

УДК 621.98.044.001.24.

## ПРИМЕНЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ПОДБОРА ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ФОРМОИЗМЕНЕНИИ ОБОДЬЕВ КОЛЕС

*Моспан Д.В., Пузырь Р.Г., к.т.н., доц., Драгобецкий В.В., д.т.н., проф.,  
Драгобецкая Л.М., ст. преп., Бойко Ю.А., ас.*

*Кременчугский государственный политехнический университет*

*имени Михаила Остроградского*

*39614, г. Кременчуг, ул. Первомайская, 20*

*E – mail: kafea@polytech.poltava.ua*

Розглянуто проблеми удосконалення технології профілювання ободів коліс. Надано морфологічний аналіз вибору обладнання для обробки ободів коліс автомобілів та тракторів.

**Ключові слова:** морфологічний аналіз, обід, профілювання, заготовка, обладнання.

The problems of perfection of technology structure rims of wheels are considered. The morphological analysis of a choice of the equipment for manufacturing rims of wheels of automobiles and tractors is given.

**Key words:** The morphological analysis, rim, structure, preparation, equipment.

**Введение.** Развитие и совершенствование производства колес связано с разработкой таких направлений, которые во многом определяются снижением металлоемкости колес, их рациональной надежностью и долговечностью. Совершенствование оборудования для производства ободьев колес идет по двум направлениям:

- 1) создание новых типов устройств, оборудования и технологической оснастки;
- 2) модернизация существующего, традиционного оборудования;
- 3) разработка оборудования для реализации комбинированных методов формоизменения.

**Анализ предыдущих исследований.** В настоящее время существует большое количество методов формоизменения ободьев колес: холодная штамповка, ротационная вытяжка, ротационное профилирование и раздача, радиальное профилирование и т.д. При выборе, прогнозировании, разработке и модернизации оборудования и технологии возможно использование экстраполяции и методов, основанных на эвристическом, вероятностно-статистическом подходе и обработке научно-технической информации [1]. В нашем случае, когда нет достаточно надежных статистических методов оценки эффективности оборудования и технологии, целесообразно использовать или морфологический анализ, или метод попарного сравнения вариантов, или оценки типа интервью [1, 2].

Наиболее известным из методов этой группы является морфологический анализ. Его цель дать систематический анализ и обзор исследуемой многоплановой задачи с благоприятствованием наиболее успешному и упорядоченному использованию индивидуальных интуиций экспертов. Преимущество метода связано с тем, что он подводит исследователя к принципам системного представления об исследуемом объекте.

**Цель работы.** Использование морфологического анализа для систематизации, обзора и анализа всей возможной технологии оборудования для решения сложной многоплановой научно-технической проблемы производства ободьев колес.

**Материал и результаты исследований.** На первом этапе выделяем наиболее важные аспекты, характеризующие технологию изготовления ободьев колес. В качестве оснований деления  $P_i$  являются эти аспекты. Для каждого  $i$ -го аспекта проблемы (задачи) выявляются возможные варианты решения  $m_j^i$ .

Вся совокупность аспектов (задач) и способов ее решения может быть представлена в виде системы матриц называемых «морфологическим множеством». В каждой строке этой матрицы выделяем один из элементов  $m_j$ . Цепочка элементов представляет один из возможных вариантов решения задачи. Некоторое единичное решение задачи (проблемы) можно представить системой элементов:

$$P_1 m_{j_1}^1, P_2 m_{j_2}^2, \dots, P_n m_{j_n}^n.$$

На следующем этапе определяем, какие из этих решений осуществимы в действительности. Рассмотрим укрупненную и упрощенную модель технологии ободьев колес. Основной акцент уделяем оборудованию для формоизменения ободьев колес.

Можно выделить 10 аспектов  $P_i$  (табл.1), характеризующих процессы производства ободьев колес. Для каждого из аспектов определяем несколько вариантов решений  $m_j^i$ , число которых колеблется от 3 до 11.

Так, в качестве заготовки для изготовления обода могут быть: труба (цельнотянутая) -  $m_1^1$ ; лист -  $m_2^1$ ; сварная цилиндрическая заготовка -  $m_3^1$ ; профиль -  $m_4^1$ ; расплавленный металл -  $m_5^1$ ; поковка -  $m_6^1$ ; профильные трубы -  $m_7^1$ ; гнутые профили -  $m_8^1$ ; периодические профили -  $m_9^1$ ; профилированная труба переменного сечения -  $m_{10}^1$ .

Таблиця 1 – Морфологическая модель формоизменения ободьев колес

Аспекты, проблемы	$P_1$	Варианты решения
Вид исходной заготовки	$P_1$	
Вид сварки	$P_2$	
Процессы формоизменения	$P_3$	
Деформирующая среда	$P_4$	
Температурный режим	$P_5$	
Материал заготовки	$P_6$	
Доминирующая деформация	$P_7$	
Формоизменяющее воздействие	$P_8$	
Режим нагружения	$P_9$	
Характер воздействия инструмента	$P_{10}$	
Оборудование	$P_{11}$	

Среди всех видов сварки (порядка 240) выбираем стыковую. В качестве стыковой сварки могут применяться процессы  $P_2$  стыковой сварки сопротивлением  $m^2_1$ ; непрерывным оплавлением  $m^2_2$ ; оплавлением с подогревом  $m^2_3$ .

Современные способы изготовления колес  $P_3$  включают процессы профилирования  $m^3_1$ , холодной штамповки  $m^3_2$ , ротационной вытяжки  $m^3_3$ , раздачи  $m^3_4$ , комбинированные  $m^3_5$ , ротационной раздачи  $m^3_6$ , торцевой раскатки  $m^3_7$ , обжатия качающейся матрицей  $m^3_8$ , сферодвижной штамповки  $m^3_9$ .

Вид воздействующей среды, используемой в качестве инструмента:  $m^4_1$  – твердая;  $m^4_2$  – эластичная;  $m^4_3$  – газовая.

Температурный режим:  $m^5_1$  – холодное деформирование;  $m^5_2$  – горячее деформирование;  $m^5_3$  – деформирование в температурном режиме сверхпластичности.

Материал заготовки:  $m^6_1$  – углеродистые стали;  $m^6_2$  – титановые сплавы;  $m^6_3$  – алюминиевые сплавы;  $m^6_4$  – магниевые сплавы;  $m^6_5$  – многофазные стали.

Вид доминирующей деформации:  $m^7_1$  – сжатие;  $m^7_2$  – растяжение.

Характер формоизменяющего воздействия:  $m^8_1$  – одновременное;  $m^8_2$  – последовательное;  $m^8_3$  – локальное;  $m^8_4$  – локально-последовательное.

Скоростной режим нагружения:  $m^9_1$  – квазистатический;  $m^9_2$  – динамический;  $m^9_3$  – импульсный.

Характер воздействия инструмента:  $m^{10}_1$  – активный дискретный;  $m^{10}_2$  – активный сплошной;  $m^{10}_3$  – реактивный сплошной;  $m^{10}_4$  – реактивный дискретный.

Оборудование:  $m^{11}_1$  – многогибочные прессы;  $m^{11}_2$  – ротационные валковые гибочно-формовочные машины;  $m^{11}_3$  – специализированные раскаточные станы;  $m^{11}_4$  – машины листогибочные с поворотной траверсой;  $m^{11}_5$  – машины листогибочные валковые;  $m^{11}_6$  – машины профилировочные.

Анализ данной модели показывает, что имеется  $10 \times 3 \times 8 \times 3 \times 2 \times 4 \times 3 \times 4 \times 6 = 414720$  вариантов изготовления ободьев колес автомобилей и сельскохозяйственной техники.

Сочетание  $m^1_3 m^2_3 m^3_1 m^4_1 m^5_1 m^6_1 m^7_1 m^8_7 m^9_1 m^{10}_1 m^{11}_6$  отвечает существующему на ОАО «Кременчугский колесный завод» процессу производства ободьев колес. Под  $m^{10}_1$  – понимаем существующие в настоящее время варианты решения задачи. Интересное сочетание дает вариант  $m^1_3 m^2_3 m^3_0 m^4_3 m^5_3 m^6_{2, \dots, 5}$ , который связан с формообразованием ободьев колес в состоянии сверхпластичности. Этот вариант позволяет максимально упростить формоизме-

няющее оборудование ограничившись нагревательными устройствами.

При выборе варианта формоизменения необходимо решить, как это всегда встречается в технике, противоречивую задачу. Технологические требования по повышению степени точности и снижению шероховатости поверхности и разностенности сечения обода вступают в противоречие. Уменьшение усилий формоизменения ободьев колес, а следовательно, и упругой деформации системы СПИД и повышение точности изготавливаемого изделия достигается путем дальнейшей локализации очага деформации. Более высокое качество получают при формоизменении с помощью инструмента с удлиненным калибрующим участком. Это противоречие удачно решают методы сферодвижной штамповки и обжатия качающейся матрицей. В этих процессах локализация очага деформации изменяется от точечного до линейного. Поэтому в последний аспект следует внести специализированное оборудование для обжатия качающейся матрицей  $m^{11}_7$ . Сочетание  $m^1_3 m^2_1 m^3_8 m^4_1 m^5_1 m^6_1 m^7_1 m^8_4 m^9_1 m^{10}_{1,2} m^{11}_7$  – соответствует обжатию качающейся матрицей, а  $m^1_1 m^2_0 m^3_9 m^4_1 m^5_1 m^6_1 m^7_2 m^8_4 m^9_1 m^{10}_{1,2} m^{11}_8$  – процессу сферодвижной штамповки.

**Выводы.** Применение морфологического анализа позволило систематизировать методику выбора оборудования для профилирования ободьев колес. Системное изучение возможных комбинаций решений проблемы формоизменения привело не только к решению задачи, но и к принципиально новой технологии и необходимости создания новых машин для изготовления ободьев колес.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Методы прогнозирования развития конструкционных материалов / Л.С. Ерохина, К.В. Калугина, С.К. Михайлов. – Л.: Машиностроение, 1980. – 256 с.
2. Добров Г.М. прогнозирование науки и техники. – М.: Наука, 1977. – 212 с.
3. Чигиринский В.В. Способ производства ободьев колес грузовых автомобилей из металлопроката сниженной металлоемкости // Теория и практика металлургии. - 1998. - №4. – 43-44 с.

Стаття надійшла 28.04.2008 р.  
Рекомендовано до друку д.т.н., проф.  
Драгобецьким В.В.