

УДК 621.979

Хван А. Д.
Евдокимова Н. А.
Хван Д. В.

ПРЕСС С ВРАЩАЮЩИМСЯ ШТАМПОДЕРЖАТЕЛЕМ

В обработке металлов давлением всегда придается большое значение разработкам конструкций прессового оборудования для реализации инновационных технологий повышения эксплуатационных свойств элементов конструкций. В связи с этим в настоящее время является актуальным проектирование прессов для штамповки с кручением, необходимой, как показали результаты исследований [1–4], для создания в металлических сплавах изделий обеспечивающей высокие прочностные и стойкостные свойства мелкозернистой структуры.

Однако, существующие конструкции прессов на основе кривошипного механизма [5, 6] имеют существенные недостатки, связанные со сложностью конструкции и невозможностью обеспечивать плавное изменение отношения угловой и линейной деформаций в обрабатываемой заготовке.

Целью работы является создание пресса для обработки заготовки в условиях осадки с кручением без указанных недостатков. В статье предлагается конструкция гидропресса с вращающимся штамподержателем.

На рис. 1 представлена конструктивная схема указанного пресса (в разрезе по меридиональной плоскости). Пресс состоит из следующих основных элементов: корпус 1 с гидроцилиндром 2, установленный в нем поршень 3 со штоком 4, жестко соединенный с ним ползун 5 с инструментом 6, штамподержатель 7 в виде зубчатого колеса, установленный в нижней части корпуса по подвижной посадке с возможностью вращаться, трубопроводы 8 и 9 для подачи (и вывода) рабочей жидкости соответственно в поршневую (А) и штоковую (В) полости, электромеханический привод (на рис. 1 не показан) для вращения штамподержателя 7.

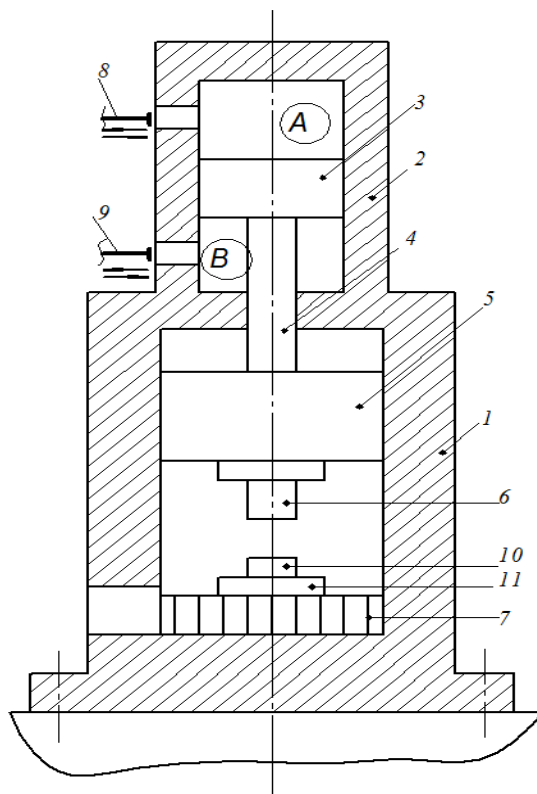


Рис. 1. Конструкция гидропресса с вращающимся штамподержателем

Для закрепления обрабатываемой заготовки 10 на штамподержателе 7 установлен жестко штамп 11.

Гидропресс работает следующим образом. При подаче рабочей жидкости под давлением из гидросистемы по трубопроводу 8 в полость А поршень 5 со штоком 4, ползуном 5 и инструментом 6 будет перемещаться вниз для сжатия заготовки 10, и одновременно с помощью электромеханического привода приводится во вращение штамподержатель 7. Таким образом, заготовка 10 будет подвергаться штамповке с кручением. При этом соотношение между угловой и линейной деформациями в обрабатываемой заготовке можно плавно задавать в широких пределах за счет изменения угловой скорости штамподержателя 7 и линейной скорости ползуна 5 с пуансоном 6. После деформирования заготовки рабочая жидкость под давлением подается из гидросистемы по трубопроводу 9 в штоковую полость В, а из полости А по трубопроводу 8 рабочая жидкость выводится в гидросистему.

Для предотвращения проскальзывания инструментов (пуансон 6, штамп 11) относительно заготовки 10 на их контактирующих с заготовкой торцевых поверхностях выполнены радиальные насечки с острыми кромками.

Относительная (ε) и угловая (γ) деформации в обрабатываемой заготовке определяются соответственно по формулам:

$$\varepsilon = \frac{vt}{H_0}, \quad \gamma = \frac{\omega \rho t}{H_0 - vt}, \quad (1)$$

где H_0 – исходная высота заготовки;

t – время процесса деформирования;

v – линейная скорость перемещения ползуна 5;

ω – угловая скорость вращения штамподержателя;

ρ – координаты произвольной точки в поперечном сечении обрабатываемой заготовки 10.

Согласно определению понятия накопленной деформации [7] можно с учетом этих соотношений записать формулу для расчета данной деформации:

$$e = \sqrt{\ln^2 \frac{H_0}{H_0 - vt} + \frac{1}{3} \frac{\omega^2 \rho^2 t^2}{(H_0 - vt)^3}}. \quad (2)$$

В некоторых случаях при оценке предельных деформаций в заготовке возникает необходимость оценки максимального сдвига γ_{\max} , определяемого из (1) при условии

$$\rho = R = R_0 \sqrt{\frac{1}{1 - \varepsilon}}:$$

$$\gamma_{\max} = \frac{\omega R_0 \sqrt{H_0} \cdot t}{\sqrt{(H_0 - vt)^3}}. \quad (3)$$

Для регулирования процесса деформирования заготовки необходимо знание параметра, характеризующего отношение γ_{\max} к относительной деформации ε :

$$c = \frac{\gamma_{\max}}{\varepsilon} = \frac{\omega R_0 H_0 \sqrt{H_0}}{v \sqrt{(H_0 - vt)^3}}. \quad (4)$$

Для расчета силовых параметров элементов пресса необходимо знать скручивающий заготовку момент M и силу сжатия P , которые можно определять по приведенным в работе [8] соотношениям:

$$\left. \begin{aligned} P &= 2\pi B \int_0^R e^n \Delta^{-1} \rho d\rho; \\ M &= \frac{2\pi B \gamma (1-\varepsilon)}{3\varepsilon R} \int_0^R e^n \Delta^{-1} \rho^2 d\rho. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

$$\text{Здесь } \Delta = \sqrt{1 + \frac{1}{3} \frac{\gamma^2 (1-\varepsilon)^2}{R^3 \varepsilon^2}} \rho^2;$$

$R = R_0 \sqrt{1/(1-\varepsilon)}$ – текущий радиус заготовки, где R_0 – исходный радиус;

B, n – коэффициенты аппроксимации кривой течения материала по Надаи А.;

$e = \Delta \cdot \ln \frac{1}{1-\varepsilon}$ – накопленная деформация.

При расчете деформирующих нагрузок в соотношениях (5) необходимо деформации ε и γ определять по уравнениям (1). Тогда формула для расчета скручивающего момента запишется в виде:

$$M = \frac{2\pi B \omega \rho \sqrt{H_0 - vt}}{\nu R_0 \sqrt{H_0}} \int_0^R e^n \Delta^{-1} \rho^2 d\rho. \quad (6)$$

Рабочее давление в поршневой полости A , необходимое для осадки заготовки, определяется по соотношению:

$$q = \frac{P}{F} = \frac{2\pi B}{F} \int_0^R e^n \Delta^{-1} \rho d\rho, \quad (7)$$

где F – площадь торцевой части поршня 3.

Это давление по мере увеличения деформаций ε и γ будет расти.

Потребная для обработки заготовки мощность определяется согласно общим законам механики по формуле:

$$N = PV + M\omega. \quad (8)$$

С учетом выражений (5) и (6) потребная для обработки заготовки будет равна:

$$M = 2\pi B \left[\nu \int_0^R e^n \Delta^{-1} \rho d\rho + \frac{\omega^2 \rho \sqrt{H_0 - vt}}{\nu R_0 \sqrt{H_0}} \int_0^R e^n \Delta^{-1} \rho^2 d\rho \right]. \quad (9)$$

Мощность двигателя электромеханического привода пресса можно рассчитать по формуле:

$$N_g = N / \eta, \quad (10)$$

где η – общий КПД пресса.

В качестве примера рассматривается деформированное состояние в заготовке с размерами: $R = 50$ мм, $H_0 = 20$ мм и скоростями $\nu = 2$ мм/с; $\omega = 0,05$ 1/с.

На рис. 2 представлены графики изменения деформаций e_{\max} (1), γ_{\max} (2) и параметра c (3).

Из рис. 2 следует, что деформации e_{\max} и γ_{\max} монотонно увеличиваются с ростом времени деформирования, а изменение параметра c свидетельствует о непостоянстве отношения γ_{\max} к относительной деформации ε .

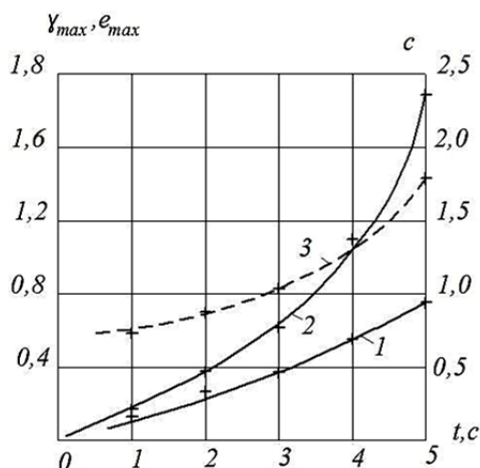


Рис. 2. Графики изменения деформаций ϵ_{max} , γ_{max} и параметра c (3) от времени

ВЫВОДЫ

Разработана конструктивная схема пресса для штамповки с кручением, позволяющая расширить технологические возможности прессового оборудования.

На основе анализа напряженно-деформированного состояния в заготовке при ее осадке с кручением получены соотношения для расчета кинематических характеристик и силовых параметров, необходимых для расчета несущих элементов пресса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берштейн М. Л. *Термомеханическая обработка металлов и сплавов* / М. Л. Берштейн. – М. : Металлургия, 1968. – 1172 с.
2. Хван Д. В. Влияние механотермической обработки на стойкость инструмента / Д. В. Хван, А. В. Токарев // *Машиностроитель*. – 2007. – № 2. – С. 43–45.
3. Хван А. Д. Влияние механотермической обработки на снижение балла карбидной неоднородности инструментальной стали / А. Д. Хван, А. В. Попов, А. В. Токарев // *Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением*. – 2008. – № 7. – С. 29–30.
4. Утяцев Ф. З. Связь между деформированным и структурным состояниями металла при интенсивной пластической деформации / Ф. З. Утяцев // *Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением*. – 2011. – № 7. – С. 31–36.
5. Степанов Б. А. Оптимизация конструктивных параметров кривошипных прессов с вращающимся штамподержателем / Б. А. Степанов // *Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением*. – 2012. – № 3. – С. 24–28.
6. А. с. № 1276521 СССР. МКИ В30В1/26. Кривошипный пресс для штамповки с кручением / Степанов Б. А., Субич В. Н. и др. (СССР). – № 3420171; заявл. 23.04.1982; опубл. 15.12.86, Бюл. № 46.
7. Малинин Н. Н. *Прикладная теория пластичности и ползучести* / Н. Н. Малинин. – М. : Машиностроение, 1975. – 400 с.
8. Дмитриев А. М. Улучшение эксплуатационных свойств элементов конструкций пластическим деформированием / А. М. Дмитриев, А. Т. Крук, А. Д. Хван. – Воронеж : ВГУ, 2011. – 214 с.

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

Евдокимова Н. А. – аспирант ВГТУ;

Хван Д. В. – д-р техн. наук, зав. каф. ВГТУ.

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

E-mail: tpm@vorstu.ru

Статья поступила в редакцию 19.03.2013 г.