

**ОБРОБКА МЕТАЛІВ ТИСКОМ**

УДК 621.771.294

©Яковченко А.В.<sup>1</sup>, Пугач А.А.<sup>2</sup>, Снитко С.А.<sup>3</sup>, Івлева Н.І.<sup>4</sup>**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ШТАМПОВКИ  
КОЛЕСНЫХ ЗАГОТОВОК**

*Предложена усовершенствованная технология штамповки колесных заготовок, используемых для прокатки железнодорожных колес различных типов. Технология обеспечивает самоцентрирование заготовок в формовочных штампах, полученных путем предварительной осадки и разгонки исходных заготовок, в том числе при совмещении этих операций на одном прессе, а также устранение асимметрии колесных заготовок.*

**Ключевые слова:** колесная заготовка, имеющая обод, диск и ступицу; осадка, разгонка, штамповка; конечно-элементное моделирование; устранение асимметрии.

*Яковченко О.В., Пугач О.О., Снітко С.О., Івлева Н.І. Удосконалення технології штампування колісних заготовок. Запропоновано удосконалити технологію штампування колісних заготовок, які використовуються для прокатки залізничних коліс різних типів. Технологія забезпечує самоцентрування заготовок у формувальних штампах, що отримані шляхом попередньої осадки і розгону вихідних заготовок, в тому числі при суміщенні цих операцій на одному пресі, а також усунення асиметрії колісних заготовок.*

**Ключові слова:** колісна заготовка, що має обід, диск і маточину; осадка, розгон, штампування; скінчено-елементне моделювання; усунення асиметрії.

*O.V. Yakovchenko, O.O. Pugach, S.O. Snitko, N.I. Ivleva. The Improvement of wheel blanks stamping technology. We propose an advanced technology of wheel blanks stamping, which are used for rolling of railway wheels of various types. The technology provides self-centering of blanks in the molding dies, obtained by preliminary sag and distillation of the initial blanks, including the combination of these operations on a single press, as well as the elimination of the asymmetry of wheel blanks.*

**Keywords:** wheel blank, having the rim and the hub of the disc, sag, distillation, pressing, finite-element modeling, the elimination of asymmetry.

**Постановка проблемы.** Разработка ресурсосберегающих технологий штамповки и прокатки железнодорожных колес различных типов является актуальной научно-технической проблемой. В основе ее решения лежит создание новых способов получения на всех агрегатах прессопрокатной линии осесимметричных колесных заготовок, имеющих стабильные размеры.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Штамповка колесных заготовок, имеющих обод, диск и ступицу, является важной технологической операцией при производстве штампованно-катаных железнодорожных колес. Отформованную колесную заготовку получают с окончательными размерами ступицы и прилегающей к ней частью диска, а также подготовленными ободом и прилегающей к нему частью диска для последующей их прокатки на колесопрокатном стане [1]. В ряде случаев, например, при производстве колес малого диаметра или крановых колес прокатка может исключаться. И в первом и втором случаях технология штамповки должна гарантировать получение осесимметричных колесных заготовок, имеющих

<sup>1</sup> д-р техн. наук, профессор, ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

<sup>2</sup> магистр, ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

<sup>3</sup> канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

<sup>4</sup> программист, ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

стабильные размеры, и экономию металла. Одновременное выполнения этих условий при использовании точных по массе исходных заготовок можно обеспечить при наличии трех прессов (осадочного, заготовочного и формовочного) на прессопрокатном участке перед колесопрокатным станом. В условиях колесопрокатных цехов ОАО «Интерпайп - НТЗ» и ОАО «Выксунский металлургический завод» это пресса силой 20 МН, 50 МН и 100 МН. Вместе с тем введены в строй, в том числе в последние годы, прессопрокатные линии, в состав которых перед колесопрокатным станом входят только два пресса: заготовочный и формовочный. Например, в условиях ОАО «ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат» это пресса силой 50 МН и 90 МН. Поэтому актуальной задачей является создание металлосберегающей технологии штамповки колесных заготовок на двух прессах.

Наиболее прогрессивная технология штамповки колесных заготовок, имеющих обод, диск и ступицу, на трех прессах используется на ОАО «ВМЗ». Здесь исходная заготовка после осадки на прессе силой 20 МН подается на нижний стол пресса силой 50 МН и центрируется за счет подъема, а затем опускания нижнего конического технологического кольца, сразу установленного соосно с верхней конической плитой, которой затем и выполняют разгонку заготовки [2]. Указанная разгонка необходима для нормирования объемов металла, идущих на выполнение обода и ступицы в колесной заготовке. На заключительном этапе осажённую и разогнанную заготовку, подают на нижний формовочный штамп пресса силой 100 МН, центрируют трехрычажным механическим центрователем и подвергают штамповке до получения требуемых размеров колесной заготовки. Вместе с тем указанное центрирование не обеспечивает совпадения оси заготовки с осью формовочных штампов. Отклонение одной оси от другой может достигать 5 мм и более. А штамповка асимметрично уложенной заготовки приводит к незаполнению штампов с одной стороны, их переполнению с другой и дает недостаточно стабильные размеры колесных заготовок и прокатанных из них железнодорожных колес.

Одним из недостатков рассмотренной технологии является и то, что формовочные штампы уже в первый момент деформирования металла фиксируют осажённую и разогнанную заготовку, в том числе и тогда, когда ее ось не совпадает с осью штампов. Этот недостаток исключен в технологии [3], предусматривающей в процессе разгонки на заготовочном прессе подготовку части обода и ступицы. В этом случае заготовка в первый момент деформирования металла не фиксируется формовочными штампами и может быть отцентрирована верхним коническим формовочным кольцом при его опускании. Такая технология приемлема в том случае, когда сама заготовка после осадки и разгонки получена осесимметричной. Вместе с тем при совмещении операций осадки и разгонки исходной заготовки на одном прессе в известных технологиях получить осесимметричную заготовку не удастся. Это связано с ее неточной укладкой на нижнюю плиту пресса, наличием косины реза у исходной заготовки, ее овальностью, неравномерным нагревом и неравномерностью механических свойств металла по объему заготовки, неодинаковыми условиями трения металла с инструментом на различных контактных поверхностях и с другими причинами.

**Цель работы** – моделирование процесса осадки и разгонки исходных заготовок, а также процесса формовки колесных заготовок, имеющих обод, диск и ступицу; изучение механизма течения металла в очаге деформации, совершенствование технологии штамповки, обеспечивающей самоцентрирование заготовок в формовочных штампах и устранение их асимметрии.

**Изложение основного материала.** Рассмотрим технологию штамповки колесных заготовок из заготовки (см. рис. 1), предложенной в настоящей работе.

На базе компьютерного комплекса DEFORM-3D (лицензионный номер DEFORM-3D 7197) выполнено конечно-элементное моделирование процессов осадки и разгонки (см. рис. 2) круглой в сечении исходной заготовки (масса заготовки после ее нагрева равна 461 кг) и двух вариантов формовки колесной заготовки (см. рис. 3, 4).

Сужение наружной боковой поверхности заготовки (см. рис. 1) выполняется для того, чтобы в периферийной части заготовки сконцентрировать металл, определяющий ее асимметрию.

Для моделирования асимметричного течения металла при осадке и разгонке исходная заготовка перед деформированием (см. рис. 2а) была смещена вправо на 5 мм. В итоге центральная часть заготовки и частично ее периферийная часть после осадки и разгонки остались осесимметричными, а металл, определяющий асимметрию (см. рис. 2в), сконцентрирован справа в



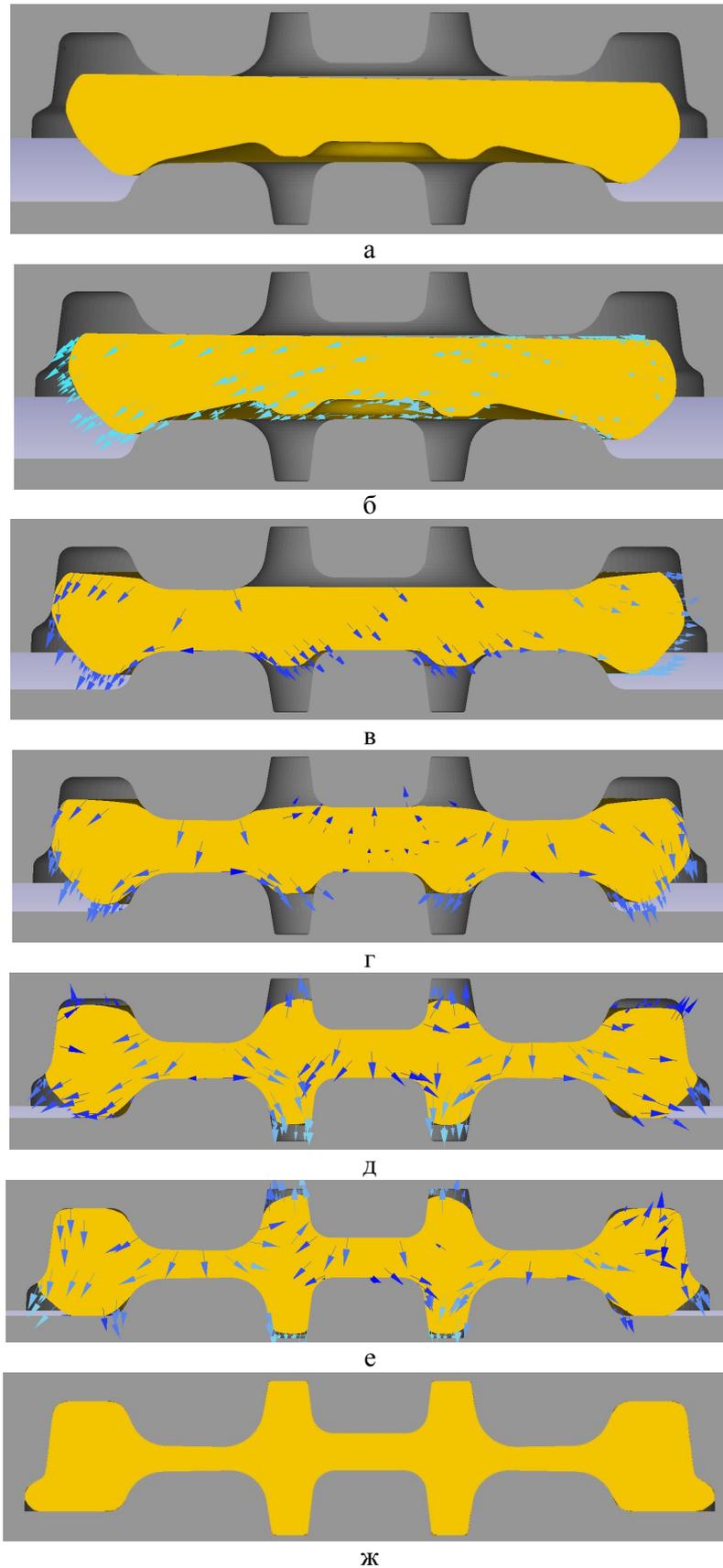


Рис. 3 – Моделирование процесса формовки колесной заготовки (ось заготовки смещена относительно оси формовочных штампов вправо)

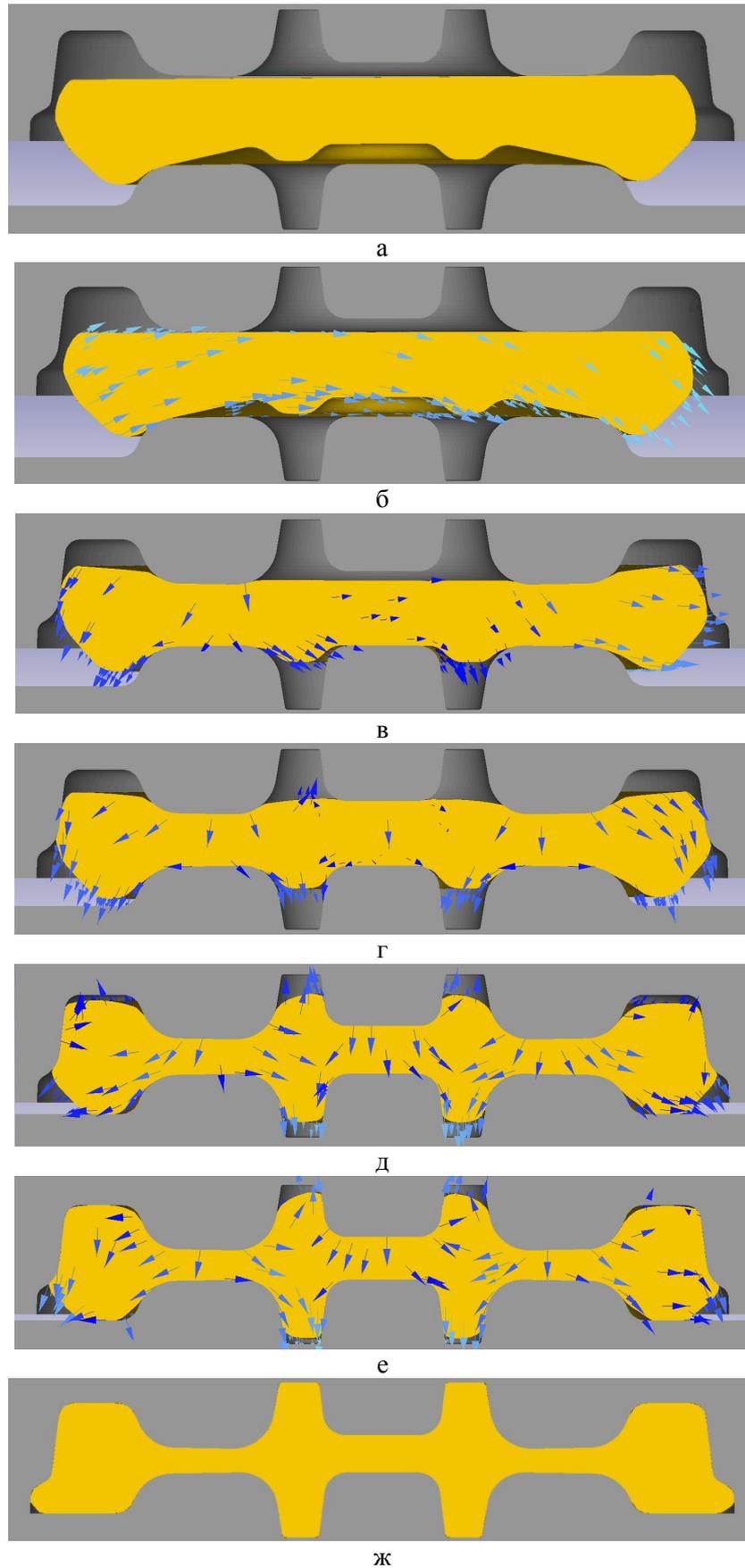


Рис. 4 – Моделирование процесса формовки колесной заготовки (ось заготовки смещена относительно оси формовочных штампов влево)

Моделирование несоосной укладки или центровки заготовки на нижнем формовочном штампе было выполнено в двух вариантах. В первом (см. рис. 3а) ось заготовки сместили относительно оси формовочных штампов вправо на 10 мм. При этом зона, определяющая асимметрию заготовки, находилась слева. Во втором варианте (см. рис. 4а) ось заготовки сместили относительно оси формовочных штампов влево на 5 мм. При этом зона, определяющая асимметрию заготовки, также находилась слева.

На начальном этапе штамповки (см. рис. 4а,б) заготовка выполняет поступательно-вращательное движение на закругление штампа, формирующего дугу сопряжения обода с диском с внутренней стороны колесной заготовки до совмещения оси заготовки с осью штампов. Это движение заготовки, показанное стрелками в ее радиальном сечении, в первом варианте происходит вследствие нажатия на нее верхнего штампа, формирующего диск, слева (см. рис. 3а,б), а во втором варианте – путем нажатия верхнего штампа, формирующего диск, справа.

Таким образом, выполняется самоцентрирование заготовки в формовочных штампах и соответственно исправление ошибки при ее укладке манипулятором или при центрировании механическим центрователем.

Устранение асимметрии осаженой и разогнанной заготовки выполняется путем пластической деформации металла формовочным кольцом, а также верхним и нижним формовочными штампами (см. рис. 3в, 4в). Стрелками в радиальных сечениях заготовки показаны направления течения металла, которые были определены при конечно-элементном моделировании этого процесса. В зоне диска слева имеется нейтральное сечение, относительно которого и происходит течение металла. Эта схема раскрывает механизм перетекания металла с левой стороны заготовки, где находится зона, определяющая асимметрию, в ее правую часть. Имеются два ограничителя такому перетеканию, необходимые для предотвращения чрезмерно большого перемещения металла относительно оси заготовки. Ими являются предварительно подготовленные в процессе осадки и разгонки заготовки части обода и ступицы с ее внутренней стороны, которые упираясь в нижний штамп, оказывает дополнительное сопротивление течению металла вправо (рис. 3в, 4в.). Причем в зависимости от параметров колесной заготовки предварительно подготовленной части ступицы может и не быть. В этом случае ограничитель остается один – предварительно подготовленная часть обода.

Схемы течения металла на следующем этапе деформирования металла в формовочных штампах показаны на рис. 3г,д и 4г,д. Перетекание металла относительно оси заготовки уже отсутствует. А имеющееся нейтральное сечение в диске отделяет зону, из которой металл течет в обод, от зоны, из которой металла течет в ступицу. Эта схема течения остается до формирования требуемых размеров колесной заготовки. На изложенный способ формовки колесных заготовок подана заявка на изобретение.

Размеры заготовки (см. рис. 1) рассчитываются для каждого нового профиля колеса, таким образом, чтобы в последний момент формовки колесной заготовки, имеющей обод, диск и ступицу, произошло практически одновременное заполнение обода и ступицы в формовочных штампах.

### Выводы

Предложенная технология позволяет реализовать производство осесимметричных колесных заготовок, имеющих обод, диск и ступицу, и соответственно стабилизировать размеры получаемых из них штампованно-катаных и штампованных железнодорожных колес. Поэтому при проектировании профилей колес можно уменьшить величины припусков, соответственно уменьшится величина их последующей механической обработки и расход металла.

### Список использованных источников:

1. Шифрин М.Ю. Производство цельнокатаных колес и бандажей / М.Ю. Шифрин, М.Я. Соломович. – М. : «Металлургиздат», 1954. – 501 с.
2. Яковченко А.В. Проектирование профилей и калибровок железнодорожных колес : монография / А.В. Яковченко, Н.И. Ивлева, Р.А. Гольшков. – Донецк : ДонНТУ, 2008. – 491 с.
3. Пат. 79312 Україна, МПК В21 К 1/28, В21 J 1/00, В21 Н 1/00. Спосіб формування колісних заготовок, що мають обод, диск і маточину / О.В. Яковченко, С.О. Снітко (Україна). – № а2005 03368; заявл. 11.04.2005; опубл. 11.06.2007, Бюл. № 8.

**Bibliography:**

1. Shifrin M.Y. Production of rolled wheels and tires / M.Y. Shifrin, M.Y. Solomovich. – М. : «Metallurgy», 1954. – 501 p. (Rus.)
2. Yakovchenko A.V., Ivleva N.I., Golyshkov R.A. Design and calibration sections of railway wheels : Monograph. – Donetsk : Donetsk National Technical University, 2008. – 491 p. (Rus.)
3. Yakovchenko A.V., Snitko S.A. Method of forming wheel blanks with the rim, disc and hub. Patent Ukraine no 79312. (Ukr.)

Рецензент: Е.Н. Смирнов  
д-р техн. наук, проф. ГВУЗ «ДонНТУ»

Статья поступила 05.05.2012

УДК 621.73.016-043

©Бурко В.А.\*

**ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОФИЛИРОВАННЫХ  
ЗАГОТОВОК В РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЯХ  
ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ**

*В статье рассмотрены проблемы получения профилированных заготовок малозатратными способами под объемную штамповку. Установлена необходимость разработки новых способов профилирования заготовок, прогнозирования предварительного формоизменения и разработки конструкций экономичного штампового инструмента для получения фасонных заготовок.*

**Ключевые слова:** штамповка, заготовка, ресурсосбережение, профилирование, пресс, облой, деформирующий инструмент.

*Бурко В.А. Основні способи отримання профільованих заготовок в ресурсозберігаючих технологіях об'ємного штампування. В статті розглянуті проблеми отримання профільованих заготовок малозатратними способами під об'ємне штампування. Встановлена необхідність розробки нових способів профілювання заготовок, прогнозування попередньої формозміни і розробки конструкцій економічного штампового інструменту для отримання фасонних заготовок.*

**Ключові слова:** штампування, заготовка, ресурсозбереження, профілювання, прес, облой, деформуючий інструмент.

*V.A. Burko. Basic methods of production of shaped billets in resource saving technologies of die forging. The problems of production of shaped billets by low cost methods for die forging were considered in the article. The necessity of development of new methods of shaping of billets, prediction of preliminary form changing and development of constructions of economical forming tools for the production of the shaped billets was set.*

**Keywords:** forming, billet, resource saving, profiling, press, fin, deforming tools.

**Постановка проблемы.** В настоящее время в отечественной промышленности особенно остро стоит вопрос энерго- и ресурсосбережения, при этом очевидна необходимость перехода на новые энергоэкономичные и металлосберегающие технологии. Не исключением является и отрасль кузнечно-штамповочного производства, обладающая огромным потенциалом для реализации принципов повышения качества и конкурентоспособности, снижения себестоимости продукции за счет использования новых и совершенствования существующих технологических процессов. Перспективным направлением является также малозатратная, но высокоэффектив-

\* канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь