



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **85663** (13) **U**
(51) МПК (2013.01)
F04D 29/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2013 07160	(72) Винахідник(и): Басок Борис Іванович (UA), Авраменко Андрій Олександрович (UA), Гоцуленко Володимир Володимирович (UA), Гоцуленко Володимир Миколайович (UA)
(22) Дата подання заявки: 06.06.2013	(73) Власник(и): ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ НАН УКРАЇНИ, вул. Булаховського, 2, м. Київ, 03164 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.11.2013	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.11.2013, Бюл.№ 22	

(54) ПНЕВМОСИСТЕМА З ЛОПАТЕВИМ НАГНІТАЧЕМ

(57) Реферат:

Пневмосистема з лопатевим нагнітачем складається з напірної ємності, ресивера, напірного трубопроводу та регулятора витрати повітря. На напірному трубопроводі встановлений динамічний демпфер, в якому об'єм ресивера розділяється пластиною на два об'єми, які з'єднуються між собою трубою, або пакетом таких трубок, та утворюють з об'ємом верхньої частини ресивера резонатор Гельмгольца. Об'єм у нижній частині ресивера з'єднано з напірною магістраллю, що утворює коливальний $L_a C_a$ -контур динамічного демпфера автоколивань, який з'єднано з резонатором Гельмгольца, а також регулятором витрати повітря.

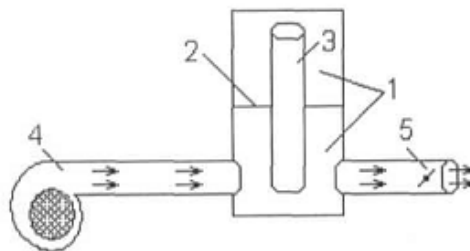


Fig.1

UA 85663 U

Корисна модель належить до енергетики, зокрема до пневмосистем, які містять у собі лопатеві нагнітачі.

За прототип прийнята пневмосистема з лопатевим нагнітачем, яка містить антипомпажний пристрій захисту її напірної магістралі, принципова схема якого розглянута в [Шерстюк А.Н. Насосы вентиляторы, компрессоры / Шерстюк А.Н. - М.: Высшая школа, 1972. - 344 с.]. Антипомпажний пристрій складається з регулятора кількості повітря, приєднаного до ресивера напірного трубопроводу, який через сервомотор керує антипомпажним пристроєм. При зменшенні кількості повітря, яке споживається, антипомпажний пристрій скидає його частину в атмосферу для запобігання зменшенню витрати нагнітача та відповідно зміщенню його робочого режиму за границю помпажу.

Економічні втрати при такому захисті нагнітача від помпажу є значними і збільшуються в декілька разів при збагаченні дуття киснем, що є суттєвим недоліком найближчого аналога.

Для зменшення економічних втрат здійснюється рециркуляція витрати повітря, збагаченого киснем з напірної магістралі на вхід в нагнітач. В корисній моделі [Пат. 68533 Україна, МПК (2006.01) F04D 29/66. Лопатевий відцентровий компресор / Басок Б.І., Гоцуленко В.В., Гоцуленко В.М.; заявник і патентовласник. - Інститут технічної теплофізики НАНУ. - № u201111652; заявл. 03.10.2011; опубл. 26.03.2012. Бюл. № 6.] для зменшення витрати повітря рециркуляція реалізується імпульсно.

Безперервна та імпульсна рециркуляції витрати повітря, збагаченого киснем, зменшують економічні втрати за рахунок виключення викиду повітря в атмосферу, але при цьому виникають додаткові витрати енергії на реалізацію власне процесу рециркуляції.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення пневмосистеми з лопатевим нагнітачем шляхом встановлення на напірній магістралі динамічного демпфера, що дозволить зменшити амплітуду автоколивань за рахунок поглинання енергії акустичних хвиль і, як наслідок, зменшити економічні втрати.

Поставлена задача вирішується тим, що в пневмосистемі з лопатевим нагнітачем, яка складається з напірної ємності, ресивера, напірного трубопроводу та регулятора витрати повітря, згідно з корисною моделлю, на напірному трубопроводі встановлений динамічний демпфер, в якому об'єм ресивера розділяється пластиною на два об'єми, які з'єднуються між собою трубою, або пакетом таких трубок, та утворюють з об'ємом верхньої частини ресивера резонатор Гельмгольца, а об'єм у нижній частині ресивера з'єднано з напірною магістраллю, що утворює коливальний $L_a C_a$ -контур динамічного демпфера автоколивань, який з'єднано з резонатором Гельмгольца, а також регулятором витрати повітря.

За рахунок включення в пневмосистему динамічного демпфера автоколивань їх амплітуда зменшується, як завдяки динамічному демпфіруванню послідовно з'єднаних його коливальних контурів, так і демпфіруючих властивостей резонатора Гельмгольца, які визначаються гідрравлічним опором його трубки або паралельного з'єднання пакета трубок.

Коливальний контур резонатора Гельмгольца визначається акустичними параметрами

$$L_{a_r} = \frac{\rho \ell_r}{S_r} \text{ та } C_{a_r} = \frac{V_r}{\rho c^2}, \text{ де } \ell_r \text{ та } S_r, \text{ відповідно довжина та площа нормального перерізу}$$

трубки резонатора, а V_r - його об'єм. Коливальний $L_a C_a$ -контур динамічного демпфера

$$\text{автоколивань визначається акустичними параметрами } L_a = \frac{\rho \ell}{S} \text{ та } C_a = \frac{V}{\rho c^2}, \text{ де } \ell \text{ та } S$$

відповідно довжина та площа нормального перерізу напірної магістралі, V_r - об'єм ресивера

над пластиною перетину, V - відповідно об'єм нижче пластини перетину. В статті [Гоцуленко В.В. Математическое моделирование снижения амплитуды колебаний вибрационного горения в

крупных промышленных агрегатах / Гоцуленко В.В. // Математическое моделирование, РАН. - 2005. - Т. 17, № 11. - С. 16-24] встановлено, що максимальне зменшення амплітуди автоколивань реалізується при виконанні умови $L_{a_r} = L_a$, $C_{a_r} = C_a$.

Суть запропонованої пневмосистеми з лопатевим нагнітачем пояснюється кресленнями.

На фіг. 1-3 об'єм 1, розділяється пластиною 2 на два об'єми, що з'єднуються між собою трубою 3, або їх пакетом, які з верхнім об'ємом утворюють резонатор Гельмгольца, а об'єм нижньої частини ресивера з'єднано з напірною магістраллю 4 та регулятора 5 системи споживача.

Пневмосистема з лопатевим нагнітачем працює наступним чином.

При зростанні тиску в системі демпфер зменшує його величину за рахунок накопичування маси в ємностях динамічного демпфера автоколивань. При зменшенні тиску в напірній магістралі пневмо- чи гідросистеми в процесі автоколивань з ємностей динамічного демпфера

автоколивань робоче середовище подається в систему і зменшує спадання тиску. Таким чином здійснюється динамічне демпфірування автоколивань. При стійкому стаціонарному режимі роботи пневмо- чи гідросистеми демпфер виключається з роботи.

Резонатор Гельмгольца, крім того, також є динамічним демпфером, який зменшує амплітуду автоколивань як помпажу, так і вібраційного горіння. В статті [Басок Б.И. К проблеме демпфирования автоколебаний вибрационного горения в жидкостном реактивном двигателе / Басок Б.И., Гоцуленко В.В., Гоцуленко В.Н. // Инженерно-физический журнал. - 2012. - Т. 85, № 6. - С. 1242-1247] визначено зменшення амплітуди автоколивань за допомогою резонатора Гельмгольца, що зображено на фіг. 4.

При умові оптимального демпфірування $L_{a_r} = L_a$ і $C_{a_r} = C_a$, коли довжина ℓ напірного трубопроводу, яким приєднується нагнітач до динамічного демпфера автоколивань, є значною, із умови $L_{a_r} = L_a$ використання однієї трубки для утворення резонатора Гельмгольца при $\ell = \ell_r$ і $d = d_r$ для її розміщення в динамічному демпфері автоколивань необхідно збільшення його висоти. При умові $L_{a_r} = \text{const}$ можливим є використання n трубок меншої довжини та меншого

діаметра для кожної з цих трубок $L_{a_{r_i}} = \rho \frac{\ell_{r_i}}{S_{r_i}} / n$. Таким чином при зменшенні довжини ℓ_r в n

раз, для виконання умови $L_{a_r} = \text{const}$, необхідно також в n раз зменшити площу S_r кожної з трубок паралельного їх з'єднання. Акустична маса n трубок паралельного їх з'єднання

визначається як $\frac{1}{L_{a_r}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{L_{a_{r_i}}}$.

При $n \rightarrow \infty$ розглянутий вище пакет трубок перетворюється в пакет паралельного з'єднання

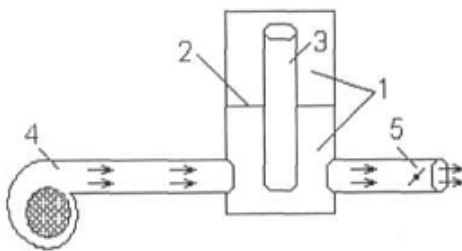
n отворів, гідравлічний опір яких визначається з рівняння $\frac{1}{R_r} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_{r_i}}$. При цьому також стає

можливим зменшення об'ємів V та V_r , не порушуючи умови $C_{a_r} = C_a$, що дозволяє зменшити габарити динамічного демпфера автоколивань.

Перевагами конструкції пневмосистеми з динамічним демпфером автоколивань у порівнянні з аналогом є зменшення його економічних втрат та підвищення демпфіруючих можливостей.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пневмосистема з лопатевим нагнітачем, що складається з напірної ємності, ресивера, напірного трубопроводу та регулятора витрати повітря, яка **відрізняється** тим, що на напірному трубопроводі встановлений динамічний демпфер, в якому об'єм ресивера розділяється пластиною на два об'єми, які з'єднуються між собою трубою, або пакетом таких трубок, та утворюють з об'ємом верхньої частини ресивера резонатор Гельмгольца, а об'єм у нижній частині ресивера з'єднано з напірною магістраллю, що утворює коливальний $L_a C_a$ -контур динамічного демпфера автоколивань, який з'єднано з резонатором Гельмгольца, а також регулятором витрати повітря.



Фиг.1

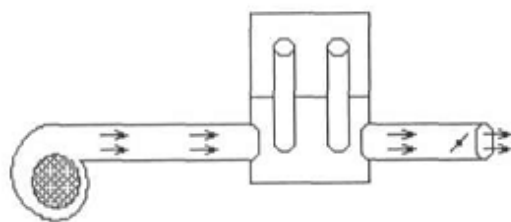


Fig.2

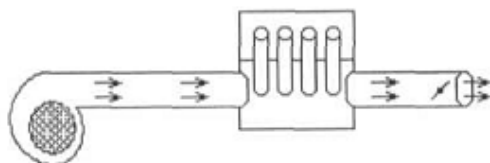


Fig.3

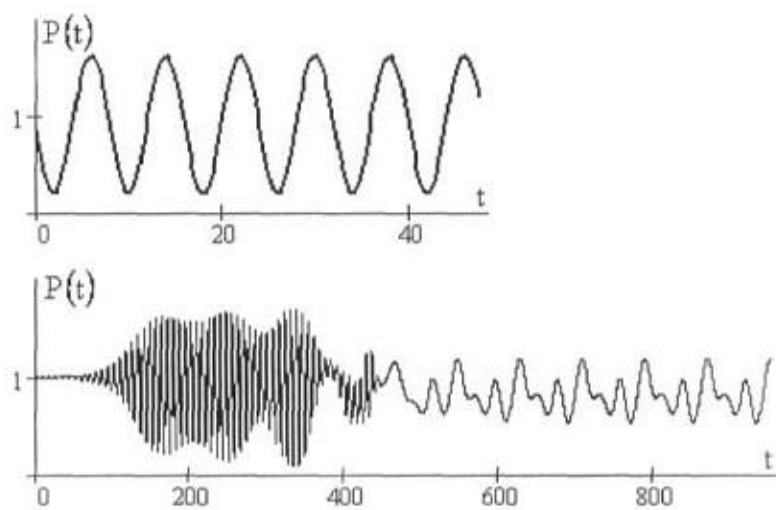


Fig.4

Комп'ютерна верстка М. Ломалова

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601