

АЛГОРИТМ МОДЕЛЮВАННЯ ВАЛКОВОГО ФОРМУВАННЯ КОРИТНОГО ПРОФІЛЮ 3D-ТИПУ

¹Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Анотація

Наведено огляд підходів до виготовлення гнутих профілів зі змінним перерізом. Відзначено зростаючу потребу в профілях 3D-типу в промисловості. Розглянуто застосування методу скінченних елементів для моделювання напружено-деформованого стану профілю, щоб передбачити можливі дефекти, що виникають під час виробництва. Дано алгоритм моделювання процесу формування коритного гнутого профілю зі змінним перерізом.

Ключові слова: валкове формування, профіль, 3D, моделювання, гнуття, кліть, метод скінченних елементів.

Формування гнутих профілів з постійним перерізом по всій довжині виробу шляхом поступового підгинання кромки в клітях профілезгинального стану є загальноприйнятою та поширеною технологією. Однак у різних галузях (будівельній, автомобільній, авіаційній) зростає попит на профілі зі змінним перерізом по довжині виробу та профілі 3D-типу. Спочатку компанія Ortis розробила технологію їх виробництва для 3D-панелей дахів [1]. Подальші дослідження були спрямовані на застосування сервоприводів для адаптації відстані між симетричними частинами валків [2], поєднання профілезгинальних станів з робототехнікою [3]. Моделювання формоутворення та напружено-деформованого стану профілю зі змінним перерізом досліджується в роботі [4]. Дослідження зосереджені на прогнозуванні дефектів, переважно з використанням ABAQUS. Однак єдиного підходу немає.

Для моделювання методом скінченних елементів потрібно обрати параметри заготовки (матеріал, геометричні розміри), параметри профілювання (швидкість профілювання, відстань між клітями), схему формування переходів. Наприклад, схема виготовлення коритного гнутого профілю побудована за класичним принципом, що передбачає калібрування валків за третім методом профілювання [5]. Розміщення осі профілювання – середина нижньої горизонтальної стінки, поштучне профілювання, полки профілю при профілюванні направленні вгору. Кількість переходів за класичним підходом – дев'ять. Конструкція кожного валка кліті має характерну особливість – він складається з двох симетричних частин, які здійснюють поперечний рух по осі обертання, при проходженні профілю, віддаляючись один від одного. Загальний вигляд розгортки профілю коритного типу зі зміном по довжині поперечним перерізом – рис. 1.

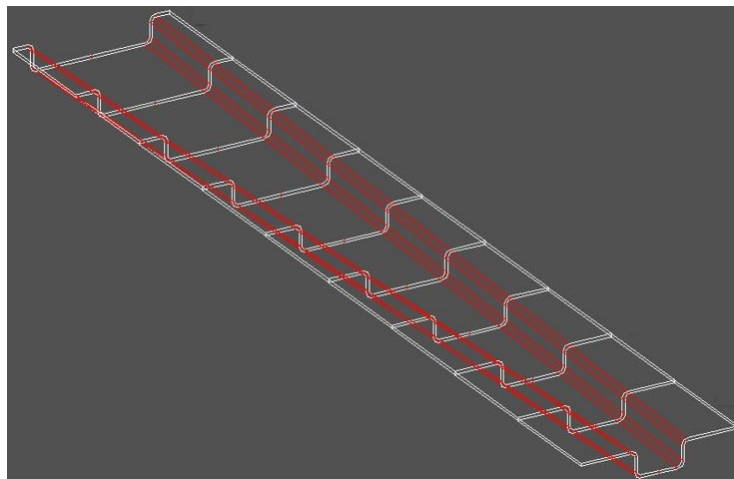


Рис. 1 – Загальний вигляд розгортки коритного профілю типу зі зміном по довжині поперечним перерізом.

При моделюванні методом скінчених елементів процесу формотворення коритного профілю в програмному комплексі Qform бажано обрати операцію «Об'ємна деформація листа» з врахуванням пружно-пластичних деформацій. В даному типі операцію є можливість використати параметричну геометрію з гексадральною сіткою. Також слід зазначити, що для моделювання процесу формотворення коритного профілю 3D-типу необхідно створювати окрему операцію для кожного проходу заготовки через кліть. Тип задачі – «3D».

Для створення 3D-моделей валків краще використати будь-яку CAD-систему з подальшим імпортом до програми Qform. Оскільки 3D-моделі валків є симетричними, то краще використати площину симетрії, що спростить складність розрахунків. Так-як будуть моделюватися обертові рухи валків, то необхідно вказати їх осі обертання.

Задання матеріалів профілю та інструменту не має суттєвих особливостей, крім необхідності врахування, що деформування відбувається без попереднього нагрівання. Привід валків обирається опцією «Універсальний», необхідно задати обертання навколо осі валка та розходження валків відносно осі симетрії з необхідними швидкісними характеристиками та напрямками.

Отже, формування гнутих профілів зі змінним перерізом (3D-типу) є актуальним завданням. Не існує єдиного підходу реалізації даної мети. Запропонований алгоритм дозволяє промодельовувати процес валкового формування коритного профілю зі змінним перерізом у програмному комплексі QForm методом скінчених елементів. Отримані результати можуть бути використані для оптимізації технології формотворення та аналізу напружено-деформованого стану профілю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Моделювання формоутворення гнутого профілю зі змінним перерізом / С. О. Губський, В. Л. Чухліб, М. В. Біба // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер. : Технології в машинобудуванні : зб. наук. пр. = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Ser. : Techniques in a machine industry : col. of sci. papers. – Харків : НТУ "ХПІ", 2022. – № 1 (5). – С. 80-84. DOI 10.20998/2079-004X.2022.1(5).11.
2. Sun Y., et al. Flexible 3D profile roll forming technology // In: Guo X. (ed.) Flexible Metal Forming Technologies. – Singapore: Springer, 2022. – (Springer Tracts in Mechanical Engineering). – DOI: 10.1007/978-981-19-1348-8_5.
3. Sedlmaier A., Dietl Th. 3D roll forming center for automotive applications // Procedia Manufacturing. – 2018. – Vol. 15. – P. 767–774. – DOI: 10.1016/j.promfg.2018.07.319.
4. Erfani Moghadam A. Flexible roll forming of the variable depth profiles: [Master's thesis] / Institute for Frontier Materials, Deakin University. – 2017. – 159 с.
5. Halmos T. Roll Forming Handbook / ed. by George T. Halmos. – Boca Raton: Taylor & Francis, 2006. – 583 с.

Бабай Юрій Володимирович, аспірант кафедри «Комп'ютерне моделювання та інтегровані технології обробки тиском», Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, e-mail: urababay@gmail.com.

Губський Сергій Олександрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Комп'ютерне моделювання та інтегровані технології обробки тиском», Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, e-mail: gubskiyso@gmail.com.

ALGORITHM FOR MODELLING THE ROLL FORMING OF A 3D-TYPE TROUGH PROFILE

Abstract

An overview of approaches to the manufacture of bent profiles with a variable cross-section is given. The growing demand for 3D-type profiles in industry is noted. The application of the finite element method for modelling the stress-strain state of a profile is considered in order to predict possible defects that occur during production. An algorithm for modelling the process of forming a trough bent profile with a variable cross-section is given.

Keywords: roll forming, profile, 3D, modelling, bending, stand, finite element method.

Babay Yuriy, PhD student, Department of Computer Modeling and Integrated Forming Technologies, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, e-mail: urababay@gmail.com.

Hubskiy Serhii, PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Department of Computer Modeling and Integrated Forming Technologies, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, e-mail: gubskiyso@gmail.com.