

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В СИСТЕМІ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ КОМПЛЕКСОМ ВОДОВІДВЕДЕННЯ ВЕЛИКОГО МІСТА

Кривошея В.М., група СУА-09мн

Керівник доц. Федюк Р.В.

Сьогодні проблема автоматизації насосних станцій стоїть особливо гостро, так як мережа каналізаційних насосних станцій в багатьох містах залишається неавтоматизованою, що є причиною до підвищеної аварійності. Дана обставина в свою чергу призводить до перебоїв у водопостачанні, а також до скидання неочищених стоків у ріки та водойма, що призводять до погіршення і без цього надскладної екологічної обстановки. В теперішній час впровадження систем автоматичного керування технологічним процесом водовідведення і, в частковості, управління насосними станціями є одним з найважливіших напрямків технологічного прогресу в області проектування енергозберігаючих та екологічно безпечних технологій. Основним завданням насосного обладнання на каналізаційних насосних станціях є відкачування усього обсягу стоків, що надходить, та недопущення затоплення цими стоками як самих КНС, так і інших об'єктів і навколишніх їхніх територій.

В якості основного параметра автоматизованого керування роботою насосів слід приймати рівень стоків у приймальному резервуарі і тиск у колекторі, що відводить, в насосній станції. Основним елементом КНС, що забезпечує підйом стокової рідини на необхідну висоту задля подальшого її транспортування засобом самопливу, є підсистема відкачки - група відцентрових насосів, що приводяться в рух асинхронними трифазними двигунами.

Для забезпечення заданого режиму роботи КНС потрібно проводити регулювання режимів роботи насосних установок. Одним з най

розповсюджених засобів керування є спосіб на підставі зміни частоти обертання робочого колеса насоса. Даний метод регулювання дозволяє здійснити безперервне регулювання продуктивності КНС з меншими витратами енергії, ніж у попередніх варіантах, також можна досягти плавного наростання продуктивності до номінального значення. Однак воно вимагає великих витрат і призводить до погіршення електромагнітної сумісності з мережею живлення. У той час, як метод з використанням засувок має низький ККД і збільшує знос запірного та насосного обладнання, метод зі зміною частоти обертання крильчатки позбавлений таких недоліків.

Отже, розглянемо замкнену систему автоматичного керування головною каналізаційною насосною станцією, яка буде здійснювати регулювання об'єктом керування на підставі зміни частоти обертання робочого колеса насосного агрегату. Було запропоновано наступну структурну схему моделі об'єкта керування (рис.1)

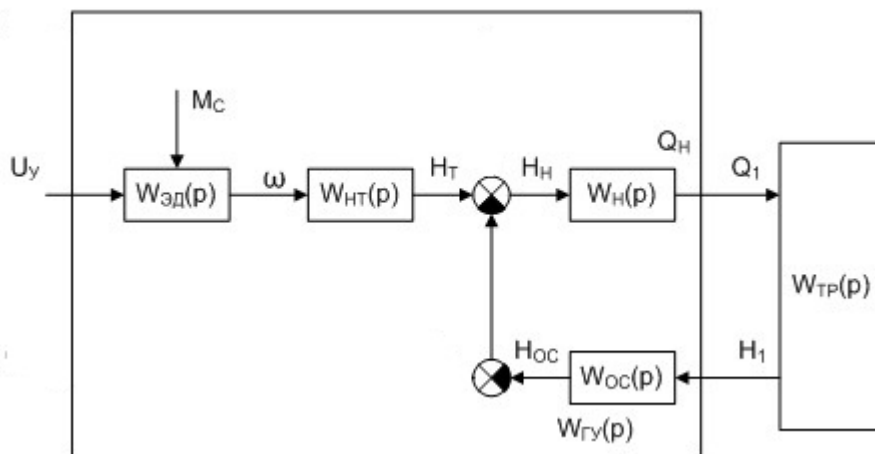


Рисунок 1 – Структурна схема моделі каналізаційної насосної станції

Ланка $W_{эд}(p)$ описує електромеханічні властивості електродвигуна. На вході ланки - управляючий вплив U_y (спосіб управління - зміна частоти обертання приводного електродвигуна), що є частотою напруги живлення. На виході даної ланки маємо частоту обертання вала двигуна ω . Крім цього, на

електродвигун діє збурювання у вигляді статичного моменту M_C , створюваного насосом. Ланка $W_{HT}(p)$ виражає динамічні властивості насоса в режимі холостого ходу. Вихідною величиною ланки є теоретичний напір насосної установки H_T . Робочий режим насосної установки визначається з урахуванням впливу напірного трубопроводу. Напірний трубопровід є навантаженням насоса й впливає на насос через напір H_1 у його початковому перетині. Напір H_1 через гідравлічний зворотний зв'язок впливає на теоретичний напір насоса H_T . У результаті цього маємо реальний напір насосної установки H_H . Ланка $W_H(p)$ виражає динаміку гідравлічних процесів у насосній установці. У ланці відображається перетворення напору насоса H_H у його подачу Q_H . Подача у вхідному перетині трубопроводу Q_1 дорівнює подачі насоса Q_H . Таким чином, модель, що наведена на рис. 1, відображує динамічні процеси у КНС, а також взаємний вплив динамічних процесів у трубопроводі й насосній станції.

Моделювання динамічних процесів у водовідливній установці буде здійснюватися за допомогою пакета `simulink` системи `MATLAB`. Тому необхідно представити схему граничних умов у вигляді з'єднання типових ланок теорії автоматичного управління.

Асинхронний електродвигун з короткозамкненим ротором описується наступними рівняннями:

$$W_{\omega}(p) = \frac{M(p)}{\omega(p)} = \frac{k_{\omega}}{T_{\omega}p + 1} \quad (1)$$

$$W_M(p) = \frac{\omega(p)}{M(p)} = \frac{1}{T_M p} \quad (2)$$

Теоретичний напір турбомашини визначається за наступною формулою:

$$W_{HT}(p) = \frac{H_T(p)}{\omega(p)} = k_1 + T_1 p \quad (3)$$

Напірна характеристика насоса в динамічних режимах має такий вигляд:

$$W_H(p) = \frac{Q(p)}{H(p)} = \frac{k_H}{T_H p + 1} \quad (4)$$

Одержуємо такі графіки перехідних процесів в КНС:

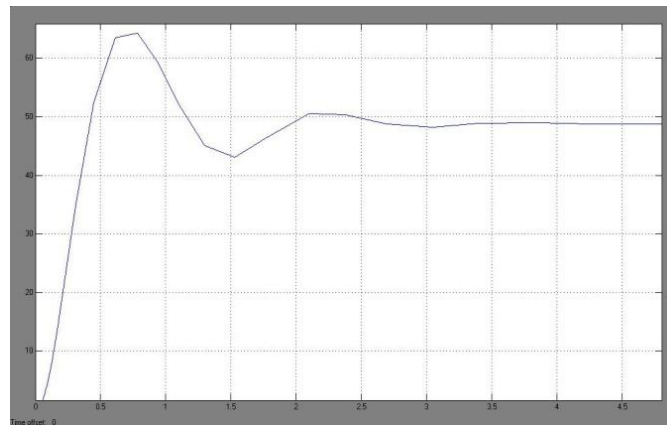


Рисунок 4 – Крива розгону електродвигуна з ПД-регулятором

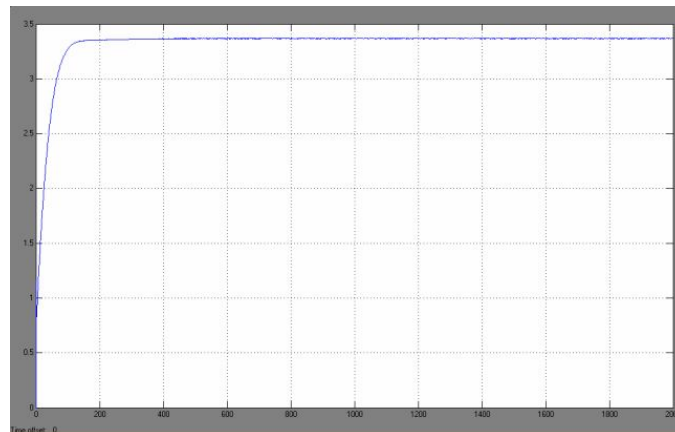


Рисунок 5 – Перехідний процес витрат стоків в трубопроводі з ПД-регулятором

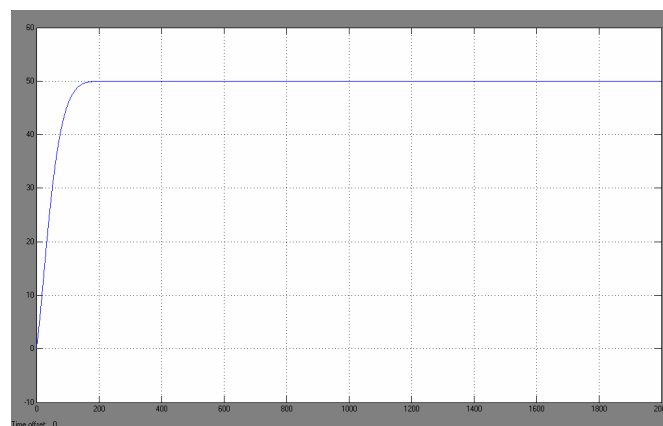


Рисунок 6 – Перехідний процес підпору на вході насоса з ПД-регулятором

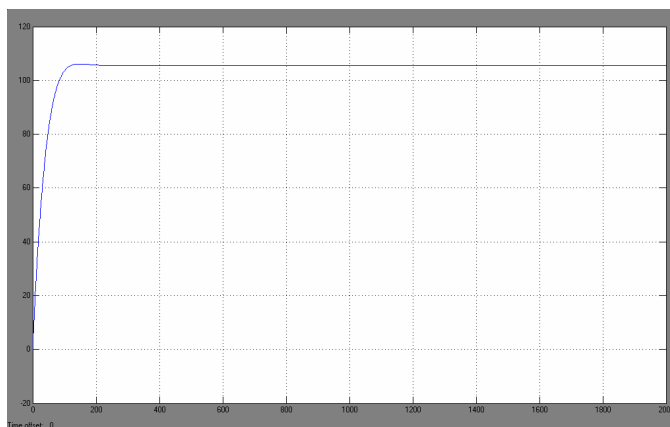


Рисунок 7 - Перехідний процес тиску на вході трубопроводу з ПД-регулятором

Роблячи аналіз динамічних процесів можна зробити наступні висновки: перехідний процес (крива розгону) електродвигуна має коливальний вид. Відомо, що пускові режими двигунів змінного струму супроводжуються кидками струму, що перевищують номінальний струм двигуна в 5-7 разів, і знакозмінним моментом на валу двигуна. Це робить пускові режими однією з основних причин поломок насосів, проривів труб і ущільнень і відмов електротехнічного обладнання - пускачі, контактори, а так же самих двигунів. Все це веде до зростання експлуатаційних витрат, а може і взагалі виявитися причиною відмови всієї КНС та її затоплення. Таким чином, "пом'якшення" пускових режимів насосних агрегатів КНС є першим важливим завданням, що вирішується при оптимізації її роботи. Щодо графіків перехідних процесів таких керованих параметрів, як витрати стоків в трубопроводі, підпор на вході насосу та тиск на вході трубопроводу, то всі вони мають добрі показники якості регулювання завдяки використанню ПД-регулятора із наступними параметрами: - $K_p=1$; - $T_I=10$; - $T_d=0.75$.

Перелік посилань

1. С. В. Яковлев, Я. А. Карелін "Каналізація", М. 1975р., 632 с.
2. Матісон В.А., к.т.н., директор ІТЦ, Степанов В.Б., генеральний директор "Сучасні системи управління. Каналізаційна насосна станція", М. 2002р., 300 с.