

УДК 620.172.2

Попов А. В.
Хван А. Д.**ШТАМП ДЛЯ ОСАДКИ ДЛИННОМЕРНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЗАГОТОВКИ**

Повышение стойкости инструментальных сталей является актуальной задачей для машиностроительного производства. В машиностроении широко используются различные технологии упрочнения инструментальных сталей, требующие постоянного развития и совершенствования. В последнее десятилетие наряду с совершенствованием традиционных видов обработки (вытяжка, прокатка, осадка, обжим и др.) разрабатываются и применяются нетрадиционные способы пластического формообразования заготовок с целью придания нужных эксплуатационных свойств инструментам. Успешно применяют термомеханическую обработку (ТМО) инструментальных сталей, механотермическую обработку (МТО), основанную на сочетании пластического деформирования заготовок и их термообработки. К числу перспективных и эффективных технологий относится предварительная механотермическая обработка (ПМТО) инструментальных сталей, при которой пластическая деформация заготовок производится до термической обработки. Эта технология может осуществляться как в холодном, так и в нагретом состоянии. Ее можно успешно использовать для повышения стойкости инструментальной стали, например, широко применяющейся в инструментальной промышленности стали Р6М5. Однако, как показали проведенные нами исследования, предварительная холодная пластическая деформация этой стали не вызывает повышения ее стойкости. Выполненные экспериментальные исследования показали, что ПМТО с предварительным нагревом заготовки от 400 °С до 950 °С дает значительное повышение стойкости исследуемой стали только при температуре 900° С. В связи с этим предлагается МТО с предварительным нагревом заготовки до этой температуры стали Р6М5. Это позволяет улучшить структурное состояние прокатной заготовки, поступающей в производство и тем самым повысить стойкость инструментов.

Однако, для успешного использования ПМТО в промышленности, необходимо иметь соответствующую технологическую оснастку для пластической обработки цилиндрических длинномерных заготовок, из которых изготавливаются множество инструментов (сверла, развертки, концевые фрезы и др.).

Анализ технической литературы показал, что известен штамп для осадки цилиндрических заготовок [1]. Основным недостатком штампа является невозможность реализации в нем процесса осадки заготовки до больших степеней деформации за одну установку без потери устойчивости.

В связи с этим предлагается конструкция штампа, представленная на рис. 1. [2].

Целью работы является разработка штампа для осадки длинномерных цилиндрических заготовок до больших степеней деформации за одну установку.

Штамп содержит цилиндрический корпус 1 с опорой 2, установленную на ней опорную пружину 3, пуансон 4 с кинематически связанной с ним по подвижной посадке цанговую втулку с секциями. Цанговая втулка 9 с секциями А (получают разрезкой по диаметральной плоскости на 4 или 6 равных частей), имеет выпуклые внутренние для контакта с заготовкой 6 рабочие поверхности, а наружная их поверхность выполнена конической с углом конусности α . На верхнюю часть втулки 9 запрессовано кольцо 7 для образования кинематической пары по подвижной посадке с внутренней поверхностью корпуса 1. Обойма 8 установлена по подвижной посадке на цанговой втулке 9, имеет внутреннюю коническую поверхность с углом конусности α для образования соответствующей кинематической пары с секциями А. На цанговой втулке 9 между кольцом 7 и обоймой 8 установлена пружина 5. Для обеспечения возможности продольного перемещения цанговой втулки 9 с обоймой 8 относительно пуансона 4 между выступом последнего и кольцом 7 устанавливается подпорная пружина сжатия 10 (см. рис. 1).

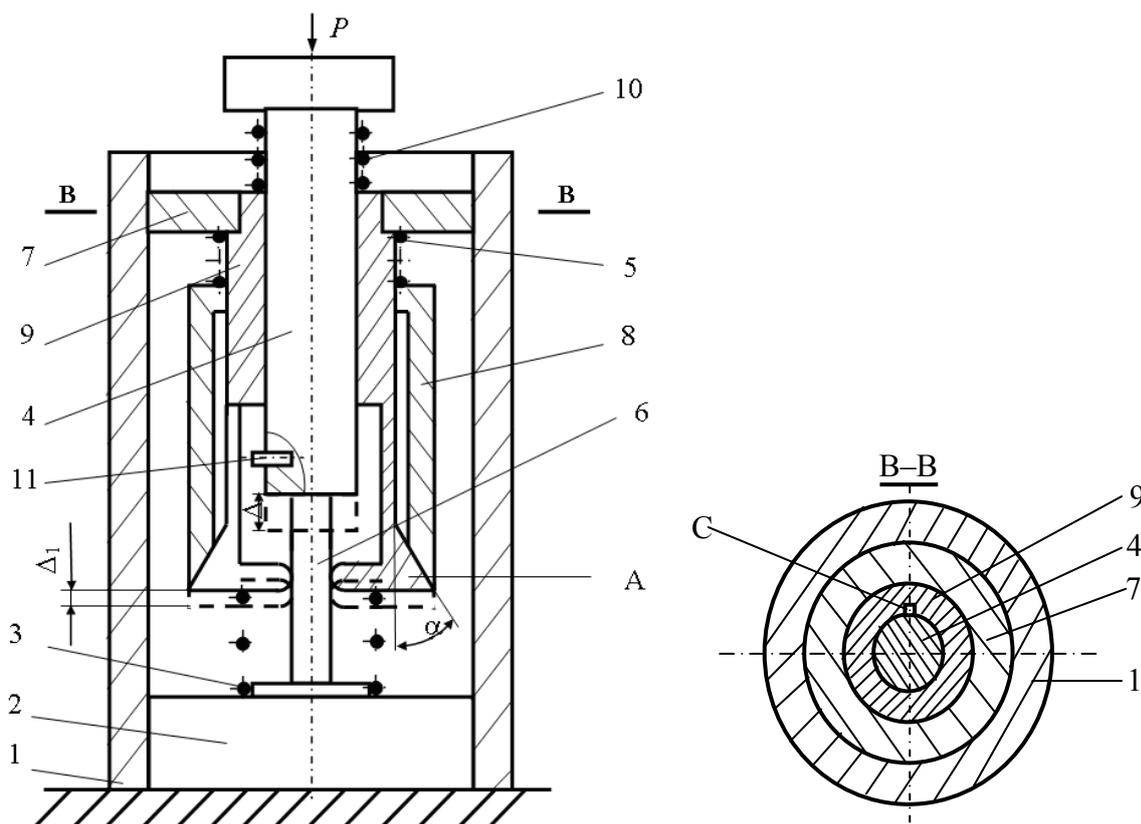


Рис. 1. Штамп для осадки цилиндрических заготовок

Пуансон 4 и цанговая втулка 9 после сборки должны образовать подвижное неразъемное соединение и, в связи с этим, в пуансон 4 в нижней его части запрессован в радиальном направлении штифт 11, а для осуществления их сборки на внутренней поверхности втулки 9 выполнен шпоночный паз С. Сборка пуансона 4 и цанговой втулки 9 производится движением в осевом направлении по отверстию втулки 9 пуансона 4 после установки его штифта в шпоночный паз втулки. После прохождения штифта по всей длине указанного паза производят поворот пуансона 4 относительно втулки 9 на угол 90 градусов, и, тем самым, создается вышеуказанное соединение, необходимое для реализации техпроцесса пластической обработки заготовки в устройстве.

Штамп работает следующим образом. Вначале устанавливают по центру опоры 2 заготовку 6 (с исходной длиной l и диаметром d). После этого пуансон вместе с цанговой втулкой 9 вставляют по кольцу 7 в корпус 1, создавая при этом кинематическую пару по подвижной посадке соответствующих цилиндрических поверхностей до соприкосновения секций А цанги 9 с опорной пружиной 3, служащей для фиксации пуансона с цанговой втулкой в исходном положении относительно заготовки. При этом секции А цанги 9 охватывают боковую поверхность посередине ее длины ($l/2$). Нагружение заготовки 6 производится силой P через пуансон 4 на прессе.

При осадке заготовки на величину деформации Δ (см. рис. 1) пуансон 4 перемещается вниз относительно корпуса 1 на эту же величину. Цанговая втулка благодаря пружине 10, силам трения в точках контакта секций А с заготовкой 6 и сопротивлению опорной пружины 3 должна перемещаться относительно заготовки на величину:

$$\Delta_1 = \Delta/2, \quad (1)$$

и тем самым секции А цанги 9 будут охватывать деформируемую заготовку посередине ее высоты ($l/2$), где l – текущая длина заготовки.

При искривлении заготовки 6 одна из секций А цанги 9, препятствующая изгибу, будет стремиться прогнуться, воздействуя при этом по конической поверхности на обойму 8.

Последняя будет прижиматься внутренней цилиндрической поверхностью к сопрягаемой с ней поверхности цанги 9 с силой, препятствующей свободному искривлению заготовки, и, благодаря возникающим силам трения, будет создаваться эффект заклинивания в соответствующей кинематической паре, необходимый для предотвращения перемещения обоймы 8 относительно цанги 9 вверх.

При осадке заготовки без изгиба ее диаметр будет увеличиваться равномерно по окружности и в связи с этим все секции A в точках контакта будут одновременно перемещаться в радиальном направлении, а обойма 8 благодаря кинематической связи и по конической поверхности цанги 9 будет перемещаться вверх, преодолевая силы сопротивления пружины 5, а сам пуансон 4 с поддерживающим инструментом будет перемещаться вниз относительно корпуса 1, удовлетворяя условию (1). Таким образом, заготовка 6 будет пластически осаживаться до больших степеней деформации без искривления, и тем самым техпроцесс получения заготовки с необходимыми размерами по длине (l) и диаметру (d) будет успешно реализован. Механические характеристики пружин 3,5,10, жесткость на изгиб секций A , а также значение угла конусности α сопрягаемых конических поверхностей цанги 9 и обоймы 8 должны быть такими, чтобы обеспечить выполнение условия (1) при работе предлагаемого штампа.

На основе силового и кинематического анализа взаимодействующих между собой подвижных элементов штампа получено следующее уравнение:

$$c_{10} - c_3 - f \cdot (\beta n c_A + \frac{L \beta c_5 \sin 2\alpha}{\beta \Delta + 2L \operatorname{tg} \alpha}) = 0, \quad (2)$$

где c_i ($i = 3, 5, 10$) – жесткости указанных пружин; $\beta = r_0 / l_0$; r_0, l_0 – исходные соответственно радиус и длина заготовки; n – число секций в цанге; c_A – жесткость секции A цанги на изгиб; f – коэффициент трения в зоне контакта секций цанги на поверхности заготовки; L – расчетная длина секции цанги.

Жесткости пружин 3, 5, 10 можно определять по известной формуле [3]:

$$c_i = \frac{G_i d_i^4}{D_i^3 k_i}, \quad (3)$$

где k_i, D_i, d_i, G_i – соответственно число витков, наружный диаметр, диаметр проволоки и модуль сдвига материала i -й пружины.

При определении жесткости секций цанги c_A нами предложена схема консольной балки, состоящей из конической BC и цилиндрической OB частей соответственно с длиной l_1 и l_2 и осевыми моментами инерции сечения J_1 и J_2 . На этом рисунке указана сила P_c , действующая в точке контакта секции A на поверхности заготовки при увеличении радиуса последней на Δr (рис. 2). В соотношении (2) следует принять равенство $L = l_1 + l_2$.

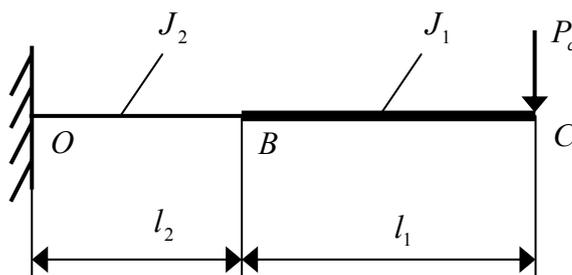


Рис. 2. Схема консольной балки

На основе расчетной схемы изгиба балки [4] получаем соотношение для определения жесткости c_A :

$$c_A = \frac{3EJ_1J_2}{J_1 \cdot (l_1 + l_2)^3 - (J_1 - J_2) \cdot l_1^3}. \quad (4)$$

При проектировочных работах можно задавать основные конструктивные параметры цанги 9 (α , L , c_A), соотношение размеров заготовки 6 (β), а так же коэффициент трения f . Следует отметить, что в процессе деформирования величина осадки заготовки 6 Δ будет изменяться, и в связи с этим для удовлетворения условия (1) необходимо изменять и значения, например c_A , c_5 , c_3 , c_{10} , α , приняв при этом неизменными длину секции A части цанги 9 L и коэффициент трения f .

С целью упрощения выполнения расчетов предлагается принять величину Δ , равной наибольшей абсолютной деформации заготовки 6 в соответствии с технологией обработки последней $\Delta_{\max} = l/2$.

В связи с тем, что в данное уравнение входят одновременно все искомые параметры – c_A , c_5 , c_3 , c_{10} , α , L , то их определяют по следующему алгоритму.

Вначале по заданным размерам обрабатываемой заготовки (r_0 , l_0) проектируют устройство в целом с соответствующими размерами его элементов. При этом по рабочему чертежу цанги 5 определяют с учетом формулы (4) жесткость секции A c_A , угол конусности α , длину L , число секций n . Далее, приняв значение жесткостей двух пружин, например, c_3 , c_5 , определяют по уравнению (2) жесткость третьей пружины c_{10} .

По величине жесткостей пружин на основании выражения (3) устанавливают все параметры пружин.

ВЫВОДЫ

1. Разработанная конструкция штампа может быть использована в производственных условиях в качестве технологической оснастки для реализации высоких технологий в обработке металлов давлением.

2. Основным достоинством данного штампа является возможность реализации процесса осадки длинномерной цилиндрической заготовки до больших степеней деформации за одну установку без потери устойчивости.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. с. № 1020177, В21J 5/08; В21J 13/02 ; опубликовано 30.05.83, Бюл. № 2.
2. Пат. № 2376098 ; опубли. 20.12.2009, Бюл. № 35.
3. Пономарев С. Д. Расчет упругих элементов машин и приборов / С. Д. Пономарев, Л. Е. Андреева. – М. : Машиностроение, 1980. – 326 с.
4. Феодосьев И. И. Сопротивление материалов : учебник для ВУЗов. / И. И. Феодосьев. – 10 изд. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1999. – 592 с.

Попов А. В. – ассистент ВГТУ;

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

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

E-mail: west3000@mail.ru