

УДК 621.979.06

Широкобоков В. В.
Обдул Д. В.
Обдул В. Д.
Широкобокова Н. В.

НЕОБХОДИМОСТЬ РЕГУЛИРОВКИ УДЕЛЬНОГО УСИЛИЯ ПРИЖИМА ПРИ ВЫТЯЖКЕ

Как известно [1], при вытягивании деталей из тонкого материала необходимо осуществлять прижим заготовки к матрице. Приложение усилия прижима исключает появление складок, которые наблюдаются при штамповке деталей из тонких материалов. В то же время исследования, как теоретические, так и экспериментальные, показывают, что усилия прижима, необходимое для предупреждения образования складок, в процессе вытяжки, не остается постоянным. На кривошипных прессах при вытяжке, например, круглых в плане изделий, площадь фланца, который контактирует с матрицей и прижимом, уменьшается, усилие прижима остается постоянным, а его величина определяется [1]:

$$Q_{np} = 0,25\pi[D^2 - (d_1 + 2r_m)^2]q,$$

где D – диаметр заготовки; d_1 – диаметр полуфабриката; r_m – радиус закругления матрицы; q – удельное давление прижима.

Напряжение от усилия прижима (при коэффициентах вытяжки близких к предельным) предлагается определить согласно [2] по зависимости:

$$\sigma_{p_{max}} = \sigma_s \left(\ln \frac{R}{r} + \frac{\mu Q}{\pi R S \sigma_s} + \frac{S}{2r_m + S} \right) e^{\mu \frac{\pi}{2}},$$

где σ_s – предел прочности; R – радиус заготовки; r – радиус закругления пуансона; μ – коэффициент трения; S – толщина заготовки; r_m – радиус закругления матрицы.

Таким образом, усилие прижима определяется, исходя из начальных размеров заготовки, и в процессе вытягивания остается неизменным, что приводит к росту удельного усилия прижима.

Очевидно, что регулировка усилия прижима позволит снизить напряжение в опасном сечении и расширить возможности процесса вытяжки.

В [3] предлагается следующая приближенная зависимость для определения усилия прижима Q в любой момент процесса вытяжки:

$$Q = \beta Q_m \sin\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{H_x}{H_m}\right)$$

где β – коэффициент, $\beta = 1,1 \dots 1,25$; Q_m – наибольшее усилие прижима, которое, например, определяется в соответствии с [2]; H_x – текущее значение глубины вытяжки; H_m – максимальная глубина изделия.

Исследования, проведенные в работе [3] при постоянном и при переменном усилии прижима показали, что в последнем случае удается уменьшить на 10–12% коэффициент вытяжки. Исследования, проводились на механических прессах двойного действия и показали, что в начале вытяжки пресс развивает усилие прижима, которое значительно превышает не только необходимое в данный момент, но и превышает усилие, необходимое на весь процесс. При завышенном усилии прижима увеличиваются не только радиальные напряжения в опасном сечении в начале процесса, но и увеличивается местное утонение в зоне контакта заготовки с пуансоном [1], что приводит к снижению возможности процесса в целом. Такой характер изменения удельного усилия прижима имеет место во всех механических прессах двойного действия, и приводит к повышенному износу механизма и лишним затратам энергии [3].

Если рассматривать процесс вытяжки круглого в плане изделия (рис. 1), то можно выделить этап появления цилиндрической части изделия, на котором текущая площадь фланца, находящегося под прижимом, будет определяться следующим образом:

$$F_{\text{текущ}} = F_0 - F_2 - F_3 - F_4 - F_5, \quad (1)$$

где F_0 – площадь заготовки; F_2 – площадь переходной части на матрице; F_3 – площадь цилиндрической части изделия; F_4 – площадь переходной части на пуансоне; F_5 – площадь донной части.

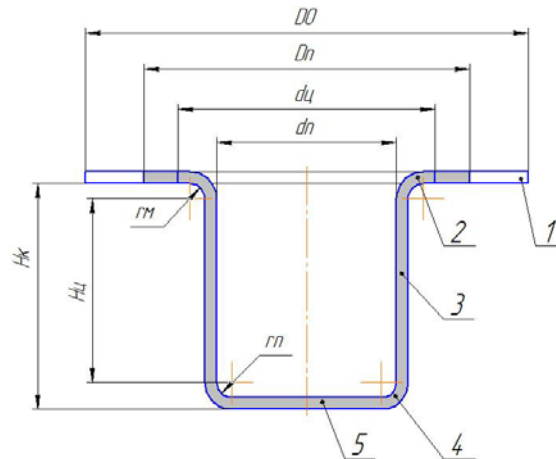


Рис.1. Распределение круглого изделия на расчетные элементы.

Согласно [1], площадь этих элементов определяется следующим образом:

$$F_2 = \frac{\pi}{4} (2\pi d_u \cdot r_m - 8r_m^2);$$

$$F_3 = \pi d_n H_u;$$

$$F_4 = \frac{\pi}{4} [2\pi(d_n - 2r_n) \cdot r_n + 8r_n^2];$$

$$F_5 = \frac{\pi}{4} (d_n - 2r_n)^2.$$

После проведения соответствующих преобразований, получим следующую зависимость для определения площади $F_{\text{текущ}}$:

$$F_{\text{текущ}} = A - B \cdot H_u, \quad (2)$$

где A и B – постоянные величины, которые равны:

$$A = F_0 - F_2 - F_4 - F_5,$$

$$B = \pi d_n.$$

Анализируя вышесказанное, можно сделать вывод о необходимости регулировки усилия прижима в функции хода ползуна прессы. На механических прессах без конструктивных изменений кинематической связи вытяжного ползуна с прижимным, реализация регулировки усилия прижима невозможна, на гидравлических прессах для этого необходимо в гидросистему цилиндров привода прижимного ползуна вмонтировать регуляторы давления с реализацией зависимости (2).

На механических прессах реализация этой зависимости требует связи вытяжного и прижимного ползунков с помощью, например, гидравлических цилиндров, давление в которых в процессе вытяжки могло бы варьироваться по необходимым законам.

Схема реализации такого способа создания необходимого усилия прижима (возможный вариант) представлена на рис. 2.

В качестве регулятора давления в цилиндрах может быть использован регулятор давления, или регулируемый дроссель, пропускная способность которого зависит от величины хода ползуна.

Для получения значительного хода ползуна можно рекомендовать использовать привод, у которого полный ход ползуна равен четырем радиусам кривошипа [4, 5, 7–10].

Внешний ползун 1 связан кинематически с вытяжным с помощью гидравлических цилиндров 2, которые жестко закреплены на внутреннем (вытяжном) ползуне 3. Управление работой гидроцилиндров осуществляется электрогидравлическим золотником 4 и 4а.

Генератором жидкости повышенного давления является закрытый ресивер 5. Отработанная жидкость сливается в наполняющий бак 6 через трубопровод 7.

Поршневые полости цилиндров 2 связанные со сливом через регулируемый предохранительный клапан 8, который приводится в действие от ползуна 3.

Как видно из гидравлической схемы, возможна и другая реализация различных законов изменения давления в поршневых полостях.

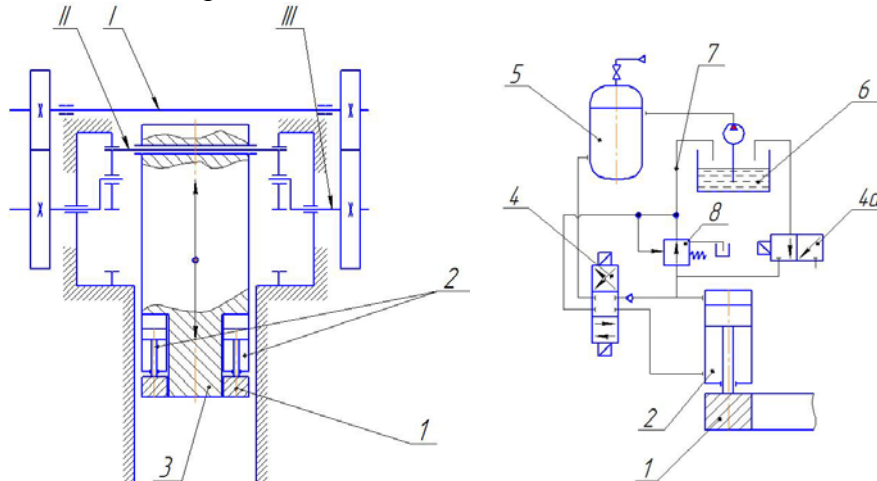


Рис. 2. Схема способа создания необходимого усилия прижима

Таким образом, в случае реализации возможности регулировки давления в поршневых полостях цилиндров привода прижимного ползуна можно существенно уменьшить утонение стенки и коэффициент вытяжки при одновременном повышении устойчивости процесса вытяжки.

ВЫВОДЫ

В статье приведены рекомендации относительно практического использования результатов работы. Разработанное техническое решение относительно планетарного механизма механического пресса рекомендовано к применению как главный исполнительный механизм для вытяжных прессов, что дает возможность снизить динамические нагрузки, повысить жесткость отдельных узлов, уменьшить высоту пресса и увеличить величину хода.

Разработано техническое решение, позволяющее применять главный исполнительный механизм в вытяжных прессах двойного действия. Благодаря такому решению заменяются рычажные механизмы на гидромеханические, что дает возможность значительно упростить ГИМ с одновременным уменьшением высоты пресса. В качестве привода внутреннего ползуна, который имеет значительный ход, используется планетарный механизм с параметрами, что дает возможность обеспечить ход внутреннему ползуну, равный четырем радиусам кривошипа. В прессе предусмотрена регулировка усилия прижима.

Предложенное техническое решение может быть использовано в качестве главного исполнительного механизма в гвоздильных прессах-автоматах. Благодаря такому решению конструкция пресс-автомата дает возможность при одном и том же радиусе кривошипа получить вдвое больший ход ползуна с чисто синусоидальным характером движения последнего. Кроме того, это дает возможность установить рабочий инструмент с обеих сторон ползуна и иметь при одном и том же количестве ходов двойную производительность, или при одной и той же производительности – вдвое меньшее количество ходов.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что для случая, когда величина хода остается неизменной, применение планетарного главного исполнительного механизма позволяет (за счет отсутствия шатуна) снизить общую высоту на 25–45% с одновременным снижением массы пресса на 30–45% при одновременном увеличении жесткости станины, а также удастся снизить центр тяжести всего пресса при повышении его динамической устойчивости.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Романовский В. П. *Справочник по холодной штамповке* / В. П. Романовский. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л. : Машиностроение, 1979. – 520 с., ил.
2. Попов Е. А. *Основы теории листовой штамповки : уч. пособие для вузов по спец. машины и технология обработки металлов давлением* / Е. А. Попов. – 2-е изд., доп. и перераб. – М. : Машиностроение, 1977. – 278 с., ил.
3. Катков Н. П. *Определение условий прижима фланца заготовки* / Н. П. Катков, В. Ф. Решетов // *Кузнечно-штамповочное производство*. – 1971. – № 9. – С. 16–18.
4. Пат. 24823 Україна, МПК В30В 1/26, В30В 15/00. *Прес механічний* / В. Д. Обдул, Д. В. Обдул, В. В. Широкобоков. – № u200703429; заявл. 29.03.2007; опубл. 10.07.2007, Бюл. №10.
5. *Использование компактных механизмов в механических прессах при коэффициенте шатуна равно единице* / Д. В. Обдул, В. В. Широкобоков, В. Д. Обдул, А. В. Засовенко // *Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні : тематич. зб. наук. пр. ДДМА*. – Краматорськ, 2012. – С. 216–221.
6. Живов Л. И. *Кузнечно-штамповочное оборудование : учебник для вузов* / Л. И. Живов, А. Г. Овчинников, Е. Н. Складчиков. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. – 560 с.
7. Пат. 24823 Україна, МПК В30В 1/26, В30В 15/00. *Прес механічний* / В. Д. Обдул, Д. В. Обдул, В. В. Широкобоков. – № u200703429; заявл. 29.03.2007; опубл. 10.07.2007, Бюл. №10.
8. Обдул В. Д. *Безшатуний головний виконавчий механізм кривошипного преса* / В. Д. Обдул, Д. В. Обдул, В. В. Широкобоков // *Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні : тематич. зб. наук. пр. ДДМА*. – Краматорськ, 2007. – С. 290–293.
9. Обдул В. Д. *Кривошипно-шатунний механізм, в якому відношення радіуса кривошипа до довжини шатуна дорівнює одиниці* / В. Д. Обдул, Д. В. Обдул, В. В. Широкобоков // *Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні : наук. журнал ЗНТУ*. – Запоріжжя, 2007. – С. 140–142.
10. ГОСТ 7600-66 «*Основные параметры и размеры на прессы однокривошипные открытые простого действия усилием 0,1...6,3 МН*». Паспорт пресса КД2122.

REFERENCES

1. Romanovskij V. P. *Spravochnik po holodnoj shtampovke* / V. P. Romanovskij. – 6-e izd., pererab. i dop. – L. : Mashinostroenie, 1979. – 520 s., il.
2. Popov E. A. *Osnovy teorii listovoj shtampovki : uch. posobie dlja vuzov po spec. mashiny i tehnologija obrabotki metallov davleniem* / E. A. Popov. – 2-e izd., dop. i pererab. – M. : Mashinostroenie, 1977. – 278 s., il.
3. Katkov N. P. *Opreделение uslovij prizhima flanca zagotovki* / N. P. Katkov, V. F. Reshetov // *Kuznechno-shtampovocnoe proizvodstvo*. – 1971. – № 9. – S. 16–18.
4. Pat. 24823 Ukraina, MPK V30V 1/26, V30V 15/00. *Pres mehanichnij* / V. D. Obdul, D. V. Obdul, V. V. Shirokobokov. – № u200703429; zajavl. 29.03.2007; opubl. 10.07.2007, Bjul. №10.
5. *Ispol'zovanie kompaktnyh mehanizmov v mehanicheskijh pressah pri koefefficijente shatuna ravnom edinice* / D. V. Obdul, V. V. Shirokobokov, V. D. Obdul, A. V. Zasovenko // *Udoskonalennja procesiv i obladnannja obrobki tiskom v metalurgii i mashinobuduvanni : tematic. zb. nauk. pr. DDMA*. – Kramators'k, 2012. – S. 216–221.
6. Zhivov L. I. *Kuznechno-shtampovocnoe oborudovanie : uchebnyk dlja vuzov* / L. I. Zhivov, A. G. Ovchinnikov, E. N. Skladchikov. – M. : Izd-vo MGTU im. N. Je. Baumana, 2006. – 560 s.
7. Pat. 24823 Ukraina, MPK V30V 1/26, V30V 15/00. *Pres mehanichnij* / V. D. Obdul, D. V. Obdul, V. V. Shirokobokov. – № u200703429; zajavl. 29.03.2007; opubl. 10.07.2007, Bjul. №10.
8. Obdul V. D. *Bezshatunnij golovnij vikonavchij mehanizm krivoshipnogo presa* / V. D. Obdul, D. V. Obdul, V. V. Shirokobokov // *Udoskonalennja procesiv i obladnannja obrobki tiskom v metalurgii i mashinobuduvanni : tematic. zb. nauk. pr. DDMA*. – Kramators'k, 2007. – S. 290–293.
9. Obdul V. D. *Krivoshipno-shatunnij mehanizm, v jakomu vidnoshennja radiusa krivoshipa do dovzhini shatuna dorivnjue odinici* / V. D. Obdul, D. V. Obdul, V. V. Shirokobokov // *Novi materiali i tehnologii v metalurgii ta mashinobuduvanni : nauk. zhurnal ZNTU*. – Zaporizhzhja, 2007. – S. 140–142.
10. ГОСТ 7600-66 «*Osnovnye parametry i razmery na pressy odnokrivoshipnye otkrytye prostogo dejstvija usilиеm 0,1...6,3 MN*». *Pasport pressa KD2122*.

Широкобоков В. В. – канд. техн. наук, доц. ЗНТУ;

Обдул Д. В. – инженер каф. ОМД, ЗНТУ;

Обдул В. Д. – канд. техн. наук, доц. ЗНТУ;

Широкобокова Н. В. – канд. техн. наук, доц. ЗНТУ.

ЗНТУ – Запорожский национальный технический университет, г. Запорожье.

E-mail : shirokobokov_vit@mail.ru