

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКИ
ДИНАМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ
“ПОДЪЕМНЫЙ СОСУД – ЖЕСТКАЯ АРМИРОВКА”**

Пропонується підхід, який для реальних умов дозволить раціонально розподіляти ролі між апаратною та програмною частинами системи діагностики і можливі варіанти проектування для шахтного підйомного комплексу.

THE PROJECTING SYSTEM OF EXPRESS-DYAGNOSTIC DYNAMICAL CONDITION OF SYSTEM "LIFTING VESSEL – HARD ARMING"

The approach which for the real conditions allows rationally distribute the roles between the apparat and program parts of system of diagnostic and possible variants of projecting for the mining lifting complex was offered.

Большие запасы минерального сырья служит базой развития экономики независимой Украины. Дальнейшее повышение, а в ряде случаев даже поддержание достигнутой эффективности разработки полезных ископаемых, требует решения ряда сложных проблем, связанных, прежде всего с резко ухудшающимися с каждым годом горно-технологическими, горнотехническими и социальными аспектами горного производства. В соответствии с законодательством Украины об охране труда, обеспечение безопасности на шахтах, является неотъемлемой частью государственной деятельности в области охраны жизни и здоровья шахтеров. Одной из серьезных проблем является низкая обеспеченность на действующих шахтах системами экспресс-диагностики или их полное отсутствие. Отсутствие на шахтном подъемном комплексе средств диагностики в реальном масштабе времени делает нереальной планово-предупредительную систему технического обслуживания, так как полный объем профилактических работ выполнить без привлечения приборных средств невозможно, хотя существует регламент обязательного ежесуточного обслуживания (ТО-2) шахтного подъемного комплекса в соответствии с требованиями § 372 Правил безопасности в угольных шахтах. Обстоятельство существенно усугубляется состоянием оборудования шахтных подъемных комплексов, более 40% которых далеко превысили нормативные сроки службы [1].

Разрабатывая систему экспресс-диагностики динамического состояния системы “подъемный сосуд–жесткая армировка” (ЭД ДССПА), надо помнить, что она решает задачу безопасности работы шахтеров (функцию контроля плавности движения подъемных сосудов). Понятно, что снижение затрат на разработку такой системы может идти только не за счет снижения и ухудшения ее технических характеристик. Техничко-экономическая целесообразность и практический опыт работы в этой области говорят о том, что до настоящего времени схемные решения системы ЭД ДССПА могли обходиться очень дорого, поэтому конструировалась, как правило, минимальная, несовершенная аппаратная часть и большая доля по управлению системой приходилась на программную часть. В настоящее время появились и появляются новые схемные решения,

увеличился выпуск периферийных микросхем и комплектующих. Интегральная микросхема не только намного компактнее своего аналога из дискретных элементов, но и значительно дешевле и гораздо надежнее. При разработке программной части применяют современные эффективные методы и системы автоматического программирования, что значительно сокращает время и принципиально упрощает разработку программной части. Стоимость центрального процессора составляет зачастую лишь небольшую часть (иногда менее 10 %) от общей стоимости компьютерной системы. Это главным образом трудностями в решении проблем точности подсистемы аналогового входа, согласования характеристик аппаратуры с требованиями технологического процесса ЭД ДССПА, а так же тем, что разработчики прецизионных аналоговых схем все еще слабо используют последние достижения в области микроэлектроники.

В связи с этим настало время рационально и более четко распределять роли между аппаратной и программной частями системы диагностики для шахтного подъемного комплекса (ШПК). Это осуществляется с помощью реализации следующего плана этапов, представленного на рис. 1

Реализация данного плана дает возможность избежать непродуктивных затрат времени и средств при создании диагностической системы.

Рассмотрим два основных варианта создания аппаратуры ЭД ДССПА.

Во-первых, прибор спроектирован и изготовлен специально для какой-то цели. Например, портативный однозадачный комплекс для контроля плавности движения противовесов в проводниках жесткой армировки. Выходом портативного однозадачного комплекса, поступающим от исследуемого параметра противовеса, являются электрические сигналы линейных ускорений определенных точек противовеса. Управление обеспечивается с помощью микропроцессора, которым в свою очередь управляет пользователь с помощью программируемых команд. Портативный однозадачный комплекс для контроля плавности противовесов в проводниках жесткой армировки является фактически компьютерной системой, оснащенной стандартизованными входными и выходными блоками и позволяющей выполнять измерения и других параметров ШПК. Запись значений этих параметров и формат информации зависят от программируемых команд и индицируются на мониторе или копируются в бортовую ПЭВМ.

Второй вариант, создания комплекса для многозадачной системной диагностики ШПК предусматривает использование ПЭВМ для управления, в этом случае портативный однозадачный комплекс для контроля плавности противовесов в проводниках жесткой армировки является периферийным.

Из приведенных выше описаний очевидны главные различия двух вариантов. Первый вариант - прибор конкретного назначения, недорогой по затратам для массового использования на шахтах. Второй вариант - система, сделанная на заказ, поэтому сравнительно дорогая, но которая может быть легко приспособлена для других видов исследования параметров ШПК. Такая система, очевидно, будет выпускаться в ограниченных количествах.

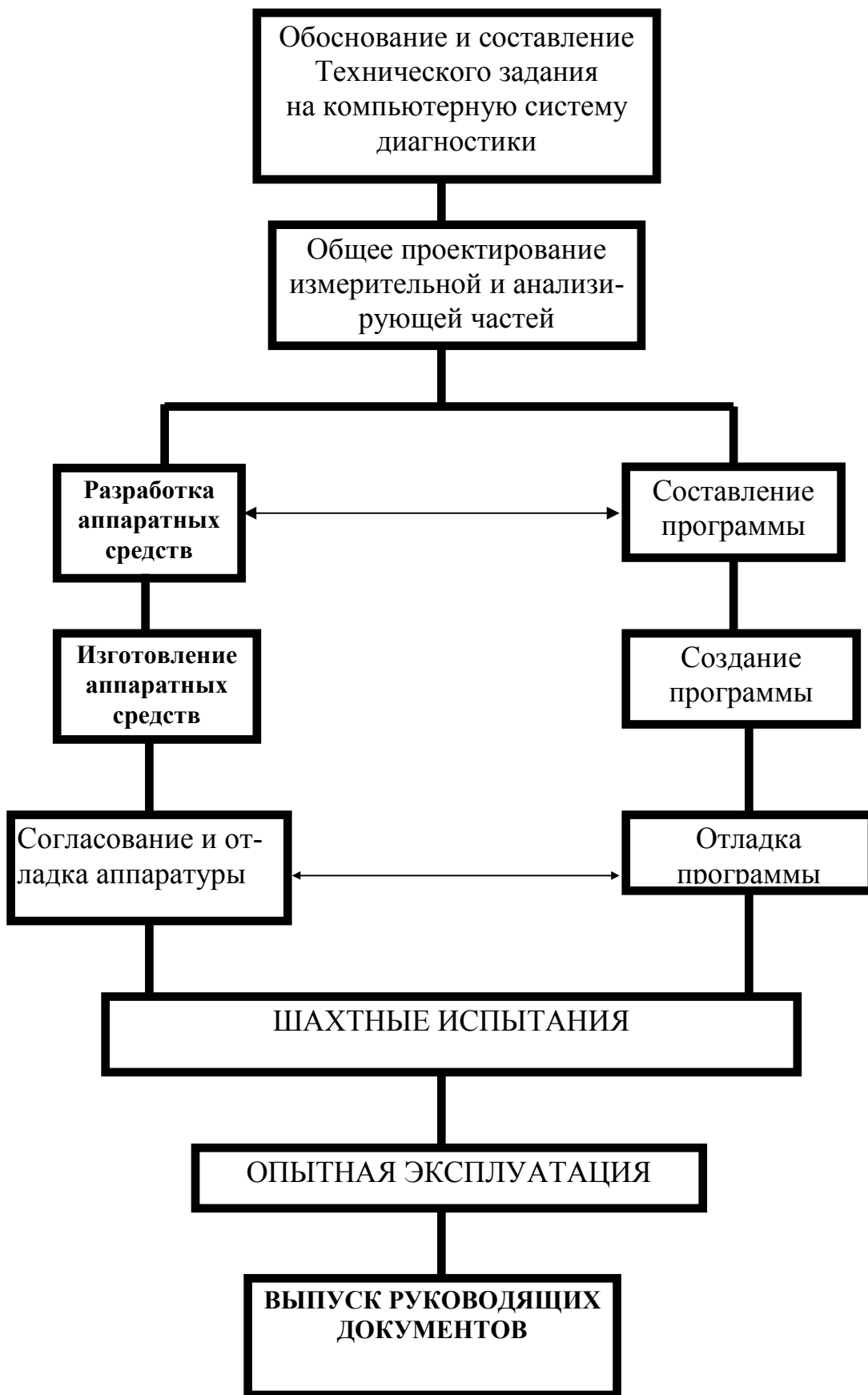


Рис.1. Этапы проектирования компьютерной системы диагностики динамического состояния системы “подъемный сосуд–жесткая армировка”

Отсутствие ясности в вопросе принципов построения такой аппаратуры не позволяет создавать эффективную и высокопроизводительную технику и технологию диагностики. Критический анализ собственных результатов и обобщение опыта коллег позволили сформулировать основные принципы построения аппаратных средств применительно к системе ЭД ДССПА. Отдельно взятые принципы общеизвестны, однако в комплексе являются эффективным инструментом теоретических исследований, позволяющих получить объективную информацию для проектирования аппаратуры экспресс-диагностики и анализа параметров эксплуатационных режимов узлов ШПК.

Если несколькими приборами управляет одна центральная ПЭВМ, то имеет смысл связать каждый прибор двунаправленным интерфейсом с общей шиной данных и управления. Соединения между индивидуальными приборами и ПЭВМ чрезвычайно упрощены. Эти связи осуществляются простым кабелем или фидером. Такая организация шин для диагностического оборудования обеспечивает принцип “адаптивной гибкости”, поскольку дополнительный прибор может быть подсоединен к шинам без особых проблем. В этом случае изменение требований к диагностике или задаче измерений выливается в замену приборов и перепрограммирование ПЭВМ. Принцип “модульности” достаточно хорошо известен, так как является основой любой стандартизации. В приложении к программированию аппаратуры ЭД ДССПА это означает создание программы как иерархической системы подпрограмм-модулей, взаимодействующих через блок динамически распределяемой памяти. Потребность в динамическом распределении памяти возникает при необходимости загрузить в нее блоки переменной длины и различной значимости. В процессе работы на шахте память заполняется с двух сторон: с нижней – коротко-, с верхней – долгоживущими данными. Между ними резервируется часть памяти. Система следит за резервным участком, и, если он оказывается мал для загрузки очередной порции результатов, производится «чистка мусора». Удаляется второстепенная информация, а оставшаяся архивируется. Это позволяет осуществлять первичную обработку в режиме реального времени. “Модульный” принцип заключается и в декомпозиции разрабатываемой аппаратуры ЭД ДССПА на отдельные модули, что позволяет понизить размерность решаемых задач, а также более оперативно осуществлять “настройку” алгоритмов программно-вычислительной части аппаратуры для исследования новых объектов ШПК.

Как известно, для экспресс-диагностики основная задача заключается в минимизации затрат времени на поиск дефекта, решается она с помощью автоматических устройств диагностирования, непрерывно контролирующих состояние функционально-конструктивных узлов ШПК и характеризующихся заданной достоверностью и оперативной продолжительностью диагностирования. В то же время учет многочисленных факторов приводит к чрезмерному усложнению аппаратуры ЭД ДССПА и первичной обработки данных в режиме реального времени. Получение конечных результатов в широком диапазоне измерения параметров ШПК становится возможным благодаря принятию ряда допущений, что снижает достоверность полученных данных. Принцип “соответствия” заключается в том, что точность математической модели должна соответствовать

точности физических допущений при ее формировании и подтвердиться шахтными испытаниями рис.1.

Учет как можно большего числа характеристик физических параметров ШПК повышает степень универсальности аппаратуры, а, следовательно, и достоверность полученных результатов. Согласно принципу “универсальности” приближенный учет факторов, определяющих физику исследуемых процессов, несмотря на их недостаточную изученность, приводит к меньшим погрешностям в расчетах, чем неучет их вообще. Это также способствует доработке по совершенствованию разрабатываемой аппаратуры.

На практике даже “модульный” принцип для построения прибора конкретного назначения может быть “адаптирован”, поскольку он позволяет пользователю достаточно просто заменять измерительные модули, необходимые при различных измерениях. При этом соблюдается принцип “пирамидальности”, заключающийся в том, что аппаратура образует, как бы пирамиду, в основании которой лежат более простые приборы и поддерживают более сложные. При этом сложная аппаратура позволяет учесть дополнительные эффекты и определить необходимые корреляции и поправочные коэффициенты, которые целесообразно использовать в более простых моделях для повышения их точности. Это дает предпосылку постоянно совершенствовать аппаратуру и решать проблему в общем виде.

Учитывая, что на реальном ШПК имеются ограничения возможности числа измеряемых параметров (например, невозможно установить измерительный датчик в какой-то точке), достичь поставленную цель диагностики необходимо с помощью минимального объема средств технического диагностирования. Следовательно, должен соблюдаться принцип “достаточности” для конкретной задачи диагностики.

“Рыночный” принцип заключается в том, что выбор средств аппаратной реализации предложенного технического решения не ограничен аппаратурой и блоками какой-либо определенной корпорации-производителя, что позволяет более гибко подходить к практической реализации аппаратуры. В условиях повышенной конкуренции на рынке электронной техники залогом успеха является сокращение времени проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Один из лучших способов быстрого выхода диагностической системы на рынок состоит в отказе от самостоятельного изготовления и в приобретении его составных частей у специализированных производителей. Это дает возможность в кратчайшие сроки включить в состав разрабатываемой диагностической системы составные части с 100% гарантией полного соответствия декларированным характеристикам. Наш девятилетний опыт создания средств инструментального контроля системы «подъемный сосуд- жесткая армировка» выявил, что самым узким местом аппаратуры является неудовлетворительная надежность и несовершенство самодельного контроллера. В предлагаемом варианте жизненный цикл системы может быть продлен с минимальными затратами путем простого обновления применяемого модуля. Таким образом, если отдать предпочтение приобретению, то это позволяет избежать больших потерь времени, связанных с освоением новой техники и инструмен-

тальных средств в условиях шахт, ненужной разработкой, изготовлением опытных образцов, подготовкой производства и бесконечных доработок аппаратных и программных средств.

Современные промышленные компьютеры и составные части ведущих фирм сохраняют работоспособность при температуре окружающего воздуха от - 40 до +85°C, выдерживает одиночные удары до 20g и вибрацию до 5g, имеют среднее время наработки на отказ более 10 лет, что обеспечивает возможность решения задач в шахтных условиях и дополнительный запас надежности системы. Благодаря 100% применению электронных компонентов выполненных по технологии КМОП, мощность, потребляемая современными промышленными компьютерами, составляет около 10% номинального значения данного параметра, характерного для обычных персональных компьютеров. Это означает, что для модулей центрального процессора не требуется принудительного охлаждения даже при установке в герметизированные корпуса и конструкции. Кроме того, электрическое питание модулей центрального процессора осуществляется напряжением одного номинала 5v, что значительно снижает стоимость системы и упрощает ее монтаж. Таким образом современный промышленный компьютер (ПЭВМ) максимально приспособлен в качестве бортового для систем диагностики в горной промышленности.

Простота эксплуатации таких ПЭВМ обеспечивается не только наличием библиотек базового программного обеспечения и документацией, но также тем, что в системное ПЗУ модулей процессора помещена автоматически загружаемая операционная система ROM-DOS, совместимая с MS-DOS. Поэтому достаточно установить свою программу, и вы сразу готовы к работе.

Использование любого звена системы «подъемный сосуд - жесткая армировка» связано с принятием в отношении его диагностических решений. Эффективность использования системы экспресс-диагностики в большой степени зависит от достоверности и полноты информации, которая служит основой этих решений. Таким образом, в сложных системах, к каким относится шахтный подъемный комплекс, важно выделить приоритетные роли человека при проведении работ по диагностике трудно диагностируемых узлов оборудования (армировка ствола, подъемные сосуды, канаты и др.). Совершенствование системы ЭД ДССПА дает возможность разделить функции диагностики между человеком-оператором и техническими средствами. В идеале такое взаимодействие должно подчиняться принципу: “формализуемое – ПЭВМ, неформализуемое (интеллектуальное, интуитивное, связанное с накоплением опыта, адаптацией, с неформализуемыми решениями) – человеку”. Одновременная регистрация многих параметров (каналов) позволяет при обработке определять взаимосвязи между отдельными зарегистрированными процессами, например, функцию взаимной корреляции или взаимную спектральную плотность, что имеет существенное значение при оценке связи возмущающих сил и отклика системы. ПЭВМ с помощью соответствующих программных средств обеспечивают как спектральный, корреляционный анализ, так и амплитудный анализ для оценки ресурса исследуемых звеньев системы “подъемный сосуд - жесткая армировка”. Оптимизацией показателей системы диагностики, охватывающей процессы

контроля работоспособности и поиска неисправностей, является минимизация потерь времени, затрачиваемых на проведение работ диагностирования. Целесообразность выбора диагностических параметров определяется совокупностью основных показателей: диагностируемой точностью определения параметра технического состояния узла ШПК, объемами требуемых измерений и вычислений. Замена предполагаемых пределов нагрузки реальными дает повышение информационного значения прогнозов долговечности (живучести) узлов ШПК, которые в значительной степени превышают их же уменьшение из-за упрощения зависимости между нагрузкой и долговечностью (живучестью). Базы данных ЭД ДССПА, основанные на объективных нагрузках конкретного узла, повышают качество его диагностики, упрощают зависимость между нагрузками и долговечностью (живучестью). Упрощение зависимости между нагрузкой узлов и прогнозов долговечности реализуется путем замены сложных, часто далеко не бесспорных теоретических зависимостей эмпирическими соотношениями. Реализованные в аппаратуре ЭД ДССПА эмпирические соотношения позволяют упростить эксплуатацию узла ШПК. Возникает уверенность в том что, этому узлу в принципе не грозит неожиданная (непредвиденная) авария.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.Н. Коваль, В.Л. Кричевский Управление эксплуатацией оборудования стационарных установок// Уголь Украины.-1997.- № 11.- С. 38-40.

УДК 622.235

В.И. Косенко

КОНСТРУКЦИИ КОМБИНИРОВАННЫХ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ ДЛЯ ОТБОЙКИ КРЕПКИХ ГОРНЫХ ПОРОД

Представлені результати досліджень вибухового руйнування міцних гірських порід комбінованими по геометричній формі і типам вибухових речовин конструкціями свердловинних зарядів. Суттєвою ознакою комбінованих свердловинних зарядів направленої дії є застосування нових конструкцій кумулятивних зарядів, як в верхній, так і в донній частині колонки свердловинного заряду.

CONSTRUCTIONS OF COMBINED DEEP-HOLE CHARGES FOR DESTRUCTION OF STRONG MOUNTAIN BREEDS

The results of researches of explosive destruction of strong mountain breeds combined on the geometrical form and types of explosive substances by designs of deep-hole charges are submitted. Essential difference of combined deep-hole charges of the directed action is use of new designs of cumulative charges, both in top and in a ground part of a column of deep-hole charge

Постоянно ухудшающиеся горно-геологические условия разработки карьеров, большая глубина, обводненность и увеличивающаяся прочность горных пород, а также повышенные требования к качеству взрывного дробления горной массы и полезного ископаемого в условиях применения циклично-поточной технологии ставят проблему совершенствования комплекса буровзрывных работ.