

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ПРОФИЛИ В ХОДОВОЙ ЧАСТИ АВТОМОБИЛЕЙ МАЗ

Снижение материалоемкости выпускаемой продукции – один из важнейших показателей, характеризующих эффективность машиностроительного производства. В государствах бывшего СССР материалоемкость национального дохода была в 1,5...2 раза выше, чем в промышленно развитых европейских странах, что связано, в первую очередь со сложившейся неэффективной структурой заготовительных производств, использованием малоотходных технологий.

Автомобильная и тракторная промышленность республики является одним из основных потребителей металлопроката, причем более 500 тыс. тонн проката высокого качества идет на конструктивные элементы подвески и мостов, что составляет около 20 % от годовой потребности автотракторостроения в прокате.

Снижение материалоемкости, энергозатрат и повышение производительности, может быть осуществлено за счет уменьшения потребления традиционных сортов проката черных и цветных металлов путем использования более экономичных периодических профилей, производимых непосредственно на машиностроительных предприятиях, в частности, в ходовой части транспортных средств. Это является практически единственным способом уменьшения металлоемкости и повышения эксплуатационных характеристик при упрощении конструкции, обеспечивающей повышение надежности транспортных средств и экономию топлива.

Так, например, существующие технологии приводят к тому, что материалоемкость передних и задних мостов двухосных грузовых автомобилей с одним ведущим мостом составляет 12,5-18% собственной массы ненагруженного автомобиля, а у трехосных автомобилей со всеми ведущими колесами эта величина достигает 19-25% [1].

Одной из самых тяжелых и нетехнологичных деталей автомобиля, для изготовления которой целесообразно использовать периодический профиль, является балка картера ведущего моста. Обычно кожухи ведущих мостов банджо изготавливаются штампованными и отличаются расположением плоскости разреза. В подавляющем большинстве случаев, выход из строя таких мостов происходит из-за разрушения в зонах сварных швов.

Учеными и специалистами ПО МАЗ и БГПА предложены способы получения картера заднего моста автомобиля МАЗ из трубчатой заготовки наружным диаметром 180 мм с толщиной стенки 12 мм. Новые способы изготовления картера заднего моста можно разделить на два класса: I - раздача



В.А.Король,
к.т.н., с.н.с.,
заведующий НИИ
обработки
материалов
давлением, БГПА



В.А.Томило,
к.т.н., докторант
кафедры "Машины
и технология
обработки
металлов
давлением" БГПА

трубы изнутри составной или шарнирной оправкой [3, 4]; II - раскатка трубы валками на сплошной цилиндрической оправке [5].

Раздача трубной заготовки многозвенной шарнирной оправкой осуществляется в штампе на механическом кривошипном прессе усилием 2500-6300 кН [2]. Для штамповки используется трубчатая заготовка (рис. 1), в центральной части которой выполнены два овальных отверстия с противоположных сторон. Схема процесса представлена на рис. 2. Заготовку нагревают в индукторе или в специальной газовой печи в средней трети трубы до ковочных температур. Нагретую заготовку помещают в штамп, состоящий из многозвенной оправки 1, двух радиальных 4, двух торцевых 7 ползушек и деформирующих ножей 2, закрепленных на подвижном основании 3.

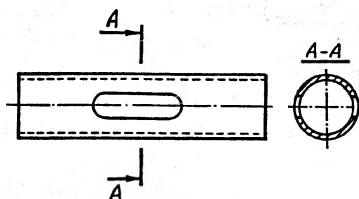


Рис. 1. Заготовка с центральным отверстием

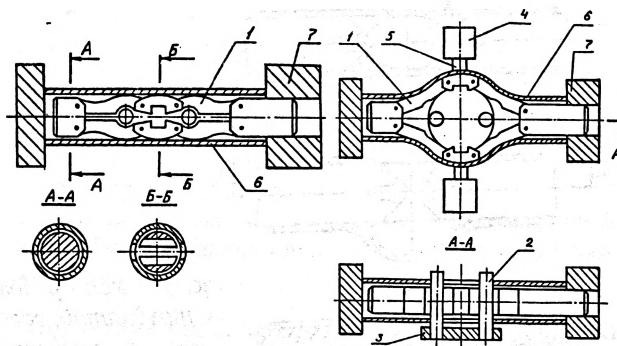
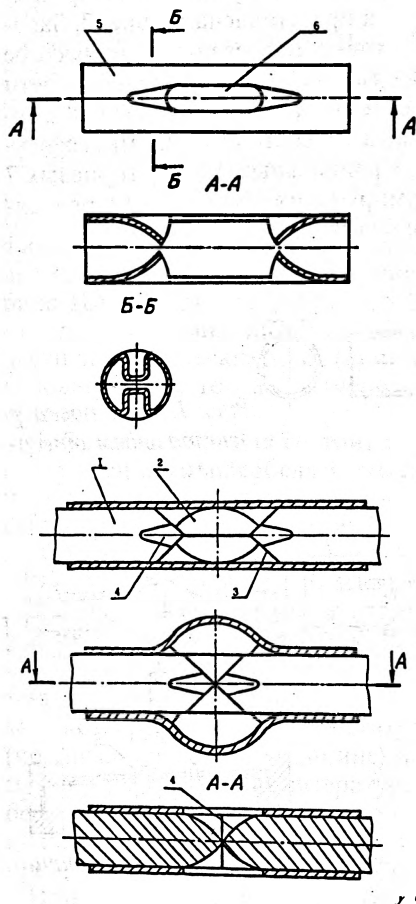


Рис. 2. Принципиальная схема штампа для раздачи трубы

Раздача осуществляется следующим образом. Нагретая заготовка помещается на консольно-закрепленную оправку 1, затем при помощи маркета пресса в центральное отверстие заготовки 6 вводятся неподвижные деформирующие ножи 2. При ходе ползуна пресса вниз торцевые ползушки 7, приводимые в движение клиньями, закрепленными на верхней плите штампа, сжимают заготовку в осевом направлении. Одновременно радиальные ползушки 4, соединенные с оправкой 1 при помощи клещевых захватов осуществляют раздачу в направлении, перпендикулярном оси заготовки. Далее

заготовку снова нагревают и калибруют в калибровочном штампе. Особое внимание уделяется назначению и работе неподвижных деформирующих ножей [2], основное назначение которых - повысить пластичность металла путем приложения дополнительных сжимающих напряжений в сечениях заготовки, наиболее склонных к образованию трещин. За счет изменения схемы напряженного состояния на краях центрального отверстия возможности раздачи существенно повышаются, а опасность потери устойчивости заготовки нагретой только в зоне деформации, полностью исключается.

Как показали численные расчеты и экспериментальные исследования, проведенные на свинцовых и стальных заготовках, подпор кромок центрального отверстия уменьшает предельный коэффициент раздачи минимум в 1,5 раза. Этого вполне достаточно для получения заготовки балки картера ведущего моста автомобилей МАЗ.



балки картера по-

ис. 4. Схема раздачи трубчатой заготовки с предварительно вытянутыми частями

Возможен и другой способ [4] набора металла в торцевых участках овального отверстия (рис. 3, 4). В трубчатой заготовке фрезеруют овальные отверстия аналогично предыдущему способу. В нагретую заготовку помещают составную оправку, включающую боковые 1 и центральные 2 звенья. Затем производят вытяжку участков заготовки 5, прилегающих к торцам овального отверстия 6, путем вдавливания металла во внутрь заготовки 5 в профильные пазы 4 на клиновых участках 3 боковых звеньев 1. Заготовка до и после вытяжки представ-

лена на рис. 1 и 3. В дальнейшем боковые звенья 1 составной оправки сдвигаются вдоль оси заготовки навстречу друг другу. При этом ходе боковые звенья 1 составной оправки сдвигаются вдоль оси заготовки навстречу друг другу. При этом ходе боковые звенья 1 своей цилиндрической частью "выворачивают" предварительно вытянутые во внутрь заготовки участки в исходное положение, т.е. по дуге окружности трубной заготовки. Одновременно боковые звенья 1 своими клиновыми участками 3 раздвигают центральные звенья оправки 2 и перемещают их перпендикулярно оси заготовки 5 в противоположные стороны и формируют профиль банджо. По завершению рабочего хода оправка возвращается в первоначальное положение и извлекается из готового изделия.

Схемы напряженного и деформированного состояния, имеющие место при вытяжке, позволяют добиться степени вытяжки $K=2$ [6], что дает возможность получить изделие требуемых размеров и формы. Некоторое утонение стенки (порядка 25-30%) не оказывает существенного влияния на качество готового изделия, т.к. находится в мало нагруженном сечении картера. При дальнейшем деформировании, заключающемся в одновременной раздаче центральной части заготовки и "выворачивании" в исходное положение (по окружности трубы) ранее деформированных участков, наблюдается процесс гибки в местах наиболее предрасположенных к образованию трещин, характеризующийся только изменением формы без перераспределения металла в сечениях заготовки.

Особый интерес представляют новые способы и устройства для получения картеров заднего моста продольной и поперечной прокаткой [5]. На рис. 5а показан способ получения картера продольной прокаткой на оправке. Устройство для изготовления балки картера заднего моста состоит из цилиндрической оправки 1, имеющей поперечный профиль плоского овала, и двух валков цилиндрической формы в центре и конической по краям с образующими расположенными параллельно оси цилиндрической оправки. Валки установлены с возможностью сдвигаться навстречу друг другу. Устройство снабжено механизмом возвратно-поступательного перемещения заготовки в направлении, перпендикулярном осям валков. Способ осуществляется следующим образом. Заготовку нагревают в центральной части до ковочных температур. В нагретую заготовку помещают цилиндрическую оправку 1. Затем заготовку на оправке 1 многократно проталкивают между валками 2 в направлении перпендикулярном осям валков во взаимно противоположные стороны. При этом ось заготовки остается параллельна осям валков. После каждого хода заготовки валки сдвигаются на определенную величину. После завершения всего цикла прокатки заготовка снимается с оправки и передается на дальнейшую обработку.

Еще один принципиально новый способ получения картера заднего моста прокаткой показан на

рис. 5 б. В отличие от рассмотренного выше, предлагаемый способ отличается тем, что здесь имеет место не продольная, а поперечная прокатка. Явления расширения и некруглости изделия, которые рассматриваются в поперечной и поперечно-клиновой прокатке тел вращения как виды брака, вызванного несоблюдением режимов прокатки, трансформированы в оригинальный способ изготовления картера ведущего моста колесного транспорта.

Установка для поперечной прокатки картера представляет собой клеть, состоящую из двух приводных валков 1 и цилиндрической оправки круглого сечения, с установленными на концах фланцами 3 для предотвращения удлинения заготовки. Нагретую заготовку помещают на цилиндрическую оправку и прокатывают в валках. Валки в процессе прокатки сближаются. Затем заготовка снимается с оправки и передается на последующую обработку.

На рис. 5 показана простейшая форма бочки вала.

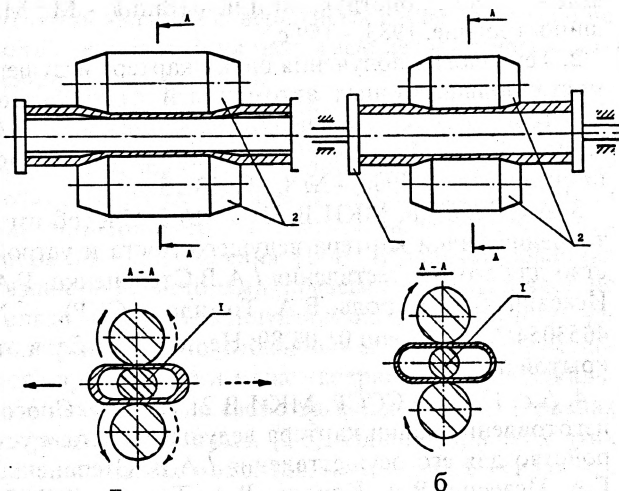


Рис. 5. Способ изготовления картера ведущего моста методом: а – продольной прокатки; б – поперечной прокатки

Предлагаемые способы позволяют получать различную форму банджо в зависимости от кривизны образующей валка, что не всегда возможно в известных способах изготовления картера. Кроме того, мосты после прокатки не имеют центрального отверстия и при последующей обработке возможно формировать крышку за одно целое с балкой.

При разработке новых способов изготовления балки картера заднего моста основной целью ставилось снижение металлоемкости изделия, повышение прочности, надежности, долговечности, упрощению технологического процесса, максимальному снижению количества сварных швов. Все эти цели наиболее полно достигаются при получении цельного картера трубчатой заготовки. Все предлагаемые способы позволяют получать картеры по конфигурации близкие к выпускаемым серийно на МАЗе. Следует заметить, что способ раздачи трубы многозвенной оправкой можно реализовать на сравнительно дешевом и широко распространен-

ном кривошипном листоштамповочном прессе мод. К-2538.

Остальные способы возможно реализовать на специальном оборудовании, которое может работать как отдельно, так и в составе автоматической линии. Предлагаемыми способами возможно получение задних мостов большинства отечественных и зарубежных легковых и грузовых автомобилей, а также колесных тракторов.

Получение балки картера ведущего моста автомобилей семейства МАЗ целесообразно получать за две операции штамповки – раздачу трубчатой заготовки и окончательную формовку – калибровку. Совмещение этих операций на одной установке привело бы к неоправданному усложнению конструкции последней. Обе операции можно производить на однотипном оборудовании (листоштамповочный пресс), требующем незначительной переналадки при смене штамповой оснастки.

В производстве управляемых (передних) мостов приходится решать те же проблемы, что и ведущих (задних). Основные из них – технологичность и металлоемкость.

За последние более чем полвека балки управляемых мостов большегрузных автомобилей претерпели сравнительно небольшие конструктивные изменения. Когда выпуск автомобилей был невелик, их отливали из стали или ковкого чугуна. Затем начали штамповать на молотах и прессах.

Исходя из расчетов по определению поперечных сечений заготовки под штамповку передней балки, был определен тип заготовки, обеспечивающий оптимальное заполнение гравюры штампа и минимальный облой (рис. 6).

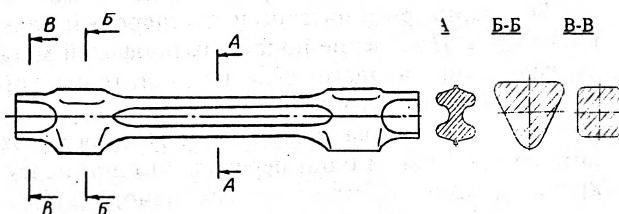


рис. 6. Заготовка под штамповку балки передней оси, обеспечивающая оптимальное заполнение гравюры штампа

Получение такой заготовки возможно на прокатном стане с диаметром валков 750...800 мм. Габариты и планировка остального оборудования не позволяли включить такой стан в действующую технологическую цепочку без применения промежуточного нагрева заготовки. Поэтому было принято решение использовать круглую заготовку с вальцованной только центральной частью. Такую заготовку можно получить вальцовкой в валках диаметром 350...400 мм и осуществлять последующую штамповку без промежуточного нагрева.

Поскольку при этой схеме прокатки угол захвата металла валками находится на грани допустимого $\alpha = 0,5...0,55$ рад., было проведено масштабное моделирование процесса вальцовки на лабораторном оборудовании. Помимо отработки технологиче-

ских режимов прокатки важнейшей задачей проводимых экспериментов является оптимизация прокатного калибра. Определить с необходимой точностью геометрию вреза валков теоретическим путем весьма затруднительно, поскольку математическое описание всех факторов, определяющих течение металла в процессе деформации, в форме, позволяющей получить достаточно точное решение, невозможно. Таким образом, установить профиль калибра для прокатки заготовок передней балки максимально приближенной к готовому изделию, окончательно возможно только экспериментальным путем с последовательным приближением калибровки валка к требуемому профилю до тех пор, пока прокатка будет проходить устойчиво. Полученный таким образом профиль можно рекомендовать к промышленному освоению.

Для расчета усилия прокатки использованы уравнения, относящиеся к прокатке в гладких валках [7]. При этом главной задачей является определение площади контактной поверхности.

В данном случае наиболее точным способом определения площади соприкосновения является графический. Однако графический способ достаточно трудоемкий. Для прикладных расчетов площадь контакта удобнее определять методом статических моментов. В частности для прокатки круглого профиля в ромбических калибрах (рис. 2а, б, в):

$$F = \frac{S}{2} \sqrt{2(\lambda - 1) \left(2,36 \frac{R}{d} - 1 \right)},$$

где S – площадь поперечного сечения вреза валков; R – радиус зеркала валков; d – диаметр исходной заготовки.

Для моделирования применялись различной конфигурации ромбические и двутавровый калибры (рис. 7). Получение подобных профилей металлургическими заводами освоено достаточно хорошо. Однако для этого требуется 5...7 переходов. Поставленная задача требовала получения необходимого профиля за один переход. За один переход крайне трудно добиться максимального заполнения калибра. Экспериментальные исследования были направлены на оптимизацию вреза валков с целью максимально возможного заполнения калибра. При проектировании оборудования учитывалось, что габариты и производительность стана со средствами механизации должны соответствовать планировке и техническим возможностям остального оборудования.

Внедрение в производство (Кузнечный завод тяжелых штамповок, г. Жодино) технологии предварительной вальцовки и прокатного стана СП 2198 позволило добиться экономии до 20% металла,

уменьшить число ударов молота с 20 до 16...17 и повысить стойкость штампа на 30%. В стоимостном выражении – 112500 дол. США только за счет экономии 250 тонн стали 40X в год.

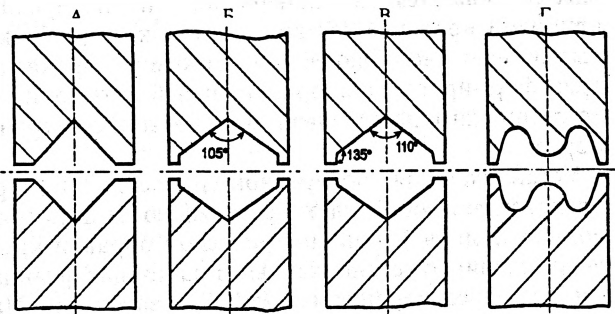


Рис. 1. Варианты калибровок валков, применявшихся при моделировании процесса предварительной вальцовки заготовок передней балки

Используемая литература

1. Марголис С.Я. Мосты автомобилей и автопоездов: Расчет, конструкции и испытания. - М.: Машиностроение, 1983. - 159 с.
2. Технология получения балки картера ведущего моста большегрузных автомобилей из трубчатой заготовки / А.В. Степаненко, Л.А. Исаевич, В.А. Король, В.А. Томило // Кузнечно-штамповочное производство. - 2000. - № 8. - С. 13-15.
3. А.с. 1826246, МКИ В 21 D 41/02. Способ изготовления балки картера ведущего моста и устройство для его осуществления / А.В.Степаненко, Г.А. Исаевич, В.А. Король, В.А. Томило (СССР). — № 4653054/27; Заявлено 01.03.89; Не подл. опубл. в открытой печати.
4. А.с. 1774569 СССР, МКИ В 21 D 41/00. Способ изготовления балки картера ведущего моста и устройство для его осуществления / А.В. Степаненко, Г.А. Исаевич, В.А. Король, В.А. Томило (СССР). — № 4705860/27; Заявлено 15.06.89; Не подл. опубл. в открытой печати.
5. А.с. 1800733 СССР, МКИ В 21 Н 8/00. Способ изготовления балки картера ведущего моста / А.В. Степаненко, Г.А. Исаевич, В.А. Томило и др. (СССР). — № 4804451/27; Заявлено 20.03.90; Не подл. опубл. в открытой печати.
6. Сторожев М.В., Попов Е.А. Теория обработки металлов давлением. - М.: Высшая школа. - 1963. - 420 с.
7. Хензель А., Шпиттель Т. Расчет энергосиловых параметров в процессах обработки металлов давлением: Справочник. - М.: Металлургия, 1982. - 359 с.

*Начинающая автомобилистка поехала на машине за покупками. Вдруг под колесами что-то звякнуло. Женщина остановила машину и с трудом перетянула выпавшую запчасть в багажник. Когда она приехала домой, муж осмотрел машину, заглянул в багажник и сказал:
- Ничего страшного! Можно ездить и дальше. Только придется отвезти на место крышку канализационного люка...*