

Работа №3
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНЫХ
МАШИН.

Целью работы является теоретическое и экспериментальное определение жесткости кузнечно-штамповочной машины.

Краткие сведения об изучаемом процессе

Кузнечно-штамповочные машины работают в условиях силового нагружения их деталей. Результатом силового нагружения являются упругие деформации деталей и машины в целом. Поэтому к машине применимо понятие жесткости. Жесткость и обратная ее величина - податливость, как и другие параметры являются важными параметрами, определяющими работу машины.

Одним из проявлений жесткости машины является увеличение фактической величины перемещения рабочего органа машины в условиях нагружения ее технологической силой по сравнению с перемещением рабочего органа без технологической нагрузки. Это увеличение перемещения равно величине упругих деформаций машины

$$\lambda = S - S_0 \quad \text{мм}; \quad (1)$$

где λ - величина упругих деформаций, приведенных к ползуну машины, мм;

S_0 - величина перемещения ползуна машины без нагрузки, мм;

S - величина перемещения ползуна машины при наличии технологической нагрузки, мм.

Величина упругой деформации машины зависит от силы деформирования

$$\lambda = f(P_d) \quad \text{мм}; \quad (2)$$

Для случая линейной зависимости (2) имеем

$$\lambda = P_d / C \quad \text{мм}; \quad (3)$$

где C – коэффициент жесткости или просто жесткость машины.

Обратная ему величина

$$k = 1/C = \lambda/P_0 \text{ мм/Н} \quad (5)$$

является коэффициентом податливости или просто податливость машины.

Кузнечно-штамповочная машина является нелинейной системой, для которой зависимость (2) нелинейная. Для этого случая величины C и k являются функциями P_0 и определяются следующим образом:

$$C = dP_0/d\lambda \text{ Н/мм}, \quad k = d\lambda/dP_0 \text{ мм/Н}.$$

Нелинейность жесткости проявляется при небольших нагрузках до P_0 (обычно не превышает 0,3 номинальной силы пресса), поэтому в расчетах используется значение жесткости, при линейной зависимости упругой деформации от P_0 .

Для машин, характеризующихся постоянством величины полного хода рабочего органа (с «жестким» ходом ползуна), например в КГШП, главным следствием жесткости машины является уменьшение точности штампуемых изделий по высоте. Действительно, при $S_x = const$ из (1) и (3) следует

$$S = S_0 + \frac{P_0}{C} \text{ мм}; \quad (6)$$

и при изменении технологической силы на величину ΔP_0 будем иметь изменение хода ползуна пресса

$$\Delta S = \frac{\Delta P_0}{C} \text{ мм}. \quad (7)$$

Величина поковок будет так же изменяться на величину ΔS , снижая точность их размеров по высоте.

Другим важным следствием податливости являются неизбежные затраты энергии на упругое деформирование кузнечно-штамповочной машины.

Эти затраты энергии связаны с тем, что сила деформирования совершает работу на большем пути, чем ход деформирования (рис.1).

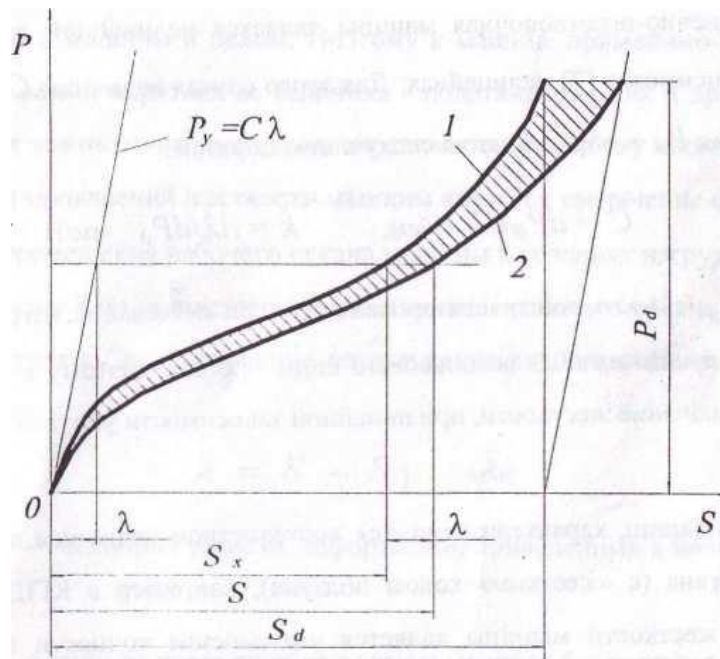


Рис. 1.

Для операций, не имеющих фазы разгрузки, например, объемная штамповка, гибка с подчеканкой, чеканка, правка (рис.1), где кривой 1 показано изменение силы без учета упругого деформирования и кривой 2 с учетом упругого деформирования, энергия, определяемая заштрихованным участком графика, будет потерянной.

Для операций, имеющих фазу разгрузки с уменьшением технологической силы в конце хода деформирования (рис.2), энергия упругого деформирования прессы при уменьшении технологической силы затрачивается на увеличение хода деформирования, связанного с разгрузкой прессы, и поэтому полностью или частично используется для деформирования. На рис.2. кривой 1 показано изменение силы деформирования без учета упругой деформации и кривой 2 с учетом упругой деформации машины.

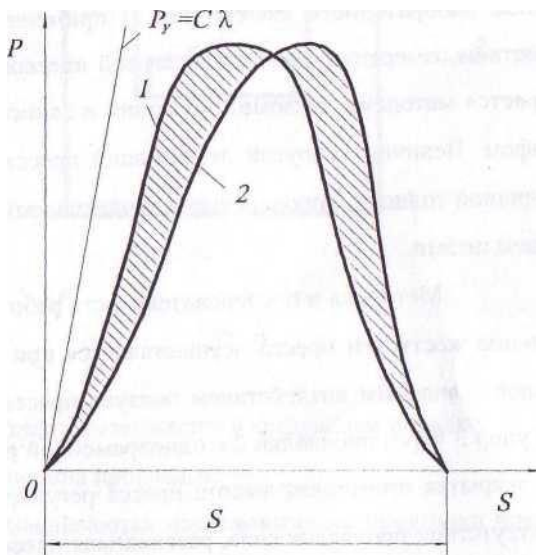


Рис. 2.

Рассмотренные особенности работы кузнечно-штамповочных машин проявляются в кривошипных, гидравлических и винтовых прессах.

В случаях отсутствия фазы разгрузки и продолжения движения рабочего органа после выполнения операции накопленная прессом потенциальная энергия является причиной возникновения динамических процессов в виде затухающих колебаний. Колебательный процесс, определяемый жесткостью прессы и некоторыми другими его параметрами, приводит к динамическим перегрузкам отдельных его деталей, привода, фундамента, вызывая их усталостные, а иногда и немедленные разрушения.

Перечисленные последствия упругого деформирования прессы во время преодоления им технолопшеской нагрузки говорят о необходимости определения величины жесткости и учета ее при расчете прессов.

Стенды и приборы.

В качестве лабораторного стенда (рис.3) применяется кривошипный пресс 1 с устройством измерения силы, развиваемой прессом при его нагружении. Сила измеряется методами тензометрирования и записывается светолучевым осциллографом. Величина упругой деформации прессы задается набором прокладок 2 различной толщины, поочередно устанавливаемых на жестком упоре 3, имитирующем штамп.

Методика и последовательность работы.

Определение жесткости прессы осуществляется при выполнении прес-сом двойных ходов с силовым воздействием ползуна прессы в конце его хода вниз на жесткий упор 3 через прокладки 2 с одновременной регистрацией силы. Предварительно закрытая штамповал высота прессы регулируется таким образом, чтобы при отсутствии прокладок сила, развиваемая прессом была бы равна нулю.

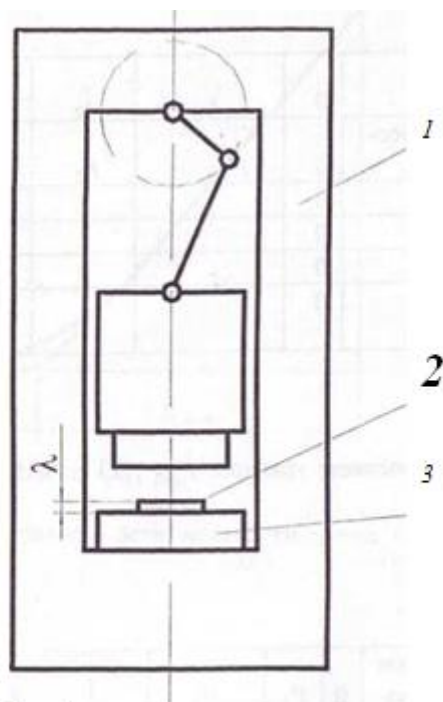


Рис. 3.

Работа выполняется в следующем порядке.

1. Замеряется толщина прокладок.
2. На упор устанавливаются последовательно прокладки предварительно замеренной толщины и выполняется по двойных ходов ползуна прессы с регистрацией силы P_d его нагружения и толщины установленной прокладки. Рекомендуется выполнить три эксперимента и после обработки результатов экспериментов получить их средние значения.
3. По результатам опытов составляется таблица 1

Таблица 1.

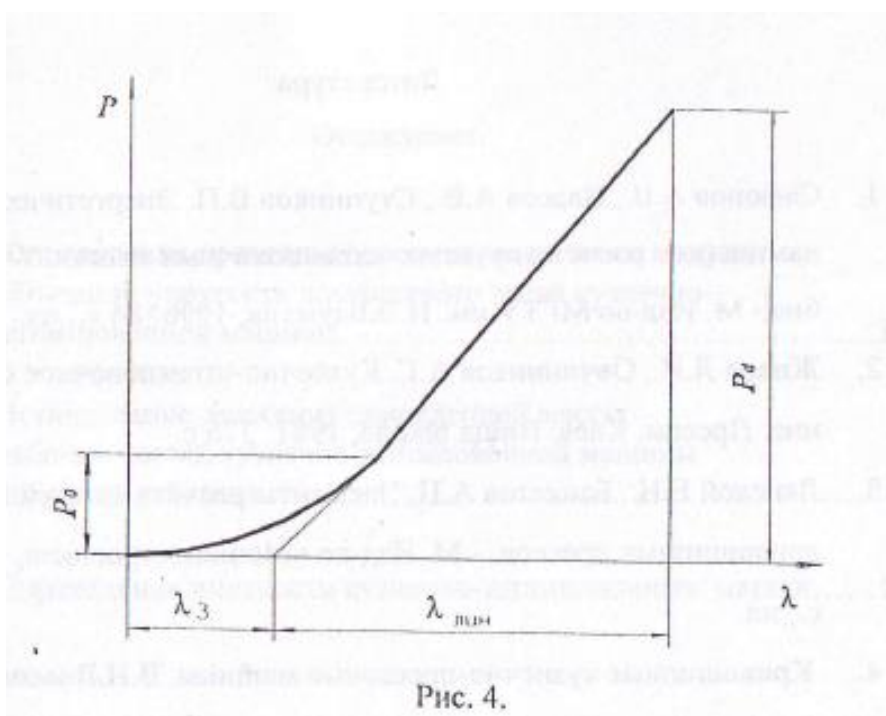
Толщина прокладки, мм	0	λ_1	λ_2	...	λ_{n-1}	λ_n
Сила нагружения прессы, кН	0	P_1	P_2	...	P_{n-1}	P_n
Эксперимент №1	0			...		
Эксперимент №2	0			...		
Эксперимент №3	0			...		
Средние значения трех экспериментов	0			...		

Перед построением графика $P=f(\lambda)$ целесообразно таблицу 1 перестроить в таблицу 2.

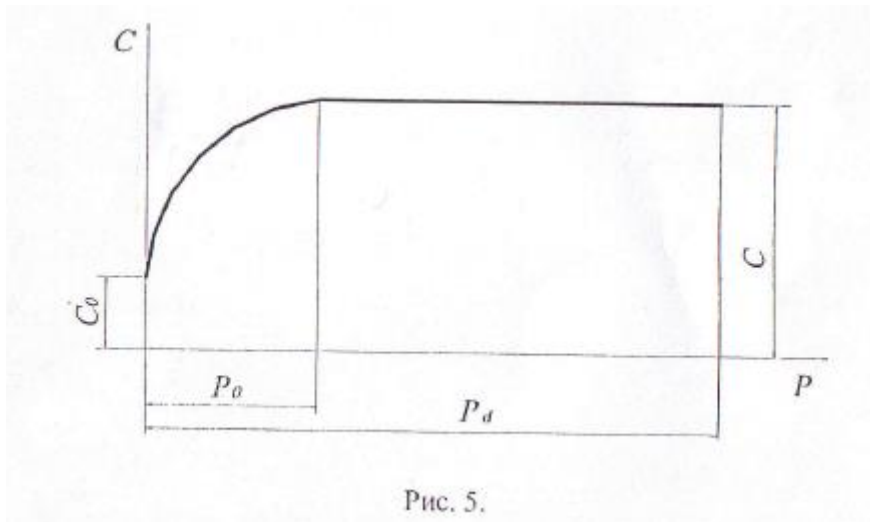
Таблица 2.

Сила нагружения прессы (средние значения), кН	0	P_1	P_2	...	P_{n-1}	P_n
Упругая деформация прессы, мм	0	λ_1	$\lambda_1 + \lambda_2$...	$\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_{n-1}$	$\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_{n-1}$

4. Строится график зависимости силы P_0 от деформации прессы λ (рис. 4)



5. Строится график зависимости жесткости прессы C от силы P_0 (рис.5).



Литература

1. Сафонов Л.В., Власов Л.В., Ступников В.П. Энергетические и динамические расчеты кузнечно-штамповочных машин. Учеб. пособие, - М. Изд-во МГТУ им. И.Э.Баумана, 1996.-84 с., ил.
2. Живов Л.И., Овчинников А.Г. Кузнечно-штамповочное оборудование. Прессы. Киев: Вища школа, 1981.376 с.
3. Ланской Е.Н., Банкетов А.Н. Элементы расчета деталей и узлов кривошипных прессов. - М. Изд-во «Машиностроение», 1966.- 379 с., ил.
4. Кривошипные кузнечно-прессовые машины. В.И.Власов, АЛ.Борзыкин и др. /Под ред. В.И.Власова. - М. Изд-во «Машиностроение», 1982.- 424 с., ил.