

9. Problems of manufacturing technology compressor vanes GTD: Proceedings of the meeting. – М. : NIAT, 1982. – 114 p. (Rus.)
10. Anish'enko A.S. Punching gas heating units for isothermal deformation of metals / A.S. Anisch'enko // Zakhist metalurgiynikh mashin vid polomok : Collection of scientific works / SHEE «PSTU». – Mariupol, 2013. – Issue 15. – P. 118-122. (Rus.)

Рецензент: С.С. Самоутугин
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 09.02.2015

УДК 621.98

© Балалаева Е.Ю.*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ДВУХСЛОЙНОГО УПРУГОГО ЭЛЕМЕНТА КОМПЕНСАТОРА ПОГРЕШНОСТЕЙ СИСТЕМЫ «ПРЕСС-ШТАМП»

В статье приведены усовершенствованные конструкции упругого элемента компенсатора погрешностей направления ползуна. Определена оптимальная величина горизонтального перемещения верхней пластины для достижения необходимой жесткости упругого элемента.

Ключевые слова: система «пресс-штамп», компенсатор погрешностей, упругий элемент, жесткость, площадь перекрытия, диапазон технологических усилий.

Балалаева О.Ю. Удосконалення конструкції двошарового пружного елемента компенсатора похибок системи «прес-штамп». У статті наведені удосконалені конструкції пружного елемента похибок напрямку повзуна. Визначена оптимальна величина горизонтального переміщення пластини для досягнення необхідної жорсткості пружного елемента.

Ключові слова: система «прес-штамп», компенсатор похибок, пружний елемент, жорсткість, площа перекриття, діапазон технологічних зусиль.

E.Yu. Balalayeva. *Two-layer elastic element of the compensator for the errors of the «press-and-die» system design improvement.* The article presents the improved design of the elastic element of the slide direction error compensator. The two-layer elastic element consisting of upper and lower elastic plates of variable thickness is placed between supporting surfaces of the slide and the die upper plate. The joint between the upper and lower plates is stepped. The rigidity of this compound elastic element is specified so that at the processing load deformation of the elastic element can not exceed 20-25% of its total height. The optimal value of the horizontal displacement of the upper plate necessary to achieve the necessary rigidity of the elastic element is defined in the article. It has been found that the displacement of the upper plate of of two-layer elastic element should be multiple to the height of the press bed deformation at processing loads. Variable thickness of the compound elastic element may also be used to adjust the interdie space. The processing loads range has been widened as well as the application of the compensator for the «press-and-die» system errors. The proposed design of the compensator elastic element is simple and with minimum of expenses, makes it possible to withstand several million compression cycles.

Keywords: «press-and-die» system, compensator for errors, elastic element, rigidity, overlapping area.

* канд. техн. наук, ст. преподаватель, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, balalaevaeu@gmail.com

Постановка проблеми. Работа физически устаревшего и изношенного прессового оборудования сопровождается появлением погрешностей в системе «пресс-штамп» [1], которые тем больше, чем больше технологическая нагрузка. Возникающие погрешности направления ползуна приводят к развитию паразитных нагрузок [2]. Это приводит к несоответствию формы отштампованных изделий чертежам и ухудшению геометрии поверхностей реза при разделительных повышенному износу и поломкам направляющих и рабочих частей штампа.

Для снижения паразитных нагрузок в узлах прессового оборудования применяют различные компенсирующие устройства, конструкции которых зависят от вида и мощности используемого оборудования, требований, предъявляемых к точности и качеству штампуемых изделий, размеров деталей. В связи с этим актуальной задачей является разработка научно-обоснованных методик расчета и совершенствования конструкций компенсаторов погрешностей системы «пресс-штамп».

Анализ последних исследований и публикаций. Наиболее перспективным направлением снижения паразитных деформаций в узлах прессового оборудования является внедрение дополнительных конструктивных компенсирующих элементов на основе эластомеров, которые располагают между опорными поверхностями ползуна и верхней плиты штампа. Широкое распространение получили упругие компенсаторы, рассчитанные как на индивидуальные операции [3-5], так и универсальные [1, 6], применяемые для более широкого диапазона технологических нагрузок. Данные конструкции отличаются простотой и незначительными материальными затратами по сравнению с механическими компенсаторами. Эффективность использования таких компенсаторов на базе полиуретана определяется его свойствами, т.к. упругая пластина при осадке ее до 25% выдерживает до $7 \cdot 10^6$ циклов нагружения сжатия.

В конструкциях универсальных компенсаторов погрешностей системы «пресс-штамп» нередко используются составные упругие элементы. Например, основной конструкции универсального поворотного компенсатора [1, 6] служат две круглые полиуретановые пластины с отверстиями, причем одна из пластин имеет возможность перемещаться поворотом относительно другой, что позволяет менять площадь опорной поверхности и приводит к изменению жесткости компенсатора за счет варьирования коэффициентом перекрытия.

Однако технологические возможности такого компенсатора ограничены ввиду невозможности регулирования высоты упругого элемента. Также необходимо учитывать, что диапазон технологических усилий, на которые рассчитан упругий элемент, зависит от его жесткости, которая в соответствии с конструкцией [1, 6] регулируется поворотом верхней пластины, что приводит к цикличности изменения площади. При этом даже для отверстий разной формы соотношение их площадей и площадей упругих пластин будет незначительных. Всё это сужает диапазон технологических усилий, на которые рассчитан упругий элемент.

Таким образом, возникает задача усовершенствования упругого элемента универсального компенсатора для расширения диапазона технологических усилий и, соответственно, области применения компенсатора.

Цель статьи – усовершенствование двухслойного составного упругого элемента компенсатора погрешностей системы «пресс-штамп» путем изменения его конструктивных элементов и определения их рациональных размеров.

Изложение основного материала. Для решения поставленной задачи была разработана конструкция двухслойного упругого элемента компенсатора погрешностей направления ползуна [7], который является составным, выполненным в виде двух упругих пластин, одна из которых имеет возможность перемещения относительно другой (рис.). Перемещение упругих пластин переменной жесткости, выполненных с переменной толщиной, осуществляют сдвигом по наклонной плоскости их разреза на величины, кратные по высоте размеру упругой деформации станины при технологической нагрузке оборудования, на котором смонтированы эти упругие пластины. При этом максимальная величина горизонтального перемещения в направлении наклона меньше значения, которому соответствует установление общей толщины упругих пластин на уровне максимальной толщины одной из составных частей, то есть меньше величины, рассчитываемой по формуле:

$$h_2 \cdot L / (H_2 - h_2), \quad (1)$$

где H_2 – максимальная толщина пластины с наименьше высотой h_2 ; L – длина упругих

пластин в сборе.

Определение величины перемещения, как кратного по высоте размеру деформации станины при технологическом нагружении оборудования, на котором смонтированы эти упругие пластины, заключается в чувствительности деформации упругого элемента к деформациям станины этого оборудования при значениях перемещения, не меньших кратного. Это приводит к эффекту компенсации погрешностей системы «пресс-штамп». При изменении технологической операции с иным значением силы необходимо изменять жесткость компенсатора на другую, при этом удобно ориентироваться на дискретную величину, которая кратна значению упругой деформации эксплуатируемого оборудования.

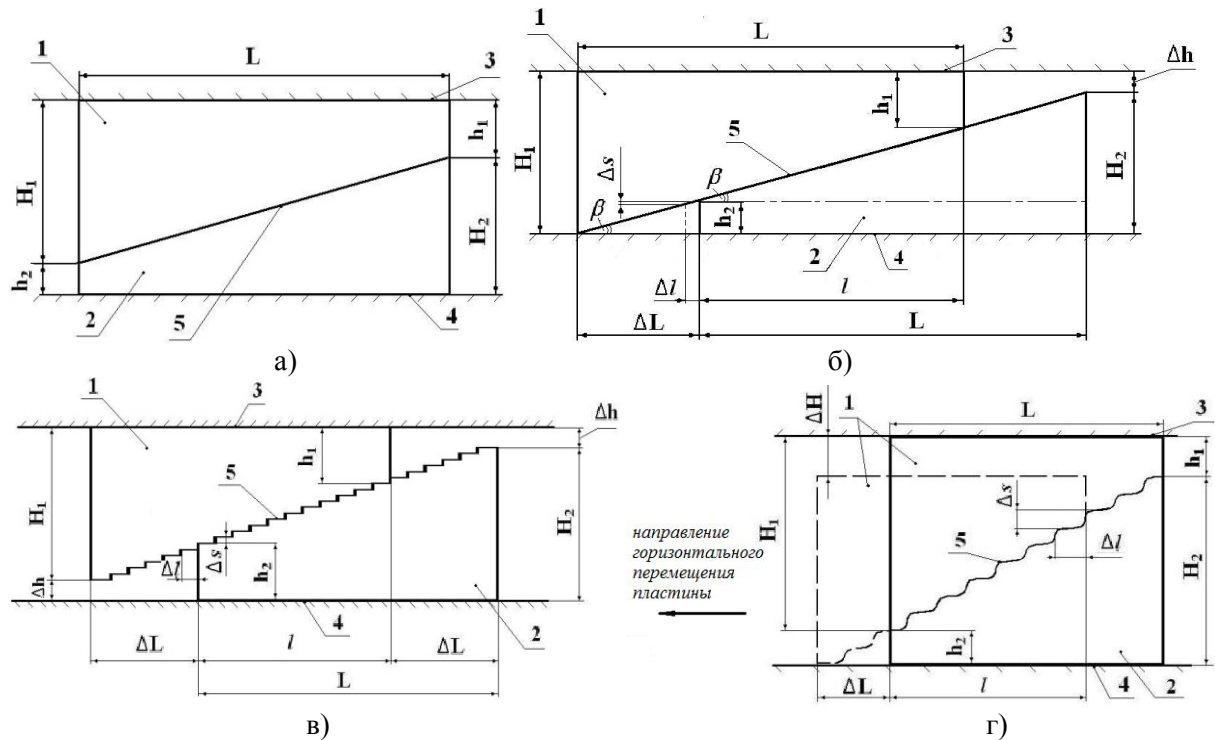


Рисунок – Общий вид двухслойного упругого элемента компенсатора погрешностей направления в сборе при $h_1 > h_2$ (а), при максимальном значении перемещения одной из упругих пластин, когда она касается опорной поверхности при $h_1 > h_2$ (б), со ступенчатой наклонной поверхностью разъема верхней и нижней упругих пластин при перемещении пластин одна относительно другой при $h_1 = h_2$ (в), с рельефной поверхностью в сборе при перемещении упругой пластины на определенную величину (г): 1 – верхняя упругая пластина переменной толщины; 2 – нижняя упругая пластина переменной толщины; 3 – опорная поверхность верхней упругой пластины и ползуна; 4 – опорная поверхность нижней упругой пластины и верхней плиты штампа; 5 – наклонная плоскость разъема верхней и нижней упругих пластин, которая может быть плоской, рельефной, ступенчатой и т. д.; Δh – разница максимальных толщин верхней и нижней упругих пластин элемента; β – угол наклона плоскости разъема и нижней упругих пластин; ΔH – величина горизонтального перемещения верхней упругой пластины, которая отвечает горизонтальному перемещению ΔL ; l – перемещение верхней упругой пластины; Δl – горизонтальное перемещение, соответствующее деформации

Горизонтальное перемещение одной из упругих пластин относительно другой в направлении наклона плоскости их разъема не может быть бесконечным, как с точки зрения сохранения составным элементом эксплуатационных свойств, т. е. достаточного сопротивления технологическим нагрузкам через достаточную площадь, так и с конструктивной точки зрения, когда

упругая пластина, перемещаемая сдвигом, коснется одной из опорных поверхностей, на которую установлен упругий элемент. Величина горизонтального перемещения определяется выражением (1).

Двухслойный упругий элемент (рис., в), который имеет в сборе длину L , состоит из верхней и нижней упругих пластин с переменной толщиной, размещается между опорными поверхностями ползуна и верхней плиты штампа. Плоскость разъема между верхней и нижней упругими пластинами выполняется ступенчатой. Жесткость этого составного упругого элемента определяется таким образом, чтобы при определенных технологических нагрузках, которые сопровождаются перекосами, его деформация не превышала 20-25% общей высоты упругого элемента, т. е. величин $(H_1 + h_2)$ и $(H_2 + h_1)$, где h_1 и H_1 – минимальная и максимальная толщины верхней упругой пластины переменной толщины.

Компенсация погрешностей происходит за счет неравномерного сжатия упругого элемента под действием неравномерно распределенного по площади контакта силы при разворотах ползуна или деформациях станины пресса таким образом, что технологическое усилие передается без перекосов.

При выполнении операции с другой технологической нагрузкой величины погрешностей направления ползуна пресса меняются, что требует изменения жесткости упругого элемента компенсатора. Для этого по характеристике жесткости станины пресса (или экспериментально) определяют величину ее деформации Δs , которая отвечает технологической силе операции.

Перемещение верхней упругой пластины l (см. рис.) по плоскости разъема в горизонтальном направлении проводят на величину ΔL , кратной величине Δl , то есть горизонтальному перемещению, которое соответствует Δs . При технологической нагрузке, которая больше базовой, проводят увеличение площади контакта упругих пластин двухслойного элемента, т. е. увеличивают величину l . При технологическом усилии, которое меньше базового, проводят уменьшение площади контакта упругих пластин двухслойного упругого элемента, то есть уменьшают величину l .

Выводы

Таким образом, выполнено усовершенствование конструкции двухслойного упругого элемента компенсатора погрешностей направления ползуна. Определена максимальная величина горизонтального перемещения верхней пластины в направлении наклона. Установлено, что величина перемещения, кратная по высоте размеру деформации станины при технологическом нагружении оборудования, на котором смонтированы эти упругие пластины, позволяет достичь эффекта компенсации погрешностей системы «пресс-штамп». Предложенные конструктивные решения позволяют расширить технологические возможности компенсатора за счет варьирования жесткостью составного упругого элемента, при этом его переменная толщина может выступать дополнительным средством регулирования величины межштампового пространства пресса.

Список использованных источников:

1. Диамантопуло К.К. Компенсация несоосности системы «пресс-штамп» изношенного штамповочного оборудования / К.К. Диамантопуло, В.В. Кухарь, А.И. Евтеев // *Металлургические процессы и оборудование*. – 2005. – № 2. – С. 31-34.
2. Артюх Г.В. Уменьшение вредных нагрузок в металлургических машинах / Г.В. Артюх // *Теория и практика металлургии*. – 2002. – № 5. – С. 48-57.
3. Диамантопуло К.К. Компенсатор погрешностей направления ползуна прессов / К.К. Диамантопуло, В.Е. Гримани // *Защита металлургических машин от поломок* : Сб. науч. тр. / ПГТУ. – Мариуполь, 1998. – Вып. 3. – С. 168-173.
4. Пат. 1359 Україна, МПК В 21 D 37/00. Вузол кріплення верхньої плити штампа до повзуна преса / К.К. Діамантопуло, А.І. Євтєєв, Д.М. Ширманов. – № u2001117858; заявл. 19.11.01; опубл. 15.08.02, Бюл. № 8. – 4 с.
5. Пат. 11782 Україна, МПК В 30 В 15/28. Компенсатор похибок напряму переміщення повзуна преса / К.К. Діамантопуло, В.В. Кухар, Д.В. Єрмолов. – № u200505677; заявл. 13.06.05; опубл. 16.01.06, Бюл. № 1. – 4 с.

6. Пат. 38814 Україна, МПК В 30 В 15/28, В 21 В 23/00. Універсальний компенсатор похибок напрямку повзуна / В.В. Кухар, О.Ю. Балалаєва, В.С. Макєєв. – № u200806854; заявл. 19.05.08; опубл. 26.01.09, Бюл. № 2. – 4 с.
7. Пат. 37286 Україна, МПК В 30 В 15/28, В 21 В 23/00. Двошаровий пружний елемент компенсатора похибок напрямку / В.В. Кухар, К.К. Діамантопуло, О.О. Лаврентік, В.С. Макєєв, О.Ю. Балалаєва. – № u200806970; заявл. 20.05.08; опубл. 25.11.08, Бюл. № 22. – 4 с.

Bibliography:

1. Diamantopulo K.K. Compensation of misalignment of the «press-and-die» system of the deteriorated stamping equipment / K.K. Diamantopulo, V.V. Kukhar, A.I. Evteev // *Metallurgicheskie protsessyi i oborudovanie*. – 2005. – № 2. – P. 31-34. (Rus.)
2. Artyuh G.V. Reduction of harmful stress in metallurgical machines / G.V. Artyuh // *Teoriya i praktika metallurgii*. – 2002. – № 5. – P. 48-57. (Rus.)
3. Diamantopulo K.K. Compensator of errors of presses slide direction / K.K. Diamantopulo, V.E. Grimani // *Zashchita metallurgicheskikh mashin ot polomok* : Collection of scientific works / PSTU. – Mariupol, 1998. – Issue 3. – P. 168-173. (Rus.)
4. Pat. 1359 Ukraine, Int. Cl. B 21 D 37/00. Unit for attaching upper plate of the punch to the press ram / K.K. Diamantopulo, A.I. Evteev, D.M. Shirmanov. – № u2001117858; filed 21.04.98; publication 15.08.02, Bulletin № 8. – 4 p. (Ukr.)
5. Pat. 11782 Ukraine, Int. Cl. B 30 B 15/28. Compensator of errors of press slide moving direction / K.K. Diamantopulo, V.V. Kukhar, D.V. Yermolov. – № u200505677; filed 19.11.01; publication 16.01.06, Bulletin № 1. – 4 p. (Ukr.)
6. Pat. 38814 Ukraine, Int. Cl. B 30 B 15/28, B 21 B 23/00. Universal compensator of errors of press slide direction / V.V. Kukhar, O.Yu. Balalayeva, V.S. Makyehev. – № u200806854; filed 19.05.08; publication 26.01.09, Bulletin № 2. – 4 p. (Ukr.)
7. Pat. 37286 Ukraine, Int. Cl. B 30 B 15/28, B 21 B 23/00. Two-layer elastic element of compensator of errors of press slide direction / V.V. Kukhar, K.K. Diamantopulo, O.O. Lavrentik, O.Yu. Balalayeva, V.S. Makyehev. – № u200806970; filed 20.05.08; publication 25.11.08, Bulletin № 22. – 4 p. (Ukr.)

Рецензент: В.П. Гранкин
д-р физ.-мат. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 27.04.2015