

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ РОСТУ ВТОМНИХ ТРІЩИН З ГЛАДКОЇ ПОВЕРХНІ В СТАЛЯХ ПОРТОВИХ КРАНІВ

¹Одеський національний морський університет МОН України

²Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України

Анотація.

Суть методики досліджень росту втомних тріщин полягає у навантаженні консольним симетричним згином балкових зразків з одностороннім круговим вирізом. Особливістю методики є навантаження розтягом гладкої поверхні, а поверхні з вирізом – стиском. За такої схеми циклічного навантаження роль вирізу полягає тільки у локалізації зародження втомної тріщини на гладкій поверхні з протилежного до вершини вирізу боку. Його значний радіус не впливає на напружений стан на гладкій поверхні, який можна обчислити звичайним методом. Візуальне спостереження за гладкою розтягнутою поверхнею дає можливість слідувати за стадією зародження тріщини, а за боковими – за стадією її росту.

Ключові слова: портові крани, сталь, механіка втомного руйнування, зародження втомної тріщини.

Металоконструкції морських портових кранів експлуатуються за сумісної дії тривалого циклічного навантаження та корозійно агресивного середовища. Практика їх експлуатації показує, що найчастіше відмови пов'язані з розвитком у них втомних тріщин. Проблема збереження цілісності ускладнена для металоконструкцій, які працюють наднормативно, тобто після вичерпування свого планового ресурсу [1, 2], що зумовлено експлуатаційною деградацією металу. Вона проявляється першочергово у зниженні опору крихкому руйнуванню, і, очевидно, опору втомному росту тріщини.

Зазвичай втомний ріст тріщин досліджують, застосовуючи підходи механіки втомного руйнування, після їх наведення від гострого концентратора напружень. Однак в реальних умовах вони часто зароджуються на гладкій поверхні, їх може бути кілька, і лише на подальшому етапі циклічного навантаження одна з них стає магістральною, що і призводить до остаточного руйнування. Це ускладнює спостереження за стадією зародження та переходу втомної тріщини у магістральну, яку вже можна вивчати традиційними підходами механіки руйнування. Крім того, складно поєднати дослідження стадій зародження і росту втомної тріщини на одному зразку і за однієї схеми навантаження.

Для усунення вказаних недоліків у роботі запропонована методика досліджень втомного росту тріщини, яка, з одного боку, уможливіло зародження тріщини у наперед заданому місці на гладкій поверхні, а далі (після досягнення нею певної довжини) спостереження за нею та опис її поширення традиційними методами. Методика передбачає використання балкового зразка з глибоким округлим вирізом з одного боку, для прикладу, посередині його довжини. Роль цього вирізу у зменшенні поперечного перерізу зразка, бо тріщина за циклічного навантаження зародиться саме у перерізі мінімального розміру, тобто у такому, що проходить через вершину вирізу. З іншого боку, схема навантаження зразка наведеної геометрії повинна бути такою, щоби втомна тріщина зародилася не з боку концентратора напружень (що досягається осьовим розтягом зразка), а з боку гладкої поверхні. Така умова витримується при симетричному циклі навантаження згином, для прикладу, консольним, у такий спосіб, щоби розтяг стосувався частини зразка з гладкою поверхнею, а стиск – із вирізом.

На рисунку наведено запроповану геометрію зразка. Вважають, що значний радіус заокруглення вирізу не створює такої концентрації напружень, яка би вплинула на напружений стан на протилежній гладкій поверхні зразка. Це означає, що його можна обчислювати за

формулами опору матеріалів для згину, в яких момент опору визначатиметься розмірами нетто-перерізу зразка.

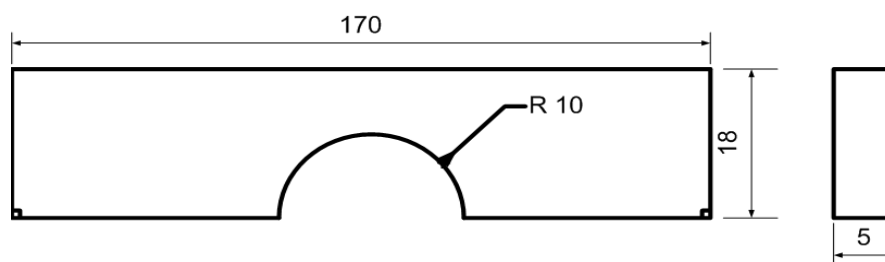


Рис. 1. Геометрія балкового зразка для навантаження симетричним циклом згином: розтягу підлягає частина зразка з боку гладкої поверхні.

Запропонована методика досліджень втомного росту тріщин повинна бути ефективною, в першу чергу, стосовно експлуатаційно деградованих сталей портових кранів, для яких особливо важлива роль текстури та розвитку мікропошкодженості [3, 4].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Nemchuk O. Specific features of the diagnostics of technical state of steels of the port reloading equipment. *Materials Science*. 2018, 53(6). P. 875–878.
2. Nemchuk O., Hredil M., Pustovoy V., Nesterov O. Role of in-service conditions in operational degradation of mechanical properties of portal cranes steel. *Procedia Structural Integrity*. 2019, 16. P. 245–251.
3. Nemchuk O. O., Krechkovska H. V. Fractographic substantiation of the loss of resistance to brittle fracture of steel after operation in the marine gantry crane elements. *Metallofizika i Noveishie Tekhnologii*. 2019, 41(6). P. 825–836.
4. Nemchuk O. O., Nesterov O. A. In-service brittle fracture resistance degradation of steel in a ship-to-shore portal crane. *Strength of Materials*. 2020, 52(2). P. 275–280.

Нестеров Александр Анатолієвич – асистент кафедри підйомно-транспортних машин та інженірингу портового технологічного обладнання Одеського національного морського університету МОН України, Одеса. portservisep@ukr.net

Греділь Мирослава Іванівна – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка НАН України, Львів. mysya.lviv@gmail.com.

Волошин Віталій Андрійович – молодший науковий співробітник Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка НАН України, Львів.

THE METHOD OF INVESTIGATION OF FATIGUE CRACK GROWTH FROM SMOOTH SURFACE IN STEELS OF PORTAL CRANES

Abstract.

Суть методики досліджень росту втомних тріщин полягає у навантаженні консольним симетричним згином балкових зразків з одностороннім круговим вирізом. Особливість методики у навантаженні розтягом гладкої поверхні та стиском поверхні з вирізом. За такої схеми циклічного навантаження роль вирізу полягає тільки у локалізації зародження втомної тріщини на гладкій поверхні з протилежного до вершини вирізу боку. Його значний радіус не впливає на напружений стан на гладкій поверхні, який можна обчислити звичайним методом. Візуальне спостереження за гладкою розтягнутою поверхнею дає можливість слідкувати за стадією зародження тріщини, а за боковими – стадію її росту.

Key words: portal cranes, steel, fatigue fracture mechanics, fatigue crack initiation.

Oleksandr Nesterov – Assistant of Department of Hoisting and Transport Machines and Engineering of Port Technological Equipment of Odessa National Maritime University, Odessa. portservisep@ukr.net

Myroslava Hredil – Ph.D., Senior Researcher, Karpenko Physico-Mechanical Institute of the NAS of Ukraine, Lviv. mysya.lviv@gmail.com.

Vitaliy Voloshyn – Ph.D., Junior Researcher, Karpenko Physico-Mechanical Institute of the NAS of Ukraine, Lviv. vitalvol@i.ua.