

**УДК 621.7.044**

*Р.В.ЛЕВЧЕНКО*, асп., КрНУ, Кременчуг

*Р.Г.ПУЗЫРЬ*, канд. техн. наук, доц., Кременчуг

## **РАСЧЕТ РАЗМЕРОВ ЛИСТОВОЙ ЗАГОТОВКИ ДЛЯ ОБОДЬЕВ КОЛЕС ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Рассматривается возможность автоматизации расчета размеров листовой заготовки для ободьев колес транспортных средств, приводится алгоритм расчета и программа, которая дает возможность значительно сократить время на проектирование технологических процессов, наиболее полно учитывать влияние различных факторов, которые способствуют растяжению материала.

Розглядається можливість автоматизації розрахунку розмірів листової заготовки для ободів коліс транспортних засобів, приводиться алгоритм розрахунку й програма, яка має можливість значно скоротити час проектування технологічних процесів, найбільш повно враховувати вплив різноманітних факторів, які сприяють розтягуванню матеріалу.

The opportunity of automation of account of the sizes of sheet preparation for rims of wheels of vehicles is considered, to be resulted algorithm of account and program. The program enables considerably to reduce time to designing of technological processes, most full to take into account influence of the various factors, which promote a stretching of a material.

Современное развитие промышленности немислимо без применения средств автоматизации технологической подготовки производства, энергосбережения и экономии материалов. Требования, которые представляются при эксплуатации ободьев современных транспортных средств сводятся к следующему: полное соответствие конструкции колеса условием эксплуатации; обеспечение прочности и жесткости при минимальном расходе металла; обеспечение необходимой точности; соответствие специальным техническим условиям.

Особое внимание следует уделить второму пункту, т.к. он затрагивает не только технологичность детали. От расхода металла при изготовлении обода зависят экономические (себестоимость изделий) и эксплуатационные (инерционные) характеристики.

В большинстве случаев основным критерием технологичности конструкции является наиболее экономный расход материала при наименьшем количестве операций и снижении трудоемкости. Анализ себестоимости профилированных деталей показывает, что экономия материала на 10% по эффективности равноценна увеличению производительности в три раза на всех операциях. Экономия материала на 20–25% в большинстве случаев настолько эффективна, что стоимость сэкономленного материала обычно превышает сумму прямой заработной платы [1].

Поэтому точный расчет размеров заготовок для ободьев колёс различных транспортных средств является основой для создания наиболее современных технологических процессов изготовления ободьев наименьшей себестоимости.

Целью работы является автоматизация расчета размеров листовых заготовок для получения ободьев транспортных средств.

В производстве ободьев колёс автомобилей, тракторов, сельскохозяйственных и других машин из листовых заготовок технологические процессы, основаны на применении радиального профилирования, принято считать производительными, экономичными и перспективными. Дальнейшее совершенствование процессов профилирования и снижение металлоемкости в значительной степени зависят от более объективного расчета геометрических параметров заготовок [2]. Н.В. Потекушин в своих работах считает целесообразным рассчитывать ширину заготовок в зависимости от глубины и ширины центрального ручья (рис.1) по формуле [2]:

$$B_3 = \sum B + \sum B_n + \sum B_e, \quad (1)$$

для  $h_p = (0,05 \div 0,1)B_p$ ;

$$B_3 = \sum B + 0,0174 \sum R\alpha - 1,4(n-1), \quad (2)$$

для  $h_p = (0,25 \div 0,65)B_p$ ;

где  $\sum B$  – сумма длин прямолинейных участков;

$\sum B, \sum B_e$  – сумма длин закруглённых участков, контактирующих с верхним и нижним роликом соответственно;

$h_p$  – глубина центрального ручья;

$\sum R\alpha$  – сумма произведений радиусов закруглений на углах охвата роликов;

$B_p$  – ширина центрального ручья.

Недостатком зависимости (2) на наш взгляд является постоянство значения коэффициента  $K = 1,4$ .

Другая зависимость для расчета ширины заготовки дана в работе [3]:

$$B_0 = B_0 - kn_0, \quad (3)$$

где  $B_0$  – общая длина прямолинейных и криволинейных участков профиля;

$n_0$  – сумма закругленных участков профиля;

$k$  – переменный коэффициент, учитывающий приращение длины образующей профиля за счёт меридионального растяжения заготовки, упругих деформаций и знакопеременной тангенциальной деформации.

Авторы работы [3] предлагают вышеуказанный коэффициент находить по графической зависимости от радиальной деформации.

Для компьютерного расчёта размеров заготовки определение коэффициента  $k$  с помощью графической зависимости не совсем обосновано, так как компьютер понимает формализованный метод представления данных, и графические методы представления различных зависимостей уступают по точности аналитическим методам.

Определение ширины заготовки для  $h_p = (0,25 \div 0,65)B_p$  будем определять на основании равенства ширины заготовки ширине нейтрального слоя отпрофилированной детали [1], которое сводится к определению положения и ширины нейтрального слоя в зависимости от относительного радиуса

закругления  $r/s$ . В общем случае ширина заготовки равна сумме длин прямолинейных участков и длины нейтрального слоя в изогнутых участках профиля с вычетом той части материала, которая растягивается за счёт меридиональных растягивающих деформаций заготовки.

Длина нейтрального слоя в изогнутом участке профиля определяется по формуле:

$$l = \frac{\pi\varphi}{180}(r + s) = 0,017\varphi(r + xs), \quad (1)$$

где  $\varphi$  – угол изогнутого участка;

$x$  – коэффициент, определяющий положение нейтрального слоя (выбирается по таблицам [1]).

Угол изогнутого участка только при  $\gamma = 90^\circ$  равен углу гибки [1], во всех остальных случаях он составляет:

$$\varphi = 180^\circ - \alpha,$$

где  $\alpha$  – внутренний угол гибки (рис. 1).

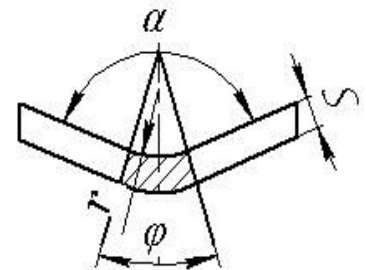


Рис. 1. Угол гибки

Анализируя схему локального нагружения цилиндрической обечайки парой роликов в каждый последующий момент деформирования, было отмечено, что геометрическая форма очага деформации напоминает форму коробчатой детали, которая получается при вытяжке прямоугольных коробок из листовых заготовок. Поэтому для учёта растяжения металла в угловых радиусных переходах и утолщения дна центрального ручья при изготовлении обода колеса, можно использовать зависимости, применяемые для расчёта заготовок для прямоугольных коробчатых деталей, получаемых вытяжкой. Для компенсации металла, перемещаемого из угловых закруглений, находим ширину полоски  $h_6$ , отрезаемой от геометрической развертки прямых сторон:

$$h_6 = y \frac{R^2}{B - 2r}, \quad (2)$$

где  $y$  – коэффициент, который выбирают по относительным размерам обечайки;

$B$  – ширина ручья;

$r$  – радиус закругления между ручьём и полками;

$$R = \sqrt{2r \cdot H};$$

$H$  – высота ручья (рис. 2).

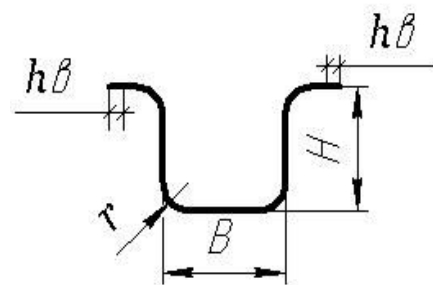


Рис. 2. Размеры олуфабриката

При многоступенчатом профилировании цилиндрических заготовок условия деформирования ухудшатся, т.к. на возникающую на каждом переходе неравномерность деформации в меридиональном и тангенциальном направлении налаживается упрочнение зон, получивших пластическую деформацию на предыдущих переходах, что приводит к увеличению растягивающих напряжений в опасном сечении. Поэтому компенсацию металла, вытесняемого из радиусных переходов нужно производить при прохождении каждого из ручьёв.

Окончательно зависимость для вычисления ширины заготовки будет иметь вид:

$$B_3 = \sum B + 0,017 \sum \varphi(r + xs) - \sum y \frac{2r \cdot H}{B - 2r}. \quad (3)$$

Длину заготовки найдем по правилу Гюльдена–Паппуша: площадь поверхности тела вращения, образованного кривой произвольной формы при вращении её вокруг оси, находящейся в той же плоскости, равна произведению длины образующей на путь её центра тяжести:

$$F = 2\pi \cdot R_s \cdot L, \quad (4)$$

где  $L$  – длина образующей;

$R_s$  – расстояние от оси до центра тяжести образующей.

Далее находим площадь боковой поверхности приведённого цилиндра:

$$F_u = \pi r^2 \cdot h, \quad (5)$$

где  $r$  – радиус заготовки;

$h$  – высота заготовки,  $h = B_3$ ,  $F_u = F$ .

Отсюда:

$$r = \sqrt{\frac{F}{\pi \cdot B_3}}. \quad (6)$$

Тогда длина заготовки:

$$L_3 = 2\pi r = 2\pi \sqrt{\frac{F}{\pi \cdot B_3}}. \quad (7)$$

Окончательно длина заготовки под обечайку:

$$L_0 = L_3 + \Delta, \quad (8)$$

где  $\Delta$  – припуск под сварку.

Алгоритм для автоматизированного расчёта размеров заготовки изображён на рис. 3.

Программа "Расчет заготовки для ободьев колес" позволяет выполнять расчеты размеров листовой заготовки для производства ободьев колес транспортных средств типа W, DW, DDW и ободьев с 15° полками (рис. 4).

От пользователя требуется только вести переменные: ширину центрального ручья, ширину посадочной полки и боковой закраины; значения радиусов закругления, диаметров и углов наклона посадочных полок, боковых сторон центрального ручья, которые даны на эскизе готового обода. Потом нажать кнопку "Проверка значений"; если значения введены правильно, нажать кнопку "Расчет задачи" (рис. 5).

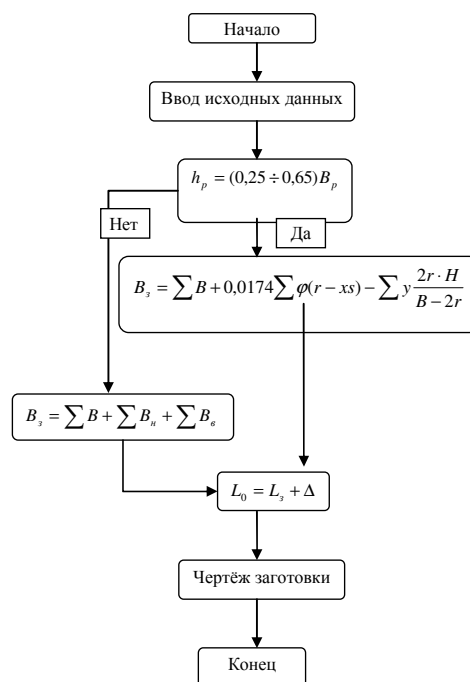


Рис. 3. Алгоритм расчета геометрических размеров заготовки

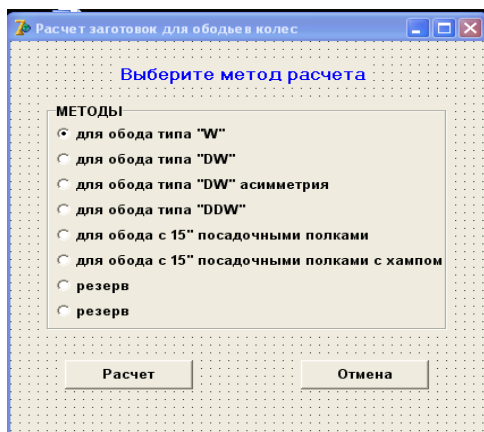


Рис.4 Выбор задачи в зависимости от типа обода

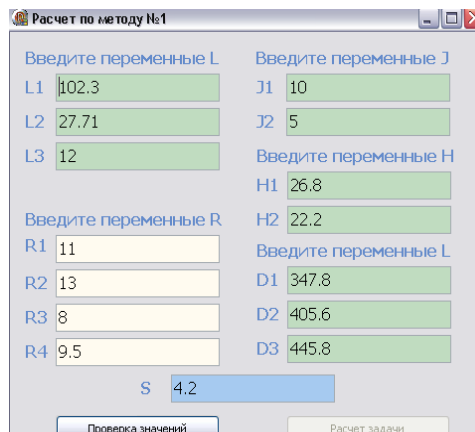


Рис.5 Окно программы с для ввода начальных данных

Если исходные данные введены неверно, нажав клавишу “Проверка значений”, программа автоматически покажет, что переменные не соответствуют данному критерию. Если же все значения введены правильно клавиша “Расчет задачи” становится активной и, нажав ее, всплывает окно, что все расчеты закончены (рис. 6).

Сравнение программных результатов расчета размеров заготовок для различных типов ободьев с производственными, которые использует АО «Кременчугский колесный завод» показало совпадение размеров с погрешностью 1–2%, время счета составляет менее 1 секунды.

Автоматизация проектирования технологических процессов при изготовлении колёс транспортных средств позволит облегчить работу технологов, повысить производительность, усовершенствовать технологическую подготовку производства. Современное производство характеризуется высоким уровнем гибких переналаживаемых линий с использованием средств автоматизации и роботизации. Одним из этапов автоматизированной разработки технологических процессов является определение формы и размеров заготовки.

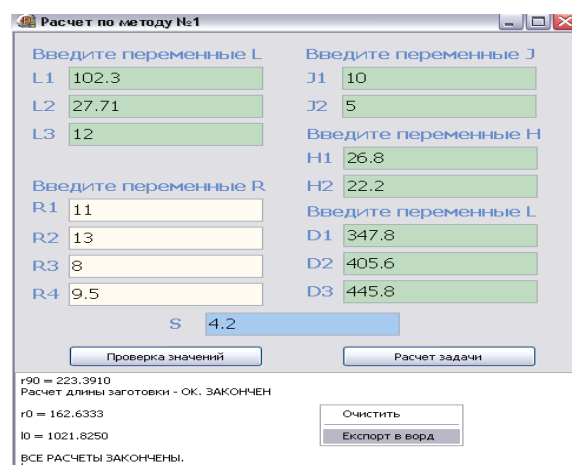


Рис. 6. Окно программы с окончательным расчетом

**Список литературы:** 1. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке [Текст] / В.П. Романовский. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 520 с. 2. Потехушин Н.В. Выбор исходного оборудования для профилирования [Текст] / Н.В. Потехушин; В.Ф. Троян; П.И. Шпиро // Автомобильная промышленность. – 1976. – № 8. – С. 33–36. 3. Потехушин Н. Экспериментальное исследование процесса формообразования профилированных ободьев [Текст] / Н. Потехушин // Автомобильная промышленность. – 1977. – № 1. – С. 33–36.

Поступила в редколлегию 06.12.2011