Gribkov E., Kukhar V. V., Dobronosov Y. V., Vishtak I. V. Numerical Modeling and Optimization of Technological Parameters for Rotary Forming of Vehicle Wheel Rims. Advanced Manufacturing Processes VII (Interpartner 2025). Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham, 2026. P. 139–150. DOI: 10.1007/978-3-032-14926-8_12.

Keywords: Rotary Forming; Stress-Strain State; Analytical Model; Finite Element Modeling (FEM); Energy-Force Parameters; Strip Thickness.

Abstract:

The work focuses on improving the techno-economic performance of the rotary forming process for wheel rims made of C35 steel. Particular attention is given to enhancing the scientific validity of technical solutions. Within the study, analytical and finite element (FE) models were developed and applied to determine the energy-force parameters of the process and validate the adequacy of these models through experimental testing. The models proved effective in solving the tasks of designing new and upgrading existing equipment for wheel rim production.

The study revealed a significant influence of technological parameters on the energy-force characteristics of the process: increasing the strip thickness from 3 mm to 7 mm (by 2.3 times) leads to an increase in profiling (rotary forming) force from 264 kN to 967 kN (by 3.7 times); doubling the roller radius from 200 mm to 400 mm results in a 2.5-fold increase in force. Additionally, the influence of roller gauge geometry and reduction degree on the stress-strain distribution and energy-force parameters was analyzed.

Modeling results indicated that maximum metal deformations occur in bending zones, confirming the accuracy of the analytical model. The deformation level does not exceed 3%, allowing the strengthening effect to be neglected. The stresses recorded during the process reached no more than 285 MPa, exceeding the yield strength by 17%. The forming force gradually increases at the beginning of the process and decreases steadily as the process continues.

The analytical model is recommended for optimizing technological parameters and designing new equipment. The FE-model can be applied to determine the optimal roller geometry.

Published in: Advanced Manufacturing Processes VII (Interpartner 2025)

Date Added to Springer Link: 17 January 2026

DOI: 10.1007/978-3-032-14926-8_12

Publisher: Springer, Cham

Грібков Е. В., Кухар В. В., Доброносов Ю. В., Віштак І. В. Чисельне моделювання та оптимізація технологічних параметрів ротаційного профілювання ободів автомобільних коліс. Advanced Manufacturing Processes VII (Interpartner 2025). Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham, 2026. С. 139–150. DOI: 10.1007/978-3-032-14926-8_12.

Ключові слова: ротаційне профілювання; напружено-деформований стан; аналітична модель; метод скінченних елементів (FEM); енергосилові параметри; товщина штаби.

Анотація:

Робота присвячена підвищенню техніко-економічної ефективності процесу ротаційного профілювання ободів автомобільних коліс зі сталі С35. Особливу увагу приділено підвищенню наукової обґрунтованості технічних рішень. У межах дослідження розроблено аналітичні та скінченно-елементні моделі для визначення енергосилових параметрів процесу та перевірки їх адекватності шляхом експериментальних досліджень. Розроблені моделі підтвердили свою ефективність при проєктуванні нового та модернізації існуючого обладнання для виробництва колісних ободів.

Встановлено суттєвий вплив технологічних параметрів на енергосилові характеристики процесу. Збільшення товщини штаби з 3 до 7 мм (у 2,3 раза) призводить до зростання зусилля профілювання з 264 до 967 кН (у 3,7 раза). Збільшення радіуса ролика з 200 до 400 мм викликає зростання зусилля у 2,5 раза. Також досліджено вплив геометрії калібру ролика та ступеня обтиснення на розподіл напружень, деформацій та енергосилові параметри процесу.

Результати моделювання показали, що максимальні деформації металу локалізуються у зонах згину, що підтверджує правильність аналітичної моделі. Рівень деформації не перевищує 3 %, тому зміцнення металу можна не враховувати. Максимальні напруження під час процесу становили не більше 285 МПа, що на 17 % перевищує межу текучості матеріалу. Зусилля формоутворення поступово зростає на початку процесу та стабільно зменшується в подальшому.

Аналітична модель рекомендована для оптимізації технологічних параметрів і проєктування нового обладнання. Скінченно-елементна модель може бути використана для визначення раціональної геометрії профілювального ролика.

Опубліковано у виданні: Advanced Manufacturing Processes VII (Interpartner 2025)

Дата додавання до Springer Link: 17 січня 2026 р.

DOI: 10.1007/978-3-032-14926-8_12

Видавець: Springer, Cham.