

УДК 621. 983

Н.Н. Мороз, к.т.н., Д.В. Мосьпан, В.В. Драгобецкий, д.т.н.  
Кременчугский государственный университет имени Михаила Остроградского

## РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИИ ПОИСКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ОБОДЬЕВ КОЛЕС

*Запропоновано методику обґрунтування технології виготовлення ободів коліс мінімальної різновиточності із попередньо спрофілюваної заготовки змінного перерізу. Проведено співставлення робіт деформації необхідної для зміни різновиточності заготовки після профілювання та вихідної.*

*The substantiation technique of manufacturing technology a wheel rims of the minimal different thickness from previously is offered to set a structure of preparation of variable section. The comparison of deformation jobs necessary for change of different thickness of preparation after to set a structure and initial is carried spent*

**Введение.** Повышение конкурентоспособности и эффективности процессов формоизменения заготовок методами пластического деформирования является важной проблемой, стоящей перед современным машиностроением.

Постоянное совершенствование конструкций изделий, применяемых в технике, определяет использование высокопрочных материалов и изготовление деталей, узлов и агрегатов со специальными, зависящими от условий эксплуатации, характеристиками. Это неразрывно связано с изысканием новых и совершенствованием существующих ресурсосберегающих технологий, в том числе обработки давлением. Совершенствование методов деформирования заготовки путем оптимизации многопереходной штамповки, создания высокоскоростного оборудования, комбинированных и последовательных штампов, внедрение средств механизации и автоматизации обеспечивает лишь экстенсивное развитие производства. Однако резервы экстенсивного развития и модернизации техники исчерпываются и не обеспечивают потребности современного производства. Качественное изменение процесса формоизменения может быть достигнуто путем управления и оптимизации процесса пластического течения металла и формирования заранее заданных механических свойств изделия.

**Анализ литературных источников.** Существует весьма большое количество методов прогностических исследований: экстраполяции, экспертизы, моделирования. В научно-техническом прогнозировании наиболее часто применяются методы, основанные на эвристическом подходе [1, 2]. Целесообразным для выбора перспективных методов формообразования, с качественной точки зрения, является построение дерева целей – как способа реализации системного подхода к исследованию взаимосвязей всей совокупности уровней решаемых задач. На каждом уровне должны содержаться данные о научно-технических системах, способствующих выполнению поставленных задач, какие подсистемы потребуются для них, какие недостатки технологии можно устранить и какие программы исследований и разработок для этого потребуются.

**Целью** исследования является разработка стратегии поиска новых технических решений в производстве ободьев колес минимальной разнотолщинности.

**Материалы и результаты исследований.** Для того чтобы резко сократить морфологическое поле и отбросить множество ненужных вариантов рационально использовать законы развития технических систем [3]. Применение этих законов способствует получению:

- а) наименее энергозатратных технических решений (закон увеличения степени идеальности технической системы);
- б) выбору наиболее эффективных физических эффектов интенсифицирующих процессы формоизменения (закон перехода с макроуровня на микроуровень, закон увеличения степени акустических, электромагнитных и вибрационных воздействий).

Общей тенденцией, вытекающей из этих законов, является появление:

- технологий основанных на комплексном и локальном нагружении очага пластической деформации;
- высокоэнергетических процессов пластического деформирования с использованием импульсных источников энергии;
- технологий производства порошковых деталей, в частности, технологий, обеспечивающие комбинированные схемы нагружения засыпанного в матрицу порошка (всестороннее сжатие и относительные сдвиги между элементами дисперсной заготовки) и т.д.

Основная проблема при изготовлении ободьев колес – это интенсивное утонение материала в радиусных переходах. Это связано с тем, что при радиальном профилировании в радиусных переходах преобладают значительные по величине растягивающие меридиональные напряжения, которые и вызывают локальные утонения материала. Несущая способность колеса в значительной степени зависит от величины утонения материала в радиусе перехода борта в полку и от утонения материала на торце борта. Утонения ограничивают глубину профилирования на каждом переходе, что приводит к увеличению числа профилировочных операций. Кроме того, на улучшение защиты обода от боковых ударов положительно сказывается усиление торца борта [3].

Среди методов изготовления наиболее прогрессивными в настоящее время являются методы локального деформирования, радиально-ротационное профилирование, обкатка, ротационная раздача, раскатка, формоизменение качающейся матрицей.

Производственный опыт показывает, что использование методов обкатки, раскатки и формоизменения качающейся матрицей при изготовлении ободьев колес приводит к интенсивному износу деформирующего инструмента, ямочному

отрыву и формированию бороздчатого рельефа в поверхностном слое обрабатываемой заготовки. Происходит налипание и схватывание контактирующих поверхностей, срезывания поверхностного слоя заготовки иногда даже со снятием стружки. В целом применение этих методов сдерживается не разрешимым противоречием между технологическими требованиями по повышению точности и снижению шероховатости поверхности обрабатываемых деталей. Поэтому эти методы необходимо исключить из рассмотрения.

В данном случае прогностические методы, вероятно, не ускорят процесс выбора варианта обработки. Наиболее адаптированные методы решения таких задач можно найти в системологии (теории систем).

Постановка задачи выглядит следующим образом. Перед управляемым объектом  $S$  (изготовление обода колеса), становится глобальная цель (минимальная разнотолщинность в радиусных переходах) в виде ограничений на допустимые состояния и выходные параметры  $E$ . Эти ограничения задаются решением  $z$  из некоторого множества возможных решений  $Z$ . Управляемый объект подвержен влиянию неконтролируемых факторов, характеризуемых некоторым множеством  $U$ .

Если множество  $U$  – одноточечное, то решение  $z \in Z$  вырабатывается только слоем (уровень сложности принимаемого решения) как решение задачи оптимизации: используя заданную функцию  $P$  и заданную целевую функцию  $G$ , множество характеристик качества  $W$  работы системы  $S$ . Необходимо найти решение  $z$ , минимизирующее функцию  $G(z, P(z))$ . Если множество  $U$  – более мощное, то слой выбора не может справиться с решением, поскольку выходная и целевая функция становятся неопределенными.

Использование комплекса технологических приемов связанных с интенсификацией подачи материала в зону изгиба (набор материала с последующей его осадкой, подпор торца заготовки и др.) практически не устраняют утонений в радиусных переходах. Перераспределение материала происходит в пределах полки.

Формообразование профиля обода, как правило, осуществляется за несколько переходов, включающих предварительную формовку, три-пять профилировочных операций и калибрование. Возникает вопрос, либо изыскивать пути снижения локальных утонений по переходам, или на заключительной стадии применить метод формообразования, обеспечивающий требуемое распределение утонений по профилю обода, или осуществлять формообразование обода из предварительно спрофилированной заготовки переменного сечения.

Решение подобной задачи для одноточечного множества  $U$  приведено в работе [4]. Решение данной задачи в рамках оптимизации геометрии инструмента и технологических параметров процесса не приводит к получению приемлемых результатов. Использование дополнительных физико-технических эффектов, законов и принципов, присущих процессам обработки давлением [1] также не дает требуемого результата.

Однако стратегия обобщенного эвристического метода [1] не исключает возможности использования профилированной заготовки или дополнительного нагружения заготовки при калибровке. При этом возникает дополнительная задача попарного сравнения двух вариантов и выбора или разработки соответствующего оборудования. Учитывая, что утонения заготовки локализируются в радиусных переходах местные утолщения заготовки в этих зонах можно получить путем осадки труб или посадки зига.

Сопоставление работ деформации необходимых для изменения разнотолщинности заготовки после профилирования и исходной показал, что затраты на изготовление спрофилированной заготовки обода колеса  $W$  8 – 16 в 4,5 раза меньше чем при изменении ее разнотолщинности. Работа деформации предварительно спрофилированной заготовки не превышает работы деформации цилиндрической заготовки не более чем на 20 – 22%.

Далее необходим выбор способа получения локальных утолщений трубчатой заготовки, проектирование и изготовление или выбор существующего оборудования.

Помимо этого, совершенствование технологий формоизменения и изыскание новых технических решений есть результат объективного преодоления противоречий между задачами и возможностями производства. Наиболее существенное противоречие – это противоречия, которые выдвигают конструкторы перед технологами, и теми возможностями, которыми располагает производство в данный период. Кроме того, противоречия усугубляются тем, что при производстве изделий для зарубежных фирм (в данном случае ободьев колес) срок их эксплуатации не должен превышать 16 лет. Ограничение срока эксплуатации в какой-то степени ограничивает уровень совершенства объекта производства. При оптимальном разрешении противоречий, оцениваемых технико-экономическими критериями, происходит наибольшее приближение конструкции объекта производства к производственным возможностям. Преодоление этих противоречий связано не только с изысканием новых методов и технологий формоизменения, но и методов эффективной оценки этих технологий и достоверного математического описания процесса формоизменения.

**Вывод.** Таким образом, на основании использования эвристических методов и теории иерархических многоуровневых систем обоснована технология изготовления ободьев колес минимальной разнотолщинности из предварительно спрофилированной заготовки переменного сечения.

### Список литературы

1. Алиев И.С. Эвристические приемы поиска новых технологических решений в области штамповки / И.С. Алиев. – Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском у металургії і машинобудуванні: 36 наук. пр. – Краматорськ, 2001. – С. 217 – 222.
2. Половинкин А.И. Автоматизация поискового конструирования (Искусственный интеллект в машинном проектировании) / А.И. Половинкин. – Монография – М.: Машиностроение, 1981. – 324 с.
3. Балабин И.Б. Автомобильные колеса / И.Б. Балабин. – М.: Машиностроение, 1988. – 188 с.
4. Борисевич В.К. Выбор оптимальных параметров вытяжки листовых заготовок / В.К. Борисевич, М.В. Загирняк, В.В. Драгобецкий // Кузнечно-штамповочное производство. – 2009. – № 2. – С. 38–42.