

УДК 622. 232

В.М. Стасюк

Луцький національний технічний університет

ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ПОВІТРОРозПОДІЛУ НА РОБОЧІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РУЧНИХ УДАРНИХ МАШИН ІЗ ПНЕВМОМЕХАНІЧНИМ КЕРУВАННЯМ

Наведені результати досліджень конструктивних параметрів системи повітророзподілу на робочі характеристики ручних ударних машин із пневмомеханічним керуванням.

Аналіз використання ручних пневматичних ударних машин свідчить, що їх експлуатація обходиться досить дорого. Однак у машинобудуванні існують певні види операцій, виконання яких можливе лише за рахунок застосування пневмоударної техніки. Тому питання здешевлення процесів отримання енергії стисненого повітря було й залишається актуальним по сьогоднішній день. Одним із варіантів його вирішення є глибоке вивчення (шляхом математичного моделювання) робочих процесів машин, які її використовують, з метою дослідження впливу конструктивних розмірів приводів на технічні показники цих машин і визначення раціональних співвідношень конструктивних параметрів.

Дослідження робочих процесів приводів ударних машин із пневмомеханічним керуванням шляхом математичного моделювання започатковані в роботах [1,2]. У даній статті наводяться узагальнені результати подальших досліджень у цій області.

Основою запропонованої методики є чисельні дослідження математичної моделі робочого циклу

приводів ручних ударних машин із пневмомеханічними системами керування.

Постановка завдання: отримати графічні залежності робочих характеристик ручних ударних машин із пневмомеханічними системами керування від величини конструктивних параметрів системи їх повітророзподілу.

Окремі результати досліджень впливу розмірів конструктивних елементів приводів ударних машин і механізмів із пневмомеханічним керуванням на їх робочі характеристики (енергію удару E_y , частоту ударів f , тривалість робочого циклу t_u і хід поршня-ударника s) наведені в роботах [3-5].

Подальші проведені дослідження підтвердили, що зростання величини енергії удару E_y можна досягнути, збільшуючи масу поршня-ударника або підвищуючи його передударну швидкість. Однак збільшення маси поршня-ударника призводить до зростання ваги та габаритів ударного вузла, необхідності використання відносно високих тисків та зростання енерговитрат, а використання високих швидкостей руху поршня-ударника (вищих 8...10 м/с) є причиною виникнення значних контактних напруг, що призводить до істотного скорочення терміну служби ударного вузла в цілому.

Тому при проектуванні ударних машин із пневмомеханічними системами керування потрібно дотримуватись умови раціонального співвідношення маси поршня-ударника та його передударної швидкості, при яких забезпечувалося б отримання достатньо високих значень енергії удару, але не зростали витрати стисненого повітря, не збільшувалися вага та габарити ударного вузла і не зменшувалася його довговічність та надійність.

У цій статті наведено результати досліджень залежності вихідних показників ручної ударної машини із пневмомеханічним керуванням від розмірів

конструктивних параметрів її системи повітророзподілу: діаметрів робочих вікон впускних елементів камери холостого та робочого ходів (відповідно d_{k1} і d_{k2}), діаметрів випускних отворів ($d_{в.о.}$) і відстані між осями впускних елементів камери холостого ходу та випускними отворами (l).

При цьому, варіюючи величиною одного (досліджуваного) конструктивного параметра, величини інших не змінювали. Межі варіювання розмірів конструктивних параметрів та постійні величини інших при цьому обґрунтовані в роботі [1]. Залежності технічних характеристик від діаметрів робочих вікон впускних елементів камер холостого та робочого ходів (відповідно d_{k1} і d_{k2}) зображені на рис. 1.

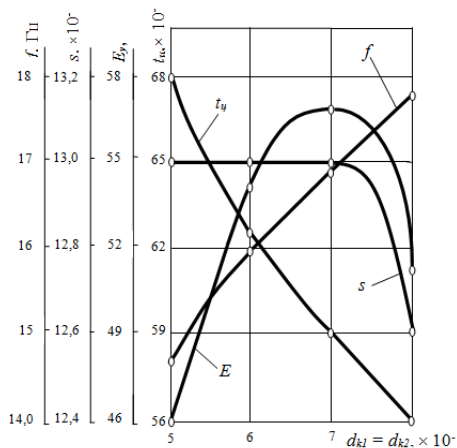


Рис. 1. Залежності технічних характеристик пневмоударної машини від діаметрів робочих вікон впускних елементів d_{k1} і d_{k2} системи повітророзподілу ($l = 85 \cdot 10^{-3}$ м; $d_{в.о.} = 5 \cdot 10^{-3}$ м)

Під час чисельних досліджень математичної моделі для отримання наведених залежностей величини діаметрів

d_{k1} і d_{k2} приймалися рівними, визначеними за формулою [1]:

$$d_{k1} = d_{k2} = \sqrt{\frac{4f_{np.пер.}}{\pi}} \cdot d_{ш},$$

де $f_{np.пер.}$ – площа прохідного перерізу робочих вікон впускних елементів системи повітророзподілу, однакова в обох пневморозподільниках; $d_{ш}$ – діаметр штока, однаковий для обох клапанів пневморозподільників.

У свою чергу, площа прохідного перерізу робочих вікон впускних елементів системи повітророзподілу $f_{np.пер.}$ визначалась за виразом [1]:

$$f_{np.пер.} = \frac{\pi\psi D^2}{4},$$

де $\psi = 0,065 \dots 0,08$ [6] – коефіцієнт відношення площі перерізу підвідних каналів до площі поперечного перерізу поршня-ударника; D – діаметр суцільноциліндричного тіла поршня-ударника.

Аналіз наведених на рис. 1 залежностей свідчить, що зростання величини енергії удару E_y і зменшення t_y зі збільшенням значень d_{k1} і d_{k2} до $7 \cdot 10^{-3}$ м обумовлені тим, що камери швидше наповнюються стисненим повітрям із магістралі, тиски в кінці ходів наповнення в них зростають і швидкість переміщення поршня-ударника на окремих фазах його руху та передударна швидкість збільшуються.

Падіння кривої енергії E_y удару зі збільшенням значень d_{k1} , d_{k2} вище $7 \cdot 10^{-3}$ м відбувається внаслідок більш стрімкого зростання протитисків в камерах стиску, зменшення ходу s поршня-ударника та падіння його передударної швидкості. Частота ударів f поршня-ударника зі збільшенням величин діаметрів d_{k1} , d_{k2} зростає.

Залежності технічних характеристик ударної машини із пневмомеханічною системою повітророзподілу від діаметра впускних отворів ($d_{в.о.}$) зображені на рис. 2.

Зменшення енергії E_y удару, частоти f ударів і зростання тривалості циклу t_u при величинах випускних отворів $d_{в.о.}$, менших за $4 \cdot 10^{-3}$ м відбувається внаслідок неповного спорожнення камери холостого ходу від відпрацьованого повітря за короткий час переміщення поршня-ударника на фінішній фазі робочого циклу (тобто тиск у ній на момент закінчення цієї фази більший за атмосферний, що є причиною зростання сили опору переміщенню поршня-ударника під час його робочого ходу і зменшення величини передударної швидкості).

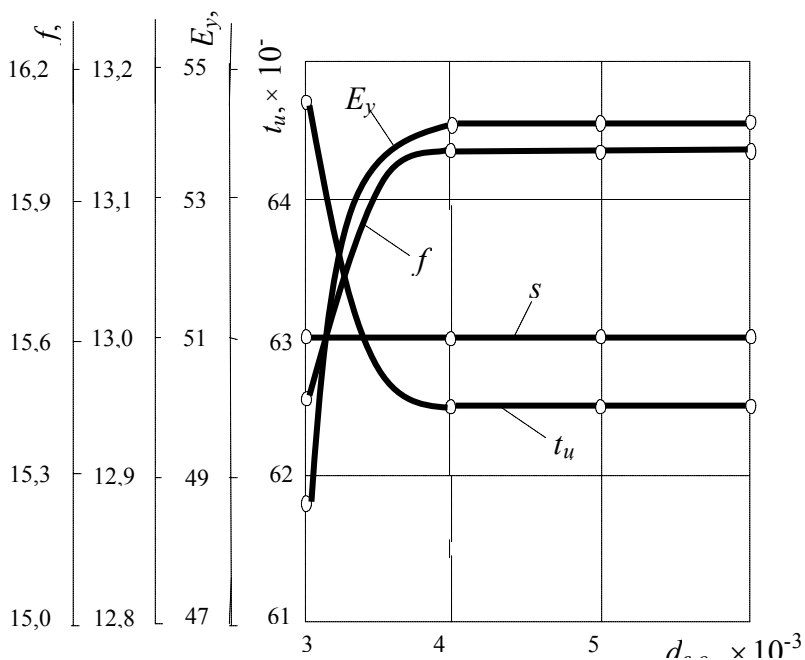


Рис. 2. Залежності технічних характеристик пневмоударної машини від діаметра випускних отворів $d_{в.о.}$ ($d_1 = 85 \cdot 10^{-3}$ м; $d_{k1} = d_{k2} = 6 \cdot 10^{-3}$ м)

Залежності технічних характеристик ударної машини із пневмомеханічною системою розподілу енергоносія по робочих камерах від відстані між осями впускних елементів камери холостого ходу та випускними отворами (l) зображені на рис. 3.

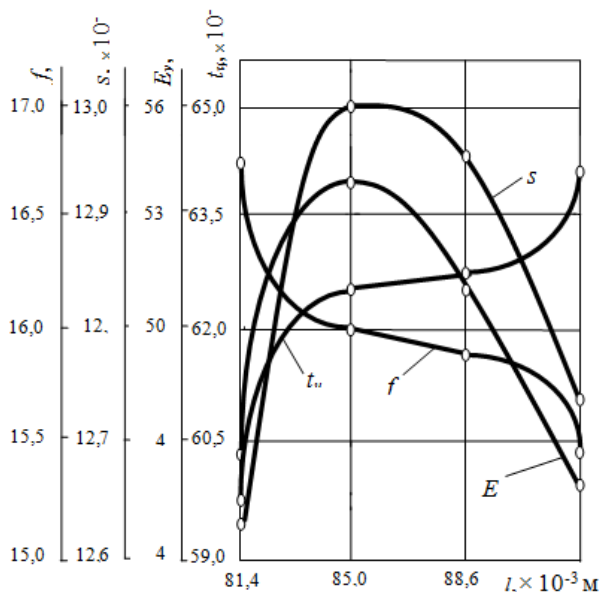


Рис. 3. Залежності технічних характеристик пневмоударної машини від відстані між осями впускних елементів камери холостого ходу та випускними отворами l ($d_{k1} = d_{k2} = 6 \times 10^{-3} \text{ м}$; $d_{в.о.} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$)

Аналіз наведених залежностей свідчить, що збільшення відстані l вимагає збільшення часу на її проходження, тобто t_u зростає, а частота f ударів зменшується. Зі збільшенням параметра l до $85 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ енергія E_y удару зростає (оскільки шлях розгону поршня-ударника під час робочого ходу збільшується і його передударна швидкість зростає).

Однак зростання значень l вище за $85 \cdot 10^{-3}$ м призводить до зменшення величини ходу s поршня-ударника, тому що величина рушійної сили на етапі холостого ходу починає зменшуватись (частина кінетичної енергії поршня-ударника, затраченої на проходження збільшеної відстані l на етапі холостого ходу, зростає) та зменшення енергії удару. Встановлено, що раціональна величина відстані l для ручних пневмоударних вузлів становить $85 \cdot 10^{-3}$ м, а виражена відносно ходу s поршня-ударника вона рівна $0,65 s$.

Таким чином, забезпечити отримання заданих технічних показників ручних ударних машині із пневмомеханічним керуванням можна шляхом правильного вибору розмірів основних конструктивних параметрів систем їх повіророзподілу, отриманих у результаті досліджень математичної моделі робочого процесу їх приводів і наведених у цій статті.

Література:

1. Стасюк В.М. Пневматичний привод виконавчих органів ударних машин із механічним зв'язком поршня-ударника з впускними елементами: Дис...канд. техн. наук: 050203. – Вінниця, 2003. – 296 с.
2. Кузнецов К.А. Разработка и исследование регулируемого поршневого вибровозбудителя с пневмоприводом для строительных технологий: Дис...канд. техн. наук: 05.02.03. - Винница, 1998. - 275 с.
3. Стасюк В.М., Ліщук М.Є. Пневматичний привод із вмонтованими клапанними пневморозподільниками для віброімпульсних машин / В.М. Стасюк, М.Є. Ліщук // Вісник Українського державного університету водного господарства та природокористування. – 2004. - №2 (26). - С. 329 – 336.

4. Стасюк В.М. Фазні дослідження динаміки першого напівциклу приводів із пневмомеханічним керуванням / В.М. Стасюк // Наукові нотатки. (Луцький національний технічний університет). – 2008. - №23. - С. 299 - 304.

5. Стасюк В.М., Стасюк В.В. Дослідження системи впуску-випуску приводів із пневмомеханічним керуванням / В.М. Стасюк, В.В. Стасюк // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. – 2009. - №3 (47). Частина 2. – С. 424 – 429.

6. Стасюк В.М. Расчет конструктивных параметров пневматического обойного молотка / В.М. Стасюк // Вибрации в технике и технологиях . – 2000. – №2. – С.62 - 63.