

ЦИРКУЛЯЦІЙНИЙ НАСОС ДЛЯ ГІДРОПНЕВМАТИЧНОГО ВИСІВНОГО АПАРАТА

Викладено результати конструювання і випробування насоса для гідропневматичного висівного апарата з пружним робочим органом і електромагнітним приводом. Насос може використовуватися в різноманітних системах, де потрібна циркуляція робочої рідини.

The results of constructing and test of pump are expounded for a hydropneumatic sowing vehicle with a resilient working organ and electromagnetic occasion. A pump can be used in the various systems, where necessary circulation of working liquid.

Вступ

Лабораторні дослідження гідропневматичного висівного апарата, у якого насіння разом з робочою рідиною «вистрілюється» у насінневе ложе [1, 2] підтвердили його працездатність. Для забезпечення забору насіння з бака необхідно привести насіння у зважений стан (створити пульпу [3]), для чого використовувався відцентровий циркуляційний насос з потужністю регульованого електропривода 2–8 Вт. Використання відцентрового насоса в якості циркуляційного має суттєвий недолік: при порушенні осевого ущільнення по валу насоса до баку з насінням потрапляє повітря, що викликає збої в роботі висівного апарата.

Аналіз останніх досліджень

Аналіз конструктивних схем існуючих насосів, у яких відсутні ущільнення між перекачуваною рідиною та навколишнім середовищем, зокрема, огляд патентів у класі МПК F04B43, виявив спільний для відомих пристроїв недолік — неможливість або складність регулювання продуктивності у широких межах, що необхідно для підтримання рівномірності концентрації насіння у пульпі. При патентному пошуку у класі МПК B63H було віднайдено можливість створення циркуляційного потоку рідини за допомогою пружної пластини, яка здійснює вимушені поперечні коливання [4–7]. За таким принципом працюють ласти, рушії деяких водних суден, такий самий принцип використовується у живій природі — хвіст риби, крило птаха тощо [5].

Мета роботи

Метою роботи поставлено створення циркуляційного насоса для гідропневматичного висівного апарата на основі пружної пластини, розташованої у вузькому каналі, якій надають вимушені поперечні коливання за допомогою електромагнітного привода.

Виклад основного матеріалу

Давно помічено, що ефективність „механізмів” живої природи набагато вища ефективності механізмів, створених людиною. Зокрема, економічність природних плавців

– риб – не знаходить переконливого пояснення з точки зору сучасної гідродинаміки. Намагання відтворити рухи риби у воді з метою створення швидкісних суден призвело до небезрезультатного конструювання різноманітних гнучких (пружних) рушіїв. При роботі такого рушія створюється реактивна течія. Саме на цьому принципі працює досліджуваний циркуляційний насос, конструктивну схему якого зображено на рисунку 1.

Насос має корпус 1, в якому внутрішня порожнина має вигляд вузької щілини, і в ній за допомогою шарнірного підвісу 3 з робочим зазором S_p та з боковим зазором S встановлено пружну феромагнітну пластину 2 (робоче тіло насоса). Пластина має змінний переріз – товщина її зменшується від середини до вільного кінця, що забезпечує змінну пружність по довжині.

При наданні робочому тілу 2 коливань у поперечному напрямку виникає зміна об'ємів рідини по обидва боки робочого тіла, за якої відбувається заповнення об'єму, що збільшується, і виштовхування рідини з об'єму, що зменшується. При цьому загальний об'єм усіх порожнин насоса залишається незмінним, що запобігає виникненню коливань середнього тиску у колі циркуляції рідини. Наявність таких коливань у колі циркуляції гідропневматичного висівного апарата недопустима, і це обмежує застосування деяких типів насосів (наприклад, діафрагмових).

Якщо поперечні коливання окремих ділянок робочого тіла відбуваються з певним фазовим зміщенням, то рідина „проштовхується” з порожнини всмоктування у порожнину нагнітання, проходячи послідовно через окремі активні зони – змінні об'єми 11, 12 та 13 (рисунок 1) – між робочим тілом та корпусом.

Поперечні коливання робочого тіла у межах робочого зазору S_p створюються силами електромагнітів 4–9, які живляться від комутатора таким чином, щоб забезпечити коливання робочого тіла у певному порядку. Фази коливання робочого тіла показано на рисунку 2.

При подачі напруги на обмотки електромагнітів 4 та 9 робоче тіло під дією сил, створюваних електромагнітами, деформується: ліва частина піднімається зі зменшенням верхнього і збільшенням нижнього зазору між робочим тілом і стінкою корпусу у зоні 11; права частина робочого

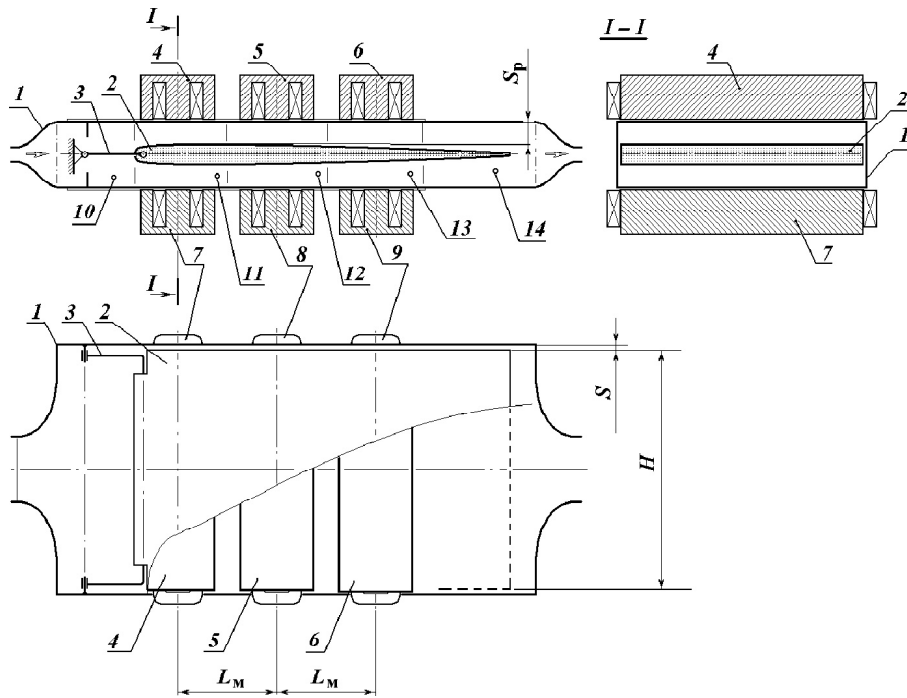


Рисунок 1 — Конструктивна схема циркуляційного насоса:

1 — корпус; 2 — пружне робоче тіло; 3 — підвіс; 4–9 — електромагніти; 10–14 — активні зони, відповідно, вхідна 10, першої, другої та третьої ступені 11–13 та вихідна 14.

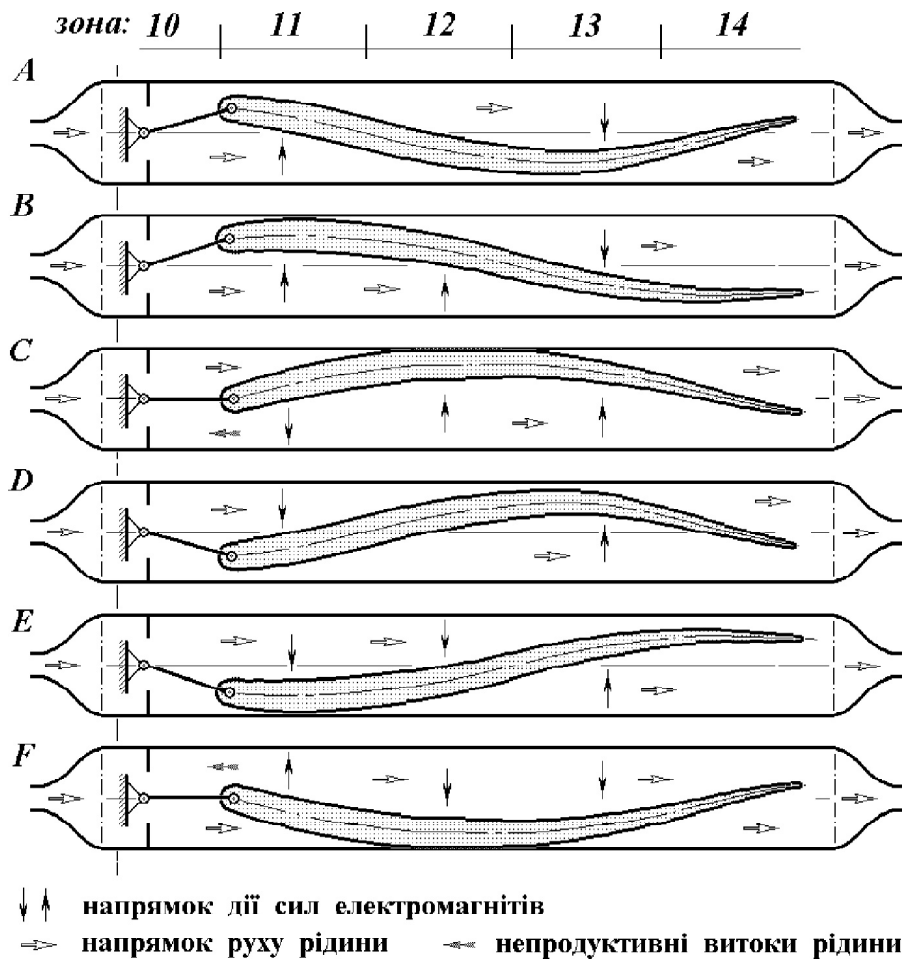


Рисунок 2 — Фази роботи циркуляційного насоса.

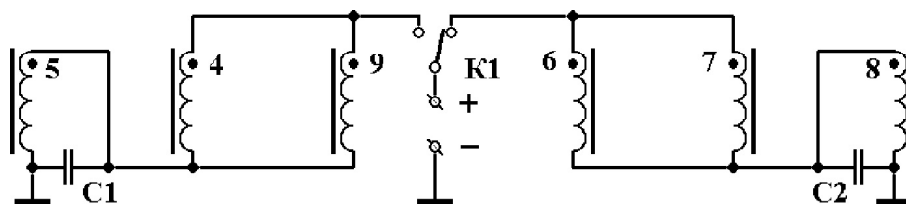


Рисунок 3 — Схема живлення електромагнітів насоса з конденсаторами:
4–9 – обмотки електромагнітів (нумерація відповідно до рисунку 1);
C1, C2 – фазозміщуючі конденсатори; K1 – комутатор.

тіла опускається, вивільняючи об'єм над робочим тілом і зменшуючи його під робочим тілом у зоні 13 (фаза А, рисунок 2). При цьому рідина з зони впуску 10 проходить у зону 11 під робоче тіло, а з зони 11 над робочим тілом рідина виштовхується у зону 13.

У наступній фазі В напруга подається і на обмотку електромагніта 5 (рисунок 1), що створює додаткову силу на робоче тіло у зоні 12, направлену вгору. У зоні 12 деформація робочого тіла збільшується і рідина проштовхується над робочим тілом з зони 12 у зони 13 і 14. Під робочим тілом вивільнюється об'єм у зоні 12, що забезпечує рух рідини з зони 10 у зони 11 та 12.

У фазі С обмотки електромагнітів 4 та 6 вимикаються і подається напруга на обмотки електромагнітів 7 та 9 при включеному живленні обмотки електромагніта 5. Напрямок сил електромагнітів у зонах 11 та 13 змінює знак, і робоче тіло починає деформуватися у зворотному напрямку: ліва сторона робочого тіла опускається, права – підіймається. При цьому над робочим тілом відбувається заповнення об'єму у зоні 11 та виштовхування рідини з зони 13; під робочим тілом об'єм у зоні 11 зменшується, у зоні 13 – збільшується. У цій фазі частина рідини перетікає з об'єму під робочим тілом у об'єм над ним, що обумовлює збільшення непродуктивних витоків, які в даній конструкції мають місце через наявність бокового зазору S між робочим тілом і корпусом. Це призводить до зменшення об'ємного ККД насоса.

У фазах D, E та F процеси повторюються у дзеркальному відображенні – зміна об'ємів над робочим тілом відповідає зміні об'ємів під робочим тілом, і навпаки у фазах А, В та С. Порядок підключення обмоток електро-

магнітів до джерела живлення у кожній фазі відображає таблиця 1.

Таблиця 1 — істинності живлення обмоток електромагнітів насоса

Фаза роботи (згідно рисунку 2)	Номер електромагніта (згідно рисунку 1)					
	4	5	6	7	8	9
A	1	0	0	0	0	1
B	1	1	0	0	0	1
C	0	1	1	1	0	0
D	0	0	1	1	0	0
E	0	0	1	1	1	0
F	1	0	0	0	1	1

Як видно з таблиці 1, крайні електромагніти 4, 6 та 7, 9 працюють у протифазі. Тому керування може здійснюватися від простого комутатора K1 (рисунок 3) з груповим (наприклад, паралельним) включенням обмоток електромагнітів 4, 9 та 6, 7. На обмотки електромагнітів 5 та 8 напруга повинна подаватися з фазовим зміщенням, яке у дослідному зразку було здійснено за рахунок включення конденсаторів C1 та C2. Продуктивність насоса змінюється при зміні частоти комутації.

При випробуваннях дослідного зразка насоса з характерними розмірами: $H = 50 \text{ мм}$, $S_p = 1,5 \text{ мм}$, $L_m = 15 \text{ мм}$ (рисунок 1) були одержані витратні характеристики при різній частоті струму живлення (комутації обмоток), яка задавалась за допомогою звукового генератора. В якості комутатора обмоток електромагнітів використовувався

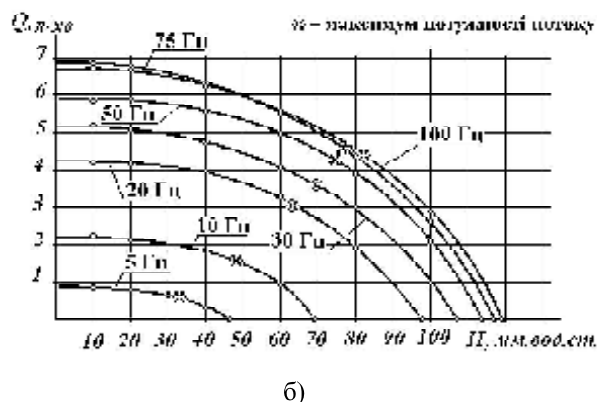
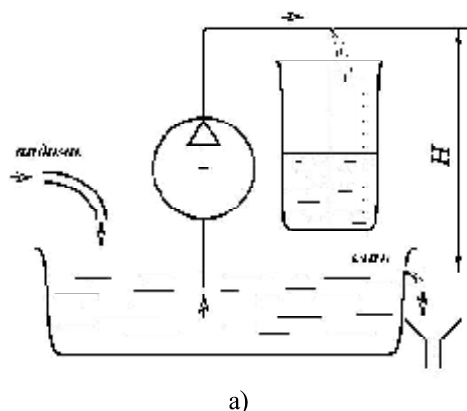


Рисунок 4 — Схема вимірювання продуктивності насоса (а) та витратні характеристики дослідного зразка насоса при різній частоті струму живлення (б).

тригер. Вимірювання продуктивності насоса Q здійснювалось об'ємним способом (рисунок 4). Як видно з представлених характеристик, збільшення частоти комутації від 5 до 75 Гц призводить до зростання продуктивності Q та максимального напору H . При збільшенні частоти комутації більше, ніж 80 Гц витратна характеристика погіршується, що можна пояснити зростанням реактивного опору як електричної, так і механічної частини.

Наявність витратних характеристик дозволяє підрахувати потужність потоку рідини P , яка дорівнює добутку від множення витрати Q на напір H : $P = Q \cdot H$, яка має максимум у середній частині характеристики (позначено хрестиком). Максимальне значення потужності потоку рідини досяглося на частоті 75 Гц і складало:

$$P = Q \cdot H = 4,7 \text{ л/хв.} \cdot 76 \text{ мм.вод.ст.} = (0,0047/60) \text{ м}^3/\text{с} \cdot 760 \text{ Па} = 0,0595 \text{ Вт.}$$

Зважаючи, що на частоті 75 Гц дослідний зразок споживав від джерела живлення струм 120 мА при напрузі 6 В (тобто 0,72 Вт), загальний ККД насоса склав близько 8 %, що для дослідного зразка можна вважати досить непоганим результатом.

Висновки

1. Випробування дослідного зразка циркуляційного насоса на основі пружної пластини, розташованої у вузькому каналі, якій надають вимушені поперечні коливання за допомогою електромагнітного привода, підтвердив працездатність насоса та можливість керування його продуктивністю шляхом зміни частоти комутації обмоток електромагнітного привода.

2. Одержані значення максимальної потужності потоку рідини (0,06 Вт) недостатні для використання насоса в якості циркуляційного для гідропневматичного висівного

апарата, у якому, за попередніми дослідженнями при різному завантаженні бункера, потрібна потужність потоку 0,5–1,5 Вт.

3. Удосконалення дослідного зразка з метою збільшення потужності та узгодження характеристик з потребами висівного апарата повинно включати оптимізацію геометричних розмірів та параметрів електромагнітного привода.

Література

1. Улексін, В.О., Бойко, В.Б. Сівалка для мостового землеробства / Вісник Сумського національного аграрного університету. — 2006. — Випуск 9(15). — С. 154—158.

2. Надикто, В.Т., Улексін, В.О. Колійна та мостова системи землеробства: Монографія – Мелітополь: Видавничий будинок ММД, 2008. — 268 с.

3. Патент UA № 90998. / A01C 7/04. Бойко В.Б., Улексін В.О. Спосіб координатного гідропневматичного висіву насіння та пристрій для його реалізації.

4. Патент RU № 2090441. / B63H 1/00. Семенов Г.А. Двигатель для судов и аппаратов надводного и подводного плавания.

5. Патент RU № 2109655 / B63H 1/36. Лозовский Л.А. и др. Способ движения транспортного средства и устройство «Рыбий хвост» для его осуществления.

6. Патент RU № 2172700. / B63H 1/00, B63H1/36. Бакай В.И. Способ создания движущей силы аппарата в текучей среде и двигатель для его осуществления.

7. Патент RU № 2285633. / B63H 1/00. Устюгин Ю.Е. Способ создания силы тяги в подвижных средах и устройство для его осуществления.

Надійшла 15.08.2012 року