

УДК 621.165

Тетяна Фурсова, к.т.н., доц.

Українська інженерно-педагогічна академія, Україна

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ХВОСТОВИХ З'ЄДНАНЬ РОБОЧИХ ЛОПАТОК ПАРОВИХ ТУРБІН

Tetiana Fursova, Ph.D., Assoc. Prof.

THE STRESS AND STRAIN STATE OF CAUDAL COMPOUNDS OF THE BLADES OF STEAM TURBINES

Енергетика України базується, головним чином, на енергоблоках з паровими турбінами одиничною потужністю 200 і 300 МВт, значна частина яких відпрацювала розрахунковий і подовжений ресурси. Відновлення потенціалу електростанцій, що забезпечує безперебійне якісне постачання споживачам електроенергії шляхом заміни зношеного устаткування на нове, вимагає значних матеріальних витрат і часу. Альтернативним рішенням є подовження ресурсу служби працюючого устаткування на основі глибокого аналізу його стану та, при необхідності, часткової заміни елементів, подальша робота яких не гарантована без пошкоджень. При цьому надзвичайно важливою є проблема забезпечення надійності агрегатів, як тих, що експлуатуються зараз, так і тих агрегатів, що вводяться знову в експлуатацію. Експлуатаційна надійність парових турбін значною мірою залежить від довговічності лопаткового апарату. До найбільш відповідальних і напружених вузлів проточної частини турбіни відносяться хвостові з'єднання для кріплення робочих лопаток на роторі, що працюють в умовах складнонапруженого стану, який визначається нерівномірністю розподілу силових ліній в об'ємі конструкції за наявності концентраторів напруг у зонах кутових переходів. У міру збільшення потужностей парових турбін і навантажень на хвостове з'єднання завдання забезпечення їх несучої здатності вирішувалось за рахунок збільшення пар опорних поверхонь. Це приводить до головної особливості напружено-деформованого стану хвостових з'єднань – нерівномірності розподілу реактивних зусиль по опорних поверхнях, оскільки існуючі технології не здатні забезпечити виготовлення з допуском на кроки між зубцями менше 0,02 мм, що може привести до неприпустимого перевантаження елементів конструкції за відсутності контакту на окремих зубцях. Для високонавантажених хвостовиків лопаток із значною шириною і кроком виявляються негативні ефекти, пов'язані з об'ємним напруженим станом. Суттєвий вплив на цю обставину може надавати форма опорної поверхні, що здатна привести до концентрації реактивних зусиль у локальних зонах контактної площадки.

Тривалий час оцінка напруженого стану хвостових з'єднань проводилась у рамках плоскої задачі теорії пружності, головним чином, при допущенні про рівномірний розподіл навантаження по опорних площадках, однак оцінка напружено – деформованого стану хвостовиків може бути достовірною тільки на основі рішення тривимірної задачі з урахуванням технологічних зазорів і форм опорних поверхонь за допомогою сучасних обчислювальних комплексів та програм. В останні роки на Україні та за кордоном широко застосовуються сучасні системи автоматичного проектування (САПР), які замінюють коштовні експерименти та економлять час досліджень. Підвищення надійності та довговічності роботи хвостових з'єднань можливе при зниженні нерівномірності загального напружено – деформованого стану і концентрації напруг в об'ємі хвостовика у взаємозв'язку з характером контактних напруг. Отже, необхідне забезпечення компенсації технологічних зазорів у хвостовому з'єднанні; вибір раціональних конструктивних форм та удосконалення профілей хвостових з'єднань з більш рівномірним розподілом напруг.