

ВПЛИВ ОБ'ЄМНОГО ККД НА РІВНОМІРНІСТЬ ПОДАЧІ БУДІВЕЛЬНИХ РОЗЧИНІВ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИМИ РОЗЧИНОНАСОСАМИ

Онищенко О.Г., Уст'янцев В.У.,
Васильєв Є.А.

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Вступ. При будівництві будинків і споруд широко застосовуються опоряджувальні роботи, пов'язані з використанням будівельних розчинів різного складу й призначення. Для механізації зазначених робіт використовують поршневі розчинонасоси різних конструкцій. Однією з найважливіших вимог, що висуваються до розчинонасосів, є знижена пульсація подачі. З метою зниження пульсації подачі часто використовують замість однопоршневих (рисунок 1, а) двопоршневих диференціальних розчинонасосів (рисунок 1, б).

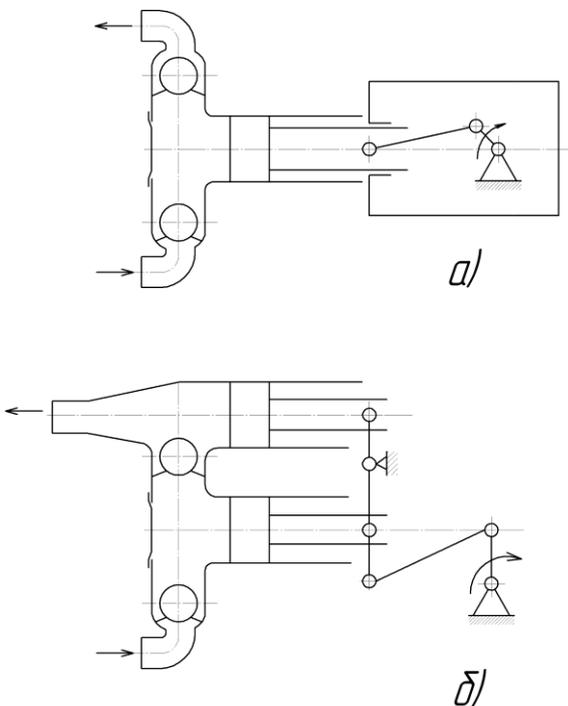


Рисунок 1 – схеми однопоршневого (а) та двопоршневого (б) розчинонасосів

В диференціальних розчинонасосах, на відміну від розчинонасосів одинарної дії, подача розчину, який перекачується, до нагнітального трубопроводу здійснюється при ході поршня в обидві сторони, тобто як в такті всмоктування, так і в такті нагнітання (рисунок 2). До теперішнього часу було прийнято вважати, що подача розчину в обох тактах роботи диференціального насоса однакова при умові, коли площа поршня в два рази більша площі перерізу його штока. Однак це справедливо лише для гіпотетичного випадку, коли об'ємний ККД розчинонасоса дорівнює одиниці. В дійсності об'ємний ККД розчинонасосів різних конструкцій з урахуванням перекачування розчинів різної рухливості коливається в дуже широких межах – від 0,4

до 0,9. Цей вплив може бути настільки суттєвим, що порушується принцип подвійної дії й сильно зростає пульсація подачі

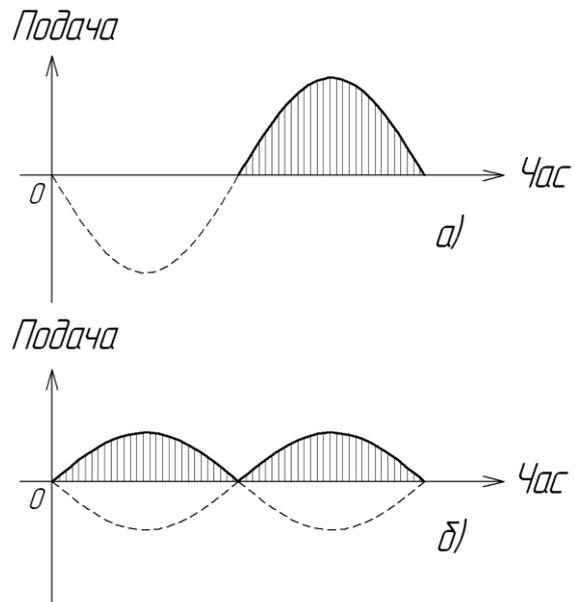


Рисунок 2 – Схеми роботи розчинонасоса за принципом одинарної (а) та подвійної (б) дії

Мета роботи. Для розчинонасоса диференціального типу дослідити вплив рівня об'ємного ККД на оптимальне співвідношення діаметрів поршня і штока, при котрому середовище, що перекачується, подається до нагнітального трубопроводу однаковими порціями впродовж обох напівциклів роботи насоса.

Матеріал і результати дослідження.

Через специфічні властивості будівельних розчинів як середовища, що перекачується, розчинонасоси мають досить низький об'ємний ККД, що залежно від конструкції розчинонасоса й рухливості розчину може перебувати в межах 0,4...0,9. Пов'язано це з тим, що в процесі перекачування виникають наступні втрати розчину:

- неповнота заповнення всмоктувальної робочої камери внаслідок розширення розчину під дією розрідження усмоктування;
- зворотні витоки розчину через усмоктувальні й нагнітальні клапани при їхньому спрацьовуванні на закривання (рисунок 3);
- неповнота нагнітання розчину з усмоктувальної робочої камери в компенсаційну камеру в результаті стиснення розчину під дією тиску нагнітання.

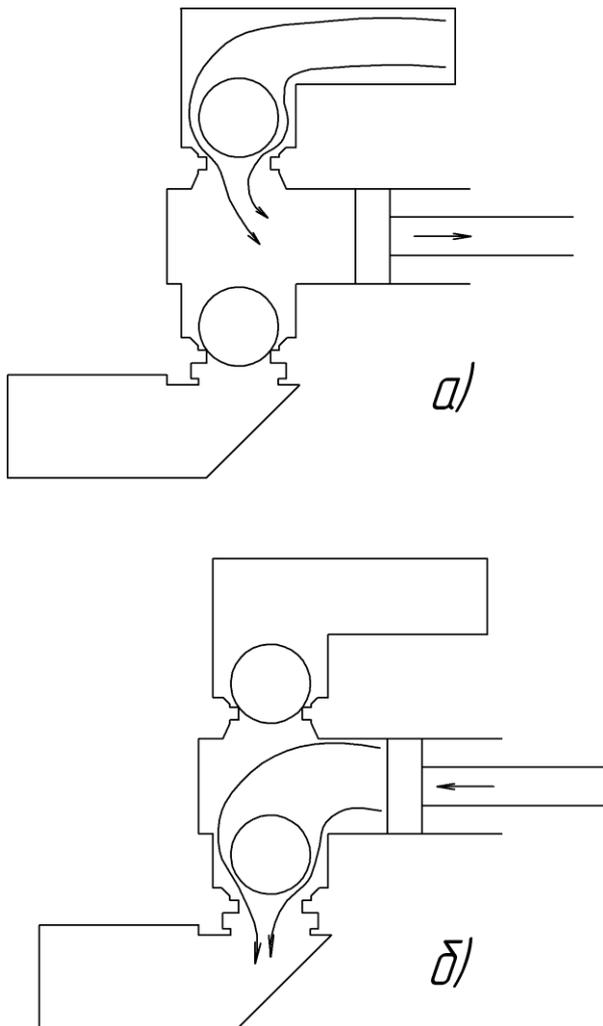


Рисунок 3 – Зворотні витоки розчину:
 а) через нагнітальний клапан при такті всмоктування;
 б) через всмоктуючий клапан на такті нагнітання.

Причому встановлено [1], що відносні величини розширення й стиснення розчинів, обумовлені наявністю в них розчиненого й бульбашкового повітря, можуть бути досить значними і сягати 3,5% при стисненні і 6...8% при розрідженні. Особливо сильно виражені пружні властивості в малорухомих будівельних розчинах, що містять велику кількість повітря.

Для того, щоб розчинонасос дійсно працював за принципом подвійної дії, тобто подавав середовище, що перекачується, в нагнітальний трубопровід однаковими порціями на протязі кожного напівциклу роботи, необхідно розділити на дві рівні частини не розрахунковий, а дійсний робочий об'єм поршня, який має величину

$$V_{p.d.} = V_p \cdot \eta_{об}, \quad (1)$$

де V_p – розрахунковий об'єм поршня,

$\eta_{об}$ – об'ємний ККД розчинонасоса.

Проаналізуємо, як впливає величина об'ємного ККД на співвідношення порцій розчину, що подається в нагнітальний трубопровід у тактах нагнітання й усмоктування основного поршня, якщо ро-

бочі об'єми усмоктувальної і компенсаційної камер мають загальноприйняте співвідношення 2:1 (рисунок 4). При $\eta_{об}=100\%$ зазначені порції рівні між собою, тобто розчинонасос дійсно працює за принципом подвійної дії (рисунок 2, б). Однак даний випадок нереальний, тому що об'ємний ККД розчинонасосів завжди набагато нижче 100%. При $\eta_{про}=75\%$ у такті нагнітання тільки 25% розчину від теоретичного робочого об'єму основного поршня буде подаватися в нагнітальний трубопровід, а 50%, що залишилися, підуть на заповнення компенсаційної камери, яка розширюється. Ця порція буде подана в нагнітальний трубопровід при черговому такті усмоктування основного поршня, тобто співвідношення порцій розчину по тактах роботи насоса складе 0,5:1,0, що значною мірою підсилить пульсацію подачі. Ще гірше справа при $\eta_{про}=50\%$. У цьому випадку весь розчин, що надійшов з усмоктувальної робочої камери, буде витрачений на заповнення компенсаційної камери. При цьому співвідношення порцій розчину по тактах нагнітання й усмоктування складе 0:1,0, тобто розчинонасос буде працювати за принципом одинарної дії (рисунок 1, а).

Для наочності на рисунку 4 показано, як залежно від рівня об'ємного ККД змінюється співвідношення порцій розчину, що подається в нагнітальний трубопровід у такті нагнітання при відношенні робочих об'ємів усмоктувальної і компенсаційної камер 2:1. Із графіка на рисунку 4 видно, що при зниженні рівня об'ємного ККД позитивна роль компенсаційної камери істотно зменшується, а при $\eta_{об}=0,5$ перестає діяти зовсім.

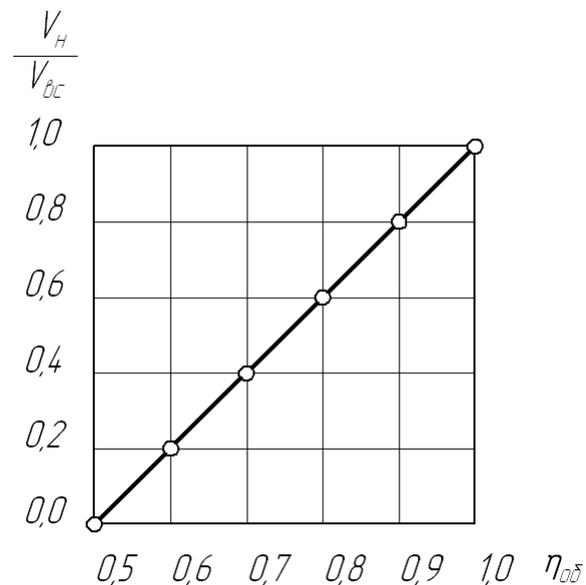


Рисунок 4 – співвідношення порцій розчину, що подається в нагнітальний трубопровід у такті нагнітання залежно від рівня об'ємного ККД

Для того, щоб забезпечити подачу розчину рівними порціями в обох тактах роботи диференціального розчинонасоса, необхідно при призначенні діаметра другого ступеня диференціального робочого органа (компенсаційного поршня або штока

основного поршня) враховувати величину об'ємного ККД. У цьому випадку дійсний робочий об'єм розчину V_d , що подається в компенсаційну камеру, у такті нагнітання основного поршня, складе

$$V_o = \frac{\pi}{4} D_n^2 \cdot h \cdot \eta_{об}, \quad (2)$$

де D_n – діаметр основного поршня;

h – хід цього поршня.

Порції розчину, що подаються в нагнітальний трубопровід в обох тактах, будуть рівні, якщо в такті нагнітання одна половина дійсного робочого об'єму V_d піде на заповнення компенсаційної камери, що розширюється, а інша його половина буде надходити в трубопровід.

У цьому випадку для диференціального робочого органа поршень-шток буде виконуватися співвідношення

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{\pi}{4} D_n^2 \cdot h \cdot \eta_{об} = \frac{\pi}{4} (D_n^2 - d_{штк}^2) \cdot h, \quad (3)$$

де $d_{штк}$ – діаметр штока основного поршня.

Виходячи з наведеного співвідношення, знаходимо формулу для розрахунку діаметра штока

$$d_{штк} = D_n \sqrt{\frac{2 - \eta_{об}}{2}}. \quad (4)$$

Для зручності користування даною формулою

можна написати $d_{штк} = K \cdot D_n$, де $K = \sqrt{\frac{2 - \eta_{об}}{2}}$.

Графік залежності $K = f(\eta_{об})$ представлений на рисунку 5. З наведеного графіка випливає, що чим менше об'ємний ККД, тим більше діаметр штока наближається до діаметра основного поршня.

K

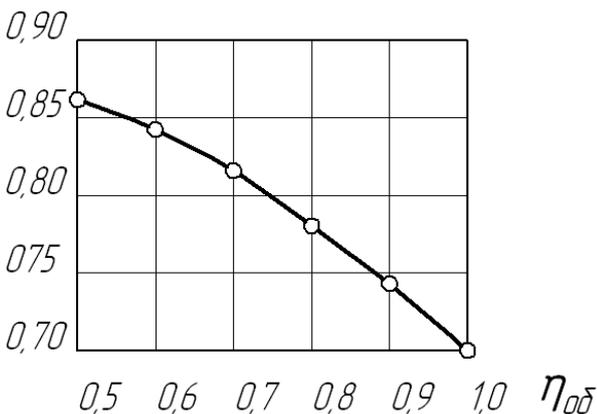


Рисунок 5 – залежність коефіцієнта K (відношення діаметра штока до діаметра поршня) від рівня об'ємного ККД

Для диференціального розчинонасоса із двома поршнями – основним і компенсаційним – повинне виконуватися співвідношення

$$\frac{1}{2} D_{осн}^2 \cdot \eta_{об} = D_{ком}^2, \quad (5)$$

звідки

$$D_{ком} = D_{осн} \sqrt{\frac{\eta_{об}}{2}}. \quad (6)$$

Якщо діаметри основного й компенсаційного поршнів рівні, то хід компенсаційного поршня повинен відповідати величині

$$h_{ком} = \frac{h_{осн} \cdot \eta_{об}}{2}. \quad (7)$$

Висновки. Таким чином, на основі викладеного матеріалу можна зробити висновок про те, що, з огляду на рівень об'ємного ККД проектованого диференціального розчинонасоса, можна значною мірою вирівняти подачу розчину по тактах роботи насоса й тим самим знизити пульсацію подачі.

Причому, для того, щоб диференціальний розчинонасос забезпечував дійсно подвійну дію та працював з найменшою пульсацією подачі, співвідношення діаметрів його поршня й штока повинне відповідати виразу (4). Невиконання цього співвідношення може призводити до значної різниці у величині порцій розчину, що подається у трубопровід в тактах вмокнування і нагнітання, що буде суттєво підсилювати пульсацію подачі.

Об'ємний ККД проектованого розчинонасоса можна розрахувати на основі даних [1, 2], для чого досить знати геометричні параметри клапанних пристроїв, так званий "шкідливий" об'єм усмоктувальної робочої камери насоса й рівні рухливості будівельних розчинів, що перекачуються.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кукоба А.Т., Коробко Б.О., Васильев А.В. Изменение объема растворной смеси при перекачивании растворонасосом // Механизация строительства. – 2000. – №3. – С. 26–29.
2. Головкин А.В. Расчет обратных утечек через клапаны в дифференциальном растворонасосе с качающейся колонкой // Механизация строительства. – 1998. – №9. – С. 19–21.