



Аналіз показав, що по-перше – балансування відбором маси на ободі диску не приводить до появи напружень в концентраторах, що більші ніж у концентраторах на галтелях лопаток і може бути застосоване при виробництві. По-друге – балансування за рахунок свердлення отвору в диску (рис. 2 б) призводить до появи напружень, що суттєво перевищують такі в інших частинах.

Запропонована конструкція має напруження або того-ж рівня, або менші, ніж у прототипу. За принципом «не гірше ніж...» [5] працездатність пропонованої конструкції не буде гіршою, ніж прототип.

Маса диска, що пропонується, складає 164,3 і 167,8 г без і з поясками балансування відповідно. Це складає зниження витрати досить дорогого сплаву ЖС-6К щодо прототипу на 13% і 11%.

Перелік посилань

1. Schreckling, K. Gas Turbines for Model Aircraft [Text] / K. Schreckling. – Worcestershire, Traplet Publication Ltd., 2003. – 105 p.
2. Jet pack. Wikipedia, the free encyclopedia [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Jet_pack. – 20.04.2023.
3. Хрулев, О. Е. Аналіз можливості застосування комерційних мікротурбореактивних двигунів для високошвидкісних малорозмірних БПЛА оперативно-тактичного рівня [Текст] / О. Е. Хрулев. - *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – 2023. - № 4 спец-випуск 2 (190). – С. 5-18.
4. Бойові малорозмірні безпілотні літальні апарати з реактивною тягою [Текст] : монографія / А. А. Халатов, О. Ф. Немчін, Є. О. Шквар, А. В. Кузьмін, С. Г. Кобзар ; під ред. Академіка НАН України, д.т.н., проф. А.А. Халатова. – Дніпро: Ліра, 2023. – 144 с.
5. Белогуб, А. В. Поддержка жизненного цикла тонкостенных поршней ДВС на основе технологии интегрированного проектирования и производства [Текст] / А. В. Белогуб // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. – 2010. – № 3/3 (45). – С. 27–40.

АНАЛІЗ МІЦНОСТІ СОПЛОВОГО АПАРАТА ТУРБИНИ ГТД ТЯГОЮ 400 Н

Д. С. Онацький, Є. В. Марценюк, О. В. Білогуб

*Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»*

Останнім часом для швидкісних БПЛА малого та надмалого розміру набуло поширення застосування ТРД тягою 100...1000 Н (мікро-ТРД). Ринок пропонує достатньо багато моделей таких двигунів [1,2]. Вартість двигунів з однаковою тягою може різнитися в рази.

Зниження вартості можливе за рахунок зменшення маси, особливо маси спеціальних матеріалів, що застосовуються для виготовлення деталей турбіни, в тому числі її соплового апарату (СА).

Метою роботи був аналіз міцності соплового апарату існуючого мікро-ТРД тягою 400 Н і пропозиції щодо зміни конструкції. На рис. 1 наведено конструкцію СА прототипу (а) і пропоновану (б). Даний вузол складається з лопаток 1, внутрішнього 2 і зовнішнього 3 корпусів, причому зовнішній корпус має подовження 4, що формує канал в якому розташовані робочі лопатки турбіни і



представляє собою єдину деталь зі сплаву ЖС-6К. До цієї деталі приварені два фланці – нижній 5 і верхній 6 зі сплаву 12Х18Н10Т. В конструкції б) подовження зовнішнього корпусу немає, натомість його пропонується замінити окремою деталлю. Маса соплового апарату прототипу і пропонуваного 421 і 372 г відповідно. При оцінюванні маси модифікованої конструкції враховано масу окремого трактового кільця над робочими лопатками турбіни.

Розрахунки виконано для стаціонарного теплового навантаження із застосуванням ідентичних умовних ГУ, що відповідають максимальному режиму.

Властивості матеріалів (ЖС-6К та 12Х18Н10Т) для моделювання враховують залежність параметрів від температури і навантаження (пластичність). В розрахунках не враховано взаємодію СА з елементами корпусу і сопла ГТД. Сполучення фланців безпосередньо з корпусами СА – типу «глобальний контакт».

На рис. 2 представлено характер напружень з урахуванням пластичності (за Мізесом) в СА прототипу (а) і пропонуваної конструкції (б), а в таблиці – результати обчислень.

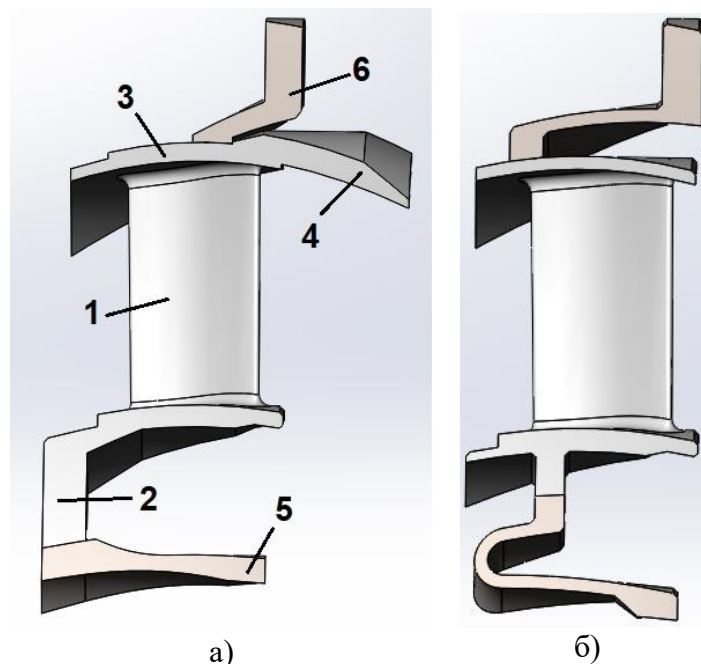


Рис. 1 – Сопловий апарат ТРД-400:
а – прототип, б – пропонувана конструкція.
1 – лопатка, 2 – внутрішній корпус,
3 – зовнішній корпус, 4 – корпус каналу над турбіною, 5 – нижній фланець, 6 – верхній фланець.

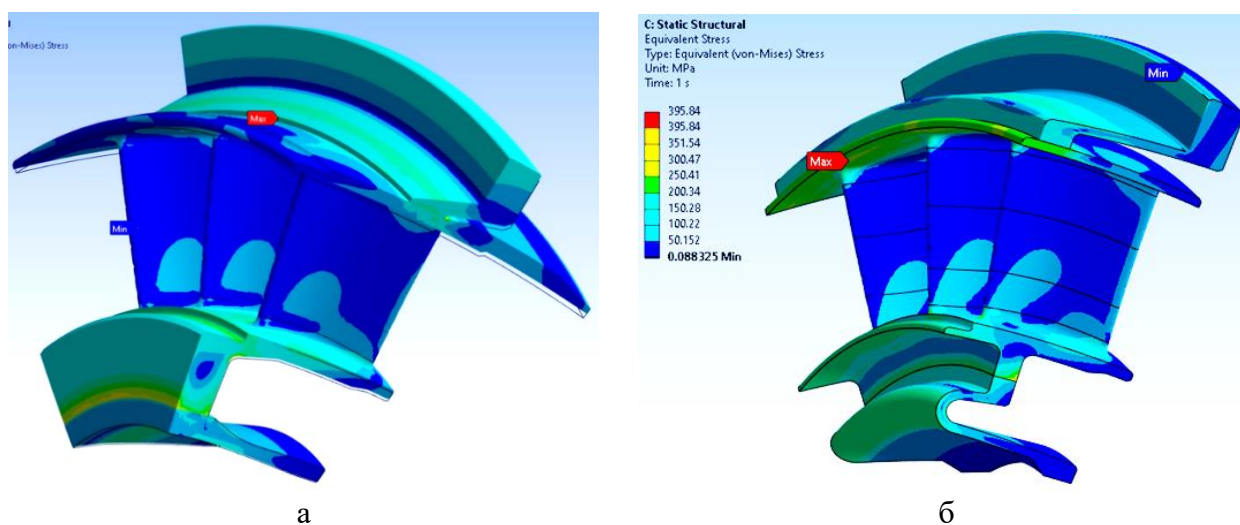


Рис. 2 – Напруження в СА: а – прототип, б – пропозиція.



Таблиця 1 – Результати моделювання СА ГТД – 400

		Прототип, пружна задача		Прототип, пластика		Пропозиція, пластика		Порівняння «пру- жна-пластика»	Порівняння «про- тотип-пропозиція»
		Напруження, МПа	Температура, °C	Напруження, МПа	Температура, °C	Напруження, МПа	Температура, °C		
Складання	Макс.	637	900	545	900	395	845	14,4%	27,5%
	Середні	92	676	83	676	68	598	9,8%	18,1%
Верхній фланець	Макс.	572	713	182	713	181	637	68,2%	0,5%
	Середні	145	603	98	603	73	443	32,4%	25,5%
Зовн. корпус	Макс.	637	900	541	900	395	793	15,1%	27,0%
	Середні	71	763	64	763	90	709	9,9%	-40,6%
Внутр. корпус	Макс.	370	781	362	781	391	773	2,2%	-8,0%
	Середні	110	628	112	628	89	668	-1,8%	20,5%
Нижній фланець	Макс.	273	431	172	431	188	552	37,0%	-9,3%
	Середні	75	370	73	370	70	388	2,7%	4,1%

Висновки: Пропонована конструкція СА легше більш ніж на 20% за прототип, її порівняльні характеристики міцності лежать в прийнятних межах і за [3] працездатність пропонованої конструкції буде задовільною.

Перелік посилань

1. Хрулев, О. Е. Аналіз можливості застосування комерційних мікротурбореактивних двигунів для високошвидкісних малорозмірних БПЛА оперативно-тактичного рівня [Текст] / О. Е. Хрулев // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – 2023. - № 4 спец-випуск 2 (190). – С. 5-18.
2. Schreckling, K. Gas Turbines for Model Aircraft [Text] / K. Schreckling. – Worcestershire, Traplet Publication Ltd., 2003. – 105 p.
3. Белогуб, А. В. Поддержка жизненного цикла тонкостенных поршней ДВС на основе технологии интегрированного проектирования и производства [Текст] / А. В. Белогуб // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – № 3/3 (45). – С. 27–40.

ОЦІНКА ДЕФОРМАЦІЇ КРУГОВИХ ДВОЯКОВИПУКЛО-УВІГНУТИХ ЗУБЦІВ КОНІЧНИХ ПЕРЕДАЧ

Р. І. Трофимов, А. В. Кузнецова

*Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»*

В останні роки з метою підвищення несучої здатності зубчастих передач застосовують зубчасті передачі з двоопукло-увігнутими зубцями (ДВУ) і, зокрема, конічні передачі. Конічні колеса з ДВУ зубцями вигідно відрізняються від конічних прямозубих коліс високою здатністю навантаження, більшою плавністю зачеплення і значним зниженням шуму. Перевага конічних передач з ДВУ зубцями