

Онищенко О.Г.

Васильєв Є.А.

Уст'янцев В.У.

*Полтавський національний  
технічний університет  
імені Юрія Кондратюка  
м. Полтава*

УДК 691.61.002.5

## **РОЗРОБКА ОПТИМАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ОБМЕЖУВАЛЬНОЇ СКОБИ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИСОТИ РОБОЧОЇ КАМЕРИ РОЗЧИНОНАСОСА**

*Рассматриваются варианты рабочей камеры растворонасоса с разной высотой и распределение давления в камере вокруг клапана. Исследуется угол наибольшего давления и разрабатывается ограничительная скоба с оптимальным профилем для каждого случая.*

*Considered the variants a working chamber of mortar pump with different height and sharing the pressure in chamber around valve. It is researched the angle of the maximal pressure and is developed the restrictive staple with optimum profile for each event.*

### **Постановка проблеми.**

Загальноприйнята конструкція кулькового клапанного вузла розчинонасоса має обмежувальну скобу у вигляді подовженої дуги, вісь симетрії якої паралельна вертикальній осі робочої камери. Але ця конструкція не є оптимальною. Справа в тім, що розчин у такті нагнітання тисне на клапан не в напрямку закривання клапана паралельно вертикальній осі робочої камери, а під деяким кутом, що змушує його відхилитися в сторону та дотикатися до обмежувальної скоби, яка уповільнює його рух. Це призводить до того, що час закриття клапана зростає, через це зростають і зворотні витоки розчину. В результаті суттєво зменшується об'ємний ККД розчинонасоса. Під час перекачування густих розчинів також можливе "зависання" кульки клапана. При цьому розчин піде не в нагнітальну робочу камеру, а повністю повернеться у трубопровід, що призведе до повної непрацездатності розчинонасоса.

**Аналіз останніх досліджень і виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми.** Зворотні витоки через клапани розглядалися у [2] та систематизувалися у [1]. Зокрема було встановлено, що зворотні витоки через клапан на такті нагнітання становлять 5,36% від загальної величини подачі за цикл. В [3] розглядається введення всередину всмоктувальної робочої камери масивної вставки фасонної форми, яка зменшує "шкідливий" об'єм

цієї камери та надає рухові розчину в початковий період такту нагнітання напрям в бік отвору нагнітального клапана.

Суттєве зменшення "шкідливого" об'єму всмоктувальної робочої камери дає можливість підвищити всмоктувальну здатність розчинонасоса з горизонтальним розташуванням робочого циліндра, а фасонна поверхня вставки запобігає "зависанню" кульки всмоктувального клапана в дуже густому розчині, внаслідок чого підвищується об'ємний ККД розчинонасоса та усуваються збої в його роботі під час перекачування малорухомих розчинів.

Якщо не прийняти мір, спрямованих на забезпечення плавного повороту руху розчину, то можливе утворення піщаних пробок внаслідок різкої зміни напрямку потоку та руйнування структури розчину [4].

Парфьонов Є.П. передбачував, що конструкція прямої обмежувальної скоби не є оптимальною та намагався розробити конструкцію похилої обмежувальної скоби. Але його конструкція не мала зв'язку із конструктивними особливостями робочої камери, зокрема з її висотою. Кут нахилу також не розраховувався, а обирався приблизно.

**Формулювання цілей статті.** Основна мета цієї статті полягає у дослідженні сил,

які діють на клапан-кульку з боку розчину у такті нагнітання та розробці оптимальної конструкції обмежувальної скоби для варіантів робочої камери різної висоти, яка б дозволила мінімізувати зворотні витоки розчину через клапан за рахунок його прискореного закривання та усунути "зависання" клапана в густих розчинах (наприклад, кладочних розчинах та розчинах для формування підлог).

**Викладення основного матеріалу.** Через неможливість дослідження процесів, які відбуваються безпосередньо в робочій камері, використовувалась її математична модель, яка оброблялася в програмі кінцево-елементного аналізу ANSYS 8.1 ([www.ansys.com](http://www.ansys.com)). Розглядалися чотири варіанти робочої камери з різною висотою. Вони характеризувалися відношенням відстані від осі поршня до центра кульки всмоктувального клапана в його найвищому положенні до діаметра кульки, яке позначалося літерою  $k$ . Ці величини склали відповідно 1,14, 0,8, 0,46 та 0,12.

Усі варіанти аналізувалися в програмі ANSYS у двох положеннях: з повністю відкритим клапаном та напівзакритим. Програма виводила діаграму розподілу тиску розчину в робочій камері, зокрема навколо клапана, у вигляді різнокольорових ділянок (через це неможливо опублікувати їх у даній статті). На діаграмі тиску видно, що навколо кульки клапана тиск розчину діє вкрай нерівномірно, причому спостерігається дуже чітка ділянка підвищеного тиску, розташування якої змінюється залежно від висоти робочої камери,

та, відповідно, величини  $k$ , бо діаметр кульки клапана у всіх випадках є однаковим.

Таким чином, можна було визначити, в якому напрямі буде рухатися клапан. В напівзакритому положенні кут, під яким діє найбільший тиск, відрізнявся від кута в повністю відкритому положенні на 5 – 8 градусів. На рисунку 1 приведені робочі камери з позначенням напрямку дії найбільшого тиску розчину на кульку клапана в повністю відкритому його положенні.

Видно, що напрям найбільш високого тиску розчину, який визначає напрям руху кульки клапана під час початку його закривання, суттєво залежить від висоти робочої камери. Чим менша ця висота, тим більше кут нахилу вектора найбільшого тиску до вертикалі, тим гірші умови для закривання клапана та більше можливість "зависання" його кульки в густому розчині.

Щоб клапану на всьому його шляху до закривання не перешкождала обмежувальна скоба, її вісь повинна бути паралельна лінії найбільшого тиску. Ця лінія була визначена та описана дугою. До цієї дуги була утворена еквідистанта таким радіусом, щоб з кожної сторони кульки між нею та гілками обмежувальної скоби лишився зазор величиною три міліметри. Результати побудови представлені на рисунку 2.

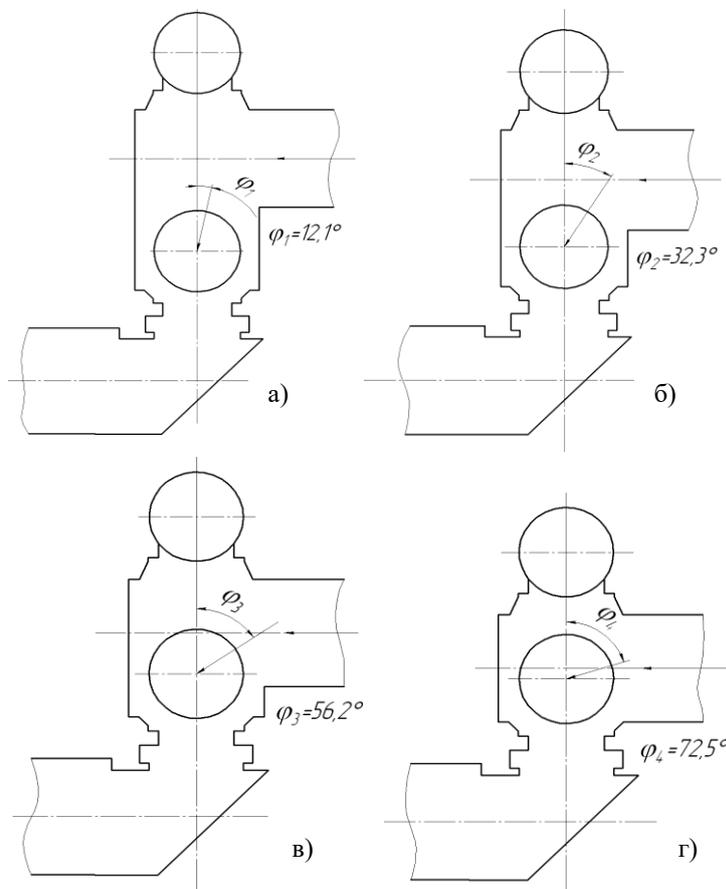


Рисунок 1 – Робочі камери розчинонасоса із кутами найбільшого тиску:  
а)  $k=1,14$ , б)  $k=0,8$ , в)  $k=0,46$ , г)  $k=0,12$

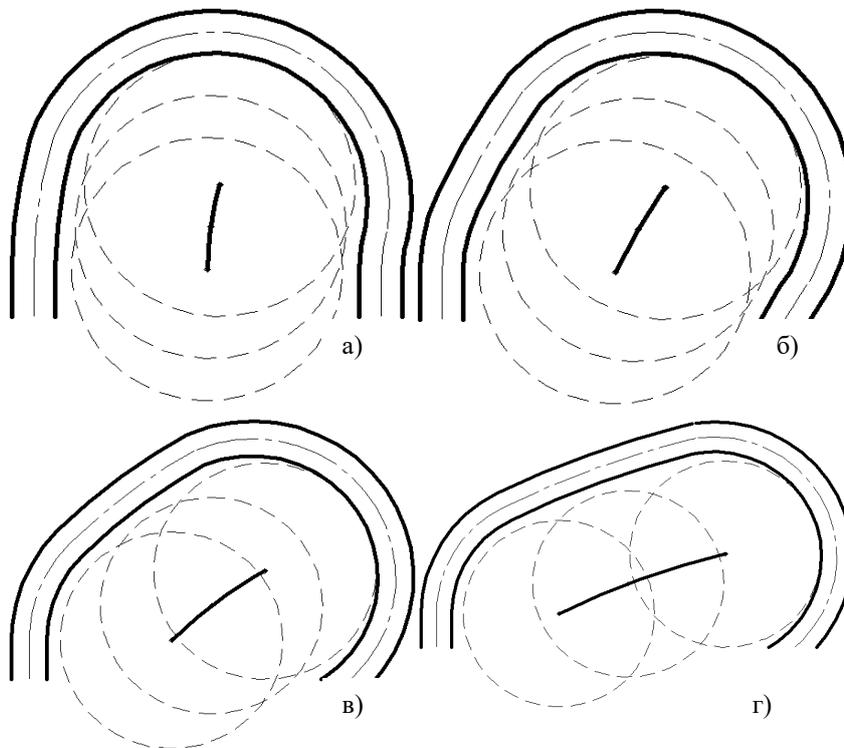


Рисунок 2 – Обмежувальні скоби для відповідних варіантів робочої камери:  
а)  $k=1,14$ , б)  $k=0,8$ , в)  $k=0,46$ , г)  $k=0,12$

Аналізуючи отримані конструкції обмежувальної скоби, можна зробити висновок, що варіант г) є найменш доцільним, так як його встановлення збільшує "шкідливий" об'єм робочої камери через великі габарити у горизонтальній площині. Найбільш оптимальною є конструкція в), яка одночасно забезпечує низький "шкідливий" об'єм та швидке закривання клапана.

Після аналізу даних на діаграмах тиску, приведення їх у відповідність до величини  $k$  та інтерполяції, ми отримали лінійну залежність кута найбільшого тиску від відношення  $l/d$ , графік якої представлений на рисунку 3.

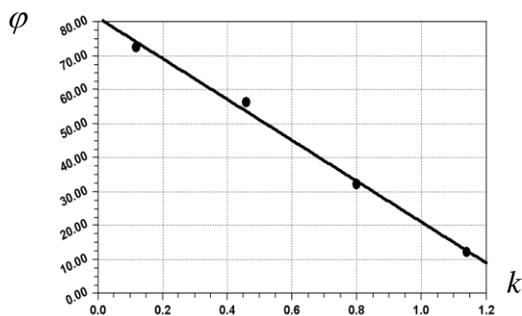


Рисунок 3 – Залежність кута найбільшого тиску  $\varphi$  від величини  $k$

**Висновки.** Проведені дослідження показали, що загальноприйнята конструкція обмежувальної скоби не є оптимальною. Чим менше значення величини  $k$ , тим більші зворотні витoki розчину та шкідливі чинники, які можуть призвести до "зависання" клапана та утворення піщаних пробок розчину, але тим менше "шкідливий" об'єм робочої камери.

Щоб зменшення висоти робочої камери було корисним, для кожного з чотирьох розглянутих

варіантів з різною висотою були розроблені оптимальні конструкції обмежувальної скоби. Вони дозволять мінімізувати зворотні витoki розчину через зменшення часу закривання клапана. Впровадження оптимізованої форми обмежувальної скоби дасть можливість застосовувати розчинонасоси при перекачуванні розчинів зниженої рухомості (кладочні розчини та розчини для формування підлог).

Таким чином, дана розробка дозволить не тільки підвищити об'ємний ККД розчинонасосів, але і розширить галузь їх застосування.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Онищенко О.Г., Васильєв Є.А., Уст'янцев В.У. Визначення впливу втрат розчину на об'ємний ккд розчинонасоса за допомогою математичної моделі // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ. – Вип. 15. – 2004. – С. 3–5.
2. Головкин А. В. Расчёт обратных утечек через клапаны в дифференциальном растворонасосе с качающейся колонкой // Механизация строительства. – 1998. – № 9. – С. 19-21.
3. Заявка на винахід № u200500846 МПК<sup>5</sup> F04В 43/08. Розчинонасос / Онищенко О.Г., Попов С.В., Васильєв А.В., Уст'янцев В.У. Заявл. 31.01.2005
4. Парфенов Е.П., Шишулин Ю.П. Предотвращение пробкообразования в клапанных камерах растворонасосов// Строительные и дорожные машины. – 1982. – №5 – С. 8 – 10.