**УДК 628.1+ 658.265**

**СИСТЕМА СКИДУ ЯК ЕНЕРГОСИСТЕМА**

С.М. СРІБНЮК, к.т.н., професор, Л.Л. ЗУБРИЧЕВА, ст. викладач, О.А. ОСАДЧА, магістрант

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка*

*36000, Україна, м. Полтава, просп. Першотравневий, 24.*

У практиці трапляються випадки, особливо в системах водовідведення, коли доочищені стічні води подаються на скид у річку чи водойму водоводом трасою складного профілю. Розглядаємо подавально – розподільчу систему водовідведення, перекачування стічної води в якій відбувається через перевал. Вона включає насосну станцію і напірний водовід, який складається з лівої та правої гілок із розміщеним між ними сифоном (рис. 1).



Рисунок 1 – Система подачі рідини на скид через перевал:

1 – резервуар скидної рідини; 2 – каналізаційна насосна станція; 3 – ліва гілка напірного трубопроводу; 4 – права гілка; 5 – сифон; 6 – перевал; 7 – зворотний клапан; 8 – гідрозатвор; 9 – скидний лоток; 10 – зарядний пристрій

Відносно найвищої точки перевалу указана траса умовно розділяється на ліву і праву гілки. Ліва гілка при будь-якій кількості перекачувальної рідини знаходиться у наповненому режимі. Права гілка при звичайних умовах працює залежно від обсягу перекачувальної рідини. При значних кількостях рідини – в напірному режимі, а при невеликих об’ємах рідини – в самопливному режимі. При цьому гідравлічні втрати напору значно змінюються залежно від розповсюдження напірного режиму на ту чи іншу довжину водоводу правої гілки, яка додається до повної довжини лівої ділянки. Але загальні втрати напору значно змінюються не за рахунок зміни гідравлічного опору водоводу, а переважно за рахунок зміни геодезичної висоти підняття. Так при напірному режимі потоку, при подачі значних обсягів рідини, весь трубопровід заповнений рідиною і геодезична висота підняття рідини за рахунок сифонного ефекту буде мінімальною. Ця висота визначається відстанню між виходом рідини з водоводу та позначкою мінімального рівня води в резервуарі з якого вона забирається. А при малій кількості подавання рідини скидної вся права гілка перебуває в самопливному режимі й геодезична висота підняття рідини, яка визначається піком перевалу, значно збільшується. Особливість полягає в тому, що залежно від кількості подаваємої рідини на скид, водовід працює або в сифонному режимі при великих подачах або в самопливному режимі при малих витратах рідини, невигідному з економічної точки зору.

Завданням цього аналізу є пошук можливого технічного рішення, за допомогою якого забезпечується робота системи транспортування рідини в економічно вигідному напірному режимі при будь-яких подачах рідини водоводом.

Для використання сифонного режиму потрібно розв’язати два важливих питання:

по-перше, визначити позначку початку сифона;

по-друге, запропонувати інженерні заходи, які потрібно вжити для того, щоб права гілка була заповнена при будь-яких витратах перекачувальної рідини.

До сифонного трубопроводу належить трубопровід, який працює в умовах вакууму. В довіднику [1] наведено короткий розрахунок витрат, швидкості потоку такого трубопроводу і як результат визначення вакууму в сифоні.

За рекомендаціями Константінова Ю.М [2] визначення початку сифона проводиться шляхом розрахунку вакууму у його найвищій точці, тобто в місці перегину водоводу. Для цього пропонується така формула:

, (1)

де  – допустимий вакуум у найбільш високому перегині колектору; h – перевищення піка перевалу (найвищої точки сифону) над максимальною висотою підняття рідини насосом (насосами); Н – висота між горизонталлю, проведеною через точку максимальної висоти підняття рідини насосами до місця з’єднання водоводу з лотком скиду рідини; d – діаметр водоводу; λ – коефіцієнт гідравлічного тертя; l – довжина лівої гілки сифона; L – сумарна довжина сифона;  – сумарне значення коефіцієнтів місцевих опорів лівої гілки сифона;∑ξ – сумарне значення коефіцієнтів місцевих опорів всього сифона ( ця сума включає і значення опорів лівої гілки сифона).

Із формули (1) розраховуємо значення h – початок сифона, тобто позначку, за якою потрібно визначити геометричну висоту підняття рідини і взагалі визначити напір насосу (ів).

 (2)

Зазначаємо, що чим більший допустимий вакуум, тим менші витрати електроенергії на перекачування рідини. Значення цього вакууму залежить від температури води і позначки місцевості, де прокладається траса. Згідно [2] для середніх широт допустимий вакуум у найбільш високому перегині колектору складає 7 м.

При перевищенні цього значення струмина в сифоні може розірватися, і сифон перестане працювати. Для усунення такого недоліку змінюють геометричні параметри сифона (тобто змінюють h або H) так, щоб зазначена вище умова задовольнялася.

Найбільше значення висоти h можна отримати, коли друга складова рівняння (2) наближається до нуля. Аналіз параметрів, котрі входять у цю складову, показує, що таке наближення можливе при зменшенні діаметра правої гілки водоводу та особливо при збільшенні суми коефіцієнтів місцевих опорів за довжиною всього сифона.

При звуженні діаметра правої гілки потрібно розрахункову швидкість потоку в ній за джерелом [5] приймати в межах 0.6-0.75 м/с. Розроблено ряд технічних інженерних пропозицій, які захищені патентами [3].

Проте вказані технічні рішення зовсім не торкаються можливостей роботи гідроагрегатів з гідравлічної точки зору, тобто можливостей використання сифонного режиму для зменшення енергозатрат.

Стосовно місцевих опорів правої гілки водоводу, доцільно звернути увагу на пристрій, який передбачається поставити в кінці водоводу для влаштування зони гідравлічної ізоляції правої гілки сифона від атмосферного тиску.

Автори [3,4] вважають, що виконати таку задачу можна без витрат електроенергії шляхом установлення в кінці водоводу сифонного гідрозатвора. При великій довжині правої гілки такі гідро затвори передбачаються через кожні 8 метрів висоти правої гілки.

Таким чином, насоси для перекачування рідини на скид через перевал потрібно вибрати на подачу відповідно до ступеневого графіка відкачування стічних вод й на розрахунковий напір з висотою підняття до піка перевалу, зменшеною на 7 метрів.

При малих подачах рідини для забезпечення такої заповненої роботи необхідно влаштовувати спеціальні комбіновані інженерні заходи, наприклад гідрозатвор та зарядний пристрій, встановлений в найвищій точці перегину водоводу.

**Висновки:** Роботу водоводу при транспортуванні рідини через перевал можна забезпечити в сифонному режимі при наявності зарядного пристрою сифона. Сифонний режим дозволяє зменшити напір насосів не більше чим 7 м. При малих кількостях перекачувальної рідини потрібно передбачити в кінці сифонної гілки гідрозатвор, який в комбінації з зарядним пристроєм, розташованим в найвищій точці сифона, дозволяє запустити в роботу систему подачі рідини на скид. Отримані результати підтверджують можливість енергозаощадження і дозволяють знизити собівартість перекачування стічних вод.

**Література**

1. Справочник по гидравлике / под ред. В.А. Большакова. – 2-е изд. перераб. и доп. − К.: Вища школа. Главное издательство, 1984. – 343с.
2. Константінов Ю.М., Технічна механіка рідини і газу: підручник / Ю.М. Константінов, О.О.Гіжа. − К.: Вища школа, 2002. − 277с.
3. Патент України на корисну модель № 43737, МПК Е02В83/00 Система скиду рідини через перевал / С.М. Срібнюк, Л.Л. Зубричева та інші/, опубл. 16.05.2009 р. Бюл.№16.
4. Срібнюк С.М. Насоси і насосні установки. навч. посіб. − К.: ЦУЛ, 2012 − 312с.
5. Курганов А.М. Справочник по гидравлическим расчетам систем водоснабжения и канализации − Л.: СИ, 1987 − 424с.