

техн. наук : 05.03.05 / Стеблюк Владимир Иванович. – Киев, 1998. – 312 с. 4. Ершёв В. И. Интенсификация формоизменяющих операций листовой штамповки / В. И. Ершёв. – М.: Высшая школа, 1989. – 87 с. 5. Ткачев Р. О. Усилие деформирования при обжиме концов трубчатых заготовок с дифференцированным нагревом / Р. О. Ткачев, А. Д. Кирицев, Б. С. Каргин // Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні: Зб. наук. пр. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля. – С. 22–31. 6. Брюханов А. Н. Ковка и объемная штамповка / А. Н. Брюханов. – М.: Машиностроение, 1975. – 408 с. 7. Коньков А. С. Кузнечное производство / А. С. Коньков. – М.: Машиностроение, 1966. – 384 с. 8. Грешнов В. И. Дифференциальное деформирование при штамповке заготовок удлиненной формы / В. И. Грешнов // Кузнечно–штамповочное пр–во. – 1994. – № 10. – С. 14–17. 9. Кухар В. В. Розробка рекомендацій до використання диференційованого нагрівання при одержанні профільованої заготовки осаджуванням із втратою стійкості / В. В. Кухар, К. К. Діамантопуло // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском у металургії і машинобудуванні: Зб. наук. пр. – Краматорськ, 2001. – С. 321–326. 10. Спосіб одержання профільованої заготовки: пат. 43614 А Україна, МПК 7 B21K1/08 / В. В. Кухар, К. К. Діамантопуло, В. І. Мазан. – № 2001042391; заявл. 10.04.2001; опубл. 17.12.2001, Бюл. № 11. – 14 с. 11. Гринкевич В. А. Разработка концепции бесштампового профилирования заготовок на прессах с повышением точности формоизменения на окончательных операциях // В. А. Гринкевич, В. В. Кухарь, К. К. Діамантопуло. – Вестник Национального технического университета «ХПИ». Сб. научн. тр. Темат. вып.: Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2009. – №32. – С.26-32. 12. Діамантопуло К. К. Математичне моделювання зміни температурного поля заготовки при охолодженні після нерівномірного нагрівання / К. К. Діамантопуло, Л. І. Хііш, В. В. Кухар, І. В. Дмитренко // Наукові вісті: Сучасні проблеми металургії. Т. 5. Пластична деформація металів. – Дніпропетровськ: Системні технології. – 2002. – С.175-179. 13. Кухарь В. В. Моделирование температурного поля неравномерно нагретой по длине заготовки при её остывании на штампе / В. В. Кухарь, О. А. Лаврентик, В. А. Бурко, М. В. Крестников // Вісник Приазовського державного технічного університету: Зб. наук. праць / ПДТУ. – Маріуполь, 2007. – Вип. 17. – С. 125–129. 14. Слухоцкий А. Е. Индукторы для индукционного нагрева / А. Е. Слухоцкий, С. Е. Рыскин. – Л.: Энергия, 1974. – 264 с. 15. Безручко И. И. Индукционный нагрев для объёмной штамповки / И. И. Безручко – Л.: Машиностроение, 1987. – 126 с. 16. Общемашиностроительные нормы времени на горячую объёмную штамповку. – М.: НИИ труда, 1983. – 104 с.

*Поступила в редколлегию 11.04.2010*

## **УДК 621. 73**

**С.Б. КАРГИН**, аспирант, ПГТУ, г. Мариуполь

**Б.С. КАРГИН**, канд. техн. наук, проф., ПГТУ, г. Мариуполь

**В.В. КУХАРЬ**, канд. техн. наук, доц., ПГТУ, г. Мариуполь

**О.Е. МАРКОВ**, канд. техн. наук, доц., ДГМА, г. Краматорск

**Р.И. ТИХОНЕНКО**, магистр, ПГТУ, г. Мариуполь

### **РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПРОФИЛИРОВАННЫХ БОЙКОВ И ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ КОВКИ ТРЁХЛЕПЕСТКОВОЙ И ЧЕТЫРЁХЛЕПЕСТКОВОЙ ЗАГОТОВКИ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ПРОТЯЖКИ**

Представлені результати досліджень по розробці конструкції профільованих бойків для кування трипелюсткових і чотиріпелюсткових заготовок із звичайних зливків. Показані переваги кованих заготовок в порівнянні з литими. Встановлені величини обтискань і подач, які є необхідними для одержання кованих заготовок потрібної профільованої форми.

Ключові слова: кування, зливки, поковка, заготовка, профільований бойок, обтискання, подача

The results of researches in working out of construction of the profiled anvils for forging of three-lobe and four-lobe billets from ordinary castled bars are presented. Advantages of the forged billets as compared to cast are shown. The sizes of wringing out and serves for receiving of billets with necessary profiled shape are determinate.

Key words: forging, bar, поковка, purveyance, profiled firing-pin, wringing out, serve

## 1. Введение

Высокие требования, предъявляемые к качеству крупных поковок, обуславливают необходимость применения дополнительных технологических приёмов, устраняющих основные недостатки кузнечных слитков. В работе [1], рассматриваются инновационные технологииковки с применением макросдвигов. Отмечается, что возможно регулирование пластических потоков за счёт изменения соотношения площадей свободных и контактных поверхностей, а также за счёт изменения конфигурации свободных поверхностей заготовки, влияющих на сопротивление вытеснению металла в зоны свободного истечения. В частности, обоснована возможность формирования заданной формы промежуточной заготовки под последующую ковку ответственных поковок с уменьшением величины суммарного укова. Предельным случаем этого решения авторы считают создание кузнечного слитка специальной формы, обеспечивающей сосредоточенные деформации в заданных зонах, начиная с первых этаповковки.

## 2. Постановка проблемы

Известны способы оптимизации формы стального слитка [2] с целью обеспечения сосредоточенной деформации в центральной зоне. Например, трёхлепестковый девятигранный кузнечный слиток, форма поперечного сечения которого, как считают авторы [3], позволяет повысить гидростатическое давление при всех вариантах его последующейковки. Подтверждают это мнение и результаты работы [4], в которой, в целях повышения эффективности технологииковки, были разработаны типы слитков, специализированные под производство определённых поковок. Применение трёхлепесткового слитка массой 7 т, позволило исключить брак валков холодной прокатки, увеличить (до 40 %) местные деформации в осевой зонековки при укове всего  $y=1,5$ . Однако, имеются исследования [5], в результате которых авторы предупреждают, что если слитки с трёхлепестковой (трефообразной) формой поперечного сечения планируется использовать для получения поковок с малыми уковами ( $y \approx 2$ ), предназначенных для производства изделий ответственного назначения, то следует проявлять определённую осторожность в связи с возможной неоднородностью распределения степени деформации по сечениюковки. Кроме того, внедрение трёхлепестковых слитков затруднено в связи с необходимостью изготовления изложниц специальной формы, что связано с дополнительными затратами и трудоёмкостью.

Целью настоящей работы были исследования в области разработки конструкций бойков и технологии получения ковкой трёх- и четырёхлепестковых заготовок.

На рис. 1 представлена конструкция профилированных комбинированных бойков для получения трёхлепестковой заготовки ковкой. При этом верхний плоский боёк 1 имеет неподвижно закреплённую на нём вставку 2, выполненную в виде выпуклости. Нижний вырезной боёк 3 (угол выреза  $\phi$  принят  $120^\circ$ ) имеет две неподвижные вставки 4, также выполненные в виде выпуклостей.

Предложенная конструкция работает следующим образом. При рабочем ходе пресса во время возникновения технологического усилия, сила деформации передаётся на верхний 1 и нижний 3 бойки (см. рис. 1), вследствие чего они деформируют заготовку 5 путём внедрения в неё выпуклых поверхностей рабочих вставок 2 и 4.

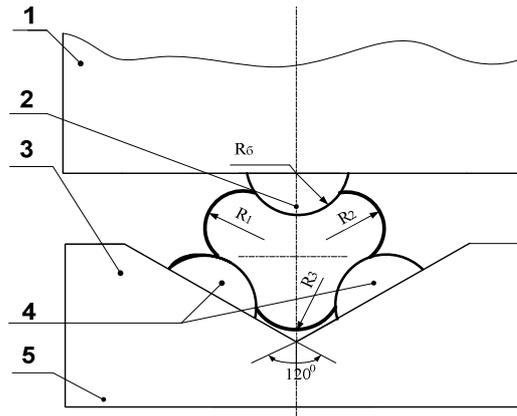


Рис.1. Обжатие заготовки комбинированными профилированными бойками

1 - боёк верхний плоский; 2 - вставка выпуклая верхняя; 3 - боёк вырезной нижний; 4 - две выпуклые вставки; 5 - заготовка

После начала деформации происходит локальное выпучивание материала заготовки вверх и в стороны вблизи зон контакта заготовки с выпуклыми профилями рабочих вставок, находящимися на верхнем и нижнем бойках. Выпучивание происходит в обе боковые стороны заготовки в равной степени. При этом образуются два верхних выпуклых лепестка заготовки. По направлению действующей силы пресса металл течёт в сторону нижнего вырезного бойка (выдавливается) и образует при этом третий выпуклый лепесток.

Эксперименты проводили на свинце и стали. Исходная заготовка, физически моделирующая обычный кузнечный слиток, была выбрана диаметром  $d_0=30$  мм и длиной  $l_0=30$  мм; использовали относительную подачу  $\psi = l_0/d_0=1,0$ . Обжатие производили по всей длине одновременно до получения трёхлепестковой заготовки правильной формы ( $R_1=R_2=R_3$ ). Бойки закрепляли в специальном пакете.

Радиус выпуклостей бойков принимали равным  $R_6=15$  мм, т.е. отношение  $R_6/ R_3=15/15=1,0$

В результате исследований было установлено, что для получения трёхлепестковой заготовки требуемой правильной формы, величина обжатия должна находиться в пределах  $\epsilon=\Delta h/d_0=23\div 25$  %, где  $\Delta h$  – ход пресса.

На рис. 2 представлена конструкция профилированных вырезных бойков для получения четырёхлепестковой кованой заготовки.

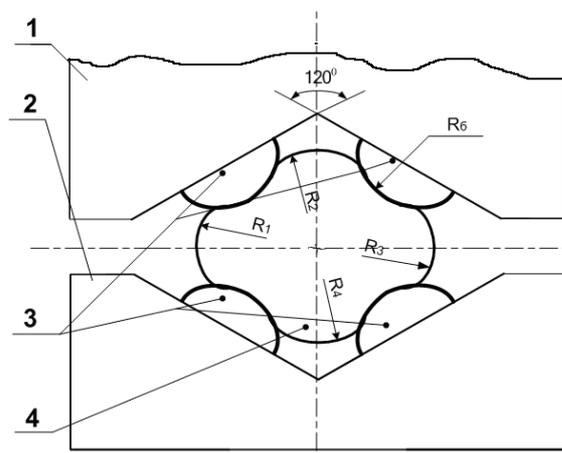


Рис.2. Обжатие заготовки вырезными профилированными бойками  
 1- боёк вырезной верхний; 2 - боёк вырезной нижний;  
 3 - четыре выпуклые вставки; 4-заготовка

При этом верхний 1 и нижний 2 вырезные бойки (угол выреза бойков принят  $120^\circ$ ) имеют две вставки 3 неподвижно закреплённые на них и выполненные в виде выпуклостей. Эти две вставки имеются как на верхнем, так и на нижнем бойках. Разработанная конструкция работает следующим образом. При рабочем ходе прессы, во время возникновения технологического усилия сила деформации передаётся на верхний 1 и нижний 2 бойки (см. рис. 2), вследствие чего они деформируют заготовку 4 путём внедрения в неё выпуклостей рабочих вставок 3.

После начала деформирования происходит локальное выпучивание (уширение) материала заготовки в горизонтальной плоскости в каждую сторону от вертикальной оси. По направлению действующей силы металл течёт (выдавливается) вверх и вниз между выпуклыми вставками. При обжатии с определённой степенью деформации становится возможным получение четырёхлепестковой заготовки правильной формы, когда  $R_1=R_2=R_3=R_4$ .

В результате проведенных экспериментов было установлено, что для получения четырёхлепестковой заготовки правильной формы, величина требуемого обжатия должна находиться в пределах  $\varepsilon=20\%$ .

Несмотря на то, что значение величины относительной подачи  $\psi$  при ковке принято равным единице, разница в уширении поковки зарегистрированная на краю и в центре подачи весьма незначительная и составляет  $5\div 7\%$ .

### Выводы:

1. Разработаны конструкции профилированных комбинированных и вырезных бойков, позволяющих ковать из обычного кузнечного слитка трёхлепестковые и четырёхлепестковые профилированные заготовки для последующей протяжки с реализацией эффектов макросдвигов.

2. Установлено, что слитки с  $h_0/d_0=1$  можно ковать сразу на всю длину с величиной обжатия, находящегося в пределах  $\varepsilon=20\div 25\%$ , при этом гарантировано получение заготовки правильной формы с обеспечением условия равенства выпуклых участков (лепестков) кованой заготовки.

**Список литературы.** 1. Тюрин В.А. Инновационные технологииковки с применением макросдвигов [Текст] / В.А. Тюрин // Кузнечно-штамповочное производство. – 2007. - № 11. - С. 15-20. 2. Охрименко Я.М. Технология кузнечно-штамповочного производства [Текст] / Я.М. Охрименко. – М.: Машиностроение, 1976. – 560 с. 3. Ковка слитков на прессах [Текст] / Л.Н. Соколов, Н.М. Золотухин, В.Н. Ефимов и др.; под общ. ред. Л.Н. Соколова. – К.: Техника, 1984.-127 с. 4. Тюрин В.А. Инновационные технологииковки [Текст] / В.А. Тюрин // Кузнечно-штамповочное производство. – 2006. - № 5. - С. 27-29. 5. Мигачёв Б.А. Экспериментальное исследование деформированного состояния при формоизменении заготовок с трефообразным поперечным сечением [Текст] / Б.А. Мигачёв, В.П. Волков // Кузнечно-штамповочное производство. – 1995. - № 10. - С. 5-7.

*Поступила в редколлегию 11.04.2010*

**УДК 621.396.98**

**РАДВАН М. ДЖАВАД**, аспирант, Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», г. Харьков

### ОЦЕНКА ВЫСШИХ ПРОИЗВОДНЫХ РАДИАЛЬНОЙ ДАЛЬНОСТИ ДЛЯ СВЕРХМАНЕВРЕННЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Вирішується завдання оцінювання вищих похідних радіальної дальності при русі надманевреного літального апарата. Розглянута модель руху надманевреного літального апарата. Визначені види рухів, які можуть приводити до виникнення вищих похідних дальності. Методом імітаційного моделювання отримані оцінки рівня вищих похідних дальності для різних умов польоту й характеристик літальних апаратів.

The estimation higher derivatives of radial range at movement of a supermaneuverable aircraft dares. The model of movement of a supermaneuverable aircraft is considered. Kinds of movements which can lead to occurrence of the higher derivatives of range are defined. Level of the higher derivatives of range for various flights conditions and aircrafts characteristics is estimated by a method of imitating modelling.

**Введение.** Желание реализовать новые виды движения летательных аппаратов (ЛА), которые повышают быстроту процессов управления, улучшают динамику переходных процессов, повышают качество функционирования ЛА на некоторых режимах полета привело к разработке новых аэродинамических схем ЛА, совершенствованию конструкции авиационных двигателей, а также к использованию статически неустойчивых режимов полета совместно с адаптивной система управления движением ЛА (искусственная устойчивость). Такие ЛА получили общее название сверхманевренных (СМЛА).

Следует отметить, что определение понятия сверхманевренности в настоящее время находится в стадии становления. Поэтому определения в разных источниках могут отличаться, но суть свойства сверхманевренности остается той же.

Управление движением классических ЛА, не обладающих свойством сверхманевренности, осуществляется с помощью хвостового оперения и элеронов. На современных СМЛА (например, на ЛА комбинированной аэродинамической схемы [1, 2]) для управления движением также широко используются дополнительные элементы конструкции – переднее горизонтальное и вертикальное оперения, средства развитой механизации крыла - предкрылки,