

УДК 678.4.055.6:629.11.012.553

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ БАРАБАНОВ СОВРЕМЕННЫХ СТАНКОВ ДЛЯ СБОРКИ ПОКРЫШЕК ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ШИН

Петерсон С.А., Шеронина И.С., Шатунов А.Г.

*Ярославский государственный технический университет, Ярославль,
Россия*

Статья посвящена решению оптимизационной задачи проектирования барабанов для сборки покрышек пневматических шин с рычажным механизмом привода секторов. В качестве целевой функции принята площадь вырезов в плечиках барабана величина, которой оказывает большое влияние на качество формирования бортовой части покрышек.

Ключевые слова: барабан, сектор, механизм, покрышки, параметры.

При создании сборочного станка наиболее важной и трудоемкой задачей является проектирование сборочного барабана. В настоящее время для сборки большегрузных покрышек как у нас в стране, так и за рубежом, ведущее место занимают барабаны с рычажными механизмами радиального перемещения секторов [1; 2]. Такие барабаны обычно имеют концентрично расположенные приводные втулки, которые через механизм радиального перемещения секторов связаны с большими и малыми секторами. При складывании барабана сначала начинают движение малые сектора с подвижными в осевом направлении плечиками, а затем происходит одновременное движение всех секторов до полного складывания барабана [1; 2].

При выборе структурной схемы рычажного механизма сборочного барабана необходимо учитывать условия, накладываемые технологическим процессом сборки и геометрическими параметрами покрышки (диаметр и раздвиг барабана, высота и конфигурация плечиков).

Основным условием безотказной работы таких барабанов является устранение заклинивания секторов в процессе их складывания. Для этого в плечевой зоне секторов делаются вырезы. Эти вырезы ухудшают качество собираемой покрышки, так как ухудшают условия формирования бортов покрышки. Поэтому при про-

ектировании сборочного барабана наряду с выполнением таких требований, как точность геометрических размеров, высокая прочность, жесткость, надежность в работе, достаточный коэффициент складывания для свободного съема покрышки со станка, важным требованием является и наличие качественной формообразующей поверхности. Таким образом, при проектировании барабанов для сборки большегрузных покрышек приходится решать оптимизационную задачу минимизации площади вырезов в секторах барабана. Для решения данной задачи необходимо в первую очередь создать математическую модель, описать оптимизационную задачу, разработать численный метод ее решения. Поэтому на первом этапе проектирования необходим структурный синтез, т.е. поиск возможных структурных схем рычажных механизмов. На втором этапе необходимо осуществить кинематический синтез, т.е. определить параметры механизма с учетом всего комплекса конструктивных и кинематических ограничений. Системный подход к проектированию использует кинематический синтез как многократно применяемую процедуру при оптимизационном синтезе. При поиске возможных структурных схем механизмов наиболее часто применяют матричный метод поиска и метод пассивного поиска [3; 4].

Матричный метод поиска состоит в построении матрицы решений. По каждо-

му критерию вариант оценивается в балах. При пассивном поиске оптимальной структурной схемы последовательно выполняется ряд операций.

Важным этапом в решении настоящей оптимизационной задачи является разработка численного метода и программного комплекса, позволяющего получить пригодные для конструктивного оформления параметры барабана.

Поскольку проектное пространство, в котором должен быть сложен барабан, сильно ограничено, то разработать конструкцию барабана без вырезов практически

невозможно. Поэтому при разработке работоспособной конструкции барабана для сборки большегрузных покрышек необходимо определить такие параметры механизмов перемещения секторов и плечиков, при которых диаметр сложенного барабана меньше посадочного диаметра покрышки, а площадь вырезов в бортовой части минимальна.

В такой постановке оптимизационная задача по определению параметров механизмов радиального перемещения секторов сводится к нелинейной задаче условной оптимизации вида:

$$Q(u) = Q_1(u) + Q_2(u) \rightarrow \min \quad (2.1)$$

$$u \in U_o, \quad (2.2)$$

где $Q(u)$ - суммарная площадь вырезов на сборочной поверхности барабана; $Q_1(u)$ - площадь вырезов в малых секторах; $Q_2(u)$ - площадь вырезов в больших секторах; u - конструктивно изменяемые параметры ме-

ханизма радиального перемещения секторов; U_o - множество допустимых значений u , определяемое ограничениями на габариты барабана и возможностью его конструирования,

$$U_o = \{u: q_i(u) \leq 0, \quad i = 1, \dots, m\}.$$

Радиальное перемещение малых и больших секторов должно быть таким, чтобы покрышка легко снималась со станка, т.е. диаметр описанной окружности сложенного барабана D_1 должен быть меньше посадочного диаметра покрышки D_p на величину 2δ

$$D_1 = D_p - 2\delta, \quad (3)$$

где δ - зазор между бортом покрышки и поверхностью барабана в сложенном положении, обеспечивающий съем покрышки с барабана; D_1 - диаметр окружности, описанной вокруг секторов сложенного

барабана; D_p - посадочный диаметр покрышки (диаметр покрышки по носку).

Выбрав число пар секторов n барабана, можно определить размеры центральных углов малых и больших секторов (рис. 1).

$$\beta = \arcsin \left(\frac{(D_p - 2\delta) \sin \left[\frac{\pi}{n} \right]}{D_h} \right), \quad (4)$$

$$\alpha = \frac{\pi}{n} - \beta \quad (5)$$

где α, β - половина центрального угла соответственно малого и большого секторов; D_h - наружный диаметр барабана. Площадь проекции выреза L_1, L_2, L_3 (рис. 1) в плече-

вой зоне малого сектора на ортогональную плоскость к оси барабана можно вычислить по формуле (5)

$$Q_1(u) = \frac{[(y_{L_2}(x_{L_4} - x_{L_3}) + x_{L_2}(y_{L_3} - y_{L_4})) + \left(\frac{DP}{2}\right)^2 \left(\frac{\arcsin(2x_{L_3}) - \arcsin(2x_{L_4})}{DP}\right)]}{2} \quad (6)$$

где $x_{L_2}, y_{L_2}; x_{L_3}, y_{L_3}; x_{L_4}, y_{L_4}$ - координаты точек L_2, L_3, L_4 (рис. 1); точки L_1, L_2, L_3 - это точки пересечения прямых L_1L_3 и L_2L_4 между собой и с окружностью радиуса $D_h/2$ (рис.1). Получить аналитическое выражение для вычисления площади проекции выреза в больших секторах на аналогичную плоскость к оси барабана не представляется возможным. Поэтому для вычисления предлагается численный ме-

тод, требующий проведения расчетов на ЭВМ. Для этого на проекцию выреза большого сектора накладывается равномерная полярная сетка. В узлах этой сетки и будут проверяться условия на заклинивания плечевой зоны секторов. Узлы, которые попали в зону наложения плечиков больших и малых секторов, проверяются на заклинивание с помощью неравенства [5].

где d - расстояние от оси вала до рассматриваемой точки на наружной поверхности плечика малого сектора; $F_c(d)$ - осевое перемещение плечика

$$\rho_{\text{доп}} = \sqrt{\left(\rho_i \cos \varphi_i + S_{1(d)} - S_{2(d)} \cos \frac{\pi}{n}\right)^2 + \left(\rho_i \sin \varphi_i - S_{2(d)} \sin \frac{\pi}{n}\right)^2} \quad (7)$$

d - аксиальный ход ступицы механизма привода секторов; $S_{1(d)}, S_{2(d)}$ - радиальный ход малого и большого секторов; φ_i - угол наклона радиуса вектора P_i .

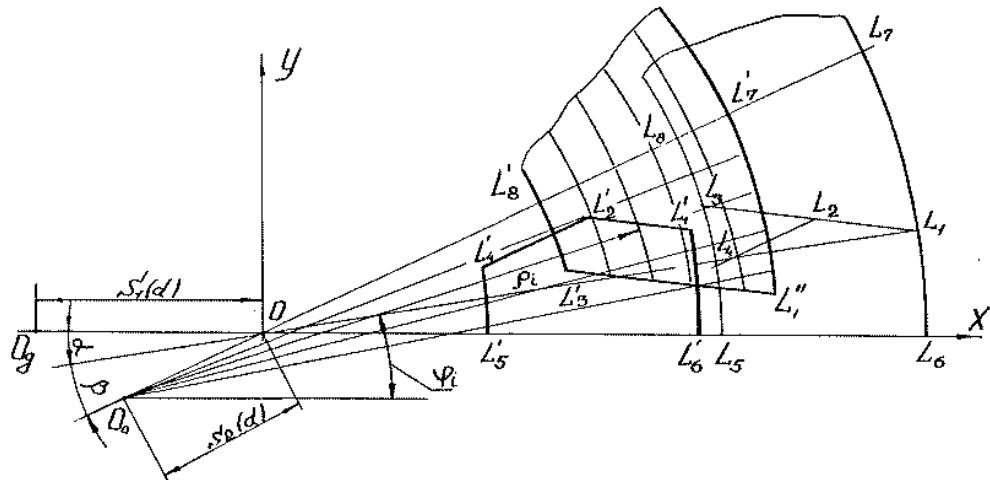


Рис. 1. К определению площади вырезов в плечиках больших секторов

Если условие (7) не выполняется, то узлы попадают в область вырезов в плечиках больших секторов. Площадь выпуклой оболочки узлов, попавших в область выреза, и является приближенной площадью проекции выреза в плечиках больших секторов. Поскольку величины d , $S_{1(d)}$, $S_{2(d)}$, $F_{c(d)}$, входящие в приведенные выше соотношения, зависят от выбранной конструктором схемы механизмов привода секторов и плечиков барабана, то решение задачи в такой постановке позволяет определить оптимальные параметры механизмов с минимально возможной площадью вырезов в плечевой зоне барабана и отсутствием заклинивания. U_o зависит от структурной схемы привода секторов и описывает область допустимых значений его параметров при которой имеется возможность конструирования барабана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бекин Н.Г., Петров Б.М. Оборудование для изготовления пневматических шин. Л.б Химия, 1982.- 263с.
2. Основные направления создания конструкции барабанов для сборки прецизионных покрышек/ А.П. Синотин, В.А. Ким, В.Н. Рощин, Н.Н. Зайцев // Обзорная информ. Сер. ХМ-2. М.6 ЦИНТИхимнефтемаш, 1984.- 38с.
3. Васильев Ф.П. Лекции по методам решения экспериментальных задач.- М.:Изд-во МГУ, 1974.-374 с.
4. Численные методы условной оптимизации / Под ред. Ф.Гилла, У. Мюррей.-М.: Мир, 1977.-295с.
5. Изотов М.О., Голберг Г.С., Бекин Н.Г. Оптимальные задачи, возникающие при математическом описании процессов переработки полимеров на валковом оборудовании // Машины и технология переработки каучуков, полимеров и резиновых смесей.-Ярославль:ЯПИ, 1983.

THE FUNDAMENTAL PROBLEMS OF DRUM DESIGNS OF MODERN MACHINES FOR PNEUMATIC TIRE CASING ASSEMBLING

Peterson S.A., Sheronina I.S., Shatunov A.G.
Yaroslavl state technical university, Yaroslavl, Russia

This article is devoted to the problem of drum design optimization of pneumatic tire casing assembling with leverage of sector drive. Cut square in arms of drum is objective function, which influence on the quality of forming of bead section of tires.

Keywords: drum, sector, mechanism, tires, parameters.