

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МЕХАНІЧНИХ АКУМУЛЯТОРІВ ЕНЕРГІЇ НА АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ

Питання пов'язані з накопиченням енергії, зберіганням і збільшенням її щільності є досить актуальним з точки зору екології, оскільки акумульована енергія необхідна практично в будь-якій машині і системі, де має місце споживання і перетворення енергії. При цьому необхідно відмітити, що акумульована енергія значно дешевша, а її використання екологічно безпечно.

Деякі розрахунки, що фігурують в технічній літературі, показують, що приблизно 65 % енергії, споживаємої міськими транспортними засобами, витрачається на їх прискорення, а потім ця енергія майже повністю розсіюється при гальмуванні. Ці розрахунки ще раз підкреслюють, наскільки актуальним є питання регенерації енергії, що вивільнюється при гальмуванні транспортних засобів.

При конструюванні роторів маховиків з композитних матеріалів на практиці необхідно підходити зі сторони ефективного використання матеріалу. При цьому необхідний аналіз таких факторів, які рахуються другорядними чи не розглядаються взагалі при використанні ізотропних матеріалів. До них можна віднести, наприклад: малі радіальні розтягуючі напруження і особливості напруженого стану поблизу кінців арматури, з якої намотується виріб. При конструюванні роторів маховиків з композитних матеріалів на практиці підходять зі сторони ефективного використання матеріалу. При цьому необхідний аналіз таких факторів, які рахуються другорядними чи не розглядаються взагалі при використанні ізотропних матеріалів. До них можна віднести, наприклад: малі радіальні розтягуючі напруження і особливості напруженого стану поблизу кінців арматури, з якої намотується виріб.

Представлені результати показують, що досягнуті питомі масові енергомісткості близькі до розрахункових граничних значень і суттєво перевищують аналогічні характеристики суцільних дисків рівного опору з ізотропного матеріалу. Але, на практиці конструкція роторів повинна бути такою, в якій максимально використовуються як масова, так і об'ємна енергомісткості. Тому реальні конструкції будуть відрізнятися від модельних кілець.

В лабораторії ЖДТУ проводились експериментальні дослідження реальних моделей і конструкцій роторів маховиків з волокнистих композитів. Для проведення таких досліджень були сконструйовані та виготовлені спеціальні експериментальні стенди.

Створення системи початкових напружень при намотці роторів, що пропорційні товщині намотаного шару (виробу) і при певній товщині можуть стати причиною появи тріщин в готовому виробі.

В зв'язку з великою перспективністю використання композитних матеріалів ведеться активний пошук конструктивних рішень і технологічних прийомів, що дозволяють створювати оптимальні конструкції роторів маховиків з максимальною питомою енергомісткістю.

Проведені теоретичні і експериментальні дослідження в даному напрямку виділяють, в основному, чотири способи підвищення питомої енергомісткості при збереженні достатньо високої масової:

- перехід від тонкостінних до товстостінних кілець і дисків;
- профілювання кілець і дисків;
- проектування гібридних роторів, що складаються з декількох матеріалів, і використанням різних схем армування одного і того ж композитного матеріалу.

Для реальної оцінки теоретичних розрахунків питомої масової енергомісткості волокнистих композитів (табл. 1) проводились розгінні випробування достатньо тонких кілець за допомогою спеціального пристосування. Результати даних досліджень представлені в табл. 1.

В таблиці 2 представляються результати проведених досліджень деяких конструкцій декількох типорозмірів роторів з волокнистих композитів. Ротори являли собою ободкові конструкції, в яких енергомістким являється обід, скрутний момент від якого до валу передавався безпосередньо одиночними спицями, які виконані хордовою намоткою. Представлені в таблиці 2 результати показують реалізацію повної та питомої масової енергомісткості волокнистих композитів в конструкціях роторів, що наближаються до вигляду реальних.

Таблиця 1

Тип моделі Матеріал	Питома вага $\cdot 10^3$, кг/м ³	Міцність, $\cdot 10^2$, МПа	Гранична питома масова енергомісткість, Дж/г		Гранична колова швидкість, м/с
			розрахунок	експеримент	
Тонкий обід <i>Kevlar 49</i> + епокс. зв'язка	1,36	21,5	790	630	1156
<i>Kevlar 29</i> + епокс. зв'язка	1,36	17,5	650	560	1093
Скло (на Е-волокнах + епокс. зв'язка)	2,07	15,0	370	250	733
Скло (на S – волокнах + епокс. зв'язка).	2,03	18,9	470	460	986

На основі проведеного теоретичного аналізу і виконаних досліджень можна говорити про те, що використання маховиків в поєднанні з двигуном внутрішнього згоряння на транспортних засобах являється на даний час актуальним питанням.

Розвиток та створення виробництва нових матеріалів з високими питомими характеристиками міцності дозволяє створити високоефективні ротори для маховиків.

Таблиця 2

Тип	№	Відносний розмір r/R обода	Матеріал	Колова швидкість, м/с	Кінетична енергія, КДж	Питома масова енергомісткість, Дж/г
Г	13	0,8	Склопластик	754	1404	141
	14	0,8	Орґанопластик	849	1294	218
	15	0,8	Орґанопластик	967	1728	291
	16	0,8	Орґанопластик	834	1328	215
	17	0,8	Орґанопластик	789	1370	188
	18	0,8	Орґанопластик	847	1312	188
	19	0,8	Вуглепластик + орґанопластик	742	878	157
Д	20	0,8	Орґанопластик	713	592,7	205,9
	21	0,76	Вуглепластик	714	890,6	197,5
	22	0,79	Орґанопластик	725	837	204,7

Експериментальні результати, отримані при випробуваннях роторів, більш, ніж в два рази, нижчі за гранично можливі на конструкціях тонких кілець (табл. 1). Руйнування проходить раніше, ніж досягається розрахунковий рівень колових напружень, близький до границі міцності матеріалу. На основі цього можна говорити, що в конструкції і технології виготовлення роторів маховиків з композитних матеріалів містяться ще скриті резерви підвищення їх характеристик, а це в свою чергу підтверджує можливість створення на практиці ефективного гібридного двигуна для автотранспортних засобів.