

вляють собою складний, важко активуючий комплекс структур у вигляді сполук типу шпінелей, на основі оксидів металів, які входять до складу покриття, та борного ангідриду.

Механізм утворення вторинних структур даного типу обумовлений пластичною деформацією і, на думку авторів, виявляється як процес аморфізації і механохімічного легування з диспергуванням матеріалів поверхонь, подрібнення дисперсоїду з частинами оксидів інгерметалідів і трансформації цих ультрадисперсних фаз під дією локальних тривалих температур і тисків до нової чотирифазної зносостійкої структури, яка визначає високі триботехнічні характеристики покриттів системи Fe-Cr-AL-B-C.

Таким чином, дослідженому покриттю характерні найменші значення параметрів тертя і зношування. На всьому діапазоні швидкостей ковзання (до 1,0 м/с при $P = 5$ МПа) спостерігається встановлений режим нормального механохімічного зношування, який характеризується малими значеннями зносу і низьким коефіцієнтом тертя. Зносостійкість даних покриттів у 15–20 разів перевищує зносостійкість гартованих сталей.

Застосування вказаних детонаційних покриттів, на які отримано авторське свідоцтво, сприяє: підвищенню якості та довговічності механізмів авіаційної техніки, зменшенню витрат на ремонтні роботи запасних частин і, як результат, значної економії матеріалів.

Список літератури

1. Новиков И.М., Бурлаков В.И., Захаров В.И. Модель формирования параметрических отказов изделий АТ и ее построение по данным эксплуатации // Проблемы совершенствования системы технического обслуживания и ремонта: Сб. науч. тр. – К.: КИИГА, 1989. – С. 15 – 18.
2. *Catalog Handbook of Fine Chemicals*. Aldrich Chemical Company, Inc., USA, 1992. – P.882.

Стаття надійшла до редакції 07.09.01.

УДК 629.735.064.3-33

629.735.064.3-33 629.735.064.3-33 629.735.064.3-33 629.735.064.3-33 629.735.064.3-33 629.735.064.3-33 629.735.064.3-33 629.735.064.3-33 629.735.064.3-33 629.735.064.3-33

В.С. Бутько, Є.М. Сябряк

ПОРІВНЯННЯ СТАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕГУЛЯТОРІВ ІЗ ЗРІВНОВАЖЕНИМИ І НЕЗРІВНОВАЖЕНИМИ РОБОЧИМИ ПЛОЩАМИ В УМОВАХ ЇХНЬОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Розглянуто статичні характеристики регуляторів тиску непрямої дії, отримано графіки $P_1=f(Q)$, $P_1=f(Q_1)$, $P_1=f(Q_2)$ при сталому режимі роботи регуляторів. На підставі одержаних графіків зроблені практичні висновки про доцільність експлуатації регуляторів розглянутих схем у гідросистемах.

В регуляторі із зрівноваженими площами тиск у міжклапанній порожнині і тиск у напірній порожнині діють на рівні площі затвора основного клапана. В регуляторі з незрівноваженими площами тиск у міжклапанній порожнині діє на більшу площу затвора основного клапана, ніж тиск у напірній порожнині. У зв'язку з цим при однакових тисках у міжклапанній і напірній порожнинах клапан буде притискатися до сідла (рис. 1)

Для одержання статичних характеристик двокаскадного регулятора із зрівноваженими площами складаємо рівняння сил і витрат у сталому режимі:

– рівняння сил, що діють на пілотний клапан:

$$c_2(x_2 + h_2) = (p_2 - p_3) \frac{\pi d^2}{4};$$

– рівняння витрати через пілотний клапан:

$$Q_3 = \mu \pi d_3 x_2 \sin \alpha_2 \sqrt{\frac{2}{\rho} (p_2 - p_3)};$$

– рівняння сил, що діють на основний клапан:

$$c_1(x_1 + h_1) = (p_1 - p_2) \frac{\pi d^2}{4} + P_{\text{гд}}; \quad (1)$$

– рівняння витрати рідини через основний клапан:

$$Q_1 = \mu \pi d_2 x_1 \sin \alpha_1 \sqrt{\frac{2}{\rho} (p_1 - p_2)};$$

– рівняння витрати через дросельний отвір:

$$Q_{\text{др}} = \mu S_{\text{др}} \sqrt{\frac{2}{\rho} (p_1 - p_2)};$$

– рівняння рівності витрат через пілотний клапан і дросельний отвір:

$$Q_2 = Q_3;$$

– рівняння витрати через весь клапан:

$$Q = Q_1 + Q_2,$$

де x_1 – хід основного клапана; x_2 – хід пілотного клапана; h_1, h_2 – попереднє затягування пружин при $x_1=0$; d_2 – діаметр основного клапана; d_3 – діаметр пілотного клапана; α_1, α_2 – кут конусності основного і пілотного клапанів відповідно; μ – коефіцієнт витрати; c_1 – стала пружина; $P_{\text{гд}}$ – гідродинамічна сила:

$$P_{\text{гд}} = (p_1 - p_2) \frac{\pi d^2}{4} - \rho Q_1 (v_2 \cos \theta - v_1); \quad (2)$$

v_2 – швидкість витікання рідини в порожнині, з'єднаної з баком; v_1 – швидкість руху рідини в підведеної порожнині:

$$v_1 = Q_1 / F_{\text{кл}}, \quad v_2 = Q_1 / \epsilon_{\text{кл}} F_{\text{ист}},$$

$\epsilon_{\text{кл}}$ – коефіцієнт стиску потоку; $F_{\text{ист}} = \pi d_2 x_1 \sin \theta$ – площа витікання рідини; θ – кут витікання рідини; $S_{\text{др}}$ – площа дросельного отвору; ρ – щільність рідини.

Для клапана з автоматичним дроселем (рис.2) у вихідній системі рівнянь необхідно змінити рівняння витрати через дросельний отвір:

$$Q_{\text{др}} = \mu \pi d_3 (y - x_2) \sqrt{\frac{2}{\rho} (p_1 - p_2)},$$

де y – максимальна відстань золотника від сідла.

Для регулятора із незрівноваженими площами (див. рис.1, б) у рівняння сил (1) вводиться додатково діаметр клапана з боку міжклапанної порожнини d'_2 . Тоді рівняння записується у вигляді:

$$c_1(x_1 + h_1) = p_1 \frac{\pi \left[(d'_2)^2 - d_2^2 \right]}{4} - p_2 \frac{\pi \left(\frac{d'_2}{d_2} \right)^2}{4} + P_{\text{гд}}.$$

За даними розрахунків були побудовані графіки $P_1=f(Q)$ (рис.3), $P_1=f(Q_1)$, $P_1=f(Q_2)$.

У розрахунках прийнято, що дані регулятори настроєні на однаковий тиск. Робочий об'єм ідентичний у всіх випадках розрахунків, а аналогічні параметри регуляторів однакові.

Аналіз статичних характеристик регуляторів із серводією, побудованих для різних зусиль затягування пружини, показав, що статична помилка більше у регулятора з незрівноваженими площами. Зі збільшенням затягування пружини основного клапана статична помил-

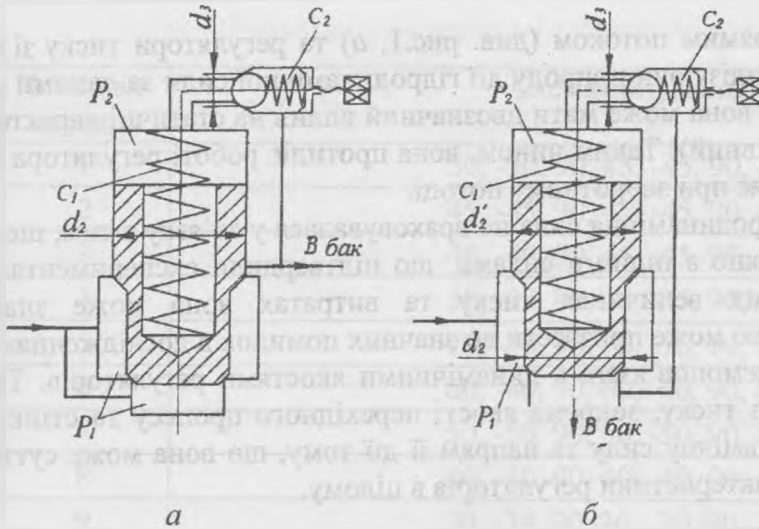


Рис. 1. Схема регулятора тиску:
 а – із зрівноваженими площами; б – з незрівноваженими площами

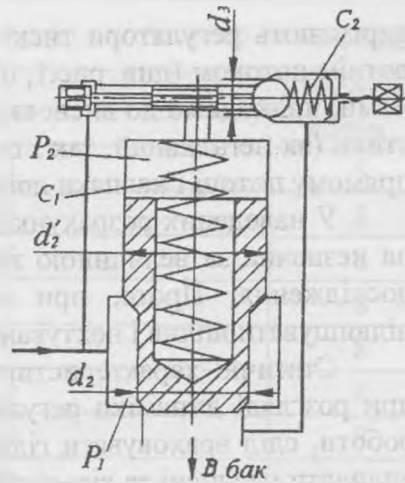


Рис. 2. Схема регулятора із незрівноваженими площами та автоматичним дроселем

ка для обох видів регуляторів зростає. Для ідеального регулятора із зрівноваженими площами, коли силою тертя нехтуємо і затягування пружини основного клапана дорівнює нулю, статична характеристика буде являти собою опуклий монотонно зростаючий графік. Внаслідок того, що в реальних умовах завжди буде присутнє тертя, то першим в роботу буде задіяний пілотний клапан (підтікання пілотного клапана через збільшену робочу площу основного клапана), а потім, при досягненні деякого тиску, вступить в роботу й основний клапан. Уникнути цього підтікання можна, якщо підвищити тиск настроювання пілотного клапана.

Статична характеристика пілотного клапана має вигляд увігнутої монотонно зростаючої кривої. Вона має такий вигляд тому, що рідина, проходячи через регулятор, проходить два опори: дросель і пілотний клапан.

В експлуатації при частому спрацьовуванні регуляторів розглянутих схем відбувається релаксаційна усадка пружини основного клапана. Найменший вплив цього фактора спостерігається у регулятора з зрівноваженими площами й автоматичним дроселем, тому що його характеристика фактично залишається незмінною і різниця тиску настроювання з урахуванням зусилля попереднього затягування пружини основного клапана і без нього становить близько 2% (рис. 3).

Витрати рідини через пілотний клапан у регулятора з незрівноваженими площами будуть більші, ніж через пілотний клапан регулятора із зрівноваженими площами. Тому гідросистема з регулятором з незрівноваженими площами є менш герметичною. З точки зору експлуатації доцільніше використовувати регулятор із зрівноваженими робочими площами. У той же час, регулятор із зрівноваженими площами і автоматичним дроселем найбільш прийнятний в експлуатації, тому що його схема дозволяє фактично цілком вважати систему з таким регулятором герметичною.

В залежності від напрямку дії гідродинамічної сили на затвор основного клапана регулятора, яка входить в рівняння сил (1) та визначається за формулою (2),

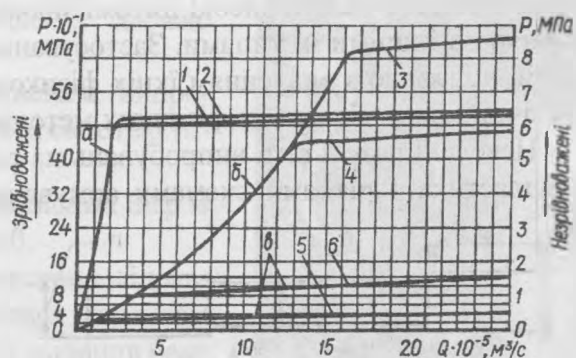


Рис.3. Статична характеристика регуляторів тиску:

а – із зрівноваженими робочими площами та автоматичним дроселем; б – з незрівноваженими робочими площами; в – із зрівноваженими робочими площами;

1, 4, 5 – без попередньої затяжки пружини основного клапана; 2, 3, 6 – із затяжкою пружини основного клапана

вирізняють регулятори тиску з прямим потоком (див. рис.1, а) та регулятори тиску зі зворотнім потоком (див. рис.1, б). Аналізуючи природу дії гідродинамічної сили за даними схемами, приходимо до висновку, що вона може мати двозначний вплив на статичні характеристики (як негативний, так і позитивний). Таким чином, вона протидіє роботі регулятора при прямому потоці і навпаки допомагає при зворотному потоці.

У наведених розрахунках гідродинамічна сила не враховувалася у зв'язку з тим, що вона незначна за величиною порівняно з іншими силами, що підтвердили експериментальні дослідження. Проте, при значних величинах тиску та витратах вона може значно підвищувати вплив і нехтування нею може призвести до значних помилок в дослідженнях.

Статичні характеристики взаємопов'язані з динамічними якостями регуляторів. Тому при розгляді динаміки регуляторів тиску, зокрема якості перехідного процесу та стійкості роботи, слід враховувати гідродинамічну силу та напрям її дії тому, що вона може суттєво впливати на якісні та кількісні характеристики регуляторів в цілому.

Стаття надійшла до редакції 5.09.01.

УДК 620.22-419.8

ББК К436506.02-17

В925 + 052 - 036.Е

П.І. Горобець, В.М. Казуров, А.В. Хоменко, О.А. Шевченко

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК МІЦНОСТІ ТА ЖОРСТКОСТІ ВУГЛЕПЛАСТИКІВ З РІЗНИМИ СХЕМАМИ АРМУВАННЯ

Наведено результати випробувань на розрив із записом діаграм деформування зразків вуглепластика (КМУ-3Э) з різними схемами армування. Побудовано найбільш характерні діаграми деформування. Відзначено особливості деформування вуглепластиків з визначеними схемами армування. Проведено статистичну обробку результатів експерименту.

Композиційні матеріали, утворені на основі різних наповнювачів і матриць знаходять широке застосування в техніці. Особливо ефективні вони в космічних і авіаційних конструкціях, які потребують високої вагової віддачі. Наприклад, у літаках останнього покоління до 20% поверхні несучих агрегатів і фюзеляжу виготовляються із застосуванням композиційних матеріалів [1]. Композиційні матеріали дозволяють одержувати структури із цілеспрямованою анізотропією фізико-механічних характеристик.

Серед композиційних матеріалів в авіації і космонавтиці широко використовуються вуглепластики, що мають високі питомі значення міцності, термостійкості і модуля пружності порівняно з іншими їх типами. Застосування вуглепластиків для створення елементів конструкцій пов'язано з вивченням їхніх фізико-механічних властивостей за допомогою відомих механічних випробувань та фізичних методів неруйнівних досліджень.

Наведені результати випробувань на розрив із записом діаграм деформування зразків з вуглепластика з різними схемами армування були використані при проектуванні панелей обшивки кесонних частин агрегатів оперення середнього транспортного літака Ан-70.

Для досліджень властивостей вуглепластика при розтяганні використовувалися зразки, які мали розміри і форму, показані на рис.1. Зразки були виготовлені з вуглепластика (КМУ-3Э) методом викладення з наступним вакуум-автоклавним формуванням у відповідності з технічними умовами. Схеми армування зразків наведені в табл. 1.

Як наповнювач використовувалася вуглестрічка (ЭЛУРП-01), просочена епоксидним

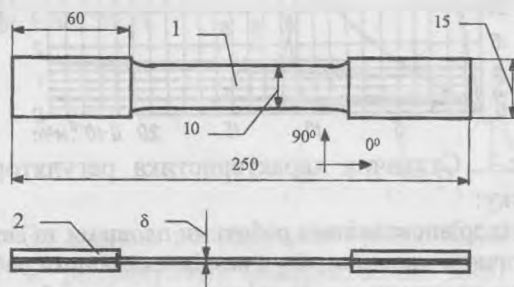


Рис. 1. Зразок для випробувань на розтягання:

1 – зразок з вуглепластика; 2 – запобіжні накладки