

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ЗВОРОТНИХ ВТРАТ РОЗЧИНУ ЧЕРЕЗ НАГНІТАЛЬНИЙ КЛАПАН ВЕРТИКАЛЬНОГО ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО РОЗЧИНОНАСОСА

Наведена методика розрахунку зворотних утрат розчину через гніздо нагнітального клапана вертикального диференціального розчинонасоса з шарнірно закріпленою циліндро-поршневою групою ґрунтується на вперше запропонованому механізмі їх утворення, який диференціює закриття клапана на два процеси: рух кульки у напрямку до гнізда клапана разом із розчином, що витискається через клапан, та випереджаючий рух кульки відносно цього розчину завдяки її силі ваги.

Як відомо, на величину об'ємного ККД розчинонасоса впливають дві групи факторів: недозаповнення всмоктувальної робочої камери й зворотні втрати перекачуваного розчину через усмоктувальний і нагнітальний клапани при їхньому спрацьовуванні на закриття.

У даній статті вперше розглянута методика визначення об'єму зворотних утрат розчину через нагнітальний кульовий клапан диференціального розчинонасоса з порожнистим поршнем при перекачуванні розчинів різної рухливості. У названому розчинонасосі типу РН 3,8 установлений нагнітальний вільнодіючий кульовий клапан з обмеженням висоти підйому кульки над гніздом.

Суть запропонованого нами механізму утворення зворотних утрат розчину полягає [1] у тому, що після переходу поршнем відповідної мертвої точки розчин починає рухатися у бік клапана, намагаючись витекти через його гніздо. Разом із розчином униз рухається і кулька клапана. Але оскільки питома вага сталевий кульки майже у чотири рази більша за питому вагу розчину, кулька під дією надлишкової ваги буде додатково рухатися вниз відносно розчину. Повний шлях руху кульки вниз за час спрацьовування клапана на закриття дорівнює висоті підйому кульки над гніздом і складається із двох частин – шляху h_p , пройденому кулькою разом із розчином, та шляху h_γ , пройденому кулькою відносно розчину під дією її сили ваги, тобто

$$h = h_p + h_\gamma . \quad (1)$$

При цьому весь розчин, що займає у нижній частині клапанної камери об'єм висотою h_p , витрачається на зворотні втрати. Зрозуміло, що чим густіше перекачуваний розчин, тим менша величина h_γ і тим більший об'єм зворотних утрат.

Методика розрахунку зворотних утрат розчину полягає в

експериментальному визначенні швидкості v_γ занурення сталеві кульки відповідного діаметра у розчині певної рухливості і наступному визначенні шляху h_p , пройденого розчином довкола клапана за час його спрацьовування на закриття.

Нагнітальний клапан розчинонасоса РН 3,8 спрацьовує на закриття на початку руху поршня з нижньої мертвої точки нагору, тому в даному випадку кулька і гніздо клапана рухаються назустріч одне одному. Ця обставина у перший період дослідження диференціальних розчинонасосів із порожнистим поршнем давала підстави вважати, що нагнітальний клапан при роботі насоса спрацьовує значно ефективніше, ніж усмоктувальний, гніздо якого нерухоме. Очевидно, при перекачуванні розчинів підвищеної рухливості так і відбувається: якщо кулька зі значною швидкістю під дією своєї ваги опускається вниз, а гніздо клапана піднімається вгору, то повинне відбуватися прискорене спрацьовування клапана на закриття. Але при перекачуванні розчинів зниженої рухливості ситуація ускладнюється тим, що на кульку, крім сили ваги, будуть діяти бічні потоки розчину, що перетікає з нагнітальної робочої камери в усмоктувальну через бічні вікна корпусу проточного поршня й отвір у гнізді клапана. Наявність таких потоків, орієнтованих за напрямом руху поршня, тобто нагору, може уповільнити опускання кульки вниз, особливо у початковий період спрацьовування клапана на закриття. У цьому ж напрямку повинно діяти й екранування кульки від осьового потоку перекачуваного розчину верхньою поверхнею порожнини корпусу поршня, в яку впирається кулька клапана у відкритому стані. При перекачуванні дуже густого розчину в результаті екранування можливе навіть зависання кульки нагнітального клапана над гніздом.

Зворотним утратам при спрацьовуванні нагнітального клапана на закриття піддається циліндричний об'єм розчину, рівний за висотою відстані h_n , пройденій поршнем нагору за повний час спрацьовування клапана на закриття, а за діаметром рівний діаметру поршня (див. рисунок 1). Проте з цього циліндричного об'єму необхідно виключити кільцевий об'єм корпусу порожнистого поршня висотою h_n .

Об'єм зворотних утрат при спрацьовуванні нагнітального клапана на закриття визначаємо за рівнянням:

$$\Delta V_{nz} = \frac{\pi}{4} \cdot (D_n^2 - 0,5 \cdot D_o^2 + 0,5 \cdot d_o^2) \cdot h_p, \quad (2)$$

де D_o та d_o – відповідно, зовнішній і внутрішній діаметри кільцевого об'єму корпусу поршня. Коефіцієнти **0,5** при D_o і d_o уведені для урахування чотирьох бічних отворів у корпусі поршня, призначених для перетікання розчину, що перекачується;

$$h_p = \frac{D_n^2}{D_n^2 - 0,5 \cdot D_o^2 + 0,5 \cdot d_o^2} \cdot S, \quad (3)$$

S – залежність шляху поршня від кута повороту кривошипа $\varphi_{нз}$ за час спрацювання нагнітального клапана.

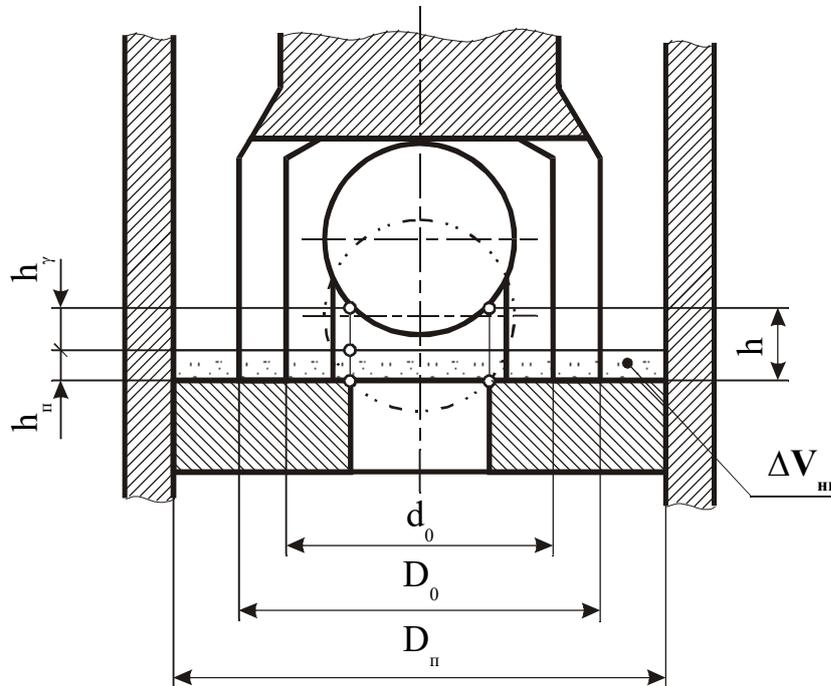


Рисунок 1 – Схема утворення зворотних утрат розчину через нагнітальний клапан

Після підстановки (3) у (2) маємо:

$$\Delta V_{нз} = \frac{\pi}{4} \cdot D_n^2 \cdot \left(0,0174 \cdot \varphi_{нз} + 0,00279 \cdot \varphi_{нз}^2 \right), \quad (4)$$

де

$$\varphi_{нз} = \frac{-19,97 - v_{\gamma нз} \pm \sqrt{(19,97 + v_{\gamma нз})^2 + 11637,12 \cdot h_{нз}}}{6,38}. \quad (5)$$

Таким чином, на основі розробленого механізму утворення зворотних утрат розчину при спрацюванні на закриття кульових клапанів, що працюють з обмеженням висоти підйому кульок над гніздом, у даній статті з'ясована методика розрахунку величини цих утрат для нагнітального клапана розчинонасосів із приводом поршня від кривошипно-шатунного механізму.

Список літератури

1. Головкин А.В. Расчёт обратных утечек через клапаны в дифференциальном растворонасосе с качающейся колонкой // Механизация стр-ва. – 1998. – № 9.