

УДК 621.77

С.В. Кузнецов

ВЛИЯНИЕ ЗАЗОРОВ И ПОЛОЖЕНИЯ ПРИВОДА КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА МЕХАНИЧЕСКОГО ПРЕССА НА ВЕЛИЧИНУ НАГРУЗОК В ЭЛЕМЕНТАХ ПРИВОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Представлено моделирование нагружения привода механического пресса с использованием метода конечных элементов. Целью исследований являлась оценка изменения величины напряжений в элементах привода пресса в зависимости от зазоров в сопряжениях после выполнения технологической операции.

Ключевые слова: механический пресс, конечно-элементное моделирование, нагрузки в системе.

В работе в качестве исследуемого объекта рассматривался кривошипно-ползунный механизм однокривошипного открытого ненаклоняемого пресса силой 250 кН (модель К2124).

Целью представляемых исследований являлась оценка величины напряжений в сопряжениях элементов пресса после выполнения технологической операции, так как при разгрузке системы зазоры начинают выбираться в неопределенной последовательности, в результате чего в сопряжениях возникают ударные нагрузки, вызывающие дополнительную вибрацию и шум.

Процесс изменения зазоров в сочленениях привода носит достаточно случайный характер. Исследований по влиянию зазоров на параметры вибраций в кузнечно-прессовых машинах известно немного, поэтому было избрано целью моделирования исследование влияния величины зазоров и положения механизма на величину ударной нагрузки – первопричины колебаний в системе. За основу исследований было взято определение величины напряжений, возникающих в элементах кривошипно-ползунного механизма после выполнения технологической операции.

Для проведения исследований были использованы два программных продукта: Solid Works 2005 и Ansys 8.0 / Workbench.

Причиной выбора программы Solid Works 2005 явилось то, что на данный момент она является одной из самых мощных параметрических систем автоматизированного проектирования. В ней осуществлена возможность создания моделей различных пространственных деталей, которые далее объединяются в сложные сборочные элементы. Программа полностью параметризирована и автоматизирована, имеется возможность создавать твердотельные модели, на основе которых автоматически генерируются чертежи и спецификации; возможно создавать сложные поверхности, изменяющие свою конфигурацию согласно заданной функциональной зависимости.

В проведенной работе в данной программе было произведено создание модели рассматриваемого пресса.

ANSYS – пакет для конечно-элементного моделирования и анализа. Он используется для анализа целого спектра задач, таких как: статическая и динамическая прочность механических конструкций, теплообмен, гидро- и аэродинамика, гидравлика, электромагнитное поле, акустика и т.д. Пакет предлагает широкий спектр расчетных возможностей, которые позволяют учитывать физические свойства и различного рода нелинейности (пластичность, упругость в виде кусочно-линейной зависимости «деформация-напряжение», вязкопластичность, ползучесть, набухание, вязкоупругость), геометрические нелинейности (большие деформации, большие перемещения) и нелинейности самого элемента (общие поверхностные контактные элементы, элементы взаимодействия, элементы с армированием). ANSYS обладает широкими графическими возможностями для представления результатов исследования.

В проведенной работе в данной программе был произведен расчет и анализ созданной модели рассматриваемого пресса.

Моделирование процесса нагружения системы включало в себя несколько этапов:

1. В программе Solid Works 2005 с учетом всех зазоров была создана твердотельная модель кривошипно-ползунного механизма. При создании модели были введены следующие допущения: а) геометрические элементы системы допустимо упрощались; б) кривошипно-ползунный механизм рассматривался в двухмерном пространстве; в) зазоры в подшипниках считались одинаковыми; г) максимальная и минимальная величины зазоров (рис. 1, а) выбиралась без учета износа сопряжений, т.е. по рекомендуемым производителями пресса посадкам; д) стыки считались абсолютно жесткими; е) стыки считались абсолютно гладкими, трение и влияние смазки в сопряжениях элементов не учитывались.

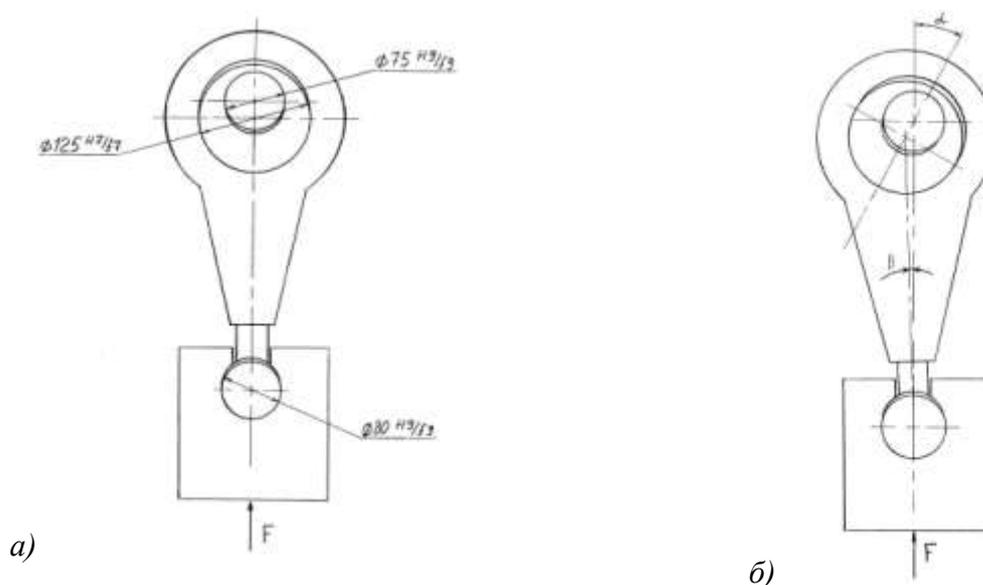


Рис. 1. Положение механизма при угле отклонения оси шатуна:
а – равном 0° ; б – на угол β

2. С помощью специальной подпрограммы, находящейся в пакете Solid Works 2005, созданная модель была интегрирована в программу конечно-элементного анализа ANSYS/Workbench 8.0.

При анализе рассматривались три положения кривошипно-ползунного механизма при угле поворота кривошипа α , равном соответственно 0° (рис. 1, а)), 15° и 30° (рис. 1, б)). При моделировании нагружение системы принималось равным номинальной силе пресса (250 кН).

При моделировании нагружения кривошипно-ползунного механизма рассматриваемые зазоры варьировались следующим образом (см. табл. 1).

Таблица 1

Изменение зазоров по видам сочленений

Вариант	Сочленение	Постоянный или изменяющийся зазор / величина зазора, мм
I	«Шатун – вал»	постоянный / 0,12
	«Подшипник – вал»	постоянный / 0,18
	«Шатун – ползун»	максимальный / 0,18 минимальный / 0,05
II	«Шатун – вал»	максимальный / 0,12 минимальный / 0,04
	«Подшипник – вал»	постоянный / 0,18
	«Шатун – ползун»	постоянный / 0,18
III	«Шатун – вал»	постоянный / 0,12
	«Подшипник – вал»	максимальный / 0,18 минимальный / 0,05
	«Шатун – ползун»	постоянный / 0,18

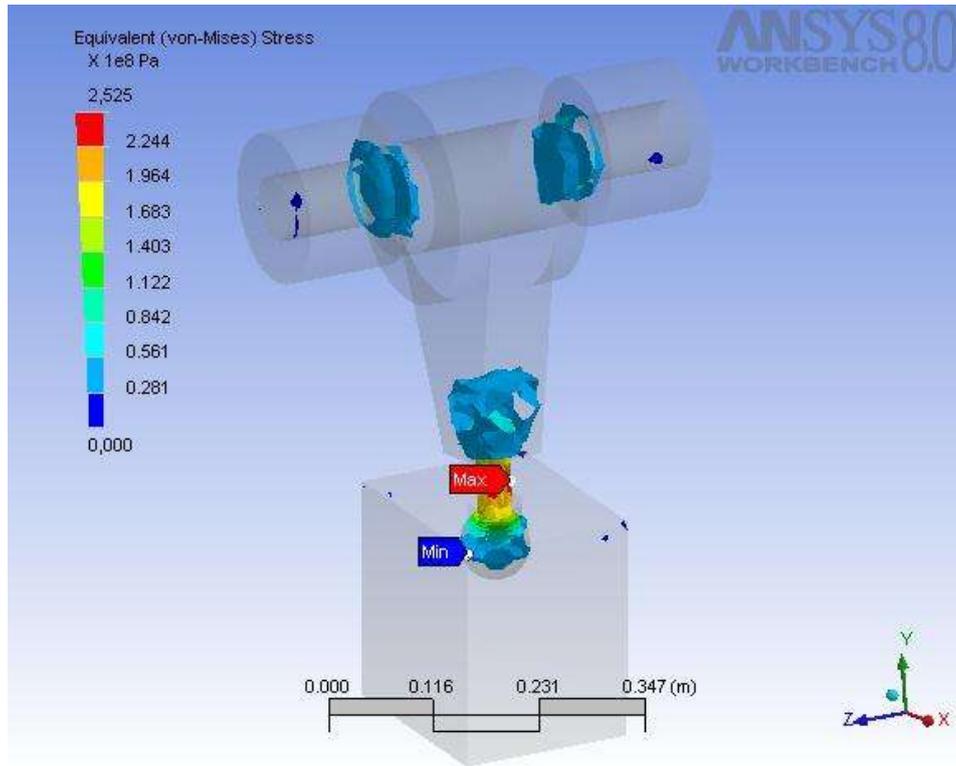


Рис. 2. Результаты моделирования нагружения кривошипно-шатунного механизма при угле поворота кривошипа, равном 30° , для максимального значения зазора

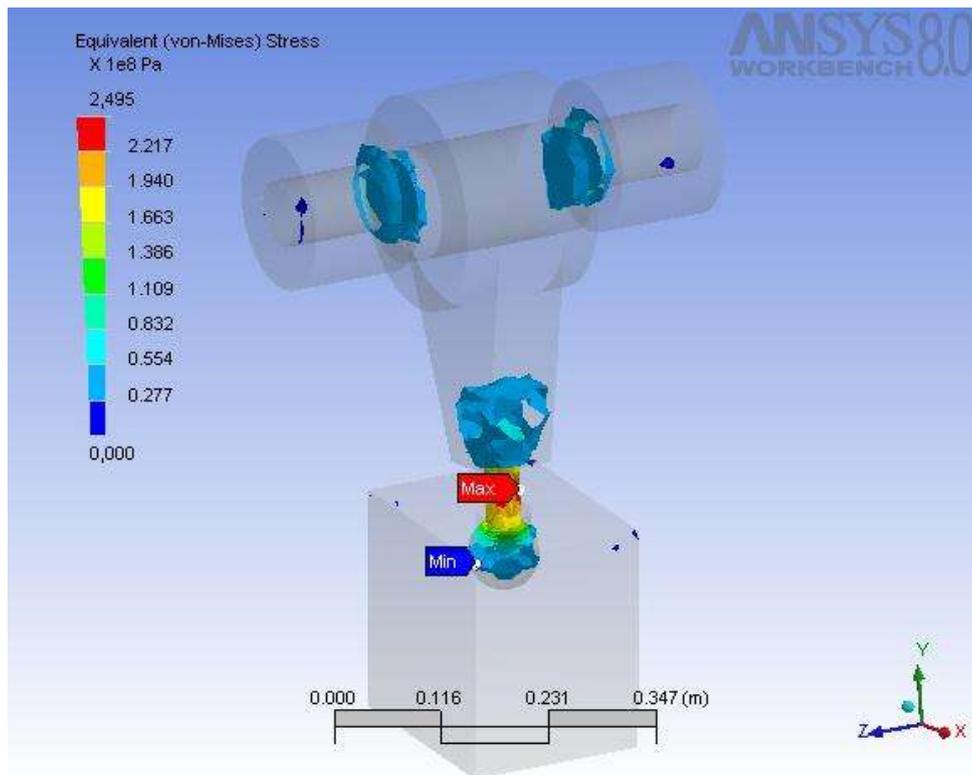


Рис. 3. Результаты моделирования нагружения кривошипно-шатунного механизма при угле поворота кривошипа, равном 30° , для минимального значения зазора

Таким образом, моделирование проводилось для шести вариантов соотношения зазоров.

В качестве примера, на рис. 2 и рис. 3 представлены результаты моделирования нагружения кривошипно-шатунного механизма при угле поворота кривошипа, равном 30° , для минимального и максимального значений зазоров.

Из результатов моделирования следует, что при нагружении кривошипно-ползунного механизма максимальные напряжения возникали в самом слабом элементе системы – в резьбе винта регулировки длины шатуна. Полученные результаты для всех вариантов моделирования были представлены в виде графической зависимости (см. рис. 4), на которой отражались значения максимального напряжения, возникающего в системе, в зависимости от положения механизма и варианта зазоров.

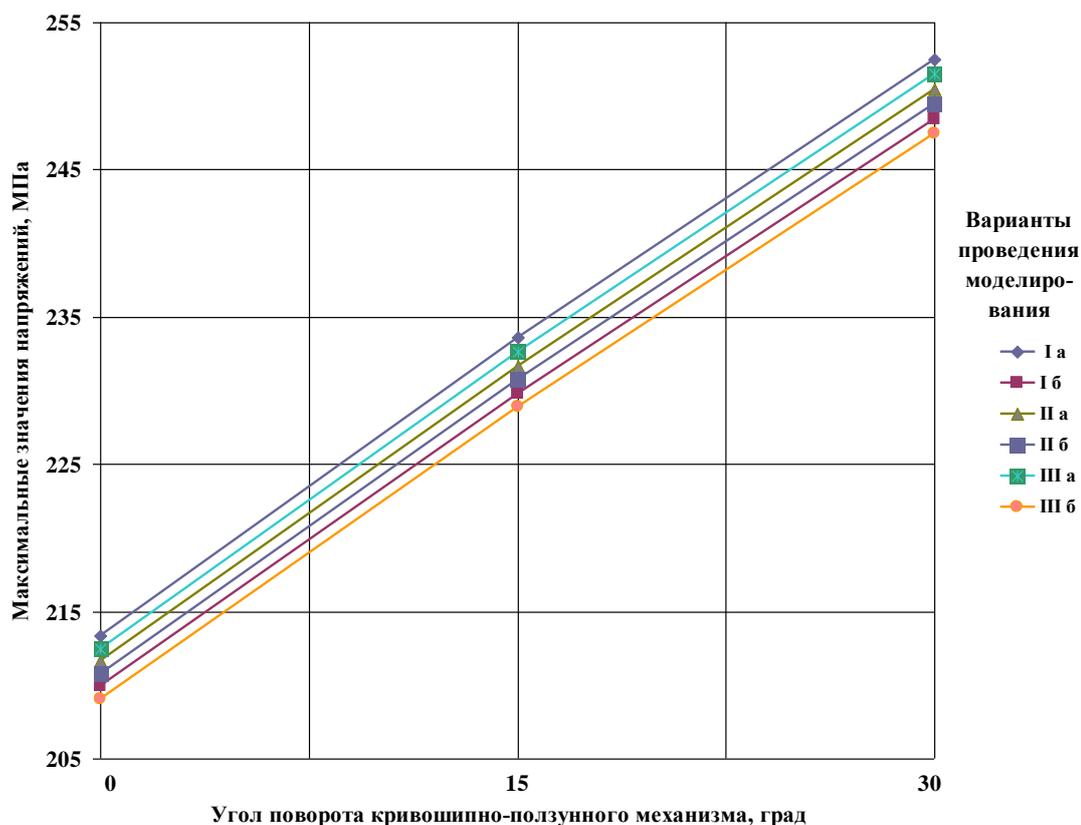


Рис. 4. Зависимость максимального напряжения системы от угла поворота шатуна

По результатам проведенного исследования были сделаны следующие выводы.

1. При увеличении угла поворота оси шатуна от 0 до 30° максимальные напряжения в элементах системы возрастают на 18%.

2. При увеличении зазора в определенном сопряжении максимальное напряжение возрастает от 0,4 до 4,2%.

3. Из изложенного следует, что изменение угла поворота оси шатуна (т.е. положение ползуна прессы по ходу его движения – угол β на рис. 1) оказывает значительно большее влияние на изменение напряжений системы, нежели изменение зазоров в сопряжениях механизма.

4. Можно предположить, что влияние зазоров может быть «недоучтено» вследствие того, что их увеличение может приводить к большему перекоосу системы «ползун – направляющие», потери плоскостности контакта в сочленениях, и как следствие – ударным нагрузкам, шуму и т.д.

5. Можно предположить, что при увеличении зазоров их влияние на нагружение системы будет значительно возрастать по сравнению с регламентированными (паспортными) значениями, представленными в проведенной работе. Данные утверждения требуют дополнительной экспериментальной проверки.

*Дата поступления
в редакцию 30.03.2010*

S.V. Kuznesov

**INFLUENCE OF BACKLASHES AND POSITION OF DRIVE CRANK-ROD
OF THE MECHANISM OF THE MECHANICAL PRESS ON SIZE OF LOADINGS
IN DRIVE ELEMENTS**

In the article modeling loadings a drive of a mechanical press with use of a method of final elements is presented. The purpose of researches was the estimation of change of size of pressure in elements of a drive of a press depending on backlashes in interfaces after performance of technological operation.

Key words: mechanical press, final-element modeling, loadings in system.