УДК 622.698

МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ БАГАТОСТУПІНЧАСТОГО ВОДОВІДЛИВУ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ З ВИКОРИСТАННЯМ ПАКЕТУ MATLAB.

Бессараб В.І. канд. тех. наук, доц., Федюн Р.В. аспірант,
Донецький державний технічний університет

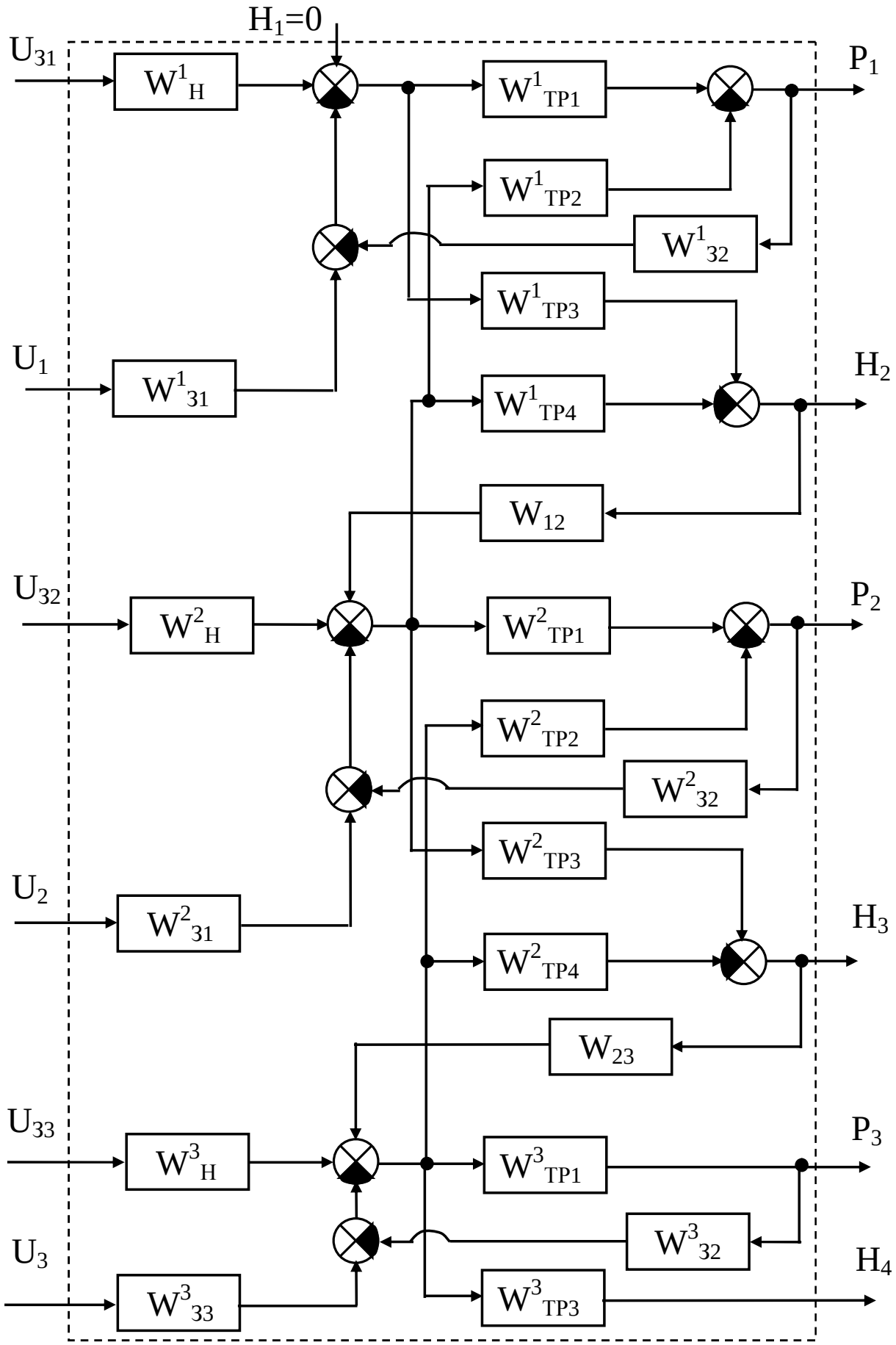
Приведено результати дослідження динамічних характеристик багатоступінчастої водовідливної установки методом математичного моделювання на ЕОМ.

The results of study of dynamic properties of a multistage draining plant are reduced by a method of mathematical simulation on a computer.

В даний час широке поширення набуло дослідження динамічних процесів і явищ методом математичного моделювання. Модель і моделювання робочих режимів багатоступінчастої водовідливної установки реалізовано за допомогою пакету математичних і інженерних розрахунків MATLAB.

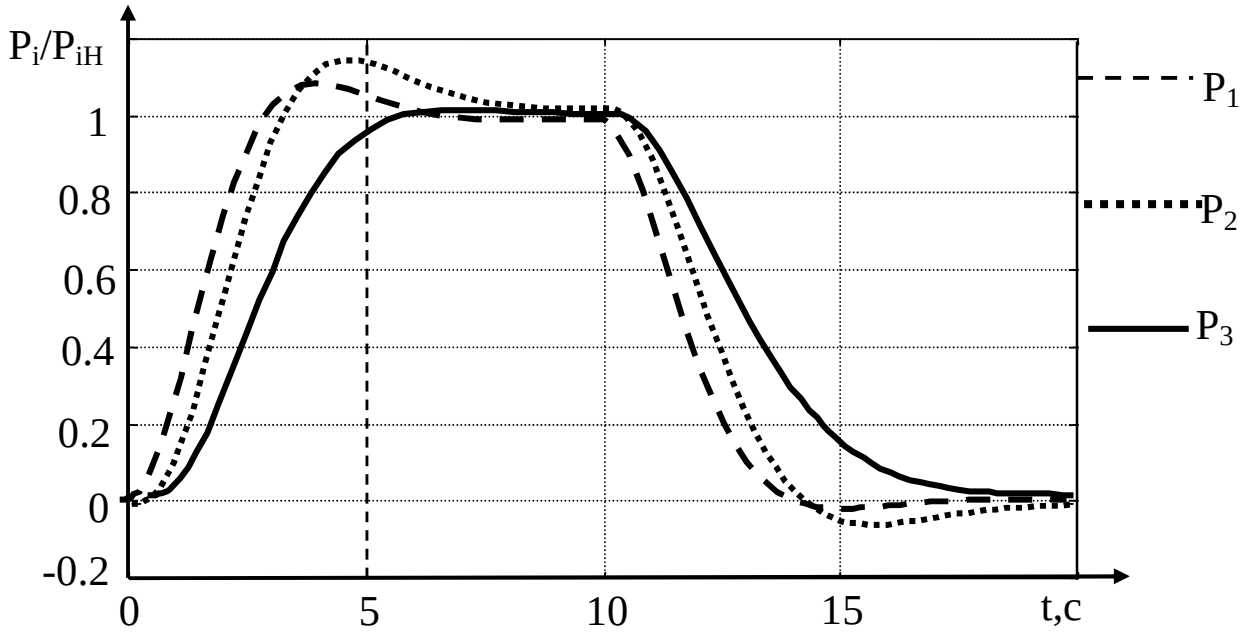
Основні принципи моделювання і структура моделі багатоступінчастої водовідливної установки розглянуті в [1,2]. Для досліджень запропонована триступінчаста установка, що працює за схемою “з насоса в насос” (послідовне включення насосів різних горизонтів). Модель складається з моделей трьох ступіней, кожна з яких у свою чергу включає модель трубопроводу і модель граничних умов (насос і керована засувка) [1,2]. Аналіз математичного опису елементів триступінчастої водовідливної установки [3] дозволяє одержати математичну модель, узагальнена структурна схема якої приведена на мал.1.

На структурній схемі (мал.1) елементи багатоступінчастого водовідливу мають такі позначення: $W^i_H(p)$ – модель насосного агрегату і-го горизонту; $W^i_{31}(p)$, $W^i_{32}(p)$ – елементи моделі керованої засувки і-го горизонту; $W^i_{TP1}(p)$, $W^i_{TP2}(p)$, $W^i_{TP3}(p)$, $W^i_{TP4}(p)$ – елементи моделі трубопроводу і-го горизонту; $W_{12}(p)$, $W_{23}(p)$ – елементи моделі динамічного взаємозв'язку між ступінями відповідних горизонтів. Вигляд і параметри передатних функцій елементів визначені на основі математичного опису елементів водовідливу: приводного асинхронного електродвигуна, центробіжного секційного насосу, керованої засувки і напірного трубопроводу [3,4].

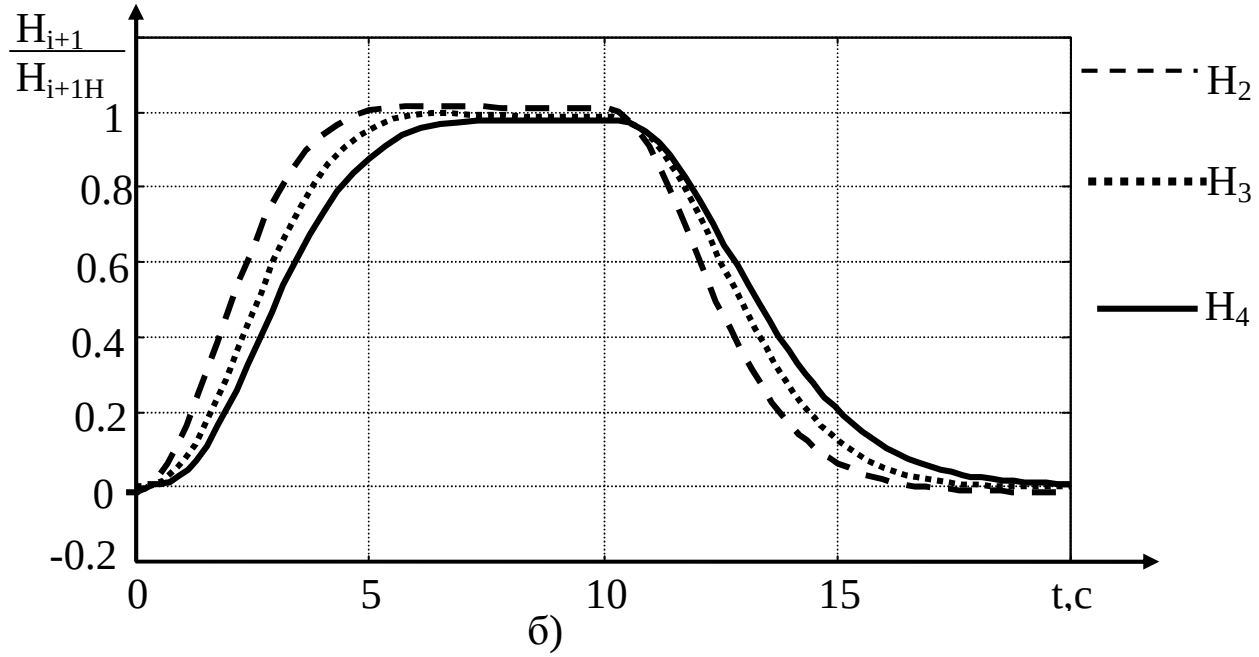


Малюнок 1.– Структурна схема моделі триступінчастої водовідливної установки.

Модель дозволяє досліджувати процеси в багатоступінчастих водовідливних установках при різних режимах роботи і детермінованих впливах. Вхідними впливами є сигнали керування на приводний електродвигун U_{3i} і керовану засувку U_i відповідного горизонту. Вихідними (керованими) величинами є напір на вході трубопроводу P_1, P_2, P_3 і підпір на вході насосу H_2, H_3, H_4 (мал.1). Результати моделювання режимів роботи триступінчастої водовідливної установки з використанням пакету MATLAB приведені на мал.2 – мал.4.

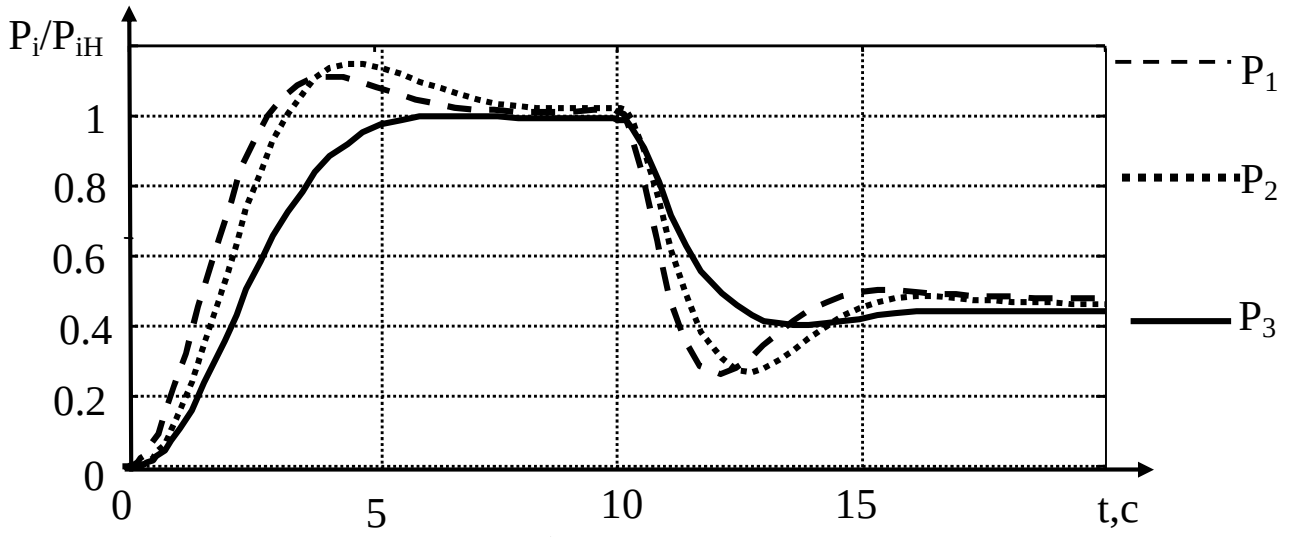


а)

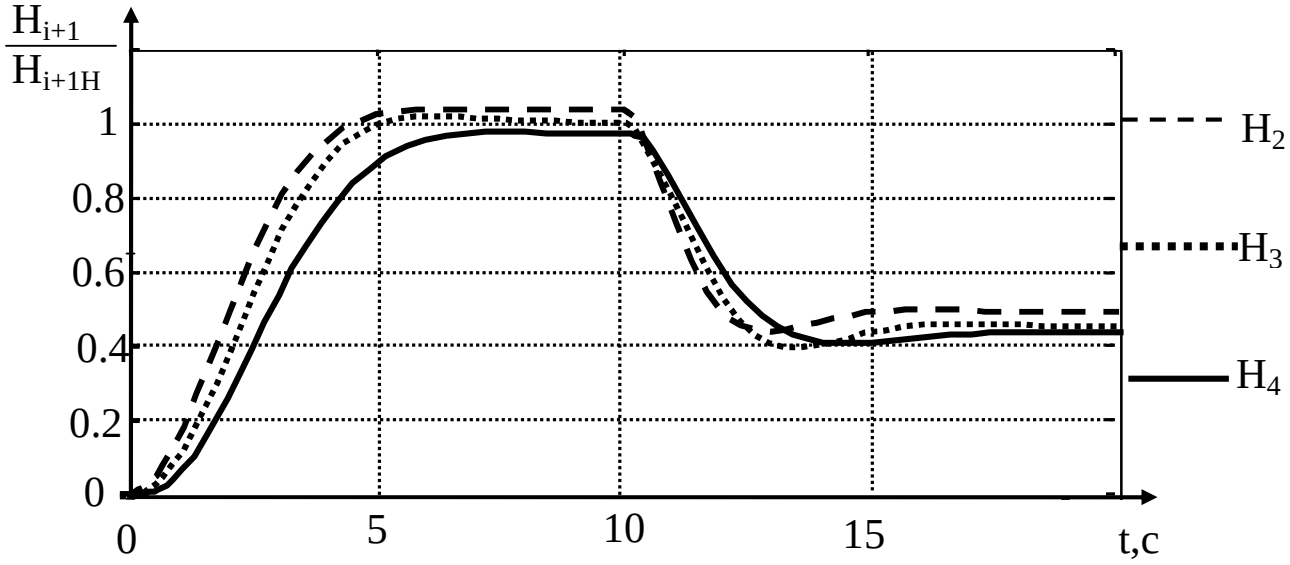


б)

Малюнок 2. – Моделювання пуску та зупинки триступінчастої водовідливної установки.

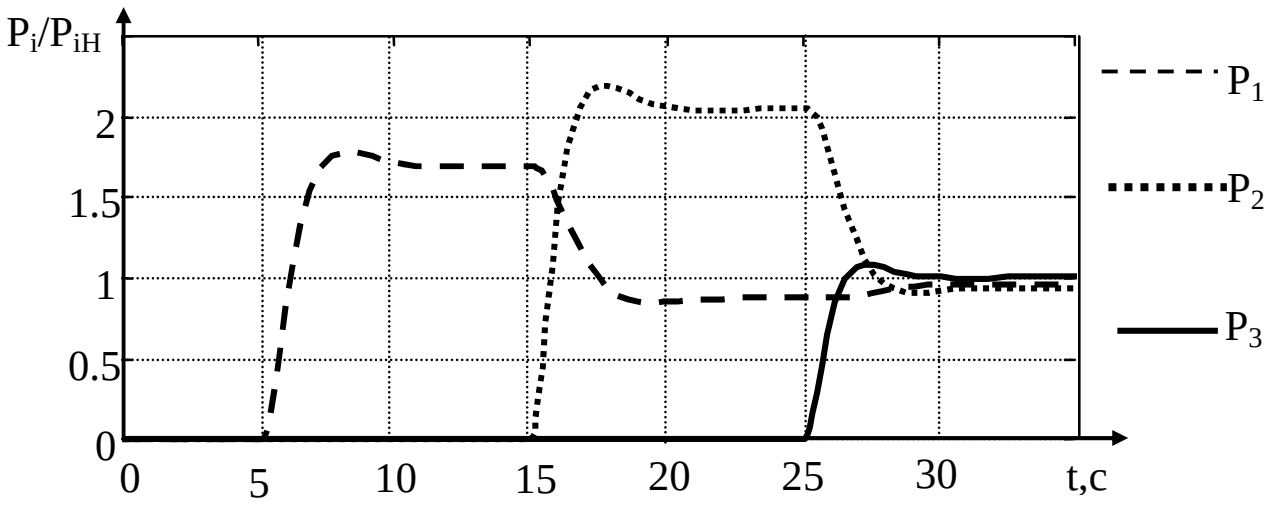


а)

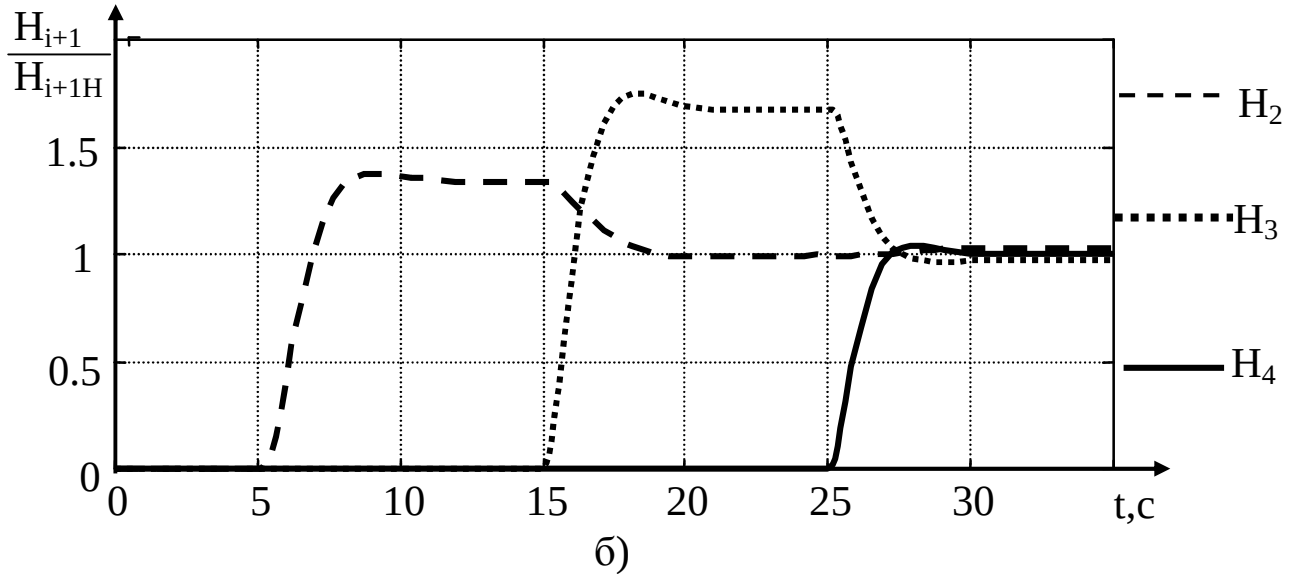


б)

Малюнок 3. – Моделювання процесу зниження продуктивності водовідливу на 50%.



а)



б)

Малюнок 4. – Моделювання послідовного пуску ступенів водовідливу.

При моделюванні динамічних процесів у триступінчастій водовідливній установці зроблені наступні допущення:

- § насосні агрегати і напірні трубопроводи ступіней водовідливу заповнені водою;
- § усі ступіні водовідливної установки мають технологічне устаткування з ідентичними характеристиками;

При експериментах досліджувались наступні режими роботи триступінчастого водовідливу:

1. Одночасний пуск і зупинка ступіней водовідливу на цілком відкриті керовані засувки (мал.2).
2. Пуск водовідливу на відкриті засувки і після запуску одночасне встановлення 50%-вої продуктивності (закривання керованої засувки на 50%) (мал.3).
3. Одночасний пуск насосів усіх ступіней на закриті засувки і послідовне відкривання засувок ступіней (мал.4).

На основі результатів моделювання триступінчастої водовідливної установки встановлено ряд особливостей динаміки об’єкту.

Перехідні процеси по керованих координатах мають аперіодичний характер. Перехідний процес на вході в трубопровід (координати P_1, P_2, P_3) має перерегулювання на відміну від перехідного процесу на виході трубопроводу (на вході в насос наступної ступіні) (координати H_2, H_3, H_4), що має вигляд аперіодичного процесу без перерегулювання (мал.2 – мал.3). Це можна пояснити впливом напірного трубопроводу, що “згладжує”, у розглянутому діапазоні частот (постійних

часу). Крім того, інерційність трубопроводу приводить до збільшення часу перехідного процесу по координатах H_2, H_3, H_4.

Найбільш несприятливі умови роботи для устаткування другої (середньої) ступіні водовідливу. Найбільш сприятливі умови роботи в устаткування третьої (останньої) ступіні (мал.2 – мал.4). Це пояснюється тим, що на середню ступінь впливають і попередня (перша) ступінь, і наступна (третя) ступінь. На першу і третю ступіні вплив виявляється тільки від одної ступіні.

Тривалість і характер перехідних процесів по керуванню через засувку і при пускові насосу на відкриту засувку однакові (мал.2, мал.3).

Аналіз результатів моделювання послідовного запуску ступіней водовідливу (мал.4) показує, що в цьому випадку відбувається помітне збільшення значень керованих координат у перехідних режимах. Так координата P_2 (напір на вході в трубопровід другої ступіні) досягає подвійного значення від номінального (мал.4). Найбільш несприятливі умови роботи також спостерігаються в устаткування середньої ступіні.

Висновки.

1. Багатоступінчаста водовідливна установка є багатозв'язним об'єктом керування.
2. Вплив різних ступіней одна на одну не однакове і залежить від місця розміщення ступіні в установці.
3. Перехідні процеси по всіх керованих координатах мають форму кривої аперіодичного процесу й аперіодичного процесу з перерегулюванням.
4. Результати моделювання дозволять вирішувати задачу побудови системи автоматичного керування шахтною багатоступінчастою водовідливною установкою з урахуванням отриманих динамічних процесів в об'єкті керування.

Список джерел.

1.Бессараб В.И., Федюн Р.В. Принципы моделирования динамических процессов в многоступенчатых водоотливных установках. Наукові праці ДонДТУ. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація, випуск 12. Донецьк: ДонДТУ, ТОВ “Лебідь” – 1999, с.33-40.

2.Бессараб В.И., Федюн Р.В. Динамическая модель многоступенчатого водоотлива угольных шахт. Наукові праці ДонДТУ. Серія: гірнича електромеханіка, випуск 16. Донецьк – 2000, с.19–25.

3.Тимошенко Г.М. Научные основы проектирования и эксплуатации насосных установок в переходных режимах. Киев; Донецк: Вища шк. Головное изд-во, 1986.- 127с.

4.Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов.– Л.: Энергоиздат. Ленинградское отделение, 1982.– 392с.