

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МНОГОСТУПЕНЧАТЫХ СИСТЕМАХ ВОДООТВЕДЕНИЯ

А.В. Фесенко

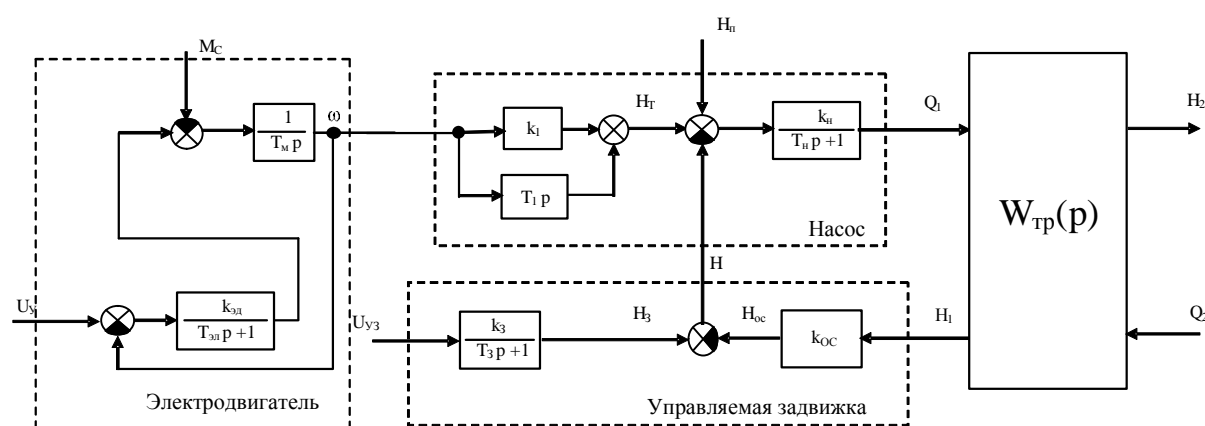
Р.В. Федюн

Донецкий национальный технический университет, Украина, 83000
г. Донецк, ул. Артема 58, e-mail: frv76@list.ru, Fesenko_Anton@mail.ru

Водоотливные установки являются одними из важнейших объектов шахт и рудников, автоматизация которых должна обеспечить максимальную надежность откачки воды из горных выработок. Необходимыми условиями надежной работы автоматической водоотливной установки является устойчивая работа насосных агрегатов в переходные и установившиеся периоды, надежная конструкция, хорошее состояние агрегатов, наличие водосборника достаточной вместимости. Общим недостатком всех существующих систем автоматического управления водоотливом (как прямым, так и ступенчатым) является то, что они не учитывают динамических свойств составных частей водоотливной установки и динамических процессов происходящих в них.

Задачей данной работы является разработка модели и сравнительный анализ динамики трехступенчатого водоотлива с последовательно соединенными насосами и с промежуточными водосборниками.

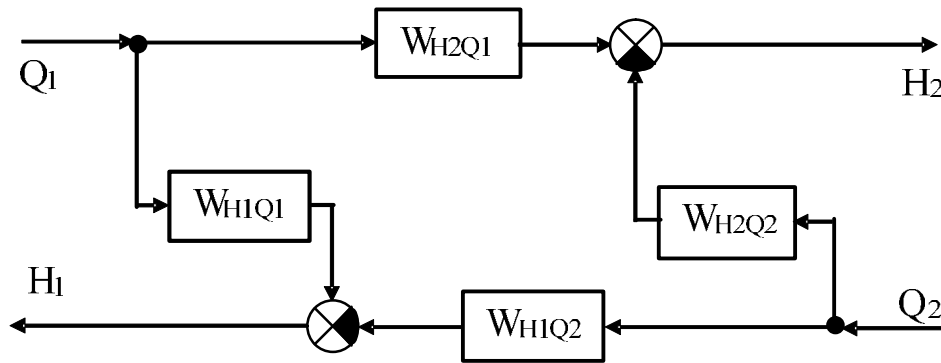
Одноступенчатую водоотливную установку можно представить в виде структурной схемы, приведенной на рис. 1 [1].



M – момент на валу электродвигателя; M_c – момент сопротивления; ω – угловая скорость двигателя; ω_y – частота управляющего напряжения; $k_{эд}$ – коэффициент передачи электродвигателя; $T_{эд}$ – постоянная времени электромагнитных процессов в электродвигателе; T_M – механическая постоянная времени; k_1 и T_1 – коэффициент передачи и постоянная времени насоса; k_3 и T_3 – коэффициент передачи и постоянная времени задвижки; k_{oc} коэффициент передачи безынерционного звена гидравлической обратной связи $W_{mp}(p)$ модель трубопровода.

Рисунок 1 - Модель ступени водоотлива в передаточных функциях

Структурная схема трубопровода $W_{mp}(p)$ представлена на рис. 2 [2].



$H_1(p)$, $Q_1(p)$, $H_2(p)$, $Q_2(p)$ - давление и расход в начале и конце трубопровода соответственно; $W(p)$ - динамические соотношения (передаточные функции) по соответствующим каналам (канал взаимосвязи определяется индексом).

Рисунок 2 – Структурная схема трубопровода ступени водоотлива

Передаточные функции модели трубопровода (рис.2) представляют собой апериодические звенья первого порядка [1]:

$$W(p) = \frac{k_i}{T_i p + 1}, \quad (1)$$

где k_i – коэффициент передачи трубопровода;

T_i – постоянная времени трубопровода по соответствующему каналу взаимосвязи.

Модель многоступенчатой водоотливной установки можно получить соединив требуемое количество моделей ступеней соответствующим образом с учетом всех связей. Схема водоотлива "насос в насос" предполагает жёсткую гидравлическую взаимосвязь между ступенями, что приводит к влиянию рабочих параметров одной ступени на параметры других ступеней. Наиболее подходящим пакетом программ для исследования, анализа и синтеза объектов и систем автоматического управления является MatLab. Пакет simulink предназначен для блочно-ориентированного моделирования различных объектов и систем управления.

Графики давления и расхода в начале и конце трубопровода приведены на рис. 3. Из графиков видно, что перерегулирование давления превышает 20%. Это может привести к разрыву трубопровода и выхода системы водоотведения из строя, что может привести к затоплению шахты. Таким образом, для данного объекта необходимо разработать систему автоматического управления, которая могла бы осуществлять управление водоотливной установкой как в установившихся (стационарных режимах) так и в переходных режимах.

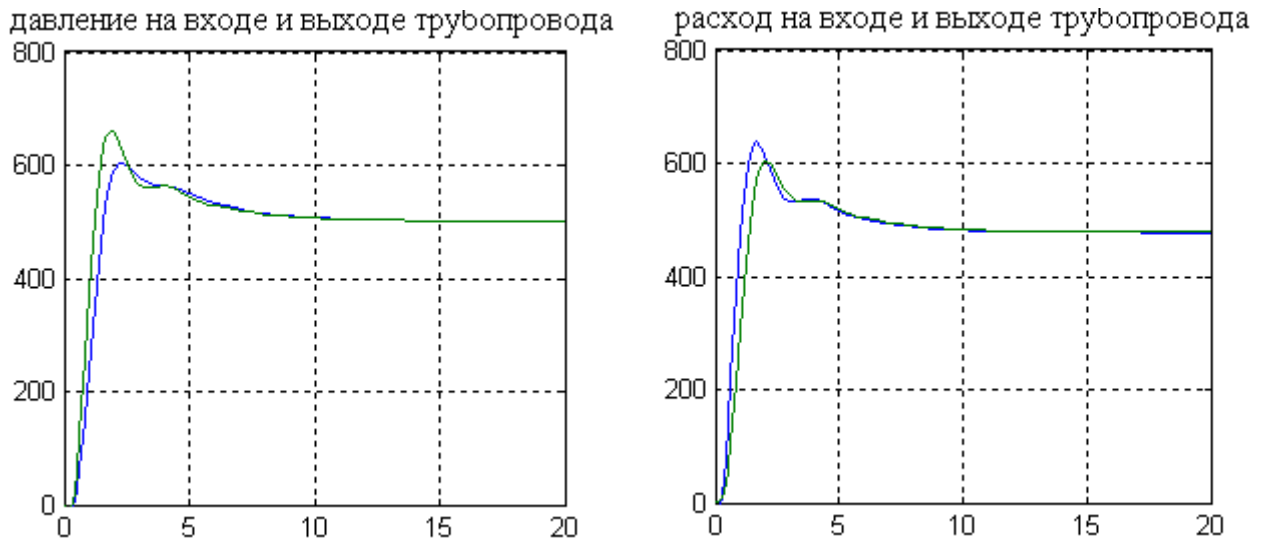


Рисунок 3 - Графики давления и расхода

Для ступенчатого водоотлива с промежуточными водосборниками интересно рассмотреть работу насосных установок и заполнение водосборников каждой ступени во времени. Модель ступени водоотлива приведена на рис. 4.

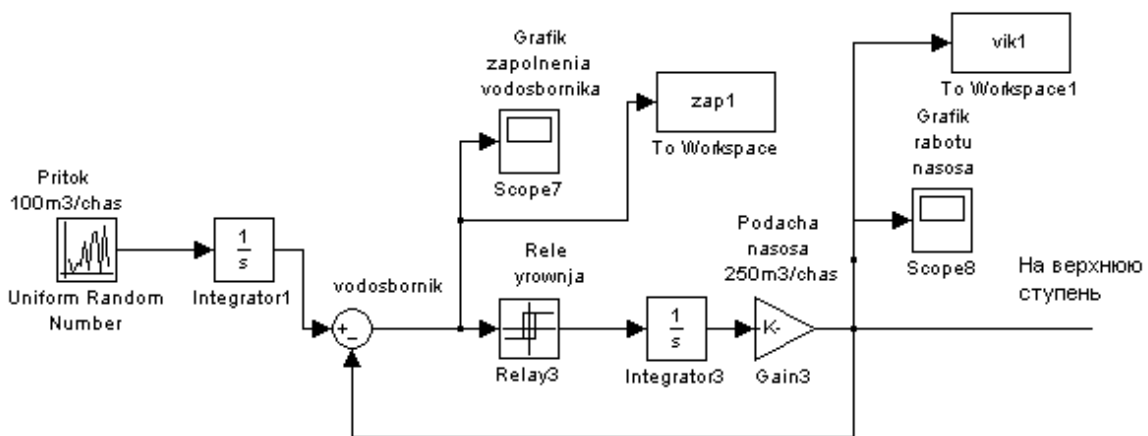


Рисунок 4 - Модель ступени водоотлива в simulink (схема с промежуточными водосборниками)

Приток моделируем с помощью генератора случайных чисел (нормальный закон распределения) и интегратора. Когда вода достигнет максимального уровня в водосборнике, срабатывает реле уровня, и насос начинает откачивать воду до тех пор, пока не откачает ее до нижнего уровня, потом он отключается и процесс повторяется заново. Количество откачанной воды моделируем с помощью интегратора и усилителя (коэффициент усиления равен подаче насоса), эту кривую вычитаем из кривой заполнения водосборника (отрицательная обратная связь), в результате чего получаем кривую выкачки воды из водосборника. Графики

заполнения водосборников и работы насосов приведены на рис. 5.

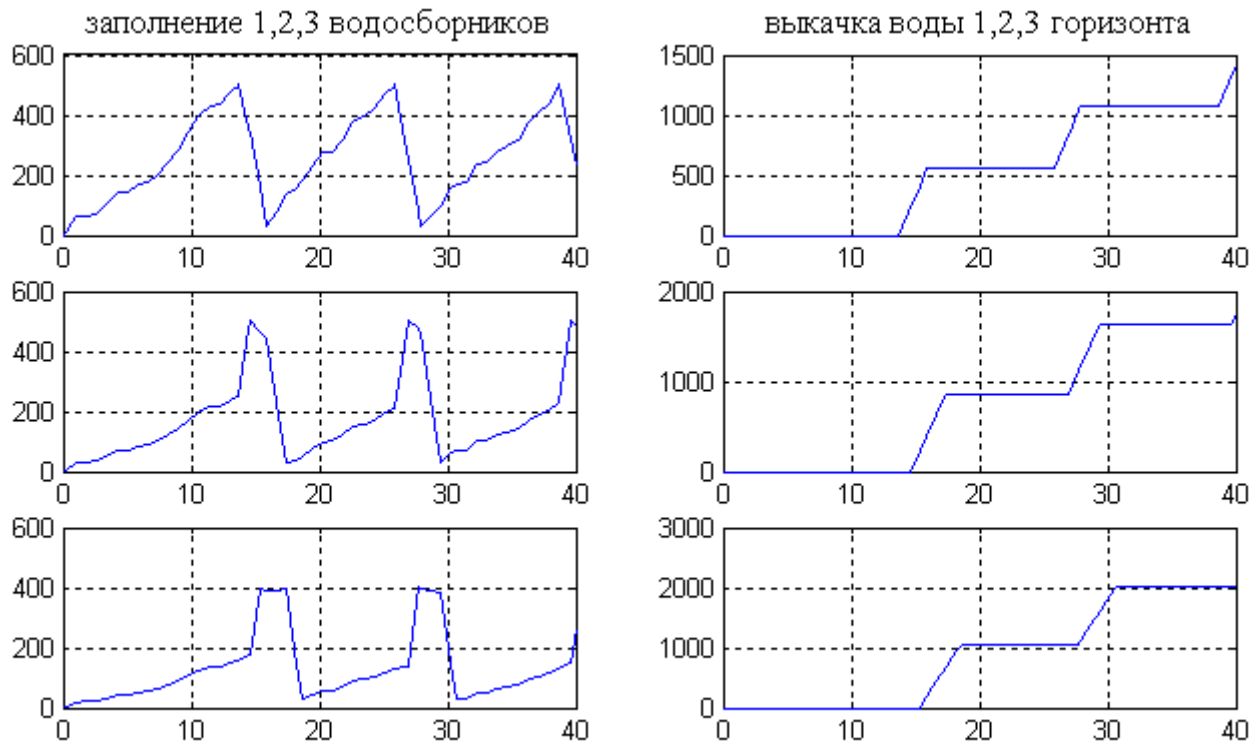


Рисунок 5 - Графики заполнения водосборников и работы насосов

Особенностью работы такой системы (рис.4) является то, что включение насоса на каждом горизонте происходит при заполнении водосборника до верхнего уровня.

В данной работе произведено моделирование динамики процесса водоотведения для многоступенчатого водоотлива с последовательно соединенными насосами и с промежуточными водосборниками. Можно сделать вывод, что более экономичной и перспективной является схема ступенчатого водоотлива "насос в насос". С точки зрения внепикового потребления электроэнергии водоотливом схема "насос в насос" не вызывает ни каких проблем, так как насосы всех горизонтов работают одновременно. Поэтому для этой технологической схемы водоотлива подходят все существующие разработки по внепиковому потреблению электроэнергии водоотливом.

Перечень ссылок

1. Тимошенко Г.М., Оверко В.М., Глатко Г.Н. Исследование переходного режима в главной шахтной водоотливной установке при отключении насоса. Республиканский межведомственный научно-технический сборник. Выпуск 52. Киев, Техника, 1979.– С. 75-81.
2. Чермак И., Петерка В., Заворка И. Динамика регулируемых систем в теплоэнергетике и химии. М.: Мир, 1972.– 624 с.