

DOI 10.32820/2079-1747-2018-22-6-10

УДК 621.867.82

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ШВИДКОДІЇ СПРАЦЮВАННЯ ЗАПИРАЮЧИХ ПРИСТРОЇВ ПНЕВМОТРАНСПОРТНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ НАЛЕЖНОГО ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

©Ковалевський С. В., Залужна Г. В.

*Навчально-науковий професійно-педагогічний інститут
Української інженерно-педагогічної академії (м. Бахмут)*

Інформація про авторів:

Ковалевський Сергій Васильович: ORCID: 0000-0003-3377-3192; ems_nppri@ukr.net; кандидат технічних наук; доцент кафедри електромеханічних та комп'ютерних систем; Навчально-науковий професійно-педагогічний інститут Української інженерно-педагогічної академії; вул. Миру, 5, м. Бахмут, 84500, Україна.

Залужна Галина Володимирівна: ORCID: 0000-0003-4810-9737; zalartem@gmail.com; кандидат фізико-математичних наук; доцент кафедри електромеханічних та комп'ютерних систем; Навчально-науковий професійно-педагогічний інститут Української інженерно-педагогічної академії; вул. Миру, 5, м. Бахмут, 84500, Україна.

В статті розглянуто використання запираючих пристроїв живлення пневмотранспортних систем та можливості підвищення швидкості дії їх спрацювання. Запропоновані конструкції дають можливість забезпечити продуктивність транспортування сипких матеріалів установками, а також надійну охорону навколишнього середовища і попередження забруднення атмосфери.

Ключові слова: пневмоклапани; приводи запираючих пневмосистем; діафрагмові диференційні приводи; конструкції; удосконалення; ремонтпридатність.

Ковалевский С. В., Залужная Г. В. «Пути повышения надежности и обеспечение быстрого действия срабатывания запирающих устройств пневмотранспортных установок для надлежащей защиты окружающей среды».

В статье рассмотрено использование запирающих устройств питания пневмотранспортных систем и возможности повышения скорости действия их срабатывания. Предложенные конструкции дают возможность обеспечить производительность транспортировки сыпучих материалов установками, а также надежную охрану окружающей среды и предупреждение загрязнения атмосферы.

Ключевые слова: пневмоклапаны; приводы замыкающих пневмосистем; диафрагменные дифференциальные приводы; конструкции; усовершенствование; ремонтпригодность.

Kovalevsky S., Zalyshna G. «Ways to improve the reliability and speed of operation of the locking devices of pneumatic conveying installations for proper environmental protection».

The article discusses the use of locking power devices for pneumatic transport systems and the possibility of increasing the speed of their operation. The proposed designs make it possible to ensure the productivity of transportation of bulk materials by plants, as well as reliable environmental protection and the prevention of air pollution.

Key words: pneumatic valves; drives of the closing pneumatic systems; diaphragm differential drives; constructions; improvement; maintainability.

1. Вступ

Пневмотранспортні системи є особливим видом транспорту, який містять свої характерні особливості розвитку, конструювання та розповсюдження. Вони використовуються в різних галузях виробництва: хімічній, енергетичній, будівельній, сільському господарстві, гірничій та інших. Використовуються для транспортування сипких, гранульованих матеріалів та шкідливих речовин. Широке застосування пневмотранспортних систем пред'являє ви-

сокі вимоги до їх надійності і підвищення ремонтпридатності. Конструктивні зміни дають можливість забезпечити підвищену безпеку в експлуатації і охорону навколишнього середовища з метою попередження викиду транспортуючого матеріалу в атмосферу.

Тому необхідно вирішувати питання підвищення надійності систем подачі стислого повітря та прискорення спрацювання керуючих пристроїв, що дасть можливість забезпечити продуктивність установок та зменшення їх габаритів.

2. Аналіз досліджень

Найбільш привабливі пневматичні системи запирання у вигляді мембранної заслінки, керованої за допомогою перемикачів, але вони здебільшого зворотної дії [1] і є постійно відкритими (ПО), в яких при відказах окремих конструктивних елементів можливо виникнення аварійних ситуацій (проникнення стислого повітря в бункері зберігання сипкого матеріалу, яке викликає недопустиме викидання транспортуючого матеріалу в атмосферу та можливе забруднення навколишнього середовища). В промисловості використовуються для запирання пневмотранспортних систем діафрагмові пневмоклапани [2] спрощеної конструкції, які мають велику швидкість спрацювання до 1 сек, але вони не надійні в експлуатації, допускають пошкодження діафрагми запирання подачі стислого повітря, що викликає забруднення навколишнього середовища транспортуючим сипким матеріалом.

У зв'язку з цим проблема розробки конструкції швидкодіючих і надійних систем запирання стислого повітря та розрахунок основних конструктивних параметрів є актуальною.

На основі аналізу результатів промислової експлуатації пневмосистем, які використовуються при транспортуванні вугільного пилу на Слов'янській ТЕС та інших підприємствах, встановлено, що діафрагмові клапани запирання подачі стислого повітря типу «пушка Гуніна» до функціональних вузлів камерного живильника [3] є ненадійними і мають відмови конструктивних елементів. Тому актуальною є задача розробки надійного та безпечного в експлуатації швидкодіючого приводу подачі стислого повітря до пневмотранспортних установок, особливо для живлення малогабаритних камерних живильників.

В результаті проведених досліджень швидкодіючих приводів запирання пневмосистем [4, 5] відмічено недоліки конструктивних елементів, в яких основним є неможливість регулювання величини ходу запираючої тарілки та недопустимі зміни напрямку повітряного потоку [2, 6].

3. Викладення основного матеріалу

На основі аналізу публікацій, даних експлуатації по використанню відомих аналогічних конструкцій швидкодіючих пневмоприводів витікають наступні задачі:

- розробка конструкції та удосконалення елементів діафрагмового диференційного приводу подачі стислого повітря до пневмосистем, в тому числі і камерного живильника;
- розрахунок конструктивних параметрів діафрагмового диференційного пневмоприводу.

Пневматичні системи є основним способом транспортування сипких матеріалів і від швидкості спрацювання та надійності питаючих стислим повітрям приводів залежить роботоздатність установок. Для забезпечення стислим повітрям пневмотранспортних установок найбільш доцільним є діафрагмовий диференційний привод відповідної продуктивності. Промисловості відомі пневмоприводи з пневматичним керуванням прямої дії, але вони не відповідають вимогам безпеки та надійності керування пневмотранспортними установками [2, 4].

Для забезпечення надійної роботи пневмотранспортних систем розроблений діафрагмовий диференційний привод. В запираючому приводі у початковий період роботи в одній вхідній порожнині підтримується магістральний тиск ρ_m , який забезпечує постійне запирання подачі стислого повітря у систему транспортування. При цьому у порожнині керування пневмоприводом підтримується атмосферний тиск ρ_0 , який забезпечує значний перепад тиску, таким чином, обидві порожнини є робочими. Порожнина керування виконана у вигляді діафрагмової системи, яка в необхідний момент здійснює через систему сполучених конструктивних елементів відкриття запираючого клапана вхідної порожнини і забезпечує подачу стислого повітря у пневмотранспортну установку [3].

Для забезпечення подачі стислого повітря до пневмотранспортної системи (наприклад, камерного живильника), розроблена конструкція діафрагмового диференційного пневмоприводу (рис. 1), який надійно зарекомендував себе в системі транспортної установки подачі вугільного пилу на Слов'янській ТЕС [3, 4]. Дана конструкція виконана на основі аналізу відомих конструкцій, патентних матеріалів та промислових іспитів аналогічних технічних рішень [1, 2, 4], а також на основних положеннях теорії руху повітряного потоку при експлуатації промислових установок [3].

Загальний вигляд діафрагмового диференційного пневмоприводу, який широко використовується переважно у сучасних пневмотранспортних системах, та характер з'єднання конструктивних елементів наведено на рис. 1.

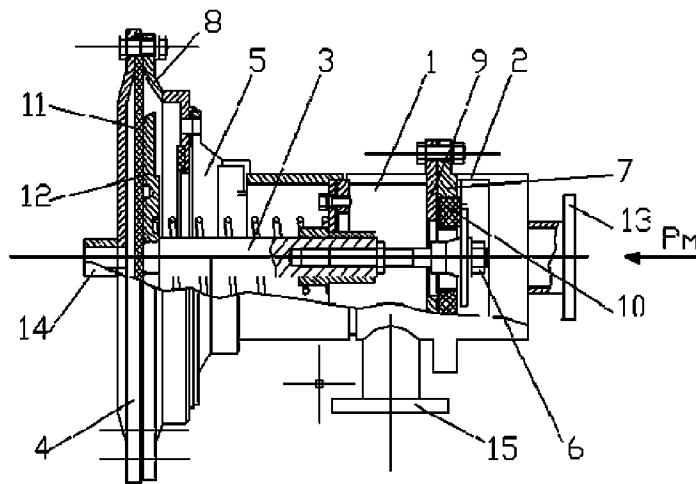


Рис. 1 – Конструкція діафрагмового диференційного пневмоприводу.

1 – корпус; 2 – кришка; 3 – шток; 4 – кришка пневмокамери; 5 – стакан корпусу; 6 – регулювання положення тарілки клапана; 7 – сідло; 8 – опора пневмокамери; 9 – опора сідла; 10 – пружний елемент сідла; 11 – діафрагма; 12 – опора тарілки штока; 13 – фланець з'єднання клапана з повітряною магістраллю; 14 – подача повітря від розподільника; 15 – фланець з'єднання корпусу клапана з пневмосистемою функціональних вузлів живильника.

По даним циклограми [5] початком циклу спрацювання є час подачі стислого повітря розподільником, тобто час спрацювання $\tau_1 = 0,2$ сек; τ_2 – час поширення хвилі тиску від розподільника до камери V_1 визначається за формулою:

$$\tau_2 = \ell / a,$$

де ℓ – довжина трубопроводу, м;

a – швидкість поширення звуку в повітрі.

τ_3 – час збільшення тиску в діафрагмовій камері до моменту початку відкриття клапану 10.

В процесі експлуатації даний привод показав себе як надійний і безпечний, але має деякі незначні конструктивні недоліки (складна конструкція корпусу приводу), необхідно передбачити роз'єднання силового і запираючого приводу в окремі вузли, що забезпечить необхідну можливість регулювання зазору між елементами та дасть можливість підвищити ремонтпридатність вузла в цілому.

Процес удосконалення пневмотранспортних систем та їх складових елементів є постійним [7] і виникає по мірі накопичення досвіду експлуатації та теоретичних досліджень. На основі експлуатаційних досліджень приведена конструкція (рис. 1) діафрагмового диференційного пневмоприводу потребує ряду вдосконалень та впровадження нових технічних рішень. Впровадження в діючі пневмотранспортні системи найбільш економічних високопродуктивних енергозберігаючих установок транспортування сипких та гранульованих матеріалів потребує створення надійних сучасних швидкодіючих елементів керування та спрацювання.

На основі цих вимог створено модернізовану систему швидкодіючого діафрагмового диференційного пневмоприводу керування пневмотранспортними установками (рис. 2).

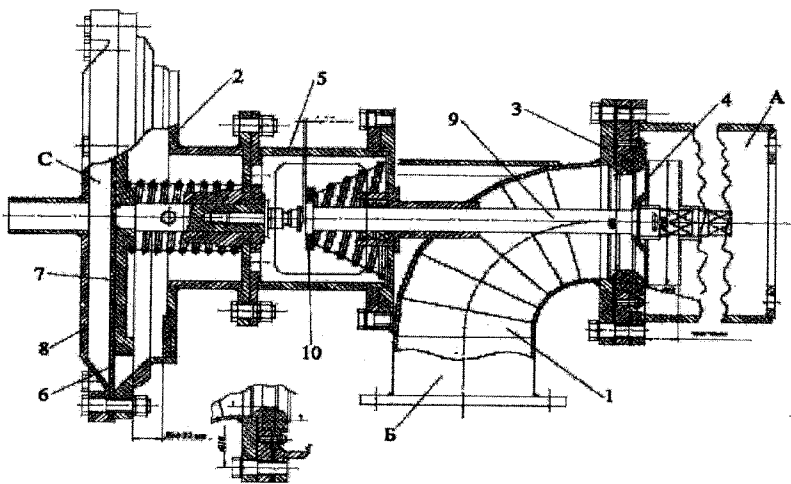


Рис. 2 – Конструкція модернізованого діафрагмового пневмопривода подачі стислого повітря до функціональних вузлів пневмотранспортної системи. А – камера подачі стислого повітря; Б – канал подачі стислого повітря до функціональних вузлів; С – пневмокамера; 1 – корпус; 2 – корпус силового приводу; 3 – сидло клапану; 4 – тарілка; 5 – елемент регулювання; 6 – діафрагма; 7 – опора діафрагми; 8 – кришка пневмокамери; 9 – шток; 10 – упор.

Конструкція діафрагмового диференціального приводу виконана у вигляді сполучення автономних функціональних вузлів і являє собою єдиний конструктивний блок, що забезпечує технологічну ремонтпридатність.

В даному конструктивному рішенні на основі технологічних міркувань внесені додаткові елементи конструкції:

- передбачена система регулювання необхідного зазору між силовими елементами діафрагмової камери та приводом запираючого клапану;
- диференційна камера керування запираючим клапаном виконана у вигляді автономного конструктивного вузла;
- введені додаткові системи попереднього тиску на сполучені елементи запираючих пристроїв;
- вузол регулювання зазору між силовими елементами діафрагмової камери та приводом запираючого клапану виконані у вигляді окремих блоків.

Технічна характеристика діафрагмового диференціального приводу для малогабаритного камерного живильника промислового зразка:

- продуктивність $Q = 2500 - 3000 \text{ м}^3/\text{г}$;

- тиск $\rho = 3 - 3,5 \text{ кг/см}^2$;
- зазор між рухомими елементами діафрагмової камери керування та штоком приводу клапану запирання $\Delta = 1 - 1,5 \text{ мм}$;
- діаметр діафрагмової камери $D = 300 \text{ мм}$;
- діаметр тарілки запираючого клапану $d = 90 \text{ мм}$;
- габаритні розміри: діаметр діафрагмової камери $D_1 = 350 \text{ мм}$;
- діаметр трубопроводу подачі стислого повітря $d_1 = 100 \text{ мм}$;
- довжина клапану $L = 350 \text{ мм}$.

Крім того, внесені окремі технологічні зміни в системі подачі стислого повітря до діючих вузлів пневмотранспортної системи, які зменшують опір руху повітряного потоку. Проведені технологічні та конструктивні рішення забезпечують надійність, технологічність виготовлення, підвищують ремонтпридатність даного діафрагмового диференціального приводу в процесі експлуатації.

Висновки

Конструкція модернізованого діафрагмового диференціального приводу впроваджена в систему керування малогабаритним камерним живильником, який працює при транспортуванні вугільного пилу на Слов'янській ТЕС. В експлуатації на діючому підприємстві зарекомендував себе як надійний конструктивний елемент транспортної системи, який забезпечує безвідмовну роботу на період гарантійного ресурсу камерного живильника.

Список використаних джерел:

1. Артоболевский И.И. Механизмы в современной технике. Пневматические и гидравлические механизмы / И.И. Артоболевский. – М. : Наука, Т. 7, 1981. – 787 с.
2. Герц Е.В. Пневматические приводы / Е.В. Герц. – М. : Машиностроение, 1969. – 359 с.
3. Чальцев М.Н. Исследование и разработка малогабаритных камерных питателей / М.Н. Чальцев // Проблемы создания новых машин и технологий, 2000, Кременчуг : сборник научных трудов. – Кременчуг: КГПИ, 2000. – Вып.1, №8. – С. 327–329.
4. Чальцев М.Н. Зменшення витрат енергії при транспортуванні сипких матеріалів / М.Н. Чальцев // Міжнародна науково-технічна конференція, 2004, Одеса, Україна : збірник наукових праць. – Одеса, 2004. – С. 213–217.
5. Ковалевський С.В. Диафрагменный дифференциальный пневмопривод камерного питателя / С.В. Ковалевський, І.В. Голопоров // Гуманізація навчально-виховного процесу : Збірник наукових праць. – Вип. XLVI / За заг. ред. проф. В.І. Сипченка. – Слов'янськ : СДПУ, 2009. – С. 66–71.
6. Герц Е.В. Расчет пневмоприводов / Е.В. Герц, Г.В. Крейнин. – М. : Машиностроение, 1975. – 272 с.
7. Пат. Україна, МПК(2013.01). Камерний живильник пневмотранспортної установки / Ковалевський С.В., Романуша В.О.; заявник і власник патенту Укр. інж.-пед. акад. – № 85565; заявл. 18.05.2013; опубл. 25.11.2013; Бюл. №22.

References

1. Artobolevskij, II 1981, *Mexanizmy v sovremennoj texnike. Pnevmaticheskie i gidravlicheskie mexanizmy* Nauka. Moskva, P. 7.
2. Gerc, EV 1969, *Pnevmaticheskie privody*, Mashinostroenie, Moskva.
3. Chalcev MN, 2000 *Issledovanie i razrabotka malogabaritnyx kamernyx pitatelej*, Kremenchug.
4. Chalcev MN, 2004 *Zmenschennya vitrat energii pri transportuvanni sipkix materialiv*. Zbirnik naukovih prac. Odesa.
5. Kovalevskij SV 2009, *Diafragmennij differencialnyj pnevmoprivod kamernogo pitatelya*, Sdpu Slov'yansk.
6. Gerc EV, 1975, *Raschet pnevmoprivodov*, Mashinostroenie, Moskva.
7. Pat. ukraina, MPK (2013.01). kamernij zhivilnik pnevmotransportnoï ustanovki / kovalevskij s.v., romanusha v.o.; zayavnik i vlasnik patentu ukr. inzh.-ped. akad. – № 85565; zayavl. 18.05.2013; opubl. 25.11.2013; byul. №22.

Стаття надійшла до редакції 17 жовтня 2018 р.