УДК 621.1:620.193

Соловей П.Р., аспірант
Кречковська Г.В. докт. техн. наук, старший дослідник
Студент О.З. докт. техн. наук, професор
Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, krechkovskahalyna@gmail.com
Шабатура Д-Г.В., студентка
Національний університет «Львівська політехніка»

СТРУКТУРНО-КОРОЗІЙНІ ЧИННИКИ ВПЛИВУ НА ДОЧАСНЕ РУЙНУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ РОТОРА ПАРОВОЇ ТУРБІНИ

До основних чинників впливу на дочасне руйнування відповідальних елементів енергетичного обладнання відносять невдалі конструктивні рішення, порушення технології їх термічного оброблення, недотриманням технологічного режиму експлуатації та корозійно-наводнювальний вплив технологічного середовища. Всі ці чинники сприяють деградації теплотривких сталей, зародженню утомних тріщин від конструктивних концентраторів напружень, фретинг- та корозійній втомі, кавітаційному та ерозійному зношування, що призводять до виникнення пошкоджень, і завершується остаточним руйнуванням, що особливо небезпечно за руйнування елементів ротора. Тому, встановлення причин виникнення в них експлуатаційних пошкоджень є важливим для недопущення непередбачуваних руйнувань в майбутньому.

Проаналізували технічний стан і особливості руйнування пошкоджених елементів (диску, робочих і направляючих лопаток) парової турбіни після $1{,}22\times10^5$ годин експлуатації, щоб виявити пошкодження якого з цих елементів спричинило масштабне руйнування лопаткового апарату ротора. Не виявили відхилення від регламентних вимог за хімічним складом, структурою та механічними властивостями сталі з усіх аналізованих елементів. Проте руйнування відбулося і вважали, що першопричиною стало пошкодження диска через надмірно велику кількість корозійних ушкоджень на його поверхні, появу яких пов’язали з корозійно-активними неметалевими включеннями (КАНВ). До КАНВ відносять включення алюмінатів кальцію з добавками оксидів магнію і кремнію та включення з складною будовою ядра, яке оточує оболонка з кальцій сульфіду та складається з алюмінатів кальцію з різним співвідношенням CaO до Al_2O_3, а інколи з виділеннями сульфіду марганцю [1]. Аналіз неметалевих включень у структурі сталі експлуатованого диска виявив обидва типи включень у її складі та майже у 20 разів більшу їх кількість, ніж передбачено регламентом (до 2…3 включень на 1мм^2 шліфа). Саме з ними пов’язали виникнення корозійних виразок на поверхнях контакту хвостовиків лопаток з гребенями диска в околі експлуатаційних зламів в перетинках між отворами для з’єднання лопаток з диском за допомогою заклепок. Фрактографічне дослідження експлуатаційного зламу гребеня диска підтвердило, що зародження тріщини від поверхні отвору для заклепки відбувалось внаслідок контактної втоми з переорієнтацією тріщини на радіально орієнтовану, яка поширювалась за механізмом втоми з формуванням класичних практично паралельних утомних борізнок. Але й у цьому випадку негативна роль неметалевих включень проявилася як на етапі зародження втомної тріщини, так і на етапі її поширення. Їх спостерігали також на зламі у вигляді великих виразок з включеннями на їх дні. Вважали, що за доступу технологічного середовища до вершин таких втомних тріщин їх рух пришвидшувався не лише через вплив чисто механічного чинника, але й через можливість наводнювання металу в околі зони передруйнування внаслідок електрохімічних реакцій з розчинення цих включень чи матриці в їх околі.

Список посилань

1. New type of corrosion-active nonmetallic inclusions and their influence on the corrosion of 38KHN3MFA steel // M. Khoma, V. Vinar, O. Chornyi, Yu. Maksishko, V. Ivashkiv, N. Rats’ka // Materials Science. – 2020. – 55, №5. – P.617–624. https://doi.org/10.1007/s11003-020-00351-y