

УДК 621.981.

А.Я. Мовшович¹, д.т.н., заместитель директора по научной работе, Ю.А. Кочергин², инженер, заместитель генерального директора

1. - НПП «Оснастка», г. Харьков;

2. - ГП «Харьковстандартметрология», г. Харьков.

КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПЕРЕНАЛАЖИВАЕМЫХ ГИБОЧНЫХ ШТАМПОВ.

У статті наведені конструктивно-технологічні особливості і результати досліджень зношування формотворних елементів в залежності від матеріалу і кількості вироблених деталей.

Improved technological capabilities of die tooling and precision parts in the U-shaped bending.

The article presents the design-technological features of specialized bending dies (SGSH) and the results of experimental studies of the influence of wear formative elements of a design on the accuracy of stamping. Shows a diagram for determining the angle of springing structural materials.

Состояние вопроса. Гибка является одной из наиболее распространенных формоизменяющих операций холодной штамповки, которая широко используется для получения разнообразных деталей из листового материала, профильного проката, труб и проволоки. Операция гибки характеризуется относительным поворотом части заготовки вокруг некоторой линии, называемой линиейгиба.

В листоштамповочных цехах предприятий машиностроительной отрасли в 2005-2009 гг. изготавливалось свыше 438 тыс. наименований деталей с количественным выполнением 15150 млн. гибочных детапеопераций в год. При этом номенклатура (по наименованиям) в мелкосерийном производстве составляет от общего количества 63%. Ежегодное обновление номенклатуры деталей составляет 20-25% при среднегодовом приросте количественного выпуска до 2,5-3,0%.

Гибочные операции применяются при изготовлении 45% деталей, получаемых листовой штамповкой. Наибольшую (64%) по наименованиям и количеству деталей этой номенклатуры представляют детали с габаритами по длине от 20 до 300 мм и толщиной от 0,5 до 0,8 мм. Максимальный радиус гибки деталей этой группы не превышает 50 мм.

Основным видом прессового оборудования, служащего для изготовления деталей этой группы, является кривошипные прессы листовой штамповки усилием 250-2500 КН.

Детали с заданными точностными параметрами в пределах 9-12 квалитетов составляют 25-36% от номенклатуры гнутых деталей изделий машиностроительной отрасли, включая изделия спецтехники; с заданными допусками на расположение поверхностей и шероховатости поверхностей соответственно 24% и 15%.

Анализ применяемой технологической оснастки показал, что до 80% всех гибочных штампов, применяемых на предприятиях машиностроительных отраслей, в т.ч. для изготовления специальной техники, являются стационарными штампами неразборного типа не рассчитанные на повторное использование при смене объектов производства.

В условиях мелкосерийного производства 2-3% гибочных операций выполняется с применением универсально-сборных штампов и до 80% изготавливается слесарно-механической обработкой. Точность изготовления таких деталей не выше 5 квалитета, что вызывает необходимость введения в техпроцесс сборки подгоночных операций.

На предприятиях с серийным характером производства до 20% гнутых деталей изготавливается с применением штампов блочно-пакетного типа, в которых 70% трудоемкости изготовления приходится на специальный пакет. Точность изготовления при этом находится в пределах 7 квалитета.

Учитывая, что затраты на проектирования и изготовление штамповой оснастки в общем балансе затрат на технологическую подготовку производства составляют до 60-75%, необходим поиск и создание нового вида технологической оснастки для выполнения операций высокоточной гибки деталей в условиях мелкосерийного и серийного производства [1, 2, 3].

Конструктивно-технологические особенности специализированных переналаживаемых гибочных штампов. Сущность разработанного вида штамповой оснастки заключается в том, что для получения заданной детали или выполнения необходимой технологической операции не требуется проектировать и изготавливать рабочие части, т.к. конструкции сменных переналаживаемых пакетов, устанавливаемых в универсальные блоки, позволяют производить в широком диапазоне бесступенчатую настройку их формоизменяющих элементов на заданный рабочий размер и угол гибки. При этом заданные точностные параметры изготавливаемых деталей обеспечиваются следующими конструктивными особенностями:

- конструкцией матрицедержателя, обеспечивающей устойчивость технологических параметров штампов в процессе выполнения операции гибки (сохранение положения раздвижных полуматриц приложении горизонтальной составляющей усилия);

- допуском расположения поверхностей – конструкции регулируемых формоизменяющих элементов штампов, обеспечивающих перегиб полок деталей на расчетный угол, учитывающий пружинение штампуемой заготовки;

- допуском формы поверхностей – конструкцией раздвижных полуматриц и пуансонов, обеспечивающих калибровку полок деталей с учетом величин контактного давления и его распределения по зонегиба.

На рис.1. показан универсальный блок, содержащий хвостовик 3, верхнюю 6 и нижнюю 9 плиты, связанные между собой направляющими колонками 8 и втулками 7. в зависимости от типоразмера блоки выполнены с двумя, тремя и четырьмя направляющими парами. Последние закрепляются в плитах блоков путем заливки их эпоксидным компаундом ЭД-5,ЭД-6.

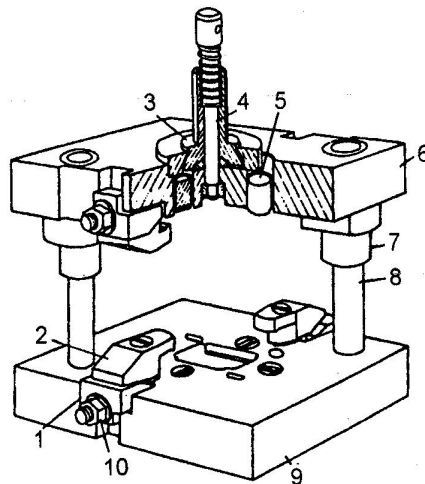


Рис. 1. Универсальный блок:

1 – клиновой зажим, 2 – прихват, 3 – хвостовик, 4 – выталкивающее устройство, 5 – фиксатор, 6 – верхняя плита, 7 – направляющая втулка, 8 – направляющая колонка, 9 – нижняя плита, 10 – гайка

В результате обеспечивается высокая точность сборки блоков, снижается трудоемкость их изготовления.

На рис. 2 представлена базовая конструкция сменного переналаживаемого пакета, предназначенного для двухугловой гибки деталей.

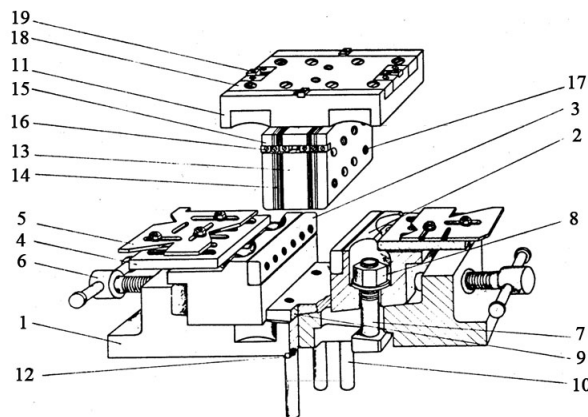


Рис. 2. Базовая конструкция сменного переналаживаемого пакета

1 – матрицедержатель; 2 – полуматрица; 3 – вкладыш; 4 – планка установочная; 5 – рамка фиксирующая; 6 – винт регулировочный; 7 – болт стяжной; 8 – гайка; 9 – выталкиватель-прижим; 10 – толкатель; 11 – держатель; 12 – шпонка установочная; 13 – основание пуансона; 14 – пластина регулировочная; 15 – пластина боковая; 16 – шпонка; 17 – винт; 18 – пластина прижимная; 19 – шпонка установочная

Пакет содержит многократноприменяемые детали конструктивного характера: матрицедержатель 1, раздвижные полуматрицы 2, позволяющие производить бесступенчатую регулировку рабочего размера, вкладыши 3 полуматриц 2, обеспечивающие возможность применения любого из четырех рабочих радиусов, передвижные установочные планки 4 и фиксирующие рамки 5 для ориентации заготовок, специальные регулировочные винты 6, стяжные болты 7 с зажимными гайками 8, выталкиватель-прижим 9, соединенный с толкателями 10, действующими от буферного устройства прессы, держатель 11. Фиксация пакета на базовых плитах блока производится с помощью установочных шпонок 12, 19.

Отличительной особенностью конструкции является то, что контактирующие поверхности полуматриц 2 и матрицедержателя 1, а также поверхности головок стяжных болтов 7 и сопрягаемые с ними опорные поверхности, ограничивающие пазы матрицедержателя, выполнены наклонными с углом наклона β^0 . При этом полуматрицы 2 сохраняют в процессе штамповки свое первоначальное положение не только за счет сил трения между их опорными поверхностями и матрицедержателя 1, но и за счет сопротивления стяжных болтов растяжению.

В состав базовой конструкции сменного переналаживаемого пакета входит наборной пуансон, закрепляемый в держателе 11.

Пуансон состоит из следующих основных элементов: основания 13, набора сменных регулировочных пластин 14, боковых пластин 15. Фиксируются пластины с помощью шпонок 16, а закрепление их на основании производится винтами 17.

Регулировочные пластины 14 пуансона имеют десять исполнений по толщине (от 0,3 до 2,5 мм), а боковые пластины 15 отличаются различными исполнениями (от 1 до 5 мм) рабочих радиусов.

Закрепление основания пуансона 13 в держателе производится с помощью прижимной пластины 18. Для установки пуансонов различных исполнений в держателе предусмотрены сменные переходные вставки.

На основе базовой конструкции разработаны сменные переналаживаемые пакеты, обеспечивающие изготовление деталей не только с заданными точностными параметрами размеров, но и с заданными допусками расположения и формы поверхностей.

Сменный пакет для двухугловой гибки, в котором конструкция полуматриц и пуансона позволяет осуществлять перегиб полок детали на расчетный угол с одновременной их калибровкой показан на рис.3.

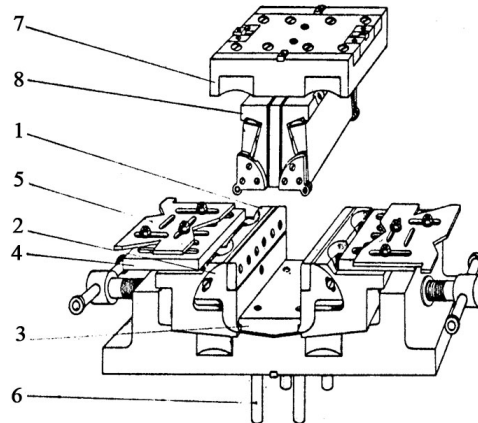


Рис.3. Сменный переналаживаемый пакет для двухугловой гибки деталей с заданными точностными параметрами расположения и формы поверхностей

1 – полуматрица; 2 – вкладыш; 3 – выталкиватель-прижим; 4 – ограничитель; 5 – планка; 6 – толкатель; 7-8 – держатель

От базовой конструкции пакет отличается наличием, установленных в полуматрицах 1, дополнительных рабочих элементов, выполненных в виде вкладышей 2, каждая из которых контактирует с полуматрицей по двум опорным цилиндрическим концентричным поверхностям. Поворот вкладышей при перегибе деталей осуществляется выталкивателем-прижимом 3, взаимодействующим в конце хода ползуна прессы с кулачками вкладышей 2. На боковых поверхностях вкладыша имеются пазы, ограничивающие его ход при помощи ограничителей 4.

Аналогично базовой конструкции применяются передвижные планки 5, фиксирующие рамки 6 и выталкиватели 6.

Комплектно с пакетом применяется держатель 7, используемый для установки универсального пуансона, обеспечивающего возможность перегиба деталей с учетом пружинения штампуемого материала.

Допуск параллельности базовых поверхностей плит не превышает 0,01 мм на длине 200 мм. Допуск перпендикулярности системы направления относительно поверхности плит 0,01 мм на длине 150 мм, что обеспечивает высокую точность изготовления деталей в сменных пакетах, не имеющих своих направляющих колонок и втулок.

Крепление пакетов в блоке осуществляется прихватами, состоящими из прихвата 2, клина 1 и гайки 10. При вращении гайки по часовой стрелке клин взаимодействует с наклонной плоскостью прижима и закрепляет пакет, при вращении гайки против часовой стрелки клин выходит из зоны контакта с прижимом и раскрепляет пакет.

Для фиксации пакета в блоке по установочным шпонкам верхняя и нижняя плиты имеют пазовые фиксаторы 5, установленные на эпоксидном клее. Точность и соосность установки фиксаторов обеспечиваются специальным приспособлением.

В нижней плите блока предусмотрено окно для установки буфера штампа, которое при необходимости может закрываться заглушкой 10, имеющей отверстия для использования толкателей пакета при работе от буфера прессы. Конструкция блоков предусматривает установку и закрепление сменных переналаживаемых пакетов различных исполнений.

Методика и результаты исследования. Для проведения исследований износа формообразующих элементов специализированных переналаживаемых гибочных штампов был изготовлен комплект сменных формообразующих элементов.

Испытания проводились при штамповке П-образных деталей.

В качестве материала для формообразующих элементов использовалась инструментальная конструкционная сталь У8А, Х12М, ШХ15, термообработанная до твердости 54-62 HRC. Толщина штампуемого материала 8 мм.

Величина одностороннего зазора z между сменными вкладышами гибочной матрицы и пластинами гибочного пуансона рассчитывалась по формуле:

$$Z = (S + \Delta + cS),$$

где S – толщина заготовки, мм;

Δ – верхнее отклонение допуска на толщину заготовки, мм;

c – коэффициент, учитывающий трение изгибаемой детали о рабочую поверхность матрицы.

На Рис. 4 приведены графические зависимости, иллюстрирующие изменения износа инструмента, изготовленного из различных сталей, в зависимости от количества рабочих ходов прессы.

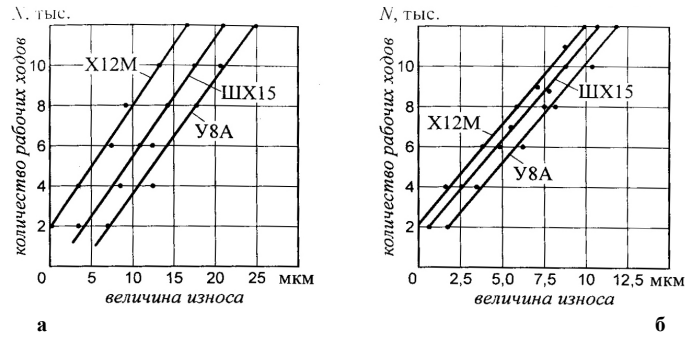


Рис. 4. Зависимость износа формообразующего инструмента от марки материала инструмента и количества рабочих ходов прессы: а – величина износа вкладышей гибочных матриц; б – величина износа пластин гибочного пуансона

В табл. 1 приведены сравнительные данные по суммарному износу формообразующих элементов специализированных гибочных штампов, изготовленных из различных сталей.

Таблица 1

Сравнительные данные износа формообразующих элементов специализированных гибочных штампов для различных материалов

Марка стали	Величина износа пластин пуансона, мкм	Величина износа вкладышей матрицы, мкм
У8А	12,1	25
Х12М	8	15
ШХ15	9,8	20,9

Анализ полученных результатов показывает, что суммарный износ пластин пуансонов в 1,9 – 2,1 раза меньше износа вкладышей матриц.

Суммарный износ пластин пуансонов, изготовленных из стали Х12М в 1,6 раза меньше, чем из стали У8А и в 1,35 раза меньше, чем из стали ШХ15.

Другим показателем, характеризующим интенсивность износа формообразующих элементов гибочных штампов, является удельный износ.

$$\Delta_{\text{изн}} = C_T \cdot n' / N_0,$$

где $\Delta_{\text{изн}}$ – удельный износ пуансона (матрицы), мкм; C_T – суммарный износ пуансона (матрицы), мкм; n' – суммарный износ при достижении критической величины, мкм; N_0 – количество рабочих ходов прессы, для которых определяется удельный износ инструмента.

Из сравнения усредненных величин удельного износа формообразующих элементов специализированных гибочных штампов, изготовленных из различных сталей (рис. 5) следует, что наиболее интенсивно изнашиваются вкладыши матриц, изготовленные из стали У8А – 1,21 мкм на 1000 рабочих ходов прессы. Наименее интенсивно изнашиваются матрицы, изготовленные из стали Х12М и ШХ15 – соответственно 0,8 мкм и 0,93 мкм на 1000 рабочих ходов прессы.

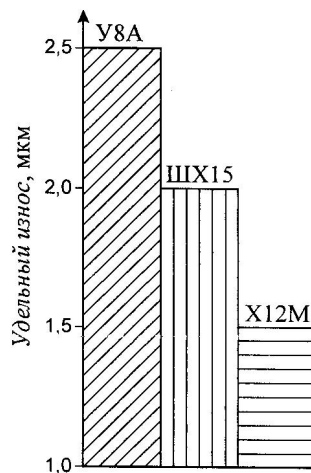


Рис. 5. Диаграмма удельного износа (на 1000 деталей) формообразующих элементов специализированных гибочных штампов, изготовленных из различных сталей

Коэффициент n' принимался равным 100 (из расчета достижения критической величины износа при 35...45 тыс. рабочих ходов прессы).

$\Delta_{\text{изн.}} = 25 \cdot 100 / 1000 = 2,5$ – для стали У8А.

$\Delta_{\text{изн.}} = 15 \cdot 100 / 1000 = 1,5$ – для стали Х12М.

$\Delta_{\text{изн.}} = 20,9 \cdot 100 / 1000 = 2,09$ – для стали ШХ15.

Выводы

1. В предлагаемых конструкциях специализированных переналаживаемых гибочных штампов обеспечение точностных параметров в пределах 9^{го} качества достигается конструктивными особенностями гибочного пуансона, позволяющего осуществлять перегиб полок деталей на расчетный угол устранения пружинения с одновременной их колибровкой.

2. Износ формообразующих элементов приводит к увеличению зазора между элементами, что оказывает существенное влияние на величину пружинения, увеличивая его угол.

3. Из анализа износа формообразующих элементов специализированных переналаживаемых гибочных штампов, изготовленных из стали Х12М следует, что сталь Х12М обладает бесспорными преимуществами в части износостойкости по сравнению с другими материалами.

4. Следует отметить, что в связи с резким подорожанием стали Х12М по сравнению со сталью У8А (в 3,0 – 3,5 раза), при ее применении следует учитывать вопросы экономической целесообразности в зависимости от величины программ выпуска деталей.

Список литературы

1. Вайнтрауб Д.А. Технологические свойства и способы повышения качества и точности штампуемых деталей. – Л.: ЛДНТП, 1976. – с.18-23.
2. Мовшович А.Я. Система универсально-сборных штампов для листовой штамповки. – М.: Машиностроение, 1980. – 177 с.
3. Жолткевич Н.Д., Мовшович А.Я., Горбулин В.П., др. Обратимая технологическая оснастка для ГПС. К.:Техника, 1992. – 215 с.