

УДК 678.5

Ігор Ярема, Юрій Наконечний, Микола Антонов

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ НАПРУЖЕНЬ В ЗАМКОВІЙ ЧАСТИНІ ПЛАСТМАСОВИХ ЛОПАТОК ТУРБІН

Igor Yarema, Yuriy Nakonetchnj, Nike Antonov

ANALYSIS OF THE EFFORT IN LOCK PLASTIC BLADES OF THE TURBINES

Пластмасові лопатки застосовуються в пускових турбодетандерах газотурбінних установок і працюють на перепадах тиску природного газу при температурі від +20 до -40°C. Використання пластмас в якості матеріалу лопаток таких холодних турбомашин пояснюється тим, що не дивлячись на порівняно невисоку теплостійкість та механічну міцність, їм притамані інші переваги: невелика питома вага, що зменшує напруження розтягування від відцентрових сил; хороші демпфуючі властивості; висока технологічність.

Лопатки турбодетандерів виготовляються з поліаміду склонаповненого марки ПА-66КС методом лиття під тиском і мають замкову частину у формі зубців трикутної форми, яка монтується у кільцевій пази сталевого диска ротора. Оскільки робоча температура пластмасових лопаток від'ємна, то для того, щоб виключити можливість послаблення замкового з'єднання, вони в процесі монтажу запресовуються з попереднім натягом.

Для перевірки міцності замкової частини пластмасової лопатки потрібно знайти сумарний розподіл контактних напружень на поверхні зубців від попереднього натягу та від зміни температури. Нижче приведені результати розрахунку контактних напружень від попереднього натягу.

В реальних конструкціях пластмасових лопаток кут нахилу α зубців хвостової частини більший кута тертя φ в парі "пластмаса-метал" ($\alpha > \arctg f = \varphi$). Тому при запресовці замка лопатки в металеву обойму відбувається відносно проковзування поверхонь контакту зубців обойми та лопатки. Завдяки наявності сил тертя, частина натягу не компенсується. Як показують виконані розрахунки, контактні напруження від цього некомпенсованого натягу σ'_H мають найбільше значення при вершині зубця і зменшуються в напрямі його основи.

Друга частина сумарних контактних напружень від компенсованого натягу σ''_H навпаки зростає від вершини зубця до його основи. Компенсація натягу, що спричиняє цю частину контактних напружень, здійснюється за рахунок відносного проковзування зубців обойми та лопатки, а також за рахунок деформації деталей з'єднання.

На рисунку показаний графік розподілу контактних напружень від некомпенсованого σ'_H та компенсованого σ''_H натягів вздовж зубця пластмасової лопатки, виготовленої з поліаміду склонаповненого ПА-66КС для випадку, коли $\alpha = 30^\circ$; висота зубців $h = 1,8$ мм; кількість зубців – по три з кожної сторони і сумарний натяг - 0,2 мм.

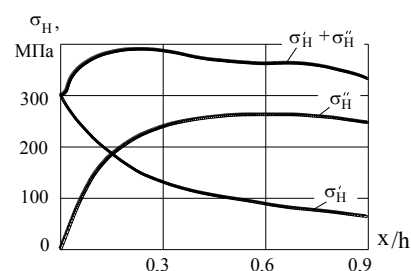


Рисунок 1 - Контактні напруження в замковій частині пластмасової лопатки