

УДК 693.6.002.5

*О.Г. Онищенко, д.т.н., проф.,  
Є.А. Васильєв, асист., І.О. Іваницька, к.х.н., доц.  
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка*

## **ЗМЕНШЕННЯ ШКІДЛИВОГО ОБ'ЄМУ РОБОЧОЇ КАМЕРИ РОЗЧИНОНАСОСА ШЛЯХОМ МОДЕРНІЗАЦІЇ ВСМОКТУВАЛЬНОГО КЛАПАННОГО ВУЗЛА**

*На основі аналізу існуючих розчинонасосів та недоліків, зумовлених їх конструкцією, запропоноване рішення для поліпшення ефективності перекачування розчинних сумішей розчинонасосом шляхом модернізації конструкції всмоктувального клапанного вузла.*

*Ключові слова: розчинонасос, перекачування, пульсація, клапанний вузол.*

*На основании анализа существующих растворонасосов и недостатков, обусловленных их конструкцией, предложено решение для улучшения эффективности перекачивания растворных смесей растворонасосом путем модернизации конструкции всасывающего клапанного узла.*

*Ключевые слова: растворонасос, перекачивание, пульсация, клапанный узел.*

*On basis of existing mortar-pump analysis and imperfections, which are conditioned by their construction, is offered decision for efficiency improvement of mortar mixtures pumping by mortar-pump by means of suction-valve unit construction modernization.*

*Key words: mortar-pump, pumping, pulsing, valve unit.*

**Постановка проблеми.** У сучасних умовах розчинонасоси використовуються для подачі будівельних розчинних сумішей по трубопроводах до місць виконання оздоблювальних робіт шляхом механізованого нанесення їх на поверхні будівельних конструкцій способом безкомпресорного соплування за мінімальну кількість проходів, виконання стяжок наливних цементно-піщаних підлог, замонолічування стиків між панелями, механізованого білення поверхонь великих будівель і т.п. [1, 2].

Умови експлуатації розчинонасосів на будівельних майданчиках та поступовий перехід на прогресивні комплексно-механізовані технології виконання оздоблювальних робіт [8], пов'язаних із застосуванням будівельних розчинів, висуває перед розчинонасосами цілу низку вимог, які можна розподілити на дві групи.

До першої групи вимог [9] належать величина подачі й можливість її плавного або ступеневого регулювання в процесі роботи розчинонасоса, допустимий рівень тиску подачі, об'ємний ККД розчинонасоса, ступінь пульсації тиску і, нарешті, стабільність при перекачуванні розчинних сумішей зниженої рухомості.

Друга група вимог [10] включає надійність роботи розчинонасоса, зручність його обслуговування та ремонту, наявність засобів контролю за рівнем тиску і запобіжних пристроїв від перевантажень, простота конструкції, технологічність виготовлення, невисока вартість, невеликі габаритні розміри та маса.

Основними вимогами першої групи є високий ККД і знижена пульсація подачі.

Рівень об'ємного ККД значною мірою впливає на основні техніко-економічні показники роботи розчинонасоса. Від нього залежать питомі витрати електроенергії при подачі розчинних сумішей по трубопроводах, ступінь пульсації подачі, інтенсивність зношування деталей поршневої групи, що труться, та привода поршня.

**Аналіз останніх досліджень і виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми.** Знижена пульсація подачі є необхідною умовою використання розчинонасосів для механізації оздоблювальних робіт за сучасною комплексно-механізованою технологією. Пульсація значно підвищує опір переміщенню сумішей по трубопроводах. За даними роботи [5], опір переміщенню розчинної суміші за наявності пульсації збільшується приблизно в 1,5 разу. Треба відмітити, що вказаний показник підвищення опору неточний, тому що не враховує ні величини пульсації, ні умов подачі (тип розчинопроводів, їх довжину, рухомість розчинних сумішей і т.п.), у зв'язку із цим такий показник неможливо використовувати в точних розрахунках. Він лише якісно показує, що з підвищенням пульсації подачі зростає опір переміщенню розчинної суміші по трубопроводу.

Більш конкретні дані по вказаному впливу отримані в праці [7], де досліджувався вплив пульсації тиску подачі на такі параметри, як величина відскоків та енергоємність перекачування сумішей.

Крім підвищення опору переміщенню розчинної суміші вздовж трубопроводу, пульсація подачі дуже ускладнює, а при значному її рівні робить практично неможливим механізоване нанесення штукатурних розчинів на оброблювані поверхні будівель методом безкомпресорного соплування. Причому за наявності помітної пульсації тиску на виході із сопла значно зростають втрати розчинної суміші на відскоки від поверхонь стін.

Усе ще широко розповсюджені застарілі за конструкцією діафрагмові розчинонасоси одинарної дії (рисунок 1), головним недоліком яких є значна пульсація тиску подачі. Для механізованого соплування [3] вони

майже не застосовуються, а трудомісткі роботи з оштукатурювання поверхонь при використанні таких насосів виконуються вручну, з дуже низькою продуктивністю [3, 4].

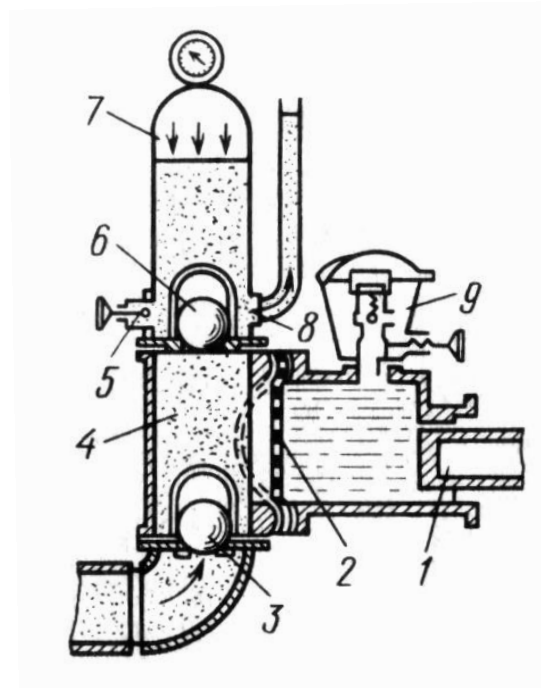


Рисунок 1 – Діафрагмовий розчинонасос одинарної дії з плоскою діафрагмою СО-10: 1 – плунжер; 2 – діафрагма; 3 – всмоктувальний клапан; 4 – клапанна коробка; 5 – перепускний кран; 6 – нагнітальний клапан; 7 – компенсатор; 8 – штуцер; 9 – заливальна воронка

Залежність впливу різних параметрів соплування на рівень втрат розчинної суміші за рахунок відскоків експериментально досліджена в роботі [7]. Показано, що підвищення пульсації тиску на виході із сопла сприяє зростанню вказаних втрат.

Шкідливою виявляється пульсація тиску подачі й для умов роботи розчинопроводів, особливо їх гумотканинних ділянок, які дуже вібрують, можуть інтенсивно стиратися та навіть розриватися. Значна пульсація утруднює роботу штукатура, підвищує його втомлюваність, знижує якість оштукатурювання і т.п.

Існують наступні способи зниження пульсації тиску подачі. Їх можна розподілити на дві групи. Перша група способів передбачає зміни конструкції насосної частини розчинонасосів. До другої групи належить застосування у складі розчинонасосів компенсаторів пульсації тиску з різноманітними принципами дії [12, 14].

До способів першої групи можна віднести використання замість однопоршневих розчинонасосів одинарної дії двопоршневих машин подвійної дії. Однак такі насоси для подачі по трубах будівельних розчинних сумішей не знайшли застосування, тому що через великий об'єм усмоктувальної робочої камери вони погано засмоктують

малорухомі суміші й не забезпечують стабільну роботу при їх подачі. У той же час їх конструкція набагато складніша, ніж однопоршневих розчинонасосів.

Значно вдалішими виявилися двопоршневі диференціальні розчинонасоси, які, на відміну від перших, містять не чотири, а всього два клапани, тому мають значно менший так званий "шкідливий" об'єм усмоктувальної робочої камери і, як наслідок, більш високу всмоктувальну здатність та стабільність при подачі розчинних сумішей різної рухомості. Крім того, у розчинонасоса даного типу більш простий шлях руху суміші в його внутрішніх порожнинах, що помітно знижує пробкоутворення при роботі.

**Формулювання цілей статті.** У статті пропонується конструкція робочої камери диференціального розчинонасоса, вільна від недоліків конструкції вищеписаних розчинонасосів, що дозволяє підвищити всмоктувальну здатність, об'ємний ККД; знизити ймовірність пробкоутворення та "зависання" клапанів під час перекачування розчинних сумішей зниженої рухомості.

**Виклад основного матеріалу.** Одним із типових представників конструкцій двопоршневих розчинонасосів є розчинонасос РНЗ,6 з комбінованим приводом поршнів (рисунок 2), розроблений у ПолтНТУ. У ньому основний та компенсаційний поршні розташовані в одній вертикальній площині, що суттєво скоротило шлях пересування суміші в порожнинах розчинонасоса.

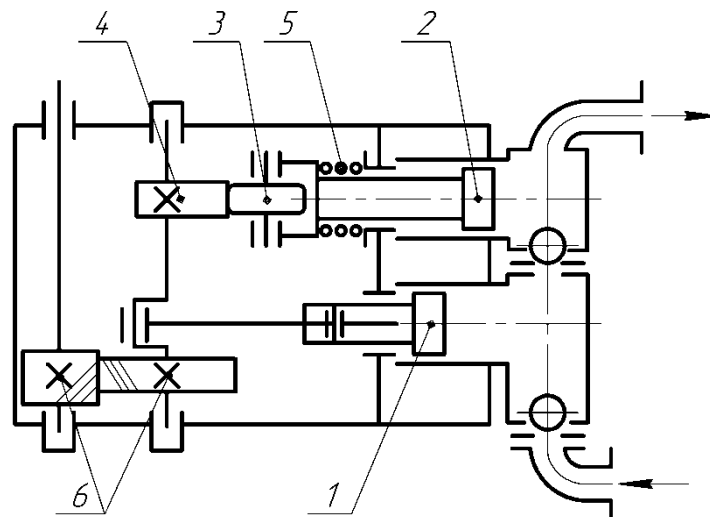


Рисунок 2 – Розчинонасос РНЗ,6 з комбінованим приводом поршнів (ПолтНТУ): 1 – основний поршень; 2 – компенсаційний поршень; 3 – опорний ролик; 4 – кулачок; 5 – пружина; 6 – зубчасті колеса

Недоліком двопоршневих диференціальних розчинонасосів є підвищена складність їх конструкції, оскільки необхідно мати приводи для двох поршнів [13]. Значно простішими за конструкцією є диференціальні розчинонасоси з одним робочим органом, в якості якого використовується

поршень та його шток [11]. Прийнято вважати, що у випадку співвідношення площі поршня і перерізу його штока як 2:1 порції розчинної суміші, що подається в розчинопровід у тактах нагнітання й усмоктування, будуть однаковими [6]. Прикладом насоса такого типу є розчинонасос РН2:4, розроблений науковцями ПолтНТУ (рисунок 3).

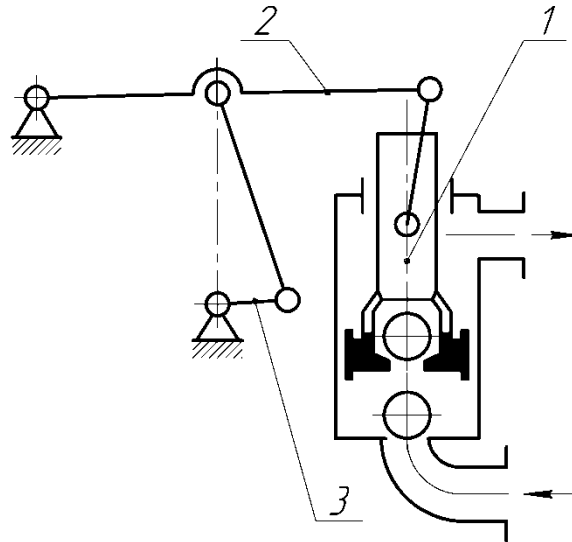


Рисунок 3. Розчинонасос РН2:4 (ПолтНТУ): 1 – проточний поршень; 2 – важільний механізм; 3 – кривошип

Цей розчинонасос має диференціальний робочий орган проточного типу, мінімальний "шкідливий" об'єм усмоктувальної робочої камери, високу всмоктувальну здатність, обладнаний пристроєм плавного регулювання подачі в межах 2–4 м<sup>3</sup>/год.

До недоліків розчинонасоса РН2:4 необхідно віднести виникнення при роботі великих поперечних зусиль на деталях штока, які труться, і швидке зношення цих деталей, а також надто великі навантаження на кривошипно-шатунний механізм та пристрої плавного регулювання його ексцентриситету. Дані недоліки усунуті в різновиді розчинонасоса РН2:4А (рисунок 4). Тут насосна колонка при роботі незначно повертається навколо осі всмоктувального патрубку, що помітно знижує рівень поперечних зусиль на деталях штока, які труться, а пристрій для регулювання ексцентриситету кривошипа встановлений на вихідному валу редуктора, що суттєво спростило його конструкцію та поліпшило умови роботи.

Необхідно зауважити, що співвідношення 2:1, прийняте для площі поршня і перерізу його штока в диференціальному розчинонасосі з одним робочим органом, не є оптимальним, тому що в цьому випадку порції розчинної суміші, які подаються насосом у тактах нагнітання й усмоктування, не будуть однаковими, у зв'язку із чим повністю уникнути пульсації тиску подачі не вдалося.

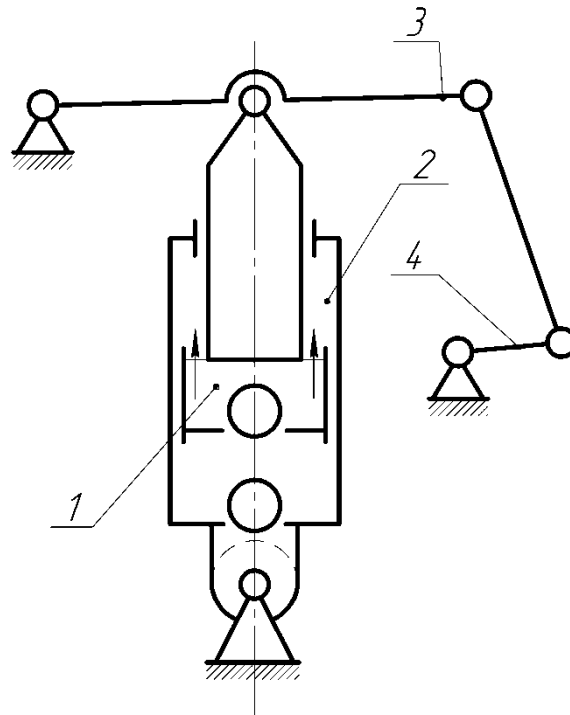


Рисунок 4 – Розчинонасос РН2:4А з насосною колонкою, що хитається (ПолтНТУ): 1 – проточний поршень; 2 – насосна колонка, що хитається; 3 – важільний механізм; 4 – кривошип

Для досягнення поліпшення ефективності роботи диференціальний розчинонасос обладнується робочою камерою, вісь роботи нагнітального кулькового клапана в якій перпендикулярна ходу поршня, а вісь роботи всмоктувального кулькового клапана розміщена під кутом  $30^\circ$  до осі ходу поршня, самі ж клапани підпружинені. Завдяки такому розташуванню всмоктувальний клапан відкривається швидше, відсутні гідравлічні опори, котрі були викликані різкою зміною напрямку потоку розчину, та поліпшений доступ до всмоктувальної робочої камери за рахунок розміщення фланцевого з'єднання в зручному для монтажу й демонтажу місці. Поршень має конусоподібний виріз на торці для обмежувальної скоби, зорієнтований у бік усмоктувального клапана. Через це поршень майже впритул підходить до клапанного вузла, внаслідок чого "шкідливий" об'єм майже відсутній. Крім цього, вісь ходу поршня збігається із центром усмоктувального клапана, що також знижує "шкідливий" об'єм робочої камери та її габаритні розміри.

На рисунок 5 поданий схематичний переріз диференціального розчинонасоса.

Диференціальний розчинонасос містить усмоктувальну 1 та нагнітальну 2 робочі камери зі всмоктувальним 3 і нагнітальним 4 клапанами, пружинами 5, усмоктувальним 6 та нагнітальним 7 патрубками, поршень 8, шток 9 і привід поршня 10. Поршень зі штоком утворює штокову порожнину 11, котра заповнена робочою рідиною 12 та гідравлічно поєднана з робочою камерою компенсатора 13 циліндричної

форми. Усередині цієї камери герметично закріплена трубчаста гумотканинна діафрагма 14. На верхній частині робочої камери компенсатора розташований отвір 15 для заповнення камери робочою рідиною.

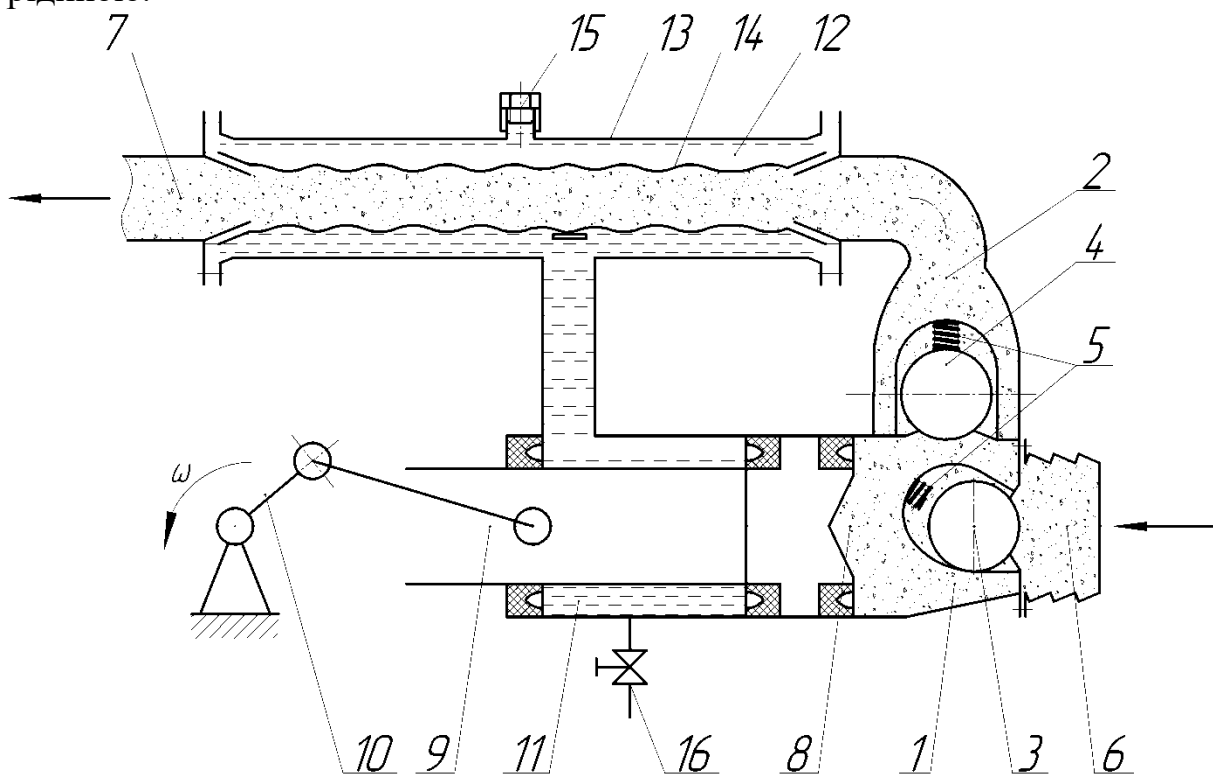


Рисунок 5. Диференціальний розчинонасос із модернізованою робочою камерою

У такті всмоктування, коли поршень 8 рухається вліво, в робочій камері 1 створюється розрідження, внаслідок цього атмосферний тиск штовхає кульку клапана 3 вліво, відкриваючи гніздо клапана. Пружина 5, стискаючись, перетворює кінетичну енергію кульки клапана 3 на свою потенціальну, яку вивільнить під час ходу поршня 8 вправо, прискоривши закриття клапана 3. Це приведе до зменшення зворотних витоків розчину через усмоктувальний клапан 3 і дозволить ефективніше перекачувати будівельні розчини зниженої рухомості.

**Висновки.** Запропоноване рішення дає змогу створювати розчинонасоси з горизонтальним розташуванням робочого органа, надійні в роботі й прості в обслуговуванні та ремонті, оскільки вони мають мінімальний "шкідливий" об'єм, малий час спрацьовування всмоктувального клапана на відкриття та закриття, а також спрощену конструктивну схему.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Баладінський В.Л. Будівельні і меліоративні машини / В.Л. Баладінський. – Рівне: РДТУ, 1998. – 404 с.

2. Дмитрук О.Б. Технология изготовления самонивелирующихся стяжек под полы / О.Б. Дмитрук, В.Г. Трухан // *Механизация строительства*. – 1992. – № 3. – С.13–18.

3. Добронравов С.С. Машины и механизмы для отделочных работ: учеб. пособие для строит. вузов / С.С. Добронравов, Е.П. Парфёнов. – М.: Высш. шк., 1989. – 272 с.

4. Добронравов С.С. Строительные машины и оборудование: справочник для строит. спец. вузов и инж.-техн. работников / С.С. Добронравов. – М.: Высш. шк., 1991. – 456 с.

5. Евстифеев В.Н. Определение мощности бетононасосов и растворонасосов / В.Н. Евстифеев, А.И. Калинина // *Пути совершенствования организации и механизации сельского строительства*. – 1969. – С. 49–75.

6. Коробко Б.О. Дослідження робочих процесів розчинонасоса з комбінованим законом руху проточного плунжера: дис... канд. техн. наук: 05.05.02 / Коробко Богдан Олегович. – Полтава, 2002. – 166 с.

7. Матвієнко А.М. Дослідження робочих процесів транспортування штукатурних розчинів трубопроводами та їх механізованого нанесення на будівельні конструкції: дис... канд. техн. наук: 05.05.02 / Матвієнко Андрій Михайлович. – Полтава, 2005. – 137 с.

8. Мозговой Н.В. Комплексная механизация на штукатурно-отделочных работах / Н.В. Мозговой // *Механизация строительства*. – 1982. – № 11. – С.15–16.

9. Онищенко А.Г. Влияние основных конструктивных параметров на КПД дифференциального растворонасоса / А.Г. Онищенко, В.Б. Надобко, Н.Н. Шпилька // *Конструкции зданий и строительное производство*. – 1991. – № 3. – С. 4–13.

10. Онищенко А.Г. Проблемы формирования надёжных комплексно механизированных технологических процессов оштукатуривания поверхностей / А.Г. Онищенко // *Материалы Респ. конф. по технологии и организации реконструкции промышленных предприятий*. – Д., 1985. – С.12–15.

11. Онищенко О.Г. Механізація опоряджувальних робіт у будівництві / О.Г. Онищенко, Б.Ф. Драченко, О.В. Головкин. – К.: Урожай, 1998. – 320 с.

12. Плугарёв В.С. Пневмокомпенсаторы для растворонасосов / В.С. Плугарёв, П.М. Цыков // *Сельское строительство*. – 1982. – № 5. – С. 14.

13. Чиняев И.А. Поршневые кривошипные насосы / И.А. Чиняев. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1983. – 156 с.

14. Шлипченко З.С. Насосы, компрессоры и вентиляторы / З.С. Шлипченко. – К.: Техніка, 1976. – 369 с.