

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ШАХТНОЙ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКОЙ

В рамках освоения наиболее доступных месторождений полезных ископаемых шахты и рудники вынуждены рассматривать все более глубокие горизонты. В то же время для сохранения производительности подъемные установки должны иметь высокую скорость движения подъемных сосудов и их большую грузоподъемность.

ВВЕДЕНИЕ

Шахтная подъемная установка (ШПУ) представляет собой сложную механическую систему, состоящую из ряда концентрированных масс: сосудов, органов навивки, зубчатых передач, двигателей, шкивов, соединенных упругими элементами: канатами, валопроводами, пружинными муфтами. Автоматизированная система управления ШПУ предназначена для решения на современном уровне задач повышения эффективности и безопасности его работы наземного расположения. Решение этих задач делится на следующие составляющие:

- непрерывный контроль всех параметров безопасности ШПУ;
- повышение качества контроля параметров и оперативности срабатывания защит от недопустимых режимов работы;
- повышение надёжности работы ШПУ;
- постоянный мониторинг ситуации и обеспечение условий для своевременного принятия предупредительных и защитных мер по обеспечению безопасной работы ШПУ;
- регистрация, хранение и автоматизированное воспроизведение исторической информации о работе установки в необходимый период времени, разработка и реализация рациональных управленческих решений по результатам ее анализа.

Основными функциями автоматизированной системы управления ШПУ являются контроль движения, защита от недопустимых режимов работы, выдача команд движения, запись текущих данных, визуализация текущей и накопленной информации о режимах работы и параметрах ШПУ. Создаваемая система автоматизации должна представлять собой современную информационно-управляющую систему, иметь многоуровневую структуру и строиться на основе высоконадежных унифицированных аппаратно-программных средств.

I. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ

Автоматизированная система управления ШПУ включает в свой состав:

- модуль управления ШПУ (ПЛК);
- модуль управления защит, стволовой сигнализации и связи;

- модуль управления электроприводом;
- модуль управления насосов подачи масла;
- модуль тормозного управления;
- телекоммуникационное оборудование;
- пульт управления ШПУ.

По принципу построения АСУ будет оснащаться двухуровневой распределенной сетевой структурой.

- нулевой уровень – средства сбора информации, в котором различные модули управлений систем будут передавать информацию о состоянии в двухканальный модуль управления ПЛК, где будет производиться обработка информации в режиме реального времени;

- первый уровень – АРМ машиниста и пункт управления ШПУ.

Вся структура связана локальной сетью между собой.

Часть системы, от которой зависит работа ограничений по скорости, путевые и прочие блокировки и защиты, а также контроль работы и воздействие на тормозную систему, выполнено двухканальной. С этой целью система управления имеет два канала «А» и «Б» с независимым контролем состояний от датчиков и независимым воздействием на предохранительное торможение в случае несовпадения данных по каналам.

Часть системы, от которой зависит контроль и управления вспомогательным оборудованием, ввод/вывод сигналов пульта управления машиниста, выполнено одноканальной. Датчики и исполнительные органы соответствующего оборудования подключены к каналу «А». Каждый из каналов реализован на базе программируемого контроллера и станций распределенного ввода-вывода.

Функционально АСУ состоит из следующих подсистем:

- контроля движения и защит;
- регистрации и отображение информации;
- автоматизированного управления.

Работу подсистемы контроля движения и защиты обеспечивает модуль системы управления ПЛК и датчики контроля параметров безопасности, которые входят как в состав системы, так и в состав оборудования ШПУ.

Работа подсистемы регистрации и отображения информации обеспечивается двумя рабочими станциями пульта управления ПУШПМ.

Работу подсистемы автоматизированного управления гарантирует пульт управления ПУШПМ и модуль управления ПЛК, а также средства отбора информации о параметрах и состоянии оборудования.

Для организации управления (пуск/стоп), связь с частотным преобразователем осуществляется по физическим линиям связи.

Пульт управления ПУШПМ построен на базе специального типового кресла-пульта, на подлокотниках-опорах которого размещены два манипулятора (джойстика), набор кнопок управления оборудованием и переключателей цепей управления оборудованием, а на специальных поворотных стойках установлены две рабочие станции, в виде панельных компьютеров с мониторами.

Обработка и отображение информации осуществляется в соответствии с прикладными программами, функционирующими в среде SCADA-системы и обеспечивающими отображение текущих значений параметров и сообщений на мониторах рабочих станций ПУШПМ и АРМ машиниста в форме видеокладов общего и детализированного обзора, а также сохранение их в базу данных.

Входы контроллеров связаны с выходами манипуляторов (джойстиков) и других элементов управления ПУШПМ, а также со средствами отбора технологической информации. Источниками такой информации могут быть, преобразователи тока в главных цепях и обмотках возбуждения или в роторе электродвигателя, датчики напряжения на наружном и распределительном электрошите, датчики давления воздуха и масла, датчики температуры масла и подшипников, либо имеющиеся в составе ШПУ. На рисунке 1 представлена структурная схема системы.

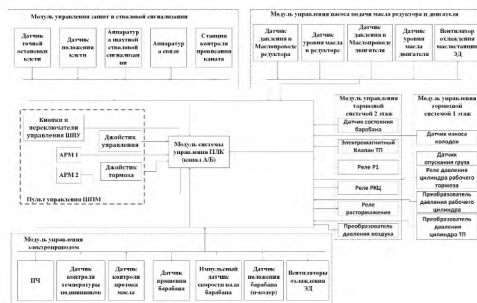


Рис. 1 – Структурная схема системы управления

Модуль системы управления ПЛК включает в себя:

- программируемый логический контроллер (дублированный);
- необходимые коммуникационные процессоры;

– модули быстрого счета и позиционирования;

– устройства молниезащиты информационных линий связи;

– станции распределенного ввода вывода;

– источники питания 24 В постоянного тока;

– автоматические выключатели защиты линий питания;

– специализированные модули.

Модули тормозной системы включают в себя:

– станции распределенного ввода вывода;

– автоматические выключатели защиты линий питания;

– комплект коммутационной аппаратуры;

– источники питания 24 В постоянного тока.

Модули управления подачи масла включают в себя:

– станции распределенного ввода вывода;

– автоматические выключатели защиты линий питания;

– комплект коммутационной аппаратуры;

– источники питания 24 В постоянного тока.

Для более точного позиционирования клетки дополнительно установлены датчик точной остановки клетки и датчик положения клетки.

Комплект электрооборудования машины обеспечивает заданную производительность подъемной установки и возможность управления в требуемых режимах. Регулируемый привод на основе интеллектуальных преобразователей частоты обеспечивает высокую готовность, плавный и динамичный пуск клетевой машины, заданную скорость спуска/подъема клетки при минимальном потреблении электроэнергии, эффективное торможение клетки, обеспечение защиты оборудования. Для этого устанавливаются:

- датчик вращения барабана;
- датчик скорости вала барабана;
- датчик положения барабана;

Электродвигатель – короткозамкнутый специальный с двумя обмотками асинхронный среднего напряжения (напряжение питания 690 В), имеющий систему охлаждения, обеспечивающую длительную работу на низких оборотах.

II. СИСТЕМНЫЕ РАСЧЕТЫ

Для удовлетворения ориентировочной максимальной скорости подъема необходима скорость вращения барабана составит:

$$n_b = \frac{60V_{max}(cp)}{\pi D} = 7.64$$

Принимаем редуктор с передаточным отношением $i = 10,54$.

Найдем скорость вращения приводного двигателя по формуле:

$$n_{dv} = n_b \cdot i = 7.64 \cdot 10.54 = 80.56$$

Выбираем стандартную скорость вращения асинхронного двигателя $n_c = 80,56$ об/мин.

Тогда действительное значение максимальной скорости подъема составит:

$$V_{max} = \frac{\pi D n_{ac}}{60i} = \frac{3.14 \cdot 5 \cdot 80.56}{60 \cdot 10.54} = 2.001$$

м/с.

Ориентировочную мощность приводного двигателя находим из выражения:

$$P_{op} = 10^{-3} \frac{\varepsilon k Q q V_{max}}{\eta} = 1567$$

кВт,

$k = 1,15$ – коэффициент шахтных сопротивлений;

Номинальный вращающий момент на валу:

$$M_H = \frac{P_{dv}}{n_{op}} = 19764H \cdot m,$$

Пусковой вращающий момент двигателя:

$$M_p = 1.7 \cdot M_H = 33599H \cdot m,$$

Максимальный вращающий момент:

$$M_{max} = 2.7 \cdot M_H = 53363H \cdot m$$

Для определения необходимой номинальной мощности тормозного резистора следует подробнее рассмотреть рабочий цикл привода без противовеса (рисунок 2). Заштрихованные площади на рисунке 2 соответствуют торможению в генераторном режиме. Продолжительность включения тормозного резистора рассчитывается по базовой продолжительности рабочего цикла. При расчете следует учитывать, что данная мощность зависит от текущих скорости и ускорения привода, а поэтому ее изменение зависит от конкретного участка профиля скорости. Так участки 1 и 5 на рисунке 2 характеризуют период разгона нагрузки до основной скорости движения. Участки 2 и 6 – период, в котором перемещение осуществляется с постоянной скоростью. Участки 3 и 7 – мощность, необходимая

для перехода с основной скорости движения на скорость установки уровня. Участки 4 и 8 – период, в котором происходит движение со скоростью установки уровня и последующее (при получении сигнала с соответствующего датчика перехода) торможения вплоть до полной остановки.

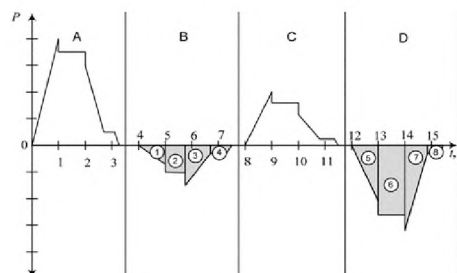


Рис. 2 – Рабочий цикл системы без противовеса: А – с грузом вверх; В – без груза вниз; С – без груза вверх; D – с грузом вниз

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для обеспечения дальнейшего повышения эффективности работы и уровня безопасности эксплуатации ШПУ в данной системе, необходимо создание и внедрение современной системы автоматизации, которая предусматривают применение информационно-управляющих систем нового поколения.

1. Бежок В.Р., Дворников В.И., Манец И.Г., Пристром В.А. Шахтный подъем: Научно-производственное издание. Под общ. ред. Б. А. Грядущего, В. А. Корсуна. - Донецк: ООО «Юго-Восток, Лтд», 2007.
2. Крупник Л.А., Граф А.Ю. Шахтные стационарные установки, Алматы, 1998.
3. Комиссарчик В. Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие (Издание второе) – Тверской государственный технический университет, Тверь, 2001, 248с.
4. Марков, А. В. Элементы и устройства систем управления: практ. для студ. спец. 1-53 01 07 «Информационные технологии и управление в технических системах». В 2-х ч. Ч. 1 / А. В. Марков, А. С. Шмарловский. – Минск : БГУИР, 2010. – 102 с.: ил.

Жаксымылж Куаныш Жаксыбайұлы, студент кафедры систем управления БГУИР, kuanysh.zhk@gmail.com.

Научный руководитель: Городко Сергей Иванович, старший преподаватель кафедры систем управления БГУИР, gorodko@bsuir.by.