

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ ДЛЯ ПРЕЦИЗИОННОЙ ШТАМПОВКИ

*В. С. Запорожченко, канд. техн. наук, доцент;
А. В. Запорожченко, студентка,
Сумский государственный университет,
ул. Римского-Корсакова, 2, г. Сумы, 40007, Украина*

Статья посвящена усовершенствованию конструкции штамповой оснастки для прецизионной листовой штамповки на вертикальных прессовых установках с целью повышения точности штамповки и улучшения качества штампованных деталей.

Ключевые слова: *штамповая оснастка, штамподержатель, штамп, прецизионная штамповка, вертикальная прессовая установка, кривошипный пресс, компенсатор погрешностей оборудования, гидроцилиндр, гидроаккумулятор, плунжер, поршень, шток, электромагнитный золотник, рабочая жидкость.*

ВВЕДЕНИЕ

Процессы обработки металлов давлением (ОМД) являются одними из наиболее прогрессивных в промышленном производстве благодаря получению заготовок и деталей заданной формы в результате рационального перераспределения материала, а не за счет удаления части его в стружку, как при обработке резанием [1]. К преимуществам процессов ОМД относятся большая производительность, минимальный расход металла, повышенные механические свойства штампованных изделий и высокое качество поверхности после холодного выдавливания, чеканки и калибровки. Поэтому кузнечно-штамповочное оборудование (КШО) принадлежит к наиболее прогрессивным технологическим машинам со встроенными средствами микропроцессорной техники для программного управления, оснащенным промышленными роботами, манипуляторами и другими современными устройствами автоматизации и механизации [2]. В настоящее время на промышленных предприятиях применяются разнообразные кузнечно-штамповочные машины: гидравлические прессы и молоты для свободнойковки, хладноломы, сортовые и листовые ножницы для разделения заготовок, кривошипные горячештамповочные прессы (КГШП), горизонтально-ковочные машины (ГКМ) и молоты для горячей объемной штамповки, универсальные и специализированные кривошипные прессы и листоштамповочные автоматы для листовой штамповки, кривошипно-коленные прессы для холодного объемного выдавливания, чеканки и калибровки, винтовые прессы для правки и объемной штамповки, однопозиционные и многопозиционные кузнечно-штамповочные автоматы для производства метизных изделий, ротационные обжимные машины для радиальной деформации заготовок, роторные, импульсные, гидро- и пневмостатические машины для специализированной штамповки [3]. Если раньше основными требованиями, которые предъявлялись к КШО, были их высокая производительность, достаточная прочность и жесткость [4], то сейчас круг требований значительно расширился. Теперь большое внимание уделяется их надежности, долговечности и точности штамповки, простоте конструкции, низкой стоимости, безопасности в эксплуатации, экологической чистоте и высокому уровню автоматизации.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Из всего многообразия оборудования для ОМД наиболее распространены кривошипные прессы, которые используются для листовой и холодной

объемной штамповки с помощью штамповочного инструмента в виде соосно размещенных двух половин штампа, связанных между собой направляющими колонками и втулками. В новых прессах, а тем более в старых машинах с изношенными узлами, имеются зазоры в подвижных сочленениях между ползуном и направляющими элементами станины, ползуном, шатуном и главным валом, валом и опорными подшипниками станины. Поэтому при эксцентричном приложении нагрузки в многоручьевых штампах или в штампах последовательного действия ползун перекашивается относительно стола пресса. Этот перекося увеличивает также упругая деформация (изгиб) станины и других основных деталей пресса под нагрузкой. В процессе штамповки происходит смещение верхней половины штампа, прикрепленной к ползуну, относительно нижней, прикрепленной к столу пресса. Такое смещение приводит к перекося пуансонов относительно матриц, что резко снижает точность штамповки, и воспринимается направляющими элементами (колонками и втулками) штампа, повышая их износ во время рабочего хода ползуна пресса. То же наблюдается и в комбинированных штампах для вырубки с вытяжкой, отрезки с гибкой, пробивки с отбортовкой и т. п. В этих случаях также происходит попеременное приложение нагрузки с различным эксцентриситетом и перекося ползуна в направляющих элементах станины. От точности направления ползуна значительно зависит качество и точность штампованных деталей, а также износ и долговечность инструмента, предназначенного для разделительных и формообразующих операций. Особенно возникают проблемы при прецизионной штамповке листовых высокоточных деталей в приборостроении, радиотехнике, часовой промышленности, электронной, электротехнической и других отраслях техники, когда точность существующего кривошипного оборудования не соответствует точности применяемых безззорных штампов. Такие безззорные штампы не допускают малейшего отклонения верхней половины штампа относительно нижней.

В настоящее время наметилось несколько путей повышения точности штамповки на обычном и специализированном КШО. Первое направление заключается в повышении жесткости станины [5] или перераспределении металла по наиболее опасным сечениям станины и других силовых деталей, изготавливаемых из высокопрочных марок легированных сталей [6]. Но это неизбежно увеличивает материалоемкость и стоимость оборудования, что в период мирового экономического кризиса неприемлемо. Второе направление позволяет повысить точность штамповки и стойкость инструмента за счет подбора последовательности технологических операций и расчета их параметров [7], что не всегда возможно при часто меняющейся номенклатуре особо точных изделий. Третье, на наш взгляд, наиболее перспективное направление состоит в самоустанавливаемости инструмента перед штамповкой и во время технологической операции. Для этого между ползуном и верхней половиной штампа помещают плавающий хвостовик [8] или нижнюю половину штампа устанавливают на механический компенсатор погрешностей оборудования [9]. В последнем случае верхняя и нижняя половины штампа подстраиваются друг под друга перед штамповкой, что обеспечивает строго соосное размещение пуансонов и матриц в момент выполнения операции. Однако существующие компенсаторы характеризуются значительными силами трения в механических сочленениях и поэтому не успевают подстраиваться за время холостого хода ползуна быстроходного пресса. Таким образом, единого подхода к повышению точности штамповки в настоящее время нет. Поэтому следуют продолжать научные исследования и конструкторские разработки новых устройств для точной и быстрой автоматической подстройки нижней половины штампа под верхнюю при прецизионной штамповке с целью

повышения стойкости штамповочного инструмента.

В данной статье описана конструкция штамподержателя со встроенной системой компенсации погрешностей универсального штамповочного оборудования для прецизионной штамповки в безазорных штампах.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Разработанная конструкция штамподержателя содержит верхнюю 1 и нижнюю 2 основные плиты, связанные между собой направляющими колонками 3, которые находятся в контакте через тела 4 качения, например шарики, заключенные в сепаратор 5, с направляющими втулками 6 (рис. 1). На направляющих колонках 3 приклеены тензометрические датчики 7, установленные в двух взаимно перпендикулярных направлениях и электрически соединенные с блоком 8 сравнения, который в свою очередь, связан с блоком 9 управления. На основных плитах 1 и 2 установлены вспомогательные верхняя 10 и нижняя 11 плиты, опирающиеся на тела 12 качения, например шарики. На плите 2 помещены гидроцилиндры 13 – 16, которые упираются своими подвижными элементами в плиту 11. При этом гидроцилиндры 13 и 14 установлены напротив друг друга в плоскости, параллельной фронту прессы, а гидроцилиндры 15 и 16 (рис. 2) – в плоскости, перпендикулярной фронту прессы. Устройство снабжено также гидроаккумуляторами 17 и 18 и электромагнитными золотниками 19 – 22, связанными электрической цепью 23 с блоком 9 управления. Гидроцилиндры и гидроаккумуляторы соединены трубопроводами 24, в которых установлены золотники.

В верхней основной плите 1 смонтирован узел нагружения, включающий гидроцилиндр 25, соединенный через электромагнитный золотник 26 с гидроаккумулятором 18, упругую диафрагму 27, закрепленную прижимными кольцами 28 и 29, а также кольцевой плунжер 30. Последний находится в контакте с ползуном прессы (на рисунках условно не показан). Прижимные кольца 28 и 29, фиксирующие упругую диафрагму 27 от смещения, закреплены в верхней плите 1.

К нижней основной плите 2 прикреплен вертикальный гидравлический цилиндр 31, нижняя полость которого гидравлически соединена трубопроводом 24 через электромагнитный золотник 32 с гидроаккумулятором 17. В цилиндре 31 установлен поршень 33 с полым штоком 34, на конце которого закреплен фланец 35, находящийся в контакте со вспомогательной нижней плитой 11. В верхней полости цилиндра 31 между поверхностями плиты 2 и поршня 33 помещен упругий элемент 36, например кольцевая пружина. Для герметизации полости цилиндра 31 предназначены уплотнения 37.

Тензометрические датчики 7 помещены на одной или на нескольких направляющих колонках 3 и расположены перпендикулярно продольным осям горизонтальных гидравлических цилиндров 13 и 14, 15 и 16 для регистрации изгибающего момента в двух плоскостях, параллельной и перпендикулярной фронту прессы, с целью подстройки нижней вспомогательной плиты 11 под верхнюю 10 при штамповке.

Электромагнитные золотники 26 и 32 также соединены электрической цепью 23 с блоком 9 управления. Штмп со своими направляющими элементами 38 прикреплен верхней половиной 39 к верхней вспомогательной плите 10, а нижней половиной 40 – к нижней вспомогательной плите 11.

Предложенный штамподержатель работает следующим образом.

После крепления штампа к вспомогательным плитам 10 и 11 штамподержатель устанавливается на столе прессы, а хвостовик 41 вводится в отверстие в ползуне, но не закрепляется в нем. При этом нижняя плита 11 заторможена фланцем 35, соединенным резьбой с полым штоком 34, который нагружен упругим элементом 36. В режиме наладки

ползун опускается до момента соприкосновения пуансона с заготовкой. После этого через блок 9 управления включается золотник 26, подающий рабочую жидкость в полость гидроцилиндра 25. Происходит нагружение штамподержателя через кольцевой плунжер 30, упирающийся в нижнюю торцевую поверхность ползуна. Величину нагрузки изменяют, регулируя давление рабочей жидкости в гидросистеме.

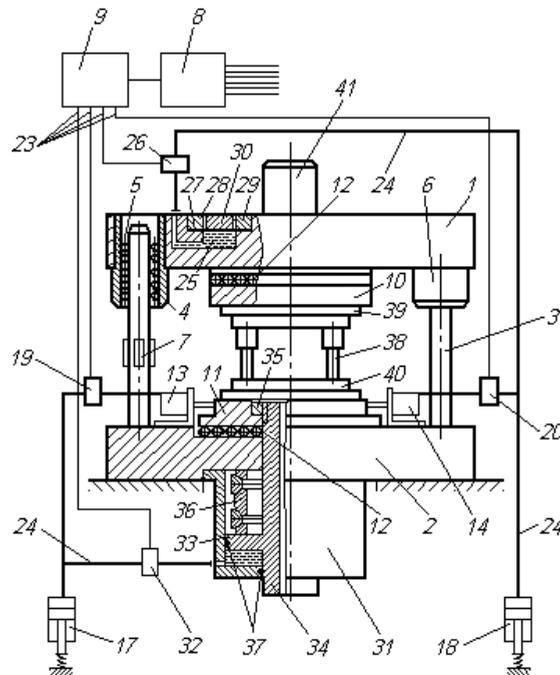


Рисунок 1 – Схема усовершенствованного штамподержателя, обеспечивающего автоподстройку положения штампа относительно ползуна и стола пресса вертикального типа

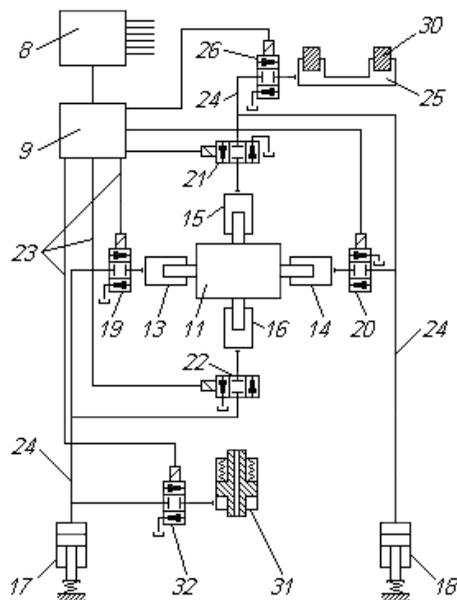


Рисунок 2 – Гидромеханическая схема предложенного штамподержателя

При смещенном центре давления штампа относительно продольной оси штамподержателя и ползуна вследствие неточностей их изготовления и установки происходит перекося верхней основной плиты 1 относительно нижней основной плиты 2 и упругая деформация (изгиб) колонок 3. Эта упругая деформация регистрируется тензометрическими датчиками 7, электрически связанными с блоком 8 сравнения. При рассогласовании рабочего сигнала с эталонным, соответствующим идеальному совпадению центра давления штампа с продольной осью ползуна, сигнал с блока 8 сравнения поступает в блок 9 управления, включающий золотник 32, через который рабочая жидкость поступает из гидроаккумулятора 17 через трубопровод 24 в нижнюю полость гидравлического цилиндра 31, перемещая поршень 33 вместе со штоком 34 вверх, сжимая упругий элемент 36 и освобождая нижнюю плиту 11. Одновременно сигнал с блока 9 управления подается на соответствующие золотники, управляющие гидроцилиндрами 13–16, которые своими подвижными элементами перемещают нижнюю плиту 11 на телах 12 качения до момента полного совпадения рабочего сигнала с эталонным. При этом изгибающий момент, действующий на направляющие колонки 3, и их упругая деформация уменьшаются практически до нуля, а центр давления штампа оказывается совмещенным с продольной осью ползуна. Одновременно горизонтальное перемещение нижней плиты 11 через направляющие элементы 38 штампа передается верхней плите 10, смещая ее в том же направлении.

Если центр давления штампа смещен относительно продольной оси ползуна, например, влево в плоскости, параллельной фронту установки, то упругий изгиб направляющих колонок 3 в этой плоскости приводит к появлению электрического сигнала на тензодатчиках 7, расположенных перпендикулярно продольной оси гидроцилиндров 13 и 14 (рис. 1). Команда из блока 8 сравнения через блок 9 управления поступает на электромагнитные золотники 19 и 20, первый из которых соединяет полость цилиндра 13 с гидроаккумулятором 17, а второй – полость цилиндра 14 со сливом. Плита 11 перемещается вправо до полного совпадения центра давления штампа с осью ползуна. При смещении центра давления штампа в плоскости, перпендикулярной фронту установки, упругая деформация направляющих колонок 3 в этой плоскости вызывает электрический сигнал на тензодатчиках 7, помещенных перпендикулярно продольной оси гидравлических цилиндров 15 и 16 (рис. 2). Команда из блока 8 сравнения через блок 9 управления подается на электромагнитные золотники 21 и 22, которые соединяют один из гидроцилиндров с гидроаккумулятором, а второй – со сливом, приводя к совмещению центра давления штампа с осью ползуна в плоскости, перпендикулярной фронту прессы.

После окончания подстройки блок 9 управления переключает золотник 32, который соединяет нижнюю полость гидравлического цилиндра 31 со сливом. Упругий элемент 36, разжимаясь, перемещает поршень 33 и полый шток 34 вниз, фиксируя плиту 11 в отрегулированном положении. Такой элемент, выполненный в виде кольцевой пружины, развивает значительное усилие с целью надежной фиксации плиты 11 вместе со штампом относительно плиты 2, установленной на столе прессы, в процессе штамповки (вырубка, пробивка, отрезка, калибровка и т. п.) при резком приложении и снятии нагрузки, сотрясениях и вибрации установки. Величина сжатия упругого элемента 36 изменяется путем перемещения фланца 35 по резьбе, выполненной на конце полого штока 34.

Зафиксировав нижнюю плиту 11, блок 9 управления подает команду на золотник 26, который соединяет полость гидроцилиндра 25 со сливом. Штамподержатель разгружается, его хвостовик закрепляется в ползуне, и процесс наладки завершен. Производится пробная штамповка партии деталей. Отверстие в полом хвостовике 34 предназначено для удаления

деталей и отходов (брачков) при штамповке направал.

При необходимости подстройка центра давления штампа под продольную ось ползуна может производиться в процессе штамповки, когда положение центра давления изменяется, например, при штамповке первой детали в многопозиционных и многоручьевых штампах, а также в штампах последовательного действия. В этом случае золотник 26 соединяет полость гидроцилиндра 25 со сливом, а золотник 32 постоянно включен, подавая жидкость высокого давления в нижнюю полость гидравлического цилиндра 31 и освобождая нижнюю плиту 11. При любом смещении центра давления штампа и упругом изгибе направляющих колонок 3 сигнал с тензодатчиков 7 поступает в блок 8 сравнения и сравнивается с эталонным сигналом. В случае их несоответствия, блок 9 управления подает команду на электромагнитные золотники 19–22, обеспечивая перемещение плит 11 и 10 вместе со штампом в горизонтальной плоскости, и автоматически постоянно совмещает центр давления последнего с продольной осью ползуна.

ВЫВОДЫ

Предложенная конструкция штамподержателя обеспечивает следующие технико-экономические преимущества:

- повышение стойкости безззорного штамповочного инструмента при автоматической подстройке нижней половины штампа под верхнюю за счет их подвижного размещения на шариках внутри штамподержателя;
- улучшение качества штампуемых заготовок благодаря компенсации всех погрешностей силовых деталей и узлов прессы с помощью встроенного в штамподержатель гидромеханического компенсатора.

IMPROVING CONSTRUCTION OF DIE TOOLING FOR A PRECISION STAMPING

*V. S. Zaporozhchenko, A. V. Zaporozhchenko,
Sumy State University,
2 Rimsky-Korsakov Str., Sumy 40007, Ukraine*

The article is devoted to improving the construction of die tooling for a precision sheet-metal stamping from the vertical pressing units with the purpose to rise of the precision stamping and to improve of the quality of formed details.

Key words: *die tooling (equipment), stamp holder, die (stamp), precision stamping, vertical pressing unit, crank press, compensator of equipment's errors, hydraulic cylinder, hydraulic accumulator, plunger, piston, rod (stem), electromagnetic valve, working fluid (liquid)*

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ШТАМПОВОГО ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ ПРЕЦИЗІЙНОГО ШТАМПУВАННЯ

*В. С. Запорожченко, А. В. Запорожченко,
Сумський державний університет,
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007, Україна*

Статтю присвячено вдосконаленню конструкції штампового оснащення для прецизійного листового штампування на вертикальних пресових установках з метою підвищення точності штампування та поліпшення якості штампованих деталей.

Ключові слова: *штампове оснащення, штампотримач, штамп, прецизійне штампування, вертикальна пресова установка, кривошипний прес, компенсатор похибок устаткування, гідроциліндр, гідроаккумулятор, плунжер, поршень, шток, електромагнітний золотник, робоча рідина*

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Романцев Б. А. Обработка металлов давлением: учебник / Романцев Б. А., Гончарук А. В., Вавилкин Н. М., Самусев С. В. – М. : Изд. дом МИСиС, 2008. – 960 с.
2. Мансуров И. З. Специальные кузнечно-прессовые машины и автоматизированные комплексы кузнечно-штамповочного производства : справочник / И. З. Мансуров, И. М. Подрабинник. – М. : Машиностроение, 1990. – 341 с.

3. 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.
4. Ланской Е. Н. Элементы расчета деталей и узлов кривошипных машин / Е. Н. Ланской, А. Н. Банкетов. – М. : Машиностроение, 1966. – 380 с.
5. Титаренко Н. И. Точность системы пресс-штамповый блок : монография / Н. И. Титаренко. – К. : Наукова думка, 1980. – 138 с.
6. Разработка методов обеспечения долговечности силовых деталей кузнечно-прессовых машин и инструмента : дис. ... д-ра техн. наук / А. В. Корнилова. – М., 2009. – 314 с.
7. Ковалев В. Г. Технология листовой штамповки. Технологическое обеспечение точности и стойкости : учеб. пособие / В. Г. Ковалев, С. В. Ковалев. – М. : Кнорус, 2010. – 224 с.
8. Михайленко Ф. П. Стойкость разделительных штампов / Ф. П. Михайленко. – М. : Машиностроение, 1982. – 223 с.
9. Качанов А. П. Повышение стойкости разделительных штампов за счет использования механических компенсаторов / А. П. Качанов, В. Я. Мирзак, В. С. Запорожченко // Кузнечно-штамповочное производство, 1996. – № 4. – С. 18 – 22.

Поступила в редакцию 3 декабря 2012 г.