

УДК 621.735.3

Алиев И. С.
Жбанков Я. Г.
Таган Л. В.

КОВКА ЭКСЦЕНТРИКОВЫХ ВАЛОВ СМЕЩЕНИЕМ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ОСАДКОЙ В КОЛЬЦАХ

В современных условиях важным является получение изделий с минимальными затратами на их производство, с минимальной материалоемкостью, что обеспечит их низкую себестоимость и как следствие повысит конкурентоспособность продукции предприятия. В связи с этим создание, усовершенствование и исследование способов, позволяющих снизить затраты на производство, является актуальным.

Детали типа эксцентриков используются в различных машинах и механизмах, начиная от кривошипных прессов, дробилок и заканчивая двигателями. В основном – это детали ответственного назначения, к которым предъявляются повышенные требования по прочности и надежности, поэтому такие детали изготавливаются ковкой, которая обеспечивает хорошую проработку металла, «залечивание» внутренних дефектов литой структуры заготовки [1].

Изготавливать такие детали возможно различными способами. Например, известен способ последовательной осадки в плитах со скосом и правки заготовки в плоских кольцах [2]. Этот способ обладает таким достоинством как отсутствие резкого перепада деформаций на границе между утолщением и стержнем эксцентрикового вала, однако существуют некоторые трудности в реализации такого способа из-за возможности перекоса инструмента. Традиционным способомковки деталей этого типа является ковка смещением и последующей обработкой резанием. Наиболее часто используемый способковки включает в себя ковку ступенчатого вала и смещение полученного утолщения (рис. 1) [3, 4].

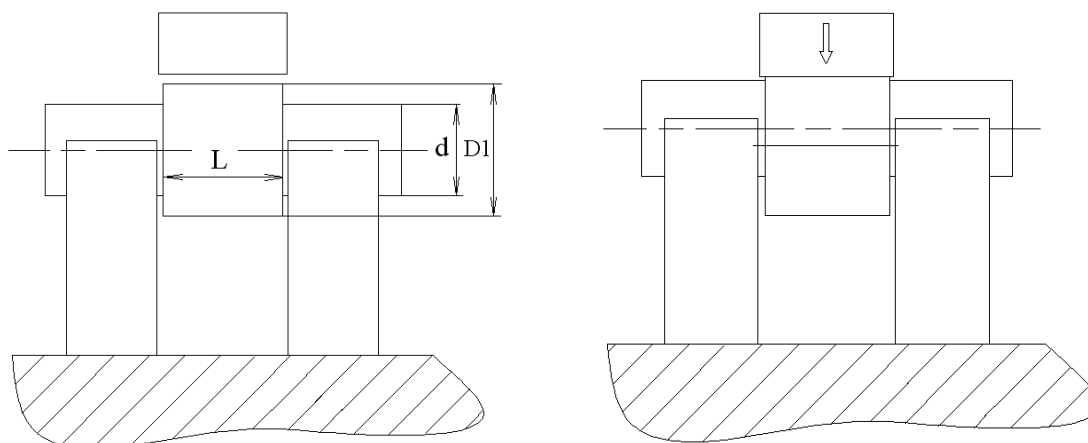


Рис. 1. Ковка эксцентрикового вала смещением утолщения

Данный способ имеет некоторые ограничения по размерам получаемого утолщения, связанные с искажением формы поковки при смещении относительно тонкого утолщения. Если утолщение будет слишком тонким, то вместо смещения оно будет сминаться, что неизбежно приведет к браку. Таким образом изготавливать эксцентрики, с тонким утолщением, используя традиционную технологиюковки, возможно, однако необходимо назначать существенные напуски на длину утолщения вала, что приведет к уменьшению коэффициента использования металла.

Предложен способ, который позволяет изготавливать детали типа эксцентриков с тонким утолщением. Способ включает в себя ковку ступенчатого вала с относительно

большим утолщением и его сдвиг (см. рис. 1) и последующую осадку полученного изделия в подкладных кольцах (рис. 2). Величину утолщения в данном случае, возможно, получить намного меньшую, чем по традиционной технологии.

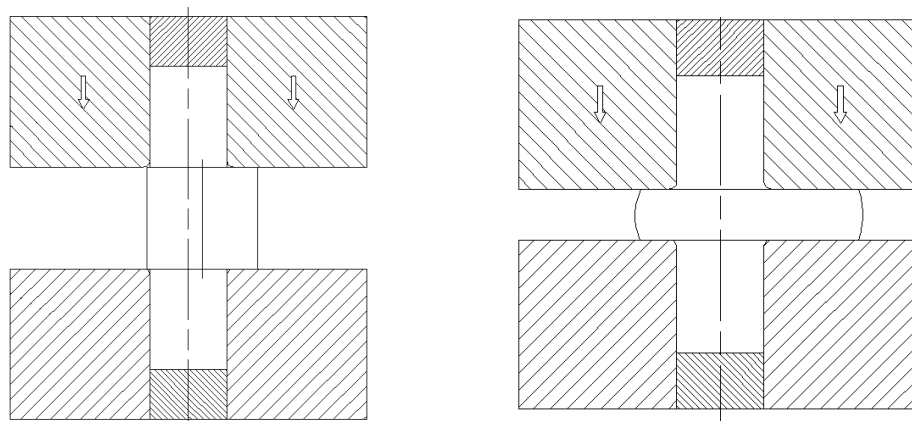


Рис. 2. Осадка в кольцах эксцентрикового вала

Целью данной статьи является исследование деформированного состояния заготовки в процессековки детали типа эксцентрик с использованием операции осадки вала в кольцах.

Методом конечных элементов, который с достаточной достоверностью позволяет моделировать различные процессы ОМД [5], проведено моделирование процессаковки эксцентрикового вала. Моделировались стадии смещения утолщения на ступенчатом валу и осадка его в кольцах. При моделировании задавали материал заготовки сталь 35 (параметры упрочнения в табличной форме), исходная температура заготовки 1200 °С, скорость деформирования 10 мм/с. Использовался закон пластического трения Зибеля, коэффициент трения 0,4.

Проведено моделирование смещения утолщения различной относительной длины (L/d) и установлена взаимосвязь относительного смещения утолщения (отношение полученного эксцентриситета на поковке e к ходу ползуна пресса H) от относительной длины утолщения. Результаты моделирования представлены в виде графика (рис. 3). Установлено, что при смещении утолщения с L/d меньше 1,5 смещаемое утолщение значительно сминается, что затрудняет изготовление эксцентрикового вала.

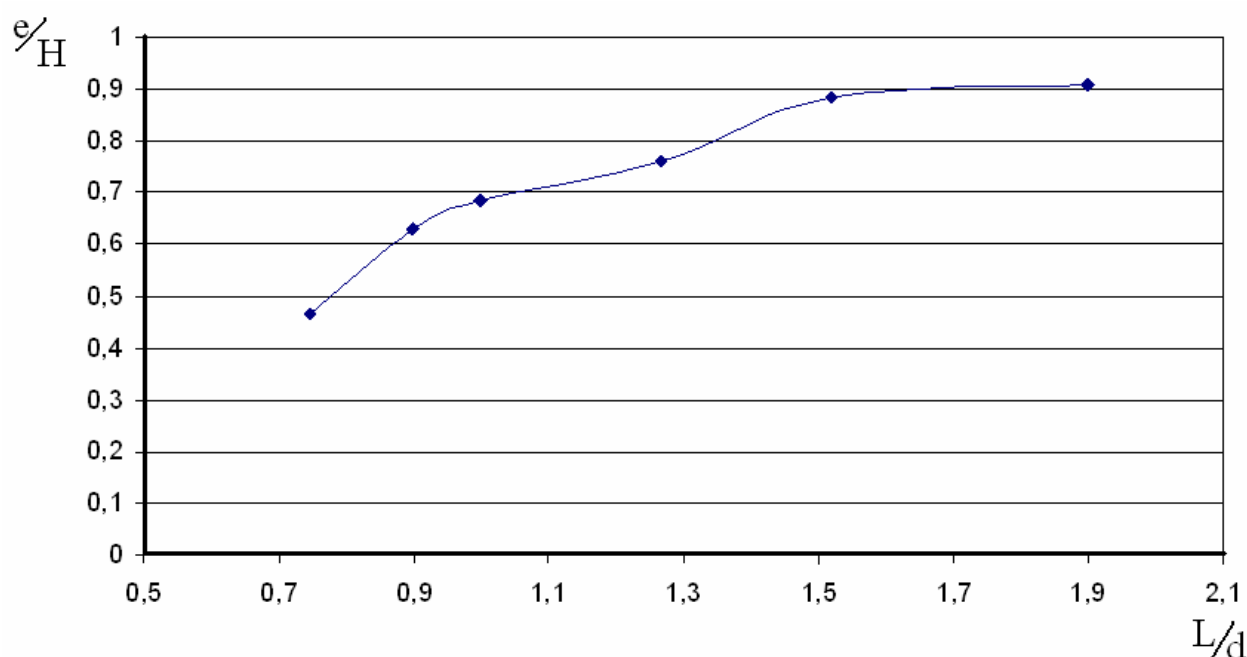


Рис. 3. Зависимость относительного смещения утолщения на поковке от относительной длины утолщения

Это позволяет рекомендовать при изготовлении деталей типа эксцентриков с малой длиной утолщения производить напуск на утолщение на валу до установленной величины.

Проведено моделированиековки эксцентрика из заготовки типа ступенчатого вала с длиной бочки $L = 1000$ мм и диаметром стержневой части заготовки $d = 790$ мм. На рис. 4 представлены картины распределения интенсивности деформаций по ходу смещения утолщения на заготовке.

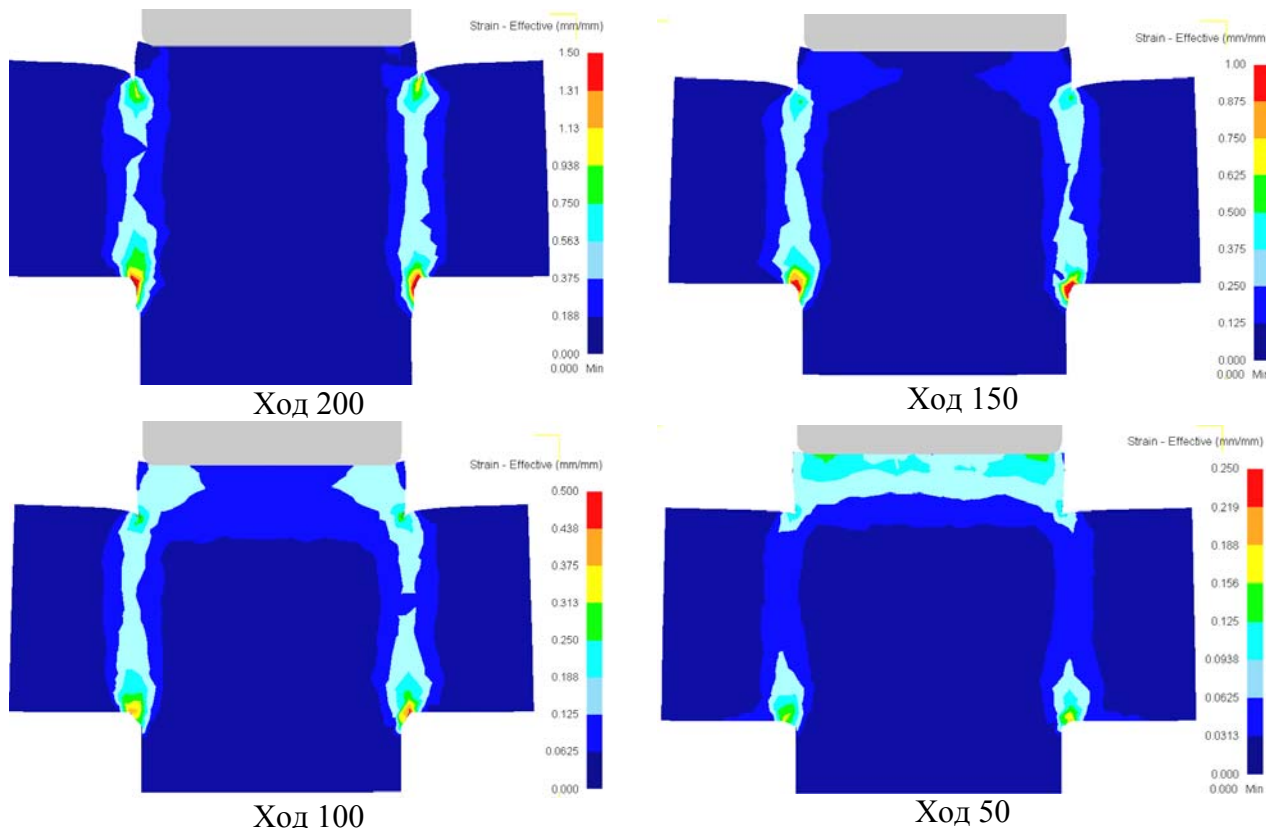


Рис. 4. Поля распределения интенсивности деформаций на заготовке по ходу смещения утолщения на заготовке

Анализ полей распределения деформаций по сечению заготовки позволяет сделать вывод о том, что основные деформации сосредотачиваются в переходной зоне заготовки от утолщения к валу. При увеличении смещения деформации также увеличиваются, при значительном смещении на конечном изделии может наблюдаться большой градиент неравномерности распределения деформаций.

На рис. 5 приведены картины распределения деформаций по сечению заготовки в процессе осадки кольцами на различных стадиях. Из рис. 5 видно, что по ходу осадки в кольцах зона максимальных деформаций перемещается в тело утолщения и градиент неравномерности распределения деформаций уменьшается по сечению заготовки.

Также установлено, что по ходу осадки в кольцах эксцентриситет между утолщением и стержневой частью заготовки изменяется не значительно. Построен график зависимости величины эксцентриситета от хода ползуна прессы при осадке.

Это говорит о том, что необходимую величину эксцентриситета на детали необходимо получать на стадии смещения утолщения (см. рис. 1), а операция осадки в кольцах позволит только лишь уменьшить высоту утолщения и снизить неравномерность распределения деформаций по сечению заготовки.

При моделировании операции смещения утолщения установлено, что на переходной поверхности от утолщения к стержню образуется утяжина (рис. 7, а), которая в дальнейшем при осадке может перерасти в зажим на поковке. С целью предотвращения данного дефекта предложена заготовка с радиусным переходом от утолщения к стержневой ее части.

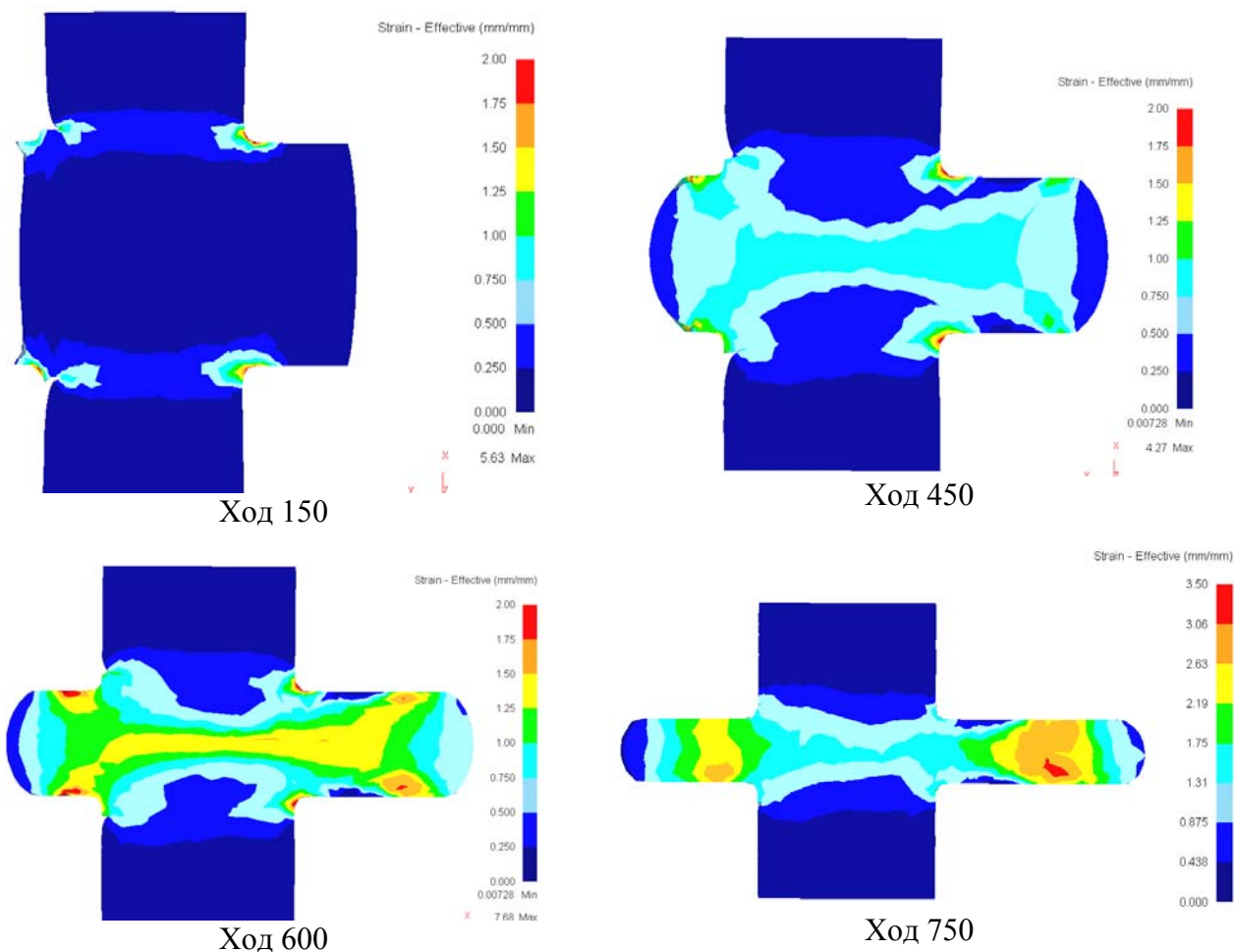


Рис. 5. Поля распределения деформаций по сечению заготовки при осадке ее в кольцах

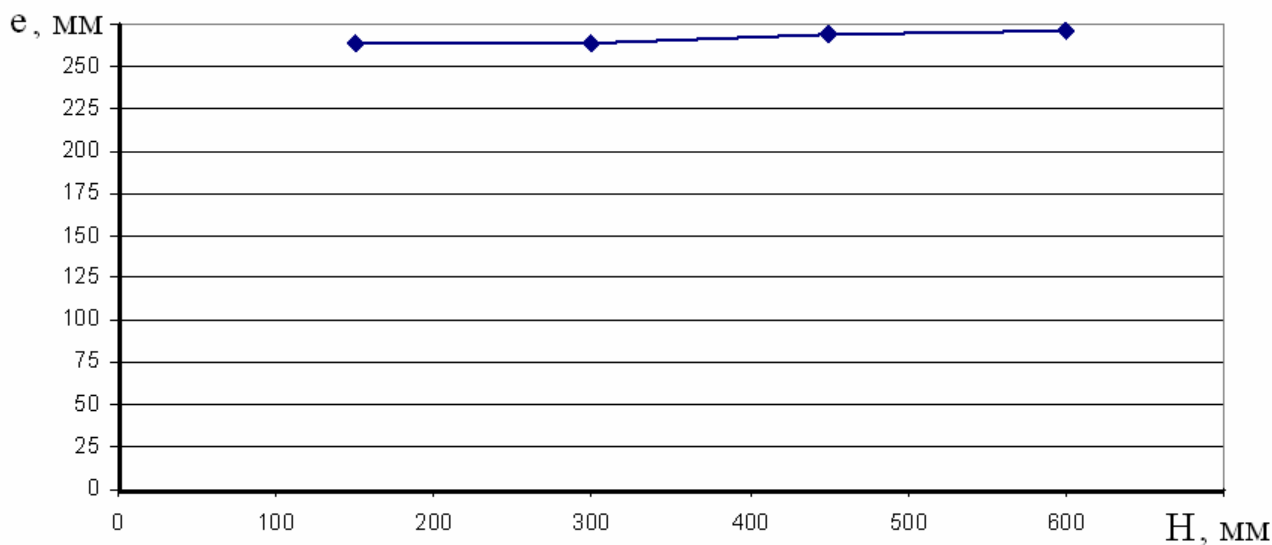


Рис. 6. Зависимость величины эксцентриситета от хода ползуна прессы при осадке в кольцах

Проведено моделирование операции смещения утолщения на заготовках с радиусами переходов 150 и 200 мм, при толщине стержневой части заготовки 790 мм. Результаты моделирования представлены на рис. 8.

Видно, что при использовании заготовок с радиусной кромкой удается избежать утжины.

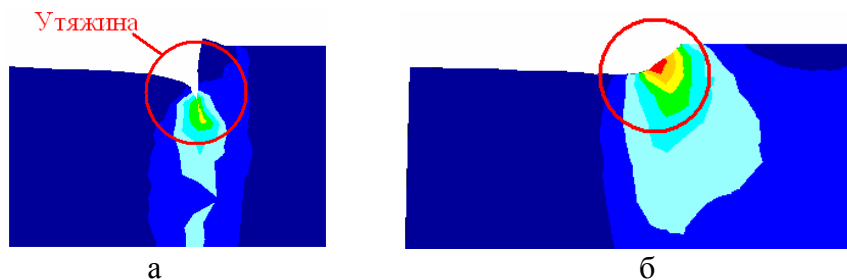


Рис. 7. Смещение утолщений на заготовке:
а – без радиуса скругления между утолщением и стержнем; б – с радиусом 200 мм

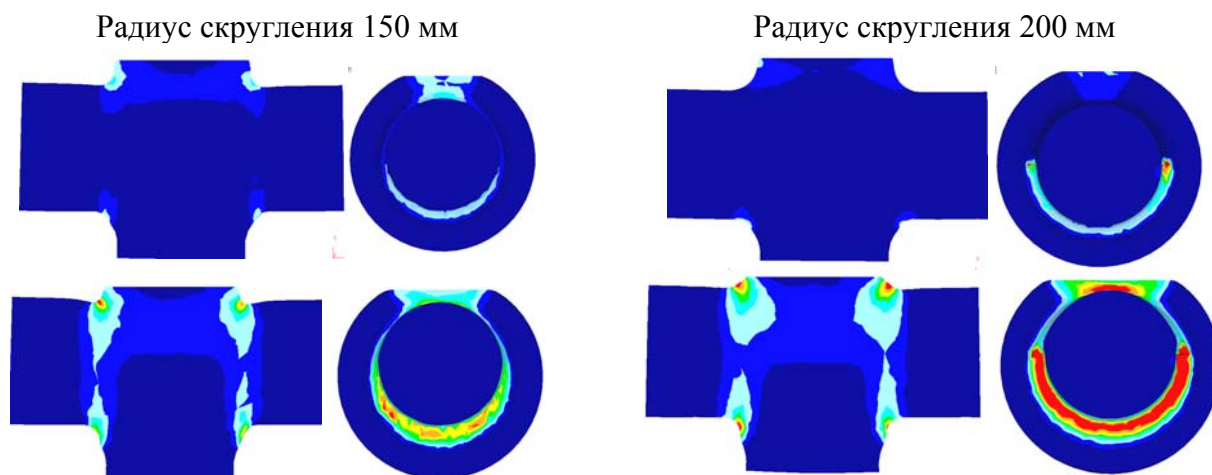


Рис. 8. Картины формоизменения заготовок с различными радиусами скруглений на переходной кромке между утолщением и стержнем при его относительном смещении

Проведено физическое моделирование процесса ковки эксцентрикового вала на свинцовых образцах. Исходная заготовка с размерами $D_1 = 45$ мм, $d = 36$ мм, $L = 55$ мм изготавливалась литьем в специальную форму. Утолщение на заготовке смещалось таким образом, чтобы получить эксцентриситет равный 9 мм, после чего заготовка устанавливалась в кольца и осаживалась. В результате получен эксцентрик с длиной утолщения $L = 20$ мм, диаметром $D_1 = 74$ мм и величиной эксцентриситета $e = 10$ мм. Последовательно процесс ковки эксцентрика представлен на рис. 9.



Рис. 9. Поэтапное деформирование заготовки при ковке эксцентрика:
а – исходная заготовка; б – заготовка после смещения утолщения; в – полученный эксцентрик

Экспериментальное исследование подтверждает возможность получения эксцентриков данным способом. Также подтверждается и полученное теоретически представление о формировании эксцентриситета на заготовке после смещения утолщения и незначительное изменение его в процессе осадки в кольцах.

ВЫВОДЫ

Установлено, что при ковке эксцентриков по традиционной схеме невозможно получать изделия с тонким утолщением из-за его искажения в процессе смещения. На основе теоретических исследований методом конечных элементов установлено, что при смещении утолщения с относительной длиной меньше 1,5 заготовка получит значительные искажения формы, что затруднит получение конечного изделия. Предложен способковки эксцентриков с относительно тонким утолщением, основанный на ковке ступенчатого вала с длинным утолщением, смещением этого утолщения и осадке заготовки в кольцах.

Определено, что при осадке заготовки с эксцентриситетом в кольцах по ходу ее деформирования величина эксцентриситета практически не изменяется, что позволяет рекомендовать получение необходимого эксцентриситета смещением утолщения, а операция осадки служит для уменьшения длины утолщения и уменьшения неравномерности распределения деформаций по сечению заготовки. Определена форма заготовки дляковки эксцентрика. Установлено, что переход от утолщения к стержню заготовки должен быть радиусный с целью предотвращения появления утяжины.

Проведено физическое моделирование процессаковки эксцентрика по предложенному способу. Подтверждаются теоретические представления о формировании эксцентриситета на заготовке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние операции выворота на поковки коническими плитами на распределение деформаций / И. С. Алиев, О. Е. Марков, Я. Г. Жбанков, С. А. Близнюк // *Обработка металлов давлением: сб. науч. трудов. – Краматорск : ДГМА, 2010. – № 3 (24). – С. 64–68.*
2. Жбанков Я. Г. *Технология изготовления стержневых деталей типа эксцентриков / Я. Г. Жбанков // Обработка металлов давлением : сб. науч. трудов. – Краматорск : ДГМА, 2011. – № 2 (27). – С. 66–71.*
3. *Теория и технологияковки / Соколов Л. Н., Голубятников Н. К., Ефимов В. Н., Шелаев И. П. – К. : Выща школа, 1989. – 317 с.*
4. Охрименко Я. М. *Технология кузнечно-штамповочного производства / Я. М. Охрименко. – М. : Машиностроение, 1972. – 560 с.*
5. Иванов К. М. *Метод конечных элементов в технологических задачах : учеб. пособие / К. М. Иванов, В. С. Шевченко, Э. Е. Юргенсон. – СПб. : Изд-во ПИМаши, 2000. – 224 с.*

Алиев И. С. – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой ОМД ДГМА;

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

Таган Л. В. – аспирант ДГМА.

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

E-mail: omd@dgma.donetsk.ua