

УДК 621.979 (088.8)

Хван А. Д.
Панин П. М.
Евдокимова Н. А.

ПРЕСС ДЛЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ШТАМПОВКИ ЗАГОТОВОК

В обработке металлов давлением придается большое значение разработкам конструкций прессового оборудования для комбинированной штамповки заготовок. Однако, представленные в [1–3] прессы для штамповки с кручением имеют существенные недостатки: сложность конструкции, невозможность плавно изменять соотношения между линейными и угловыми деформациями в обрабатываемой заготовке.

Целью работы является разработка конструкции прессы для штамповки с кручением без указанных недостатков.

На рис. 1 представлен фронтальный разрез прессы, содержащий расположенный на станине 1 привод, муфту, тормоз (не показаны). В станине установлен связанный с приводом маховик 2, в центральном резьбовом отверстии которого установлен с возможностью перемещения параллельно оси маховика винт 3 с верхней концевой частью некруглого сечения, по которой винт вставляется в соответствующее некруглое отверстие установленного по скользящей посадке в станине верхнего маховика 4 для образования с ним поступательной пары. На подпятнике 5 ползуна 6 дополнительно закреплены параллельно оси винта 3, два цилиндрической формы упора 7, свободные концы которых установлены по скользящей посадке в соответствующих отверстиях маховика 2. Винт 3 другой концевой частью закреплен посредством болта 8 на нижнем подпятнике 5 для образования с ним цилиндрической шарнирной пары. При этом подпятник 5 может вращаться относительно болта 8, жесткого соединенного с винтом 3. В основании корпуса 1 прессы устанавливается нижняя часть штампа 9 с необходимыми матрицами (они не показаны), а в самом корпусе 1 установлены в радиальном направлении, по крайней мере, два стопорных винта 10, поджатием которых к маховику 4 производится торможение его вращательного движения.

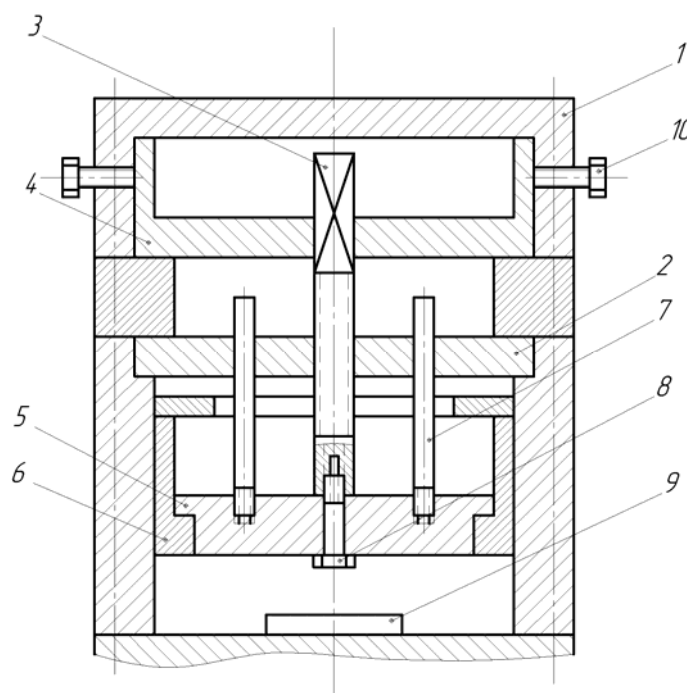


Рис. 1. Фронтальный разрез прессы

Пресс работает следующим образом. При вращении маховика 2 через упоры 7 вращательное движение передается подпятнику 5. В свою очередь последний благодаря винтовой паре маховик-винт будет перемещаться вместе с ползуном 6 вниз или вверх, т. к. винт 3 может совершать возвратно-поступательное движение в зависимости от направления вращения маховика 2. При этом крутящий момент будет передаваться заготовке до необходимой степени деформации сдвига.

Для плавного изменения в широких пределах соотношения между деформациями осадки и сдвига в обрабатываемой заготовке предусмотрена в прессе возможность вращения винта 3 совместно с маховиком 4 относительно приводного маховика 2 с угловой скоростью ω_3 , вызванного действием тормозного момента M_T (рис. 2). Этот момент возникает вследствие поджатия стопорных винтов 10 к маховику 4 радиальными силами R , и направлен против вращения приводного маховика 2 с угловой скоростью ω_2 .

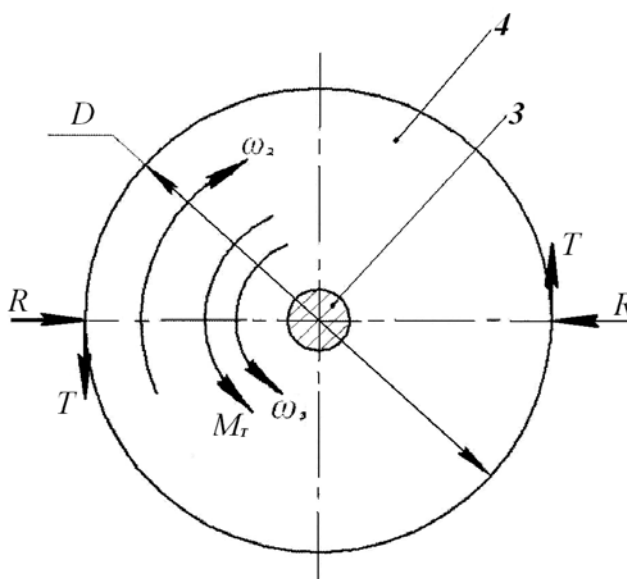


Рис. 2. Силы и моменты, действующие на маховик

Величину указанного момента можно рассчитать по формуле:

$$M_T = T \cdot D = R \cdot D \cdot f, \quad (1)$$

где $T = Rf$ – сила трения; f – коэффициент трения на поверхности контакта винта 10 с маховиком 4; D – диаметр последнего.

На основании законов механики можно получить для расчета угловой скорости ω_3 следующее соотношение:

$$\omega_3 = R \cdot D \cdot f \cdot t / J, \quad (2)$$

где J – момент инерции винта 3 с маховиком 4; t – время процесса торможения маховика 4, отсчитываемое с момента начала действия силы R .

Из кинематического анализа взаимодействия всех подвижных пар прессы можно определить величину осевого перемещения S винта 3 и его линейную скорость движения V соответственно по соотношениям:

$$S = \frac{R \cdot D \cdot f \cdot p_z \cdot t^2}{2\pi \cdot J}; \quad (3)$$

$$V = \frac{R \cdot D \cdot f \cdot p_z \cdot t}{2\pi \cdot J}, \quad (4)$$

где p_z – шаг винтовой линии резьбы.

Если же стопорные винты 10 не будут прижаты к маховику 4 ($R = 0$), то последний с винтом 3 будет как одно целое с маховиком 2 вращаться с угловой скоростью ω_2 . В связи с этим винт 3 вместе с подпятником 5 не будет перемещаться в осевом направлении относительно маховика 2. При этом указанный подпятник благодаря наличию жесткой связи с маховиком 2 посредством упоров 7 будет совершать только вращательное движение с угловой скоростью ω_2 .

При достижении силы R следующего значения, при котором маховик 4 полностью остановится ($\omega_2 = \omega_3$), винт 3 вместе с подпятником 5 и ползуном 6 будет перемещаться только вниз или вверх (в зависимости от направления вращения маховика 2) согласно (4) со скоростью:

$$V' = \omega_2 p_z. \quad (5)$$

Приравняв левые части соотношений (4) и (5), получим значение силы поджатия R' , необходимое для полной остановки маховика 4 с винтом 3:

$$R' = \frac{2\pi J \omega_2}{D f \Delta t}, \quad (6)$$

где Δt – время, затраченное на полную остановку маховика 4.

Необходимый для обработки заготовки движущий момент, прикладываемый к маховику 2, будет равен:

$$M = M_k + M_p + M_{II} + M_T + M_T', \quad (7)$$

где M_k – крутящий момент, прикладываемый к заготовке; M_p – момент сопротивления вращению винта 3 в резьбовой паре, необходимый для создания силы сжатия заготовки; M_{II} – момент от сил трения в контактной зоне винта 3 с подпятником 5; M_T' – момент сил трения в кинематической паре подпятник 5 – ползун 6.

Момент сопротивления вращению винта 3 согласно методике силового расчета в винтовой паре [4] будет определяться по формуле:

$$M_p = \frac{d_2}{2} P \operatorname{tg}(\psi + \rho), \quad (8)$$

где $d_2 = (d + d_1)/2$ – средний радиус в резьбовой части винта, где d , d_1 – соответственно наружный и внутренний радиус резьбы; P – сила сопротивления перемещению винта 3 в осевом направлении, равная силе сжатия заготовки; ψ – угол подъема винтовой линии в резьбе; $\rho = \operatorname{arctg} f_l$ – угол трения, где f_l – коэффициент трения в винтовой паре.

Момент трения на контактной торцевой поверхности винта 3 будет равен:

$$M_{II} = P d_{II} f_{II} / 2, \quad (9)$$

где d_{II} – диаметр окружности, по которому действует равнодействующая элементарных сил трения; f_{II} – коэффициент трения пяты (подшипника).

Диаметр d_{II} можно приближенно принять равным d_2 .

Момент M_T' зависит в основном от веса подпятника 5, и в связи с этим в силу его малости по сравнению с другими составляющими в (7) можно этот момент принять равным нулю.

Тогда с учетом принятых замечаний и подстановки соотношений (1), (8) и (9) в (7) получим движущий момент на маховике 2:

$$M = M_k + \frac{Pd_2}{2} [\operatorname{tg}(\psi + \rho) + f_{II}] + RDf. \quad (10)$$

При осадке с кручением цилиндрической заготовки момент M_k и силу P в данном выражении можно определить на основе решения соответствующей задачи, представленной в [5].

В связи с этим момент M будет представлен как функция механических характеристик материала заготовки, исходных её размеров, деформаций осадки (ε) и сдвига (γ).

Представленная конструкция пресса позволит обрабатывать пластически заготовки до больших степеней деформации сдвига и осадки, заданных согласно техпроцессу, и тем самым расширит технологические возможности прессового оборудования в производственных условиях.

ВЫВОДЫ

Разработана конструкция пресса для осадки с кручением цилиндрических заготовок, позволяющего плавно изменять в них соотношения между линейными и угловыми деформациями в широких пределах.

Получены соотношения для расчетов кинематических и динамических параметров указанного техпроцесса ОМД, необходимых для расчета на прочность и жесткость основных элементов пресса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент RU №2303527 C2B30B1/26. Пресс для штамповки с кручением Бойко А. П., Семеновичев М. В. – Опубликовано 27.07.2007, Бюл. № 37.
2. А. с. СССР № 1117226, B30B1/26. Пресс для штамповки с кручением / А. В. Сафонов, Б. А. Степанов, В. Н. Субич и др. – Оpubл. 07.06.1984, Бюл. № 37.
3. А. с. СССР № 1131129, B30B1/26. Пресс для штамповки с кручением / А. В. Сафонов, Б. А. Степанов, В. Н. Субич и др. – Оpubл. 22.08.1984, Бюл. № 38.
4. Ковалев Н. А. Прикладная механика / Н. А. Ковалев. – М. : Высшая школа, 2008. – 400 с.
5. Хван А. Д. Разработка технологий обработки длинномерных заготовок на основе пластического кручения : дис. канд. техн. наук / А. Д. Хван. – Воронеж, 2004. – 160 с.

Хван А. Д. – канд. техн. наук, проф. ВГТУ;

Панин П. М. – инженер ВГТУ;

Евдокимова Н. А. – студент ВГТУ.

ВГТУ – Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия.

E-mail: tpm@vorstu.ru