

УДК 621.777

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА ВАЛА КРИВОШИПНОГО ПРЕССА

Безинский Д.Л., Болдин М.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Сидельников С.Б.

Сибирский федеральный университет

Роль кузнечно-штамповочной технологии в современном производстве машин и товаров народного потребления непрерывно увеличивается, а при ее применении достигаются экономия металла, высокая производительность, улучшение механических качеств изделий и однородность деталей (по размерам при холодной листовой штамповке). Последние необходимы в машиностроении для взаимозаменяемости деталей, и позволяют получать жёсткие, легкие детали при минимальной металлоемкости.

Для их производства применяются кривошипные кузнечно-штамповочные машины, которые входят в группу механических прессов. Кривошипно-шатунный механизм применяется также в качестве привода в ряде молотов: пневматических, рессорно-пружинных и др. Этот механизм является также основным рабочим органом плунжерных насосов. Несмотря на то, что кривошипные машины представляют лишь одну группу машин, удельный вес их в парке всего оборудования достаточно велик. Одним из основных элементов кузнечно-штамповочных машин является кривошипно-шатунный механизм, в котором наиболее ответственная деталь – коленчатый вал. Так, как в настоящее время для расчетов параметров машин и механизмов широко используются системы автоматизированного проектирования, целью данной работы является увеличение производительности при проектировании за счет создания программного обеспечения для расчета параметров кривошипного вала листоштамповочного пресса.

Для более полной демонстрации функционирования кривошипного пресса, была разработана принципиальная модель открытого однокривошипного пресса простого действия в программе для 3D моделирования – SolidWorks (рисунок 1).



Рис. 1. Принципиальная трехмерная модель однокривошипного пресса

Методика расчета вала кривошипного пресса приведена в книге Е.Н. Ланского,

А.Н. Банкетова «Элементы расчета деталей и узлов кривошипных прессов», при этом определяются кинематические и прочностные параметры по предложенным в ней формулам. Алгоритм изложен в пособии Горохова Ю.В., Сидельникова С.Б. «Оборудование кузнечно-штамповочных цехов», а программа реализована с помощью языка программирования DELPHI. В разработанной программе предусмотрен вывод схемы и соответствующих формул для расчета (рис. 2).

Схема и формула расчета усилия по ползуну

Схема 2. Кривошипный вал с тремя опорами

Сечение ВВ:

$$P_D = \frac{0,2d^3\sigma_{-1u}}{nk_s \sqrt{\phi_\sigma^B \cdot 0,02l_{03}^2 + \phi}}$$

Сечение АА:

$$P_D = \frac{0,2d_1^3\sigma_{-1u}}{nk_s \sqrt{\phi_\sigma^0 4c^2 l_1^2 + \phi_\tau^A}}$$

без зубчатой передачи $c = \frac{G_M}{P_D}$;

с зубчатой передачей $c = \frac{m_\kappa \sin(\delta + \alpha_t)}{R_\kappa \cos \alpha_{ш}}$

Рис. 2. Окно программы с выбранной схемой кривошипного вала

Для ввода исходных параметров предусмотрено окно (рис. 3), в котором определяются номинальное усилие, ход ползуна и число ходов в минуту пресса, а также указывается тип вала и его характеристики.

Ввести параметры

Номинальное усилие, МН

Ход ползуна, мм

Число ходов в мин

Отношение радиуса кривошипа к длине шатуна

Л1 =

Л2 =

Тип вала

Однокривошипный

Двукривошипный

Эксцентриковый

Вид вала

Кривошипный вал одноствоечного пресса

Сечение

Без зубчатой передачи

С зубчатой передачей

δ

Кривошипный вал с тремя опорами

Сечение

Без зубчатой передачи

С зубчатой передачей

δ

Одноколенчатый вал с маховиком

Сечение

Одноколенчатый вал с односторонним зубчатым

ОК

Схема и формулы

Рис. 3. Окно программы для ввода исходных параметров вала и пресса

Коленчатый вал кузнечно-штамповочных машин рассчитывают как балки на шарнирных опорах. При рассмотрении схемы нагружения коленчатого вала предполагается, что приложение нагрузок сосредоточенное, а точки приложения равнодействующих расположены на одной прямой.

Особенность кривошипного пресса состоит в том, что допустимая нагрузка на ползун зависит от угла поворота кривошипа и, соответственно, от хода ползуна. Наибольшее усилие, которым без нарушения прочности деталей пресса может быть нагружен ползун, называется номинальным усилием пресса. Для каждого пресса строится график допустимых нагрузок на ползун и вносится в паспорт.

С помощью программы, задавая значения угла поворота α находят усилие P и строят график допустимых усилий на ползуне пресса (рис. 4).

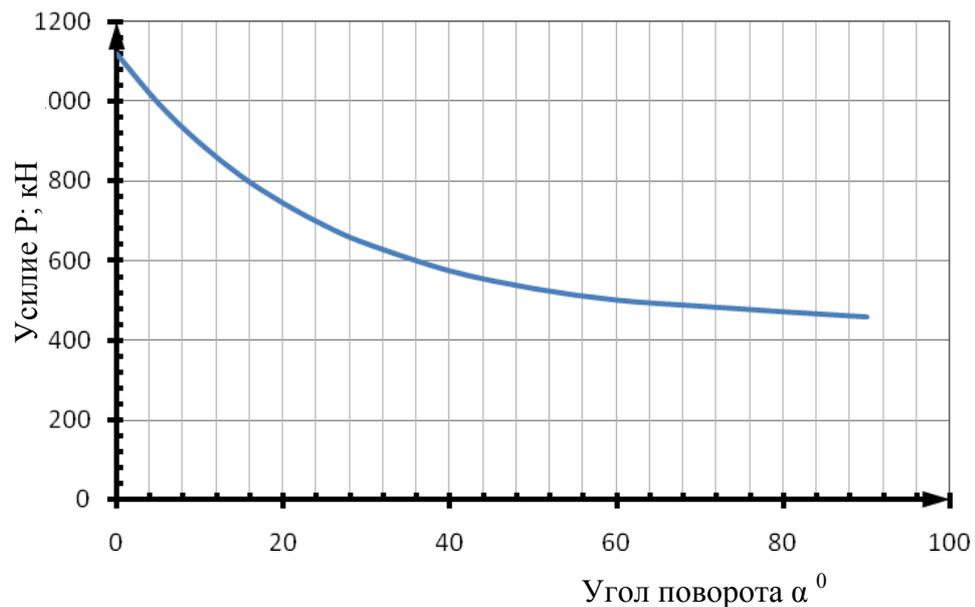


Рис. 4. Допустимые усилия на ползуне пресса по прочности коленчатого вала

Таким образом, создано программное обеспечение, позволяющее с помощью трехмерной модели кривошипного пресса продемонстрировать кинематику работы кривошипно-шатунного механизма, рассчитать кинематические параметры (перемещение, скорость и ускорение), а также определить допустимое усилие на ползуне пресса. Базы данных программы содержат информацию о параметрах кривошипных прессов, типах валов и расчетных зависимостях для них. Использование результатов работы при обучении студентов специальности 150106 «Обработка металлов давлением» даст возможность автоматизировать процесс расчетов при курсовом и дипломном проектировании.