

РАЗДЕЛ II ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ В МАШИНОСТРОЕНИИ

УДК 621.735.3

Жбанков Я. Г.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТЕРЖНЕВЫХ ДЕТАЛЕЙ ТИПА ЭКСЦЕНТРИКОВ

В машиностроении распространены детали типа эксцентрик – это такие детали как втулки и валы, используемые в различных машинах и механизмах. Наиболее простой способ изготовления деталей такого типа заключается в изготовлении заготовки простой симметричной формы и последующей механической обработке. В данном случае значительная часть металла расходуется на стружку, и деталь будет иметь пониженные механические характеристики, связанные с перерезанными волокнами металла [1]. Более прогрессивным способом является изготовление сначала осесимметричной детали с утолщением, а затем смещение этого утолщения относительно оси стержня, либо П-образная гибка стержневой заготовки [2, 3]. Однако сдвиг не обеспечивает благоприятное расположение волокон в поковке, что не способствует получению качественных изделий. Также недостатком таких способов является невозможность получать поковки с тонким утолщением из-за того, что сдвиг такого утолщения затруднен его смятием.

Таким образом, создание новых способов, направленных на расширение типоразмеров изделий, получаемых ковкой, повышение точности изготовления деталей типа эксцентрик и их качества, является целесообразным.

Известен способ изготовления эксцентрик осадкой цилиндрической заготовки плитой со скосом и последующей правкой заготовки плоскими плитами (рис. 1). Способ осуществляется следующим образом. Заготовка 1 устанавливается в нижнюю плиту с несимметричным скосом 2 и верхнюю плоскую плиту 3, после чего осуществляется осадка заготовки до высоты H_1 . Далее полуфабрикат с сформировавшимся несимметричным фланцем устанавливается в плоские плиты с отверстием и фланец подсаживается до высоты $H_2 \leq H_1$. Данный способ не обладает перечисленными выше недостатками и позволяет получать изделия типа эксцентрик с тонким утолщением.

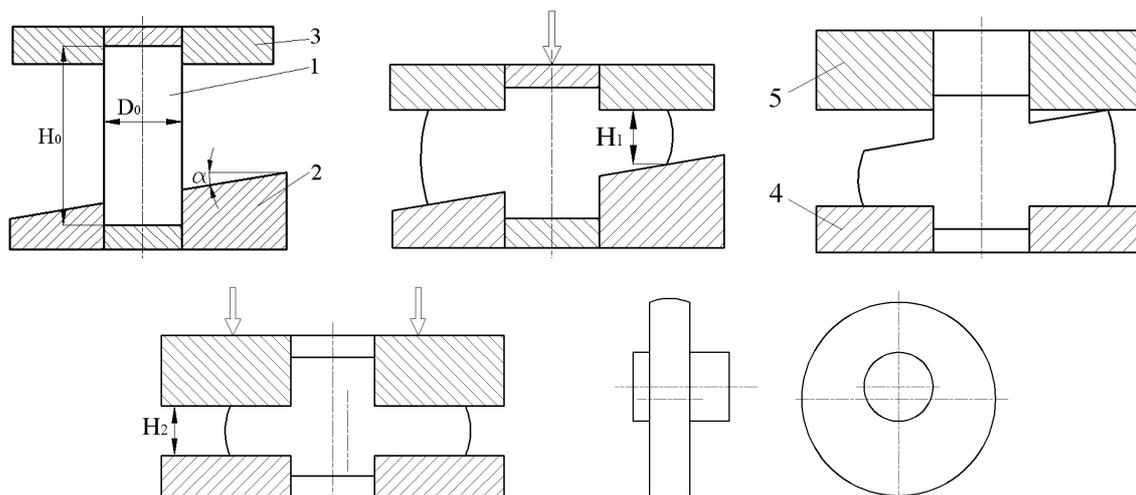


Рис. 1. Переходы изготовления детали типа эксцентрик

Целью данной статьи является исследование деформированного состояния заготовки и параметров формоизменения при изготовлении детали типа эксцентрик осадкой плитой со скосом и последующей правкой заготовки плоской плитой.

Параметрами качества деталей, получаемых пластическим деформированием, может выступать распределение деформации по сечению заготовки в процессе деформирования.

Методом конечных элементов [4] было проведено моделирование процесса изготовления эксцентрика. Исследовалось горячее деформирование (температура начала деформирования 1200 °С) заготовки диаметром 1000 мм из материала сталь 45. В качестве варьируемого параметра выступал угол скоса плиты α , он принимался равным 5, 10 и 15 градусов.

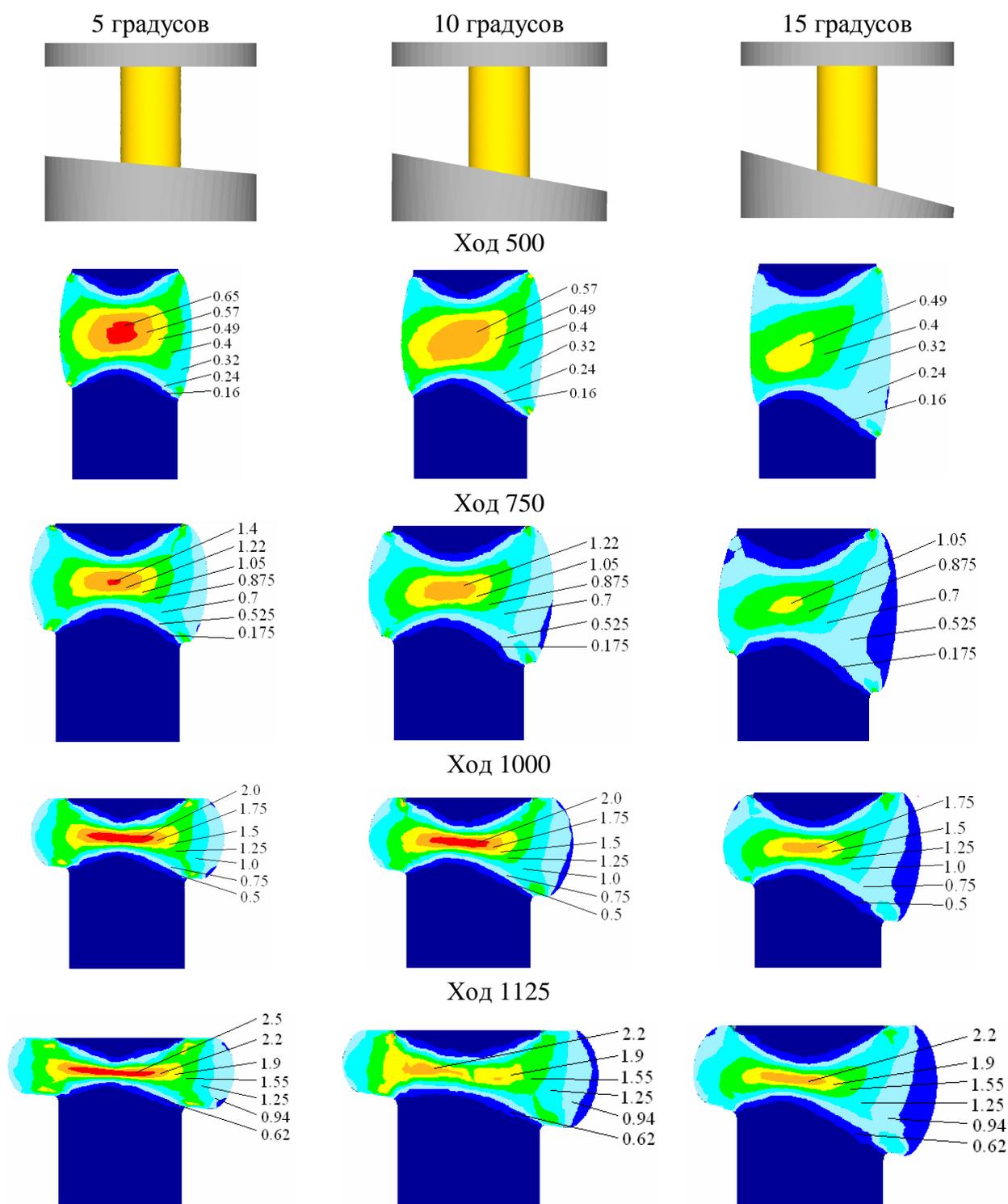


Рис. 2. Поля распределения интенсивности логарифмических деформаций по сечению заготовки в процессе осадки плоской плитой и плитой со скосом

По результатам моделирования получены поля распределения деформаций по сечению заготовки в процессе осадки рис. 2.

Из картин полей распределения деформаций по сечению заготовки при высадке верхней плоской и нижней со скосом плитам (рис. 2) видно, что зона максимальных деформаций сосредоточена в центре заготовки. По ходу высадки максимальные деформации, расположенные в центре заготовки, достигают значения 2,5 единицы, при использовании нижней плиты со скосом, равным 5 градусам, 2,2 единицы при использовании нижней плиты со скосом 10 и 15 градусов. Также видно, что, как и при обычной осадке, в верхней части осаживаемой заготовки образуется зона малых деформаций, что связано с подстыванием металла и влиянием трения между заготовкой и инструментом [5, 6].

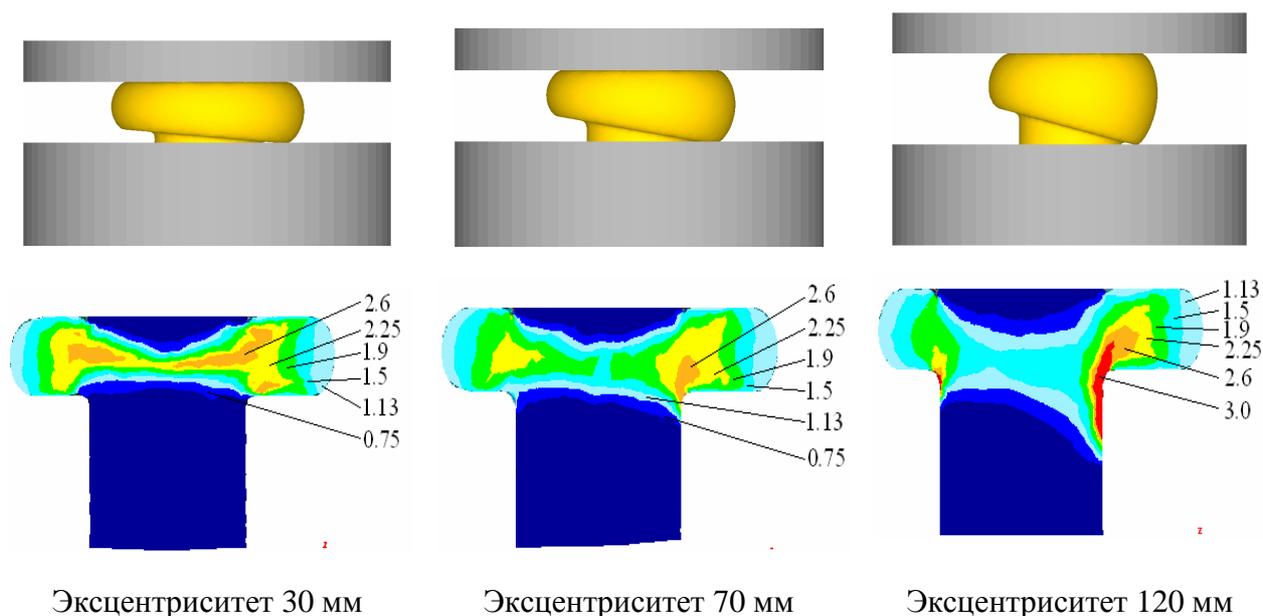


Рис. 3. Поля распределения интенсивности логарифмических деформаций по сечению заготовки в процессе правки плоскими плитами

Также видно, что с увеличением угла скоса нижней плиты неравномерность деформаций в заготовке уменьшается, что связано с уменьшением максимальной величины деформаций в заготовке. Чем больше величина скоса нижней плиты, тем большая часть металла заготовки при высадке течет в сторону, противоположную подъему угла нижней плиты, что, как показала дальнейшая правка заготовок плоскими плитами (рис. 3), способствует получению большего эксцентриситета на получаемых деталях.

Следующей операцией после осадки плоской плитой и плитой со скосом была смоделирована операция правки полученной заготовки плоскими плитами. На рис. 3 показаны поля распределения интенсивности логарифмических деформаций по сечению заготовки.

Анализ полей распределения деформаций показал, что наибольшие деформации, которые достигают 3 единиц, получаются при правке заготовки, полученной осадкой на плите со скосом в 15 градусов. Зона наибольших деформаций здесь сосредоточена в переходной части заготовки от стержня к фланцу. Видно, что наибольшая неравномерность деформаций во фланце также наблюдается в данной заготовке, средняя часть заготовки здесь наименее проработана.

Наименьшая неравномерность деформаций во фланце наблюдается в заготовке, полученной правкой после осадки плитой со скосом 5 градусов. Здесь наибольшие деформации достигают 2,6 единиц. Однако в данной заготовке наблюдается существенная неравномерность

распределения деформаций между фланцем и стержневой частью заготовки, которая практически не деформировалась, что в дальнейшем может привести к разрушениям в данном месте из-за существенной разницы механических свойств в различных частях заготовки.

Анализ формоизменения позволил установить, что наибольший эксцентриситет был достигнут при использовании плиты со скосом 15 градусов и составил 120 мм. Установлено, что с увеличением угла скоса нижней плиты от 5 до 15 градусов эксцентриситет на конечном изделии увеличивается от 30 до 120 мм.

Методом верхней оценки [7, 8] разработана математическая модель осадки заготовки верхней плитой со скосом на нижней плоской плите. Схема процесса и годограф скоростей приведены на рис. 4.

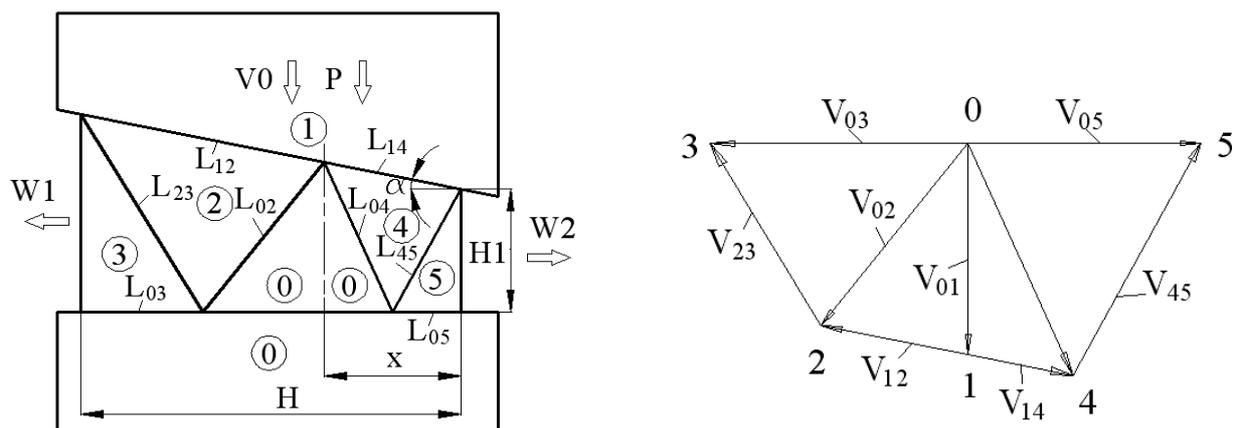


Рис. 4. Схема процесса осадки плитой со скосом и годограф скоростей для нее

Исходя из уравнения энергетического баланса мощностей, формула приведенного давления процесса осадки будет выглядеть следующим образом:

$$\bar{p} = \frac{1}{2 \cdot H \cdot V_0} \cdot \left[L_{02} \cdot V_{02} + L_{23} \cdot V_{23} + L_{04} \cdot V_{04} + L_{14} \cdot V_{14} + \right. \\ \left. + 2 \cdot m_s \cdot (L_{12} \cdot V_{12} + L_{03} \cdot V_{03} + L_{14} \cdot V_{14} + L_{05} \cdot V_{05}) \right]. \quad (1)$$

Проведя математические вычисления, определяем величину приведенного давления. В формуле приведенного давления варьируемым параметром является параметр $\bar{x} = x/H$ (зона раздела течения металла), единственно правильное значение которого определяется, исходя из минимума приведенного давления выдавливания. Значение этого параметра будет определять величины выходящих скоростей $W1$ и $W2$, что определит количество металла, вытекшее в одну и другую сторону от оси симметрии заготовки и, как следствие, в случае высадки утолщения на конце стержня и последующей его правки плоскими плитами – эксцентриситет утолщения и стержня.

Проведен анализ процесса осадки плитой со скосом на основе разработанной методом верхней оценки математической модели. Построены графики зависимости приведенного давления осадки от геометрических параметров процесса и от значений коэффициента трения (рис. 5).

Анализ графических зависимостей, приведенных на рис. 5, позволил установить, что при увеличении угла скоса верхней плиты от 5 до 25 градусов величина \bar{x} уменьшилась от 0,4 до 0,15, что говорит о том, что при высадке или осадке плитой со скосом большей величины металла больше потечет в направлении, противоположном подъему скоса. Таким образом, можно получить изделие с большим эксцентриситетом, что хорошо согласуется с результатами, полученными моделированием методом конечных элементов. Также установлено,

что на величину \bar{x} оказывает влияние и высота осаживаемой заготовки. Так при увеличении высоты заготовки $\bar{H1} = H1/H$ от 0,1 до 0,3 величина \bar{x} увеличилась от 0,3 до 0,4, а при увеличении $\bar{H1}$ от 0,4 до 1,0 величина \bar{x} незначительно уменьшилась от 0,35 до 0,3.

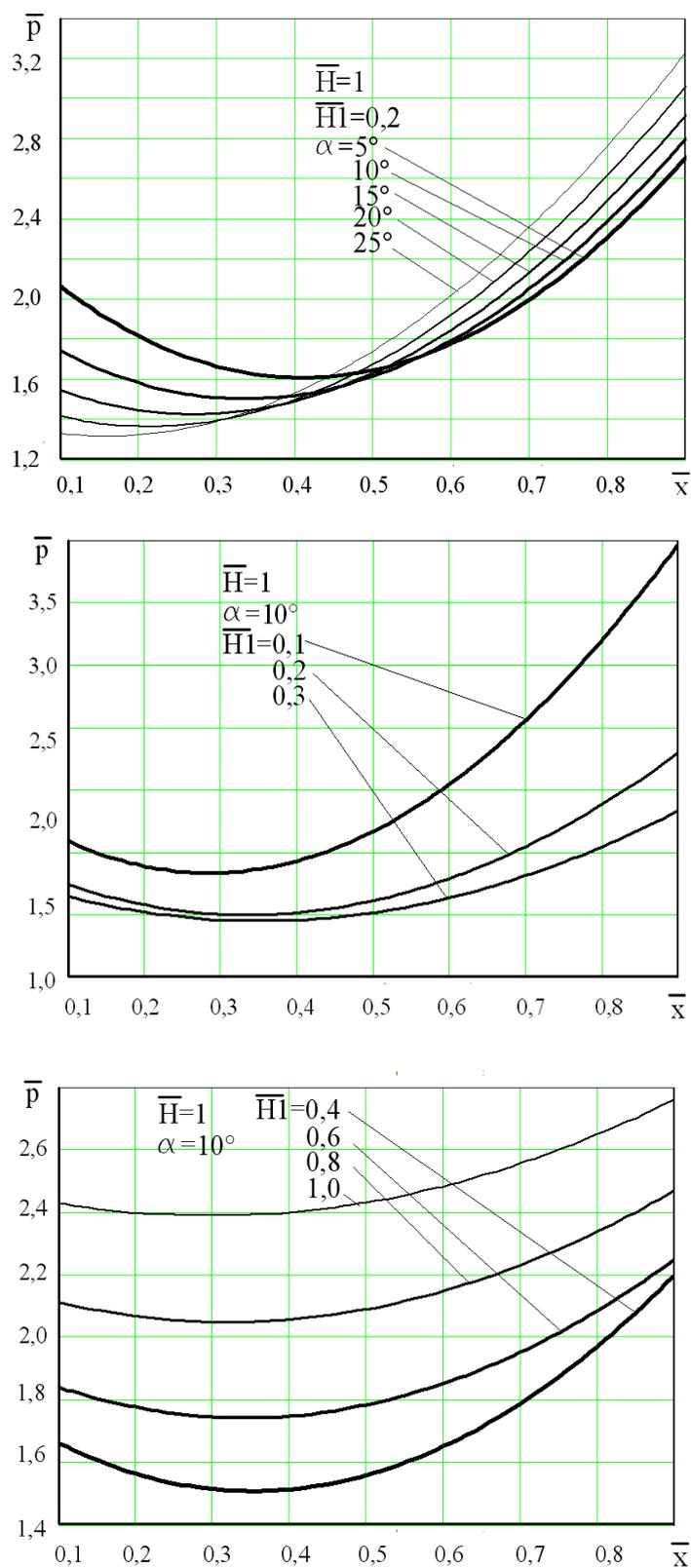


Рис. 5. Графики зависимости приведенного давления осадки плитой со скосом от геометрических параметров процесса

Проведено исследование влияния величины коэффициента трения на величину $\bar{\chi}$, которое показало слабое его влияние. Так при увеличении коэффициента трения от 0,1 до 0,5 величина $\bar{\chi}$ изменилась от 0,55 до 0,57.

ВЫВОДЫ

Установлено, что высадкой плитой со скосом и плоской плитой возможно получать несимметричные утолщения, после правки которых плоскими плитами получают изделия типа эксцентрик, причем эксцентриситет тем выше, чем больше угол наклона скоса плиты, которая используется при высадке.

Методом конечных элементов проведены исследования деформированного состояния заготовок в процессе высадки плитами со скосом. Установлено, что наименьшая неравномерность деформаций во фланце получаемого эксцентрика наблюдается при использовании плит с малым углом скоса, однако здесь наблюдается существенный градиент неравномерности деформаций между фланцевой частью изделия и стержнем, который уменьшается при использовании плит с более высоким значением угла скоса.

Методом верхней оценки разработана математическая модель осадки заготовки плитой со скосом. Проведен анализ процесса такой осадки на основе данной математической модели, который показал, что при осадке верхней плитой со скосом скорости выхода W_1 и W_2 будут иметь различные значения, которые определяются положением зоны раздела течения металла $\bar{\chi}$. На положение данной зоны оказывают влияние геометрические параметры процесса осадки, так при увеличении высоты заготовки $\bar{H}_1 = H_1/H$ от 0,1 до 0,3 величина $\bar{\chi}$ увеличилась от 0,3 до 0,4, а при увеличении \bar{H}_1 от 0,4 до 1,0 величина $\bar{\chi}$ незначительно уменьшилась от 0,35 до 0,3 и увеличении угла скоса верхней плиты от 5 до 25 градусов величина $\bar{\chi}$ уменьшилась от 0,65 до 0,37.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев И. С. Технологические возможности новых способов комбинированного выдавливания / И. С. Алиев // Кузнечно-штамповочное производство. – 1990. – № 2. – С. 7–9.
2. Теория и технологияковки / [Соколов Л. Н., Голубятников Н. К., Ефимов В. Н., Шелаев И. П.] – К. : Вища школа, 1989. – 317 с.
3. Охрименко Я. М. Технология кузнечно-штамповочного производства / Я. М. Охрименко. – М. : Машиностроение, 1972. – 560 с.
4. Иванов К. М. Метод конечных элементов в технологических задачах : учеб. пособие / К. М. Иванов, В. С. Шевченко, Э. Е. Юргенсон. – СПб. : Изд-во ПИМаш, 2000. – 224 с.
5. Добров И. В. Разработка механических моделей деформации симметричной заготовки при осадке плоскими бойками / И. В. Добров // Кузнечно-штамповочное производство. – 2010. – № 2. – С. 34–42.
6. Охрименко Я. М. Неравномерность деформаций при ковке / Я. М. Охрименко, В. А. Тюрин. – М. : Машиностроение, 1969. – 184 с.
7. Евстратов В. А. Теория обработки металлов давлением / В. А. Евстратов. – Харьков : Вища школа : изд-во при Харьк. ун-те, 1981. – 248 с.
8. Сторожев М. В. Теория обработки металлов давлением : учебник для вузов / М. В. Сторожев, Е. А. Попов. – [Изд. 4-е, перераб. и доп.]. – М. : Машиностроение, 1977. – 423 с.

Жбанков Я. Г. – канд. техн. наук, ассистент кафедры ОМД ДГМА.

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

E-mail: omd@dgma.donetsk.ua