

УДК 621.7.044

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЗАГОТОВКИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОФИЛИРОВАНИЯ**Р. Г. Пузырь**Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: vldrag@kdu.edu.ua

Приведены технологические характеристики процесса профилирования ободьев колес, проведен анализ и определение влияния совокупности технологических параметров на качество и функциональную пригодность получаемого изделия. Показано, что в процессе деформирования в зависимости от геометрии инструмента краевые участки цилиндрической заготовки подвергаются тангенциальному растяжению, а элементы центрального ручья – тангенциальному сжатию. На практике стремятся обеспечить равномерность деформации по всему сечению обода колеса, что возможно обеспечить путем варьирования геометрическими параметрами профилировочных роликов и размерами заготовки. Это позволит уменьшить локализацию деформаций на радиусных переходах обода, повысить качество продукции и сократить расходы материалов. Полученные зависимости можно использовать в инженерной практике для проектирования новой технологии производства ободьев колес транспортных средств.

Ключевые слова: обод, профилирование, заготовка, деформация, технология.**ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ЗАГОТОВКИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ОРІЄНТОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОФІЛЮВАННЯ****Р. Г. Пузырь**Кременчугський національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: vldrag@kdu.edu.ua

Наведені технологічні характеристики процесу профілювання ободів коліс, проведений аналіз і визначення впливу сукупності технологічних параметрів на якість і функціональну придатність виробу. Показано, що в процесі деформування залежно від геометрії інструмента крайові ділянки циліндричної заготовки піддаються тангенціальному розтягуванню, а елементи центрального струмка – тангенціальному стисненню. На практиці прагнуть забезпечити рівномірність деформації по всьому перерізу обода колеса, що можливо забезпечити варіюванням геометричними параметрами профілюючих роликів і розмірами заготовки. Це дозволить зменшити локалізацію деформацій у радіусних зонах обода, підвищити якість продукції і скоротити витрати матеріалів. Отримані залежності можна використовувати в інженерній практиці для проектування нової технології виробництва ободів коліс транспортних засобів.

Ключові слова: обід, профілювання, заготовка, деформація, технологія.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. При работе колеса обод приводятся в сложное напряженно-деформированное состояние с неравномерным распределением и знакопеременностью напряжений. Повышение надежности и долговечности ободьев сдерживается недостаточной изученностью характеристик технологических схем их изготовления [1–3].

Процесс профилирования сложен для теоретического исследования. Локализованному формоизменению в каждый данный момент подвергается часть заготовки, исходящая между профилировочными роликами. Однако специальными экспериментами установлено, что толщина стенки полуфабриката в любой точке на длине периметра данного поперечного сечения в любой момент процесса профилирования одинакова. Тангенциальные деформации, согласующиеся с этой толщиной, как и меридиональные, также одинаковы, т.е. деформации выравниваются по длине периметра поперечного сечения [3].

Поэтому целью работы является определение геометрических характеристик очага деформации для создания оптимальных условий деформирования при производстве ободьев колес.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

В процессе деформирования в зависимости от геометрии инструмента краевые участки цилиндрической заготовки подвергаются тангенциальному рас-

тяжению, а элементы центрального ручья – тангенциальному сжатию,

$$R_n > R_o; R_p < R_o,$$

где R_o – радиус обечайки (рис 1).

В начальный момент зазор между контактными периферийными участками роликов в зоне деформации равен толщине t_3 заготовки, поэтому межосевое расстояние равно $A = R_g + R_n + t_3$, где R_g, R_n – наибольшие радиусы верхнего и нижнего роликов на участках контакта с заготовкой. При подъеме нижнего ролика на величину t_3 $A_l = A - t_3 = R_g + R_n$. К этому моменту глубина профиля $h_i = t_3$, а величина перекрытия роликов $b = 0$. Следовательно, в конце процесса профилирования $b = h_k - t_3$; $A_k = A_l - b = R_g + R_n - h_k + t_3$ [4].

Конечная глубина ручья достигается при непрерывной силовой подаче вала машины $h_k = A - A_k$. Глубина ручья и подача взаимосвязаны:

$$h_k = b + t_3 = s_{i1} + s_{i2} + \dots + s_{in} = \sum s_i, \quad (1)$$

где s_{i1}, s_{i2}, s_{in} – подача соответственно за первый, второй и n -й оборот ролика.

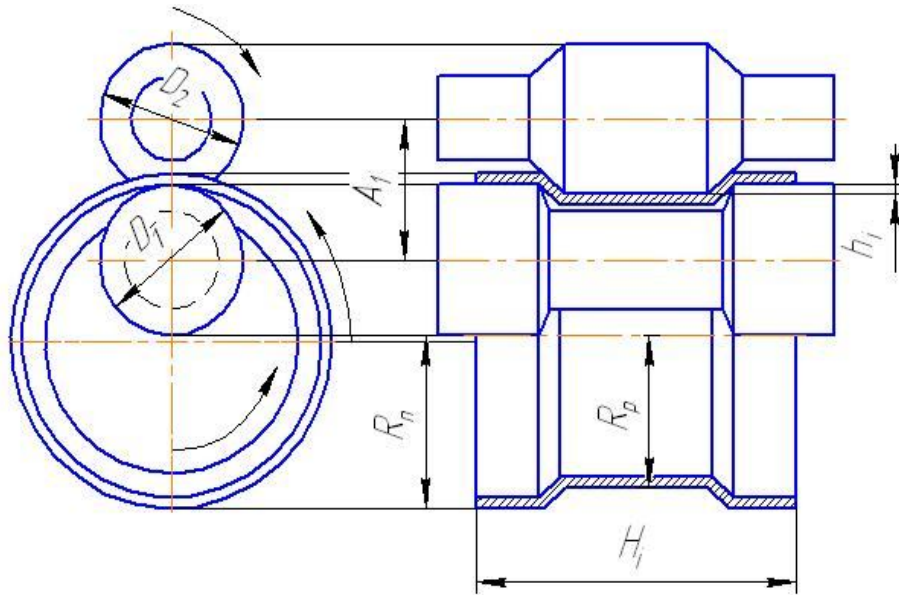


Рисунок 1 – Формообразование полуфабриката формовочными роликами:
 H_i – высота полуфабриката на i переходе; A_1 – расстояние между центрами инструмента

Профилировочными роликами вращающаяся заготовка последовательно перемещается в зону активной пластической деформации. При $h_i = 0$ углы захвата α_n и α_b ограничивают площадь контакта нижнего и верхнего роликов с обечайкой в состоянии покоя, при этом $\alpha_b \approx 0$. В процессе профилирования когда $A \rightarrow A_k$, после каждого оборота роликов радиус полки полуфабриката увеличивается на величину приращения s_{in} и радиус ручья уменьшается на величину s_{ip} , т.е. $s_i = s_{in} + s_{ip}$, тогда суммарные приращения $\sum s_{in} = h_1$ и $\sum s_{ip} = h_2$, где h_1 и h_2 – глубина полки и ручья соответственно. Окончательно получим:

$$h_k = h_1 + h_2. \quad (2)$$

Таким образом, конечная глубина ручья формируется из двух слагаемых, каждое из которых зависит от геометрических параметров деформирующего инструмента и заготовки.

На практике стремятся обеспечить равенство этих слагаемых для одинаковой степени деформации участков ручья и полки, что приводит к получению равнопрочного обода. Для этого требуется точно определять размеры заготовки и инструмента.

Длину полосы в работе [4] подсчитывали по формуле

$$L_n = \pi \cdot \rho \cdot d_n, \quad (3)$$

где ρ – поправочный коэффициент;

$d_n = f(d_{cp})$ – диаметр нейтральной (срединной) поверхности, проходящей через центр тяжести профиля.

Коэффициент ρ принимается равным $0,98-0,99$ или по графику, составленному по экспериментальным данным с учетом числа n_0 (рис. 2).

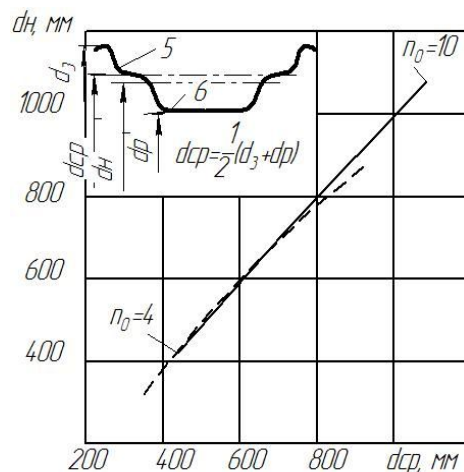
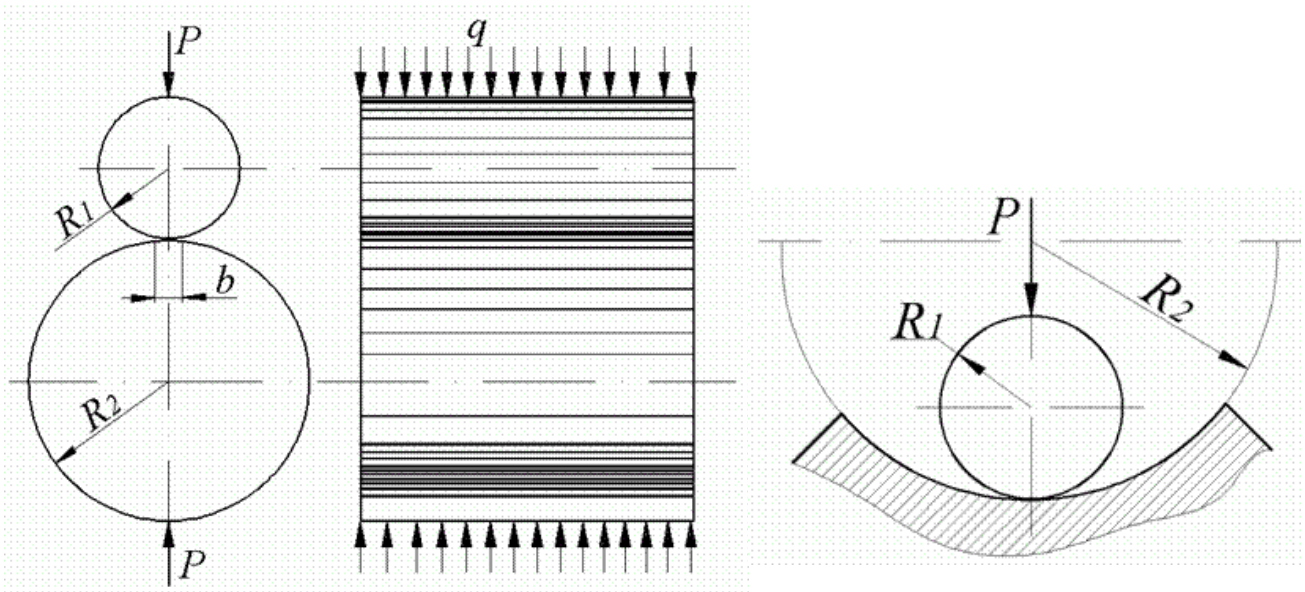


Рисунок 2 – Определение диаметра нейтральной поверхности: d_3 – диаметр боковой закраины; d_p – диаметр ручья

По мнению авторов, длина полосы зависит не только от среднего диаметра центра тяжести сечения профиля, но и от количества переходов профилирования, которое учитывается коэффициентом n_0 . Как показано в исследованиях [4, 5] условие $h_1 = h_2$ будет соблюдаться, если $\alpha_n \approx \alpha_b$

Воспользуемся зависимостями Г. Герца для определения поверхности давления в результате сжатия двух цилиндров равномерно распределенной нагрузкой (рис. 3).



а)

б)

Рисунок 3 – Определение размеров зоны контакта:
а) профилирование ручья; б) профилирование полок

В результате сжатия образуется поверхность давления в виде прямоугольной полосы с размерами $l \times 2b$:

– для схемы а)

$$b = 1,522 \sqrt{\frac{p}{E} \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}, \quad (4)$$

– для схемы б)

$$b = 1,522 \sqrt{\frac{p}{E} \frac{R_1 R_2}{R_2 - R_1}}, \quad (5)$$

где p – равномерно распределенная по поверхности нагрузка;

E – модуль Юнга (для упрощения формулы принимали $E_1 = E_2$).

Для того чтобы в начале процесса деформирования углы захвата были равны, необходимо увеличивать радиус R_1 (рис. 3, а) по сравнению с радиусом R_1 (рис. 3, б) при неизменном диаметре обечайки R_2 .

В производственных условиях наибольшие радиусы верхнего и нижнего профилирующих роликов выбирают в отношении 1,39–1,52, что примерно соответствует отношению ширины зоны контакта, подсчитанной по зависимостям (4), (5).

Когда заготовка совершит один оборот, вследствие изменения радиусов, размеры зоны контакта для полок и ручья тоже изменятся. Для принятых в колесном производстве коэффициентах раздачи и обжима 1,02–1,06 при определенном соотношении ширины ручья к его высоте, разница в диаметрах полуфабриката после первого перехода профилирования не превышает 40–50 мм, и поэтому отношение размеров зон контакта практически не изменится. Разница в относительной ширине зоны контакта к получаемой за каждый оборот длине окружности уменьшается для ручья и увеличивается для полок, а в пределе стремится к единице (рис. 4).

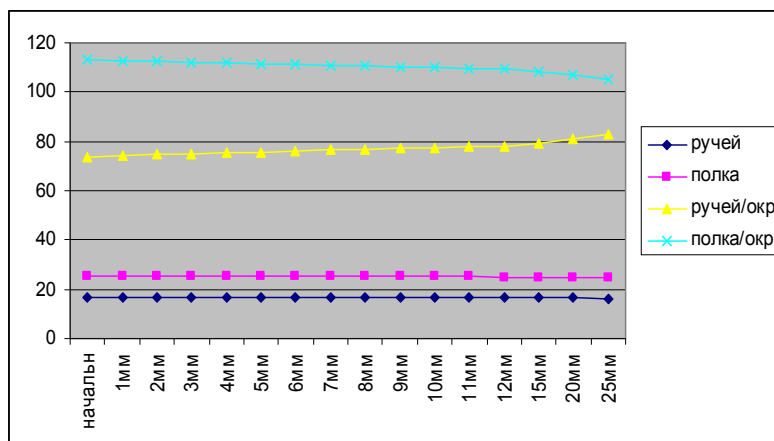


Рисунок 4 – Расчет ширины зон контакта и отношения радиуса заготовки к ширине контакта в процессе профилирования

Таким образом, зоны полок получают большую деформацию по сравнению с зонами центрального ручья и для равномерного формообразования требуется варьирование геометрии заготовки при неизменных диаметрах роликов.

Расчет проводили для следующих начальных параметров: $R_n = 145 \text{ мм}$, $R_p = 200 \text{ мм}$, $R_o = 200 \text{ мм}$.

Как показали расчеты, в процессе деформирования ширина зоны контакта является функцией изменяющегося радиуса полуфабриката. Интенсивность уменьшения ширины зоны контакта для полок заготовки больше чем для ручья и их разница составляет 0,015-0,020 мм. Поэтому для обеспечения равномерной деформации всех частей заготовки необходимо увеличивать средний диаметр обечайки, вычисленный по центру тяжести сечения профиля обода на 0,015-0,020 мм.

ВЫВОДЫ. На основании предложенной геометрической модели взаимодействия двух цилиндров при действии на них распределенной нагрузки намечена методика расчета диаметра обечайки для получения обода колеса заданного профиля, которая обеспечивает равномерность деформирования уча-

стков образующей профиля, обладает простотой и наглядностью и может использоваться на практике для проектирования технологических процессов радиально-ротационного профилирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кнороз В.И. Автомобильные колеса. – М.: НИИНавтопром, 1972. – 84 с.
2. Балабин И.В. Исследование и расчет напряженного состояния ободьев колес грузовых автомобилей // Автомобильная промышленность. – 1970. – № 2. – С. 17–20.
3. Потекушин Н.В. Экспериментальное исследование процесса формообразования профилированных ободьев // Автомобильная промышленность. – 1977. – № 1. – С. 33–36.
4. Потекушин Н.В. Исследование процесса радиального профилирования // Автомобильная промышленность. – 1976. – № 4. – С. 31–35.
5. Выбор исходного материала при профилировании / Н.В. Потекушин, В.Ф. Троян, П.И. Шпиро и др. // Автомобильная промышленность. – 1976. – № 8. – С. 33–36.

DETERMINATION OF GEOMETRICAL PARAMETERS OF CYLINDRICAL BLANK WITH A VIEW OF FUNCTIONALLY-ORIENTED PROFILING TECHNOLOGY

R. Puzyr

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: vldrag@kdu.edu.ua

The paper discusses the technological characteristics of the wheel rim profiling process, describes analyzing and determination of the aggregate effect of parameters on the quality and functionality of the resulting product. It is demonstrated that during the deformation and depending on the geometry of the tool the edge parts of a cylindrical blank undergo tangential tensile stretching while the mainstream elements undergo tangential compression. It is deemed to be a good practice to ensure the uniformity of deformation across the section of the wheel rim, which is possible, if varying the geometric parameters of profiling rollers and blank size. It allows reducing the strain localization on the rim radial junctures, improving the product quality, and saving the cost of materials. The interdependences obtained can be applied in engineering practice as a new production technology of vehicle rims.

Key words: rim, profiling, blank, deformation, technology.

REFERENCES

1. Knorozov V.I. *Avtomobilnye kolea* [Automobile wheels]. – Moscow: NIINavtoprom, 1972. – 84 p. [in Russian]
2. Balabin I. V. Investigation and calculation of the stress state rim trucks // *Avtomobilnaya promyshlennost*. 1970. – № 2. – PP. 17–20. [in Russian]
3. Potekushin N.V. The experimental studying of the forming shaped rims // *Avtomobilnaya promyshlennost*. – 1977. – № 1. – PP. 33–36. [in Russian]
4. Potekushin N.V. The research of the process of radial profiling // *Avtomobilnaya promyshlennost*. – 1976. – № 4. – PP. 31–35. [in Russian]
5. The selecting of the source material for profiling / N.V. Potekushin, V.F. Trojan, P.I. Shpiro and other // *Avtomobilnaya promyshlennost*. – № 8. – 1976. – PP. 33–36. [in Russian]

Стаття надійшла 07.12.2012.