

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas
Institute of Engineering Mechanics



Lviv Polytechnic National
University
Institute of Engineering Mechanics
and Transport



NGO "International Union of
Innovators and Researchers"



CONFERENCE PROCEEDINGS

X INTERNATIONAL
SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE

PROGRESSIVE TECHNOLOGIES IN MECHANICAL ENGINEERING

1 - 5 February 2022
Ivano-Frankivsk – Yaremche

ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЙ МОДИФІКАЦІЇ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ НАСОСНОГО ОБЛАДНАННЯ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

¹Гапонова О.П., д.т.н., доцент, ²Тарельник Н.В., к.е.н., доцент

¹Сумський державний університет

²Сумський національний аграрний університет

У зв'язку з ненадійним положенням традиційної енергетики через дефіцит органічного палива, фізичного й морального старіння встаткування ТЕС, через їх шкідливий вплив на навколишнє середовище, ядерна енергетика працює досить стабільно й при дотриманні всіх заходів безпеки, і є самим екологічно чистим джерелом енергії. Внесок ядерної енергетики у світове виробництво електроенергії в цей час становить більше 18 %, причому більше ніж в 10 країнах він становить від 40 до 80 %. До таких країн відноситься й Україна. Сьогодні в Україні працює чотири АЕС, на яких діють 15 енергоблоків типу ВВЭР (водо-водяний енергетичний реактор) загальною потужністю 13880 МВт. Аналіз енергетичних потреб країни й можливостей їх задоволення свідчать про доцільність і необхідність розвитку в Україні атомної енергетики. Вибір саме такого шляху відповідає й світовій тенденції [1].

Електроенергетика є одним з основних споживачів насосного обладнання (НО). На будь-якій електростанції експлуатується велика кількість найрізноманітніших насосів. Незалежно від типу реакторів і технологічних схем ядерних енергетичних установок одним з обов'язкових видів обладнання є насоси, які забезпечують циркуляцію охолодженого середовища в першому, другому й допоміжному контурах. Надійність експлуатації реактора, його працездатність у нормальних, перехідних та аварійних режимах, залежать від наявності циркуляції охолоджувального середовища, тобто від працездатності насосів [2].

Порівняно з енергетичними установками на органічному паливі умови роботи матеріалів в атомних енергетичних установках є більш складними й багатофакторними. Більшість відповідальних деталей насосних агрегатів АЕС працюють за високих швидкостей, тисках, температур, а також в умовах абразивного, корозійного, водневого й іншого видів впливу робочих середовищ. Крім цього, ядерний реактор, що представляє найважливішу частину АЕС, значно впливає на відбір конструкційних матеріалів деталей НО. Матеріали, що використовують на АЕС повинні бути радіаційно-стійкими, добре поглинати нейтрони, а також бути жаростійкими й жароміцними.

Різні види опромінювання, що впливають на тверді тіла, викликають специфічні радіаційні дефекти. Конструкційні матеріали під дією опромінення зазнають структурних перетворень, що приводять до небажаних змін механічних властивостей. За характером впливу на механічні властивості опромінення нагадує холодну пластичну деформацію – матеріал зміцнюється, але втрачає пластичність.

При високотемпературному опроміненні дуже великими потоками нейтронів у деяких металевих матеріалах (аустенітні хромонікелеві сталі й сплави, сплави на основі Ni, Mo, Ti, Zr, Вe) виявляється розбухання. Наприклад, аустенітна сталь, опромінена при температурі 450 °С, збільшує об'єм на 10 %. При опроміненні різко знижується корозійна стійкість металів і сплавів [3].

Вода й водяна пара є теплоносіями у водному й водно-паровому трактах АЕС. Внаслідок радіолізу змінюється склад електроліту – відбувається руйнування молекул води з утворенням іонів і атомів кисню, водню й лужної гідроксильної групи – ОН. Конструкційні матеріали, що піддаються опроміненню, працюють у контакті з водою й паром. Кисень, що утворюється, окиснює метал, а водень його наводнює і тим самим додатково окрихчує. Радіоліз води й збільшення концентрації гідрооксидних груп сприяє розчиненню поверхневих оксидних плівок, які у звичайних умовах захищають метал від корозії. У середовищі води, вологої або перегрітої пари електрохімічний процес корозії може супроводжуватися хімічною корозією. При опроміненні стійкість металів в умовах хімічної корозії знижується.

Таким чином, під час удосконалення існуючих технологій підвищення якості поверхневих шарів відповідальних деталей НО для АЕС і розробці нових, виникають значні труднощі, але дослідження в цій галузі є актуальними і потребують вирішення.

Підвищення режимних параметрів деталей НО супроводжується появою нових композиційних матеріалів, типу «основа – покриття», що поєднують у собі захисні властивості покриттів з механічною міцністю основи. Перспективним напрямком створення цих матеріалів можуть бути нові екологічно чисті, енергоефективні методи (алітування, цементация, азотування, нітроцементация, силіціювання та ін.), створені на базі методу електроіскрового легування (ЕІЛ). Формування поверхневих шарів відповідальних деталей НО вище зазначеними методами дозволить підвищити їх надійність та довговічність більш економічними технологіями.

Слід відмітити, що хімічний склад матеріалів деталей, що стикаються з теплоносієм, не містить спеціальних добавок кобальту та інших елементів, що утворюють довго живучі ізотопи в активному робочому середовищі. Наприклад, кобальт має великий період напіврозпаду і його не рекомендовано використовувати в ущільненнях насосів атомних електростанцій [4].

Відомо, що при ЕІЛ, завдяки значній гамі матеріалів (можливо використовувати любі струмопровідні матеріали), участі міжелектродного середовища в процесі формування поверхневих шарів, цим методом можна в широких межах змінювати механічні, термічні, електричні, термоемісійні й інші властивості робочих поверхонь деталей. До основних особливостей ЕІЛ слід віднести локальну обробку поверхні (легування можна проводити в певних місцях радіусом від часток міліметра і більше, не захищаючи при цьому іншу поверхню деталі); відсутність нагріву деталі в процесі обробки; можливість використовувати в якості матеріалів для обробки як чистих металів, так і їх сплавів, металокерамічних композицій, тугоплавких сполук і т. ін.; дифузійне

збагачення поверхні катоду (деталі) складовими елементами аноду без змін розмірів деталі [5].

Поряд з перевагами метод має й ряд недоліків (збільшення шорсткості поверхні, зниження втомлювальної міцності виробів та ін.), які істотно знижують його застосування. Усунути перераховані вище недоліки можна як технологічними методами – застосуванням комбінованих електроіскрових покриттів (КЕІП), створенням нових електродних матеріалів та ін., так і поєднанням ЕІЛ з іншими методами зміцнення, наприклад, безабразивною ультразвуковою фінішною обробкою (БУФО), нанесенням металополімерних матеріалів (МПП) та ін.

Отже, метод ЕІЛ можна рекомендувати для підвищення якості поверхневих шарів відповідальних деталей НО для АЕС.

Література:

1. Маляренко В. А., Лисак Л.В. Энергетика, довідник, енергозбереження. / Під заг. ред. проф. В. А. Маляренка. – Х.: Рубікон, 2004. – 368 с.
2. Шелегов А. С. Насосное оборудование АЭС: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / А. С. Шелегов, С. Т.Лескин, В. И. Слободчук. – Москва: НИЯУ «МИФИ», 2011. – 346 с.
3. Конструкционные материалы АЭС / Ю. Ф. Баландин, И. Б. Горынин, Ю. И. Звездин, Б. Г. Мирков. – М.: Энергоатомиздат, 1984.
4. Майер Э. Торцовые уплотнения. – Москва: Машиностроение, 1978. – 288 с.
5. Электроискровое легирование металлических поверхностей / Гитлевич А.Е., Михайлов В.В., Парканский Н.Я., Ревутский В.М. – Кишинев: Штинца, 1985. – 196 с.

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕЛАСТИЧНИХ ШНЕКІВ

Гевко І.Б., д.т.н., професор, Ляшук О.Л., д.т.н., професор, Цьонь О.П., к.т.н., доцент, Станько А.І., аспірант

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Гвинтові конвеєри широко використовуються у різних галузях економіки, й особливо у сільськогосподарському виробництві при переміщенні насінневих матеріалів, зернових, міндобрив тощо. Однією із вимог, які ставляться до них, є мінімізація пошкодження (транспортування) насінневих зернових матеріалів, що зумовило розроблення прогресивних конструкцій гвинтових робочих органів із еластичними поверхнями. На рис. 1 представлено розроблені гвинтові робочі органи із еластичними поверхнями. Зокрема на рис. 1.а, рис. 1.в, рис. 1.д і рис. 1.ж представлено їх конструктивні схеми, а на рис. 1.б, рис. 1.г, рис. 1.е і рис. 1.з їх загальний вигляд.