

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

Коробко Б.О., д.т.н., доцент

ORCID 0000-0002-9086-3904 bogdan.korobko@ukr.net

Вірченко В.В., к.т.н., доцент

ORCID 0000-0002-5346-9545 virchenko.viktor@gmail.com

Шаповал М.В. к.т.н., ст. викладач

ORCID 0000-0002-6943-7687 nvshapoval75@ukr.net

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОЗЧИНОНАСОСА З КОМБІНОВАНИМ КОМПЕНСАТОРОМ ЗБІЛЬШЕНОГО ОБ'ЄМУ ПРИ РІЗНИХ КОНСТРУКТИВНИХ КОНЦЕПЦІЯХ ПРИВОДА

***Анотація.** Авторами запропоновано конструкцію однопоршневого розчинонасоса з комбінованим компенсатором збільшеного об'єму з гідравлічним приводом. Встановлено основні конструктивні переваги використання гідравлічного приводу у конструкції однопоршневого розчинонасоса, які забезпечать зростання, як технічних параметрів, так і експлуатаційних показників. Проведено порівняльний теоретико-експериментальний аналіз робочих процесів для визначення основних технічних параметрів однопоршневого розчинонасоса з комбінованим компенсатором збільшеного об'єму при використанні у конструкції електромеханічного та гідравлічного приводів. Теоретично доведено та експериментально підтверджено зростання основних технічних показників продуктивності та об'ємного коефіцієнта корисної дії та зниження рівня ступеня пульсацій тиску і енерговитрат.*

***Ключові слова:** однопоршневий розчинонасос, гідравлічний привод, об'ємний коефіцієнт корисної дії, компенсатор збільшеного об'єму.*

Korobko B.O., DSc, Associate Professor

ORCID 0000-0002-9086-3904 bogdan.korobko@ukr.net

Virchenko V.V., PhD, Associate Professor,

ORCID 0000-0002-5346-9545 virchenko.viktor@gmail.com

Khomenko I.V. Associate Professor,

ORCID 0000-0003-2569-8823 itm.ikhomenko@pntu.edu.ua

National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»

COMPARATIVE ANALYSIS OF TECHNICAL PARAMETERS OF SOLUTION PUMP WITH COMBINED COMPENSATOR OF EXTENDED VOLUME AT DIFFERENT CONSTRUCTIVE ENDES

***Abstract.** The authors proposed the design of a single-piston mortar pump with a combined compensator of increased volume with a hydraulic drive. The main design advantages of using a hydraulic drive in the design of a single-piston mortar pump, which will ensure the growth of both technical parameters and performance. A comparative theoretical and experimental analysis of work processes to determine the main technical parameters of a single-piston mortar pump with a combined compensator of increased volume when used in the design of electromechanical and hydraulic drives. The growth of the main technical indicators of productivity and volumetric efficiency and reduction of the level of the degree of pressure pulsations and energy consumption have been theoretically proved and experimentally confirmed.*

***Key words:** single-piston mortar pump, hydraulic drive, volumetric efficiency, increased volume compensator.*

Існує однопоршневий розчинонасос [1, 2] з комбінованим компенсатором збільшеного об'єму, з електромеханічним приводом, що розроблений в університеті. Даний розчинонасос зарекомендував себе, як надійна і високоефективна об'ємна машина

для перекачування розчинів різної рухомості. Але для підвищення технічних показників таких як продуктивність, об'ємний ККД необхідно використати у складі розчинонасоса конструкцію такого привода, котрий забезпечить постійну швидкість поршня при зворотно-поступальному русі, як в такті всмоктування так і в такті нагнітання, що підвищить всмоктувальну здатність, під час перекачування розчинів зниженої рухомості П8...9 см, та зменшить зворотні витоки через всмоктувальний та нагнітальний клапани.

Запропоновано нову конструкцію розчинонасоса з гідравлічним приводом та комбінованим компенсатором збільшеного об'єму (рис. 1).

Аналіз отриманих теоретичних залежностей свідчить про те, що під час такту нагнітання у розчинонасоса з електромеханічним приводом тиск повітря в компенсаторі починає зростати, досягає максимального рівня p_{max} при куті обертання кривошипа $j_0 = -8,21^0$ до $j_1 = 174,78^0$ і потім за рахунок дії об'єму повітря в компенсаторі рівномірно знижується до мінімального при $j_1 = 174,78^0$ до $j_2 = 351,79^0$ за деякий час до закінчення такту нагнітання, що відбувається за рахунок зміщення вісі вала кривошипа вниз відносно осі поршня. У розчинонасоса з гідравлічним приводом тільки на незначних (фаза 1'-4', 5'-7') ділянках під час перемикання золотників відбуваються всплески тиску на протязі 0,02 с. В цілому під час такту нагнітання тиск подачі стабільний, а в такті всмоктування за рахунок компенсуючої дії об'єму повітря в компенсаторі рівномірно знижується, в результаті цього ступінь пульсацій розчинонасоса зменшується.

Ступінь зростання тиску в такті нагнітання значно залежить від рівня початкового тиску. Дійсно, при початковому тиску 1 МПа (рис. 2) його пульсація при роботі розчинонасоса з комбінованим компенсатором збільшеного об'єму становить 12,5%, а при $p_0 = 2$ МПа – 14,0%,. Під час роботи гідроприводного розчинонасоса з компенсатором збільшеного об'єму при 1 МПа (рис. 2) пульсація тиску становить 11,9%, а при $p_0 = 2$ МПа – 12,6%, що характеризує зниження пульсацій насоса.

При тиску $p_0 = 4$ МПа (рис. 2.) ступінь пульсації знижується з 25,7% до 20,8% відповідно, що свідчить про ефективність роботи гідроприводного розчинонасоса з компенсатором збільшеного об'єму. Це пояснюється тим, що в напівциклі нагнітання швидкість руху робочого органа постійна, а також сумарний обсяг V_0 стисненого повітря в камерах компенсатора на початку циклу прямо пропорційний сумарному приведеному об'єму V_{np} і зворотно пропорційний початковому тиску повітря в цей час.

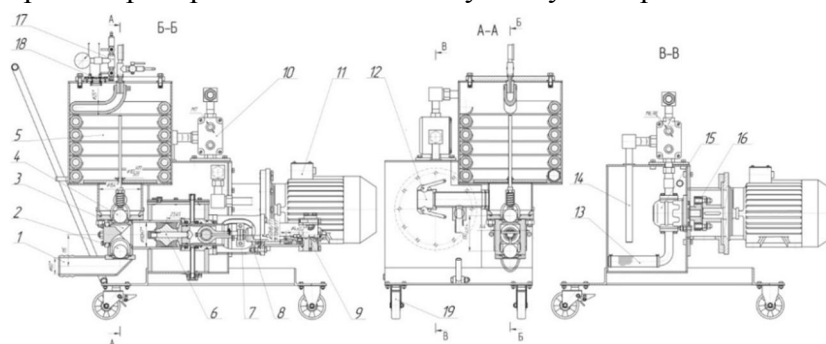


Рисунок 1 – Конструктивна схема однопоршневого гідроприводного розчинонасоса з комбінованим компенсатором збільшеного об'єму: 1, 12 – усмоктувальний та нагнітальний патрубков; 2, 4 – всмоктувальний та нагнітальний підпружинений кульові клапани; 3 – усмоктувальна камера; 5 – комбінований компенсатор; 6 – поршень з направляючим плунжером; 7 – хомут гідравлічний привідний циліндр з розподільвачем; 8 – гідроциліндр з поршнем і штоком; 9 – золотниковий розподільник; 10 – регулятор подачі гідравлічної рідини; 11 – електродвигун; 13 – фільтр мастильної рідини; 14 – патрубков скидання гідравлічної рідини; 15 – шестерневий гідравлічний насос; 16 – муфта втулково-пальцева; 17 – редуктор підкачки повітря; 18 – скляне віконце з освітленням

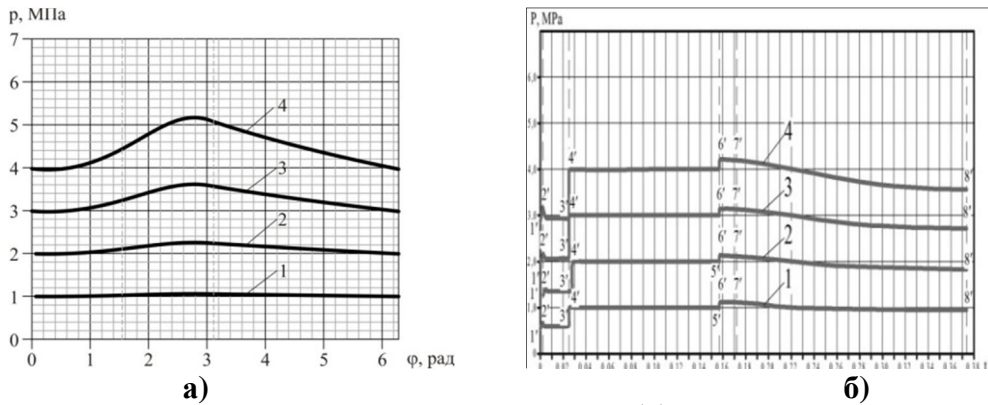


Рисунок – 2. Залежності тиску розчину $p = f(t)$ при подачі у трубопровід протягом циклу від кута повороту вала кривошипа при 1 – $p_{01} = 1$ МПа; 2 – $p_{02} = 2$ МПа; 3 – $p_{03} = 3$ МПа; 4 – $p_{04} = 4$ МПа : а) для розчинонасоса з електромеханічним приводом; б) для розчинонасоса з гідравлічним приводом

Графічні залежності (рис. 3) свідчать про те, що значно стабільніше працює гідроприводний розчинонасос з компенсатором збільшеного об'єму ступінь пульсацій тиску якого залежно від тиску розчину та рухомості розчину менше на 1,5...3,5%. Це пояснюється стабільністю тиску подачі розчину в такті нагнітання, та зменшенням зворотних витоків через всмоктувальний та нагнітальний клапани.

Результати теоретико-експериментальних досліджень вказують на те, що пульсації тиску у розчинонасоса з гідравлічним приводом знизилися на 15% при $\Pi_1 = 8$ см 12% при $\Pi_2 = 10$ см та на 6% при $\Pi_3 = 12$ см по відношенню до розчинонасоса з електромеханічним приводом. Також досліджень впливу прийнятих факторів на продуктивність насоса та об'ємного ККД показують, що всі показники вище у гідроприводного розчинонасоса на 3-4%, для якого одержані діапазони раціональних технологічних параметрів: рухомості розчину $\Pi = 9,5 \dots 10,5$ см; тиску подачі $p = 1,0 \dots 1,5$ МПа; приведенного об'єму компенсатора $V_{комп} = 43 \dots 50$ дм³; куті нахилу спеціальної вставки у всмоктувальній камері $b = 37,5 \dots 52,5^\circ$.

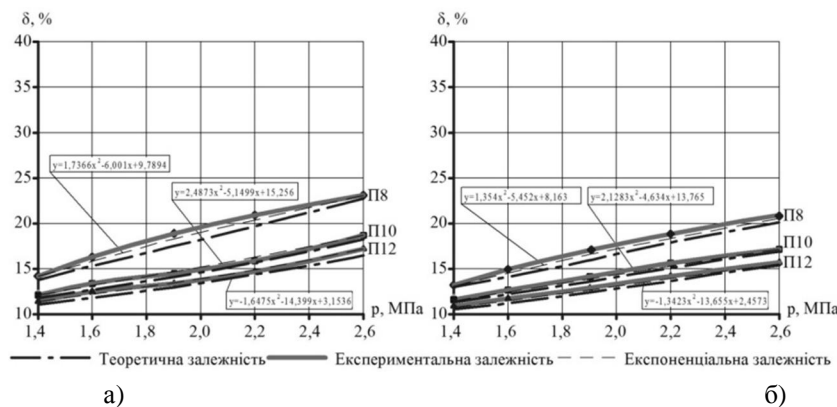


Рисунок 3 – Графічні залежності ступеня пульсацій від середнього тиску розчину: <> – при $\Pi 8$ см; • – при $\Pi 10$ см; D– при $\Pi 12$ см а) для розчинонасоса з електромеханічним приводом; б) для розчинонасоса з гідравлічним приводом

На основі багатфакторного експерименту максимального значення 82% об'ємний ККД гідроприводного розчинонасоса досяг при перекачуванні будівельних розчинів рухомістю $\Pi 8$ см зі спеціальною вставкою під кутом нахилу $b = 45^\circ$ у всмоктувальній камері та підпружиненим нагнітальним клапаном. За рахунок таких конструктивних рішень значення об'ємного ККД гідроприводного розчинонасоса при

перекачуванні розчину $\Pi=8$ см зросло близько 5%.

Також результати досліджень свідчать про те, що показник потужності в усіх випадках у гідроприводного розчинонасоса з комбінованим компенсатором збільшеного об'єму менший в порівнянні з розчинонасосом, який оснащено електромеханічним приводом. Зменшення витрат потужності на 1,2 кВт у гідроприводного розчинонасоса з комбінованим компенсатором збільшеного об'єму пов'язано з меншим рівнем ступеня пульсацій тиску подач, що складає 21% від загальної витрати енергоспоживання.

Висновки. Результати теоретико-експериментальних досліджень впливу прийнятих факторів на продуктивність насоса та об'ємний ККД показують, що всі технічні параметри кращі у гідроприводного розчинонасоса з комбінованим компенсатором збільшеного об'єму для якого одержані діапазони раціональних технологічних параметрів, які забезпечують високоефективну роботу розчинонасоса під час перекачування розчинів а саме: $\Pi = 9,5 \dots 10,5$ см; $p = 1,0 \dots 1,5$ МПа; $V_{\text{комп}} = 43 \dots 50$ дм³; $b = 37,5 \dots 52,5^{\circ}$.

Література

1. Пат. 112734 Україна, МПК F04B 11/00 Малоімпульсний насос / І.А. Ємельянова, Б. О. Коробко, М. В. Шаповал (Україна); заявник і патентовласник Полт. нац. техн. ун-т. ім. Ю. Кондратюка, № а 2015 11219; заявл. 16.11.2015; опубл. 10.10.2016, Бюл. №.19.
2. Ємельянова І.А. Визначення продуктивності та об'ємного ККД розчинонасоса залежно від геометричних параметрів усмоктувальної камери та компенсаторів різних конструктивних рішень/ І.А. Ємельянова, М.В. Шаповал // Науковий вісник будівництва. Т. 88, №2 – X., 2017. – С. 195-203.