

**Кухарь В.В.,
Присяжный А.Г.**

ГВУЗ «Приазовский государственный
технический университет»,
г. Мариуполь, Украина
E-mail: kvv_mariupol@mail.ru

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОКОВКИ «РЫМ-БОЛТ»
СПАРЕННОЙ ШТАМПОВКОЙ
С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ
ПРОФИЛИРОВАНИЕМ ЗАГОТОВКИ
ПРОДОЛЬНЫМ ИЗГИБОМ**

УДК 621.73

Показана возможность использования продольного изгиба в качестве экономичного способа профилирования заготовок, обеспечивающего замену пережимных и подкатных ручьев перед штамповкой поковок рым-болтов. Для реализации данного способа безручьевого профилирования заготовок предложена технология спаренной штамповки поковок рым-болтов и разработана компоновка штампового инструмента. Установлено, что профилированный полуфабрикат приобретет требуемую форму при степени осадки заготовки 39 %, при этом центральный угол между сдвоенными поковками рым-болтов составит 54°, что учтено в конструкции штампа. Выполнена опытная штамповка поковок рым-болтов по базовой и новой технологиям на свинцовых физических моделях заготовок, при этом установлено, что предложенное технологическое решение обеспечивает экономию металла на уровне 21,7 %. Сравнение результатов штамповки поковки по двум вариантам выявило повышение технико-экономических показателей новой технологии, а именно: коэффициента расхода металла при резке – на 1,4 %, коэффициента выхода годных поковок – на 21,1 %, коэффициента использования металла поковки по норме расхода – на 27,9 %.

Ключевые слова: технология штамповки, «рым - болт», поковка, профилирование, продольный изгиб, технико-экономические показатели

Введение

Изготовление ответственных поковок рым-болтов осуществляют по различным технологиям, адаптированным к установленному в цехе оборудованию. Несмотря на известные индустриальные стандарты (межгосударственный стандарт ГОСТ 4751 «Рым-болты. Технические условия», европейские стандарты ISO 3266, DIN 580, PN 82472, DIN 444), имеются сведения о различных конструкциях изделий «рым-болт», что определяется условиями их эксплуатации и изготовления. Рым-болты могут быть различными по форме и размерам, их различают по диаметру кольца, размерам резьбовой части, а также по виду крепления между ними, кроме того, регламентируется их твердость [1]. При изготовлении малых и средних партий поковок рым-болтов различных конструкций предварительное профилирование на переходах штамповки не проводят, исключая усложнение инструмента, что часто вызывает нежелательную макроструктуру поковок с перерезыванием волокон и повышение энерго- и материалопотребления.

Анализ известных сведений и публикаций

Деталь «рым-болт» работает на растяжение и срез, в кольцевой части детали при нагрузке возникают напряжения изгиба, резьба детали испытывает напряжения сдвига. При вкручивании детали в такелажное приспособление при помощи рычага, продеваемого в кольцо, она работает на кручение. Для использования изделий в условиях повышенной влажности (в портах, на судах и т.п.) их подвергают оцинковке. Размеры рымов выбирают в зависимости от вида выполняемых такелажных работ, массы транспортируемого груза, схемы закрепления и величины нагрузок [2, 3]. Их грузоподъемность изменяется в широком диапазоне (от 40 кг до 20 т) в зависимости от расположения петли (угла её наклона) по отношению к пальцу приспособления [1, 3]. Учитывая данные требования, поковки рым-болтов изготавливают из углеродистых конструкционных сталей марок 20, 25 или 45 ГОСТ 1050, допускается применение легированных сталей.

Из анализа технической литературы выделим следующие способы производства поковок рым-болтов: ковка-штамповка на молотах, в том числе в подкладных открытых штампах; многоштыльная штамповка в открытых штампах кривошипных горячештампочных прессов (КГШП); штамповка на КГШП в открытых штампах по одной поковке; штамповка на КГШП в закрытых штампах; штамповка по наборным переходам в штампах горизонтально-ковочных машин (ГКМ); штамповка на винтовых фрикционных прессах (ВФП).

Согласно справочнику [4], производство поковок рым-болтов следует осуществлять исключительно ковкой и объемной штамповкой, сварка при изготовлении не допускается. В источнике [5] наоборот, приведены способы производства рым-болтов («eye-bolts») в полевых условиях, включающие кузнечную сварку элементов изделия (рис. 1). Данные способы предназначены для ручнойковки рымов в сельском хозяйстве.

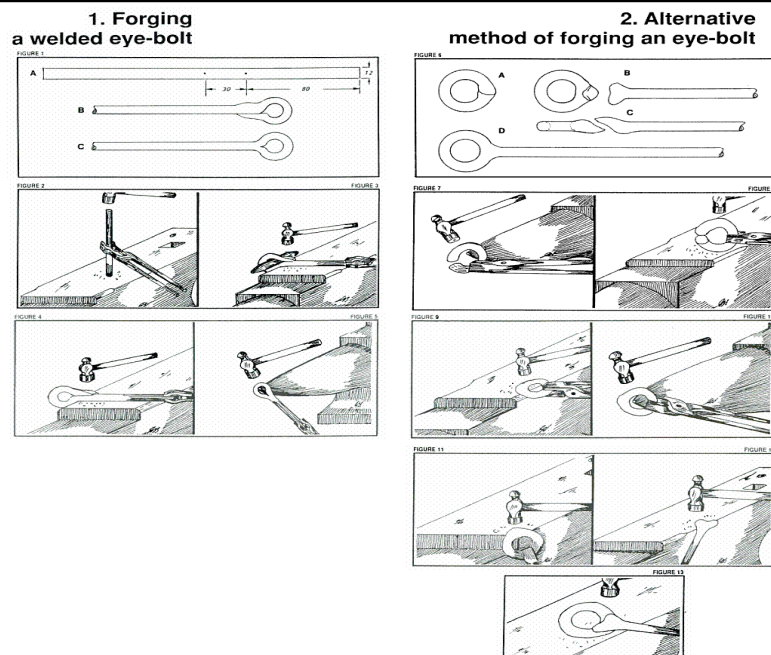


Рис. 1 – Способы ручнойковки рым-болтов в сельском хозяйстве [5]

Изготовление рым-болтов ковкой-штамповкой в подкладных открытых штампах на ковочных молотах (КМ) является наиболее распространенным. Экономически это оправдано в случае серийного или мелкосерийного производства поковок: а) относительно простых форм в одном окончательном ручье (рис. 2) [6, 7]; б) более сложных форм с применением предварительного профилирования или заготовки, изготовленной в заготовительном подкладном штампе (рис. 3) [8].

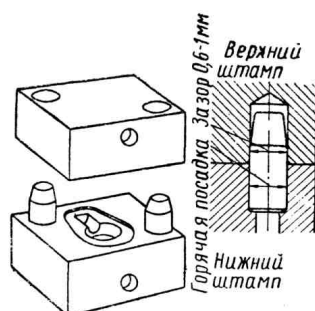
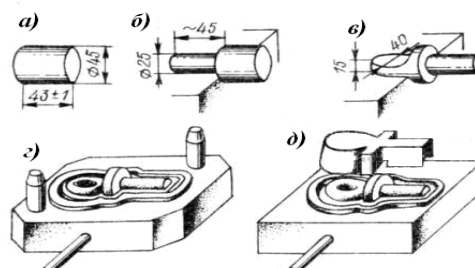


Рис. 2 – Штамповка рым - болта в подкладных штампах КМ [6, 7]

Рис. 3 – Переходыковки-штамповки поковки рыма [8]:
а – исходная заготовка; б – оттяжка стержня;
в – ковка конца заготовки под кольцо рыма;
г – подкладной штамп с отштампованной поковкой;
д – обрезной штамп с поковкой

При многоступенчатой штамповке на штампе размещают от 4 до 10 деталей цепочкой друг за другом. Заготовка по длине задается с расчетом её использования в два приема штамповки, т.е. с поворотом на 180°. На рис. 4 приведена ручьевая вставка для штамповки одновременно в один переход пяти поковок из заготовки диаметром 13 мм, длиной 460 ± 3 мм на прессе номинальной силой 10 МН [6]. С целью использования стандартной вставки на последней расположены две линии фигур с окончательными размерами. После износа фигур первой линии переходят на штамповку поковок во второй линии [6]. Штамповку по одной поковке в открытых штампах КГШП используют при ориентации разработанного технологического процесса на существующее оборудование. При отсутствии профилирования количество облоя получается больше необходимого, также как и в случае многоступенчатой штамповки.

Для сокращения количества отходов металла с обрезью разработана технология штамповки поковок рым-болтов без облоя (рис. 4) в закрытых штампах КГШП [9]. В источнике [9] также проанализированы энергосиловые параметры такого технологического решения. Установлено, что штамповка в закрытых штампах рым-болта возможна из цилиндрической заготовки методом осадки и бокового выдавливания как без резьбы, так и с резьбой.

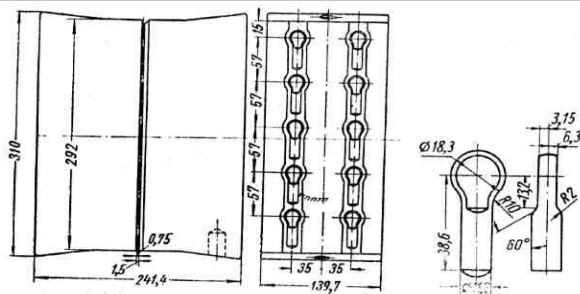


Рис. 4 – Ручьевая вставка для многоручьевой штамповки в один переход и чертеж типовой горячей поковки [6]

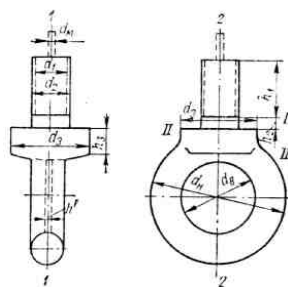


Рис. 5 – Расчетная схема рым-болта [9]

По предложенной А.В. Ребельским классификации поковок (приведена, например, в источниках [6, 7]), изготавливаемых на ВФП, поковки типа «рым-болт» относят к поковкам удлиненной формы с прямой осью (группа I, подгруппа а) (рис. 6). Штамповку таких поковок выполняют за один переход.

Переходы штамповки поковки рым-болта в штампах ГKM приведены на рис. 7 [10]. Здесь происходит набор утолщений в высадочных ручьях, затем формовка, прошивка, а гибка «ушка» (специальная форма изделия) производится движением бокового ползуна ГKM. Сложные и материалоемкие штампы, а также особенности кинематики работы ГKM оправдывают их использование только при крупносерийном и массовом производстве.

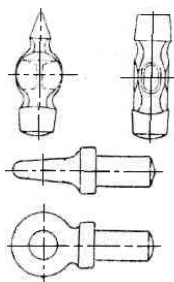


Рис. 6 – Поковки удлиненной формы с прямой осью, штампуемые на ВФП [6, 7]

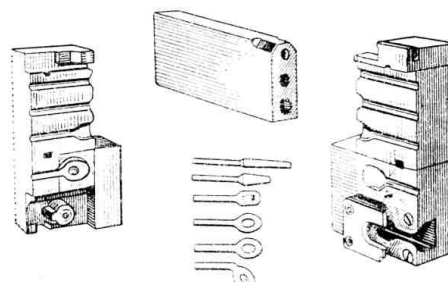


Рис. 7 – Высадочные штампы и технологические переходы при работе на ГKM для рым-болта [10]

Следовательно, для совершенствования технологии изготовления поковок рымов необходимо применение экономных профилирующих операций перед окончательной штамповкой. Данные операции должны быть выполнимы на основном штамповочном оборудовании и не увеличивать энерго- и материалоемкость штампуемых изделий.

Цель работы и постановка задач исследования

Целью работы является разработка технологии штамповки поковки «рым-болт» с предварительным профилированием, выполняемой на основном штамповочном оборудовании, для повышения технико-экономических показателей производимой продукции.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- выбрать экономичный способ получения профилированной заготовки и штамповки поковки рым-болта;
- разработать конструкцию штампового инструмента;
- произвести опытную штамповку поковки рым-болта с использованием новых технологических решений;
- сравнить технико-экономические показатели штамповки поковок по базовой и новой технологии.

Изложение основного материала

Разработку осуществляли относительно поковки рым-болта, штампуемого в подкладных штампах на винтовом фрикционном прессе номинальной силой 6,3 МН. По ГОСТ 7505 определяли: группа стали – М2, класс точности – Т4, масса поковки – $M_{пок} = 0,190$ кг, отношение степени сложности – 0,28, поэтому принимаем С3, конфигурация линии разреза – плоская, тогда исходный индекс – 10.

Построение эпюры диаметров (расчетной заготовки) и эпюры сечений проводили по известным правилам [6, 10], т.е. в каждом характерном i -м сечении поковки находили его площадь $S_{n,i}$ и площадь двухстороннего облоя $2S_{об}$ с учетом заполнения магазина. Тогда площадь эпюры в её i -м сечении: $S_{э,i} = S_{n,i} + 2S_{об}$, а соответствующий диаметр: $d_{э,i} = 1,13\sqrt{S_{э,i}}$. Эпюра диаметров, построенная для поковки «рым-болт» (рис. 8, а), приведена на рис. 8, б. Для построения эпюры сечений выбирали масштабный коэффициент $M = 20$, тогда высота сечений $h_{э,i} = S_{э,i} / M$. Эпюра сечений приведена на рис. 8, в. Эскиз гравюры действующего штампа изображен на рис. 9.

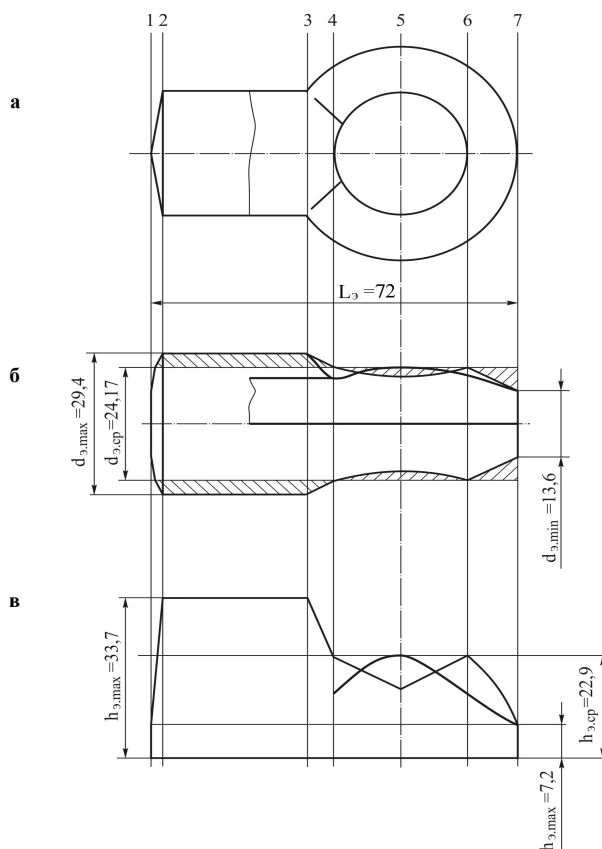


Рис. 8 – Эскиз поковки «рым - болт» (а), эпюра диаметров (б) и эпюра сечений (в)

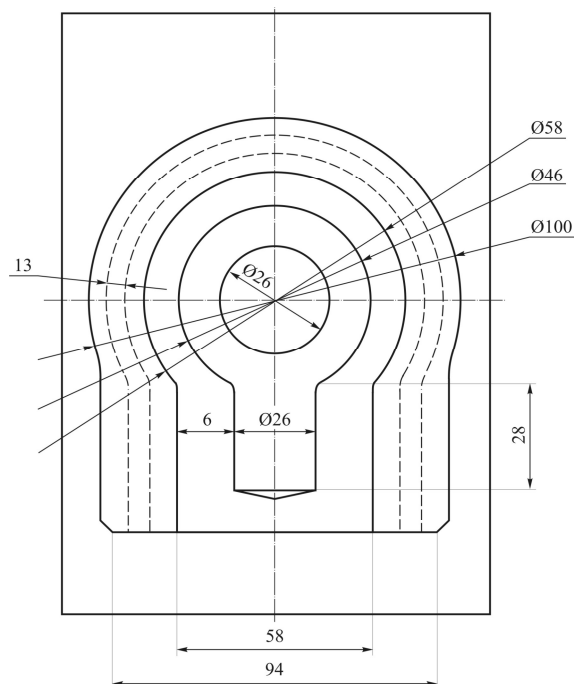


Рис. 9 – Эскиз гравюры штампа для штамповки поковки «рым - болт»

По базовой технологии штамповку ведут из заготовки с диаметром, не меньшим максимального диаметра эпюры: $D_0 \geq D_{э, max}$. Т.е. размеры заготовки: начальный диаметр $D_0 = 30$ мм ($\varnothing 30$ ГОСТ 2590), начальная высота $H_0 = 72$ мм. При порезке заготовок из унифицированной штанги проката длиной 6000 мм коэффициент расхода металла, рассчитанный согласно рекомендациям [6], составляет $K_p = 0,98$. Объем заготовки (без учета угара, при прочих равных условиях, а также с учетом прогнозируемого физического моделирования штамповки на свинцовых заготовках без нагрева): $V_{заг} = 50868$ мм³. Объем эпюры диаметров на одну поковку: $V_э = 32948$ мм³. Масса стальной заготовки (принимая плотность стали $\rho = 7860$ кг/м³): $M_{заг} = 0,4$ кг. Норма расхода металла [6, 11]: $N_p = M_{заг} / K_p = 0,399 / 0,98 = 0,408$ кг. Коэффициент выхода годного поковок [11]: $K_в = M_n / M_{заг} = 0,190 / 0,4 = 0,475$. Коэффициент использования металла поковки по норме расхода [11]: $K_{un} = M_n / N_p = 0,190 / 0,408 = 0,466$. Объем дополнительного металла заготовки: $V_{дон} = V_{заг} - V_э = 50868 - 32948 = 17920$ мм³. Масса дополнительного объема (перерасход металла) заготовки: $M_{дон} = 0,141$ кг. Величины технико - экономических показателей приведены в табл. 1.

Для повышения технико-экономических показателей предложено технологическое решение, включающее предварительное безручьевое профилирование относительно высокой заготовки (на две поковки) продольным изгибом с дальнейшей штамповкой в сдвоенном штампе. В результате продольного

изгиба заготовка изгибается с перераспределением металла, при котором в центральной части происходит набор утолщения. Развертка профилированной заготовки для спаренной штамповки поволоков «рым-болт» наиболее соответствует эпоре диаметров двояной поковки (рис. 10).

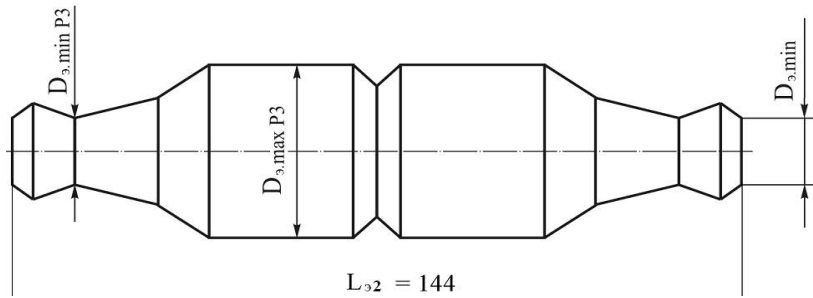


Рис. 10 – Эскиз формы развертки расчетной заготовки для спаренной штамповки двух поволоков «рым - болт»

Длина развертки и объем расчетной заготовки (эпоры диаметров двояной поковки с облоем) для спаренной штамповки: $L_{э2} = 144$ мм и $2V_э = 65896$ мм³. Средняя площадь эпоры: $S_{э, cp} = 2V_э / L_{э2} = 65896/144 = 457,6$ мм². Средний и максимальный диаметры эпоры: $D_{э, cp} = 24,17$ мм и $D_{э, max} = 29,4$ мм. Вычисляли критерии А.В. Ребельского [6] для данной поковки, характеризующие её сложность: $\alpha = 1,22$ и $\beta = 2,97$; тогда, согласно определяющей диаграмме (например, по источнику [6]), производство данной поковки требует применения протяжного (или пережимного) ручья. Коэффициент подкатки [6]: $K_{no} = (D_{э, max} / D_{э, cp})^2 = 1,49$. На прессовом оборудовании, исключая применение подкатных и пережимных ручьев, данный коэффициент подкатки K_{no} получить невозможно. Вычисленные диаметры эпоры и коэффициент подкатки соответствуют базовому случаю штамповки одной поковки из одной заготовки, т.е. подтверждают необходимость профилирования.

Согласно принципам безручьевого профилирования заготовок продольным изгибом, по предложенной технологии отрезанную заготовку осаживают с потерей устойчивости, профилированный полуфабрикат кантуют на бок и укладывают в ручей для штамповки одновременно двух поволоков из одной заготовки. Для расчета отношения

m_0 длины спаренной заготовки на две поволоки (L_0) к диаметру (D_0) и степени условной деформации (ε_y) при продольном изгибе предварительно вычисляли [12]:
$$m_{0,0} = 0,891 \left(1 + \frac{\Delta L}{L_0} \right) \sqrt{\frac{L_0^3}{V_э}}$$

где ΔL – дополнительная компенсационная длина, учитывающая смятие торцов заготовки [12]. В начальном случае принимали $\Delta L = 0$, тогда $m_{0,0}^* = 5,998$, т.е. $m_0 > 5,998$. Выполняя компоновку штампа с расположением двух поволоков под углом φ , из геометрических соотношений установили, что $\varphi \geq 48^\circ$ (рис. 11). Для поведения расчетов предварительно принимали $m_0 = 6,0$. Тогда, согласно результатам источника

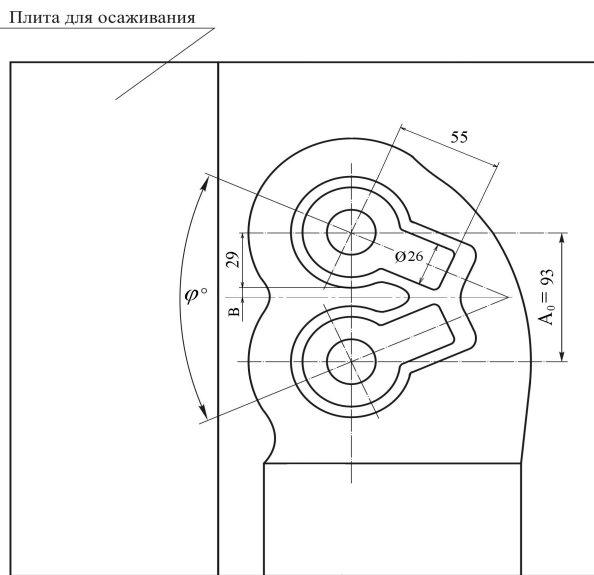


Рис. 11 – Эскиз компоновки штампа для спаренной штамповки поволоков «рым - болт» с профилированием заготовок продольным изгибом

[13], для данного соотношения центральный угол получит требуемое значение $\varphi = 48^\circ$ при $\varepsilon_y = 40\%$.

Макропоказатели формоизменения при заданных технологических параметрах профилирования [12, 13]: $K = D_{э, max} / D_{э, min P3} = 1,126$, $k_1 = D_{э, min P3} / D_0 = 1,041$, $k_2 = D_{э, max} / D_0 = 1,171$. Диаметр заготовки выбирали из условия выполнимости набора металла в месте максимального диаметра $D_{э, max}$. Предварительно: $D_0^* = D_{э, max} / k_2 = 29,4/1,171 = 25,1$ мм. С некоторым запасом принимали $D_0 = 26$ мм

(Ø 26 ГОСТ 2590). В сечениях, соответствующих минимальному диаметру эпуры, набор металла превысит требуемую величину: $D_{э, \min P3} = k_1 \cdot D_0 = 1,041 \cdot 26 = 27,06$ мм. Тогда расчетная минимально достаточная длина исходной заготовки: $L_0 = m_0 \cdot D_0^* = 6 \cdot 25,1 = 150,6$ мм. Расчетный объем эпуры диаметров (расчетной заготовки) на две поковки: $V_{э2} = 79917$ мм³.

При продольном изгибе пластичных заготовок имеет место искажение торцевых участков, что требует увеличения длины заготовки. Величину ΔL вычисляли, согласно результатам источника [12]: $\Delta L = 5,2$ мм. Откуда (по приведенной выше формуле): $m_{0,0} = 0,891 \left(1 + \frac{5,2}{144} \right) \sqrt{\frac{144^3}{79917}} = 5,643$. Окончательно принимали длину заготовки: $L_0 = D_0 \cdot m_{0,0} + \Delta L = 152$ мм. Уточненное отношение $m_0 = 152/26 = 5,85$. Следовательно, соблюдено условие [12]: $(m_0 = 5,85) > (m_{0,0} = 5,643)$. Требуемое укорочение оси заготовки: $\delta = [(152 - 144)/152] \cdot 100\% = 5,3\%$. Уточняли: $\varepsilon_y = 0,39$ (39%). При заданных величинах m_0 и ε_y , центральный угол: $\varphi = 54^\circ > 48^\circ$. Конечная высота, до которой необходимо осадить заготовку при продольном изгибе: $H_k = L_0(1 - \varepsilon_y) = 152(1 - 0,39) = 93$ мм.

Для варианта спаренной штамповки из изогнутой заготовки, компоновка штампа для которого приведена на рис. 11, вычисляли [6]: $K_p = 0,994$. Объем заготовки на две поковки по окончательным размерам: $V_{заг2} = 80660$ мм³, т.е. на одну поковку $V_{заг1} = 40330$ мм³. Масса стальной заготовки: на две поковки $M_{заг2} = 0,634$ кг, на одну поковку $M_{заг1} = 0,317$ кг. Норма расхода: $N_p = 0,317/0,994 = 0,319$, а также $K_g = 0,19/0,317 = 0,599$, $K_{ин} = 0,19/0,319 = 0,596$. Дополнительный (компенсирующий) объем металла: $V_{дон} = V_{заг} - V_{э} = 40330 - 32948 = 7382$ мм³. Масса дополнительного объема (перерасхода металла) заготовки: $M_{дон} = 0,058$ кг.

Результаты сравнения технико-экономических показателей точности для базового и нового варианта штамповки сведены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнение технико - экономических показателей точности штамповки по базовому и новому варианту

Показатель	Базовый процесс	Разработанный процесс	% от базового
K_p	0,98	0,994	101,4
K_g	0,475	0,599	121,1
$K_{ин}$	0,466	0,596	127,9
$M_{заг}$, кг	0,4	0,317	79,3
N_p , кг	0,408	0,319	78,2
$M_{дон}$, кг	0,141	0,058	58,9

Для подтверждения преимуществ усовершенствованной технологии проводили сравнение вариантов штамповки в подкладных штампах по базовому (рис. 12) и по новому (рис. 13) варианту. Для оценки штампуемости «рым-болтов» по усовершенствованной технологии профилированный полуфабрикат (рис. 13, б) помещали в существующий штамп после предварительного распиливания по осевому поперечному сечению (рис. 13, в, г). В обоих случаях гравюру штампа смазывали индустриальным маслом.

При штамповке по базовой технологии наблюдается значительный облой в области кольцевой части «рым-болта». При штамповке из профилированной заготовки количество образовавшегося облоя меньше, чем по базовому варианту (рис. 14). Кроме того, наблюдается более равномерное его распределение по периметру поковки, причем в области перехода стержневой в кольцевую часть облой минимален (рис. 13, е, рис. 14), что связано с особенностями формы полуфабриката.

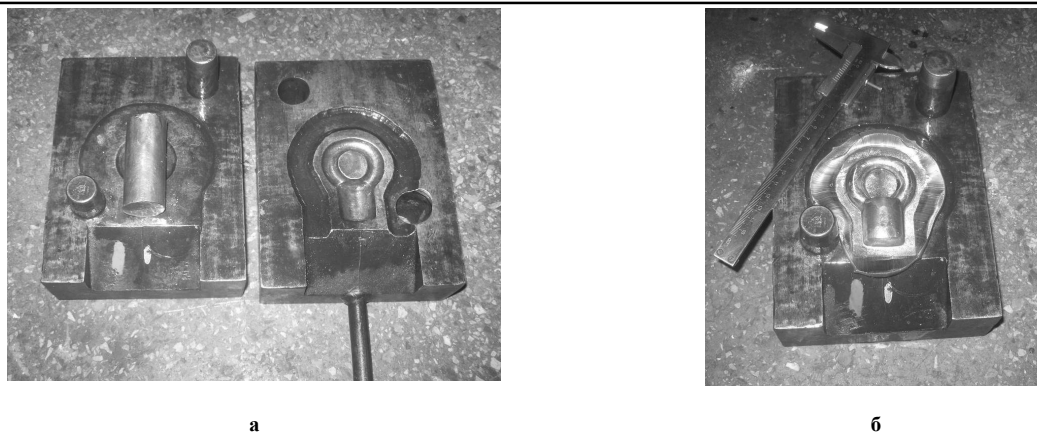


Рис. 12 – Штамповка поковки «рым - болт» по базовой технологии:
 а – заготовка ($\varnothing 30 \times 72$ мм) в штампе;
 б – поковка с облоем в штампе

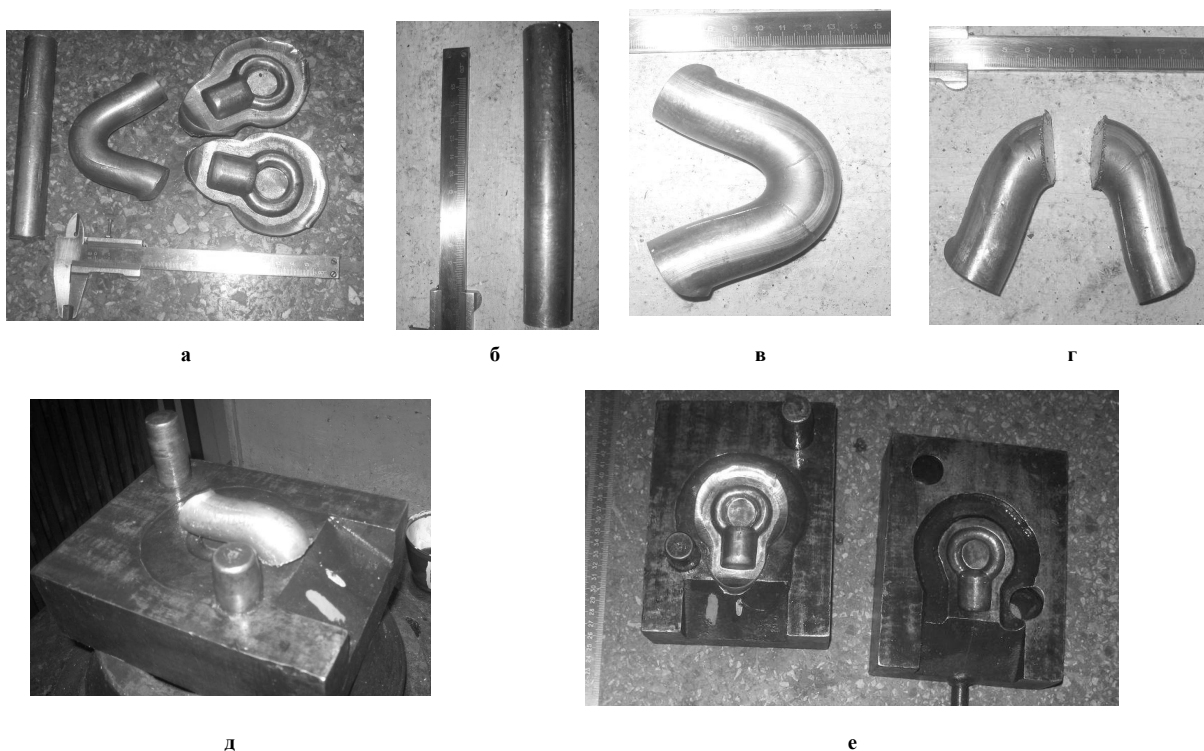


Рис. 13 – Штамповка поковки «рым - болт» по усовершенствованной технологии:
 а – последовательность переходов; б – исходная заготовка на две поковки ($\varnothing 26 \times 152$ мм);
 в – профилированная заготовка; г – заготовка после разделения;
 д – укладка заготовки в штампе; е – отштампованная поковка с облоем на штампе



Рис. 14 – Сравнение поковок с облоем, отштампованных с профилированием заготовки продольным изгибом (слева) и по базовому варианту (справа)

Сравнение объемов и масс заготовок показало, что предлагаемая технология позволяет достичь экономии металла до 21,7 %.

Выводы

1. Выполнено развитие способов безручьевого профилирования, а именно продольного изгиба заготовок, применительно к технологиям штамповки на винтовых фрикционных прессах. Показана возможность использования продольного изгиба в качестве экономичного способа профилирования заготовок, обеспечивающего замену пережимных и подкатных ручьев перед штамповкой поковок рым-болтов, при этом разработана технология спаренной штамповки данных поковок.

2. Для предложенного технологического варианта изготовления поковок рым-болтов разработана компоновка штампа. Установлено, что профилированный полуфабрикат приобретет требуемую форму при степени осадки цилиндрической заготовки до $\varepsilon_y = 39\%$, при этом центральный угол между сдвоенными поковками составит 54° , что учтено в конструкции штампа.

3. Произведена опытная штамповка поковок рым-болтов по базовой и новой технологиям на свинцовых физических моделях заготовок. При этом установлено, что предложенное технологическое решение обеспечивает экономию металла на уровне 21,7 %.

4. Сравнение результатов штамповки поковки «рым-болт» по двум вариантам выявило повышение технико-экономических показателей новой технологии, а именно: коэффициента расхода металла при резке – на 1,4 %, коэффициента выхода годных поковок – на 21,1 %, коэффициента использования металла поковки по норме расхода – на 27,9 %.

Литература

1. Производство рым болтов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: // www.litshtamp.ru/spravochnik/52-detali-mashin-i-mahanizmov/193-rim-bolti
2. Орлов П. И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие в 3-х книгах. Кн. 2. Издание 2-е / П. И. Орлов. – М.: Машиностроение, 1977. – 574 с.
3. Грузоподъемность рым-болтов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: // coroma.ru/stati/gruzopodemnost-rym-boltov.htm
4. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. Издание 4-е, переработанное и дополненное. Книга 1 / В. И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 1974. – 416 с.
5. Stokes J. B. Agricultural engineering in development: intermediate blacksmithing: a training manual / J. B. Stokes. – Rome: Food & Agriculture Org., 1992. – *Agricultural services bulletin*, 88/2. – 61 p.
6. Технологический справочник по ковке и объемной штамповке / В.А. Бабенко, А.Н. Брюханов, М.Ф. Владимиров и др.; Под ред. М.В. Сторожева. – М.: Машгиз, 1959 – 969 с.
7. Головнева М.А. Оборудование и технология горячей штамповки / М.А. Головнева, А.П. Атрошенко. – М. – Л.: Машгиз, 1962. – 368 с.
8. Нагрев заготовок, их ковка и штамповка (Часть 10) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: // http://metallischekiy-portal.ru/articles/obrabotka/shtampovka/tehnol_soxr_metalla_pri_stampovke/nagrev_zagotovok_kovka_shampovka/11
9. Эдуардов М.С. Штамповка в закрытых штампах / М.С. Эдуардов. – Л.: Машиностроение, 1971. – 240 с.
10. Крымский И.И. Горячая штамповка (Технология и оборудование) / И.И. Крымский. – М.: Трудрезервиздат, 1958. – 254 с.
11. Омельченко П. П. Проектування ковальсько-штампувальних цехів / П. П. Омельченко, Б. С. Каргін. – Маріуполь: ПДТУ, 2000. – 178 с.
12. Кухарь В. В. Методика учета смятия торцевых участков заготовок при проектировании технологий на основе продольного изгиба / В. В. Кухарь // *Обработка материалов давлением : сб. науч. тр. / ДГМА. – Краматорск : ДГМА, 2012. – № 4 (33). – С. 91–94.*
13. Кухарь В. В. Формоизменение при профилировании продольным изгибом заготовок с различной формой поперечного сечения / В. В. Кухарь // *Вісник національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія «Машинобудування». – № 60. – С. 169 - 173.*

Поступила в редакцію 30.07.2015

Kukhar V.V., Prisyazhnyi A.G. Improved of manufacturing process of "eye-bolt" forgings by twin die-forging with prior profiling of billets by buckling.

The possibility of using the buckling as economical method of billets profiling for provide of replacement of pinch and pre-rolled impressions before die-forging of eye-bolt forgings is shown. To implement of this method of without dies profiling of billets the technology of twin die-forging of eye-bolt forgings is proposed and of die-tool layout is designed. It is found that the semi-finished product acquires the desired profiled shape at degree of upsetting of work-piece is 39 %, while the central angle between the twin forgings of eye-bolts be a 54°, that considered in the design of the die-tool. The experienced die-forging technique of eye-bolts forgings by the basic and new technology were executed on lead physical models of billets, at has been found that the proposed technological solution is provided the saves of metal at 21,7 %. The comparison of results of die-forging of forgings in two variants revealed increasing of indexes of technical and economic performance of the new technology, namely, the coefficient of flow rate of metal while cutting – by 1,4 %, the coefficient of yield forgings – by 21,1 %, the utilization coefficient of metal forgings for application rate – 27,9 %.

Key words: technology of die-forging, eye-bolt, forgings, profiling, buckling (longitudinal bending), technical and economy indexes.

References

1. Proizvodstvo rym boltov, Url: // www.litshtamp-po.ru/spravochnik/52-detali-mashin-i-mahanizmov/193-rim-bolti
2. Orlov P.I. Osnovy konstruirovaniya, Spravochno-metodicheskoe posobie, V 3-kh knigakh, Kn. 2, Izdanie 2-e, M., Mashinostroenie, 1977, 574 p.
3. Gruzopodemnost rym boltov, Url: // coroma.ru/stati/gruzopodemnost-rym-boltov.htm
4. Anurev V.I. Spravochnik konstruktora mashinostroitelya, Izdanie 4-e, Pererabotannoe i dopolnennoe, Kniga 1, M., Mashinostroenie, 1974, 416 p.
5. Stokes J.B. Agricultural engineering in development: intermediate blacksmithing: a training manual, Rome, Food & Agriculture Org., 1992, Agricultural services bulletin, 88/2, 61 p.
6. Babenko V.A., Bryukhanov A.N., Vladimirov M.F. i dr. Tekhnologicheskij spravochnik po kovke i obemnoj shtampovke, Pod red. M.V. Storozheva, M., Mashgiz, 1959, 969 p.
7. Golovneva M.A., Atroshenko A.P. Oborudovanie i tekhnologiya goryachej shtampovki, M., Mashgiz, 1962, 368 p.
8. Nagrev zagotovok ikh kovka i shtampovka (Chast 10), Url: // http://metallcheckiy-portal.ru/articles/obrabotka/shtampovka/texnol_soxr_metalla_pri_shtampovke/nagrev_zagotovok_kovka_shtampovka/11
9. Eduardov M.S. Shtampovka v zakrytykh shtampakh, Mashinostroenie, 1971, 240 p.
10. Krymskij I.I. Goryachaya shtampovka tekhnologiya i oborudovanie, M., Trudrezervizdat, 1958, 254 p.
11. Omelchenko P.P., Kargin B.S. Proektuvannya kovalsko-shtampuvalnikh tsekhiv, Mariupol, PDTU, 2000, 178 p.
12. Kukhar V.V. Metodika ucheta smyatiya tortsevykh uchastkov zagotovok pri proektirovanii tekhnologij na osnove prodolnogo izgiba, Obrabotka materialov davleniem, Sb. nauch. tr., Kramatorsk, DGMA, 2012, N 4 (33), pp. 91-94.
13. Kukhar V.V. Formoizmenenie pri profilirovanii prodolnym izgibom zagotovok s razlichnoj formoj poperechnogo secheniya, Visnik Natsionalnogo Tekhnichnogo Universitetu Ukrainy 'Kievskij politekhnichnij institut', Seriya "Mashinobuduvannya", N 60, pp. 169-173.