

## ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДІАЛЬНОГО ГАЗОВОГО ПІДВІСУ ЗІ ЗМІННИМ ЗОВНІШНІМ ДРОСЕЛЕМ

Вінницький національний технічний університет

*В статті запропонована конструкція радіальної газової підвіски зі змінним зовнішнім дроселем на вхід якого подається стиснутий газ від зовнішнього джерела живлення (компресора).*

### ВСТУП

В газових підвісах для автоматичного регулювання тиску в робочому мастильному шарі (забезпечення працездатності) в залежності від зовнішнього навантаження використовуються отвори малого діаметра [1, 2] та капілярні дроселі (пористі вставки та щілини подачі газу) [3–6]. В практиці машинобудування найбільше використовуються підвіси з подачею стиснутого газу в робочі зазори через ланцюжок отворів малого діаметра. Але ці зовнішні дроселі мають такі недоліки:

- оптимальні значення діаметра отвору суттєво залежать від тиску газу від зовнішнього джерела живлення (компенсатора);
- характеристики шпindelного вузла (підйомна сила та жорсткість) на таких газових підвісах значно зменшуються при зміні вологості та температури газу;
- в процесі роботи отвори малого діаметра (0,1–0,3 мм) схильні до значного зменшення своїх розмірів.

Ці недоліки підвісу зникають, якщо в якості зовнішніх дроселів використовувати щілини, що і привернуло увагу науковців та інженерів до удосконалення методів розрахунку, технології виготовлення газових підвісів із щілинами подачі газу та пошуку шляхів покращення їх характеристик [6–11]. Перспективним напрямком подальшого розвитку підвісів із зовнішнім дроселем є використання конструкцій, у яких під час роботи змінюється ширина щілини подачі газу: у зоні з мінімальним робочим зазором підвісу ширина щілини автоматично стає максимальною, а з протилежної сторони – мінімальною.

Метою роботи є дослідження впливу змінного зовнішнього дроселя у вигляді щілини подачі газу на статичні характеристики підвісу з двома лініями подачі газу в його робочі зазори.

### ОСНОВНА ЧАСТИНА

У радіального газового підвісу (рисунок) при радіальному переміщенні вала 1 на величину  $e$ , рухома втулка 3 переміститься на величину  $e_1$  і максимальна ширина щілини  $\delta$ , і тиск будуть у зоні мінімального робочого зазору, а з протилежної сторони – мінімальна ширина та тиск на виході із щілин подачі газу.

За рахунок збільшення різниці між максимальним та мінімальним тисками на вході в робочі зазори газового підвісу очікується значне поліпшення підйомної сили та жорсткості підвісу (див. рисунок) у порівнянні зі статичними характеристиками підвісу з постійною шириною щілини.

Основні позначення:  $c$  – робочий зазор між валом і корпусом підвісу при їх співвісному положенні;  $\delta_0$  – ширина щілин подачі газу  $e_1 = 0$ ;  $\varepsilon = e/c$  – відносний радіальний ексцентриситет;  $\varepsilon_1 = e_1/c$  – відносне радіальне переміщення рухомої втулки;  $\beta = c/\delta_0$  – відносна ширина щілин подачі газу;  $\lambda = l_0/R_0$  – відносна довжина підвісу;  $\xi = z/l_0$  – безрозмірна осьова координата;  $h = c(1-\varepsilon \cdot \cos\varphi)$  – радіальний зазор між валом і корпусом підвісу;  $h_1 = c(1-(\varepsilon+\varepsilon_1) \cdot \cos\varphi)$  – радіальний зазор між валом і рухомою втулкою;  $\delta = \delta_0(1+\varepsilon_1 \cdot \beta \cdot \cos\alpha \cdot \cos\varphi)$  – ширина щілин подачі газу при  $e \neq 0$ ;  $\alpha_1 = l_1/l_0$  – відносна довжина рухомої втулки на вході в робочий зазор підвісу;  $(R-R_0)/\sin\alpha$  – довжина щілин подачі газу;  $p_n$  – тиск газу від зовнішнього джерела живлення (компресора);  $p_a$  – тиск в середовищі навколо підвісу (атмосферний тиск).

Оскільки радіальний підвіс (див. рисунок) симетричний відносно площини, що проходить через точку  $O$  перпендикулярно осі  $z$ , то для визначення статичних характеристик підвісу достатньо розглянути одну половину підвісу і отримані результати подвоїти.



$$U_3(R_0, \varphi) = U_1(\alpha_1, \varphi); U_1(\alpha_1, \varphi) = U_2(\alpha_1, \varphi); U_2(1, \varphi) = 1,$$

знаходимо невідому функцію  $f(\varphi)$  (3) та постійні інтегрування в виразах (1) та (2).

$$A_0 = \frac{P_H^2 + \psi}{1 + \psi}; \quad A_1 = \frac{3\varepsilon\psi(A_0 - 1) + 3\varepsilon_1\beta(P_H^2 - A_0)\cos\alpha}{\psi(1 - \alpha_1)(sh(\lambda\alpha_1) + \tau\lambda ch(\lambda\alpha_1)) + ch(\lambda\alpha_1)};$$

$$b_{01} = 1 + \frac{A_0 - 1}{1 - \alpha_1}; \quad b_{02} = -1 + \frac{1}{1 - \alpha_1} \left( \frac{P_H^2 - 1}{1 + \psi} \right); \quad b_{11} = -A_2 e^{-\lambda}; \quad b_{12} = A_2 e^{\lambda},$$

$$\text{де } \psi = \frac{c^3 \ln\left(\frac{R_1}{R_0}\right)}{\delta_0^3 \lambda (1 - \alpha_1) \sin\alpha}; \quad \tau = \frac{ch\lambda(1 - \alpha_1)}{sh\lambda(1 - \alpha_1)}; \quad A_2 = A_1 \frac{ch(\lambda\alpha_1)}{sh\lambda(1 - \alpha_1)}.$$

Тепер можемо знайти квадрат безрозмірного тиску (1) та (2) в робочих зазорах підвісу:

$$U_1 = \frac{P_H^2 + \psi}{1 + \psi} + A_1 ch(\lambda\xi) \cos\varphi;$$

$$U_2 = 1 + \frac{(P_H^2 - 1)(1 - \xi)}{(1 - \alpha_1)(1 + \psi)} + A_2 sh(\lambda)(1 - \xi) \cos\varphi$$

та підйомну  $F$  і безрозмірну підйомну  $F^*$  сили радіального підвісу (див. рисунок)

$$F = 4R_0^2 p_a F^*; \quad F^* = \lambda \left( \int_0^{\alpha_1} d\xi \int_0^\pi \sqrt{U_1} \cos\varphi d\varphi + \int_{\alpha_1}^1 d\xi \int_0^\pi \sqrt{U_2} \cos\varphi d\varphi \right).$$

Масові витрати  $Q$  та безрозмірні витрати  $Q^*$  знаходимо з виразу (5), при  $\varepsilon=0, \varepsilon_l=0$ .

$$Q = \frac{\pi k c^3 p_a^2}{12\mu} Q^*; \quad Q^* = \frac{2(A_0 - 1)}{1 - \alpha_1}.$$

#### РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ

Доведено [12], що для симетричних газових підвісів в околі центрального положення підйомна лінійна сила залежить від відносного ексцентриситету в межах  $-0,5 \leq \varepsilon \leq 0,5$ . Тому слід очікувати, що підйомна сила підвісу також буде лінійно залежати від відносного радіального переміщення  $\varepsilon_1$  рухомої втулки і тому безрозмірна радіальна жорсткість  $K_\varepsilon^*$  та безрозмірна підйомна сила підвісу  $F^*$  буде знаходитися таким чином:

$$K_\varepsilon^* = \left( \frac{\partial F^*}{\partial \varepsilon} \right)_{\varepsilon=0, \varepsilon_1=0};$$

$$F^* = K_\varepsilon^* \varepsilon.$$

Проблемою оптимізації конструктивних параметрів газового підвісу (див. рисунок) є пошук критерію, при якому безрозмірна жорсткість  $K_{l\varepsilon}^*$  була найбільшою при мінімальних витратах газу. Розрахунки показали, що при фіксованому значенні відносної довжини  $\alpha_1$  завжди існує значення параметра  $\psi$ , при якому безрозмірна жорсткість  $K_{l\varepsilon}^*$  досягає максимуму, і чим ближче  $\alpha_1$  ( $0 \leq \alpha_1 \leq 1$ ) до максимуму, тим більша жорсткість підвісу. Але при наближенні відносної довжини  $\alpha_1$  до одиниці, ще швидше зростають витрати газу. Тому підвіси з великою відстанню між лініями подачі газу мають низьке відношення жорсткості до витрат газу. Найбільш доцільно знаходити оптимальні значення  $\psi$  і  $\alpha_1$  при яких критерії  $\left( \frac{\partial K_{l\varepsilon}^*}{\partial \psi} \right)$  і  $\frac{\partial}{\partial \alpha_1} \left( \frac{K_{l\varepsilon}^*}{n\sqrt{Q^*}} \right)$  одночасно досягають максимуму.

Розрахунок характеристик газового підвісу (див. рисунок) проводимо в два етапи: при  $\varepsilon_l=0$  (постійний зовнішній дросель) знаходилися параметри  $\psi$  і  $\alpha_1$  (табл.1) при яких виконувалися умови  $\frac{\partial K_{l\varepsilon}^*}{\partial \psi} = 0$  і  $\frac{\partial}{\partial \alpha_1} \left( \frac{K_{l\varepsilon}^*}{n\sqrt{Q^*}} \right) = 0$ , а потім при знайдених оптимальних значеннях  $\psi$  і  $\alpha_1$ , розраховувалися безрозмірна жорсткість  $K_\varepsilon^*$  та безрозмірні витрати газу  $Q^*$  (табл. 2) для підвісу з рухомою втулкою.

Таблиця 1 – Оптимальні значення параметрів  $\alpha_I$  і  $\psi$  та відповідні їм значення безрозмірної жорсткості  $K_{I\varepsilon}^*$ , безрозмірних витратах  $Q^*$  газу при  $P_n=5,0$ ;  $\alpha=90^\circ$ 

$\lambda$	$\alpha_I$	$\psi$	$K_{I\varepsilon}^*$	$Q^*$	$K_{I\varepsilon}^*/Q^*$
1	0,181	1,436	2,28	24,07	0,116
2	0,286	1,059	3,01	16,33	0,184
3	0,380	0,851	3,02	13,94	0,275
4	0,481	0,688	2,95	13,05	0,227

Таблиця 2 – Оптимальні значення параметрів  $\alpha_I$  і  $\psi$  та відповідні їм значення безрозмірної жорсткості  $K_{\varepsilon}^*$ , безрозмірних витратах  $Q^*$  газу при  $P_n=5,0$ ;  $\alpha=45^\circ$ ,  $\beta=1$ .

$\lambda$	$\alpha_I$	$\psi$	$K_{I\varepsilon}^*$	$K_{2\varepsilon}^*$	$K_{\varepsilon}^*$	$Q^*$	$K_{\varepsilon}^*/Q^*$
1	0,181	2,031	2,28	1,59	3,87	24,07	0,16
2	0,286	1,485	3,01	2,20	5,21	16,33	0,314
3	0,380	1,204	3,02	2,88	5,10	13,94	0,368
4	0,481	1,092	2,95	2,09	5,04	13,06	0,386

### ВИСНОВКИ

Розрахунки показали (див. табл. 1 і 2), що газовий підвіс із змінними дроселями, при оптимальних значеннях  $\psi$  і  $\alpha_I$ , має значно більшу безрозмірну жорсткість і підйомну силу, у порівнянні з підвісом, у якого ширина щілин подачі газу постійна. Так, при  $P_n=5,0$  і  $\alpha=45^\circ$ , безрозмірна жорсткість та безрозмірна підйомна сила підвісу з змінною шириною щілин подачі газу зростає приблизно на 70 %, при чому витрати газу через робочі зазори підвісів із різними типами дроселів однакові.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шейнберг С. А. Опоры скольжения с газовой смазкой / С. А. Шейнберг, В. П. Жедь, М. Д. Шишеев. – М. : Машиностроение, 1969. – 331 с.
2. Пинегин С. В. Статические и динамические характеристики газостатических опор / С. В. Пинегин, Ю. Б. Табачников, И. Е. Сипенков. – М. : Наука, 1982. – 265с.
3. Емельянов А. В. Расчет методом сплайнов кольцевых подпятников с наддувом газа по коллектору через пористый материал / А. В. Емельянов, А. Н. Денисенко // Газовая смазка в машинах и приборах : Всесоюз. коорд. совещ., 18–20 сент. 1989 г. : тезисы докл. – М., 1989. – С. 45–46.
4. Ревкач М. В. Розрахунок та оптимізація двосторонньої плоскої пористої прямокутної газостатичної опори великого видовження / М. В. Ревкач, В. І. Степанчук, В. О. Федотов // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1994. – № 4 (5). – С. 38–40.
5. Емельянов А. В. Оптимальные параметры цилиндрического газового подвеса с двумя щелями наддува / А. В. Емельянов, Л. С. Емельянова, В. А. Федотов // Газовые опоры турбомашин : труды Всесоюз. межвуз. сов., сент. 1973 г. – Казань, 1975. – С. 34–36.
6. Федотов В. О. Газові підвіси шпindelних вузлів : монографія / В. О. Федотов, І. В. Федотова. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 244 с.
7. Емельянов А. В. Исследование газостатических подпятников и улучшение их характеристик / А. В. Емельянов, В. А. Федотов, Г. Г. Дзюбинский // Машиноведение. – 1976. – № 3. – С. 96–105.
8. Емельянов А. В. Характеристики радиальных газостатических опор с двойным дроселированием газового потока / А. В. Емельянов, В. А. Федотов, В. А. Приятельчук // Машиноведение. – 1977. – № 2. – С. 97–104.
9. Федотов В. О. Вплив активного дроселя на характеристики газових підшипників / В. О. Федотов, А. А. Кашканов // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1994. – № 2 (3). – С. 65–67.
10. А. с. 1139913 СССР, МКУ F 16 C 32 / 06. Газостатический подшипник / А. В. Емельянов, В. А. Федотов (СССР). – № 3572750 ; заявл. 06. 04. 1983. ; опуб. 15. 02. 1985, Бюл. № 6. – 2 с.
11. А. с. 1246250 СССР, МКУ H 02 K 5 / 00. Электрическая машина / В. А. Федотов (СССР). – № 3805737 ; заявл. 29. 10. 1984; опуб. 23. 07. 1986, Бюл. № 27. – 3 с.

12. Емельянов А. В. Расчет и оптимальные параметры радиальных газостатических подшипников / А. В. Емельянов, Г. В. Киселев, Г. Н. Писарев // *Машиноведение*. – 1975. – № 4. – С. 97–103.

#### REFERENCES

1. Sheinberg S. A. Oporы skolgeniya s gazovoy smazkoy / S. A. Sheinberg, V. P. Ged, M. D. Shishev. – М. : Mashinostroenie, 1969. – 331 s. (Rus)
2. Pinegin S. V. Sticheskie i dinamicheskie charakteristiki gazostaticeskikh opor / S. V. Pinegin, Yu. B. Tabachnikov, I. A. Sipenkov – М. : Mashinostroenie, 1984. – 216 s. (Rus)
3. Emeliyanov A. V. Raschet metodom splaynov kolcevyyh podpynnikov s nadduvom gaza po kollektoru cherez poristy material / A. V. Emeliyanov, A. N. Denysenko // *Gazovay smazka v mashinah i priborah* : Vsesoyiz. koord. sovesch., 18–20 sent. 1989 g. : tezisy dokl. – М., 1989. – S. 45–46. (Rus)
4. Revkach M. V. Rozrahunok ta optimizacia dvostoronnoi porustoi pryamokutnoi gazostatychnoi oporu velykogo vydovgennia / M. V. Revkach, V. I. Stepanchuk, V. O. Fedotov // *Visnyk Vinnytskogo politehnichnogo instytutu*. – 1994. – № 4 (5). – S. 38–40. (Ukr)
5. Emeliyanov A. V. Optimalnye parametry cylindricheskogo gazovogo podvesa s dvumy schelyami nadduva / A. V. Emeliyanov, L. S. Emeliyanova, V. A. Fedotov // *Gazovye opory turbomashin* : Trudy Vsesoyiz. megvuz. sov., sent. 1973 g. – Kazan, 1975. – S. 34–36. (Rus)
6. Fedotov V. A. Gazovi pidvisy shpyndelnyh vuzliv : monografia / V. O. Fedotov, I. V. Fedotova. – Vinnytsya: VNTU, 2010. – 244 s. (Ukr)
7. Emeliyanov A. V. Issledovanie gazostaticeskikh podpyatnikov i ulutshenie ih charakteristik / A. V. Emeliyanov, V. A. Fedotov, G. G. Dzubynsiy // *Mashinovedenie*. – 1976. – № 3. – S. 96–105. (Rus)
8. Emeliyanov A. V. Charakteristiki radialnyh gazostaticeskikh opor s dvoynym drosselirovaniem gazovogo potoka / A. V. Emeliyanov, V. A. Fedotov, V. A. Priyatelchuk // *Mashinovedenie*. – 1977. – № 2. – S. 97–104. (Rus)
9. Fedotov V. O. Vplyv aktyvnogo droselya na charakterystyky gazovyh pidshypnykiv / V. O. Fedotov, A. A. Kashkanov // *Visnyk Vinnytskogo politehnichnogo instytutu*. – 1994. – № 2 (3). – S. 65–67. (Ukr)
10. A. s. 1139913 СССР, MKU F 16 C 32 / 06. Gazostaticeskyy podshipnik / A. V. Emeliyanov, V. A. Fedotov (SSSR). – № 3572750 ; Zayavl. 06. 04. 1983. ; opub. 15. 02. 1985, Buil. № 6. – 2 s. (Rus)
11. A. s. 1246250 СССР, MKU H 02 K 5 / 00. Elektricheskaya mashina / V. A. Fedotov (СССР). – № 3805737 ; Zayavl. 29. 10. 1984; opub. 23. 07. 1986, Buil. № 27. – 3 s. (Rus)
12. Emeliyanov A. V. Raschet i optimalnye parametry radialnyh gazostaticeskikh podshipnikov / A. V. Emeliyanov, G. V. Kiseliyov, G. N. Pisarev // *Mashinovedenie*. – 1975. – № 4. – S. 97–103. (Rus)

**В. О. Федотов, І. В. Віштак, А. В. Гончарук, Р. В. Варчук**

### **ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДІАЛЬНОГО ГАЗОВОГО ПІДВІСУ ЗІ ЗМІННИМ ЗОВНІШНІМ ДРОСЕЛЕМ**

Вінницький національний технічний університет

В статті запропонована конструкція радіальної газової підвіски зі змінним зовнішнім дроселем на вхід якого подається стиснутий газ від зовнішнього джерела живлення (компресора).

Об'єкт дослідження – радіальна газова підвіска з двома щілинами подачі газу в робочі зазори, ширина яких змінюються в залежності від радіального переміщення вала.

Мета роботи – дослідження впливу змінного зовнішнього дроселя у вигляді щілини подачі газу на статичні характеристики підвісу з двома лініями подачі газу в його робочі зазори.

Для радіального газового підвісу з двома щілинами подачі газу (зовнішні дроселі) в робочі зазори, ширина яких змінюється при переміщенні вала таким чином, що максимальна ширина щілини і тиск буде у зоні мінімального робочого зазору, а з протилежної сторони – мінімальна ширина та тиск, розглянуто вплив змінної ширини щілин на його статичні характеристики (безрозмірна жорсткість, безрозмірна підйомна сила підвісу та витрати газу).

Розрахунки показали, що при оптимальних параметрах, газові радіальні підвіси зі зміною шириною щілин у порівнянні з підвісами з постійною шириною щілин подачі стиснутого газу,

мають на 70 % більшу радіальну жорсткість при  $P_n=5$  атм і  $\alpha=45^\circ$  (кут нахилу щілин до осі підвісу), значне збільшення радіальної підйомної сили та відношення радіальної жорсткості до витрат стиснутого газу. Витрати газу через робочі зазори підвісів із різними типами дроселів однакові.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** РАДІАЛЬНИЙ ГАЗОВИЙ ПІДВІС, ДВІ ЩИЛИНИ, ЗМІННА ШИРИНА ЩИЛИН, СТАТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ.

Федотов Валерій Олександрович, кандидат технічних наук, Вінницький національний технічний університет, професор кафедри опору матеріалів та прикладної механіки ВНТУ, e-mail: valeriy.fedotov@bk.ru, тел. +380507585509, Україна, 21000, м. Вінниця, вул. В. Інтернаціоналістів 9А, кв. 84.

Віштак Інна Вікторівна, Вінницький національний технічний університет, інженер кафедри Безпеки життєдіяльності ВНТУ, e-mail: inna.vishtak@rambler.ru, тел. +380978966113, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. В. Порики 27, кв. 13.

Гончарук Анастасія Василівна, Вінницький національний технічний університет, студентка ВНТУ, e-mail: anastasiya\_azriel@i.ua, тел. +380638977851, Україна, 21022, м. Вінниця, вул. Станіславського 38А, кв. 14.

Варчук Роксолана Вячеславівна, Вінницький національний технічний університет, студентка ВНТУ, e-mail: navchannya.vrv@gmail.com, тел. +380632863698, Україна, 21029, м. Вінниця, вул. Мечнікова 22.

**V. O. Fedotov, I. V. Vishtak, A. V. Goncharuk, R. V. Varchuk**

## **CHARACTERISTICS OF THE RADIAL GAS SUSPENSION WITH VARIABLE EXTERNAL CHOKES**

Vinnitsia National Technical University

In this article the structure of radial gas suspension with variable external throttle input which is supplied with compressed gas from an external source (compressor).

A research object is radial gas suspension with two slits gas flow in the gap, the width of which varies with the radial movement of the shaft.

A purpose of work is study the influence of the external variable throttle in the form of a gas feed slot on the static characteristics of the suspension with two gas supply lines in its working clearances.

In radial gas suspension with two slits gas supply (external inductors) in the working gap, the width of which varies when moving the shaft such that the maximum width of the gap and the pressure will be in the region of the minimum working air gap, and on the opposite side - the minimum width, and pressure, discussed the impact of variable width slots on its static characteristics (dimensionless stiffness dimensionless lift the suspension and the gas flow rate).

Calculations show that under optimum parameters radial gas suspension with variable width slit as compared to suspensions with a constant width gaps compressed gas have 70% greater radial rigidity at  $p_n = 5$  atm and  $\alpha = 45^\circ$  (angle slits axis suspension), a significant increase in radial lift and the ratio of radial stiffness to the flow of the compressed gas. Gas flow through the working clearances with various types of suspensions throttle same.

**KEYWORDS:** RADIAL GAS SUSPENSION, TWO SLOTS, VARIABLE SLIT WIDTH, THE STATIC CHARACTERISTICS.

Fedotov Valeriy O., Candidate of Science (Engineering), the Vinnitsya National Technical University, Professor of Department of Strength of Materials and Applied Mechanics of VNTU, e-mail: valeriy.fedotov@bk.ru, tel. +380507585509, Ukraine, 21000, Vinnitsya, 9A, V. Internacionalistiv St., apt. 84.

Vishtak Inna V., Vinnitsya National Technical University, Engineer of Department of Life Safety VNTU, e-mail: inna.vishtak@rambler.ru, tel. +380978966113, Ukraine, 21021, Vinnitsya, 27, V. Porika St., apt. 13.

Goncharuk Anastasiya V., Vinnitsya National Technical University, Student of VNTU, e-mail: anastasiya\_azriel@i.ua, tel. +380638977851, Ukraine, 21022, Vinnitsya, 38A, Stanislavskogo St., apt. 14.

Varchuk Roksolana V., Vinnytsya National Technical University, Student of VNTU, e-mail: navchannya.vrv@gmail.com, tel. +380632863698, Ukraine, 21029, Vinnytsia, 22, Mechnikova St.

**В. А. Федотов, И. В. Виштак, А. В. Гончарук, Р. В. Варчук**

## **ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДИАЛЬНОЙ ГАЗОВОЙ ПОДВЕСКИ С ПЕРЕМЕННЫМ ВНЕШНИМ ДРОССЕЛЕМ**

Винницкий национальный технический университет

В статье предложена конструкция радиальной газовой подвески с переменным внешним дросселем на вход которого подается сжатый газ от внешнего источника питания (компрессора).

Объект исследования радиальная газовая подвеска с двумя щелями подачи газа в рабочие зазоры, ширина которых меняется в зависимости от радиального перемещения вала.

Цель работы – исследование влияния переменного внешнего дросселя в виде щели подачи газа на статические характеристики подвески с двумя линиями подачи газа в ее рабочие зазоры.

Для радиальной газовой подвески с двумя щелями подачи газа (внешние дроссели) в рабочие зазоры, ширина которых меняется при перемещении вала таким образом, что максимальная ширина щели и давление будет в зоне минимального рабочего зазора, а с противоположной стороны – минимальная ширина и давление, рассмотрено влияние переменной ширины щелей на ее статические характеристики (безразмерная жесткость, безразмерная подъемная сила подвески и расход газа).

Расчеты показали, что при оптимальных параметрах, газовые радиальные подвески с переменной шириной щелей, по сравнению с подвесками с постоянной шириной щелей подачи сжатого газа, имеют на 70 % большую радиальную жесткость при  $P_n = 5$  атм и  $\alpha = 45^\circ$  (угол наклона щелей оси подвески), значительное увеличение радиальной подъемной силы и отношение радиальной жесткости к расходам сжатого газа. Расход газа через рабочие зазоры подвесок с различными типами дросселей одинаковы.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** РАДИАЛЬНАЯ ГАЗОВАЯ ПОДВЕСКА, ДВЕ ЩЕЛИ, ПЕРЕМЕННАЯ ШИРИНА ЩЕЛИ, СТАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.

Федотов Валерий Александрович, кандидат технических наук, Винницкий национальный технический университет, профессор кафедры сопротивления материалов и прикладной механики ВНТУ, e-mail: valeriy.fedotov@bk.ru, тел. +380507585509, Украина, 21000, г. Винница, ул. В. Интернационалистов 9А, кв. 84

Виштак Инна Викторовна, Винницкий национальный технический университет, инженер кафедры безопасности жизнедеятельности ВНТУ, e-mail: inna.vishtak@rambler.ru, тел. +380978966113, Украина, 21021, м. Винница, ул. В. Порика 27, кв. 13.

Гончарук Анастасия Васильевна, Винницкий национальный технический университет, студентка ВНТУ, e-mail: anastasiya\_azriel@i.ua, тел. +380638977851, Украина, 21022, г. Винница, ул. Станиславского 38А, кв. 14.

Варчук Роксолана Вячеславовна, Винницкий национальный технический университет, студентка ВНТУ, e-mail: navchannya.vrv@gmail.com, тел. +380632863698, Украина, 21029, г. Винница, ул. Мечникова 22.