

Kukhar V. V., Malii K. V., Mazuru S. G., Hrudkina N. S., Butenko E. O. Identification of Early Degradation Mechanisms in Zinc Coating on Cold-Formed Steel Sections Through Analysis of the Production–Storage Chain. *Advances in Mechanical and Power Engineering III (CAMPE 2025)*. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham, 2026. P. 179–189. DOI: 10.1007/978-3-032-16381-3_17.

Keywords: Cold-Formed Steel; Galvanized Coating; White Rust; Coating Thickness; Passivation; Corrosion Resistance; Storage Conditions.

Abstract:

Cold-formed steel hollow sections (CFS) with hot-dip galvanized coatings, such as DX51D+Z140, are widely used in window and façade systems, particularly under accelerated reconstruction and infrastructure recovery conditions. However, premature degradation of zinc coatings, even when products comply with EN 10346 requirements, raises concerns regarding their long-term corrosion resistance and service life.

The study investigates early-stage degradation mechanisms of galvanized coatings through a comprehensive analysis of the production–storage chain. Experimental research included coating thickness measurements using electromagnetic and gravimetric methods, chemical analysis of surface contamination, and evaluation of manufacturing history. Test specimens were extracted both from galvanized strip blanks and finished cold-formed steel sections. Chloride, sulphate, and chromate residues were determined using ISO-standardized procedures.

The results demonstrated that coating thickness variability and the presence of chlorides, iron oxides, and other contaminants are associated with small bending radii, excessive pressure of forming rolls, and the absence of post-forming passivation treatment. It was established that compliance with nominal Z140 coating requirements alone does not guarantee protection against early white rust formation or undercoating corrosion.

A structured risk map was developed to identify root causes of degradation associated with coating non-uniformity, microcrack formation, and surface contamination. The study highlights the necessity of integrated control over technological and logistics operations, including optimization of forming parameters, mandatory passivation treatment, and ventilated packaging systems. Implementation of these measures is essential for ensuring reliable corrosion protection and long-term durability of cold-formed galvanized steel sections.

Published in: *Advances in Mechanical and Power Engineering III (CAMPE 2025)*.

Date Added to Springer Link: 01 April 2026.

DOI: 10.1007/978-3-032-16381-3_17.

Publisher: Springer, Cham.

Кухар В. В., Малій Х. В., Мазуру С. Г., Грудкіна Н. С., Бутенко Е. О. Виявлення механізмів ранньої деградації цинкового покриття холодногнутих сталевих профілів шляхом аналізу виробничо-складського

ланцюга. **Advances in Mechanical and Power Engineering III (CAMPE 2025). Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham, 2026. С. 179–189. DOI: 10.1007/978-3-032-16381-3_17.**

Ключові слова: холодногнуті сталеві профілі; цинкове покриття; біла іржа; товщина покриття; пасивація; корозійна стійкість; умови зберігання.

Анотація:

Холодногнуті сталеві порожнисті профілі (CFS) з гарячеоцинкованим покриттям типу DX51D+Z140 широко застосовуються у віконних, фасадних та будівельних системах, особливо в умовах прискореного відновлення інфраструктури. Водночас передчасна деградація цинкового покриття навіть за умови відповідності продукції вимогам стандарту EN 10346 викликає занепокоєння щодо довговічності та надійності антикорозійного захисту.

У роботі досліджено механізми ранньої деградації цинкового покриття шляхом комплексного аналізу виробничо-складського ланцюга. Експериментальні дослідження включали визначення товщини покриття електромагнітним та гравіметричним методами, хімічний аналіз поверхневих забруднень, а також оцінку впливу технологічної історії виготовлення профілів. Зразки відбирали як із оцинкованої штаби, так і з готових холодногнутих профілів. Вміст хлоридів, сульфатів та залишків хроматів визначали відповідно до вимог стандартів ISO.

Встановлено, що нерівномірність товщини покриття та наявність хлоридів, оксидів заліза й інших поверхневих забруднень пов'язані з малими радіусами згину, надмірним тиском профілювальних роликів і відсутністю пасивації після формування профілю. Показано, що відповідність номінальним вимогам покриття Z140 сама по собі не гарантує захист від утворення білої іржі та підплівкової корозії на ранніх стадіях експлуатації.

За результатами дослідження розроблено структуровану карту ризиків, яка дозволяє ідентифікувати першопричини деградації, пов'язані з нерівномірністю покриття, утворенням мікротріщин та поверхневими забрудненнями. Обґрунтовано необхідність інтегрованого контролю виробничих і логістичних процесів, що передбачає оптимізацію режимів профілювання, обов'язкову пасивацію поверхні та використання вентильованої упаковки. Реалізація зазначених заходів є важливою умовою забезпечення надійного антикорозійного захисту та довговічності холодногнутих оцинкованих профілів.

Опубліковано у виданні: *Advances in Mechanical and Power Engineering III (CAMPE 2025)*.

Дата додавання до Springer Link: 01 квітня 2026 р.

DOI: 10.1007/978-3-032-16381-3_17.

Видавець: Springer, Cham.