

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СЕТИ PROFIBUS НА ПОКАЗАТЕЛИ САУ МНОГОСТУПЕЧАТОЙ ВОДООТЛИВНОЙ УСТАНОВКОЙ УГОЛЬНОЙ ШАХТЫ**

**Гончаренко Е.В., студент; Федюн Р.В., ассистент.**  
*(Донецкий национальный технический университет,  
г. Донецк, Украина)*

Водоотлив глубоких шахт целесообразно осуществлять последовательно включенными насосами разных горизонтов - технологическая схема ступенчатого водоотлива "насос в насос". Многоступенчатая водоотливная установка относится к распределенным объектам управления. Устройство управления, измерительные средства (технологические датчики) и исполнительные механизмы объекта управления расположены на различных горизонтах водоотлива - рассредоточены в пространстве.

Рассредоточение в пространстве управляющего устройства, исполнительных механизмов и устройств измерения (технологических датчиков) при классических подходах приводит к необходимости использования большого количества линий связи между управляющим устройством и периферийным оборудованием.

Альтернативой описанной структуре системы управления, в которой каждый элемент имеет свою линию связи и подключается непосредственно к устройству управления является система управления, построенная на основе сетевых методов взаимодействия технических средств системы. В настоящее время в мире разработан отдельный класс локальных сетей, предназначенных для автоматизации технологических процессов. Это класс сетей имеет общее название: fieldbus - "полевая шина" [1]. К наиболее известным и применяемым в мире открытым полевым шинам относятся: CAN, LON, PROFIBUS, Interbus-S, FIP, ControlNet, Foundation Fieldbus, DeviceNET, ASI, HART, MicroLAN, и некоторые другие [1]. На основании анализа особенностей данных полевых шин можно сделать вывод, что наиболее подходящей при автоматизации многоступенчатой водоотливной установки является полевая шина Profibus. Немаловажным преимуществом данной шины перед другими является наличие протокола

PROFIBUS-PA, предназначенного для работы во взрывоопасной среде. При использовании сети Profibus для построения системы управления водоотливом возникают следующие вопросы в связи с наличием временных задержек по каналам управления и измерения: во-первых, будет ли достаточно времени, чтобы выполнить все необходимые вычисления и обмен информацией, предписываемые алгоритмом управления; во-вторых, как повлияют временные задержки на параметры замкнутой системы управления.

Разработанная модель протокола Profibus позволяет определять временные характеристики процессов обмена данными при различных скоростях передачи и количестве узлов в сети. Из анализа результатов моделирования можно сделать следующий вывод: временные задержки, вносимые в систему управления сетью Profibus, позволяют выполнить все необходимые вычисления и обмен информацией, предписываемые алгоритмом управления: время цикла управления  $T_y$  меньше времени дискретизации системы управления  $T$ .

Аналитическое решение задачи управления с учетом запаздываний в объекте управления достаточно широко проработано в литературе [2]. Сущность методов синтеза систем управления с учетом запаздывания сводится к введению в векторно-матричную модель объекта управления дополнительных переменных состояния, которые характеризуют динамические свойства объекта с учетом запаздывания по каналам измерения и управления:

$$\begin{aligned}\bar{x}(kT + 1) &= \Phi_d \bar{x}(kT - d_1) + \mathbf{H}_d \bar{u}(kT - d_2), \\ \bar{y}(kT) &= \mathbf{C} \bar{x}(kT).\end{aligned}\quad (1)$$

где  $\bar{x}(t)$  - вектор состояния;  $\bar{y}(t)$  - вектор выхода;  $\bar{u}(t)$  - вектор входа;  $\Phi_d$  - матрица динамики объекта управления с учетом запаздываний в каналах измерения;  $\mathbf{H}_d$  - матрица входа объекта с учетом запаздываний в каналах управления;  $\mathbf{C}$  - матрица выхода объекта;  $d_1$  - величина запаздывания в каналах измерения;  $d_2$  - величина запаздывания в каналах управления.

Способ введения запаздывания (по входу или выходу) зависит от технологической структуры реального объекта управления. В рассматриваемой системе автоматического управления многоступенчатым водоотливом присутствует запаздывание на входе и на выходе объекта управления.

Оценка влияния длительности цикла управления  $T_y$  на изменение динамических показателей системы выполнено согласно следующей методике:

- пересчитана модель дискретной системы с новым периодом дискретности  $T$ , равным циклу управления  $T_y$ ;
- введены новые матрицы динамики  $\Phi_d$  и управления  $H_d$ , учитывающие наличие дополнительных переменных состояния, согласно выражению (1);
- с использованием методики и разработанных программных средств построения переходных процессов в дискретной системе [3] получены переходные процессы в системе управления;
- относительное отклонение полученных переходных процессов от процессов для "идеальной" системы [3] при тех же параметрах модели динамики с учетом запаздывания в каналах исследования в диапазоне изменения  $T_y / T = 0.1 - 0.4$ .

В результате моделирования переходных процессов в замкнутой системе управления с учетом запаздываний, вносимых сетью Profibus установлено, что относительное отклонение переходных процессов в системе с запаздыванием от переходных процессов в "идеальной" системе [3] не превышает 10% в приведенном диапазоне изменения  $T_y / T$ . Таким образом, можно сделать вывод, что сеть Profibus с позиции ее скоростных характеристик не является ограничивающим звеном в системе автоматического управления многоступенчатой водоотливной установкой угольной шахты.

#### Перечень ссылок

1. Звягинцев А.М., Красников А.Л., Курносков Н.М., Долинин И.В., Скрыпников С.Н. Полевые шины "FIELD BUS" – новая перспектива в автоматизации управления технологическими процессами // Датчики и системы. - 1999. - №7-8. - С. 61 - 73.
2. Изерман Р. Цифровые системы управления. – М.: "Мир", 1984. – 541.
3. Бессараб В.И., Федюк Р.В. Оптимальное управление многоступенчатым водоотливом шахт. Труды Одесского политехнического университета: Научный и производственно-практический сборник по техническим и естественным наукам. - Одесса, 2001.- Вып. 3(15). - с.198 - 203.