и решить задачу построения кинематических графиков выходного звена. Принцип решения этой задачи приведён на фиг.3 в виде блок-схемы.

В состав комплекса помимо механизма (блок 2) входят блоки 4 (измерения параметров движения), 5 (обработки информации) и 6 (диагностики). Таким образом, поставленная задача разбивается на следующие подзадачи:

- Разработка и изготовление модели, позволяющей разместить непосредственно на звеньях средства измерения;



Рис.3

2. Описание конструкции

Модель механизма представлена на рис. 4.

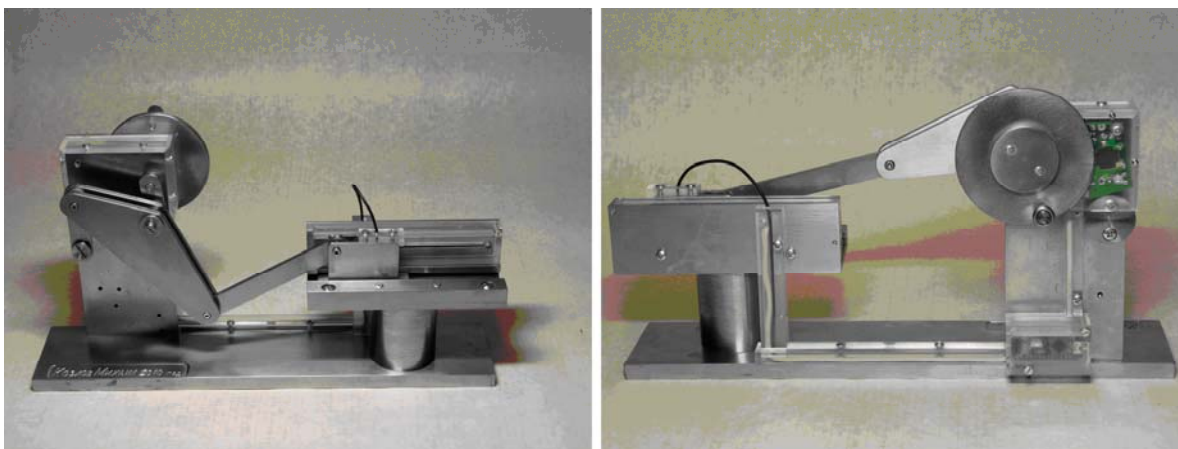


Рис.4

При разработке конструкции было решено звенья выполнить из инструментальной стали. Вращательные кинематические пары проектировались специальным образом, с учётом необходимости обеспечения малых осевых перемещений. Эскиз конструкции вращательной кинематической пары, фактически представляющей модифицированный подшипник скольжения, представлена на рис. 5. При изготовлении пары «ползун-станина» предусмотрена регулировка направляющих.

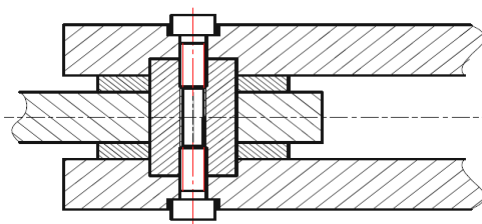


Рис. 5. Конструкция вращательной пары.

3. Система съёма данных

Система съёма данных о движении содержит следующие элементы:

- Датчик углового положения кривошипа
- Датчик положения ползуна
- Датчик ускорения ползуна

В конструкции модели предусмотрено размещение датчиков в защитных корпусах, выполненных из полимерного материала.

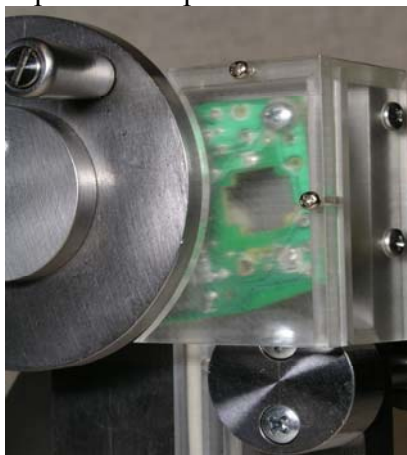


Рис. 6 Датчик положения кривошипа

В качестве **датчика положения кривошипа** (рис.6) используется оптическая компьютерная мышь, модифицированная с целью исключения неиспользуемых элементов, таких как кнопки и колесо прокрутки. Оптический сенсор считывает перемещение металлического диска, являющегося частью кривошипа, и передает эти данные на микроконтроллер посредством стандартного протокола PS/2.

Данный датчик имеет настраиваемое переменное разрешение, а также встроенный фильтр ложных срабатываний. Выбор производился из условий экономической целесообразности (стоимость оптической мыши порядка 150-300 рублей, стоимость аналогичного по характеристикам специализированного энкодера – 3000..5000 рублей) и простоты реализации (для считывания данных с оптической мыши требуется всего лишь программная реализация протокола PS/2 на микроконтроллере, доступная в сети Интернет, специализированный энкодер или оптопара потребовали бы дополнительной электроники в виде счётчика или микроконтроллера с разработкой собственного протокола передачи данных).

Разрешающая способность датчика обуславливается разрешающей способностью аналого-цифрового преобразователя в микроконтроллере и составляет 1024 на 10 см, или примерно 10 отсчётов на 1 мм. При данном расположении датчика обеспечивается непосредственный съём показаний с выходного звена. Данное решение обеспечивает сравнительно малые габариты измерительного элемента, разрешающую способность, ограниченную лишь разрешающей способностью преобразователя (при использовании специализированных преобразователей можно повысить разрешающую

способность до 8-64 раз), малую стоимость самого датчика (120 рублей против 5000+ рублей за специализированный лазерный дальномер), произвольную частоту съёма данных (ограниченную лишь аналогово-цифровым преобразователем).

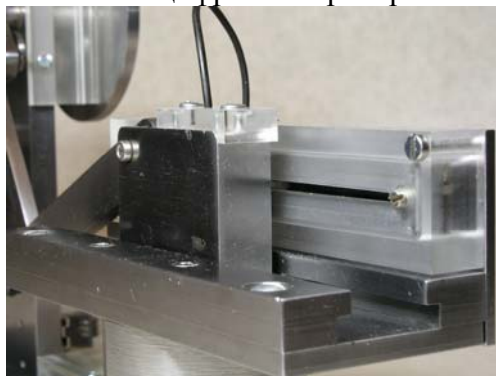


Рис. 7. Датчик положения ползуна

В качестве **датчика ускорения** (рис. 8) используется акселерометр Analog Devices ADXL202E. Передача данных от акселерометра к микроконтроллеру организована с помощью ШИМ (широтно-импульсной модуляции). Корпус датчика имеет малые размеры (5x5x2 мм), что позволяет встроить его непосредственно в выходное звено механизма



Рис. 8. Узел подключения акселерометра

Регулировка частоты ШИМ производится посредством резистора, подключаемого непосредственно к датчику. Диапазон показаний акселерометра $\pm 2g$, разрешающая способность определяется разрешающей способностью таймера микроконтроллера и шумом при данной частоте.

В данной модели частота съёма данных составляет 100 Гц, при этом разрешающая способность составляет 2.5 *mg*.

Для организации **подсистемы снятия и первичной обработки данных** (рис.9) используется микроЭВМ ATmega 328 со схемной оболочкой серии Freeduino Nano, обладающей следующими характеристиками:



Рис. 9 Узел первичной обработки данных

- Разрядность: 8 бит;
- Тактовая частота: 16 МГц;
- Объём ОЗУ: 2 Кб;
- Объём ПЗУ: 1 Кб;
- Объём Flash-памяти для кода: 32 Кб;
- Интерфейс с ПК: Шина USB с программным мостом USB<->Serial.

В данной платформе реализован аналогово-цифровой преобразователь с разрешением 10 бит. Программное обеспечение микроконтроллера реализует сбор данных с датчиков и пересылку его на управляющий ПК. Пересылка происходит по сигналу с управляющего ПК, но не чаще, чем 100 раз в секунду.

4. Проектирование программного обеспечения

Программное обеспечение для снятия кинематических характеристик состоит из двух частей: микропрограммы контроллера Freeduino Nano, реализующей снятие показаний с датчиков, и программы управляющего компьютера, получающей и обрабатывающей данные с микроконтроллера, и строящей графики.

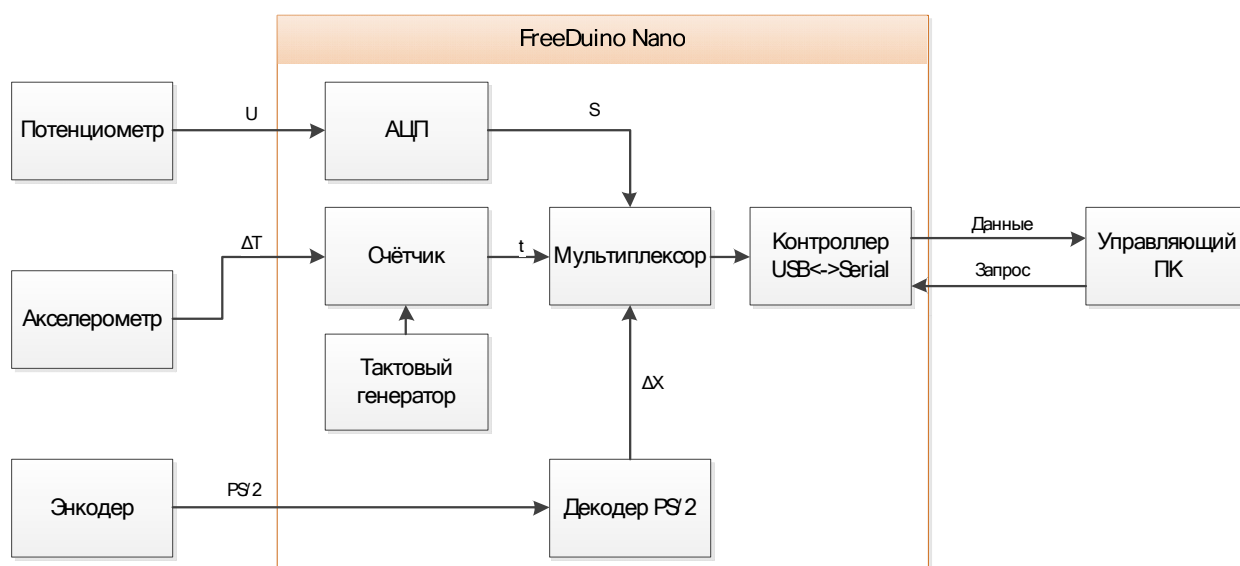


Рис. 10. Блок-схема подсистемы приѐма данных

Микропрограмма Freeduino Nano последовательно считывает показания АЦП, соответствующие падению напряжения на потенциометре, длительность импульса с акселерометра и данные о перемещении с оптического сенсора через протокол PS/2.

После снятия показаний программа мультиплексирует данные в пакеты в следующем порядке:

- Данные о смещении кривошипа с оптического сенсора (2 байта),
- Данные о падении напряжения на потенциометре (2 байта),
- Данные о длительности импульса с акселерометра (2 байта).

В указанном виде данные сохраняются в буфере и отправляются на USB-порт по запросу управляющего компьютера.

После отправки данных цикл повторяется.

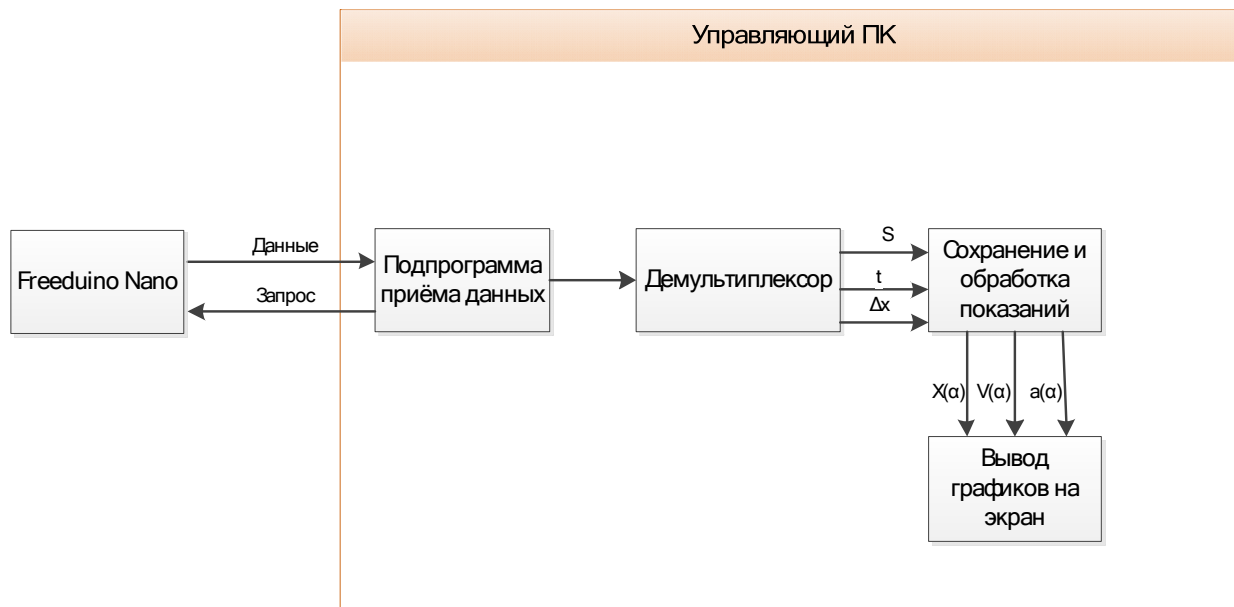


Рис. 11. Блок-схема подсистемы финишной обработки и отображения данных

Программа на управляющем компьютере отправляет запросы на получение новых данных в бесконечном цикле, принимает пакет данных и производит демультимплексинг. Данные записываются в буфер.

Программа обработки и вывода показаний считывает данные из буфера, преобразует снятые параметры в кинематические характеристики и выводит их на экран в виде графиков.

Тарировка измерительной системы заключается в:

- Для потенциометра – в снятии показаний с датчиков в известных положениях многократное число раз и статистической обработки данных;
- Для оптического сенсора – в проворачивании входного звена известное число раз и установлении среднего числа отсчётов на 1 оборот;
- Для акселерометра – согласно паспорту устройства.

5. Обработка данных

В качестве алгоритма компенсации погрешностей снятых показаний был выбран фреймовый алгоритм (подсчёт среднего значения по ряду последовательно считанных пакетов) как самый простой в программной и аппаратной реализации.

6. Заключение

1. Изготовлена модель механизма вытяжки кривошипного пресса. На ее базе разработан программно-аппаратный комплекс исследования кинематических характеристик, который используется при прохождении курса ТММ для студентов специальности МТ-6;

2. Решена задача прямого съема кинематических характеристик со звеньев модели при ручном приводе;
3. В перспективе разработанный программно-аппаратный комплекс может с минимальными изменениями использоваться для оценки точности воспроизведения моделью заданного закона движения.

Литература

1. А.А. Головин, Проектирование сложных рычажных механизмов. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1995. – 96 стр.
2. А. Головин, М. Чекарелли, «Использование моделей и реальных механизмов в курсе Теория механизмов и машин: альбом иллюстративного материала по курсу Теория механизмов и машин»: Электронное издание // Регистрационное свидетельство №16335 от 21.05.2009/ Гос. Регистр. №0320900972
3. FreeDuino Nano: электронный ресурс. Доступен по адресу:
http://www.freeduino.ru/arduino/freeduino_nano.html