

УДК 621.438.03

ДВОВИМІРНІ ТА ТРИВИМІРНІ РОЗРАХУНКИ НА МІЦНІСТЬ ДИСКУ КОМПРЕСОРА ГТД

*Є. Р. Галетинко, Д. Г. Кварта, В. А. Даценко, К. В. Фесенко
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
“Харківський авіаційний інститут”*

Диски компресора ГТД є одними з найбільш відповідальних елементів конструкції ГТД. Від досконалості конструкцій дисків залежить надійність та легкість конструкцій двигуна в цілому. Розрахунок на міцність диску включає аналіз напружень та деформацій, які виникають під час його роботи, з метою визначення його здатності витримувати ці навантаження без руйнування. Диски піддаються впливу інерційних відцентрових сил, що виникають внаслідок обертання від маси робочих лопаток та власної маси дисків. Ці сили викликають напруження розтягування, також в дисках виникають напруження кручення і вигину.

В цій роботі проведені 2D та 3D розрахунки на міцність диску робочого колеса (РК) першого ступеня компресора високого тиску (КВТ) за допомогою програми ANSYS Static Structural. Після цього результати розрахунків порівняно.

Для проведення розрахунків на міцність диску РК КВТ в програмі ANSYS Static Structural потрібно мати твердотільну модель диску, яка була створена в графічній системі Siemens NX. На рис. 1 показана модель диску без вирізаних пазів під хвостовики лопаток (а) та з пазами (б).

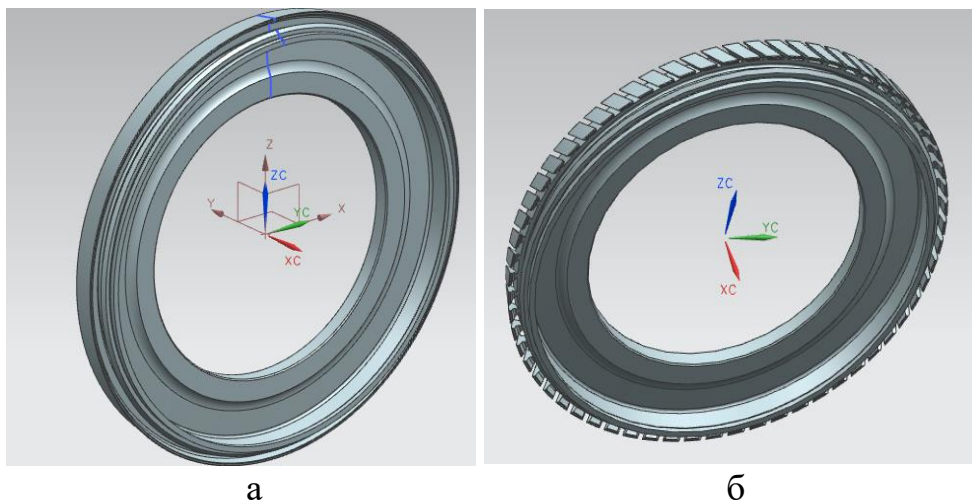


Рис. 1 – Твердотільна модель диску РК

Спочатку проведено двовимірний розрахунок на міцність диску РК, який складався з наступних етапів:

- завдання основних властивостей матеріалу диску;
- робота з двовимірною моделлю диска з метою створення розрахункової області;



- генерація розрахункової сітки;
- прикладання навантажень до моделі (обмеження переміщень, завдання частоти обертання диску та визначення контурного навантаження);
- проведення розрахунку;
- аналіз отриманих результатів.

Результатами розрахунку є епюри деформацій та напружень (в окружному та радіальному напрямку, еквівалентних). На рис. 2 показана епюра еквівалентних напружень у 2D моделі диску КВТ.

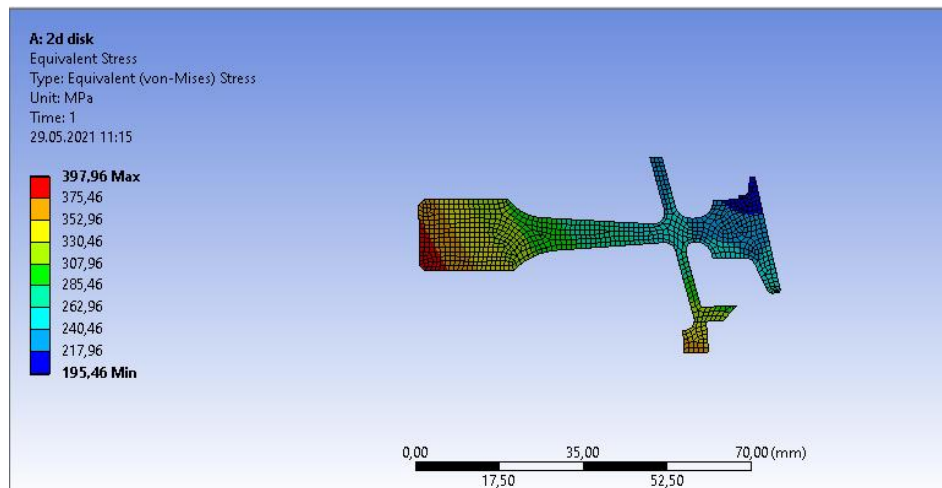


Рис. 2 – Епюра еквівалентних напружень

Тривимірний розрахунок проведено для моделі диску з пазом під хвостовик лопатки та без пазу. В програму ANSYS Static Structural імпортована 3D геометрія диску у вигляді сектору. Етапи проведення розрахунку на міцність тривимірної моделі диску схожі на попередні з деякими особливостями, притаманними саме 3D геометрії. Деякі результати, що були отримані, приведені на рис. 3 та 4. В табл. 1 наведено чисельні результати статичного аналізу диска.

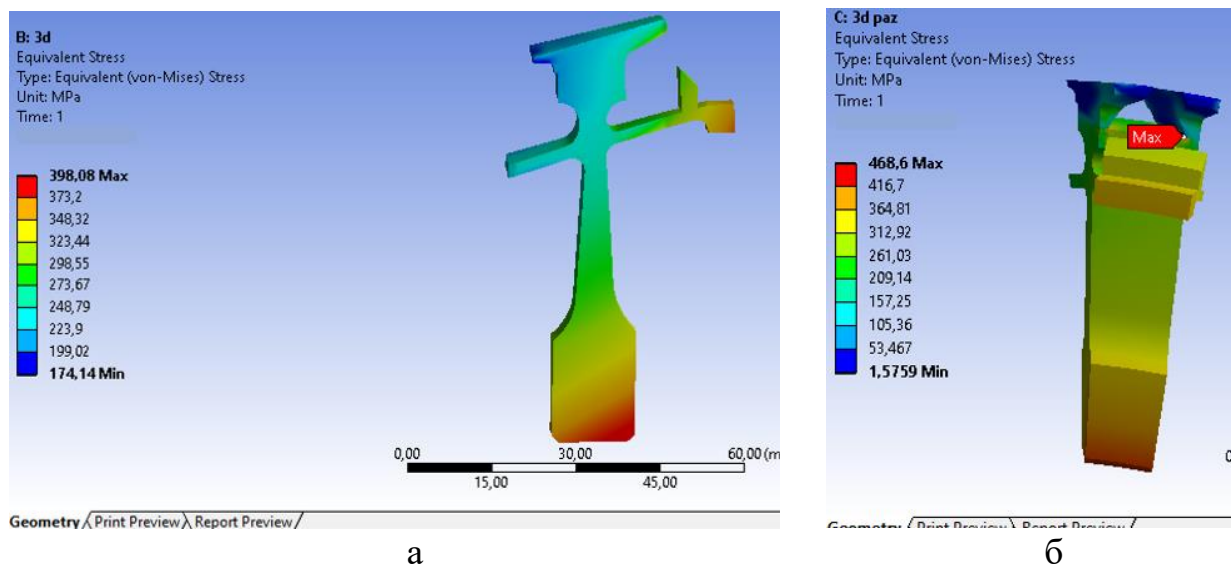


Рис. 3 – Еквівалентні напруження в моделях диску:
а – модель без пазу; б – модель з пазом

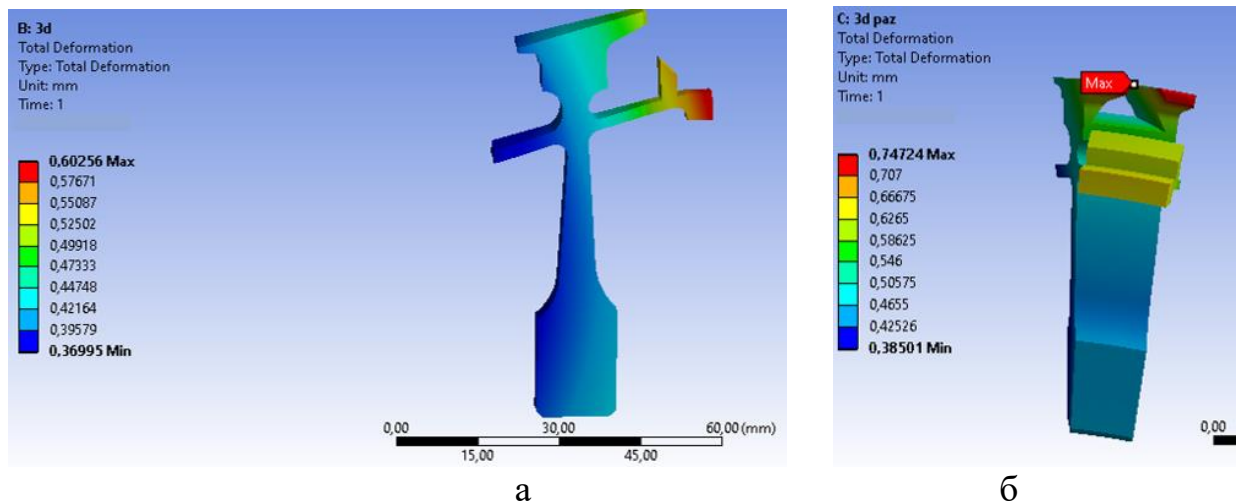


Рис. 4 – Деформації в моделях диска: а – модель без пазу; б – модель з пазом

Таблиця 1 – Результати статичного аналізу диска компресора

М

Зона деталі	Розрахункова модель	Компонента напружень, МПа		
		Радіальна, σ_r	Окружна, σ_τ	Еквівалентна, σ_Σ
Маточина диска	2D осесиметрична	0	451	451
	3D без пазу під лопатку	0	380	380
	3D з пазом під лопатку	0	396	450
Полотно диска (в районі барабана)	2D осесиметрична	82,26	370	335
	3D без пазу під лопатку	61,1	309	273
	3D з пазом під лопатку	73,768	316	286
Обод диска	2D осесиметрична	12,38	261	286
	3D без пазу під лопатку	4,34	216	225
	3D з пазом під лопатку	-2,02	-39	55

За допомогою програми ANSYS Static Structural виконано двовимірний та тривимірний розрахунок диска РК першого ступеня КВТ на міцність. Розрахунки показали, що розподіл напруження узгоджується з теоретичним уявленням про міцність дисків осевих компресорів. Напруження на диску не перевищують допустимі. Видно, що при розрахунку на міцність диска з пазом, напруження збільшуються, бо паз є концентратором напруження.