

частини заготовки. Зміцнення здеформованого металу в відбортованій частині заготовки, як видно з розподілу інтенсивності напружень (рис. 10в), в порівнянні з умовною межею текучості вихідного металу, досягає значення 2,6 рази. Формоутворення відбортованої частини проходить без руйнування. Максимальне значення ступеню використання ресурсу пластичності складає 0,9.

**Висновок.** Розрахунковим шляхом встановлені параметри формоутворення отворів та профілювання листових заготовок видавлюванням, а також відбортування, які забезпечують постійну товщину стінки та плоский торець відбортованої частини.

**Список літератури:** 1. Романовский В. П. Справочник по холодной штамповке. 6-е изд., перераб. и доп. / В. П. Романовский - Ленингр. отд-ние: Машиностроение., 1979. - 520 с. 2. Жвик И.М. Способ отбортовки отверстий: А.С. СССР №570430. МПК В21D19/00. //Жвик И.М., Ляхович С.Р. – Оpubл. 30.08.77. Бюл. № 32. 3. Cheinz P. Способ отбортовки отверстий: Заявка ФРГ №2557564. МПК В21D51/18// Cheinz P.– Заявл. 20.12.75, опубл. 30.06.77. 4. Логунов Л.П. Способ отбортовки отверстий: А.С. СССР №1430136// Логунов Л.П. – Заявл. 05.11.86, опубл. 15.10.88. Бюл. № 38. 5. Соколов Л.Н.Способ получения отбортованных отверстий: А. С. СССР №1098619. МПК В21D35/00// Соколов Л.Н., Роганов Л.Л., Тарасов А.Ф., Мамотенко В.А., Каракуц Ю.С. – Заявл. 08.10.80, опубл. 23.06.84. Бюл. № 23.

**УДК 621.73.043**

*МКРТЧЯН Е.А.*, аспирант, асс. каф. КШП ГВУЗ «ПГТУ», Мариуполь

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОКОВКИ «ОСТРЯК» РАЗЛИЧНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ**

Проведено сопоставление изготовления поковки «остряк» различными технологическими схемами штамповки. Проведено 3D-моделирование различных технологий штамповки методом конечных элементов. На основе анализа моделирования показано преимущество методом штамповки с закрытой торцевой полостью. Показано, что применение рациональной технологии штамповки позволит снизить обрезь и увеличить производительность.

Ключевые слова: сравнительный анализ, штамповка, моделирование, сила, поковка, рельс остряковый.

A comparison of obtaining forged 'ostryak ' different technological schemes of stamping. 3D simulation is carried out by the method of finite elements of various technologies of stamping. Based on the analysis of simulation shows the advantage of metal punching with a closed end cavity. It is shown that the use of sound technology will reduce the punching scraps and increase productivity.

Keywords: comparative analysis, stamping, modeling, strength, forging, rail ostryakova.

Проведено зіставлення виготовлення поковки «гостряк» різними технологічними схемами штампування. Проведено 3D-модельювання різних технологій штампування методом кінцевих елементів. На основі аналізу модельювання показано перевагу методом штампування із закритою торцевою порожниною. Показано, що застосування раціональної технології штампування дозволить знизити обрізки та збільшити продуктивність.

Ключові слова: порівняльний аналіз, штампування, модельювання, сила, поковка, рейка острякова.

Деталь «Остряк» (рис. 1) является основной деталью стрелочного перевода. Для возможности устройства корневого крепления и сохранения преимуществ острякового специального низкого профиля, корневую часть остряка штампуют под профиль нормального путевого рельса.

В настоящее время поковка «остряк» изготавливается на Днепропетровском, Муромском и Керченском заводах по одинаковой технологии на гидравлических прессах силой 100 МН. Корень остряка штампуются в два перехода. На первом переходе (рис. 2, а) осуществляется разгонка стенки рельса. Головка и подошва рельса при этом практически не деформируются, а очаг деформации охватывает только область шейки рельса. На втором переходе (рис. 2, б) в открытом штампе оформляется полный профиль корня острякового рельса. По технологии изготовления поковки в открытом штампе необходимо выполнять обрезку облоя и калибровку поковки[1].



Рис. 1. Рельс остряковый ОР50 с выпрессованным корнем

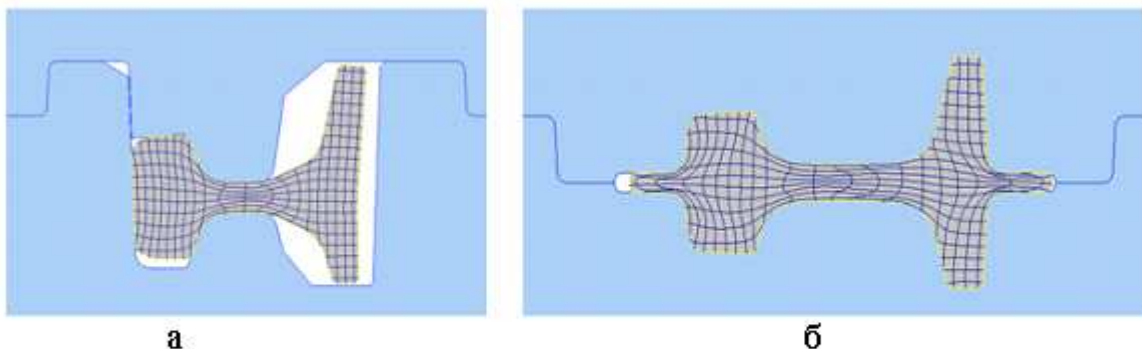


Рис. 2. Штамповка поковки «остряк» по существующей технологии  
а - первый переход; б - второй переход

Недостатком данной технологии является низкая стойкость штампов, и наличие облоя. В результате стойкость штампов составляет - 250 штамповок.

Известен способ производства поковки «Остряк» немецкими стрелочными заводами (см. рис. 3). Данная технология состоит из пяти переходов. На первом переходе производят обрезку краевой части подошвы рельса для восстановления симметрии подошвы. Затем на втором переходе производят выбивку шейки рельса усеченным инструментом 1 для придания профилю острякового рельса симметричности. На третьем переходе производят разгонку стенки рельса путем деформации только области шейки рельса до окончательных её размеров. На четвертом - выправку подошвы рельса, на пятом переходе получают окончательную штамповку в штампах открытого типа. Данная технология имеет ряд недостатков: низкая производительность, большая трудоёмкость, большое количество переходов которые приводят к захлаживанию поковки, необходимости подогрева поковки между переходами, то есть к увеличению стоимости изделия.

В работе [2] предложено заменить процесс изготовления данной поковки со штамповки на вальцовку в ковочных вальцах. Расчетным путем показано, что для осуществления процесса вальцовки потребуется три перехода. В качестве технологического оборудования предложено использовать двухопорные ковочные вальцы модели С1240. Вальцовочные штампы рекомендовано выполнять секторными, располагая каждый ручей в отдельном секторе. Наружный диаметр секторов принимать равным межцентровому расстоянию валков  $D=900$  мм, внутренний диаметр секторов равным диаметру консоли рабочих валков ковочных вальцов  $d_{\text{вн}}=600$  мм. Однако реализация этого способа требует наличия дорогостоящих ковочных вальцев.

В работе [3] проведено компьютерное моделирование данного процесса методом конечных элементов, которое показало возможность формирования профиля корня остряка вальцовкой, однако было выявлено, что при данном технологическом процессе происходит изгибание корня «остряка» вследствие несимметричности профиля рельса. Для исправления данного дефекта необходимо применять калибровку поковки. Выходом из данной ситуации может быть применение комбинированной технологии, состоящей из первых двух переходов вальцовкой и окончательной формирования корня острякового рельса в закрытом штампе на гидравлическом прессе.

В работе [4] предложена новая технология штамповки поковки «остряк», по которой деформирование корня остряка осуществляется только в области шейки острякового рельса (рис. 4). Для исключения деформации головки рельса она помещена в обойму, а для ограничения высоты рельса, свободное перемещение подошвы фиксировалось ограничителем. Моделирование и эксперимент показали эффективность данной технологии. Однако выполняли только моделировали только плоскую деформацию и в экспериментах исследовали только плоскую.

Целью данной работы является выявление рациональной технологии изготовления поковки «остряк» для чего необходимо выполнить их сравнительный анализ.

Данный анализ выполнен 3D-моделированием методом конечных элементов в программном комплексе QFORM. Свойства материалов заготовки сталь М71 при  $t=1200$  °С  $\sigma_b=55$  МПа,  $t=1100$  °С  $\sigma_b=80$  МПа,  $t=1000$  °С  $\sigma_b=110$  МПа,  $t=900$  °С  $\sigma_b=130$  МПа [5].

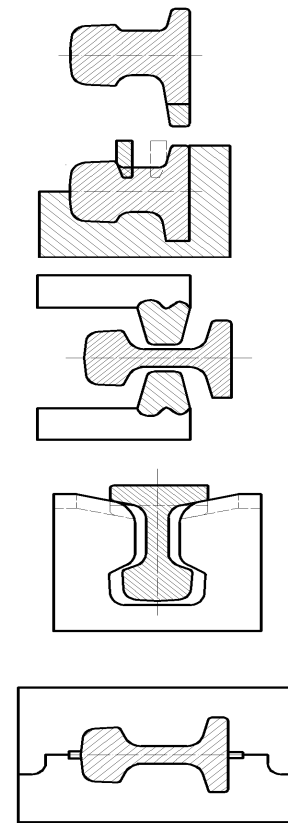


Рис. 3. Профилирование корня острякового рельса

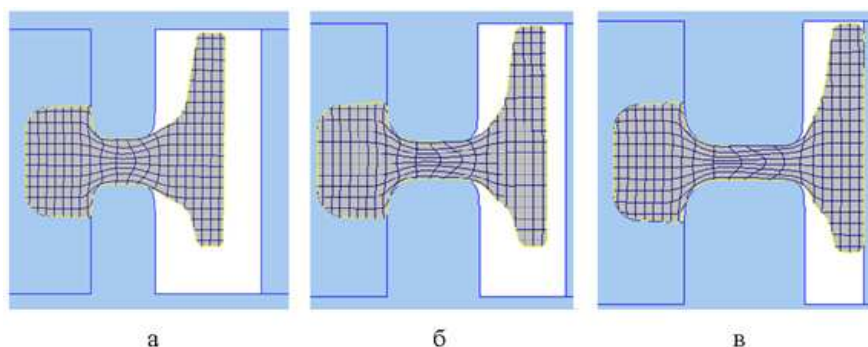


Рис. 4. Результаты математического моделирования процесса штамповки предлагаемой технологией: а – после первого перехода; б – после второго перехода; в – после третьего перехода

Конфигурация заготовки и ручья штампов были спроектированы в виде трехмерных твердотельных моделей в системе автоматизаций проектных работ SolidWorks 2010, затем полученная геометрия была импортирована в программный комплекс QFORM. Приняты начальные условия: начальная температура заготовки 1200 °С, температура подогрева штампов 250 °С, Время переноса заготовки от печи к прессу составляло 180 с, пауза между переходами 60 с. приняты согласно существующей технологии. Характеристики гидравлического пресса: номинальная скорость – 50 мм/с, максимальное усилие 100 МН.

Результаты моделирования, представлены на рисунке 5а., показали отчетливое формирование переходного участка поковки, а также полное заполнение гравюры штампов. Концевая часть поковки при этом имеет неровную поверхность (длина «языка» достигает 30 мм). Это меньше, чем по существующей технологии (длина «языка» достигает значения 70 мм), однако это значение остаётся все же достаточно высоким.

Для устранения данного дефекта была предложена новая конструкция штамповой оснастки и смоделирован новый процесс штамповки, при котором в ней ограничено свободное перемещение торцевой поверхности поковки. Результаты данного моделирования представлены на рисунке 5б. В результате применения штамповки с

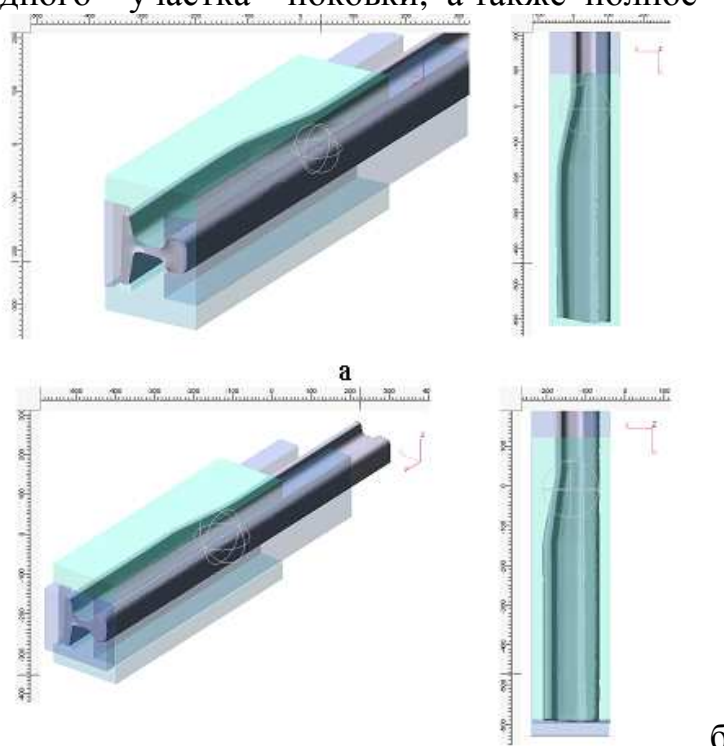


Рис. 5. Результаты математического моделирования процесса штамповки предлагаемой технологией: а – с открытой торцевой поверхностью; б – с закрытой торцевой поверхностью

закрытой торцевой поверхности длину «языка» удалось уменьшить до 10 мм.

В таблице 1 представлен сравнительный анализ основных технологических параметров различных технологий производства поковки «Остряк». Применение предлагаемой автором технологии штамповки с закрытой торцевой поверхностью (см. таблица) в три перехода имеет ряд преимуществ: минимальное количество переходов; отсутствие калибровки, подогревов и обрезки облоя; минимальная величина торцевой неровности, наименьшее усилие формоизменения.

Таблица - Сравнительный анализ различных технологий изготовления поковки «Остряк»

Вид	Общее число переходов	Калибровка	Обрезка облоя	Кол-во подогревов	Величина торцевого «языка»	Максимальная сила формоизменения, МН
Классическая немецкая технология	5	нет	нет	1	до 40 мм.	до 70
Существующая технология штамповки	4	да	да	нет	до 70 мм.	до 80
Изготовление вальцовкой	4	да	нет	нет	до 60 мм.	3,15
Изготовление вальцовкой в два перехода с последующей штамповкой	3	нет	нет	нет	до 60 мм.	до 40
Предлагаемая технология штамповки	3	нет	нет	нет	до 30 мм.	28
Предлагаемая технология штамповки с закрытой торцевой поверхностью	3	нет	нет	нет	до 10 мм.	28

## ВЫВОДЫ

С помощью 3D-моделирования методом конечных элементов показано формоизменение поковки «остряк» штамповкой в три перехода по новой технологии с открытой и закрытой торцевой поверхностью.

Установлено, что применение технологии штамповки с закрытой торцевой поверхностью является более рациональным по сравнению с известными способами.

**Список литературы:** 1. Мансуров И.З. Специальные кузнечно–прессовые машины и автоматизированные комплексы кузнечно-штамповочного производства / И.З. Мансуров, И.М. Подробинник.– М.: Машиностроение, 1990.-344 с.2.Каргин Б.С. Совершенствование технологии изготовления поковки «Остряк» / Б.С. Каргин, Е.А.Мкртчян // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. - Харків : НТУ "ХПІ", 2010. -№43.-С. 120-125. 3. Каргин

Б.С. Теоретический анализ формоизменения поковки «остряк» вальцовкой / Теоретичні і прикладні задачі обробки металів тиском та автотехнічних експертиз. Збірник тех доповідей міжнародної науково-технічної конференції, м. Вінниця, 30 травня- 2 червня 2011 року.- Вінниця: ВНТУ, 2011. –С.139-141 **4.** Мкртчян Е.А. Разработка оптимального технологического процесса изготовления поковки «остряк» / Е.А. Мкртчян, Б.С. Каргин // *Металлургическая и горнорудная промышленность.* – 2011. - № 7. – С. 227-230. **5.** Полухин П.И. Сопrotивление пластической деформации металлов и сплавов / П.И. Палухин, Г.Я. Гун, А.М. Галкин.– М.: Металлуриздат, 1983.- 352 с.

## УДК 621.438.002.2

**ТИТОВ В.А.**, докт. техн. наук, проф., НТУУ “КПИ”, Киев  
**ЛАВРИНЕНКОВ А.Д.**, аспирант, НТУУ “КПИ”, Киев  
**БАСОВ А.Ю.**, нач. отдела АО “Мотор Сич”, Запорожье

### **ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ МОНОКОЛЕСА ТИПА ДИФФУЗОР РАДИАЛЬНЫЙ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ШТАМПОВКОЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АК4-1**

С помощью метода конечных элементов выполнено математическое моделирование процесса изотермической штамповки моноколеса авиационного двигателя. Проведен анализ напряженно-деформированного состояния отштампованной детали, оценено влияния геометрии заготовки и скорости деформирования на технологические параметры процесса.

За допомогою методу скінченних елементів виконано математичне моделювання процесу ізотермічного штампування моноколеса авіаційного двигуна. Проведений аналіз напружено-деформованого стану відштампованої деталі, оцінено вплив геометрії заготовки та швидкості деформування на технологічні параметри процесу.

The mathematical modeling of isothermal forming of the monowheel of aircraft engine was made by finite element method. The analysis of mode of deformation of stamped detail was carried out, the influence of workpiece's geometry and deformation velocity on technological parameters of process were estimated.

Надежность и ресурс современной авиационной техники в значительной мере зависит от эффективности авиационных двигателей и их комплектующих деталей. В связи с этим к деталям авиационных двигателей предъявляются высокие требования по параметрам качества, в первую очередь по механическим свойствам и точности [1, 2, 3].

Характерным видом деталей авиационных двигателей, к которым предъявляются высокие требования по качеству и эксплуатации в составе изделия являются моноколеса. Они представляют собой диски, выполненные единой с лопатками аэродинамической формы. В зависимости от функционального назначения по конструктивному признаку моноколеса разделяются на типы, которые отличаются взаимным расположением пера лопатки с диском [4, 5, 6].