

АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРОЦЕСУ ГНУТТЯ МАТЕРІАЛІВ З ПОКРИТТЯМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі представлені результати скінчено-елементного аналізу напружено-деформованого стану матеріалів із покриттям в процесі гнуття із різними технологічними умовами.

Ключові слова: згинання, деформовність, пластичність, метод скінченних елементів

Тенденції у розвитку високотехнологічних матеріалів з покриттям для автомобільних компонентів, машинобудівної та будівельної галузі пов'язані з їхньою високою стійкістю до корозії, широким температурним діапазоном, міцністю, простотою у використанні та екологічною безпекою [1]. Головним металевим покриттям для захисту сталевих листів є цинк, який може бути нанесений гарячим або електролітичним способом [2]. Гаряче цинкування сталі має кращі захисні властивості та міцність порівняно з електролітичним цинкуванням, тому близько 70% поверхонь цинкують гарячим способом.

Під час формоутворення спостерігається розрив поверхні цинкованої заготовки під значними контактними напруженнями, а при незадовільній якості покриття спостерігається прилипання покриття до формувального валка [3]. Сучасні методи покриття дозволяють отримувати матеріали з органічним покриттям, які відповідають ряду вимог: відносно короткий термін утворення та висихання покриття, хороші декоративні властивості, достатня стійкість до корозії та стійкість під час подальшої обробки, і все це частіше застосовується в сучасному виробництві.

Метою роботи є моделювання та аналіз впливу технологічних параметрів процесу гнуття на напружено-деформованого стан заготовки для запобігання руйнування багат шарових покриттів при виготовленні складнопрофільних виробів в умовах гнучкого виробництва.

Сучасні тенденції полягають у застосуванні комбінованих багат шарових покриттів – поєднання полімерних та цинкових покриттів. Такі матеріали виявляють підвищені антикорозійні властивості. Покриття може бути одностороннім або двостороннім у різних комбінаціях. У стандартному варіанті захисне полімерне покриття наноситься на передню поверхню цинкованого сталевих листа, а задня сторона листа фарбується [4].

Полімерні покриття на сталевих листах можна деформувати різними методами: згинанням, флангуванням, заокругленням та глибоким розтягуванням. Еластичність покриттів є важливою фізико-механічною властивістю. Деформація залежить від матеріалу основи, шару цинку та товщини покриття. Дефекти, такі як потертості, подряпини та руйнування покриття виникають під час формування профілів з покритих матеріалів через різні причини, включаючи жорсткі формувальні схеми та незадовільну якість формувальних валків. Аналіз показав, що покриття без дефектів спостерігаються при використанні матеріалів без покриття. Дослідження напружено-деформованого стану матеріалів з покриттям допоможе покращити технологію формування профілів.

Для дослідження в роботі були вибрані профілі, що використовуються в будівництві, зокрема профілі типу П і С, які виготовляються з листового матеріалу товщиною (0,4 – 1,0) мм з полімерним покриттям (рис.1).

Запропоновані для дослідження типи профілів виконують декілька будівельних та архітектурних завдань одночасно – вони забезпечують високу жорсткість та міцність, швидкий монтаж, конструктивну надійність, а також підвищену стійкість до корозії завдяки використанню полімерних покриттів і, як наслідок, довгий термін служби. Для подальших розрахунків було взято два стандартних розміри для кожного типу профілю, щоб визначити вплив геометричних параметрів профілю на процеси профілювання.

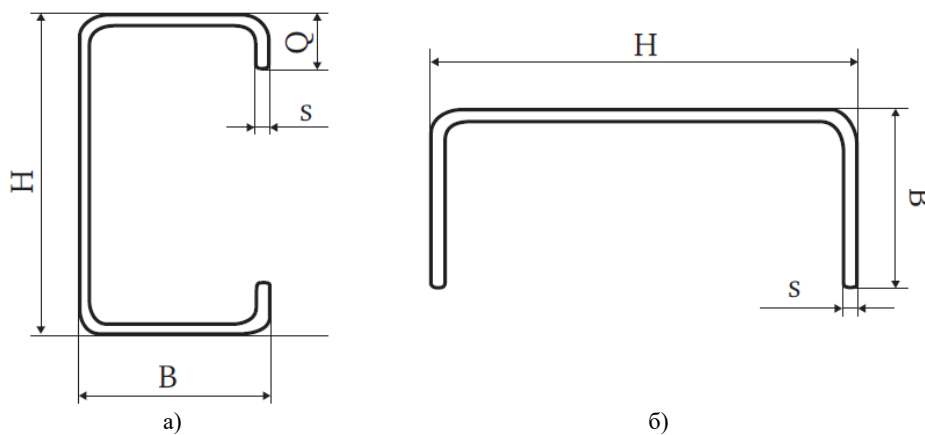


Рис. 1 – Типи профілю: а) С-подібний профіль; б) П-подібний профіль.

Робота базується на положеннях теорії обробки матеріалів тиском, термофізичних законів, фізики твердого тіла, науки про матеріали та теорії дисперсних систем. Для моделювання процесів формування та аналізу напружено-деформованого стану були використані методи скінченних елементів (МСЕ), які широко використовуються інженерами для вивчення технологічних процесів виготовлення різних деталей. Для таких досліджень ефективно використовується програмне забезпечення ANSYS, яке також використовувалось в роботі. Для адекватного моделювання необхідно ввести правильні параметри моделі матеріалу. З цією метою було проаналізовано серію експериментальних досліджень, проведених в роботах [3-5]. Під час профілювання контактне моделювання включає визначення зон максимального тиску, визначення кривизни інструменту в зоні контакту, визначення контактних сил, порівняння їх з допустимими значеннями для покриттів і встановлення прийнятних параметрів процесу. Для обробки результатів досліджень використовувалися методи математичної статистики.

Результати роботи дають змогу детальніше зрозуміти процеси, які відбуваються із матеріалами з покриттям під час формоутворення виробів із складним профілем. Надано практичні рекомендації щодо технологічних параметрів обробки, які дозволять отримати вироби без дефектів попередньо нанесеного покриття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Kutz M. *Handbook of environmental degradation of materials*. London: Elsevier Science; 2018. 684 p..
2. Wang X, Wei L, Zhao J, Cheng H, Wang X, Liu Y, Hao Y. Research on dynamic mechanical behavior and damage of steel structure galvanized coating. *Proceedings of the ICSCSE*. 2017;(2017):244-47.
3. Lee S, Joun M, Kim D, Lee J. Effect of elastic-plastic behavior of coating layer on drawability and frictional characteristic of galvanized steel sheets. *J. Mech. Sci. Technol.* 2016;(30):3313-19.
- 4 Bahadori A. *Essentials of coating, painting, and lining for the oil, gas and petrochemical industries*. Oxford: Gulf Professional Publishing; 2015. 830 p.
5. Грушко О. В. Моделювання зміцнення матеріалу в процесі штампування z-подібних заготовок / О. В. Грушко, Т. І. Молодецька // Обробка матеріалів тиском : сб. науч. тр. – 2012. – № 1 (30). – С. 31–37.

Молодецька Тетяна Ігорівна к.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, molodetska_tanya@ukr.net

ANALYSIS OF THE STATE OF STRESS AND DEFORMATION OF THE BENDING PROCESS OF COATED MATERIALS

Abstract

The paper presents the results of finite-element analysis of the stress-strain state of coated materials during bending with different technological conditions.

Keywords: bending, deformability, plasticity, finite element method.

Molodetska Tatyana Igorivna, candidate of engineering sciences, docent, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, molodetska_tanya@ukr.net