

Министерство высшего и среднего специального образования
РСФСР

Ленинградский ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горный институт
им. Г.В.Плеханова

В.А.Гардзиш
Э.А.Кальм
Е.С.Кричевский

АВТОМАТИЗАЦИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА
НА ОТКРЫТЫХ И ПОДЗЕМНЫХ РАБОТАХ

Учебное пособие

Ленинград
1981

УДК [622.271+272:668,52.011,56] (075.80)

В учебном пособии освещены перспективные направления автоматизации и контроля современного горного производства на подземных и открытых работах. Рассмотрена серийная аппаратура и новые разработки в области автоматизации процессов бурения и экскавации, транспортирования горной массы, стационарных объектов, проветривания горных выработок, технологического комплекса поверхности, а также оперативного учета работы оборудования и управления горным производством. Кратко затронуты вопросы надежности, экономической эффективности и техники безопасности.

Учебное пособие предназначено для студентов специальностей 0634 „Электрификация и автоматизация горных работ“, 0606 „Горные машины и комплексы“, 0202 „Технология и комплексная механизация подземной разработки месторождений полезных ископаемых“, 0209 „Технология и комплексная механизация открытой разработки месторождений полезных ископаемых“.

Научный редактор проф. Е.С.Кричевский

Темплан 1981 г.,
под. 686

© Ленинградский горный
институт им.Г.В.Плеханова,
1981 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Подготовка горных инженеров-электриков по специальности "Электрификация и автоматизация горных работ" осуществляется по нескольким специализациям, учебный план которых предусматривает изучение таких родственных, но не подменяющих друг друга, дисциплин как "Системы автоматизации и контроля на открытых горных работах", "Системы автоматизации и контроля на подземных горных работах" и "Системы автоматизации и контроля горнообогатительного производства". Для своеобразной специфики технологии подземных и открытых горных работ созданы и разрабатываются различные виды механизации, электрификации и автоматизации, предназначенные для решения задач, связанных с выемкой полезного ископаемого и его транспортированием, а также с проветриванием, водоотливом, управлением и контролем функционирования горного предприятия.

В настоящем учебном пособии, в отличие от существующих, в соответствии с программами перечисленных дисциплин совместно рассматриваются принципы автоматизации, их схемная реализация как на подземных, так и на открытых горных работах. Пособие позволит будущим специалистам соответствующих специализаций самостоятельно ознакомиться с вопросами автоматизации на различных горных работах.

Главы 1, 4 и 5 написаны В.А.Гардзишем; 2, 7 — Е.С.Кричевским; 3, 6 — Э.А.Кальмом. Авторы с благодарностью примут все критические замечания и пожелания.

Глава I. АВТОМАТИЗАЦИЯ БУРОВЫХ СТАНКОВ И ОДНОКОВШОВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ

I. Общие сведения, задачи и направления автоматизации

На открытых горных работах для бурения взрывных скважин применяются следующие разновидности буровых станков: враща-

тельного бурения шарошечными долотами (СБШ) с очисткой скважины воздухом (шарошечного бурения) и резцовыми коронками (СБР) с очисткой скважины шнеком (шнекового бурения); ударно-вращательного бурения (СБУ) погружными пневмоударниками с очисткой скважины воздухом (пневмоударного бурения); ударно-канатного бурения (СБК) с очисткой скважины желонкой; термического бурения (СБО) реактивными горелками с очисткой скважины парогазом (огневого бурения).

Целесообразность автоматизации буровых станков определяется возможностью обеспечения и поддержания наибольшей скорости бурения с учетом выполнения всех вспомогательных операций. В зависимости от разновидностей буровых станков их автоматизация развивается по следующим направлениям: 1) автоматизация процесса бурения; 2) автоматизация вспомогательных операций при бурении; 3) автоматизация контроля и учета работы станка.

От сочетания регулируемых параметров процесса бурения зависит его эффективность. При вращательном бурении основными параметрами являются частота вращения бурового инструмента и осевая нагрузка на забой скважины, при ударно-вращательном бурении - частота ударов пневмоударника, а при термическом (огневом) бурении - высота горелки над забоем, температура, развиваемая в нем этой горелкой, скорость подачи и частота вращения снаряда. От каждого из перечисленных параметров и их сочетания зависит производительность бурения.

Зависимости рациональных значений параметров режима и скорости бурения от сопротивляемости горных пород разрушению, интегрально оцениваемой показателем f , приближенно могут быть выражены формулами

$$n_p = \frac{a_n}{f}; \quad (1)$$

$$P_p = a_p f; \quad (2)$$

$$v_p = \frac{a_v}{f}; \quad (3)$$

где n_p , F_p , v_p — рациональные, соответственно, частота вращения долота, осевая нагрузка на долото и скорость бурения; f — коэффициент крепости породы по шкале М.М.Протодьяконова; a_n , a_p , a_v — постоянные величины для данного станка и других заданных условий.

Автоматизация основных вспомогательных операций — перехвата и наращивания штанг, горизонтирования станка, наклона мачты — позволяет более оперативно управлять и обслуживать буровые станки. Станки шарошечного бурения в настоящее время являются наиболее автоматизированными.

Технико-экономические показатели бурения взрывных скважин в значительной степени определяются выбором режимов бурения в зависимости от физико-механических свойств буримых пород, типа и состояния бурового инструмента. Автоматизация процесса бурения позволяет повысить среднюю скорость бурения на 10–20 % и стойкость бурового инструмента на 35–40 %, а также снизить удельный расход электроэнергии на 15–20 %.

В настоящее время на открытых горных работах для осуществления процесса выемки и погрузки горной массы на транспортные средства широко применяются экскаваторы циклического (драглайны, механические лопаты) и непрерывного (роторные, многочерпаковые) действия. Повышение производительности экскаваторов связано с совершенствованием их конструкции, автоматизации, контроля и управления.

Задачами автоматизации экскаваторов циклического действия являются: автоматическая защита механизмов и машин от перегрузок и аварий; автоматическое регулирование процесса черпания, обеспечивающее оптимальное использование мощности электроприводов при максимально возможном заполнении ковша; автоматическое управление транспортированием ковша, что освобождает машиниста от большого количества ручных операций и тем самым существенно уменьшает его утомляемость; программное автоматическое управление экскаватором, обеспечивающее как повышение производительности и увеличение надежности ма-

шины, так и ведение горных работ с оптимальными технологическими параметрами; автоматизация контроля и учета работы, позволяющая оценивать качество и количество выполненной экскаватором работы, способствовать повышению коэффициента их использования и выявлению резервов повышения производительности экскаваторных бригад.

2. Системы автоматизации и контроля буровых станков

Автоматизация процесса бурения скважин регулирует параметры процесса таким образом, чтобы при любой крепости буримых пород достигались наиболее эффективная в данных условиях скорость бурения, наибольшая производительность станка и выполнение объема бурения в заданный срок.

Институтами НИИОГР и Северо-Кавказским филиалом ВНИКИ ЦМА разработана система автоматизации процесса бурения для шарошечных станков БСШ-2М и 2СБШ-200, которая обеспечивает автоматическое регулирование частоты вращения бурового инструмента прямо пропорционально, а осевого усилия на забой обратно пропорционально скорости бурения. Машинист может визуально

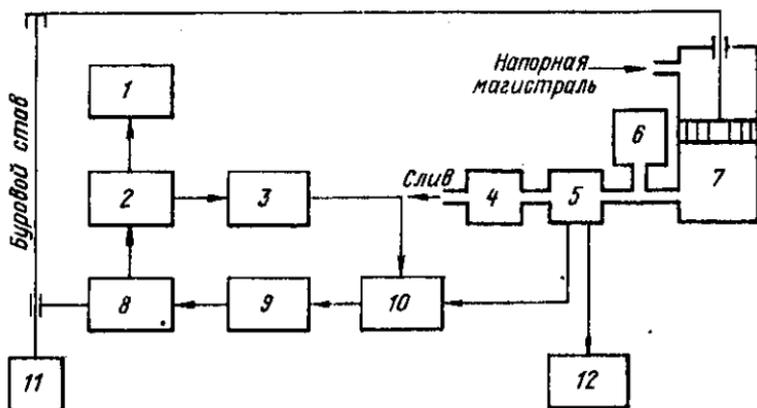


Рис.1. Структурная схема системы автоматизации процесса бурения

контролировать скорость бурения, осевое усилие на забой и частоту вращения бурового инструмента.

Структурная схема системы представлена на рис. I. В систему входят: регулятор осевого усилия 5; датчик скорости бурения 4; промежуточный усилитель IO; преобразователь напряжения 9; датчик частоты вращения 2; измерительный блок 3; приборы визуального контроля осевого усилия 6, скорости бурения I2 и частоты вращения бурового инструмента I.

Регулятор осевого усилия на буровой инструмент II представляет собой гидродроссель, установленный в сливной магистрали гидроцилиндра 7 напорного механизма.

Датчик скорости бурения 4 состоит из аксиально-поршневого гидродвигателя, установленного на сливной магистрали после датчика осевого усилия 6. Вал гидродвигателя связан при помощи эластичной втулочно-пальцевой муфты с валом тахогенератора.

В качестве промежуточного усилителя на станках БСШ-2М используется электромашинный усилитель ЗМУ-12А, имеющий четыре обмотки управления, а на станках 2СБШ-200 - магнитный усилитель с шестью обмотками управления.

Двигатель 8 механизма вращения бурового става питается от преобразователя напряжения 9. На станках БСШ-2М применен генератор постоянного тока П-92, на станках 2СБШ-200 - магнитный усилитель УСО-2В в комплекте с трехфазным измерительным мостом.

Датчик частоты вращения 2 - это тахометрический регулируемый четырехплечий мост, включенный в силовую цепь преобразователя напряжения 9 и двигателя 8. К датчику 2 подключен прибор I визуального контроля частоты вращения бурового става, кроме того, он осуществляет жесткую обратную связь по частоте вращения двигателя 8 для улучшения динамических характеристик привода.

Измерительный блок 3, обеспечивающий устойчивую работу привода, представляет собой динамический мост, измеряющий ди-

намическую составляющую напряжения обмотки возбуждения преобразователя 9.

Визуальный контроль осевого усилия обеспечивается манометром, отградуированным в тоннах. В качестве приборов I и I2 визуального контроля частоты вращения бурового става и скорости бурения используются вольтметры, отградуированные соответственно в метрах в минуту и оборотах в минуту.

Система работает следующим образом. При автоматическом регулировании осевой нагрузки регулятор осевого усилия 5 устанавливает на соответствующее буримой породе деление, предварительно определяемое экспериментально по оптимальному режиму бурения. Тем самым в сливную магистраль напорного механизма вводится постоянное сопротивление, и скорость бурения определяется сопротивляемостью породы. Чем мягче порода, тем выше скорость бурения и больше сопротивление на сливе, следовательно меньше усилие на забой, и наоборот. При изменении скорости бурения изменяется выходной сигнал датчика 4, а значит и сигнал промежуточного усилителя IO, напряжение на выходе преобразователя 9 и частота вращения двигателя 8. С увеличением скорости бурения частота вращения бурового инструмента возрастает и наоборот. Диапазон регулирования осевого усилия от 0 до 250 кН, а частоты вращения инструмента — от 30 до 300 об/мин. Система обеспечивает увеличение производительности станка на IO-I2 % и стойкости долот на 35-40 %.

Система автоматического регулирования процесса бурения „Режим-2НМ“, разработанная Северо-Кавказским филиалом СКБ ВНИКИ Цветметавтоматика и НИИОГР, обеспечивает регулирование осевого усилия и частоты вращения бурового инструмента в пределах оптимального режима бурения, а также работу в ограниченных режимах при возникновении недопустимых перегрузок двигателя механизма вращения, вибраций бурового става и при зашламовывании буровой скважины.

Структурная схема системы показана на рис.2. В систему входят: привод механизма вращения бурового инструмента; ре-

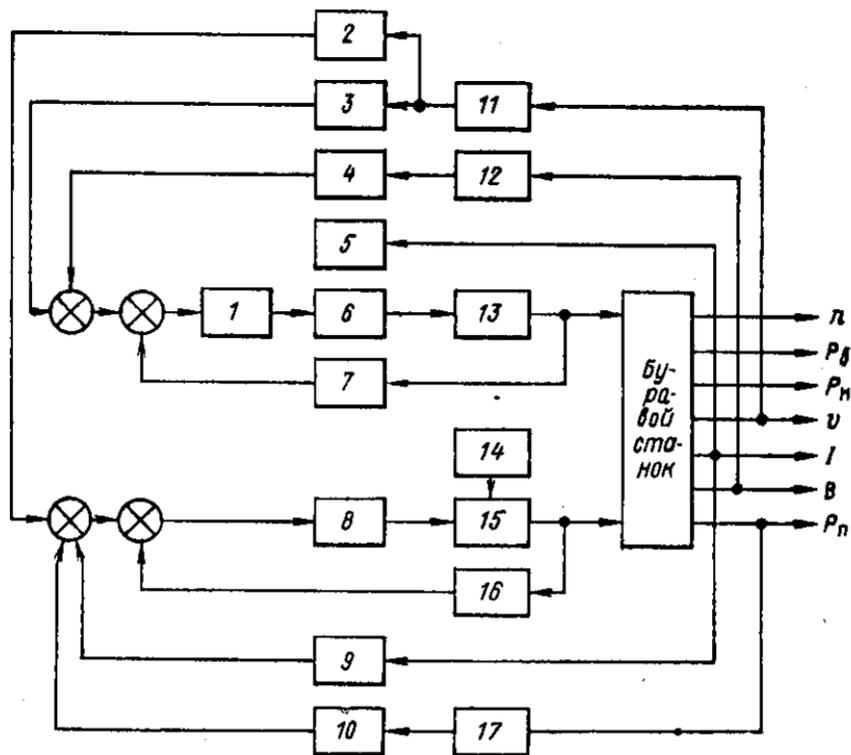


Рис.2. Структурная схема системы „Режим-2НМ“

P_D и P_H - давление, соответственно, в верхней и нижней полостях гидросистемы подачи; I - ток якоря вращателя; B - вибрация; $P_{П}$ - давление воздуха в пневмосистеме очистки скважины от буровой мелочи; v - скорость подачи; n - частота вращения бурового става

гулятор частоты вращения бурового инструмента; регулятор осевой нагрузки на долото; устройство защиты по максимально допустимому току якоря двигателя механизма вращения бурового става; устройство защиты от вибраций бурового става; устройство защиты от зашламовывания буровой скважины.

Привод механизма вращения бурового инструмента осуществляется по системе силовой магнитный усилитель - двигатель постоянного тока I3 (СМУ-Д) с промежуточным магнитным усилителем I. Для улучшения динамических характеристик привода предусмотрена жесткая обратная отрицательная связь по э.д.с. двигателя I3, которая осуществляется блоком обратной связи 7.

Регулятор частоты вращения бурового инструмента состоит из датчика скорости бурения II, измеряющего скорость линейного перемещения механизма подачи, нелинейного преобразователя 2 и масштабного блока 3. Регулятор осевой нагрузки на долото состоит из регулятора давления масла I5 в гидросистеме подачи, питающейся от маслонасоса I4, датчика осевой нагрузки I6 и усилителя 8.

Устройство защиты по максимально допустимому току якоря двигателя механизма вращения бурового става состоит из блоков 9 и 5, связанных с регуляторами соответственно осевой нагрузки и частоты вращения.

Устройство защиты от вибраций бурового става состоит из датчика вибрации I2 и усилителя 4, связанного с регулятором частоты вращения.

Устройство защиты от зашламовывания буровой скважины состоит из датчика давления воздуха в пневмосистеме I7 и масштабного блока I0, связанного с регулятором осевой нагрузки.

Схема функционирует следующим образом. Электрический сигнал, снимаемый с датчика скорости бурения II, поступает на нелинейный преобразователь 2 и масштабный блок 3. Преобразованный сигнал с преобразователя 2 подается на вход усилителя 8 регулятора осевой нагрузки, а с масштабного блока 3 - на вход регулятора частоты вращения. При уменьшении скорости бурения соответственно уменьшаются выходные сигналы нелинейного преобразователя 2 и масштабного блока 3. Это приводит к увеличению выходного сигнала усилителя 8 (сигнал с преобразователя 2 имеет знак, обратный сигналу датчика осевой нагрузки I6) и к уменьшению выходного сигнала промежуточного масштабного

го усилителя I. При этом осевое усилие на забой увеличивается, а частота вращения бурового инструмента уменьшается.

Кроме регулирования параметров режима бурения, система осуществляет их ограничение при недопустимых перегрузке двигателя вращателя и вибрациях станка, а также при зашламовывании скважины.

При увеличении нагрузки двигателя вращателя сверх номинальной срабатывают блоки 9 и 5 устройства защиты по максимально допустимому току якоря двигателя, которые соответственно выдают сигналы на регуляторы осевой нагрузки и частоты вращения. Последние уменьшают осевую нагрузку и частоту вращения до тех пор, пока нагрузка двигателя не станет номинальной.

В случае увеличения вибраций бурового става сверх допустимых срабатывает датчик вибрации I2, сигнал которого поступает на промежуточный магнитный усилитель I. В результате частота вращения бурового става снижается, и вибрации уменьшаются.

Зшламовывание скважины приводит к повышению давления в пневмосистеме и срабатыванию датчика давления воздуха I7, сигнал которого поступает на регулятор осевой нагрузки. Осевая нагрузка при этом уменьшается, соответственно снижается скорость бурения, что дает возможность ликвидировать образовавшуюся в скважине пробку.

Диапазон регулирования осевой нагрузки от 0 до 300 кН. Диапазон регулирования частоты вращения от 30 до 250 об/мин. Система обеспечивает повышение скорости проходки на 20-40 % при снижении удельной энергоемкости на 20-50 % и соответствующее снижение себестоимости бурения на 10-15 %.

Для бурения взрывных скважин в твердых породах все чаще применяются станки огневого бурения. Их производительность определяют такие параметры, как расход топлива и окислителя (кислород, воздух) в единицу времени, давление в камере сгорания, скорость подачи и частота вращения термобура, расстояние от горелки до забоя скважины. Наибольшая скорость бурения достигается при близких к оптимальным значениям частоты вращения термобура и расстояния от горелки до забоя.

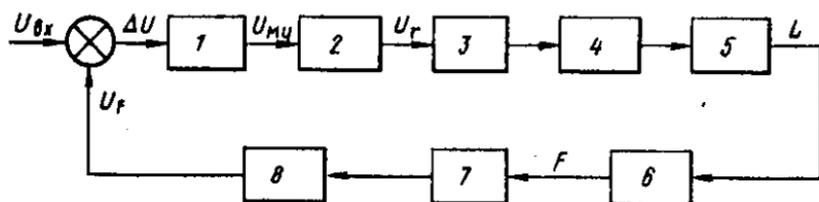


Рис.3. Структурная схема системы управления приводом подачи термобура: 1 - магнитный усилитель; 2 - генератор постоянного тока; 3 - двигатель привода подачи; 4 - механизм подачи; 5 - буровой инструмент; 6 - забой скважины; 7 - магнитоанізотропный датчик усилия в подвеске бурового инструмента; 8 - электронный усилитель; $U_{вх}$ - входной сигнал, пропорциональный требуемому расстоянию между горелкой и забоем скважины; $U_{ф}$ - сигнал обратной связи, пропорциональный усилию в подвеске; ΔU - рассогласование; $U_{му}$ - напряжение на выходе магнитного усилителя; $U_{г}$ - напряжение генератора; L - перемещение термобура; F - усилие в подвеске

Создание систем автоматизации процесса огневого бурения ведется в направлении экстремального регулирования, а также более простых следящих систем подачи термобура. Расстояние от горелки до забоя скважины, определяющее эффективность бурения, может быть определено косвенно по усилию, действующему на подвеску бурового инструмента и зависящему от противодействия между горелкой и забоем. Усилие в подвеске используется в качестве регулируемого параметра в системе управления приводом подачи бурового инструмента. Такая система была разработана в Криворожском горнорудном институте (рис.3) и испытана на станке СБО-1М в условиях ЮГОКа. Она повысила производительность станка на 8 % при одновременном снижении расхода электроэнергии, компонентов топлива и материалов.

3. Системы автоматизации и контроля одноковшовых экскаваторов

Одноковшовые экскаваторы - весьма динамичные машины. Машинист за один цикл (20-60 с) выполняет 12-18 операций, совершая до 60-90 движений в минуту. Ручное управление экскаватором при мгновенных изменениях условий работы затрудняет эффектив-

ное ведение процесса, уменьшает производительность машины.

Длительность рабочего цикла одноковшового экскаватора может быть значительно сокращена, а производительность увеличена при автоматизации управления. В настоящее время работы ведутся в области создания автоматического управления процессом черпания и процессом поворота экскаватора к месту разгрузки и обратно.

Для создания условий, обеспечивающих правильную отработку стружки, необходимо сочетать соответствующим образом движения напора и подъема ковша экскаватора (прямая лопата), сохраняя при этом постоянство оптимального угла резания. В начале черпания ковш погружается в горную массу на максимальной скорости напора. Толщина стружки увеличивается до значения, соответствующего полной загрузке двигателя подъема. Ток статора возрастает. При превышении заданной величины тока напорный двигатель автоматически реверсируется. Регулятор поддерживает постоянное значение тока двигателя подъема, близкое к значению тока отсечки, чем обеспечивается наименьшая длительность процесса.

Аппарат контроля производительности АКП-I, разработанный институтом "Автоматуглерудпром", предназначен для автоматического контроля числа груженых ковшей экскаваторов-драглайнов.

Основные технические данные АКП-I приведены ниже:

Воспроизведение результата счета ковшей	Цифровое
Изменение уставки контрольной массы от максимальной массы груженого ковша, %	40-80
Напряжение питания, В	380
Величина входных сигналов аппарата:	
от цепей привода подъема, мВ	0-0,75
от цепей привода тяги, мВ	0-0,75
от цепей привода вращения, В	0,5-6,0

В аппарате АКП-I используется принцип определения массы ковша с грузом по величине тока в цепи привода подъема (рис. 4). Аппарат АКП-I состоит из магнитных усилителей М1, М2, М3, яв-

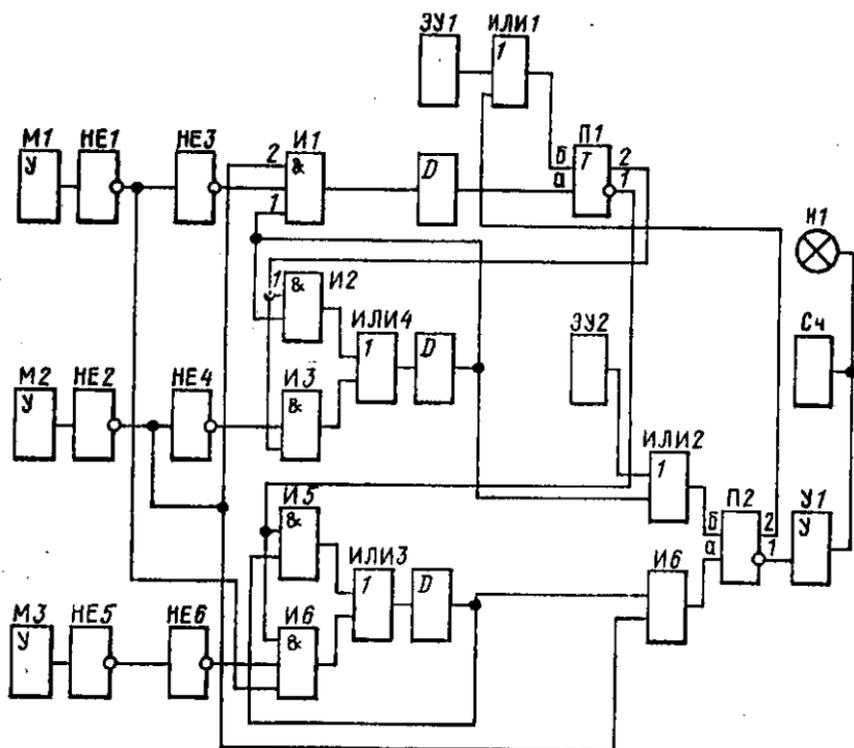


Рис.4. Структурная схема аппарата АКП-1

ляющихся датчиками тока приводов подъема, тяги и вращения; элементов задержки В1, В2 и В3; элементов памяти П1 и П2; схем совпадения И1-И6; схем разделения ИЛИ1-ИЛИ4; инверторов НЕ1-НЕ6, элементов установки ЗУ1 и ЗУ2; выходного усилителя У1; электромеханического счетчика С4 и сигнальной лампы Н1.

При включении напряжения питания аппарата элементы памяти П1 и П2 устанавливаются элементами ЗУ1 и ЗУ2 в состояние, при котором на выходах I сигнал отсутствует. При этом лампа Н1 и счетчик обесточены.

За начало цикла работы экскаватора и аппарата принят момент загрузки ковша, сопровождаемый значительным увеличением тока в цепи привода тяги и срабатыванием магнитного усилителя М2. Через промежуток времени, зависящий от установки, на выходе элемента задержки В2 появится сигнал, который самоблокирует элемент В2 с помощью элементов И2 и ИЛИ4 и поступает на первый выход схемы совпадения И1. При уменьшении тока в приводе тяги сигнал на выходе элемента задержки В2 продолжает удерживаться благодаря блокировке, и на выходе элемента НЕ2 появляется сигнал, поступающий на второй вход схемы совпадения И1.

При подъеме груженого ковша сигнал с магнитного усилителя М1 через инверторы НЕ1 и НЕ3 поступает на третий вход схемы совпадения И1, которая выдает сигнал на элемент задержки В1. Через установленный промежуток времени элемента В1 срабатывает элемент памяти П1 по входу α , фиксируя груженный ковш. При этом на выходе 2 элемента памяти П1 сигнал исчезает, снимая блокировку элемента задержки В2 (через элементы И2 и ИЛИ4), а сигнал на выходе 1 появляется, подготавливая к срабатыванию схемы совпадения И4 и И5. Схема И4 срабатывает после разгрузки ковша и начала поворота стрелы. Через установленное время поворота стрелы появляется сигнал на выходе элемента задержки В3, который самоблокируется через элементы И5 и ИЛИ3 и воздействует на один из входов элемента И6.

При отсутствии сигнала с выхода усилителя М2 элемент И6 переключает в противоположное состояние элемент памяти П2; взводится счетчик С4 и загорается сигнальная лампа Н1. Сигнал с элемента П2 через элемент ИЛИ1 возвращает в исходное состояние элемент П1, который через И5 снимает блокировку с элемента задержки В3 и подготавливает включение элемента В2.

При начале цикла экскавации срабатывает элемент В2, сигнал которого снимает память с элемента П2, счетчик увеличивает показание и загорается сигнальная лампа Н1.

Глава 2. АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНВЕЙЕРНОГО ТРАНСПОРТА

1. Задачи автоматизации

Автоматизация конвейерных линий заключается в обеспечении с помощью общей системы управления необходимых блокировок, защит и контроля за работой с пункта управления. Для участков линий допускается управление и контроль с пункта загрузки конвейеров. При автоматизации конвейерных линий сокращается численность обслуживающего персонала, с помощью электрических блокировок и защит исключается возможность завалов неработающих конвейеров во время пуска линии или аварийного отключения, устраняются броски тока при запуске линии, снижается аварийность и повышается безопасность труда.

Для автоматизации и дистанционного управления конвейерами применяются различные реле и датчики, контролирующие состояние конвейеров — целостность конвейерных лент и их расположение относительно роликоопор конвейеров, состояние и натяжение скребковых цепей, скорость движения рабочих органов, температуру приводных и натяжных барабанов, заштыбовки мест перегрузки и др.

С помощью этих средств автоматизации, как правило объединенных общей схемой в комплекты аппаратуры, комплексно решаются вопросы управления, защиты и контроля работы отдельных конвейеров и конвейерных линий. Для разветвленной конвейерной линии предусматривается возможность дистанционного выбора и раздельного пуска и отключения каждого маршрута.

Системой управления и контроля обеспечивается автоматическая подача перед пуском каждого конвейера звуковой предупредительной сигнализации по трассе запускаемого маршрута, автоматическое включение каждого конвейера в линии после установления номинальной скорости движения рабочего органа предыдущим конвейером и автоматический контроль скорости, причем последовательный пуск конвейеров происходит в порядке, обратном направлению грузопотока. Предусматривается также возмож-

ность оперативного отключения конвейерной линии или ее маршрута с пульта управления с автоматическим возвратом схемы в исходное состояние и подготовкой ее к новому пуску.

При срабатывании защит, снижении или превышении скорости, сходе ленты в сторону, заштыбовке мест перегрузки, неисправности цепей управления и контроля происходит автоматическое аварийное отключение привода каждого конвейера. При аварийном отключении конвейера, как и при экстренной остановке с любой точки его трассы, автоматически отключаются все конвейеры, транспортирующие груз на остановившийся конвейер.

Вдоль конвейерной линии обеспечивается двусторонняя оперативная сигнализации и связь.

2. Средства контроля и защиты

Ниже рассмотрены назначение и конструкция некоторых специальных аппаратов и устройств автоматизации конвейерных линий.

1. Магнитоиндукционные датчики ДМ-2 и ДМ-2М служат для контроля скорости и целостности цепи шахтных одноцепных скребковых конвейеров. Принцип действия основан на возбуждении в катушке переменной э.д.с. при прохождении над зазором сердечника ферромагнитного тела. В магнитную цепь сердечника введен постоянный магнит. Амплитуда и частота индуцируемой э.д.с. пропорциональны скорости движения цепи.

2. Тахогенераторный датчик скорости УПДС — десятиполюсный генератор однофазного переменного тока. Э.д.с. пропорциональна скорости движения ленты. Датчик устанавливается у приводной головки конвейера между рабочей и холостой ветвями ленты, ролик прижимается к холостой ветви ленты и приводится ею во вращение.

3. Датчики заштыбовки. Иногда для контроля заштыбовки применяют взрывобезопасные выключатели ВВ-6П, снабженные педалью отключения, при заштыбовке на эту педаль воздействует штыб. В местах пересилки груза с конвейера на конвейер конт-

роль заштыбовки осуществляют датчиком ДЭИ-2, чувствительным элементом которого служит посеребренный шар. При заштыбовке датчик наклоняется, при наклоне на Π - Π^0 шар, перемещаясь, замыкает электрическую цепь.

4. Датчик контроля охода ленты с роликоопор КСЛ-2 позволяет контролировать сход ленты в пределах 60-70 мм. Лента воздействует на гибкий привод, который, изгибаясь, перемещает кольцевой магнит, воздействующий на магнитоуправляемый контакт.

5. Аппаратура контроля обрыва цепей двухцепных конвейеров. Основным аппаратом является КДК, на вход блока контроля которого подаются сигналы от двух датчиков ДМ-2М. При нормальной работе сигналы датчиков синфазны, в выходной цепи КДК сигнал отсутствует. При обрыве любой тяговой цепи возникает перекоос скребков (около 10 градусов), сигналы датчиков расходятся по фазе, в выходной цепи формируется управляющий сигнал, отключающий аварийный конвейер.

6. Аппаратура контроля пробуксовки ленты. Основным аппаратом является КПК, работающий с двумя датчиками УПДС, один из которых связан с лентой, а другой с приводным барабаном. Сигналы этих датчиков сравниваются компаратором по частоте. При заданном рассогласовании частот (скоростей) на выходе устройства появляется управляющий сигнал.

7. Аппаратура контроля температуры ленты АКТЛ-1 контролирует нагрев приводного барабана с целью защиты ленты от возгорания при пробуксовке. В комплект аппаратуры входят ферритовый датчик температуры, генератор переменного напряжения частотой 20 кГц для питания термодатчика, подвижный и неподвижный токосъемники. Неподвижные токосъемники установлены на раме конвейера или на корпусе подшипника, подвижный - на валу барабана, термодатчик монтируется в обечайке барабана. Принцип работы аппарата АКТЛ-1 основан на том, что при нагреве до 65 °С магнитная проницаемость ферритового сердечника термодатчика резко уменьшается, в результате чего уровень сигнала на выходной обмотке его скачкообразно снижает-

ся, и исполнительное реле воздействует на цепи управления и сигнализации. Повторное включение конвейера возможно после снижения температуры барабана на 5-7 °С.

8. Устройство профилактического контроля состояния тросовой основы лент магистральных конвейеров. Аппаратура УКЦТ-1 позволяет определить состояние тросовой основы в движущейся ленте и точно определить место повреждения в неподвижной ленте. Аппаратура состоит из намагничивающего устройства, магнитомодуляционных датчиков и электронного блока. Намагничивающее устройство намагничивает тросовую основу до насыщения в продольном направлении, а магнитомодуляционный датчик ММД-1 фиксирует возникающее в месте повреждения изменение напряженности внешнего магнитного поля и вызывает срабатывание выходного реле. Если после остановки конвейера вместо ММД-1 подключить датчик ММД-2, то это позволит определить точное место повреждения. Усовершенствованной модификацией УКЦТ-1 является аппаратура УКПЛ-1, которая имеет возможность регистрировать самописцем показания датчика ММД-1.

9. Аппаратура для автоматического орошения горной массы в пунктах перегрузки горной массы с конвейера на конвейер. Применяют для этой цели аппарат АО-3, состоящий из датчика наличия материала, релейного блока и электромагнитного водяного крана. Под воздействием горной массы тяга датчика отключается и через релейный блок включает электромагнитный кран, подающий воду к форсункам орошения.

3. Типовая аппаратура автоматизации конвейерных линий

Рассмотрим работу комплектов автоматизации подземных конвейерных линий. Наиболее широкое применение нашла аппаратура АУК-ЮТМ-68. Она обеспечивает выполнение основных технических требований, изложенных выше. В комплект этой аппаратуры входят: пульт управления, пульт-указатель, блок концевого реле БКР, блоки управления конвейерами, датчики ДМ-2 и УПДС-2, взрывобезопасные сирены, кабель-тросовые выключатели, датчики

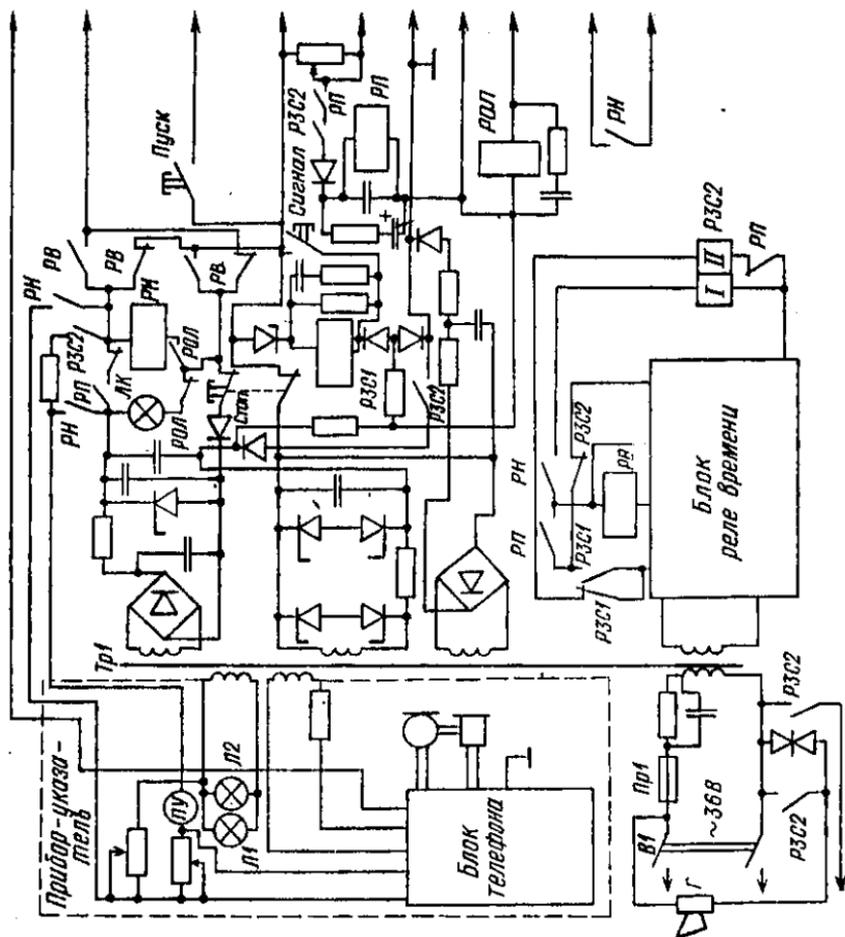


Рис. 5. Электрическая принципиальная схема пульты управления конвейерной лентой

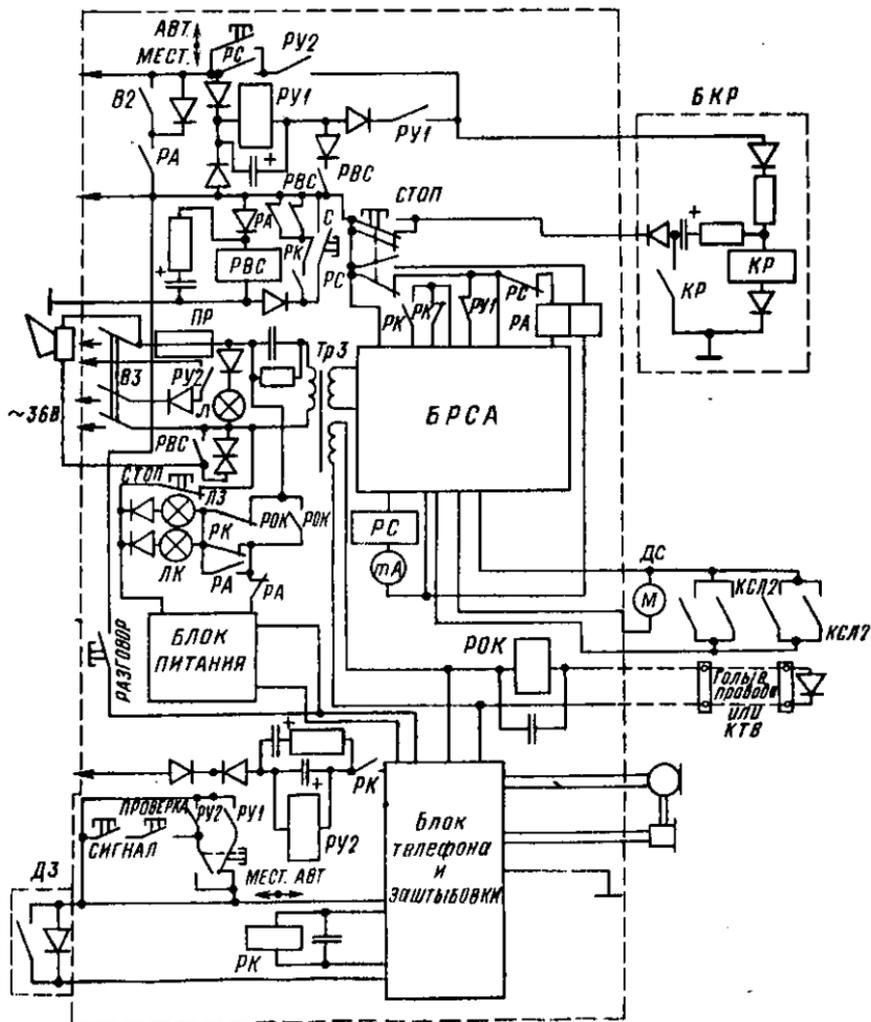


Рис.6. Электрическая принципиальная схема блока управления конвейерной линией

заштибовки ДЗ и телефонные трубки. Блок БКР служит для сигнализации окончания процесса пуска конвейерной линии и устанавливается на блоке управления последнего конвейера линии. Принципиальная схема пульта управления приведена на рис.5, а принципиальная схема блока управления — на рис.6.

Пуск линии осуществляют кратковременным нажатием кнопки «Пуск» на пульте управления. Срабатывание реле РП приводит к последовательному включению реле РН, РЭС2, РВС. Реле РП и РН, самоблокируясь, остаются включенными: РП — до окончания пуска линии, а РН — все время нормальной работы линии. Включение названных выше реле обеспечивает подачу питания в цепи управления, подачу звукового сигнала о предстоящем пуске вдоль всей линии.

Отсчет предпусковой выдержки времени начинается с момента срабатывания реле РЭС2 и ведется с помощью реле РВ. Через 5–8 с, в течение которых по линии подается пусковой сигнал, срабатывает реле времени РВ, и в линию управления (I–2) подается сигнал в виде напряжения пусковой полярности. Поступление этого напряжения в блок первого конвейера вызывает срабатывание реле РУ1, и первый конвейер запускается. После разгона конвейера до рабочей скорости блоки реле скорости и аварии БРСА передают сигнал пусковой полярности на запуск следующего конвейера линии и т.д. Блок БРС аналогичен по устройству реле скорости РСА.

Сигнал реле скорости РС последнего конвейера через реле КР концевого блока БКП поступает по линии на пульт управления и отключает реле РЭС1, что приводит к отключению реле РЭС2 и РВ. Этим прекращается подача предупредительной звуковой сигнализации, и реле РУ1 переходит на централизованное питание напряжением рабочей полярности через контакты скорости РС. В связи с изменением режима питания происходит отключение реле КР блока БКР, реле РЭС1 снова включается, но при этом РЭС2 не срабатывает, так как цепь включения обмотки I этого реле блокируется контактом отключившегося реле РП.

Пуск линии может быть прерван нажатием кнопки „Сигнал” на пульте управления. Это приводит к отключению реле РЭСІ, переключению цепи питания реле линии управления с пусковой полярности на рабочую. Включенными остаются только те конвейеры, которые успели запуститься до нажатия кнопки „Сигнал”.

Остановка конвейерной линии с пульта управления осуществляется нажатием кнопки „Стоп”, что снимает питание с реле РН, РЭСІ и РУІ.

Нажатие кнопки „Стоп” на блоке управления конвейером приводит к его остановке и остановке всех конвейеров, подающих груз на остановившийся конвейер.

Контроль режима пуска, а также контроль за скоростью транспортирующего органа осуществляется блоком БРСА. При аварийной остановке на блоке управления загорается сигнальная лампа ЛК, и по всей линии подается прерывистый звуковой сигнал. Это достигается за счет работы реле РЭСІ в режиме пульспары.

Повторный запуск может быть произведен после устранения аварии и, дополнительно, нажатием соответствующей кнопки „Стоп” для снятия реле РА с магнитной фиксации.

При заштыбовках срабатывает датчик заштыбовки ДЗ, и в блоке управления через некоторый временной интервал реле РК отключит цепь управления РУЗ и этим отключится часть линии, транспортирующая горную массу к месту заштыбовки. Выдержка времени необходима для того, чтобы предотвратить ложные отключения линии при падении одиночных крупных кусков.

Экстренная остановка линии осуществляется замыканием двух голых проводов І-2, протянутых вдоль всей линии. Такое замыкание в любой точке приводит к отключению реле РН, которое в свою очередь разрывает цепь питания реле РУІ блоков управления. Если для экстренной остановки используются не голые провода, а трос, протянутый вдоль линии и кабель-тросовые выключатели, то применяются реле РОІ и РОК, установленные соответственно в пульте и блоках управления.

Аппаратура АУК-ЮТМ-68 обеспечивает также кодовую двухстороннюю оперативную звуковую сигнализацию путем нажатия

кнопок „Сигнал“, имеющих на пульте и в блоках управления. Информация кодируется длительностью и числом сигналов. Для линий большей протяженности требуется дополнительная аппаратура сигнализации, что обеспечивается дополнительными блоками сигнализации БС. Они же могут обеспечивать и телефонную связь.

Универсальной и наиболее совершенной аппаратурой автоматизации конвейерных линий является аппаратура „ЦИКЛ“. Эта аппаратура пригодна для автоматизации линий, в состав которых входят конвейеры любого типа, включая конвейеры с автоматическими натяжными станциями для транспортировки грузов и людей по горизонтальным и наклонным выработкам. Аппаратура „ЦИКЛ“ отвечает всем техническим требованиям, изложенным в начале главы и, кроме того, обеспечивает:

1) наложение тормозов при экстренной остановке конвейера в случае недопустимого повышения скорости или проезда человеком места схода (для грузоподъемных конвейеров);

2) аварийную остановку при перегреве приводных барабанов или масла в турбомуфтах;

3) предупредительную звуковую и световую сигнализацию у места схода людей с ленты;

4) невозможность пуска конвейера в режиме „Люди“ при отсутствии или неисправности сбрасывающего щитка;

5) двухстороннюю телефонную связь между пультом управления и местами установки генератор-сигнала и линейных усилителей;

6) световую сигнализацию на блоке управления конвейером с расшифровкой причин остановки конвейера (затянувшийся пуск, снижение скорости работающего или тягового органа, сход ленты, заштыбовка, аварийная остановка, неисправность привода, неисправность сбрасывающего щитка, перегрев барабанов или масла в турбомуфтах);

7) световую индикацию на пульте управления нормальной работы каждого маршрута (или состояния каждого конвейера);

8) звуковую и световую сигнализацию аварийной остановки с указанием номера аварийного конвейера и причин аварии (см. п. 5).

В комплект аппаратуры „ЦИКЛ“ входят: пульт управления ПУ с источником питания ИП-1, блоки управления конвейерами БУК с источником питания ИП-2, линейные блоки ЛБ, генераторы сигналов ГС, линейные усилители ЛУ, динамики ГОГРДБ-ИГАС, микрофоны МТ, аппаратура автоматических натяжных станций АУН, кабель-тросовые выключатели КТВ-2, датчики заштыбовки ДЭШ-2, датчики схода ленты КСЛ-2, датчики скорости ленты УПДС-2 и цепи ДМ-2, аппарат контроля двухцепных конвейеров КДК-2, реле скорости ленты УКСЛ-1, аппаратура автоматизации орошения АО-3, контактные манометры ЭКМ-1. Принципиальная схема пульта управления представлена на рис.7.

В аппаратуре для передачи команд на пуск маршрутов, для селективной телефонной связи, запроса информации о состоянии любого конвейера использован принцип телемеханической передачи сигналов по телефонному кабелю с полярным уплотнением сигналов и кодовой селекцией.

При пуске линии выбирают маршрут переключателем В4. При этом на табло высвечивается номер маршрута. Затем кнопкой „Пуск“ (Кн4) производится переключение пускового триггера, открывающего транзистор Т18, что сопровождается посылкой в маршрутный и общемаршрутный провода, идущие к линейному блоку хвостового конвейера, однополярного пускового сигнала. Сигнал „Пуск“ транслируется на линейный блок следующего конвейера (по направлению, обратному грузопотоку). Окончание пуска маршрута сигнализируется напряжением обратной полярности в маршрутном и общемаршрутном проводах. На пульте управления сигнал обратной полярности запирает транзистор Т19 и отпирает Т24, индикатор переходит на ровное горение.

Для оперативной остановки маршрута переключатель В4 переводят в положение, соответствующее номеру маршрута, и нажимается кнопка „Стоп“ (Кн2), что приводит к переключению пускового триггера, запирающему транзистора Т18 и прекращению подачи пускового сигнала на линейный блок хвостового конвейера этого маршрута.

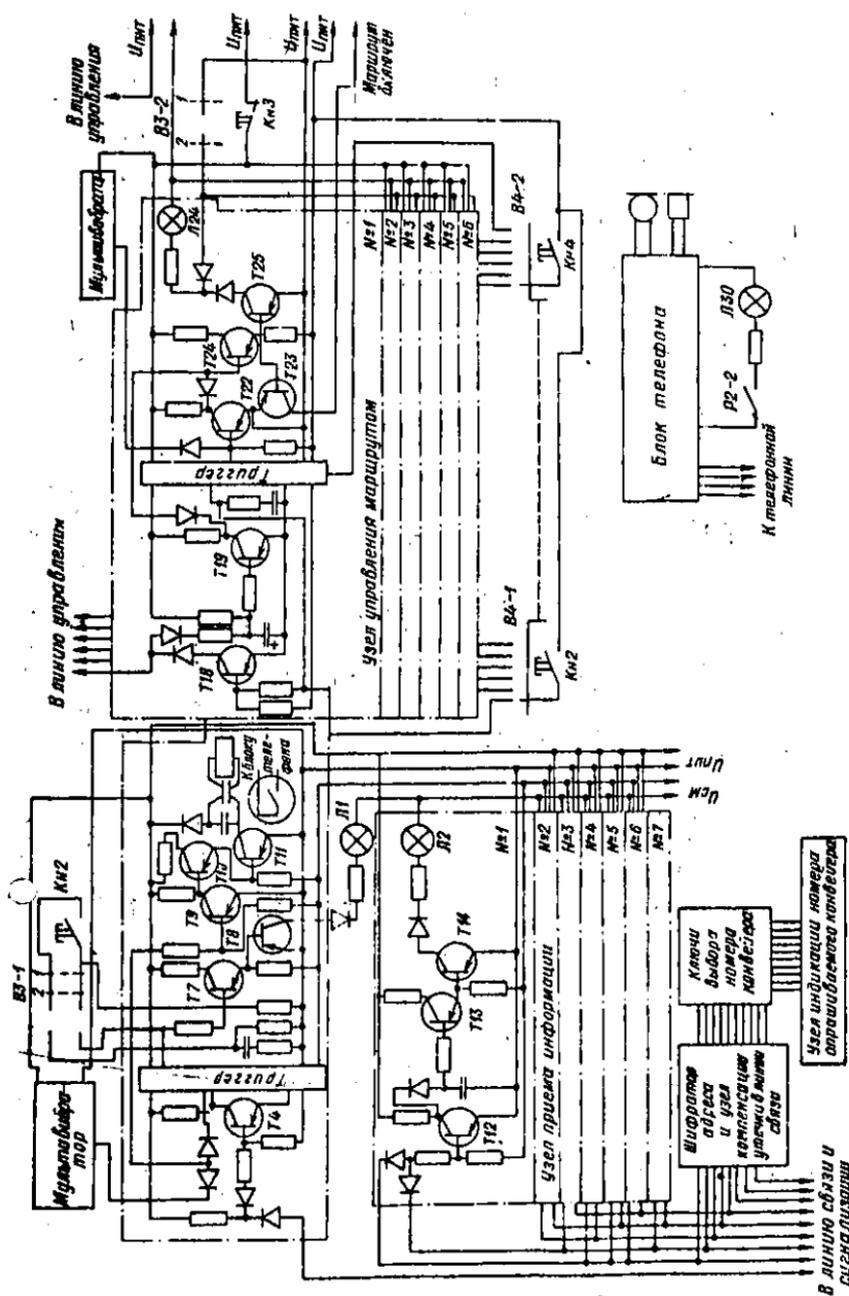


Рис. 7. Электрическая принципиальная схема пульта управления с паратуры „ЦИКЛ“

В линию связи и сигнализации

Оперативная остановка линии осуществляется нажатием кнопки «Стоп» (КнЗ), что обеспечивает снятие коллекторного питания со всех узлов управления маршрутами, далее прекращается подача пусковых сигналов одновременно по всем маршрутам.

Блоки управления связаны с датчиками, контролирующими работу конвейеров и подающими сигналы на отключение в аварийных режимах. Эти сигналы запоминаются в блоках управления, что предотвращает повторный пуск в аварийных режимах.

У конвейеров линии, оборудованных автоматическими натяжными станциями, автоматика работает по такой программе; перед включением устанавливается предпусковое натяжение ленты, затем после разгона натяжение несколько снижается и автоматически удерживается в течение всего периода работы.

Предпусковой сигнал выдается с помощью генераторов сигналов и через линейные усилители воспроизводится динамиками. Аварийная остановка производится деблокировкой реле скорости в блоке управления аварийного конвейера. При этом последовательно останавливаются все конвейеры, подававшие на него горючую массу. Одновременно прекращается подача с подлавного линейного блока этого маршрута сигнала «Маршрут включен», а в линейном блоке аварийного конвейера формируется сигнал аварии и передается на пульт управления. Аварийный сигнал на входе пульта управления через транзистор Т4 переключает триггер памяти аварийного сигнала, открываются транзисторы Т7, Т8 и включается индикатор ЛЛ-«Авария». Через транзисторы Т9, Т10, Т11 и реле Р1 подается прерывистая звуковая сигнализация. Снять аварийный сигнал можно после полной остановки аварийного конвейера.

Информация о состоянии того или другого конвейера в маршруте поступает к оператору по запросу. Код адреса подается в линию связи к линейным блокам через ключи выбора номера конвейера и шифратора адреса. На световом панно пульта высвечивается номер опрашиваемого конвейера.

Посылка однополюсного кода (сочетание из 7 по 3) осуществляется по восьми проводам. Кодированный сигнал поступает на схему совпадений информационного узла линейных блоков. При совпадении кода с номером искомого конвейера в блоке обеспечивается передача информационных сигналов на пульт управления. Передача информации на пульт осуществляется посылками кода обратной полярности (сочетание из 5 по 2) по тем же проводам. Этот код воспринимается узлами приема сигналов и воспроизводится в виде состояния или причины аварии конвейера.

Телефонная связь осуществляется с помощью имеющегося на пульте управления переговорного устройства и переносных микротелефонов, подключаемых генератором сигналов по телефону, - посылкой кодового сигнала на соответствующий конвейер.

Аппаратура «ЦИКЛ» построена полностью на бесконтактных элементах с использованием питательных схем и других новых элементов современной электронной техники.

Глава 3. АВТОМАТИЗАЦИЯ НА ПОДЗЕМНОМ РЕЛЬСОВОМ ТРАНСПОРТЕ

1. Структура автоматизации подземного рельсового транспорта и задачи автоматизации

На подземном рельсовом транспорте предусматривается дистанционное или автоматическое управление подземными погрузочными пунктами, приводами стрелок из кабины движущегося электровоза, обменом вагонеток в околостольном дворе, вагонеток в надшахтном здании, а также автоматическая светофорная блокировка, сигнализация, централизация и блокировка стрелок и сигналов. В отдельных случаях электровозами можно управлять дистанционно или автоматически.

Основными задачами автоматизации на подземном рельсовом транспорте являются: обеспечение безопасности и безаварийности работ; сокращение обслуживающего персонала; повышение интенсивности движения, загрузки и разгрузки вагонеток, увеличение про-

пускной способности путей направлений; улучшение использования вагонного парка.

2. Принципы автоматизации подземных погрузочных пунктов

Технологический процесс на погрузочных пунктах состоит из следующих основных операций: маневровые работы по обмену составов груженых вагонеток на порожние; передвижение состава вагонеток в процессе погрузки; уплотнение горной массы в вагонетке после или во время ее погрузки (в случае необходимости); перекрытие межвагонеточного пространства при загрузке с конвейера либо управление затворами при погрузке из бункера.

Маневровые работы выполняются электровозами или лебедками. Подача вагонеток под погрузку осуществляется маневровыми лебедками или толкателями. Груз уплотняется вибрационными установками либо виброплатформами. Перекрытие межвагонеточного пространства при смене вагонеток обеспечивается фартучными, лотковыми, шиберными перекрывателями. Для обеспыливания во время загрузки включается орошение.

При автоматизации управления подземным погрузочным пунктом автоматически контролируется положение загружаемой вагонетки и степень ее загрузки, количество загруженных вагонеток и наличие порожних вагонеток, положение первой груженой вагонетки в составе для предотвращения выхода ее с грузовой ветви за стрелку разминовки, сход вагонеток с рельсов, а также работа толкателя.

Степень загрузки вагонетки чаще всего контролируется реле ИКС-2 со щеточными датчиками, фиксирующими уровень горной массы. Счет вагонеток и их положение на путях, положения секторных затворов, течек и других механизмов может контролироваться бесконтактным искробезопасным датчиком ЕДП-8И. Он выдает электрический сигнал в цепи управления аппаратуры при воздействии на воспринимающий элемент перемещающегося контролируемого объекта или отдельных его частей, обладающих ферромагнитными свойствами.

Система автоматизации стационарных и полустационарных подземных погрузочных пунктов обеспечивает бесперебойную работу механизмов в зависимости от работы конвейерной линии при загрузке с конвейера или от уровня угля в разгрузочной емкости при загрузке из бункеров. Первоначальный пусковой импульс подается с пульта оператора в месте загрузки вагонеток. Операции включения толкателя для перемещения загружаемой вагонетки по мере заполнения ее углем и дальнейшее продвижение состава на длину межвагонеточного пространства после заполнения вагонетки, перекрытия межвагонеточного пространства или разгрузочного устройства в зависимости от положения вагонетки в месте загрузки, включения и отключения пылеподавляющих устройств выполняются без участия оператора. Он только наблюдает за режимом погрузки.

В системах автоматизации предусматриваются защиты от перегрузок электродвигателей и тока короткого замыкания, от утечки тока в электросети и нулевая защита.

Наиболее эффективны автоматизированные комплексы:

- 1) ГУАП-64 для вагонеток с глухим кузовом;
- 2) АП-2, толкатель которого может воздействовать или на колеса или на колесные коробки (при вагонетках с откидным днищем), а не на ось или надвагонный упор;
- 3) ОП, состоящий из гидротолкателя, желоба с перекрывателем лоткового типа, блока гидродатчиков, маслостанции, оросительного устройства и виброуплотнителя.

3. Аппаратура управления приводами стрелок из кабины движущегося электровоза

Для такой системы устройств сигнализации и блокировки заводом «Красный металлист» (г.Конотоп) выпускается аппаратура АБСС-1 и ЧУС-3.

Аппаратура АБСС-1 применяется на узлах с одно- и двухпутными перегонами, а также на однопутных приемо-отправочных путях, оснащенных пружинными и автоматизированными стрелками.

АБСС-І может применяться для управления движением с помощью огня светофоров, предотвращая возможность одновременных враждебных маршрутов. Действие аппаратуры АБСС-І основано на приеме и обработке сигналов, поступающих от частотных датчиков связи подвижного состава с устройствами управления, выдаче команд на исполнительные механизмы и сигнальные устройства и контроле исполнения команд. Выполнение команд зависит от занятости блок-участка путевого развития и от состояния исполнительных механизмов.

Аппаратура ЧУС-3 является составной частью устройства автоматического определения номера, направления движения электровоза и перевода стрелок НЭРПА, которое в настоящее время подготовлено к выпуску. Острия стрелок перемещаются соленоидными или моторными приводами по сигналу из кабины машиниста движущегося электровоза или с кнопочного поста местного управления стрелкой. По принципу действия аппаратура ЧУС-3 во многом аналогична аппаратуре АБСС-І.

4. Автоматизация разгрузки, откатки и обмена вагонеток в околоствольных дворах

Процессы разгрузки, откатки вагонеток в околоствольных дворах являются наиболее трудоемкими на шахтном транспорте. Механизация и автоматизация этих процессов не только ликвидирует тяжелый и опасный труд, но и повышает пропускную способность шахтного транспорта.

На шахтах, оснащенных вагонетками с глухим кузовом с универсальными вращающимися сцепками, чаще применяются схемы разгрузки с прерывистым движением состава. Наиболее современными схемами этой группы являются схемы толкатель - круговой опрокидыватель (Т-О) и толкатель - круговой опрокидыватель - толкатель (Т-О-Т). Оба варианта разгрузки обеспечивают точное движение состава в процессе опорожнения вагонеток. Разгрузка состава по этим схемам требует растяжения сцепок между вагонетками, находящимися в опрокидывателе, и соседними

вагонетками состава. Схемой Т-0 нельзя полностью автоматизировать разгрузку составов, так как толкатель не может подать через опрокидыватель последние две-три вагонетки. Организация разгрузки по схеме Т-0-Т позволяет достигнуть полной автоматизации процессов разгрузки с увеличением производительности комплекса. Однако область применения этой схемы ограничена размерами околоствольных дворов.

Автоматизированная разгрузка составов вагонеток может производиться как в емкий бункер, так и в небольшой бункер при дозировке скипов вагонетками при помощи счетного импульсного реле. Все же дозировка скипов вагонетками не обеспечивает стабильности и точности загрузки из-за колебаний объемной и насыпной массы транспортируемого материала. Для дозировки скипов по массе разработан аппарат типа КДС, у которого воспринимающими элементами служат тензометры, размещенные на дозирочном устройстве.

Процесс разгрузки состава вагонеток по технологической схеме Т-0 в полуавтоматическом режиме осуществляется в пределах одного состава (рис.8). Исходное положение для начала работы комплекса – одна разгруженная вагонетка находится в опрокидывателе, две груженные – перед опрокидывателем и две порожние находятся за ним. Все механизмы отключены, и стопор перед

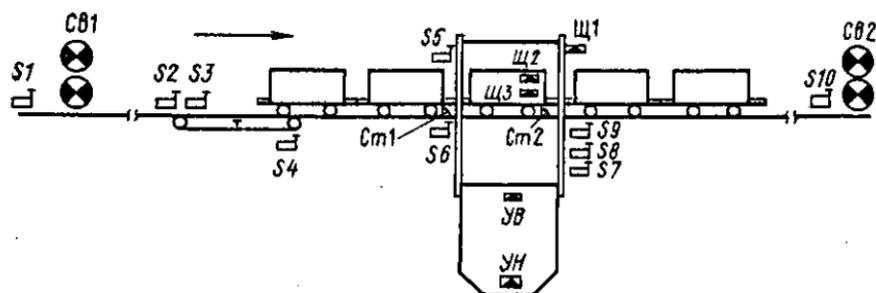


Рис.8. Технологическая схема Т-0 разгрузки нерасцепленных составов вагонеток в околоствольном дворе

опрокидывателем закрыт. Действие комплекса происходит следующим образом.

1. При зеленом сигнале светофора Св1, зажигающемся при отсутствии вагонеток на толкателе (S2-I и S3-I замкнуты), груженный состав подается на толкатель машинистом электровоза.

2. При движении состава к толкателю головная вагонетка переключает контакты S1-2 конечного выключателя S1. Включается красная лампочка на пульте оператора и накладывается запрет на работу толкателя.

3. Головная вагонетка воздействует на конечные выключатели S2 и S3, в результате чего зеленый сигнал светофора Св1 переключается на красный (сигнал «Стоп» машинисту).

4. Электровоз отцепляется. При воздействии уходящего электровоза на конечный выключатель S1 гаснет красный сигнал на пульте оператора и снимается запрет с работы толкателя (рис.9).

5. Оператор прицепляет головную вагонетку подвешенного состава к стоящим груженным вагонеткам у опрокидывателя.

6. Оператор нажатием кнопки К включает пускатель электрогидропривода стопора Ст1 перед опрокидывателем, тем самым давая разрешение на включение комплекса. Привод стопора Ст1 включается только при нахождении опрокидывателя в исходном положении, что контролируется контактом S8-3 конечного выключателя S8.

7. Как только откроется стопор Ст1, тотчас конечным выключателем S6 включается пускатель толкателя.

8. Толкатель подает груженую вагонетку в опрокидыватель, выталкивая из него порожний, и отключается конечным выключателем S4. Состав по инерции продолжает медленно двигаться.

9. Как только борт заталкиваемой в опрокидыватель вагонетки освободит конечный выключатель S5, привод стопора Ст1 отключается, подходящая вагонетка задерживается.

10. Разгружаемая вагонетка, войдя в опрокидыватель, переключает скатом установленные на кулаках стопора Ст2 щетки Ш2

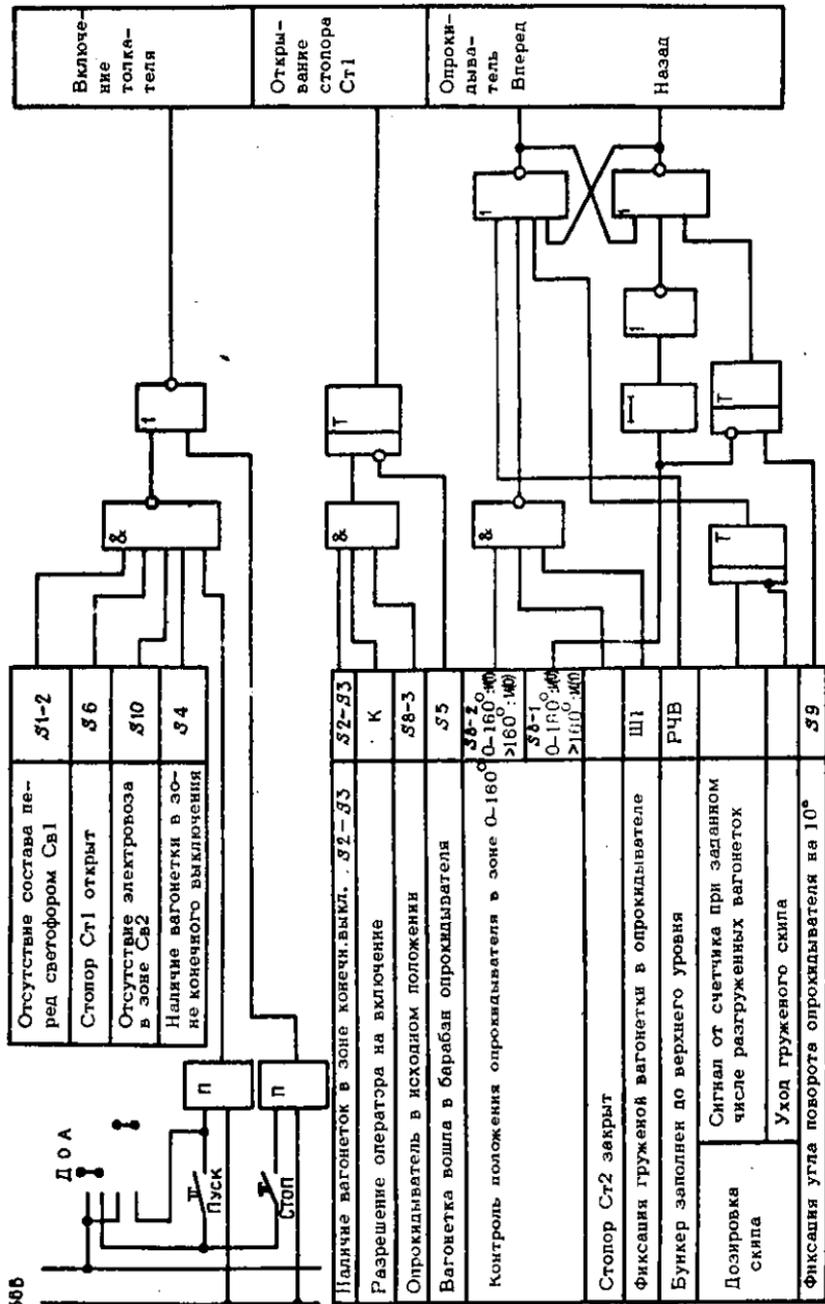


Рис. 8. Функциональная схема управления процессом разгрузки

и ШЗ, что приводит к закрыванию этого стопора (на рис.9 это не показано). Одновременно щеточным датчиком включаются пускатели опрокидывателя и электропривода насоса агрегата для чистки вагонеток.

11. При повороте барабана на 90° от первоначального положения замыкается контакт $\mathcal{S}7-2$ конечного выключателя $\mathcal{S}7$, включаются электродвигатели вибраторов для чистки вагонеток.

12. При дальнейшем вращении барабана с разгружаемой вагонеткой контактом $\mathcal{S}8-2$ обесточивается контактор «Вперед», включается контактом $\mathcal{S}8-1$ сигнал на элемент задержки, обеспечивающий выдержку времени на включение контактора «Назад», необходимую для полной остановки барабана опрокидывателя.

13. Появляющийся на выходе элемента задержки сигнал управляет включением контактора «Назад». Опрокидыватель реверсируется.

14. За 90° до возвращения барабана в исходное состояние конечным выключателем $\mathcal{S}7$ отключаются приводы вибраторов очистки (на рис.8 не показано).

15. При подходе барабана к исходному положению конечный выключатель $\mathcal{S}9$ отключает насос очистного агрегата и контактор «Назад».

16. Опрокидыватель по инерции доходит до тормозной колодки и останавливается. При этом стопор в опрокидывателе Ст2 механически открывается. При достижении опрокидывателем исходного положения включается привод стопора Ст2, и цикл повторяется до окончания разгрузки состава.

17. После освобождения последней вагонеткой конечных выключателей $\mathcal{S}2$ и $\mathcal{S}3$ при возвращении опрокидывателя в исходное положение стопор Ст1 перед опрокидывателем не открывается, толкатель не включается, и цикл разгрузки прекращается.

18. Оператор отцепляет разгруженный состав от оставшихся пяти задних вагонеток.

19. Оператор кнопкой на пульте управления включает зеленый сигнал светофора СВ2, разрешающий приход электровоза за поездиком.

20. При подходе электровоза конечным выключателем №10 налагается запрет на работу толкателя.

21. Машинист производит сцепку и увозит порожняк. При воздействии на №10 снимается запрет на работу толкателя, а зеленый сигнал на СВ2 переключается на красный.

При автоматизации разгрузки вагонеток по технологической схеме Т-0-Т операции выполняются в следующей последовательности.

1. При зеленом сигнале входного светофора, зажигающемся при отсутствии вагонеток на толкателе перед опрокидывателем (толкатель I), машинист подает грузный состав до тех пор, пока головная вагонетка не войдет в зону действия этого толкателя. Это фиксируется датчиком положения, который переключает светофор на красный сигнал.

2. Нажатием кнопки „Пуск“ оператор включает толкатель I. Состав без остановки подается до стопора перед опрокидывателем.

3. При входе головной вагонетки в стопор включается привод опрокидывателя, который первый оборот делает вхолостую.

4. При возвращении барабана в исходное положение открывается стопор перед опрокидывателем.

5. При полном открытии стопора подается сигнал на включение толкателя I, головная вагонетка подается в опрокидыватель, после чего стопор перед второй вагонеткой закрывается.

6. Опрокидыватель разгружает вагонетку, возвращается в исходное положение. Цикл повторяется до тех пор, пока головная вагонетка при продвижении состава не войдет в зону действия толкателя 2 (за опрокидывателем).

7. Датчики положения вагонетки на толкателе 2 отключают толкатель I и включают в работу толкатель 2, который протягивает через опрокидыватель весь состав.

8. При входе в опрокидыватель последней вагонетки включается привод установленного в нем стопора. Толкатель 2 отключается, включается опрокидыватель, после чего вновь включается толкатель 2, подающий весь состав на порожняковый путь.

Глава 4. АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ И ОПЕРАТИВНОГО УЧЕТА РАБОТЫ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ

I. Общие сведения и назначение

При циклической технологии на открытых горных работах для транспортирования горной массы широкое распространение получили большегрузные автосамосвалы. Белорусским автомобильным заводом серийно выпускаются автосамосвалы грузоподъемностью 27; 40 и 80 т (БелАЗ-540, БелАЗ-548А и БелАЗ-549), изготовлены опытные образцы автосамосвала БелАЗ-7519 грузоподъемностью 110 т, разработан проект автосамосвала грузоподъемностью 180 т. Зарубежными фирмами также выпускаются автосамосвалы различной грузоподъемности до 300 т. Большегрузные автосамосвалы обычно работают в комплексе с мощным экскаватором.

Одним из путей повышения эффективности использования дорогостоящих карьерных большегрузных автосамосвалов является внедрение АСУ горнотранспортным процессом, требующих исчерпывающей информации об управляемом объекте. Основным параметром, характеризующим работу автосамосвалов, является масса перевезенного груза за рейс и смену. Кроме того, эффективность использования автосамосвалов существенно зависит от их загрузки в соответствии с номинальной грузоподъемностью.

В настоящее время на большинстве карьеров масса груза определяется подсчетом числа рейсов, выполненных автосамосвалом, для которого ориентировочно устанавливают среднюю грузоподъемность. Из-за такого несовершенного оперативного учета автосамосвалы могут работать с недогрузкой или перегрузкой, возможны неточности в подсчете количества рейсов. Маркшейдерские замеры, проводимые раз в месяц, не обеспечивают оперативности учета, и им присущи большие погрешности, иногда достигающие $\pm 15\%$.

Устройства для взвешивания автосамосвалов с грузом могут быть представлены следующими разновидностями: стационарные, передвижные и встроены. Стационарные и передвижные автомобильные весы обладают сравнительно большой точностью измерения,

но не в состоянии обеспечить высокую производительность взвешивания и нормализации загрузки автосамосвалов у экскаваторов. В последнее время в отечественной и зарубежной практике уделяется большое внимание созданию встроенных взвешивающих устройств, в частности, для большегрузных автосамосвалов.

Встроенные взвешивающие устройства предназначены для автоматического контроля и оперативного учета работы карьерных автосамосвалов. Устройства должны обеспечивать: нормализацию загрузки автосамосвала в забое у экскаватора в допустимых пределах относительно к номинальной грузоподъемности; оперативное технологическое взвешивание груза за рейс и нарастающим итогом за смену; подсчет выполненных полногрузных рейсов; передачу измерительной информации о массе груза каждого рейса в АСУ горнотранспортным процессом. Внедрение одного встроенного устройства на автосамосвале позволяет получить экономический эффект около 10 тыс. руб в год за счет сокращения капитальных затрат и эксплуатационных расходов.

2. Методы измерения массы груза встроенными устройствами

Измерение массы груза встроенными устройствами тесно связано с конструктивными особенностями большегрузных автосамосвалов. Необходимо, чтобы рекомендуемые способы измерения не требовали серьезных изменений конструкции узлов автосамосвала при установке датчиков и встроенного устройства в целом.

Рассмотрим основные методы косвенного измерения массы груза в кузове большегрузного автосамосвала БелАЗ.

I. Измерение усилий, изменяющихся в зависимости от массы груза, в точках опоры: а) платформы (кузова) автосамосвала на его раму; б) поддрессоренной части автосамосвала на пальцы (шаровые опоры) цилиндров пневмогидроподвески.

При измерении усилий масса груза с платформой (или поддрессоренной частью) определяется выражением

$$G = \frac{1}{g} \sum_{i=1}^n R_i, \quad (4)$$

где g - ускорение свободного падения, м/с²; R - реакция точки опоры, Н; i - количество точек опоры.

Этот способ является перспективным, позволяет измерять массу груза как при загрузке, так и разгрузке автосамосвала; можно добиться сравнительно небольшой относительной погрешности измерения массы груза за рейс - примерно 2-3 %. Способ связан с незначительными изменениями конструкции узлов автосамосвала при установке датчиков усилий. Реализация способа одерживается из-за отсутствия стандартных, серийных и надежных датчиков усилий с учетом их использования во встроенных устройствах.

2. Измерение в телескопических цилиндрах гидравлического механизма подъема платформы автосамосвала давления масла, изменяющегося в зависимости от массы груза.

При использовании этого способа массу равномерно распределенного груза (совместно с платформой) в автосамосвале, находящемся на горизонтальной площадке, можно определить расчетным путем из выражения

$$G = \frac{p - p_1}{g k l_0}, \quad (5)$$

где p и p_1 - давление масла в магистрали цилиндров гидравлического механизма подъема соответственно груженой и порожней платформ, Па; k - коэффициент влияния конструктивных параметров механизма подъема платформы, 1/м³; l_0 - плечо силы тяжести относительно оси подъема платформы, м.

Второй способ является очень простым при его техническом воплощении - требуется всего лишь один датчик для измерения давления масла. Способ не позволяет контролировать загрузку автосамосвала, так как для этого необходимо приподнимать его платформу. Измерение массы груза возможно только при разгрузке автосамосвала. Погрешность измерения массы груза большая и может достигать 8-10 % за счет того, что цилиндры механизма

подъема имеет только две точки опоры платформы автосамосвала.

3. Измерение в полостях пневмогидроподвески автосамосвала давления газомасляной смеси (в дальнейшем газа), изменяющегося в зависимости от массы груза: а) одновременно в верхних и нижних полостях передних и задних цилиндров; б) в верхних полостях передних и задних цилиндров; в) в нижних полостях передних и задних цилиндров.

Измерение давления газа одновременно в верхней и нижней полостях цилиндров пневмогидроподвески по известной методике Белорусского автозавода связано с большим количеством датчиков давления по сравнению с отдельным измерением в верхних или нижних полостях. Способ позволяет контролировать загрузку автосамосвала у экскаватора, взвешивать груз как при загрузке, так и разгрузке с относительной погрешностью 3-4 %. Он не связан с изменением конструкции узлов у автосамосвалов при установке датчиков давления.

Подпрессоренные части автосамосвалов опираются на четыре (БелАЗ-540, БелАЗ-549) и шесть (БелАЗ-548А) пневмогидравлических цилиндров. Подвеска автосамосвалов состоит из двух передних цилиндров (ПЦ), задних цилиндров (ЗЦ) — по два у БелАЗ-540, БелАЗ-549 и четыре у БелАЗ-548А. Давление газа в верхних полостях цилиндров при загрузке автосамосвалов увеличивается, а в нижних — уменьшается. У БелАЗ-549 цилиндры пневмогидроподвески имеют одну (верхнюю) полость.

Статическая характеристика пневмогидравлического цилиндра с противодавлением, определяющая зависимость между массой подпрессоренной части с грузом и давлением газа в верхней полости цилиндра автосамосвалов БелАЗ-540 и БелАЗ-548А может быть представлена выражением

$$G' = \frac{1}{g} \left[F P_B - f \frac{P_{H_0}}{\frac{h_{B_0}}{h_{H_0}} \left(1 - \frac{P_{B_0}}{P_B} \right) + 1} \right], \quad (6)$$

где F и f — площадь поперечного сечения соответственно ос-

новного цилиндра и цилиндра противодействия, m^2 ; p_D - давление газа в верхней полости цилиндра, Па; p_{D_0} и p_{H_0} - начальное давление газа в верхней и нижней полостях цилиндра, Па; h_{D_0} и h_{H_0} - начальная высота столба газа в верхней и нижней полостях цилиндра, м.

Статическая характеристика пневмогидравлического цилиндра без противодействия, то есть зависимость между давлением газа в полости цилиндра пневмогидроподвески автосамосвала БелАЗ-549 и массой подрессоренной части с грузом имеет вид

$$G' = \frac{Fp}{g} \quad (7)$$

3. Устройства контроля и оперативного учета работы карьерных автосамосвалов

Рассмотрим несколько устройств контроля и оперативного учета работы большегрузных автосамосвалов БелАЗ, в которых использованы некоторые перечисленные выше способы измерения массы груза.

На рис. 10, а представлена структурная схема встроенного массоизмерительного устройства, разработанного Всесоюзным проектным и научно-исследовательским институтом промышленного транспорта (ПромтрансНИИпроект, Москва). В основу этого устройства положен способ 1б. Упругими элементами устройства являются пальцы крепления цилиндров пневмогидроподвески к раме автосамосвала.

Датчиками массы груза служат термокомпенсированные тензорезисторы типа ФКТК с высокой точностью преобразования деформаций. Тензорезисторы наклеиваются на специально проточенные внутренние полости пальцев для крепления цилиндров. Сигнал переменного тока определенной частоты вырабатывается генератором 4 и через выходной трансформатор подается на датчики массы I и блок опорного напряжения 5. При загрузке автосамосвала тензорезисторы датчиков массы I, соединенные

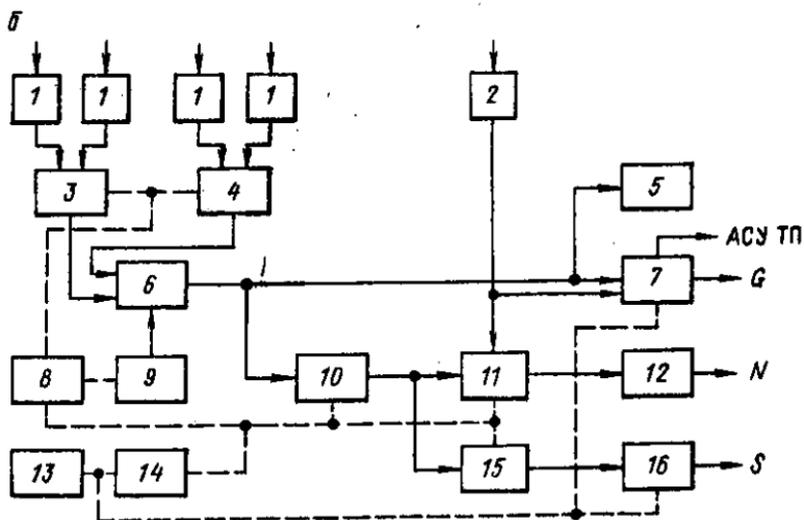
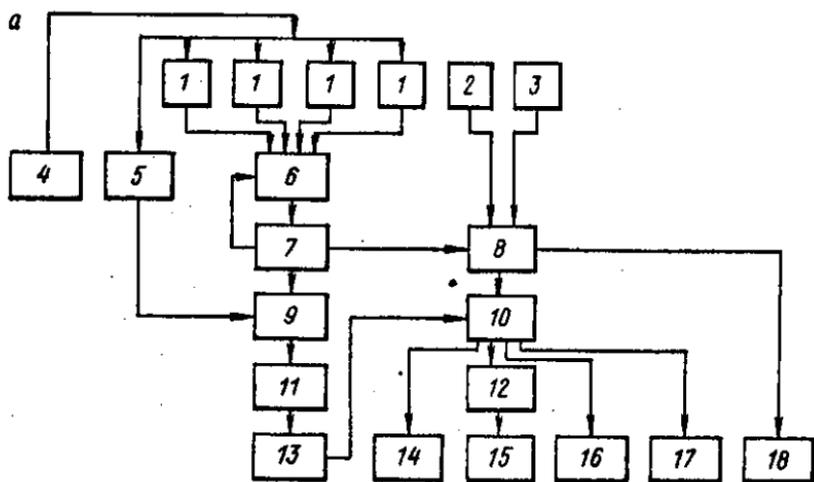


Рис.10. Структурная схема встроенных устройств контроля и учета работы карьерных автосамосвалов

по мостовой схеме, изменяют свое электрическое сопротивление. Происходит разбаланс мостовой схемы 6, снабженной на выходе усилителем. Рабочее напряжение измерительной диагонали моста через усилитель и блок калибровки 7 поступает на вход измерителя сдвига фаз 9, к которому подключен блок 5, вырабатывающий опорное напряжение. Сигналы, пропорциональные измеренному сдвигу фаз рабочего и опорного напряжений, алгебраически суммируются в блоке II и через аналого-кодовый преобразователь I3, а также блок сравнения сигналов IO поступают на цифровой индикатор I5 разового отсчета массы груза, перевезенного за рейс. В блоке IO производится сравнение массы нагруженного груза с допустимой массой, соответствующей грузоподъемности автосамосвала с заданными отклонениями. Для контроля загрузки автосамосвала в устройстве предусмотрена световая сигнализация (блок I6), при массе груза на платформе автосамосвала меньше допустимой загорается зеленая лампочка, равной допустимой — желтая, больше допустимой — красная.

Функционирование блоков IO и I6 осуществляется по команде блока управления 8 при опущенной платформе, когда датчик 2 включен (контакты замкнуты), а другой датчик 3 выключен (контакты разомкнуты). В самом начале подъема платформы включается датчик 3, и по команде блока управления 8 информация о массе груза из блока сравнения IO поступает в счетчик-накопитель I7 при условии, что масса груза соответствует допустимому пределу.

В начальный момент опускания порожней платформы контакты датчика 3 размыкаются, полное опускание фиксируется замыканием контактов датчика 2. Тогда по команде блока управления 8 на счетчике числа рейсов I8 регистрируется очередной рейс, а в блоке сравнения IO сопоставляются массы платформы с грузом и порожней платформы. Если полученная разница не превышает определенной величины, например 2 % от номинальной грузоподъемности, на индикаторе I5 посредством блока корректировки I2 устанавливается нулевой отсчет. В противном

случае из общей массы на счетчике-накопителе 17 вычитается масса груза, оставшаяся на платформе. Затем блоком калибровки 7 производится выравнивание чувствительности всех измерительных цепей перед последующей регистрацией.

Информация о массе перевезенного груза и числе рейсов может при помощи аппаратуры радиосвязи 14 передаваться на центральный диспетчерский пункт горного предприятия. Относительная погрешность измерения массы груза за рейс не превышает $\pm 2\%$.

На рис. 10, б представлена структурная схема встроенного взвешивающего устройства с суммарным отсчетом, разработанного в Ленинградском горном институте. В основу устройства положен опособ 3б. Датчики давления, в качестве которых могут использоваться МД-Т, ДМР, ИД и др., измеряют давление газа в верхних полостях цилиндров пневмогидроподвески автосамосвала БелАЗ. Сигналы от датчиков, установленных на передних цилиндрах, суммируются в измерительной схеме 3, а на задних цилиндрах - в схеме 4. Сигналы с выходов измерительных схем 3 и 4 поступают в блок алгебраического суммирования 6. Начальный суммарный сигнал, пропорциональный массе подрессоренной части автосамосвала, компенсируется сигналом с блока компенсации 9. В результате сигнал на выходе блока алгебраического суммирования 6 при отсутствии груза на платформе автосамосвала будет равен нулю. Измерительные схемы 3 и 4, а также блок компенсации 9 получают напряжение от источника питания 8, который соединен через стабилизатор напряжения 14 с аккумуляторной батареей 13 автосамосвала.

Контроль загрузки автосамосвала осуществляется по аналоговому прибору 5, отградуированному в тоннах. При достижении определенного уровня загрузки автосамосвала срабатывает пороговый элемент 10 и включает устройство 16 мигалшей сигнализации, которое сигналом *S* извещает машиниста экскаватора о достижении заданной грузоподъемности автосамосвала. Через определенный промежуток времени (20-25 с) отключающее устройство 15 выключает мигающую сигнализацию.

При разгрузке автосамосвала срабатывает контактный датчик давления 2, установленный на напорной магистрали механизма подъема платформы и запускает цифровой суммирующий прибор 7. Цифровой прибор 7, отградуированный в тоннах, суммирует массу G груза, перевезенного за рейс, с результатами ранее предшествующих рейсов. Таким образом, на цифровом табло прибора 7 накапливается информация о массе перевезенного автосамосвалом груза за смену. Цифровой прибор 7 имеет выход в двоично-десятичном коде, который можно использовать для передачи данных в АСУ горнотранспортным процессом.

Отсчет полногрузного рейса N осуществляется счетчиком рейсов I2 после разгрузки автосамосвала, когда произойдет полное опускание его платформы. Сигналами от контактного датчика 2 и порогового элемента IO включается блок подсчета полногрузных рейсов II, который запускает счетчик рейсов I2. Относительная погрешность измерения массы груза за рейс не превышает 4 %.

Киевским институтом автоматики, Свердловским горным институтом, Украинским государственным институтом «Тяжпромавтоматика» разработаны встроенные взвешивающие устройства, в основу которых положен способ 2. В этих устройствах используются различные первичные преобразователи давления и пишущие манометры. В качестве выходных приборов для измерения массы груза применяются: электромеханический счетчик, отградуированный в тоннах; пишущий манометр с вращающейся от часового механизма круговой диаграммой; сумматор чистой массы груза, установленный у диспетчера (информация поступает по радиоканалу).

Глава 5. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОВЕТРИВАНИЯ ШАХТ И РУДНИКОВ

I. Задачи и принципы автоматизации проветривания

Увеличение производственной мощности, глубины шахт и рудников, концентрация и интенсификация горных работ сопровождается значительным ростом количества вредных компонентов руднич-

ной атмосферы, пыли и тепла. Комфортные и безопасные условия труда при специфических особенностях подземной технологии выемки полезных ископаемых должны обеспечиваться нормально функционирующей системой проветривания горных выработок.

Комплекс проветривания современного подземного горного предприятия включает вентиляционную сеть (различные подземные выработки), вентиляторы главного и местного проветривания, подземные воздухораспределительные регулирующие устройства, вентиляционные двери, устройства контроля параметров (скорости движения воздуха, температуры, влажности) и компонентов (полезных и вредных примесей) рудничной атмосферы, калориферные установки. В комплекс проветривания газообильных шахт входят также дегазационные установки.

Системы автоматизации проветривания должны четко функционировать как при нормальном режиме работы шахты или рудника, так и в случаях аварийных ситуаций. Цель проветривания заключается в следующем: подача во все действующие подземные выработки свежего воздуха для нормальной жизнедеятельности людей; обеспечение допустимой концентрации и удаления вредных примесей (компонентов) метана, углекислого газа, ядовитых газов после взрывных работ и т.п.; поддержание нормального теплового режима и борьба с влагообразованием в подземных выработках; обеспечение условий для быстрой ликвидации аварий и их последствий.

Создание систем автоматизации проветривания шахт и рудников является одной из важнейших задач, решением которой в последние годы занимается целый ряд научно-исследовательских и проектных институтов. Решение задачи комплексной автоматизации проветривания возможно на базе разработки, например централизованной системы.

В централизованной системе (рис. II) с помощью датчиков Д первичная информация о параметрах вентиляционной системы передается на центральный диспетчерский пункт. Полученная информация обрабатывается по определенной программе с помощью

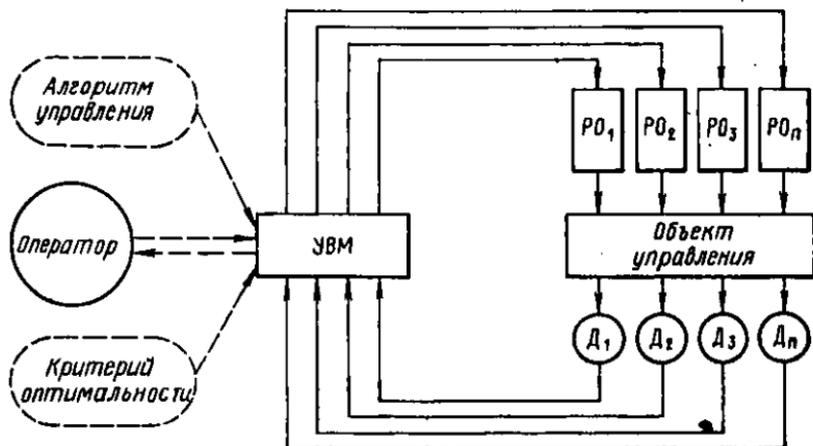


Рис.11. Централизованная система автоматизации проветривания

управляющей вычислительной машины УВМ, которая вырабатывает команды. Команды могут передаваться на регулирующие органы РО автоматически или оператором. С помощью регулирующих органов изменяются производительность и депрессия вентиляторов, сопротивления ветвей вентиляционных сетей вследствие изменения проходных сечений подземных воздухораспределительных устройств.

Систему можно внедрять поэтапно: 1) система информационного типа для контроля параметров и компонентов рудничной атмосферы; 2) система диспетчерского управления, в которой воздействие на регулирующие органы осуществляется оператором; 3) система автоматического управления, в которой функции оператора передаются УВМ.

В настоящее время на подземных горных предприятиях применяется локальная аппаратура автоматизации объектов, а также контроля режима проветривания, параметров и компонентов рудничной атмосферы.

2. Автоматизация вентиляторов главного проветривания

Вентиляторные установки, мощность электропривода которых достигает 4000 кВт, расходуют более 30 % потребляемой шахтой или рудником электроэнергии. В горной промышленности находят применение осевые и центробежные вентиляторы, диаметр рабочего колеса которых достигает 5 м, а производительность — 1000 м³/с. Воздушную струю реверсируют с помощью ляд и шибров (центробежные вентиляторы), переключающих воздушную струю через обводные каналы, а у реверсивных и осевых вентиляторов — изменением направления вращения рабочего колеса вентилятора. При реверсировании воздушной струи вентилятор должен обеспечивать производительность не менее 60 % от номинальной.

На шахтах и рудниках применяются всасывающий, нагнетательно-всасывающий и нагнетательный способы проветривания, которые влияют на компоновочные решения вентиляторных агрегатов.

Низкий КПД вентиляторов главного проветривания в основном определяется тем, что вентилятор выбирается на большой срок службы с учетом конечных значений эквивалентного отверстия и аэродинамического сопротивления подземных выработок. Это связано с необходимостью регулирования режима работы вентиляторной установки с целью поддержания значений КПД и минимального расхода электроэнергии, близких к оптимальным.

Производительность вентиляторов главного проветривания можно регулировать двумя способами: 1) аэродинамическим; 2) изменением скорости вращения. Наибольшее распространение в настоящее время получил первый способ: поворотом лопаток направляющего аппарата, поворотом лопаток рабочего колеса у осевых вентиляторов, поворотом закрылков лопаток рабочего колеса у центробежных вентиляторов, дросселированием на всасывающей или нагнетательной стороне (не применяется из-за низкой экономичности). Перспективен второй способ — регулирование изменением скорости вращения рабочего колеса вентилятора с использованием регулируемого электропривода на переменном

или постоянном токе, а также с применением электромагнитных или электрогидравлических муфт при нерегулируемом электроприводе.

К автоматизированной вентиляционной установке предъявляются особые требования, обеспечивающие надежное и бесперебойное проветривание горных выработок. Эти требования в основном заключаются в обеспечении: местного и дистанционного пуска и остановки вентиляторов; дистанционного управления шиберами и лядами для реверсирования струи воздуха (или электроприводом для изменения направления вращения рабочего колеса вентилятора); включения резервного вентилятора при аварийной остановке рабочего; дистанционного оперативного регулирования режима работы вентилятора (производительности); дистанционного контроля за производительностью и депрессией вентиляторов с подачей аварийного сигнала диспетчеру при отклонении контролируемых параметров от заданных пределов и регистрацией показаний приборов; дистанционного контроля за температурой подшипников вентилятора и электродвигателя, обеспечивающего подачу аварийного сигнала при перегреве подшипников.

На действующих шахтах и рудниках эксплуатируется аппаратура типа УКВГ, предназначенная для автоматизации двух вентиляторов главного проветривания (центробежных или осевых) с электродвигателями высокого и низкого напряжения, и аппаратура типа ЭРВП-2 (в настоящее время снята с производства) для автоматизации реверсивных осевых вентиляторов, которая предусматривает дистанционное управление или телеуправление.

В первой аппаратуре реверсирование воздушного потока осуществляется воздействием на ляды и шиберы обводных вентиляционных каналов, а во второй — путем реверсирования электродвигателя вентилятора. Выпускаемая аппаратура имеет ряд недостатков и не соответствует новым технологическим и эксплуатационным требованиям.

В настоящее время для автоматизации вентиляторных установок главного проветривания серийно выпускается унифицирован-

ная аппаратура типа УКАВ-2, предназначенная для нереверсивных и реверсивных осевых вентиляторов или центробежных с односторонним и двухсторонним всасыванием. Аппаратура разработана для вентиляторов, оборудованных нерегулируемыми электроприводами с синхронными и асинхронными, низковольтными и высоковольтными двигателями.

Аппаратура типа УКАВ-2 обеспечивает: выбор одного из видов управления – автоматического из машинного зала или с пульта диспетчера и ручного; нормальный или реверсивный режим проветривания; автоматический контроль за работой установки; неглубокое регулирование производительности вентилятора поворотом лопаток направляющего аппарата на ходу; автоматическое включение резервного вентилятора при аварийном отключении работающего; автоматическое включение резерва напряжения до 1000 В; автоматическое повторное включение при кратковременном (до 10 с) отключении питающего напряжения; реверс вентиляционной струи без остановки вентилятора (если допускается технологией); отключение вентиляторной установки при возникновении аварийных ситуаций с подачей звуковой и световой сигнализаций.

3. Автоматизация вентиляторов местного проветривания

Проветривание тупиковых забоев подготовительных выработок осуществляется вентиляторами местного проветривания ВМП, автоматизация которых позволяет: повысить безопасность ведения подземных работ и улучшить санитарно-гигиенические условия труда проходчиков за счет более эффективного проветривания; повысить производительность труда за счет улучшения проветривания; сократить эксплуатационные расходы за счет уменьшения расхода электроэнергии и высвобождения обслуживающего персонала.

Задача автоматизации ВМП связана со специфическими трудностями, к основным из которых относятся: ВМП являются рассредоточенными объектами, значительно удаленными от диспет-

черского пункта, требующими для их автоматизации применения телемеханической аппаратуры; непрерывный контроль за количеством воздуха, поступающего в тупиковый забой выработки, за режимом работы вентилятора (включен или отключен), а также за компонентами рудничной атмосферы (например, за содержанием метана).

Для централизованной автоматизации и контроля за работой рассредоточенных ВМП по забоям подготовительных выработок, а также для передачи информации от датчиков о количестве подаваемого воздуха и содержании метана рекомендуется телемеханическое устройство „Ветер“.^х

В комплект устройства „Ветер“ входит пульт управления, совмещенный с аппаратом пункта управления, и десять аппаратов контролируемых пунктов. Связь между пунктом управления и всеми контролируемыми пунктами осуществляется по двухпроводной кабельной линии связи. В устройстве реализован распределительный метод избирания, выбор пунктов и их опрос осуществляется циклически в импульсно-интервальном режиме. Устройство обеспечивает выполнение следующих телемеханических функций: ТУ двухпозиционными объектами; ТС о состоянии объектов контроля.

Включение или отключение ВМП осуществляется при помощи ключей управления на пункте управления. Информация о количестве подаваемого воздуха в забой тупиковой выработки обеспечивается с помощью аппаратуры АКВ-2П, а о содержании метана — аппаратуры АМТ-3.

Аппаратура АКВ-2П, разработанная и выпускаемая Днепропетровским заводом шахтной автоматики, блокируется с групповым магнитным пускателем, питающим электрооборудование тупиковой выработки, проветриваемой ВМП. Аппаратура обеспечивает: выдержку времени на включение электрооборудования тупиковой выработки от момента установления нормального режима ее проветривания; автоматическое с выдержкой времени отключение электроэнергии

^х Телемеханическое устройство „Ветер“ подробно рассматривается при изучении дисциплины „Системы телемеханики“.

с электрооборудования тупиковой выработки; мгновенное автоматическое отключение электроэнергии при отключении пускателя ВМП; световую сигнализацию о нормальном и аварийном режимах проветривания забоя тупиковой выработки.

В комплект аппаратуры АКВ-2П входят: релейный блок в рудничном взрывобезопасном исполнении и мембранный датчик количества воздуха в брызгонепроницаемом исполнении. Напряжение питания аппаратуры 36 В, потребляемая мощность не более 40 Вт. Пределы регулирования установки датчика 4-12 м/с. Максимально допустимая погрешность датчика на всех уставках $\pm 20\%$. Датчик устанавливается на металлическом патрубке, к которому крепятся прорезиненные вентиляционные трубы. Расстояние от забоя тупиковой выработки до датчика должно быть 10-15 м.

На рис. 12 представлена принципиальная электрическая схема аппаратуры АКВ-2П. Одним из основных элементов схемы, кроме датчика, является реле времени, функции которого выполняет усилитель, собранный на транзисторах $V7$, $V8$, $V9$. Включение и выключение усилителя зависит от величины и полярности потенциала на конденсаторе-накопителе $C4$, соединенного с базой транзистора $V7$.

Время заряда конденсатора определяется величиной емкости и активного сопротивления зарядной цепи, т.е. $t_z = 4,6 T_1 = 4,6 R_3 C$, где T - постоянная времени цепи. Время разряда конденсатора зависит от его емкости и величины активного сопротивления разрядной цепи, т.е. $t_p = 4,6 T_2 = 4,6 R_p C$. Время разряда конденсатора можно ускорить, подключив его к источнику напряжения с противоположной полярностью. Если разность потенциалов этого источника такая же, как у заряженного конденсатора, то время разряда $t'_p = 0,7 T$. Это положение используется в аппаратуре АКВ-2П для создания различных выдержек времени при включении и отключении электрооборудования тупиковой выработки. Равенство напряжений для заряда и перезаряда конденсатора $C4$ достигается за счет делителя на стабилитронах $V3$ и $V4$.

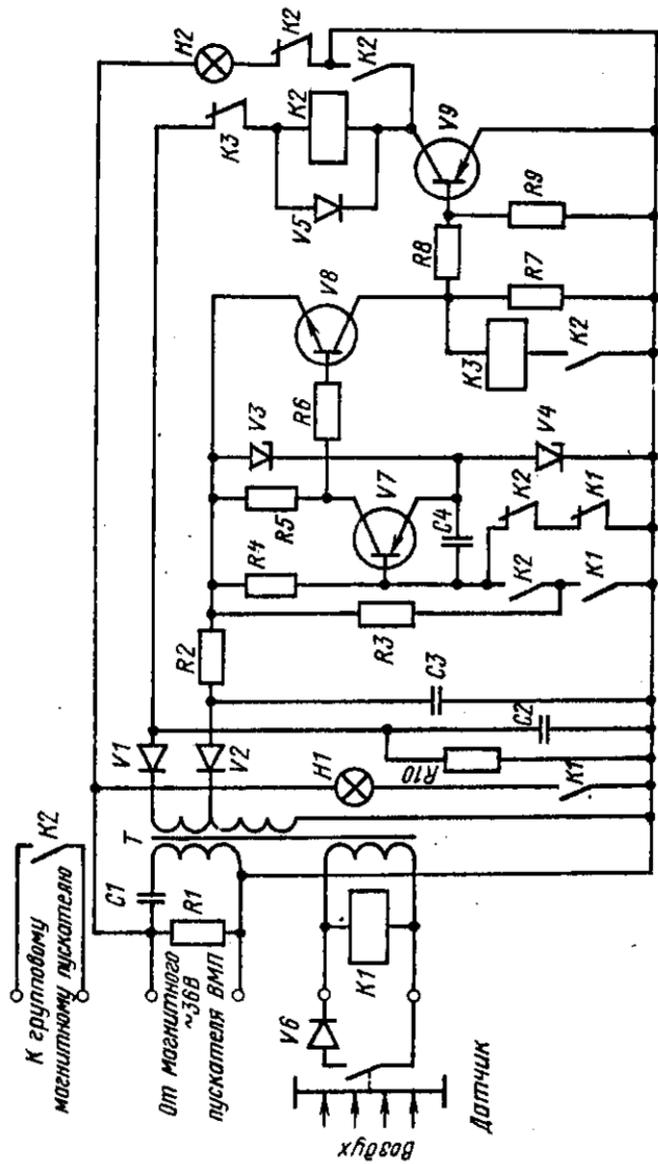


Рис.12. Электрическая принципиальная схема аппарата АКВ-2П

При включении пускателя ВМП подается питание 36 В переменного тока, загорается красная лампочка Н2 через замыкающий контакт К2. Транзисторы V7, V8, V9 закрыты, а конденсатор С4 заряжается до напряжения U1, равного напряжению на стабилизаторе V3, по цепи: "+" источника питания - замыкающий контакт К1 - замыкающий контакт К2 - С4 - V3 - R2 - "-" источника питания.

При достижении требуемой скорости воздуха в трубопроводе замыкающий контакт датчика замыкается, шунтируется диодом V6 реле К1 постоянного тока и через него начинает протекать выпрямленный однополупериодный ток. При срабатывании реле К1 загорается зеленая лампочка Н1 через замыкающий контакт К1, а переключающие контакты К1 в цепи конденсатора С4 изменяют свое состояние, разрывая цепь его заряда. Конденсатор С4 начинает разряжаться ("+" С4 - R4 - V3 - "-" С4) и перезаряжаться до напряжения U2, равного напряжению на стабилизаторе V4, по цепи: "-" источника питания - R2 - R4 - С4 - V4 - "+" источника питания. При этом на базе транзистора V7 появится отрицательный потенциал и он откроется, что приведет к открыванию транзисторов и срабатыванию реле К2. Параметры элементов схемы подобраны так, что усилитель имеет релейную характеристику. Реле К2 срабатывает, гаснет красная лампочка Н2, замыкающим контактом К2 подготавливается к включению групповой магнитный пускатель и реле К3, которое не успеет сработать. Реле К2 блокируется своим замыкающим контактом К2.

Переключающие контакты К2 в цепи конденсатора С4 изменяют свое состояние и последний снова практически мгновенно начинает перезаряжаться до напряжения U1, равного напряжению на стабилизаторе V3, по цепи: "+" источника питания - замыкающий контакт К1 - замыкающий контакт К2 - С4 - V3 - R2 - "-" источника питания. Это приводит к закрытию транзистора V7 (на базе положительный потенциал), а следовательно и остальных. Таким образом реле К3 не будет обтекаться током. В таком состоянии схема находится при нормальном режиме проветривания.

При снижении скорости воздуха в трубопроводе ниже расчетной (уменьшение производительности ВМП) или в других аварийных случаях (обрыв цепи датчика, замыкание проводов и т.п.) произойдет размыкание контактов датчика и отпадание якоря реле К1. В этом случае гаснет зеленая лампочка Н1 (размыкается замыкающий контакт К1), К1 разрывает цепь заряда конденсатора С4, который начинает разряжаться (примерно 1-2 мин) по цепи: "+" С4 - замыкающий контакт К2 - R3 - V3 - "-" С4 и перезаряжаться до напряжения U_2 , равного напряжению на стабилитроне V4, по цепи: "+" источника питания - V4 - С4 - R4 (параллельно К2 и R3) - R2 - "-" источника питания. Транзистор V7 открывается (на базе отрицательный потенциал), что приводит к открыванию остальных (V8, V9). Срабатывает реле К3 и своим размыкающим контактом К3 обесточивает реле К2. Загорается красная лампочка Н2, отключается групповой магнитный пускатель. Конденсатор С4 вновь разряжается и перезаряжается до напряжения U_1 , что приводит схему в исходное состояние.

4. Автоматизация калориферных установок

Калориферные установки предназначены для подогрева в зимнее время воздуха, поступающего в шахту или рудник. Воздух, нагретый в калориферах до $+75^{\circ}\text{C}$, смешивается с холодным в стволе шахты или вентиляционном канале. Температура воздушной смеси в устье ствола должна быть не ниже $+2^{\circ}\text{C}$.

На горных предприятиях применяются два типа калориферных установок: вентиляторные, оборудованные нагнетательным вентилятором, который засасывает холодный воздух из атмосферы и продувает через калориферы; безвентиляторные, в которых холодный воздух поступает в калориферы за счет депрессии, создаваемой вентилятором главного проветривания. Безвентиляторные калориферные установки в 6-8 раз экономичнее, чем вентиляторные, и поэтому более перспективны.

Аппаратура автоматизации калориферных установок должна обеспечивать:

для калориферных установок с нагнетательными вентиляторами — автоматическую стабилизацию температуры воздуха в стволе шахты в заданных пределах, автоматическое управление двумя вентиляторными агрегатами, отключение приводных электродвигателей вентиляторов при перегреве их подшипников, автоматическое закрытие направляющего аппарата при остановке вентилятора, блокировку, запрещающую включение вентилятора при перекрывом вентиляционном канале;

для безвентиляционных калориферных установок — автоматическую стабилизацию температуры воздуха в стволе шахты в заданных пределах, автоматическое прекращение подачи холодного воздуха через водяные калориферы при снижении температуры конденсата на их выходе ниже допустимого предела;

световую и звуковую сигнализацию у диспетчера (о нормальной работе или об аварийном состоянии установки), в помещении котельной (о недостаточном давлении пара);

контроль температуры воздуха в стволе и в помещении калориферной с передачей показаний диспетчеру.

Автоматизация калориферных установок высвобождает обслуживающий персонал и дает ощутимую экономию топлива, затрачиваемого на производство пара.

Для автоматизации калориферных установок заводом «Красный металлист» выпускается серийная аппаратура типа АКУ-63. Аппаратура предназначена для поддержания в заданных пределах температуры воздуха в стволе, оборудованном вентиляторной или безвентиляторной калориферной установкой.

В комплект аппаратуры типа АКУ-63 входит: станция управления и регулирования СУР-63, предназначенная для обработки сигналов, поступающих от датчиков, и выдачи команд на исполнительные механизмы (устанавливается в помещении калориферной); пульт диспетчера ПДК-63, на котором представлена информация о температуре воздуха в стволе шахты, а также

световая и звуковая сигнализация о работе calorиферной установки; сигнальное табло ТСК-63, устанавливаемое в котельной и предназначенное для световой и звуковой сигнализации о давлении пара; датчик температуры (трехобмоточный) ТДГ-63, предназначенный для измерения температуры воздуха в стволе шахты и преобразования результатов измерения в электрический сигнал, датчик устанавливается в стволе шахты на глубине 50-70 м от нулевой площадки.

Диапазон уставок температуры на задатчике регулирующего устройства 3-7 °С. Воздействие регулирующего устройства на исполнительный механизм - импульсное с широтной модуляцией сигнала отклонения.

Динамическая точность системы автоматического регулирования температуры воздуха ± 2 °С, статическая точность ± 1 °С.

В станции СУР-63 для автоматического регулирования температуры воздуха в устье ствола шахты предусмотрено регулирующее устройство (рис.13).

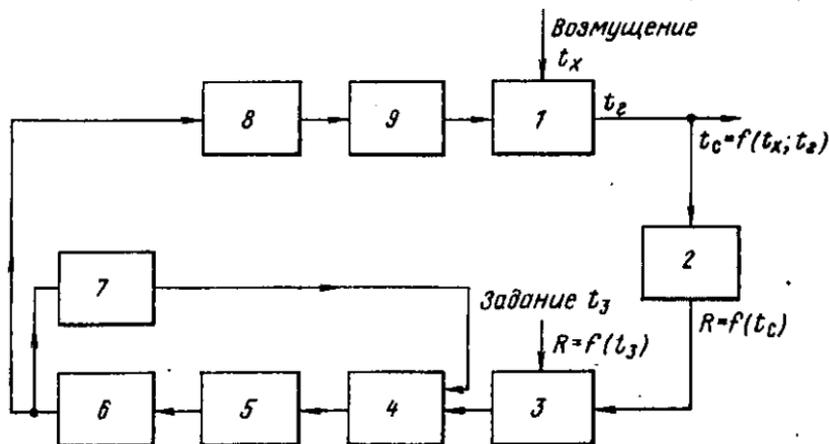


Рис.13. Структурная схема автоматического регулирования температуры воздуха в устье ствола шахты

Регулирующее устройство состоит из измерительной схемы, усилителей и источника питания. Измерительная схема 3 представляет неуравновешенный мост постоянного тока, в плечо которого включена одна обмотка трехобмоточного датчика 2, измеряющая температуру t_c в устье ствола шахты. В мостовую схему включен переменный резистор, являющийся задатчиком температуры t_3 . При отклонении температуры t_c регулируемого объекта I в ту либо иную сторону от заданной t_3 в диагонали моста, соединенного со входом магнитного усилителя 4, появляется сигнал соответствующей полярности, пропорциональный отклонению температуры t_c в устье ствола шахты от заданной t_3 . Сигнал с выхода магнитного усилителя поступает на вход транзисторного усилителя 5, имеющего температурную компенсацию. На выходе усилителя 5 включен релейный усилитель 6, состоящий из двух электромагнитных реле.

В зависимости от полярности сигнала, пропорционального отклонению t_c от t_3 , срабатывает одно из двух реле. Одна контактная группа сработавшего реле включает исполнительный механизм 8, а другая замыкает цепь звена отрицательной обратной связи 7; сигнал которой поступает на другой вход магнитного усилителя 4. Исполнительный механизм 8 воздействует на регулирующий орган (ляду) 9 объекта I. Перемещение ляды изменяет количество подаваемого в ствол шахты горячего воздуха с температурой t_r в таком количестве, чтобы температура t_c достигла заданной температуры t_3 . Обратная связь 7 уменьшает ток на выходе усилителя 4, что приводит к отключению сработавшего реле.

Полученная разность сигналов отклонения и отрицательной обратной связи определяет режим работы регулятора: постоянного воздействия (длительное включение исполнительного механизма), когда наблюдается значительное отклонение температуры t_c от t_3 ; импульсный, основной режим, когда с приближением температуры t_c к заданному значению сигнал, поступающий от измерительного моста 3 на вход усилителя 4, умень-

шается и достигает величины, при которой в усилителе 6 реле отключается. При отключении реле исчезает сигнал обратной связи с другого входа усилителя 4, а сигнала на его выходе достаточно, чтобы вновь включить реле усилителя 6. Импульсный режим работы регулятора характеризуется тем, что по мере уменьшения абсолютной величины отклонения длительность импульса также уменьшается, а паузы увеличиваются.

В аппаратуре АКУ-63, помимо воздействия на регулирующий ляду, предусмотрено автоматическое управление отводом конденсата (при чрезмерном понижении его температуры) в котельную, минуя калорифер, и воздушной заслонкой, перекрывающей поток холодного воздуха через водяные калориферы. Кроме того, если давление пара будет низким, то поступит сигнал, на закрытие ляды и заслонки, чтобы прекратить подачу холодного воздуха как через водяные, так и паровые калориферы.

5. Автоматический контроль содержания метана в рудничной атмосфере

Для автоматического контроля содержания метана в рудничной атмосфере шахт, опасных по газу, применяются газоанализаторы (сигнализаторы) различных конструкций; переносные (СМП-1, СШ-2, СММ-1), встраиваемые (ТМР-3, АГЗК-1) и стационарные (АМТ-3, комплекс «МЕТАН»). Все перечисленные анализаторы метана основаны на термокаталитическом принципе с использованием низкотемпературных катализаторов с естественным подводом анализируемой смеси к чувствительным элементам за счет диффузии и тепловой конвекции.

Переносные сигнализаторы обеспечивают непрерывный автоматический контроль метана и подачу звукового и светового сигналов при достижении в контролируемой атмосфере двухпроцентной концентрации метана. Прибор СММ-1 обладает более высокой точностью контроля, круговой видимостью светового сигнала, меньшими массой и габаритами по сравнению с другими переносными сигнализаторами.

Для контроля метана в угольные комбайны и другие машины, работающие в очистных забоях, встраиваются анализаторы метана. Аппаратура ТМК-3 обеспечивает непрерывный контроль содержания метана, автоматически отключает напряжение питания комбайна и включает сигнализацию при достижении в рудничной атмосфере 2 % CH_4 . Аппаратура АГЗК-I газовой защиты предназначена для непрерывного контроля метана на комбайне и других механизмах выемочных комплексов, а также обеспечивает защитное отключение электроэнергии, сигнализацию при появлении 2 % CH_4 и дистанционную передачу информации.

Аппаратура АМТ-3 предназначена для непрерывного измерения содержания метана в рудничной атмосфере и может использоваться как самостоятельная система централизованного телеавтоматического контроля, так и в качестве системы дистанционного локального контроля. Кроме того, аппаратура может применяться в системах управления вентиляторными установками и регулирования проветриванием отдельных участков, а также в целом угольных шахт, опасных по газу. Наличие в датчике метана унифицированного выходного сигнала ($5 \pm 0,5$ мА) позволяет вводить непрерывную информацию о газовом состоянии шахты в систему ТИ-ТУ-ТС и в электронную вычислительную машину для ее обработки и выдачи сигналов управления, например подземными воздухораспределительными устройствами.

Аппаратура обеспечивает: контроль содержания метана на исходящих вентиляционных струях лавы, участка, в подготовительных выработках, в камерах, в откаточных выработках и т.д.; автоматическое отключение электропитания контролируемого объекта при предельно допустимой концентрации метана; передачу непрерывной информации о содержании метана и ее регистрацию у диспетчера; местную и централизованную звуковую и световую аварийную сигнализацию. Аппаратура состоит из датчика метана ДМТ-3, аппаратов сигнализации АС-3Т и АС-3У, стойки приемников телеизмерения СПТ-3И, микрофонной трубки и сирены.

Основные технические данные аппаратуры:

Пределы измерения, % CH_4	От 0 до 2,5
Пределы срабатывания исполнительного устройства и аварийной сигнализации, % CH_4	0,5; 0,7; 1,0; 1,5; 2,0
Основная погрешность измерения, % CH_4	$\pm 0,3$
Инерционность измерения, с	Не более 60
Параметры окружающей среды:	
температура, $^{\circ}\text{C}$	От +5 до +35
относительная влажность, %	До 98
Напряжение питающей сети при частоте 50 Гц, В	127; 220; 380; 660

Работа аппаратуры заключается в обработке сигналов датчиков ДМТ-3, включенных в мостовые схемы, выдаче сигналов на аппараты АС-ЭТ или АС-ЗУ с одновременной передачей по телеканалу информации о концентрации метана и сигнализации диспетчеру на СТП-ЭИ. Датчики функционируют на термокаталитическом принципе, сущность которого заключается в беспламенном сжигании метана на поверхности катализатора при температуре 360-400 $^{\circ}\text{C}$ и измерении выделившегося при этом тепла посредством платинового термометра сопротивления.

На рис. 14 показана упрощенная принципиальная схема датчика метана ДМТ-3. Два термометра сопротивления - рабочий RP и сравнительный RC - расположены в общей камере, что до минимума снижает влияние параметров окружающей среды. Оба элемента изготовлены из активной окиси алюминия и имеют одинаковые формы, размеры и электрические параметры. Рабочий элемент от сравнительного отличается тем, что на его поверхность химическим путем нанесен слой платино-палладиевого катализатора. На поверхности элементов намотана платиновая проволока (термосопротивление). Разогрев элементов до рабочей температуры осуществляют током через термосопротивления.

Датчик ДМТ-3 состоит из блока питания БП, измерительного моста, фазочувствительного усилителя УФ и телеметрического усилителя УТ.

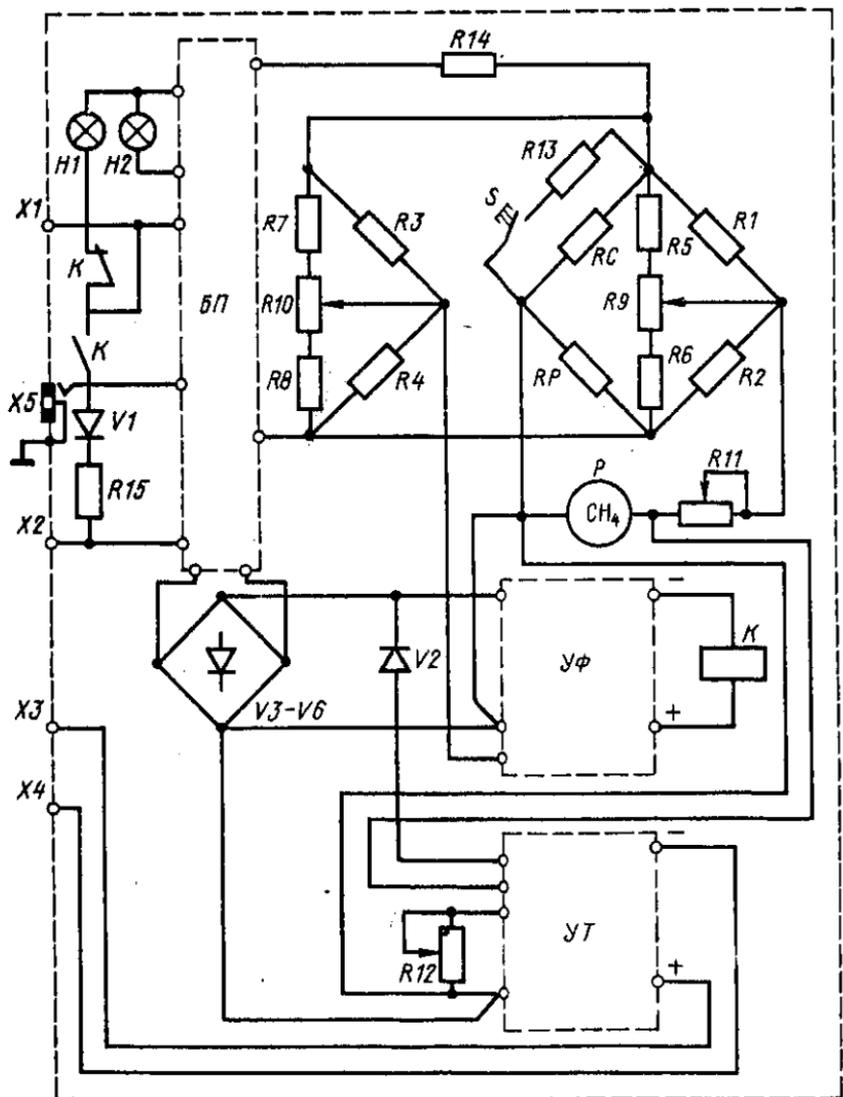


Рис.14. Упрощенная электрическая принципиальная схема датчика метана ДМТ-3Т

Питание датчика (клеммы XI и X2) осуществляется переменным током напряжением 60 В от аппарата сигнализации АС-ЭТ или АС-ЗУ. При подаче напряжения загорается лампочка Н2. С выхода БП датчика переменное напряжение 12 В через диоды V3-V6 подается на усилители УФ и УТ; напряжение 1В - на лампочки Н1 и Н2; постоянное напряжение 2В - на измерительный мост. Телеметрическая информация от датчика (клеммы X3 и X4) передается к аппарату сигнализации.

Питание датчика и передача сигнала о предельно допустимой концентрации метана происходит по одной паре телефонного кабеля (клеммы XI и X2). Причем датчик питается переменным током, а сигнализация осуществляется постоянным током. Для разделения переменной и постоянной составляющей тока в аппарате сигнализации и БП датчика предусмотрены разделительные конденсаторы, включенные последовательно в цепь питания датчика. подача сигнала от датчика предельно допустимой концентрации метана осуществляется подключением к линии питания цепочки, состоящей из диода VI и ограничительного резистора R I5.

Измерительный мост предназначен для преобразования тепловой энергии, которая выделяется в результате реакции окисления метана на катализаторе, в электрический сигнал и выдачи информации о процентном содержании метана на показывающий прибор P, усилители УФ и УТ. Для реализации этих функций использован специальный неуравновешенный измерительный мост, содержащий две измерительные диагонали при одной диагонали питания.

Ветвь моста, образованная термосопротивлениями рабочего R_P и сравнительного R_C элементов датчика, является общей для двух измерительных диагоналей.

По виду сигнала, снимаемого с диагоналей моста, различают его измерительные диагонали по постоянному и переменному току, хотя с измерительной диагонали моста по постоянному току снимается и сигнал переменного тока, подаваемый на вход

усилителя УФ. Мост постоянного тока образован ветвью из резисторов $R1$, $R2$ и общей ветвью с резисторами RP , RC , сопротивления которых являются плечами моста. Ветвь, состоящая из резисторов $R3$, $R4$, и общая ветвь RP и RC образуют мост переменного тока. В измерительную диагональ моста постоянного тока включен измерительный прибор P , чувствительность которого регулируется резистором $R11$. С клемм измерительного прибора P сигнал подается также на вход усилителя УТ.

Уравновешивается мост при нулевой концентрации метана резистором $R9$. Резисторы $R5$ и $R6$ ограничивают ток. Сигнал моста переменного тока с делителя $R7$, $R8$ и $R10$ поступает на вход усилителя УФ. При отсутствии метана сигнал разбаланса соответствует значению сигнала уставки, на которую настраивается датчик. По мере нарастания концентрации метана сигнал разбаланса уменьшается и при достижении предельно допустимой концентрации метана исчезает. При дальнейшем увеличении концентрации метана сигнал вновь возрастает, но в противофазе.

При отсутствии метана или его содержании ниже допустимой нормы из диагонали моста на вход усилителя УФ подается переменная составляющая выпрямленного тока, питающего мост. В этом случае реле K , подключенное к выходу усилителя УФ, обтекается током, а его замыкающие контакты будут замкнуты и через VI и $R15$ в аппарат сигнализации АС-ЗТ или АС-ЗУ будет поступать выпрямленный ток. В результате появляется возможность включения фидерного автомата для подачи напряжения на электрооборудование.

При увеличении содержания метана в месте установки датчика сигнал на входе усилителя УФ уменьшается и при достижении предельно допустимой концентрации становится равным нулю. Если концентрация метана продолжает увеличиваться, то на вход усилителя вновь поступает переменное напряжение, но сдвинутое по фазе на 180° . В этих случаях реле K будет обесточено и своими замыкающими контактами разорвет цепь постоянного тока, питающего аппарат сигнализации, а размыкающим контактом включит

лампочку Н1 датчика, которая сигнализирует о предельно допустимой концентрации метана.

Для передачи непрерывной информации о содержании метана на аппарат сигнализации и обеспечения унифицированного выходного сигнала (5 мА при 2,5 % CH_4) в датчике метана используется усилитель УТ, вход которого подключен параллельно показывающему прибору Р, а выход через клеммы Х3 и Х4 и соединительную линию к показывающему прибору аппарата сигнализации. Причем усиленный сигнал от датчика может подаваться транзитом через аппарат сигнализации диспетчеру на СПТ-ЗИ.

Кнопка S служит для проверки исправности релейно-исполнительных элементов аппаратуры. При ее нажатии происходит разбаланс измерительного моста, аналогичный разбалансу, появляющемуся при предельно допустимой концентрации метана.

К гнездам Х5 датчика и аппарата сигнализации подключаются телефонные трубки для связи между этими объектами.

Глава 6. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПОВЕРХНОСТИ

I. Структура технологического комплекса и его особенности как объекта автоматизации

Доставленная на поверхность горная масса подвергается обработке с целью удаления из нее металла, дерева и негабаритов породы, после чего проходит стадию дробления и сортировки. Удаление минеральных примесей из прошедшей первичную обработку горной массы производится на обогатительной фабрике.

Технологический комплекс, с точки зрения управления, представляет собой разветвленную поточно-транспортную систему (ПТС), в общем случае состоящую из цепей механизмов, предназначенных для переработки, транспортировки и хранения сыпучих материалов, — щековые и конусные дробилки, грохота, конвейеры, бункерные устройства, питатели и др. Они могут быть расположены в нескольких помещениях и на различных отметках, но все механизмы работают по одной определенной программе.

Эта программа характеризуется непрерывностью процесса, наличием блокировочных связей между механизмами и необходимостью постоянного контроля за их работой.

Для транспортировки горной массы между зданиями технологического комплекса, передачи ее от одного технологического аппарата к другому, а также для загрузки бункеров получили широкое распространение самотечный и конвейерный транспорт, питатели и другое вспомогательное оборудование.

Технологические и вспомогательные механизмы автоматизированной ПТС рассчитаны на работу без постоянного обслуживающего персонала. Шиберы, клапаны, плужковые сбрасыватели, задвижки, затворы оснащены устройствами, исключающими или устраняющими зависание материалов, все емкости имеют указатели заполнения.

Для задвижек, затворов, плужковых сбрасывателей применяются винтовые и червячные приводы и исполнительные механизмы типа ИМ-1. Для ликвидации возможных зависаний материала удобны вибраторы направленного действия типа ВНДВ-1, устанавливаемые на бункерах и перегрузочных желобах.

Большой помехой в работе механизмов является засорение полезного ископаемого деревянными или металлическими предметами. На большинстве предприятий породовыборка ведется вручную, уровень механизации процесса отбора и разделки проб материала продолжает оставаться низким. Сложность процессов транспортирования и сортировки материалов на технологических комплексах, большое количество участвующих в транспортировке и переработке механизмов и взаимосвязь их работы определяют необходимость автоматизации управления ПТС и загрузки емкостей.

2. Автоматизация отдельных агрегатов

С целью ликвидации тяжелого и непроизводительного труда по ручной выборке дерева, металла и крупных кусков породы проходят опытно-промышленные испытания экспериментальные агрегаты для очистки горной массы. В основу создания агрегатов

закладываются следующие принципы: различие в удельных давлениях полезного ископаемого и мешающих материалов на речные поворачивающиеся шибера; различие траекторий полета материалов с ленточного конвейера; различие в электрических, магнитных и оптических свойствах транспортируемых материалов.

Автоматизация управления бункерными устройствами предусматривает включение, выключение или переключение грузопотоков при заполнении бункеров и автоматическое включение при снижении уровня горной массы ниже заданного. Для этого в бункерах устанавливаются датчики, которые при заполнении бункера до определенного уровня или верха автоматически отключают конвейер, сбрасыватель или другое устройство, заполняющее бункер, а также останавливают устройства и закрывают затворы при полном заполнении или опорожнении бункеров.

На первой стадии дробления горной массы обычно устанавливаются щековые дробилки. Загрузка их производится пластинчатыми питателями с односкоростными или многоскоростными приводными двигателями переменного тока. Непрерывная загрузка дробилки осуществляется при соблюдении равенства производительностей питателя и дробилки. Поскольку производительность дробилки зависит не только от производительности питателя, но и от физико-механических свойств исходной горной массы, такое равенство длительное время не выдерживается. Например, при дроблении более крупных и прочных кусков пропускная способность дробилки уменьшается. Отсюда вытекает необходимость управления процессом загрузки щековых дробилок путем регулирования производительности питателя.

Простейшая система автоматического управления процессом загрузки дробилки основана на измерении уровня материала в дробилке, например с помощью гамма-реле типов ГР-1 и ГР-2. При этом исключается аварийное переполнение дробилки даже в режиме работы агрегата с максимальной производительностью. Наличие контроля верхнего уровня надежно гарантирует предотвращение развития аварии при попадании в дробилку негабарита.

Однако такая схема не обеспечивает регулирования производительности дробильного агрегата в требуемом для автоматизированной ПТС диапазоне.

При переработке прочных пород приводные двигатели дробилок значительно загружены. В этом случае для управления процессом загрузки можно использовать энергетические параметры приводного двигателя — ток и мощность. Наиболее эффективно применение в качестве параметра регулирования загрузки дробилки активной мощности, потребляемой ее приводным двигателем. Преимуществом этого параметра по сравнению с током нагрузки является практической независимостью величины потребляемой активной мощности от колебаний напряжения сети.

Для обеспечения заданной производительности в систему регулирования может быть введен корректирующий параметр — нагрузка приводного двигателя конвейера, транспортирующего дробленый материал; увеличение загрузки конвейера приводит к отключению питателя. Недостатком такого регулирования является снижение производительности по сравнению с номинальной.

В угольной промышленности применяются двухвалковые зубчатые дробилки для крупно-среднего дробления типов ДЗ-4, ДЗ-6 и ДЗ-10 и машины избирательного дробления типов ДБ-22, ДБ-28 и ДБ-35, которые выполняют операции: грохочения угля, выделение крупных кусков породы и дерева, дробление негабаритных кусков.



3. Требования к автоматизации ПТС

Построение схемы управления любой ПТС осуществляется в соответствии с техническими требованиями на автоматизацию данного комплекса. Автоматизированный технологический комплекс должен удовлетворять техническим требованиям Правил безопасности.

Наиболее целесообразным видом автоматизации технологического комплекса в целом является централизованное автома-

тизированное управление с пульта оператора, обеспечивающее регламентированный порядок последовательного пуска и остановки машин, механизмов и устройств, автоматический контроль за их работой и исправностью.

Схема автоматизации должна иметь все необходимые виды защиты и блокировок, обеспечивающих нормальную безаварийную работу комплекса. В автоматизированных ПТС все пуско-остановочные операции производятся либо дистанционно оператором, либо вообще без его участия. Оперативность управления и надежность эксплуатации автоматизированного дробильно-сортировочного комплекса во многом зависит от качества работы системы контроля и сигнализации, информирующей о состоянии технологических параметров и режимах работы отдельных его механизмов. Схема автоматизации должна обеспечивать выдачу в центральный диспетчерский пункт информации, о работе маршрутов технологического комплекса, об уровне заполнения погрузочных бункеров, об аварийном останове ПТС.

Сигнализация о работе механизмов осуществляется при помощи световых устройств на мнемодите пульта оператора, на котором обычно отображена вся технологическая схема комплекса.

Любой схемой управления всегда предусматривается возможность экстренного останова всех механизмов с пульта управления, а также автоматический аварийный останов системы. Команда экстренного останова исполняется немедленно, без разгрузки участка ПТС. При аварийном останове какого-либо механизма или останове его с местного поста управления происходит автоматический останов всех подающих на него материал механизмов. При аварийном отключении всей ПТС или ее части на мнемодите загорается аварийная лампа и подается оповещающий звуковой сигнал, который может быть отключен оператором. При местном управлении все блокировки снимаются, и работа каждого механизма не зависит от работы других механизмов.

В зависимости от конкретной технологической схемы на пульте предусматривается определенное количество универсальных переключателей, которыми задаются маршруты, а также тумблеров, сигнальных устройств и других элементов автоматики.

4. Аппаратура автоматизации технологических ПТС

Из-за большого разнообразия технологических схем до последнего времени в основном реализовывались индивидуальные схемы автоматизации, разработанные различными конструкторскими организациями и местными рационализаторами. В качестве базовой использовались как аппаратура управления конвейерными линиями, серийно выпускаемая заводами, так и самостоятельные средства контроля и централизованного управления конвейерами, грохотами, дробилками, шиберами, плужковыми сбрасывателями и другими механизмами. При автоматизации комплексов используются электро- и гидроприводы, реле контроля скорости и уровня материала, улавливатели посторонних металлических предметов, конечные выключатели и блоки управления. В отдельных случаях осуществляются мероприятия по обеспыливанию, автоматизации отбора проб материала из потока и их разделки. На комплексно механизированных и автоматизированных шахтах централизованное управление с пульта оператора производится на 75 % действующих комплексов. На некоторых шахтах действует централизованное управление ПТС с пульта оператора по заданной программе.

Экономическая эффективность централизации управления дробильно-сортировочными комплексами достигается за счет увеличения их пропускной способности примерно на 10 % вследствие сокращения времени на пуск, остановку и уменьшение простоев, экономии электроэнергии за счет сокращения времени холостой работы механизмов.

Для контроля производительности в настоящее время на технологических комплексах применяются автоматические конвейерные весы типа ЛТМ-ІМ. Весы встраиваются в конвейер, являясь

его составной частью. Они регистрируют нагрузку на ленту в каждый данный момент времени, осуществляя непрерывное взвешивание. Механизм весов автоматически производит умножение длины проходящей через весы ленты на массу перемещаемого материала. Результаты взвешивания отображаются на цифре весов и на дистанционном пульте вторичных приборов. Весы устанавливаются на прямолинейном участке конвейера длиной не менее 14 м (по 7 м в каждую сторону от весовой роликовой опоры).

Начато серийное производство электронно-гидравлических конвейерных весов типа ЭГВ, точность взвешивания которых не зависит от типа конвейерной ленты и колебаний нагрузки на 1 м. Логическое устройство весов обеспечивает выдачу информации о количестве материала, прошедшего через весоизмерительную секцию, и о мгновенной производительности конвейера.

Для автоматизации простых ПТС выпускается комплектная аппаратура типа АТШ-2. Она имеет блочное исполнение и практически применима для автоматизации любой ПТС поверхностного комплекса шахт с числом механизмов до 40. Аппаратура АТШ-2 обеспечивает дистанционное управление ПТС, включая программную загрузку бункеров, и автоконтроль работы всех механизмов. Возможны два вида управления: централизованное автоматизированное с пульта управления оператора и местное несблокированное с постов местного управления, используемое только при ремонте, ревизии и наладке аппаратов. Выбор вида управления осуществляется с пульта управления оператором. Аппаратура АТШ-2 состоит из типовых блоков.

Блок ПУТШ — пульт управления с мнемощитом. Пульт снабжен клавишами управления, кнопками пуска и аварийного останова ПТС, сигнальными лампами. Внутри пульта смонтированы реле, которые являются общими для всей системы.

Блок БУТШ-1 — блок загрузки бункеров, в котором установлена аппаратура, общая для группы бункеров, загружаемых одним распределительным конвейером.

Блок БУТШ-2 – блок реле пуска и размножения контактов пускателей, обеспечивающих автоматическую работу механизмов.

Блок БУТШ-3 – блок реле контроля сопротивления электроцепей типа ИКС-2Н.

Блок БУТШ-4 – блок реле контроля скорости типа РС-67.

Пульт управления ПУТШ устанавливается в помещении оператора, а блоки БУТШ-1-БУТШ-4, количество которых зависит от конкретной схемы цепи аппаратов, монтируются в релейных шкафах, устанавливаемых на пунктах технологического комплекса.

Для сложных ПТС крупных шахт, имеющих обогатительные фабрики, разрабатываются схемы управления на бесконтактных логических элементах, например блочная телеавтоматическая система управления и сигнализации типа БТА.

Централизованное управление с пульта оператора механизмами технологических процессов с поточным характером производства может осуществляться при помощи бесконтактной аппаратуры „Оператор“. Основным блоком аппаратуры является станция автоматизации СБА, работающая совместно со щитами, пультами и другими устройствами автоматизации. Состояние механизмов контролируется датчиками. Станция СБА в комплекте с другими элементами преобразует, хранит, обрабатывает эту информацию и выдает сигналы в каналы связи для оператора (контроль) и для воздействия на механизмы.

Станция представляет собой цифровой автомат с пассивно перестраиваемой логической сетью. В состав станции входят диодная матрица и функциональные блоки: согласования входов БСВ для преобразования входных сигналов от технологических датчиков и от пульта управления, входных усилителей ГВУ для усиления преобразованных сигналов и разделения их на прямые и инверсные; задержки и памяти; выходных реле для коммутации цепей исполнительных механизмов; питания; защиты и др.

5. Автоматизация погрузки горной массы в железнодорожные вагоны

В качестве внешнего транспорта на современных шахтах наибольшее распространение получил рельсовый транспорт широкой колеи. Уголь (горная масса), прошедший предварительную обработку, направляется на погрузку в железнодорожный подвижной состав.

На предприятиях угольной промышленности действует более 700 стационарных пунктов погрузки угля в железнодорожные вагоны. Ежедневно загружается только углем свыше 60 тысяч железнодорожных вагонов, поэтому задача автоматизации загрузки весьма актуальна.

Согласно существующему положению под автоматизированным комплексом погрузки горной массы в железнодорожные вагоны понимают комплекс, где все операции - выгрузка из погрузочных бункеров (при бункерной погрузке), погрузка в вагоны со взвешиванием и маневровые операции - полностью механизированы, а управление всеми механизмами осуществляется дистанционно с пульта оператора комплекса погрузки.

На систему управления автоматизированными комплексами погрузки возлагается задача обеспечения высокой производительности при обязательном соблюдении нормативов и правил МПС. Главными из них являются технические нормы загрузки вагонов.

Экономическими стимуляторами автоматизации процессов погрузки являются: снижение трудоемкости работ и высвобождение персонала на три-четыре человека на одном комплексе.

Социальными задачами автоматизации процесса погрузки являются улучшение условий труда, повышение безопасности работ, повышение уровня профессиональной подготовленности обслуживающего персонала и как результат - улучшение культуры производства и качества обслуживания оборудования, более широкое привлечение специалистов.

Эффективность автоматизации процессов погрузки горной массы в железнодорожные вагоны — явление многофакторное. Но снижение простоев вагонов под погрузочными операциями и улучшение использования вагонов по грузоподъемности занимают особое место.

Погрузка угля в железнодорожные вагоны в настоящее время характеризуется применением значительного количества технологического оборудования, мало пригодного для работы в автоматическом режиме. Основным режимом управления на большинстве пунктов является дистанционный с использованием элементов блокировки и защиты.

Профессиональные и субъективные данные оператора ограничивают рост производительности погрузочных комплексов и существенно отражаются на качестве дозирочных операций.

Автоматизация процесса погрузки является необходимым условием роста производительности погрузочных работ и обеспечения технических норм загрузки вагонов. Поэтому сейчас на предприятиях совершенствуются методы и средства погрузочной техники, решаются организационно-технические задачи, анализируется работа опытных автоматизированных комплексов погрузки.

Правильная организация загрузки железнодорожных вагонов горной массой зависит от точного согласования непрерывного потока загружаемой горной массы с пульсирующим потоком емкостей вагонов. Для максимального использования грузоподъемности вагонов каждый из них должен быть загружен определенной массой. Дозирование по объему путем заполнения кузова вагона до определенного уровня решается просто и позволяет достичь высокой производительности. Однако из-за нестабильности объемной массы полезного ископаемого и отклонения объемов кузовов вагонов от их номинальных значений трудно установить технические нормы загрузки вагонов. Например, насыпная плотность угля 0,80–0,85 т/м³ близка к предельно возможной, геометрия кузовов требует в этом случае распределения угля по

всей длине кузова с высокой точностью. Из-за относительной легковесности угля на большинстве шахт загрузку ведут выше уровня бортов вагонов, с «шапкой» высотой до 700 мм. Для обеспечения сохранности перевозимого угля иногда уголь уплотняют: при протягивании загруженных вагонов на поверхность «шапки» каждого вагона последовательно опускают каток специального профиля.

Вагоны даже одного состава могут иметь различные размеры, коммерческую грузоподъемность. Некоторые типы вагонов оснащены тормозными площадками. Обработка состава, случайно собранного из вагонов нескольких типоразмеров, дополнительно усложняет организацию автоматического управления, так как циклы загрузки очередного и последующего вагонов взаимосвязаны. Но и в этом случае оборудование комплекса должно исключать применение ручного труда на всех технологических операциях процесса погрузки, а система автоматизации должна обеспечивать бесперебойную погрузку.

Оборудование для погрузки по своим функциональным признакам подразделяется на три основные группы: загрузочные устройства, механизмы для продвижения вагонов в процессе погрузки, оборудование для взвешивания горной массы. Погрузочный комплекс оснащается также устройствами для автоматического отбора и приготовления проб.

Загрузочные устройства служат для подачи горной массы в вагон и ее равномерного распределения. К ним относятся стационарные и самоходные конвейеры, погрузочные желоба различных конструкций и бункерные затворы. К группе конвейеров относятся сборнопогрузочные ленточные конвейеры и конвейерные стрелы, установленные стационарно или имеющие реверсивный привод механизма передвижения. В группу погрузочных желобов входят желоба, работающие с самоподпором или без него, желоба-дозаторы и направляющие желоба различных конструкций. Группа затворов объединяет затворы шиберные, секторные, лотковые, челюстные, а также регулируемые питатели, различные по конструкции и принципу действия. Серийно выпускаются

взрывобезопасные вибрационные питатели ПЭВ с электромагнитным приводом различной производительности.

Системы погрузки, предназначенные для работы в автоматическом режиме, должны удовлетворять следующим условиям: обеспечивать непрерывность погрузки, иметь необходимую производительность, равномерно наполнять вагоны, исключать заштыбовку, пылеобразование и обмерзание. Основные технологические механизмы снабжаются самостоятельными системами управления, а сочетание этих узловых систем образует единую систему управления погрузочного пункта.

Попытка автоматизировать процесс погрузки на устаревшем оборудовании, например с применением лебедок для маневровых операций, не дает положительных результатов. Поэтому автоматизация погрузки на действующих предприятиях всегда сопровождается реконструкцией погрузочного пункта.

Для маневровых работ применяются прицепные тележки, для продвижения составов используются маневровые устройства, различные по конструкции. На отдельных погрузочных пунктах используется электротолкатель, представляющий собой упрощенный дистанционно управляемый троллейный электровоз.

Высокая производительность современных погрузочных пунктов требует подачи под погрузку большегрузных нерасцепленных составов. При трогании с места маневровые устройства должны развивать значительные тяговые усилия, обеспечивать непрерывное передвижение состава с постоянной скоростью в пределах 0,04–0,25 м/с. Для углепогрузочных пунктов создано эффективное маневровое устройство-портал МУ25А. На базе МУ25А разработано опытное устройство АМТП2, объединяющее маневровый толкатель с установкой для отбора и разделки проб угля из полувагонов. Осваиваются опытные маневровые устройства для большегрузных железнодорожных составов: вагонотолкатель типа ИП-120 и электротягач.

При всей разнотипности способов и средств погрузки угля характерны следующие основные признаки технологических схем, определяющие условия автоматизации:

1. Способ контроля заполнения вагона — по массе загружаемого угля или по объему кузова вагона.

2. Способ распределения угля в кузове вагона — путем перемещения вагона в процессе заполнения его или с помощью передвижного загрузочного конвейера, подающего уголь в неподвижный вагон.

3. Способ транспортирования угля — с предварительным накоплением и последующей погрузкой угля в вагоны или поточно, с непрерывной подачей угля от предприятия в вагоны без предварительного аккумуляирования (безбункерная погрузка).

4. Организация процесса погрузки состава — в нескольких точках из отдельных ячеек бункеров или в одной точке с помощью сборного конвейера, конвейера со склада или по безбункерной схеме.

5. Сортность угля.

На шахтах СССР основным видом погрузки является бункерная.

Итак, при автоматизации погрузки горной массы в железнодорожные вагоны объектами управления являются загрузочные и маневровые механизмы и поток горной массы, параметры которых определяют режим протекания процесса. Ограничивающими условиями являются параметры вагонов, технические нормы их загрузки и простоя. Для аппаратуры управления характерны цикличность и высокая частота включений при загрузке каждого состава. Технические средства автоматизации углепогрузочного комплекса должны быть пригодны для работы в сложных климатических условиях.

Контроль загрузки вагонов может осуществляться по объему или по массе. Технологические схемы с контролем загрузки вагона по объему применяются для угля с насыпной плотностью до $0,81 \text{ т/м}^3$, а по массе — более $0,81 \text{ т/м}^3$.

При объемном дозировании контролируют степень заполнения емкости кузова вагона, а затем путем взвешивания загруженного вагона на весах при обмерах определяют массу погруженного угля. Наиболее простым и надежным способом загрузки вагона по

объему является загрузка угля «с поднапором», осуществляемая непосредственно из выпускного отверстия бункера в непрерывно движущийся с малой скоростью вагон. Загрузка сборным конвейером ведется с периодическими остановками вагона. В обоих случаях обеспечивается полное использование емкости вагона и формирование «шапки» угля.

Весовое дозирование осуществляют вагонными весами, конвейерными весами или с помощью бункерных весов, располагаемых над вагонами.

При комбинированном дозировании основную массу погружают объемным дозированием, а затем доводят эту массу до заданного значения весовым дозированием в процессе загрузки вагона или после основной погрузки на специальном дозирочном участке.

Действующий ГОСТ II762-66 не допускает использовать в качестве измерителя количества угля для коммерческих расчетов конвейерные и бункерные весы. Поэтому целесообразны технологические схемы, при которых весовое дозирование обеспечивается непосредственно при заполнении вагона на платформенных вагонных весах.

Весовое дозирование отгружаемого угля с применением вагонных весов осуществляется по двум технологическим схемам:

1. Основной объем угля погружается в движущийся вагон при неподвижном загрузочном устройстве. Для весового дозирования частично загруженный вагон останавливается на платформе весов, и производится догрузка вагона до технической нормы. При этом подаваемый уголь распределяют в хвостовой части кузова относительно небольшим перемещением загрузочного устройства. Эта схема получила наибольшее распространение на действующих шахтах и обогатительных фабриках. Однако, исходя из задачи обеспечения технических норм загрузки вагонов, при автоматизации процесса целесообразней вторая схема.

2. На платформе весов устанавливается порожний вагон. Весь процесс погрузки угля производится при неподвижном вагоне, а уголь в кузове распределяется с помощью передвижного конвейера, длина хода которого примерно равна длине кузова.

Для весовой погрузки (дозировки) вагонов на действующих шахтах используются рычажные одноплатформенные вагонные весы типа ВП-150С, весы с дистанционной регистрацией результатов взвешивания типа РС-150Д24В на предельную нагрузку 150 т, двухплатформенные рычажные дискретно-цифровые с документальной регистрацией результатов взвешивания типа РС-200Д24В и Т675П200. Всеми механизмами весов управляет оператор. В настоящее время осваиваются автоматизированные весы типов 699П200А и 700П200А. Они предназначены для погрузки и взвешивания всех существующих угольных полувагонов с предельной нагрузкой до 200 т и обеспечивают автоматизированную выдачу сигнала о точной установке полувагона на платформе весов и команды на дозировку полувагона, документальную регистрацию результатов взвешивания и дистанционную передачу показаний на расстояние до 150 м.

Весы типа 699П200А автоматически компенсируют массу тары взвешиваемого полувагона. Масса тары вводится оператором в программу управления весами. Они предназначены преимущественно для весовой дозировки полувагонов, загружаемых еще при движении их на весы. После установки вагона на весах он догружается до весовой нормы, погрузочному устройству выдается команда на прекращение погрузки.

Весы типа 700П200А обеспечивают автоматическое уравновешивание тары полувагона после установки его на весах и выдачу команд погрузочному устройству на начало и окончание погрузки. Эти весы предназначены для взвешивания полувагонов, загружаемых от начала и до конца непосредственно на весах.

Правильная установка полувагонов на весах обеспечивается датчиками контроля, имеющимися на платформах. При воздействии на них колесами выдается сигнал на остановку загружаемого состава, путь торможения состава после сигнала не должен превышать 0,5 м. После установки полувагона на весах происходит их автоматическое разарретирование и после трехсекундной паузы на успокоение весов производится дозировка

полувагона углем. По окончании дозировки и после трехсекундной выдержки выдается сигнал в схему дистанционной регистрации массы, а по завершении регистрации происходит арретирование весов и выдача сигнала на смену полувагона маневровым устройством, далее цикл повторяется.

Автоматическое управление весами осуществляется импульсами из блоков управления смежными механизмами, дистанционное - от импульсов, подаваемых оператором, ручное управление является наладочным.

Для автоматического потележного взвешивания вагонов на ходу разработаны тензометрические вагонные весы типа 100 x 2ТВД4. Они предназначены для погрузки вагонов по объему с последующим взвешиванием, так как они фиксируют массу, но не имеют устройств для выдачи сигналов о достижении заданной массы. Весы снабжены счетно-суммирующей машинкой, печатающей на бумажной ленте массу каждого взвешенного вагона.

В автоматизированных комплексах погрузки угля в железнодорожные вагоны используются различные технические средства автоматического управления: панели типа ПГХ, ПЭХ, БН, разнообразные средства автоматического контроля. Для контроля положения желобов применяются программные фотодатчики ФД-2. Для контроля уровня угля в бункерах и вагонах хорошо зарекомендовали себя реле контроля сопротивления ИКС-2М, рудничные гамма-реле РУР-1, РВР-1, РГЗ-2В, гамма-релейные приборы ГРП-1 и ГРП-2, импульсные датчики ДКП-3, 5, ультразвуковые реле УЗР-1. Контроль положения различных объектов осуществляется рычажными, магнитными и высокочастотными выключателями различных типов: ВВ-5, ВВ-6П, ВКВ-380М, ВМ-64В, ВМ-62, ВМ-66, ВМЧ-85, ВМБ-1, БДП8-И, а также рудничными гамма-реле ГРП-1, ГРП-2 и ультразвуковым реле УЗР-1. Для контроля скорости рабочих органов конвейерных устройств используются датчики контроля скорости типов УПДС-2, ДМ-2 совместно с аппаратами типов РСА, РС-67, УКСЛ-1.

В зависимости от принятых технологической схемы и оборудования функциональные задачи, решаемые системой автоматического управления, и принципы построения этой системы будут различны. Основные функции системы автоматического управления погрузкой в железнодорожные вагоны следующие:

1. Управление приводами исполнительных механизмов в соответствии с расчетной циклограммой работы комплекса.
2. Обеспечение необходимых блокировочных связей.
3. Регулирование приводов тяговых механизмов маневровых устройств для поддержания заданного режима скоростей перемещения вагонов.
4. Регулирование приводов загрузочных устройств для обеспечения заданной интенсивности потока угля и оптимального режима распределения горной массы в кузове вагона.
5. Контроль рабочего состояния механизмов, обеспечивающий сигнализацию о работе комплекса.

В функции оператора погрузки при этом входят следующие задачи:

1. Выбор и задание программы работы углепогрузочных механизмов согласно очередности загрузки вагонов разных типов-размеров.
2. Подача первоначального импульса на начало работы комплекса для загрузки вагонов очередного состава.
3. Контроль за характером протекания процесса и состоянием работающих механизмов и вагонов.
4. Управление одним или несколькими исполнительными механизмами при отказе соответствующих функциональных блоков аппаратуры автоматического управления.
5. Включение механизмов обрушения зависшей в бункерах горной массы при бункерной погрузке.
6. Оформление документов на отправляемый груз.

Пульт управления располагается в месте, обеспечивающем оператору хороший обзор механизмов.

Без вмешательства оператора автоматически выполняются операции, связанные с непосредственной загрузкой вагона, на-

пример: подъем и опускание погрузочного устройства при загрузке первого конуса; включение маневрового устройства для загрузки остального объема вагона; установка вагона на весах и включение весов в работу; догрузка вагона до заданной массовой нормы; регистрация массы; переключение потока массы на следующий вагон; отбор и разделка проб полезного ископаемого.

Конкретная технология погрузки и назначение каждого из механизмов определяет структурную схему системы управления (рис. 15).

Один из основных блоков — блок управления погрузочными механизмами должен обеспечивать:

1. Заданный алгоритм работы погрузочных механизмов, при этом реализуется программа, введенная для загрузки вагона определенного типоразмера.

2. Требуемую точность дозирования погружаемого угля при максимально возможной производительности процесса. При загрузке разнотипных вагонов неравномерным потоком угля и при нестабильности качественных показателей угля требуется введение корректирующих устройств, изменяющих момент отклонения погрузочных механизмов.

3. Режим распределения угля в кузове вагона, заключающийся в согласовании интенсивности потока угля по массе со скоростью относительного перемещения погрузочного механизма и вагона.

4. Оптимальный характер переходных процессов при движении вагонов. Условиями разгона и торможения состава являются энергетические показатели движения и прочностные качества вагонов. Для маневровых устройств циклического действия дополнительно требуется высокая точность остановки загружаемого вагона в определенной позиции.

Устройства автоматического контроля осуществляют:

1) фиксацию положения вагона относительно погрузочного устройства; для технологических схем с периодическим перемещением состава важно фиксировать определенные граничные по-

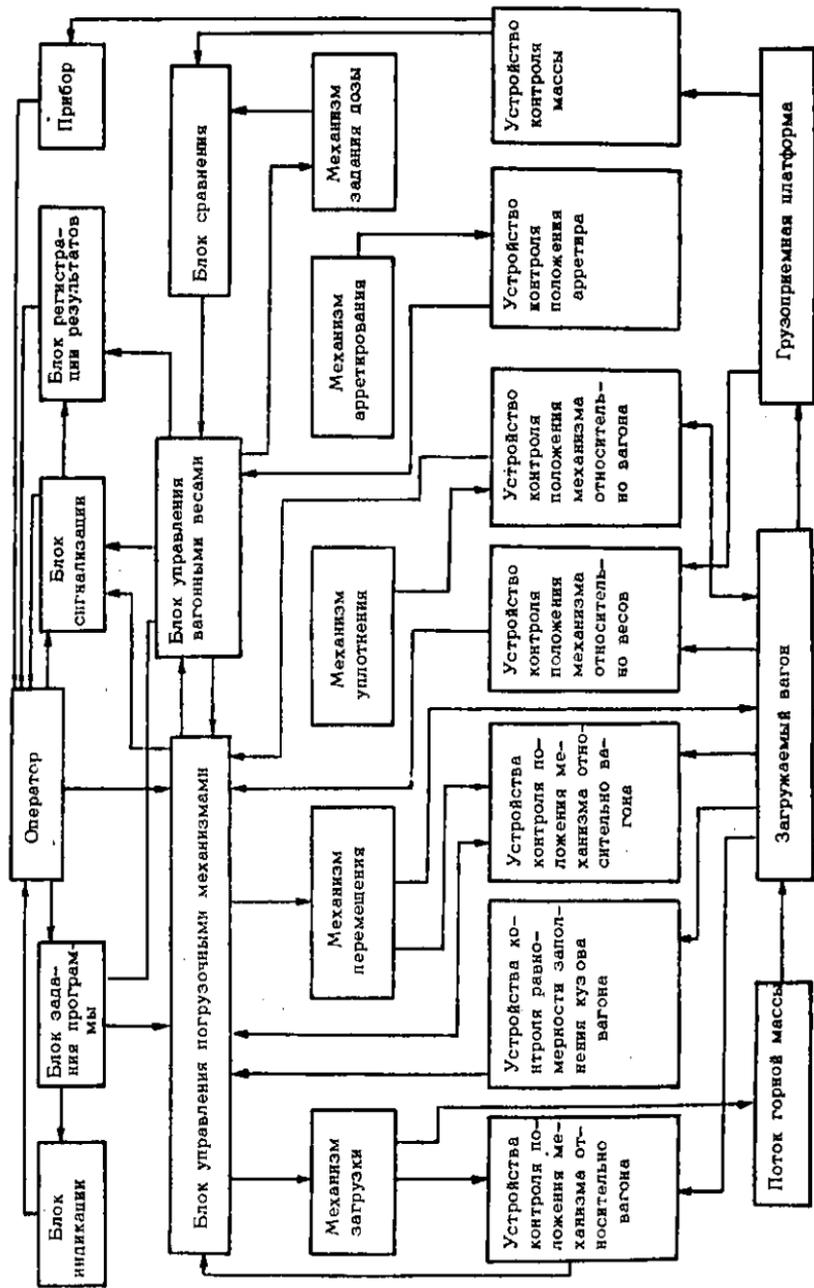


Рис. 15. Структурная схема системы управления погрузкой в вагоны

ложения вагона, при непрерывном движении необходимо постоянно контролировать положение вагона;

2) контроль положения передвижного конвейера в технологических схемах загрузки неподвижных вагонов;

3) управление работой погрузочных механизмов в системах весового дозирования, взвешивание вагонов производится путем обмена сигналами между погрузочными механизмами и весами;

4) контроль уровня материала в емкостях (для систем объемного дозирования - контроль количества угля в вагоне) и выдачу команд на управление загрузкой вагона и т.п.

Сигналы о работе комплекса погрузки и о наличии материала в бункерах, а также информация о массе отгружаемого полезного ископаемого поступают и на пульт общешахтного диспетчера.

Для наладки и опробования оборудования всегда предусматривается возможность местного управления. Вид управления выбирается оператором с помощью специального переключателя, установленного на пульте управления.

Опыт автоматизации погрузочных пунктов показал, что реальная система управления должна бесперебойно обеспечивать следующее:

1) установку загрузочного механизма относительно вагона (или наоборот) по длине таким образом, чтобы отклонение от заданного положения не превышало 100 мм; это требование регламентируется размещением в кузове вагона необходимого количества горной массы, соответствующего техническим нормам загрузки вагона;

2) установку желоба загрузочного механизма относительно борта вагона по высоте с отклонением в пределах 50 мм; это условие вытекает из задачи распределения горной массы по длине кузова вагона без просыпания;

3) глубину регулирования в следящих системах согласования интенсивности потока материала и скорости относительного перемещения загрузочного механизма и вагона при наличии промежуточной емкости не менее 1:2, а для безбункерных систем - не менее 1:10. В первом случае это вызывается колебаниями

качественных характеристик материала, во втором - неравномерностью потока материала, подаваемого на погрузку в вагоны;

4) точность поддержания заданной программы относительно перемещения загрузочного механизма и вагона в пределах $\pm 1,5\%$ установленных значений, что регламентируется необходимостью равномерного распределения массы по длине кузова;

5) точность времени отработки команды на отключение загрузочного механизма в пределах $\pm 0,5$ с (определяющее условие достижения заданной точности дозирования).

Автоматизация погрузки в железнодорожные вагоны может осуществляться с применением бесконтактной аппаратуры «Оператор».

Глава 7. ОПЕРАТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ ГОРНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

I. Общие сведения

Одним из важнейших направлений повышения эффективности горного производства является широкое применение автоматизированных систем управления (АСУ), решающих задачи автоматизированного сбора и передачи информации, переработки ее и выдачу управляющего воздействия на объект управления. Известны два основных типа АСУ: АСУ ТП - системы управления технологическими процессами и АСОУ - системы организационного управления. Для АСУ ТП основной формой перерабатываемой информации являются электрические, пневматические и прочие сигналы, в АСОУ основной формой перерабатываемой информации являются электрические, пневматические и прочие сигналы, в АСОУ основной формой перерабатываемой информации является документация.

Горное предприятие как объект управления имеет ряд специфических особенностей, главными из которых являются: непрерывность территориального развития производства, рассредоточенность и подвижность производственных объектов, нестационарность рабочих мест, наличие дискретных и непрерывных взаимосвязанных технологических процессов, случайный характер

влияния горно-геологических условий на производственные процессы, инерционность технологических процессов по выемке и транспортированию горной массы. Задачи управления горным предприятием значительно сложнее, чем, например, управления производственными предприятиями с непрерывным технологическим процессом (обогащительные фабрики, химические производства и т.п.), так как необходимо согласовывать работы различных по характеру и назначению объектов при обеспечении полной безопасности.

2. Функции оперативно-диспетчерской службы

Эффективность работы шахты зависит от эффективности работы оборудования и степени минимизации его простоев, как плановых, так и неплановых. В связи с этим весьма важна роль оперативно-диспетчерской службы, которая должна обеспечивать поддержание добычи и обогащения на заданном уровне при хороших качественных показателях выходного продукта; устранение последствий различных возмущающих воздействий (нарушение нормальных режимов работы машин, временное прекращение электроснабжения и пр.) с минимальными потерями времени и материальных ресурсов; распознавание места и характера аварии и принятие первоочередных мер по ликвидации аварии; контроль содержания метана и прогнозирование угрожающих ситуаций; автоматический учет людей, находящихся в шахте; управление противопожарным оборудованием.

В зависимости от уровня автоматизации горного предприятия уровень оперативно-диспетчерского управления может меняться. На рис.16 представлены три схемы структур технологических средств управления процессами и установками. Схема 16,а рассматривает случай, когда объекты управляются операторами, схема 16,б - для полностью автоматизированных объектов, схема 16,в - для объектов, управляемых диспетчером.

Оперативно-диспетчерское управление может быть осуществлено лишь в том случае, если диспетчер обеспечен необходимой информацией о состоянии контролируемых и управляемых объектов.

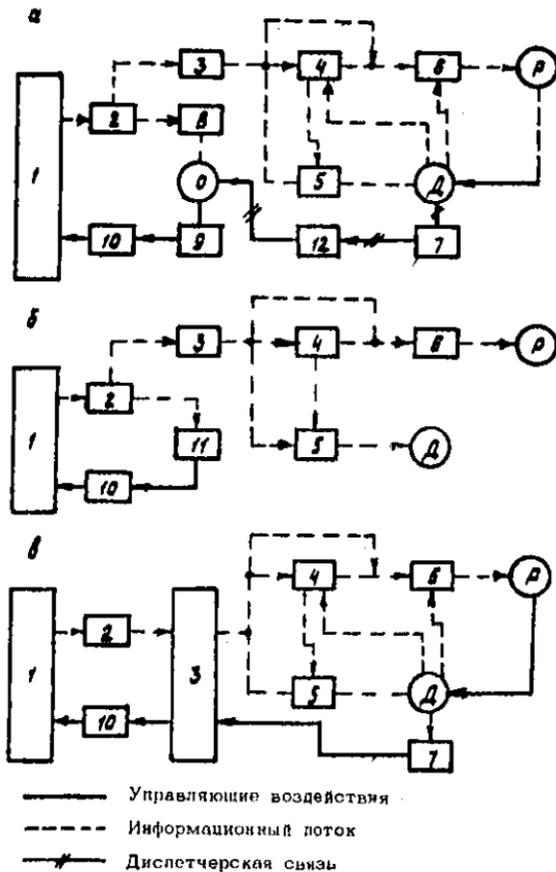


Рис. 16. Структурные схемы технологических средств управления процессами и установками:

1 - управляемый объект; 2 - датчики; 3 - система телемеханики; 4 - диспетчерские устройства обработки информации; 5 - устройства отображения информации; 6 - устройства регистрации; 7 - пульт диспетчера; 8 - устройство сигнализации диспетчера; 9 - пульт оператора; 10 - исполнительные механизмы; 11 - локальная аппаратура автоматизации; 12 - система диспетчерской связи; О - оператор; Д - диспетчер; Р - руководство шахты

В зависимости от вида контролируемых и измеряемых параметров средства отбора информации могут быть разделены на три группы.

1. Устройства измерения физико-химических величин: плотности, расхода, давления, влажности, химического состава горной массы и пр.

2. Устройства для измерения механических величин: линейных и угловых перемещений, скоростей перемещений, усилий и т.п.

3. Устройства контроля состояния технологического оборудования, хода технологического процесса, количественной оценки работы и т.п.

Основные зоны осредоточения источников информации и виды ее на угольных шахтах:

1. Очистные забои - работа добычных агрегатов, время и причины их простоя, направление движения, производительность.

2. Конвейерные линии - работа, простой маршрутов, номер аварийно остановившегося конвейера и причины аварийной остановки.

3. Погрузочный пункт - направление прохождения вагонетки места загрузки, вход и выход вагонетки на порожняковую и грузовую ветку, уровень загрузки бункера погрузочного пункта, приход (уход) электровоза на погрузочный пункт.

4. Подготовительные забои - работа проходческих комбайнов, прибытие электровоза, работа вентилятора местного проветривания.

5. Околоствольный двор - работа вагоноопрокидывателя, движение вагонетки по грузовой ветке к вагоноопрокидывателю и по порожняковой от вагоноопрокидывателя, прибытие (убытие) и номер прибывшего (убывшего) электровоза.

6. Скиповый подъем - режим работы, аварийное отключение и его причины, положение аварийного тормоза, верхний и нижний уровень горной массы в погрузочном бункере и его опорожнение.

7. Вспомогательный подъем - режим работы, аварийное отключение и его причины.

8. Технологический комплекс поверхности - режим работы, поступление полезного ископаемого в тоннах по маршрутам: шахта - железнодорожные вагоны, склад - железнодорожные вагоны, шахта - склад.

9. Комплекс погрузки угля в железнодорожные вагоны - уровень угля в погрузочных бункерах, вход и выход вагонов на грузовую (порожняковую) ветвь, прохождение вагоном места загрузки.

10. Главная вентиляторная установка - номер работающего вентилятора, депрессия и расход воздуха, температура воздуха в устье ствола, аварийное отключение вентиляторной установки и его причины.

II. Главная водоотливная установка – режим работы установки, номер работающих насосов, аварийный уровень воды в водосборнике, аварийное отключение насоса и его причины.

12. Электроснабжение – напряжение на шинах поверхностной и подземных подстанций, нагрузка на вводных и участковых фидерах, состояние изоляции фидеров.

Основными зонами сосредоточения источников информации на карьерах и разрезах являются:

1. Экскаваторы циклического действия. Контролируется состояние экскаватора и параметры процесса экскавации, процесс погрузки горной массы в транспортные средства или перемещение в отвал, количество нагруженной или перемещенной в отвал горной массы, вспомогательные работы экскаватора (зачистка забоя, перемена места стояния и т.п.), простои экскаватора и их причины (авария механического или электрического оборудования, отсутствие электроэнергии, перегон, неподготовленность забоя и т.п.), расход электроэнергии.

2. Роторные экскаваторы. Кроме указанной в п.1 информации, необходимо знать и контролировать потребность вагонов под погрузку полезным ископаемым, вскрышей, время начала и окончания погрузки данного состава; массу полезного ископаемого в составе и повагонно.

3. Буровые станки. Контролируется состояние станков (бурение скважины, вспомогательные работы, передвижка, простои, аварии и их причины), а также длительность нахождения в каждом состоянии; основные показатели работы: суммарная длина пробуренных скважин, чистое время бурения, число пробуренных скважин и расход электроэнергии.

4. Транспортные средства контролируются в основном с использованием той же информации, что и для шахтного транспорта. Поскольку для шахт и карьеров специфичной является подвижность и рассредоточенность производственных объектов и их удаленность от центрального диспетчерского пункта, то организация прямых проводных линий связи сопряжена с существенными труд-

ностями, необходимым становится использование специальных телемеханических систем для сбора и передачи оперативно-диспетчерской информации.

Анализ современных горных предприятий показывает, что общее число каналов, необходимых для целей оперативно-диспетчерского управления, составляет около 600. Из них примерно 150 каналов телефонной связи, 250 каналов ТС, 150 каналов ТИ и 50 каналов ТУ.

Взаимное расположение контролируемых объектов и их количество на шахте средней производительности требует наличия 15-30 полукомплектов исполнительных пунктов устройств телемеханики. Если на шахте эти полукомплекты устанавливаются в горных выработках (штреках, забоях и т.п.), то на карьерах они устанавливаются на экскаваторах, буровых станках, транспортных средствах и т.п.

В качестве каналов связи в системах шахтной телемеханики применяются проводные линии связи (свободные и занятые телефонные пары) и низковольтные кабельные линии переменного тока. Для телемеханизации подвижных объектов на карьерах и разрезах основными являются радиоканалы.

Еще не создано шахтной или карьерной телемеханической системы, которая смогла бы перерабатывать указанный выше объем информации. Такие шахтные телемеханические системы как ТСД-1, ТКУ-2, ТВЧС, ЭСТ-62 и "Ветер" либо решают частные задачи, либо используют устаревшую элементную базу и поэтому рекомендованы к применению быть не могут.

Сейчас ведутся работы по созданию телемеханической системы для карьеров и разрезов на основе использования радиоканала. Система состоит из центрального пункта ЦП и периферийных пунктов ПП. В системе применен адаптивный циклический опрос периферийных пунктов: опрашиваются только ПП с обновленной информацией. Для соответствующего выбора ПП применен рекуррентно-кодовый принцип временного разделения.

Передается информации в двоичном коде с обнаружением ошибок, что обеспечивает необходимую помехоустойчивость. Линия

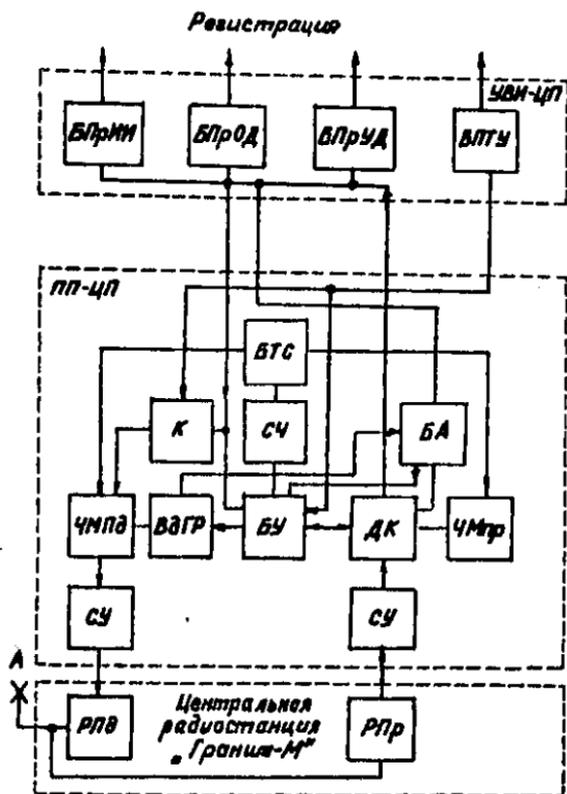


Рис.17. Структурная схема центрального пункта системы передачи информации

связи (радиоканал) образуется дуплексной УКВ-радиостанцией «Гранит-М» с частотной модуляцией. На рис.17 показана структурная схема центрального пункта (ЦП) системы передачи. Она состоит из устройства ввода-вывода информации УВИ-ЦП, которое обеспечивает связь аппаратуры с ЭВМ, и состоит из блока приема известительной информации БПрМИ, блока приема оперативных данных БПрОД, блока приема учетных данных БПрУД и блока передачи командной информации БПТУ.

Приемо-передатчик ПП-ЦП состоит

из частотно-модулирующего передатчика ЧМПд, ведущего генератора рекурренты ВдГР, вырабатывающего определенную последовательность импульсов, предназначенных для временного разделения рассредоточенных ПП; блока управления БУ, формирующего программу адаптивного опроса ПП, передачи сигналов ТУ и приема учетных данных. Кодер К используется для кодирования цик-

лическими кодами двоичных сообщений; синтезатор частот СЧ генерирует сетку модулирующих и тактовых частот; согласующие устройства СУ сопрягают выходные сигналы ЧМПд с низкочастотным входом радиопередатчика РПд и выходные сигналы УНЧ радиоприемника РПр со входом приемника ЧМ. Декодер ДК декодирует циклические коды, а блок тактовой синхронизации БТС синхронизирует тактовые частоты на приемной и передающей частотах.

Блок адресов БА сравнивает фазы рекурренты с адресом команды ТУ и проверку адресов сообщений ТИИ; одноканальный ЧМПр обеспечивает прием информационных сигналов.

На рис. 18 представлена структурная схема аппарата ПП, состоящая из устройства ввода и вывода информации УВИ-ПП, приемопередатчика периферийного пункта ПП-ПП и радиостанции типа «Гранит-М». В составе УВИ-ПП используют различные датчики и аппараты конт-

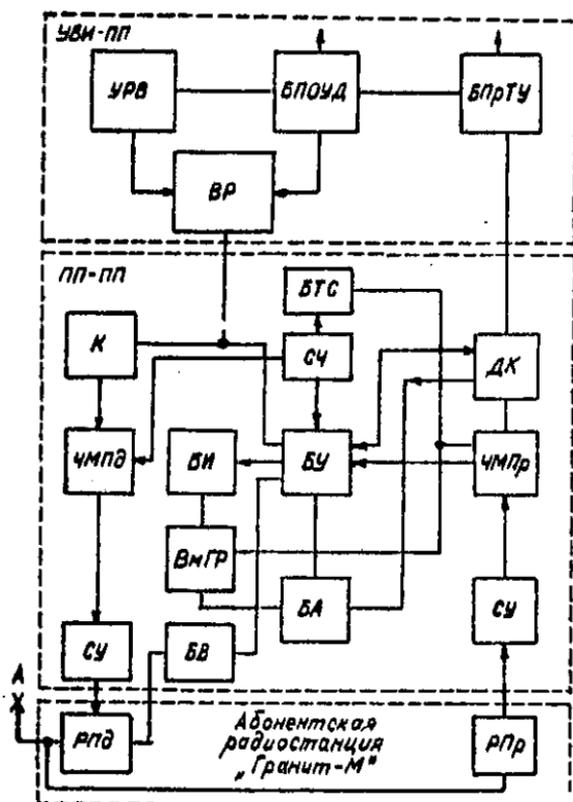


Рис. 18. Структурная схема пункта приема информации

роля и учета работы горнотранспортного оборудования с цифровым входом; аппарат УВИ-ПП содержит устройство ручного ввода УРВ набора измерительной информации с выходным регистром ВР, блок передачи оперативных и учетных данных БПОУД с выходным регистром ВР, блок приема сигналов ТУ БПрТУ. В приемо-передатчике ПП-ПП используется одноканальный ЧМ-передатчик, двухканальный ЧМ-приемник и ведомый генератор рекурренты ВмГР.

Блок избирания БИ ПП служит для определения момента совпадения фазы рекурренты с фазовым адресом данного ПП; блок включения передатчика БВ включает радиопередатчик радиостанции ПП по команде блока управления; ведомый генератор рекурренты ВмГР служит для активного слежения за текущей фазой рекурренты, передаваемой с ПП.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизация и автоматизированные системы управления в угольной промышленности / Под общей ред. Б.Ф.Братченко. М., Недра, 1976.
2. Богопольский Б.Х., Левин М.А., Бочаров К.П., Бакшт М.В. Автоматизация шахтных вентиляторных установок. М., Недра, 1978, 320 с.
3. Гардзиш В.А., Семенов М.А. Современное состояние и перспективы развития взвешивающих устройств, встраиваемых в большегрузные автосамосвалы. М., Изд. ЦНИИТЭИ приборостроения, 1978.
4. Жуковский А.А., Зарinov А.Г., Климов В.В., Крюков В.П. Средства автоматизации железнорудных карьеров. М., Недра, 1978.
5. Кальм Э.А., Тимофеев Т.С. Автоматический учет числа полностью загруженных думпкаров. Зап. ЛГИ, т. 77, 1978.
6. Ломакин М.С. Автоматическое управление технологическими процессами карьеров. М., Недра, 1978.
7. Местер И.М., Засухин И.Н. Автоматизация контроля и регулирования рудячного проветривания. М., Недра, 1974.
8. Селянин В.Г. Диспетчеризация горнотранспортного процесса на карьерах. М., Недра, 1976.
9. Толпежников Л.И. Автоматизация подземных горных работ. М., Недра, 1976.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава 1. Автоматизация буровых станков и одноковшовых экскаваторов	8
1. Общие сведения, задачи и направления автоматизации	3
2. Системы автоматизации и контроля буровых станков	6
3. Системы автоматизации и контроля одноковшовых экскаваторов	12
Глава 2. Автоматизация конвейерного транспорта	18
1. Задачи автоматизации	18
2. Средства контроля и защиты	17
3. Типовая аппаратура автоматизации конвейерных линий	19
Глава 3. Автоматизация на подземном рельсовом транспорте	28
1. Структура автоматизации подземного рельсового транспорта и задачи автоматизации	28
2. Принципы автоматизации подземных погрузочных пунктов	29
3. Аппаратура управления приводами стрелок из кабины движущегося электровоза	30
4. Автоматизация разгрузки, откатки и обмена вагонеток в околоствольных дворах	31
Глава 4. Автоматизация контроля и оперативного учета работы карьерных автосамосвалов	37
1. Общие сведения и назначение	37
2. Методы измерения массы груза встроенными устройствами	38
3. Устройства контроля и оперативного учета работы карьерных автосамосвалов	41
Глава 5. Автоматизация проветривания шахт и рудников	45
1. Задачи и принципы автоматизации проветривания	45
2. Автоматизация вентиляторов главного проветривания	48
3. Автоматизация вентиляторов местного проветривания	50
4. Автоматизация калориферных установок	55
5. Автоматический контроль содержания метана в рудничной атмосфере	59

Глава 6. Автоматизация технологического комплекса поверхности	68
1. Структура технологического комплекса и его особенности как объекта автоматизации	68
2. Автоматизация отдельных агрегатов	68
3. Требования к автоматизации ПТС	68
4. Аппаратура автоматизации технологических ПТС	70
5. Автоматизация погрузки горной массы в железнодорожные вагоны	73
Глава 7. Оперативный контроль и управление горным производством	86
1. Общие сведения	86
2. Функции оперативно-диспетчерской службы	86
Рекомендуемая литература	94

Владимир Александрович Гардзиш
Эдуард Александрович Кальм
Евгений Самойлович Кричевский

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА
НА ОТКРЫТЫХ И ПОДЗЕМНЫХ РАБОТАХ**
Учебное пособие

Редактор Е.С.Дрибинская
Корректор Ю.А.Кац
Технический редактор Р.И.Кравцова

Сдано в набор 05.10.81. Подписано к печати 28.12.81. М-30129.
Формат 60x84/16. Бумага типографская № 2. Печ.л. 5,8.
Усл.печ.л. 8,3. Уч.-изд.л. 5. Тираж 500 экз. Изд. № 100. Заказ 519.
Цена 28 коп.

РТП ЛГИ, 198026, Ленинград, 21-я линия, 2