

Міністерство освіти Азербайджанської Республіки
Міністерство освіти і науки України

Азербайджанський архітектурно-будівельний університет
Національний університет «Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка»

BUILDING INNOVATIONS – 2020

Збірник наукових праць
за матеріалами

III Міжнародної
азербайджансько-української
науково-практичної конференції

1 – 2 червня 2020 року

Баку – Полтава 2020

УДК 693.6.002.5

Коробко Б.О., д.т.н., доц.,
ORCID 0000-0002-9086-3904, bogdan.korobko@ukr.net

Ківшик А.В., аспірант,
ORCID 0000-0003-3135-6811, anton.kivshik3@ukr.net

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ І РЕЖИМІВ РОБОТИ ДИФЕРЕНЦІЙНОГО НАСОСА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ДІЇ

***Анотація.** Авторами розглядається диференційний насос електромагнітної дії. Дослідження має на меті удосконалення роботи насосу. Для досягнення поставленої мети необхідно визначити фактори впливу на час спрацювання його запірних елементів. Шляхом математичного моделювання роботи насосу було визначено параметри, які найбільше впливають на величину часу спрацювання запірних елементів. Підбір оптимальної величини одержаних параметрів дозволяє оптимізувати роботу диференційного насосу.*

***Ключові слова:** диференційний насос, клапан, електромагнітна індукція, пружина.*

Korobko B.O., Sc.D, Associate Professor,
ORCID 0000-0002-9086-3904, bogdan.korobko@ukr.net

Kivshyk A.V., post-graduate student
ORCID 0000-0003-3135-6811, anton.kivshik3@ukr.net
National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»

DOCUMENTS RECEPTION AUTOMATIZATION IN THE SPECIALTY «CONSTRUCTION AND CIVIL ENGINEERING»

***Abstract.** The authors consider a differential pump of electromagnetic action. The study aims to improve the performance of the pump. To achieve this goal it is necessary to determine the factors influencing the time of execution of its shut-off elements. By mathematical modeling of the pump, the parameters that most influence the value of the execution time of the shut-off elements were determined. Selection of the optimal value of the obtained parameters enables to optimize the performance of the differential pump.*

***Key words:** differential pump, valve, electromagnetic induction, spring.*

Аналіз наявного штукатурного обладнання підтверджує необхідність розроблення засобів механізації праці аналогічного призначення, що дозволять виконувати різноманітні комплексні процеси сучасного будівництва, підлаштовуючись під складні умови роботи (наприклад, робота на віддалених об'єктах невеликого розміру у сільській місцевості), мали б високу ефективність дії, в т.ч. в аспекті використання енергії, низьку металоємність, були б компактними, зручними у транспортуванні та за технологією виготовлення. Тому в цій роботі пропонується конструкція диференційного насоса електромагнітної дії робочим органом якого є сталевий плунжер, що рухається поступальним рухом.

Насос запропонованої вище конструкції функціонує наступним чином. У котушку з поступає електричний струм, який змінюється за синусоїдальним законом і генерує магнітну індукцію, сила якої діє на плунжер, втягуючи його в середину котушки. Оскільки плунжер рухається поступально, то, складаючи математичну модель його механічного руху, будемо розглядати його як матеріальну точку, маса якої дорівнює масі плунжера.

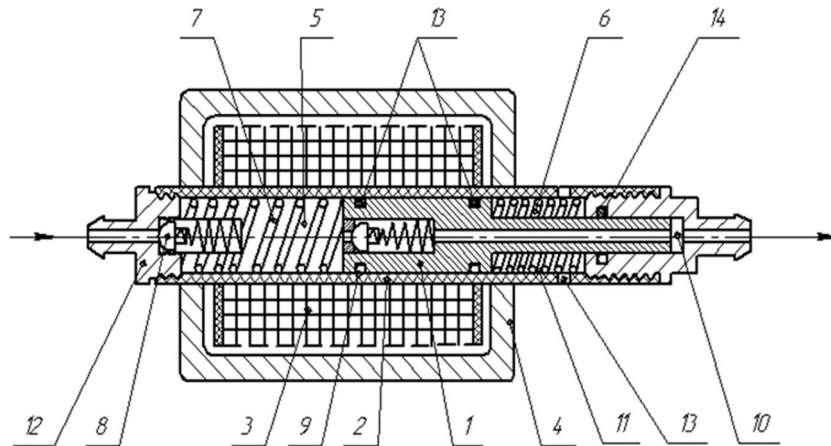


Рисунок 1 – Диференційний насос електромагнітної дії: 1 – плунжер; 2 – корпус; 3 – котушка; 4 – магнітопровід котушки; 5 – всмоктувальна порожнина; 6 – компенсаційна пружина; 7 – робоча пружина; 8 – всмоктувальний клапан; 9 – нагнітальний клапан; 10 – компенсаційна камера; 11, 12 – нагнітальний і всмоктувальні штуцера; 13, 14 – манжетні ущільнення

Було розглянуто рух точки ліворуч із її крайнього правого положення та у зворотному напрямку, що зображено на рисунку 2, а та на рисунку 2, б. Ми склали розрахункову схему цього руху, сумістивши початок системи координат з початковим положенням точки та направивши вісь у напрямку руху точки.

Для розрахунків було використано III закон Ньютона, закон Гука, аксіоми статки. Зрівноважені системи сил було відкинуто без порушення при цьому кінематичного стану розглядуваної точки (запірного елемента).

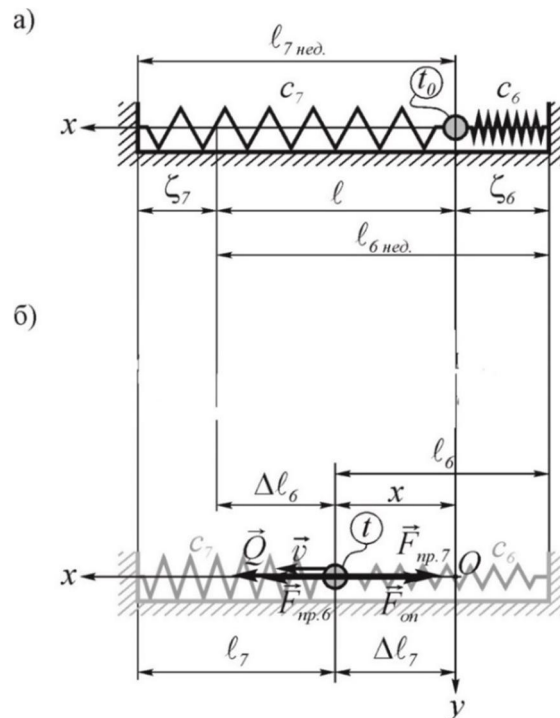


Рисунок 2 – Розрахункова схема при русі плунжера ліворуч: а) крайнє праве положення; б) положення у довільний момент часу

В результаті було виділено сили, що діють на розглядувану точку: рушійна (або збурна) сила, сили пружності пружин, сила опору рухові. Вказані сили були проаналізовані з динамічної точки зору, в результаті чого було отримане наступне диференційне рівняння

руху матеріальної точки у канонічному вигляді, або математичну модель.

$$\frac{du}{dt} = \frac{c_7 \times (I_{\text{неод.}} - V_7)}{m} - \frac{(c_7 + c_6)}{m} \times x - k \times \frac{\sqrt{\rho}}{2 \times m} \times m \times d_2 \times u$$

В результаті аналізу останнього рівняння, було визначено що на час спрацювання запірних елементів впливають близько 19 параметрів роботи насосу, серед яких одним з найважливіших є маса елемента.

Висновки. Одержані математичні моделі диференціальних рівнянь, які відображають зміни в часі швидкості диференціального плунжера насоса для перекачування будівельних сумішей у повному циклі його руху. Аналіз одержаних математичних моделей дозволяє проводити оптимізацію геометричних розмірів складових деталей насосу, у тому числі геометричних розмірів пружин у напрямку забезпечення збереження механічної енергії при перекачуванні. Графік зміни в часі швидкості плунжера у повному циклі його руху дозволяє моделювати необхідну продуктивність плунжера при перекачуванні будівельних рідин. Для рівномірного перекачування побічного матеріалу у повному циклі руху, було встановлено залежності між швидкістю запірних елементів клапанів всмоктувального та нагнітального клапанів, диференційного насоса електромагнітної дії, положенням клапанів відносно горизонта, жорсткістю пружини, густиною перекачуваного середовища, та плином часу, і як наслідок було встановлено чим менша жорсткість пружини яка піджимає запірний елемент клапана, чим менша густина перекачуваного середовища та якщо клапани знаходяться вертикально це все приводить до зменшення часу t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , і як наслідок до рівномірного перекачування оздоблюваного матеріалу. Опис математичної моделі дає змогу робити аналіз геометричних розмірів деталей які входять в всмоктувальний та нагнітальний клапани, а також габарити пружини з метою збереження механічної енергії при переміщенні оздоблюваної суміші.

Література

1. Алабужев П.М., Геронимус В.Б., Минкевич Л.М., Шеховцов Б.А. Теории подобия и размерностей. Моделирование. – М.: Высшая школа, 1968. – 208 с.
2. Сердюк Л.І. / Теорія розмірностей, подібності та математичне моделювання: навчальний посібник для студентів та аспірантів вищих навчальних закладів / Сердюк Л.І. – Полтава: ПНТУ, 2008. – 160 с.
3. Н. Е. Кочин, И. А. Кибель, Н. В. Розе Теоретическая гидромеханика. Ч. II / ред. И. А. Кибель. - 4-е изд., перераб. и доп. - Л. ; М. : Государственное издательство физико-математической литературы, 1963. - 727 с.
4. Лойцянский Л.Г., Лурье А.И. Курс теоретической механики: В 2 т. – М.: Наука, 1984. – Т.1. – 352 с.; т.2. – 640 с.
5. Бидерман В.Л. Прикладная теория механических колебаний. – М.: Высшая школа, 1980. – 408 с.
6. Коробко Б.О. Математичне моделювання закону руху поршня диференційного насосу для будівельної суміші / Б.О. Коробко, С.М. Жигилий, А.В. Ківшик // Збірник наукових праць. Серія: Галкзеве машинобудування, будівництво. – Полтава: ПолтНТУ, 2019. – Вип. 1 (40). – С. 20 – 26.
7. Лойцянский Л.Г., Лурье А.И. Курс теоретической механики: В 2 т. – М.: Наука, 1984. – Т.1. – 352 с.; т.2. – 640 с.