

УДК 621.4.002.2: 629.73.002.72

А.Ю. Невдаха, канд. техн. наук

Кіровоградський національний технічний університет

Порівняння ефективності складання роторів барабанно-дискового типу методами двох пробних складань з заміром биття на поворотному складальному стапелі та на призмах

Описуються експериментальні дослідження з використанням натурної моделі ротора барабанно-дискового типу. Порівнюється ефективність методу двох пробних складань при оптимальному складанні одного і того ж ротора як консольного – з заміром биття на поворотному складальному стапелі, і як міжопорного – з заміром биття на призмах.

типовий техпроцес, ротори барабанно-дискового типу, метод двох пробних складань

А.Ю. Невдаха, канд. техн. наук

Кіровоградський національний технічний університет

Сравнение эффективности сборки роторов барабанно-дискового типа методами двух пробных сборок с измерением биений на поворотном сборочном стапеле и на призмах

Описываются экспериментальные исследования с использованием натурной модели ротора барабанно-дискового типа. Сравняется эффективность метода двух пробныхборок при оптимальной сборке одного и того же ротора как консольного – с измерением биения на поворотно-сборочном стапеле, и как межопорного – с измерением биения на призмах.

типовой техпроцесс, роторы барабанно-дискового типа, метод двух пробныхборок

На сьогоднішній день, в вітчизняному машинобудуванні, широкого розповсюдження отримали ротори барабанно-дискового типу (БДТ). У порівнянні з іншими типами (дисковими та барабанними), ці ротори мають порівнянну великі швидкісні характеристика і при цьому мають достатню жорсткість конструкції. Проте, через особливості їх конструкції, виготовляти такі ротори досить складно. Найбільш трудомістким і складним етапом виготовлення цих роторів – є технологічний процес складання таких роторів у вигляді з'єднання деталей (дисків, проставок, тощо) ротора між собою в єдину жорстку конструкцію.

В роботі [1] описано сучасний технологічний процес направлений на оптимальне складання таких роторів. Описано алгоритми, що забезпечують оптимальне складання цих роторів методом двох пробних складань із заміром биття контрольних поверхонь (КП) ланок ротора при встановленні ротора на поворотний складальний стапель (ПСС) та на призми.

В роботі [2] описано 3D моделюванням в САПР SolidWorks методу двох пробних складань. Проведена апробація методу та програми при складанні консольних та міжопорних роторів БДТ. В роботі [3], експериментально, з використанням 3D моделювання та повнофакторного експерименту, встановлено, що похибка встановлення ніжки індикатора ± 6 мм по осі ротора, чи $\pm 6^\circ$ при повороті ротора під час заміру биття КП ланок є статистично значущою, але не впливає на величини

розрахованих оптимальних кутів поворотів ланок, за умови, якщо кількість призонних болтів, що з'єднують дві ланки у кожній парі, не більша за 32.

За допомогою дослідного стенду для дослідження складання консольних і міжпорних роторів БДТ методом двох пробних складань описаного в роботі [4], порівнюється ефективність складання роторів БДТ методами двох пробних складань із заміром биття на ПСС та призмах.

Для проведення експериментів, спочатку, консольний ротор складається методом двох пробних складань із заміром биття на ПСС і за биттям його КП обчислюється функціонал якості $Q_{K-ПСС}$. Потім цей же ротор складається із заміром биття на призмах, але його биття замірюються на ПСС і за ними розраховується функціонал якості $Q_{K-ПР}$. Ефективність одного метода у порівнянні з іншим вимірюється у разях і розраховується за формулою:

$$n_K = Q_{K-ПР} / Q_{K-ПСС} \quad (1)$$

Аналогічно порівнюються ефективності при складанні міжпорних роторів:

$$n_M = Q_{M-ПСС} / Q_{M-ПР} \quad (2)$$

де $Q_{M-ПСС}$ – функціонал якості міжпорного ротора, складеного із заміром биття на ПСС;

$Q_{M-ПР}$ – функціонал якості міжпорного ротора, складеного із заміром биття на призмах.

Дослідження проводились на трьох різних роторах що утворюють 15 роторних комплекти [4].

В рамках експерименту:

- ротор складався за методом двох пробних складань з заміром биття на ПСС.
- розраховувалися оптимальні кути та значення функціоналу якості ротора на ПСС.
- ротор переставлявся з ПСС на призми, де знову замірялися досягнути биття КП, розраховувався функціонал якості.
- ротор складався за методом двох пробних складань з заміром биття на призмах.
- розраховувалися оптимальні кути та значення функціоналу якості ротора на призмах.
- ротор переставлявся з призм на ПСС.
- замірялися досягнути биття КП, розраховувався функціонал якості

Всі результати розрахунків заносились до табл. 1.

Таблиця 1 – Оптимальні кути та значення функціоналів якості роторних комплектів

Роторний комплект		Ротор складений за методом двох пробних складань		
		з заміром биття на ПСС	з заміром биття на призмах	
1		2	3	
3-х ланковий ротор				
Натурний ротор_03_112	Оптимальні кути, φ_k		0°, 45°	180°, 135°
	Функціонал якості при замірі биття КП, Q	на ПСС	1,24237	2,46929
		на призмах	1,09222	0,92947
Натурний ротор_03_122	Оптимальні кути, φ_k		180°, 0°	135°, 270°
	Функціонал якості при замірі биття КП, Q	на ПСС	1,49914	2,3756

Продовження табл. 1

1		2	3
Натурний ротор_03_132	на призмах	1,13964	0,92604
	Оптимальні кути, φ_k	225°, 270°	225°, 45°
	Функціонал якості при замірі биття КП, Q	на ПСС 0,90164	1,34663
	на призмах	1,09971	0,42456
4-х ланковий ротор			
Натурний ротор_04_1122	Оптимальні кути, φ_k	45°, 315°, 135°	45°, 225°, 45°
	Функціонал якості при замірі биття КП, Q	на ПСС 2,687	3,18288
	на призмах	1,36305	1,03194
Натурний ротор_04_1132	Оптимальні кути, φ_k	0°, 90°, 180°	90°, 270°, 180°
	Функціонал якості при замірі биття КП, Q	на ПСС 2,53144	3,72257
	на призмах	1,6411	1,19204
Натурний ротор_04_1122	Оптимальні кути, φ_k	135°, 180°, 45°	135°, 270°, 135°
	Функціонал якості при замірі биття КП, Q	на ПСС 2,93737	4,14214
	на призмах	1,24289	1,06646
Натурний ротор_04_1232	Оптимальні кути, φ_k	0°, 225°, 135°	315°, 270°, 135°
	Функціонал якості при замірі биття КП, Q	на ПСС 1,76107	1,95247
	на призмах	1,57888	1,49327
Натурний ротор_04_1312	Оптимальні кути, φ_k	225°, 180°, 225°	180°, 135°, 315°
	Функціонал якості при замірі биття КП, Q	на ПСС 1,02029	3,07727
	на призмах	2,00084	1,41062
Натурний ротор_04_1322	Оптимальні кути, φ_k	225°, 135°, 135°	225°, 90°, 180°
	Функціонал якості при замірі биття КП, Q	на ПСС 1,12343	1,4438
	на призмах	1,44544	1,19256
5-ти ланковий ротор			
Натурний ротор_05_11232	Оптимальні кути, φ_k	225°, 45°, 180°, 315°	225°, 315°, 225°, 315°
	Функціонал якості при замірі биття КП, Q	на ПСС 3,49078	5,38732
	на призмах	2,2358	1,66251
Натурний ротор_05_11322	Оптимальні кути, φ_k	135°, 135°, 225°, 225°	0°, 270°, 180°, 45°
	Функціонал якості при замірі биття КП, Q	на ПСС 2,14257	5,24119
	на призмах	2,39357	1,96972
Натурний ротор_05_12132	Оптимальні кути, φ_k	0°, 270°, 315°, 135°	315°, 315°, 315°, 135°
	Функціонал якості при замірі биття КП, Q	на ПСС 4,58207	4,73158
	на призмах	1,69624	1,36929
Натурний ротор_05_12312	Оптимальні кути, φ_k	135°, 270°, 45°, 0°	0°, 225°, 45°, 225°
	Функціонал якості при замірі биття КП, Q	на ПСС 4,18909	14,31717
	на призмах	4,44072	2,30366
Натурний ротор_05_13122	Оптимальні кути, φ_k	225°, 225°, 45°, 225°	180°, 225°, 270°, 225°
	Функціонал якості при замірі биття КП, Q	на ПСС 1,38086	7,22347
	на призмах	2,93805	1,47524

Продовження табл. 1

Натурний ротор_05_13212	1		2	3
	Оптимальні кути, φ_k		180°, 315°, 315°, 90°	180°, 90°, 225°, 90°
	Функціонал якості при замірі биття КП, ϱ		на ПСС	1,67636
		на призмах	2,92358	1,47201

За даними табл. 1 побудовані графіки ефективності складання консольних і міжпорних роторів за методами двох пробних складань з заміром биття на ПСС та на призмах для 3-х роторних комплектів, складених з 3-х ланок по 6-і роторних комплектів, складених з 4-х і 5-і ланок. (рис. 1).

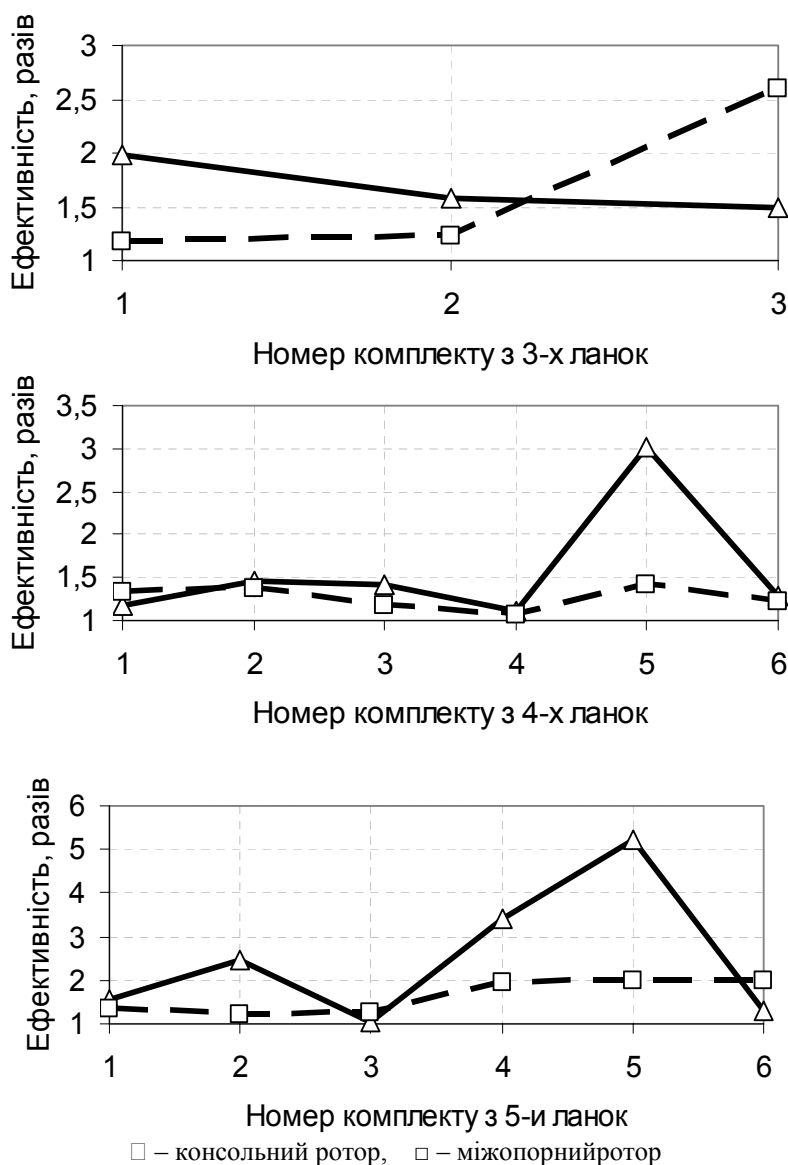


Рисунок 1 – Графіки порівняння ефективностей складання консольних і міжпорних роторів БДТ методами двох пробних складань з заміром биття на ПСС та на призмах

Висновки.

Експериментально встановлено, що доцільно складати консольні ротори за методом двох пробних складань за заміром биття на ПСС, а міжпорні – за методом

двох пробних складань за заміром биття на призмах:

- при оптимальному складанні роторного комплексу спочатку як консольного ротора, а потім – як міжпорного у 100% випадків набори оптимальних кутів взаємних розворотів ланок ротора різні;
- у консольного ротора значення функціоналу якості до 5-і разів менше при його складанні за методом двох пробних складань з заміром биття на ПСС, ніж при складанні з заміром биття на призмах;
- у міжпорного ротора значення функціоналу якості до 2-х разів менше при його складанні за методом двох пробних складань з заміром биття на призмах, ніж при складанні з заміром биття на ПСС.

Список літератури

1. Кравченко И.Ф. Сборка роторов ГТД барабанно-дискового типа: типовые процессы, алгоритмы расчетов: Монография / И.Ф.Кравченко, Э.В.Кондратюк, В.А.Титов, Г.Б.Филимоныхин, Г.И.Пейчев, А.Я.Качан. – К.: КВИЦ, 2011. – 197 с.
2. Філімоніхін Г.Б. Використання 3D моделі ротора барабанно-дискового типа для апробації технології складання роторів ГТД методом двох пробних складань / Г.Б.Філімоніхін, А.Ю.Невдаха // Сьома міжнародна науково-практична конференція "Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС 2012". Тези доповідей. Чернігів-Жукин, 2012. – С. 152–155.
3. Філімоніхін Г.Б. Апробації технології складання роторів ГТД БДТ за методом двох пробних складань із застосуванням 3D моделювання / Г.Б.Філімоніхін, А.Ю.Невдаха // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Збірник наукових праць: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ "ХПІ", 2012. №34. – С. 34–41.
4. Філімоніхін Г.Б. Стенд для дослідження процесу складання роторів барабанно-дискової конструкції / Г.Б.Філімоніхін, А.Ю.Невдаха //Збірник наукових праць КНТУ, 2010. Вип. 23. – С. 206–210.

Andrew Nevdaha

Kirovograd National Technical University

Comparison of efficiency of stowage of rotors of drum-disk type by the methods of two trial stowages with intention of beating on a turning frame-clamping ship-way and on prisms

Described experimental researches of efficiency of stowage of rotors of drum-disk type by the methods of two trial stowages with intention of beating on a turning frame-clamping ship-way and on prisms.

Studies are undertaken on 3 model models of typical rotor of drum-disk type, from that it forms 15 different rotor complete sets. The stowage of these rotor complete sets was prospected with their stowage on a turning frame-clamping ship-way - as a cantilever; and on prisms - as between support.

It is experimentally set that in all 100%, at the stowage of one rotor as cantilever and as between support, there will be different optimal corners and different values to the functional of quality. It is Therefore expedient to fold cantilever rotors after the method of two trial stowages after intention of beating on turning frame-clamping ship-way, and between support - after the method of two trial stowages after intention of beating on prisms.

a typical process technology, rotor drum- disk type, test method two assemblages

Одержано 27.05.14