

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫМИ ГОРНЫМИ МАШИНАМИ

Аннотация. Приведены функционально-структурные схемы и принципы функционирования систем. Показаны схемно-технические и конструктивные решения, заложенные в преобразователе, которые позволили встроить его в корпус угольного комбайна. Системы управления двухскоростными лавными скребковыми конвейерами реализуют модульный принцип построения. В статье описан блок регистрации произошедших событий, фиксирующий основные параметры режимов работы машины, хронологию событий, их хранение с временем накопления данных - 5 лет и т.п.

Ключевые слова: горные машины, системы управления, частотные преобразователи, блок регистрации событий.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

В Украине разработано и освоено в производстве горно-шахтное оборудование нового поколения для высокопроизводительных угольных шахт, отвечающее современным требованиям [1, 2, 3]: очистные комбайны УКД400, КДК400, КДК500 и КДК700, скребковые конвейеры типажного ряда КСД, насосные станции СНД100, СНД200/32 и СНД300/40, проходческие комбайны КПД, КПУ, КПЛ, КПА, КПр, поддирочно-погрузочную машину МПР, бункер-конвейер БК250 и др.

Постановка задачи. Высокий уровень технических параметров, значительное расширение функциональных возможностей машин нового поколения, требования к повышению безопасности их эксплуатации потребовали создания новых систем управления этими машинами. Такие системы созданы и освоены в производстве. Рассмотрим функционально-структурные схемы и принципы функционирования некоторых из них.

Один из первых очистных комбайнов нового технического уровня – комбайн УКД300, а затем и УКД400, в состав которого входит

преобразователь ПЧЭШ-60, включающий информационную компоненту, и комплекс средств управления КУОК.

Комплекс КУОК состоит из аппаратов, устройств и других элементов, расположенных непосредственно на комбайне и на штреке. Комбайновая часть состоит из силового отсека, отсека управления, пультов управления, датчиков; штрековая – из пульта управления комбайном, блока отображения и источника питания. КУОК предусматривает два режима управления: «проводного» и телемеханического. «Проводное» управление по кабелю обеспечивает все защиты и блокировки, необходимые для работы на невыбросоопасных пластах. Телемеханическое управление, помимо возможности управления комбайном со штрека, что обеспечивает работу на выбросоопасных пластах, предоставляет большой объем диагностической информации о состоянии комбайна.

Преобразователь ПЧЭШ-60 предназначен для управления двигателями резания и подачи с выполнением всех необходимых защит и блокировок, а также для регулирования по заданному алгоритму частоты вращения встроенных двигателей подачи. ПЧЭШ-60 выполнен на базе частотного преобразователя с водяным охлаждением типа ПЧЭ-120М. Достоинством преобразователя ПЧЭ-120М является то, что для его питания впервые применено напряжение 1140В без понижающего трансформатора, при этом диапазон изменения выходной частоты – от 2,5 до 150 Гц. Схемно-технические и конструктивные решения, заложенные в преобразователе, позволили значительно уменьшить габариты отечественных очистных комбайнов в сравнении с иностранными аналогами.

Преобразователь того же типа и его информационная компонента конструктивно интегрированы в корпус комбайна КДК500 и используются в приводе подачи. Составной частью системы управления очистными комбайнами КДК400, КДК500, КДК700 является аппаратура КС500Ч-02, которая обеспечивает необходимые защиты и блокировки, индикацию основных параметров и причин его отключения. КС500Ч-02 включает в себя штрековую часть, состоящую из пульта управления и источника питания, а также комбайновую часть, состоящую из пультов (центрального, левого, правого и радиоуправления), блока управления, датчиков. Питание комбайновой части систе-

мы управления осуществляется напряжением 220В от специально разработанного источника ИПШ.2.

При работе на выбросоопасных пластах штрековая часть комплекса КС500Ч-02 позволяет осуществлять управление комбайном со штрека с акустическим контролем его работы, контролем местоположения и индикацией всех параметров комбайна (нагрузки двигателей, состояния датчиков и др.). При этом комбайн связан со штреком телемеханическим каналом для передачи данных по кабелю КГШР5х2х2,5. При работе на невыбросоопасных пластах штрековая часть комплекса КС500Ч-02 используется для отображения диагностической информации и позволяет осуществлять связь машиниста комбайна со штреком.

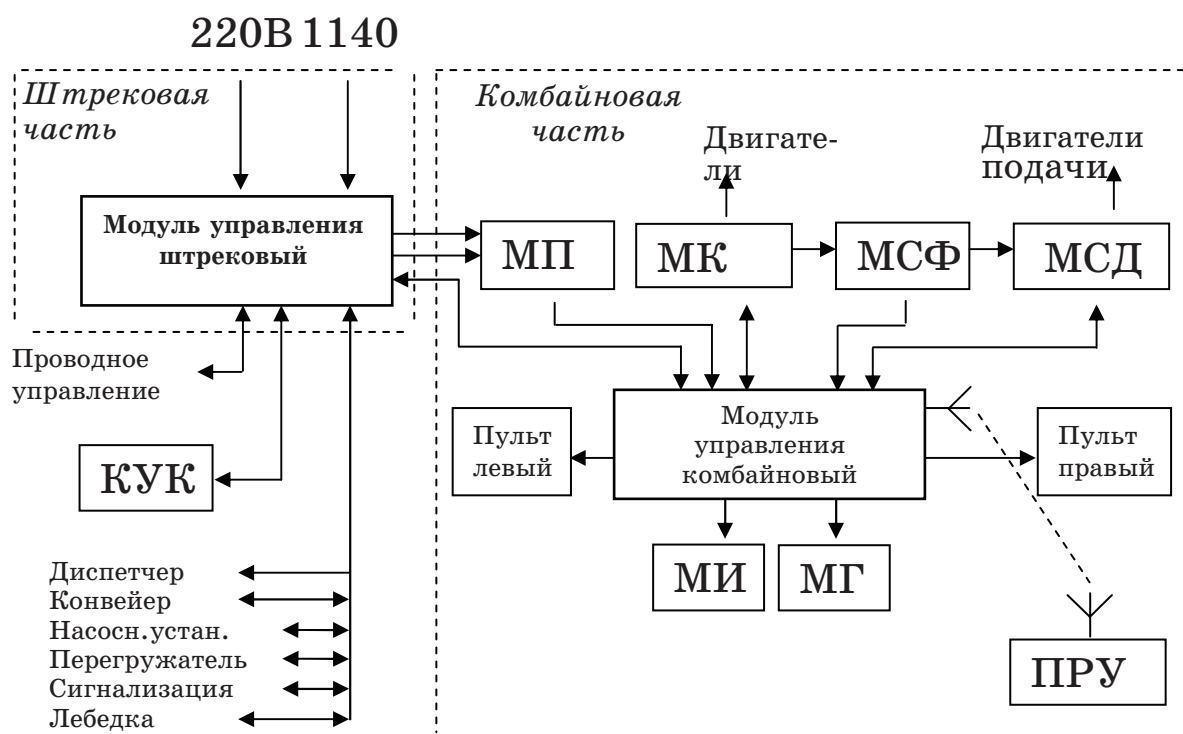


Рисунок 1 - Структурная схема комплекса системы управления комбайном КДК500: МПИ – модуль питания; МК – модуль коммутационный; МФС – модуль сетевого фильтра; МСД – модуль силовой; КУК – комплекс управления крепями; МИ – модуль индикации; МГ – модуль гидроуправления; ПРУ – пульт радиоуправления

Для управления и защиты приводов двухскоростных лавных конвейеров созданы станции управления: КСД27.50 и УКВ.650, обеспечивающие рациональный пуск конвейера с целью уменьшения динамических нагрузок в элементах конвейера при его запуске [4, 5].

Структурная схема системы управления, выполненной на базе станции КСД27.50, приведена на рисунке 2. Во взрывозащищённом корпусе станции расположены: шесть силовых контакторов, два из которых (КМ1, КМ2) обеспечивают рабочий и реверсивный режимы электродвигателей в дистанционном режиме, остальные (КМ3-КМ6) – подачу питающего напряжения на обмотки высокой и низкой скоростей электродвигателей головного и хвостового приводов М1 и М2; промежуточные реле; блоки форсировки; блоки защиты. Для управления и защиты приводов двухскоростных лавных конвейеров созданы станции управления: КСД27.50 и УКВ.650, обеспечивающие рациональный пуск конвейера с целью уменьшения динамических нагрузок в элементах конвейера при его запуске [4, 5].

Структурная схема системы управления, выполненной на базе станции КСД27.50, приведена на рисунке 2. Во взрывозащищённом корпусе станции расположены: шесть силовых контакторов, два из которых (КМ1, КМ2) обеспечивают рабочий и реверсивный режимы электродвигателей в дистанционном режиме, остальные (КМ3-КМ6) – подачу питающего напряжения на обмотки высокой и низкой скоростей электродвигателей головного и хвостового приводов М1 и М2; промежуточные реле; блоки форсировки; блоки комплексной защиты для обеспечения контроля максимальной токовой защиты и контроля сопротивления изоляции отводящих силовых цепей; трансформаторы тока и напряжения; блок управления аппаратуры УКСД.

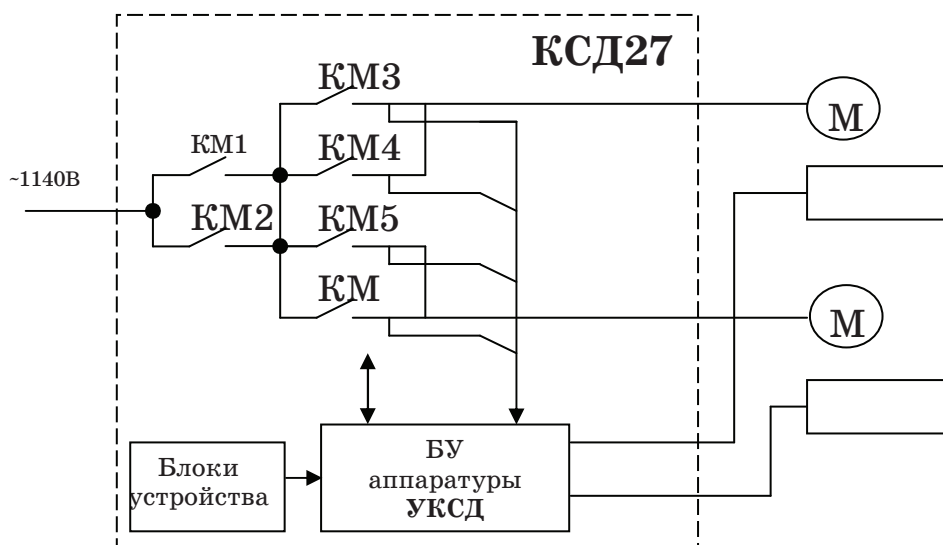


Рисунок 2 - Структурная схема системы управления двухскоростным скребковым конвейером, выполненной на базе станции управления КСД27.50

Аппаратура УКСД является центральным модулем системы управления и состоит из блока управления БУ, двух блоков индикации БИ, датчика контроля скорости и двух датчиков температуры. Блок управления осуществляет: управление конвейером в соответствии с заданным режимом (выбор скорости, выбор работающего привода, «работа-реверс» и пр.); запуск конвейера, с учетом текущей загрузки конвейера и динамики его разгона; контроль потребляемого тока электродвигателями головного и хвостового приводов, их теплового состояния (предупредительного и аварийного нагрева), контроль частоты вращения головного привода, предельной температуры масла в редукторах, срабатывания блоков устройства и т.д.; защиту и блокировку работы конвейера при достижении контролируемых параметров предельных (аварийных) значений; отображение информации о текущем состоянии и причинах аварийного отключения конвейера.

В станции УКВ-650 реализованы: модульный принцип построения в части управления приводом конвейера, текстовое представление информации о состоянии защит и блокировок конвейера с возможностью передачи ее диспетчеру, а также введены дополнительные узлы для работы конвейера в автоматизированном режиме по управляющим сигналам телемеханики. Структурная схема системы управления, выполненной на базе станции УКВ-650, представлена на рисунке 3.

По техническим характеристикам станция УКВ-650, предназначенная для конвейеров с количеством приводов от одного до четырех, имеет преимущества по сравнению со станцией КСД27.50, предназначенной для двухприводных скребковых конвейеров, как в количестве выполняемых функций, так и по габаритным размерам (в 1,5 раза) и массе (в 4 раза). Обе станции имеют напряжение питания 1140/660 В.

На рисунке 4 представлен алгоритм запуска двухскоростного скребкового конвейера.

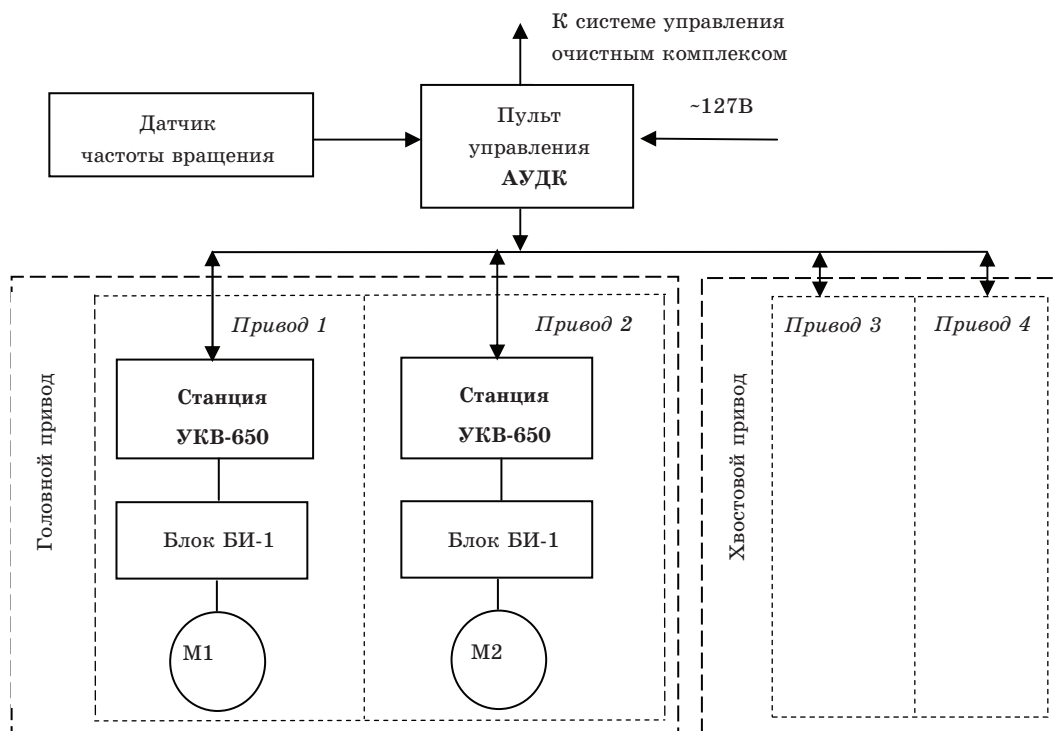


Рисунок 3 - Структурная схема системы управления двухскоростным скребковым конвейером, выполненной на базе станции управления УКВ-650

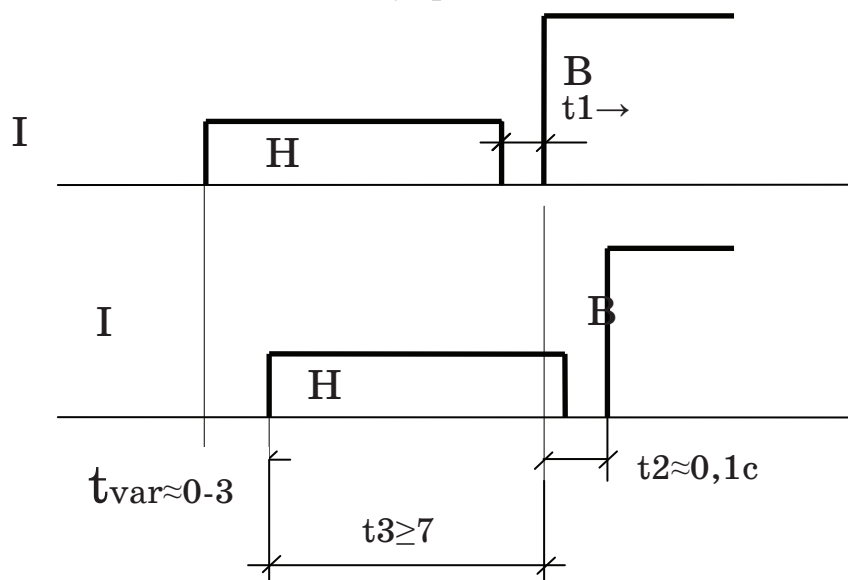


Рисунок 4 - Алгоритм запуска двухскоростного скребкового конвейера: I – переключение скоростей хвостового привода конвейера; II – переключение скоростей головного привода конвейера; Н – работа электропривода на низкой скорости; В – работа электропривода на высокой скорости

Для снижения зольности горной массы, увеличения коэффициента машинного времени очистной техники, а также работы добычного участка в энергосберегающем режиме разработан бункер-конвейер типа БК250, управление которым осуществляет аппаратура, состоящая из устройства управления, клеммных коробок, концевых датчиков, поста управления, датчиков скорости и заштыбовки. Структурная схема системы управления бункер-конвейера приведена на рисунке 5.

Устройство управления по сигналу, поступившему от поста управления, осуществляет работу бункер-конвейера в режиме погрузки или разгрузки. Движение тягового органа осуществляется посредством управления четырьмя гидрораспределителями, подающими рабочую жидкость в гидроцилиндры, которые приводят в движение храповый механизм, вал которого приводит во вращательное движение звезду привода. Управление гидрораспределителями производится по срабатыванию датчиков концевой положения штоков цилиндров. Полная загрузка конвейера контролируется датчиком, срабатывание которого приводит к отключению не только самого бункер-конвейера, но и оборудования очистного забоя. В режиме «разгрузка» контролируется движение конвейера участковой линии. Весь объем собранной информации представляется на текстовом мониторе устройства управления и транслируется по каналу телемеханики на поверхность шахты.

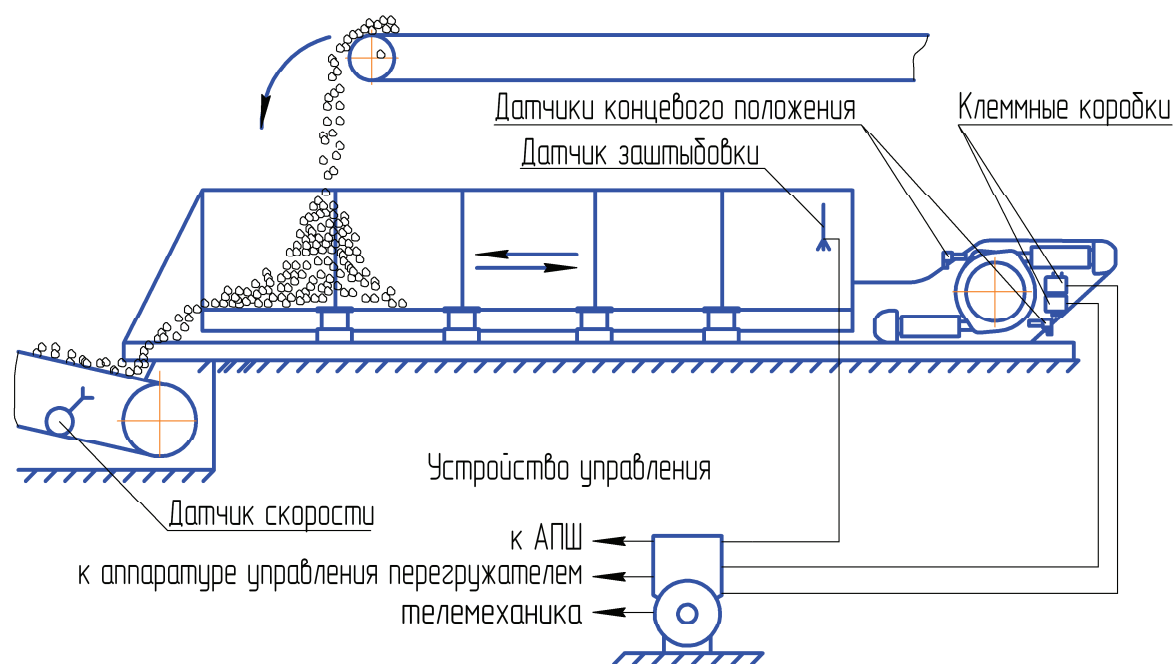


Рисунок 5 - Структурная схема системы управления бункер-конвейера

Для повышения производительности очистных забоев созданы новые станции СНД200/32 и СНД300/40, которые отличаются тем, что:

– система управления позволяет осуществлять как независимую работу насосных агрегатов (каждый агрегат работает на своего потребителя), так и параллельную работу на общего потребителя (при обслуживании высокопроизводительных механизированных комплексов или в составе центральных насосных станций);

– привод высоконапорного, подпиточного и смазочного насосов осуществляется от общего электродвигателя.

Для станций СНД200/32-05 и СНД300/40-05 создана и серийно выпускается аппаратура управления, контроля и диагностики АУСН, которая обеспечивает: выбор режимов управления и работы станции, защиту от перегрева электродвигателей и масла в картерах агрегатов, блокировку станции – при снижении давления подпитки и давления масла в маслосистеме, при повышении давления на сливе, а также при снижении уровня эмульсии и обрыве линии дистанционного управления; информация о работе станции и состоянии контролируемых параметров отображается на текстовом мониторе и передается по каналу телемеханики диспетчеру.

Для повышения безопасности, комфортности и производительности труда шахтеров в забое создана аппаратура освещения АО-4, устанавливаемая на механизированных крепях. При ее разработке основное внимание было уделено малогабаритности составных частей, увеличению длины освещаемой лавы и соответствию уровней освещенности действующим нормативам. В качестве питающего напряжения использовано 220 В, что, помимо значительного увеличения длины освещаемой лавы (550 м), дало уменьшение сечения питающего кабеля.

Для повышения освещенности рабочей области были проведены исследования по определению оптимальной формы отражателя и местоположения лампы в корпусе светильника (уровни освещенности очистного забоя приведены на рисунке 6).

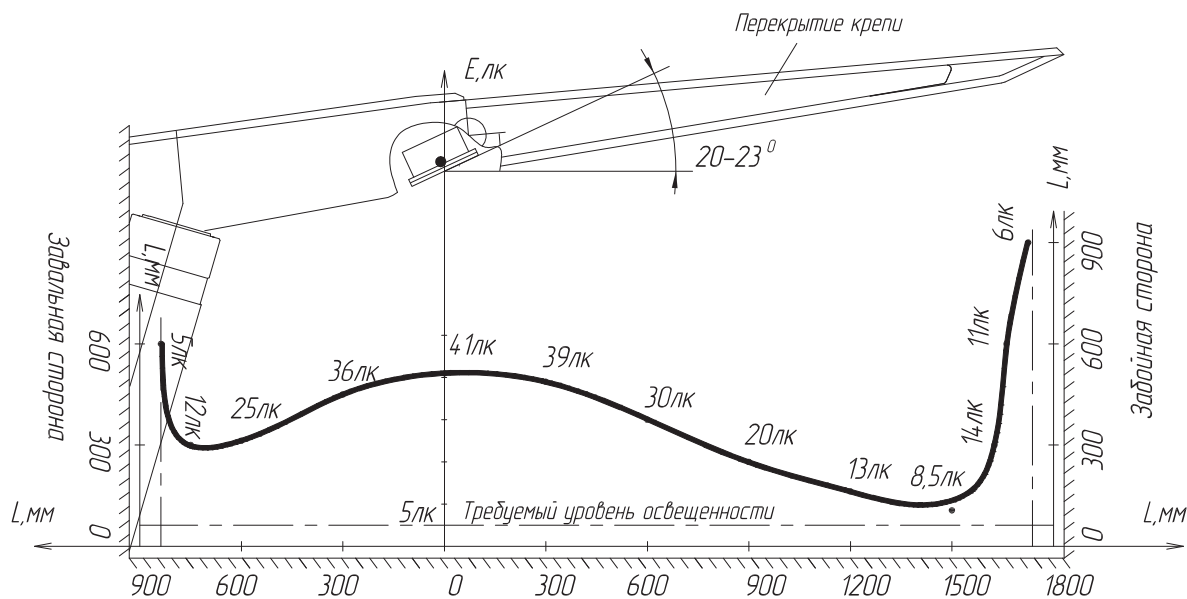


Рисунок 6 - Уровни освещенности очистного забоя

Для проходческих комбайнов нового поколения КПД, КПУ, КПЛ, КПА, поддиро-погрузочной машины МПР были разработаны аппаратура диагностики УДПМ и аппаратура управления УПК, размещенные в станции управления горной машиной.

Новая станция управления проходческими комбайнами представляет информацию о состоянии защит и блокировок комбайна и оснащена аппаратурой УДПМ, осуществляющей управление, контроль и защиту электроприводов комбайна. Аппаратура УДПМ включает в себя блок управления и ряд датчиков. Блок управления встраивается в станцию управления комбайна и имеет связь с аппаратурой управления УПК, разработанной на микропроцессорной технике, что позволяет адаптировать аппаратуру под циклограммы работ гидросистем различных проходческих машин. Аппаратура УПК обеспечивает местное и дистанционное управление, включая радиоуправление, в ней предусмотрен режим работы с двумя дистанционными пультами управления – комбайном и конвейером. Информация о работе комбайна отображается на информационном табло. На рисунке 10 представлена структурная схема системы управления проходческим комбайном.

Для организации ремонтно-профилактических и ремонтно-восстановительных работ на современном техническом уровне с учетом фактического и прогнозного (остаточного) ресурса горной машины разработан блок регистрации произошедших событий

БРП, фиксирующий основные параметры режимов работы машины, хронологию событий, их хранение и т.п.

Блок регистрации получает информацию о состоянии горной машины по интерфейсу связи RS-485 от аппаратуры УДПМ и в реальном масштабе времени записывает ее на главный съемный модуль памяти, с указанием текущего времени и даты. Блок регистрирует состояние электродвигателей комбайна и срабатывание их температурных защит, уровня и температуры рабочей жидкости в гидросистеме, предельного давления воды в системе орошения, срабатываний блоков максимальной токовой защиты и др. Общее количество регистрируемых событий – до 128ед., дискретность фиксации событий – до 60 с, время накопления данных – 5 лет. Собранные информация обрабатывается на поверхности шахты с последующим детальным анализом и выдачей необходимых форм, в том числе с оценкой как отработанного, так и остаточного ресурса машины.

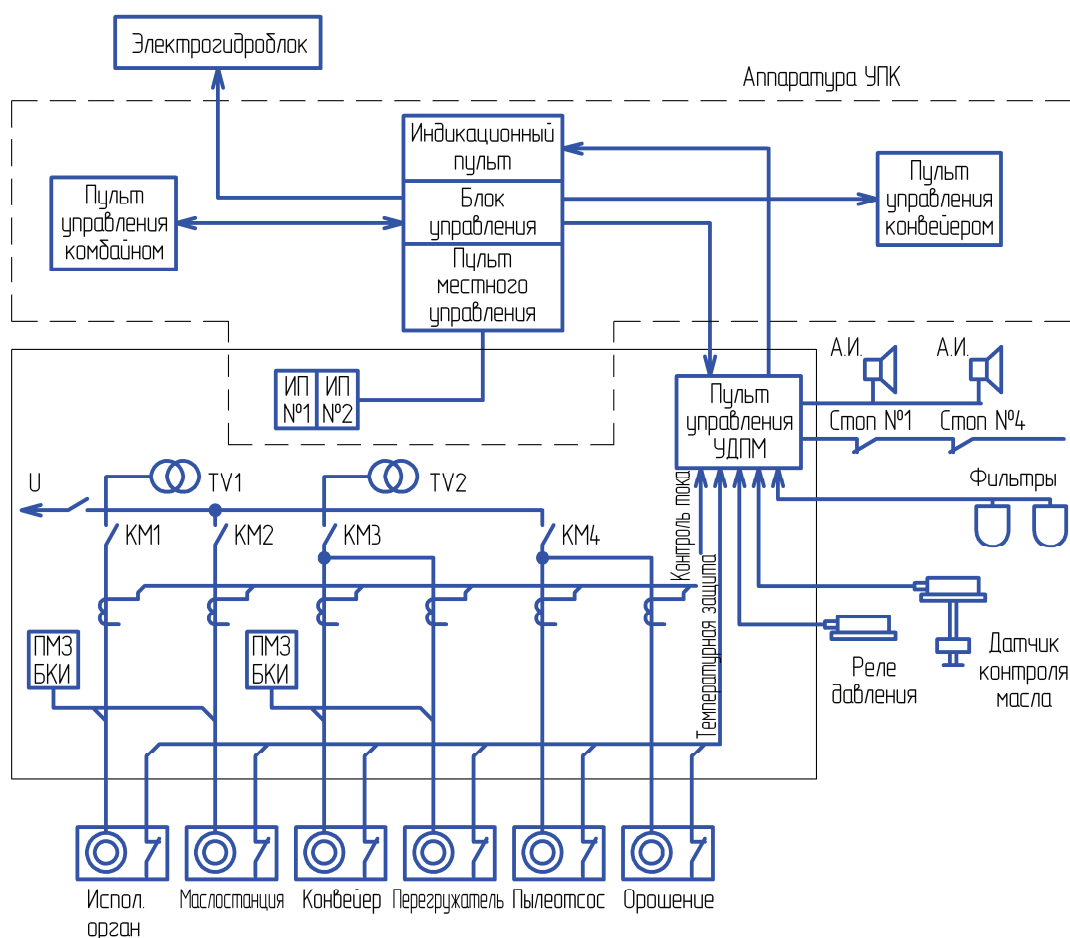


Рисунок 7 - Структурная схема системы управления проходческим комбайном

Выводы и направление дальнейших исследований. Значительное увеличение энерговооруженности, внедрение частотно-регулируемого привода подачи очистных комбайнов и двухскоростных двигателей для привода лавных конвейеров, а также внедрение многофункциональных систем управления нового поколения на микропроцессорной технике с высоким уровнем диагностики позволили существенно повысить производительность и улучшить другие эксплуатационные показатели оборудования.

Для оснащения горных машин нового поколения созданы системы автоматизированного управления: устройства КСД27.50, УКВ-650, аппаратуры АУДК, УКСД, УПК, УДПМ, АУСН, АО, частотный преобразователь ПЧЭШ-60. Комплектующие изделия (электрооборудование, коммутационная аппаратура, комплекс управления КС500Ч, частотный преобразователь ПЧЭ-120М) разработаны ГП «Донгипроуглемаш» совместно с институтами УкрНИИВЭ, ОАО «Автоматгормаш им. В. А. Антипова», ОАО «Элмис», НГУ.

Указанные системы управления освоены в серийном производстве заводами Украины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Косарев В.В., Стадник Н.И., Косарев И.В., Мизин В.А., Приседский Е.В. Новое горно-шахтное оборудование для технического переоснащения угольных шахт // Уголь Украины. – 2007. – № 2.
2. Стадник Н. И., Бойко Г. Г., Рябченко А. С. Очистные комбайны УКД200 и УКД300 для эффективной отработки тонких пластов // Уголь Украины. – 2003. – № 9.
3. Костюков В.М., Сошенко И. Н. Высокопроизводительные очистные комбайны нового поколения КДК500 и КДК700 для пластов мощностью 1,35–4,3 м // Уголь Украины. – 2003. – № 9.
4. Андреев Г. В., Косарев И. В., Лелека И. Т., Довженко В. И. Скребок-вые конвейеры нового технического уровня // Уголь Украины.– 2003.– № 9.
5. Стадник Н.И., Ткачев В.В., Мезников А.В. Управление двухскоростными скребковыми конвейерами – Науково-технічний збірник “Гірнична електротехніка та автоматика”. Випуск № 75. – Дніпропетровськ, 2005. – С.62-68.