

2002-509

ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
ИНСТИТУТ МАШИНОВЕДЕНИЯ НАН КР

На правах рукописи
УДК 622.67:622.8:621.876

ПАХОМОВ ПЕТР ИВАНОВИЧ

**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ
ЗАЩИТЫ РУДНИЧНЫХ ПОДЪЕМОВ ОТ АВАРИЙ**

Специальность 05.05.06 – «Горные машины»

Специальность 05.13.06 – «Автоматизация и управление
технологическими процессами
и производствами (промышленность)»

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Бишкек 2002

Работа выполнена в Кыргызском горно-металлургическом институте
им. академика У.А. Асаналиева,
Кыргызско-Российском Славянском университете.

Научный консультант: академик Национальной академии наук
Кыргызской Республики доктор техниче-
ских наук, профессор **Фролов А.В.**

Официальные оппоненты: академик Инженерной академии Кыргы-
зской Республики, доктор технических
наук, профессор **Муслимов А.П.**

доктор технических наук, профессор
Оморов Т.Т.

доктор технических наук, профессор
Ткаченко А.М.

Ведущая организация: Институт физики и механики горных по-
род НАН Кыргызской Республики

Защита состоится « 5 » июля 2002 г. в 14⁰⁰ часов на заседании
диссертационного совета Д 05.02.182 при Инженерной академии Кыргы-
зской Республики и Институте машиноведения НАН Кыргызской
Республики, г. Бишкек, ул. Скрыбина, 23.

С диссертацией можно ознакомиться в архивах Инженерной ака-
демии Кыргызской Республики и Института машиноведения НАН Кыргы-
зской Республики.

Ваши отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные
гербовой печатью, просим направлять по адресу: 720055, г. Бишкек, ул.
Скрыбина, 23, Институт машиноведения НАН Кыргызской Республики,
диссертационный совет Д.05.02.182.

Автореферат разослан « 29 » мая 2002 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 05.02.182,
кандидат технических наук

А.О. Абидов.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Современный рудничный (шахтный)
подъем – один из самых дорогостоящих в создании и эксплуатации,
сложная и трудоемкая в обслуживании горная машина по транспортиро-
ванию горной массы, материалов, оборудования и людей, состоит из
комплекса целого ряда машин, механизмов, систем автоматического
управления, связи, контроля и защиты.

Сложность и особая ответственность функционирования руднич-
ного подъема связана с необходимостью обеспечения высокого уровня
надежности и безопасности эксплуатации, поскольку отказ его механи-
ческих, электрических узлов и возникновение аварийных режимов может
привести не только к большим потерям, вызванным простоем всего гор-
ного предприятия, но и к травмированию и гибели людей. Так, по офици-
альным данным Госгортехнадзора Кыргызской Республики, России и дру-
гих стран СНГ, травматизм при эксплуатации внутришахтного транспорта
и подъемных установок остается высоким и составляет 20% от всех слу-
чаев на подземных работах горнорудной и нерудной промышленности.
При этом из общего числа смертельных случаев на подземном транс-
порте и подъемах 71% приходится на транспорт и 29% – на подъем, в
основном связанных с движением сосудов в стволе. Следовательно,
проблема снижения травматизма и предупреждения аварий (аварийных
ситуаций) на подъемных установках, как основного звена внутришахт-
ного транспорта является актуальной.

Обеспечить эффективную безаварийную работу подъемных ма-
шин призваны системы автоматического регулирования, контроля и за-
щиты. Но, как показывает практика эксплуатации действующих скипо-
вых и клетевых подъемных установок, применяемые в настоящее время,
устройства контроля и защиты не всегда в полной мере способны ком-
плексно, с учетом требований Правил безопасности осуществлять защи-
ту от переподъема, превышения скорости, напуска каната, застревания,
заклинивания сосуда в стволе и др.

В значительной мере причиной сложившегося положения являет-
ся широко распространенное в последнее время при проектировании
грузовых, грузо-людских, людских подъемных установок направление
создавать разнообразные (не универсальные) по структуре системы,
контролирующие лишь отдельные, хотя и важные параметры безопасно-
го функционирования подъемов. Это привело к необоснованному уве-
личению номенклатуры разрабатываемой аппаратуры, что, в свою оче-
редь, отрицательно сказалось на надежности и безопасности эксплуата-
ции установок в целом.

На наш взгляд, системы повышения функциональной безопасности любых современных и тем более большегрузных подъемных установок глубоких шахт должны формироваться с учетом различных требований в зависимости от выполняемых ими конкретных технологических операций и содержать в своем составе эффективные и надежные средства контроля безопасности на основе непрерывного определения параметров движения подъемного сосуда в стволе.

Такой подход актуален и для систем управления универсальными подъемными установками многофункционального назначения. В еще большей степени актуальность создания и значимость такой системы возрастает с увеличением глубин залегания полезного ископаемого, повышением интенсивности добычных работ, совершенствованием горной технологии и необходимости применения многорежимных подъемов, связывающих между собой различные горизонты при разных значениях установившихся скоростей, ускорений, рывков; осуществление точного позиционирования сосудов в стволе, отборе путевых команд и т.д., а также решения научно-исследовательских задач повышения технологической и функциональной безопасности подъемных установок.

Результаты, изложенные в диссертационной работе, получены при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по плану ВПО «Союзвольфрам» Министерства цветной металлургии бывшего СССР и Хайдарканского ртутного комбината Кыргызской Республики по теме «Исследование и разработка информационно-измерительной системы для комплексной автоматизации и повышения безопасности эксплуатации подъемных установок, выполняемой Фрунзенским политехническим институтом, Кыргызским техническим университетом, Кыргызским горно-металлургическим институтом по договорам 67/77 (инв. №0285006744), 50/82 ДИ (инв. №02860033337), 50/86 ДИ (инв. №02870020873), 95/88 (инв. №02900023519), 37/89 (инв. №0179006886), 21/91 в соответствии с координационными планами предприятия 1983-1991 гг., а также по плану Департамента по науке и новым технологиям МОНК КР по госбюджетным темам «Исследование и разработка электростимуляционного устройства» № 11-КР (1999 г.), «Исследование и разработка многоканального электростимуляционного устройства» №13-КР (2000 г.), «Исследование и разработка системы технической диагностики подъемных установок» №16-КР (2001-2002 гг.), выполняемым Кыргызско-Российским Славянским университетом.

Целью работы является разработка научно-методических и практических основ создания технических средств защиты от аварий для повышения безопасности эксплуатации действующих и вновь проектируемых рудничных подъемных установок.

Основная идея работы заключается в использовании систем непрерывного определения параметров движения сосуда в стволе шахты для прогнозирования и предупреждения аварийных режимов, обеспечивающих выполнение требований многофункциональности, универсальности и действующих Правил безопасности в процессе эксплуатации рудничных подъемных установок.

Задачи исследования:

1. Изучение и анализ травматизма и аварий на подъемных установках, связанных с движением сосудов в стволе шахты.
2. Исследование и анализ способов, устройств контроля и защиты, математических зависимостей, характеризующих работу подъема в нормальных и аварийных режимах, нормативов на быстроедействие при предохранительном торможении и формулирование на этой основе требований к качественным и количественным показателям технических средств системы непрерывного определения параметров движения сосуда в стволе шахты.
3. Разработка математической модели перемещения сосуда в стволе шахты и на ее основе выявление аналитических зависимостей, характеризующих параметры преобразователей перемещения и усилия в канате в функции заданных показателей.
4. Разработка структурно-функциональной схемы системы контроля и защиты рудничного подъема от аварий и разработка методов и средств ее технической реализации.
5. Разработка аппаратурных средств для обслуживающего персонала подъема с целью повышения функциональной безопасности при управлении подъемной машиной.
6. Разработка и испытание технических средств системы защиты рудничных подъемов от аварий в лабораторных и шахтных условиях с целью определения эффективности и оценки повышения уровня безопасности эксплуатации подъема при их внедрении в промышленность.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы методы: обобщения и анализа литературных источников и материалов об авариях; теорий математической статистики, вероятности, корреляционного анализа, надежности; электротехники и электроники; аналитической механики; стендовых испытаний; производственно-технического эксперимента.

Основные научные положения, выносимые на защиту:

1. Методики оценки влияния этапов (степени) совершенствования средств контроля и защиты на интенсивность травматизма (аварий) и прогнозирования повышения уровня безопасности эксплуатации рудничного подъема.

2. Принцип построения и методика синтеза средств системы непрерывного определения параметров движения подъемного сосуда в стволе.

3. Способы и устройства контроля аварийных режимов, связанных с движением сосуда в стволе; структура и техническая реализация системы непрерывного определения параметров движения сосуда с использованием микропроцессорной техники.

4. Методики расчета и синтеза функционально необходимых элементов реверсивных преобразователей линейных (сосуда в стволе), угловых (барабана машины) преобразователей перемещений и магнитоанізотропного преобразователя усилия (натяжения каната).

5. Способ определения количественных характеристик преобразователей линейных перемещений с использованием лабораторного стенда и методика проведения испытаний средств контроля и защиты от аварийных режимов в шахтных условиях.

Научная новизна:

1. Разработаны методы и установлены новые функциональные зависимости травматизма (аварий) от этапов (степени) совершенствования средств контроля и защиты от аварийных режимов (переподъема, превышения скорости, напуска каната, застревания сосуда); на которых базируются основы прогнозирования и оценки повышения уровня безопасности эксплуатации рудничных подъемных установок.

2. Предложен принцип универсальности структуры при формировании средств контроля аварийных режимов системы многофункционального назначения на основе непрерывного определения параметров движения сосуда для повышения безопасности эксплуатации рудничных подъемов.

3. Получены новые математические закономерности для определения уровней информационных сигналов, наводимых в неоднородных петлевых линиях преобразователей перемещения системы непрерывного определения параметров движения сосуда и предложены новые методы и алгоритмы расчета уровней эдс в преобразователях.

4. Предложены методики расчета и получены новые уравнения для определения оптимальных конструктивных параметров преобразователей линейных (сосуда в стволе), угловых (барабана машины) перемещений и магнитоанізотропного преобразователя усилий (натяжения каната).

5. Предложены новые способы и устройства автоматического определения направления перемещения сосуда, контроля и защиты рудничного подъема от аварийных режимов, связанных с движением сосуда в стволе шахты.

6. Предложен принцип построения модели системы оперативной технической диагностики рудничной подъемной установки.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечивается и подтверждается применением классических методов исследования, теории общетехнических дисциплин, теории рудничного подъема, теории математической статистики, удовлетворительной сходимостью результатов аналитических расчетов с результатами экспериментальных исследований в лабораторных (на стенде) и промышленных (шахтных) условиях, внедрением и длительной эксплуатацией на действующих горных предприятиях технических средств и систем повышения функциональной безопасности, разработанных на основе сформулированных в работе принципов.

Научная и практическая ценность работы. Научное значение работы заключается в развитии теории синтеза средств и систем контроля и защиты от аварийных режимов, обеспечивающих повышение функциональной безопасности сложных электромеханических объектов – рудничных подъемов. Разработан принцип построения структуры системы защиты и прогнозирования рудничного подъема от аварийности.

Практическое значение работы состоит в том, что найдены новые решения технических средств контроля аварийных режимов на основе системы непрерывного определения параметров движения сосуда в стволе. Предложены методики прогнозирования и оценки безопасности и эффективности рудничных подъемов, сформулированы принципы построения средств и систем контроля и защиты от аварийных режимов, разработаны методы и алгоритмы расчета конструктивных параметров средств системы для широкого применения в инженерной практике проектирования и внедрения новых и модернизации действующих подъемных установок различного назначения.

Разработана электростимуляционная аппаратура для обслуживающего персонала подъема с целью повышения функциональной безопасности при управлении подъемной машиной.

Анализ результатов внедрения технических средств контроля аварийных режимов, построенных на основе сформулированных в работе научных положений, показал, что за счет оперативного использования информации о параметрах движения сосуда в стволе шахты увеличивается производительность, повышается надежность и безопасность эксплуатации рудничного подъема.

Новизна технических решений подтверждена 8 авторскими свидетельствами на изобретение.

Реализация работы. Основные научные положения, методики и алгоритмы расчетов, результаты экспериментальных исследований средств непрерывного определения параметров движения сосуда использованы при составлении технического задания на разработку информационно-измерительной системы для комплексной автоматизации

и повышения безопасности эксплуатации подъемных установок с применением микропроцессорных средств.

Результаты аналитических исследований и экспериментальный образец аппаратуры контроля аварийных режимов приняты институтом «Гипроруда» (Сибирский филиал) для вновь проектируемых подъемных установок и использования на горнодобывающих предприятиях Кыргызстана, России и других стран СНГ.

Разработанные новые технические средства повышения функциональной безопасности рудничных подъемов – аппаратура КОНТУР с датчиками контроля безопасности и средства непрерывного определения параметров движения подъемного сосуда системы СТАРТ, прошли испытания в условиях шахтных стволов и внедрены на предприятиях горнорудной промышленности: на скипо-клетевой подъемной установке ш. «Новая» и клетевой подъемной установки ш. «Восточная» Хайдарканского ртутного комбината (ХРК); аппаратные средства контроля напуска каната – на подъемной установке ш. «Клетевая» Казского рудоуправления ПО «Сибруда» (Россия) и на подъеме ш. «Вспомогательная» ХРК (Кыргызская Республика).

Теоретические исследования, методики расчета средств контроля и защиты рудничных подъемов от аварийных режимов на основе системы непрерывного определения параметров движения сосудов, структура и технические решения системы нашли применение в учебном процессе кафедры «Горная электромеханика» в курсах «Автоматизация подземных горных работ», «Автоматизация открытых горных работ», «Электроника и преобразовательная техника», «Микропроцессорные средства управления», «Автоматизированные системы управления на горных предприятиях» (КГ-МИ) и кафедре «Физические процессы горного производства» в курсах «Методы и средства геоконтроля», «Контроль физических процессов горного производства», «Методы научных исследований» (КРСУ).

Апробация работы. Основные результаты исследований докладывались и обсуждались на научно-технических конференциях ФПИ, КТУ, КГМИ (1981-1996 гг.); на Республиканской научной конференции «Совершенствование технологии добычи и механизации горных работ на угольных предприятиях Киргизии» (г. Фрунзе 1983 г.); на технико-экономических Советах специализированного монтажно-наладочного управления «Цветметналадка» (г. Свердловск, 1983-1989 гг.); на областной научно-практической конференции «Механизация и автоматизация ручных и трудоемких операций в промышленности Кузбасса (г. Кемерово, 1984 г.); на технических Советах Хайдарканского ртутного комбината (п.г.г. Хайдаркан, 1984-1991 гг.); на НТС научно-производственного объединения «Хайдарканский ртутный комбинат – ФПИ» (п.г.г. Хайдаркан, 1985-1991 гг.); на секции по горнорудной и нерудной промыш-

ленности НТС Госгортехнадзора Кыргызстана (г. Фрунзе, 1986 г.); на координационных совещаниях НПО «Союзвольфрам» (г. Ташкент, 1986-1988 гг.); на технических совещаниях НПО «Союзвольфрам» (г. Москва, 1987-1988 гг.); на Международной конференции «Проблемы разработки полезных ископаемых в условиях высокогорья» (г. Бишкек, 1991 г.); на Международной конференции «Высокогорные исследования: Изменения и перспективы в XXI веке» (г. Бишкек, 1997 г.); на научной конференции, посвященной 200-летию юбилею А.С. Пушкина в Кыргызстане (г. Бишкек, 1999 г.); на научно-практической конференции «Наука и наукоемкие горные технологии» и выставке «Научные достижения горного Кыргызстана (г. Бишкек, 2000 г.); на заседаниях НТС и научных семинарах КГ-МИ, КРСУ (г. Бишкек, 1999-2002 гг.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 42 печатные работы, в том числе одна монография и 8 авторских свидетельств на изобретения.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, семи глав и заключения, изложенных на 228 страницах машинописного текста, содержит 96 рисунков и 25 таблиц, список использованных источников из 233 наименований и 7 приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Теория и практика рудничного (шахтного) подъема является основой его совершенствования и повышения эффективности и безопасности эксплуатации. Эта область знаний создана фундаментальными трудами советских ученых: М.М. Федорова, А.П. Германа, Г.Н. Савина, А.С. Ильичева, В.Б. Уманского, Ф.Н. Шклярского, Г.М. Еланчика, В.С. Тулина. Дальнейшее развитие она получила в трудах К.М. Барамидзе, В.Д. Белого, П.П. Нестерова, З.М. Федоровой, Ф.Е. Флоринского, А.Е. Тропа, В.С. Траубе, Ю.Г. Киричка, В.М. Чермалыха, Б.А. Носырева, Г.В. Верстакова, А.Г. Степанова, С.М. Кубарева, А.Н. Шатило, В.Е. Католикова, А.Д. Динкеля, В.И. Ключева, В.И. Дворникова, А.А. Белоцерковского, Э.С. Лапина, В.А. Макарова и других. Работы этих ученых, труды научно-исследовательских и проектных институтов в области создания эффективных средств и систем контроля и защиты от аварий рудничных подъемных установок различного назначения явились базовыми при формировании основных принципов, идей и методов исследований в данной диссертации.

Во **введении** обоснована актуальность темы, сформулированы цель, основная идея и задачи исследования, приведена общая характеристика работы.

В *первой главе* представлен обзор научно-технической и патентной литературы по состоянию средств защиты от аварийности рудничных подъемных установок и приведен технический анализ официальных исследований травматизма и аварий на подъемах в странах СНГ и за рубежом, по результатам которых установлены основные, в соответствии с хронологической последовательностью, сопутствующие им причины: отсутствие средств защиты; обрыв головного каната; разрушение подвесных устройств и их отдельных элементов; несовершенство требований Правил безопасности; несовершенство средств контроля и защиты от переподъема и превышения скорости, застревания и заклинивания сосуда в стволе шахты. В свою очередь, совершенствование средств контроля и защиты от аварийных режимов (ситуаций) может характеризоваться десятилетними этапами, рассматриваемыми с учетом общего уровня развития техники и проанализированных исходных официальных статистических данных, по результатам обработки которых, с использованием корреляционного анализа, установлены функциональные зависимости

$$F_1 = \tilde{\lambda}_1(x); F_2 = \tilde{\lambda}_2(x), \quad (1)$$

где $\tilde{\lambda}_1(x)$, $\tilde{\lambda}_2(x)$ – средние интенсивности травматизма при несчастных случаях, соответственно травмированных и смертельно травмируемых; x – этапы (степень) совершенствования средств контроля и защиты от аварийных режимов подъема. Анализ зависимостей (1) позволил сделать вывод о том, что при увеличении этапов (степени) совершенствования средств контроля и защиты рудничных подъемов, уровень интенсивности травматизма (аварий) снижается, однако, на современных этапах (для $\tilde{\lambda}_2(x)$) обнаруживается тенденция его роста, обусловленная, главным образом, низкой надежностью аппаратных средств контроля и защиты аварийных режимов (ситуаций) и недостаточно совершенными методами, на основе которых они выполнены. Кроме того, значительное число зафиксированных переподъемов, не приведшие к авариям (травматизму), указывает на потенциальные аварийные ситуации, а оценка ожидаемого их количества дает значения, равные 7...12 переподъемам в год на одной подъемной установке.

По результатам обобщенного анализа состояния травматизма и аварий, средств контроля и защиты от аварийных режимов (ситуаций), требований Правил безопасности и нормативов на испытание, путей повышения технологической и функциональной безопасности рудничных подъемных установок сделаны следующие основные выводы:

главными составляющими травматизма и аварий при эксплуатации подъемных установок являются переподъем, превышение скорости, за-

стревание (напуск каната), заклинивание (перегруз каната) сосуда при движении сосуда в стволе шахты; существующие способы и устройства контроля и защиты подъемов от аварийных режимов (ситуаций) не отвечают требованиям надежности, быстродействия, универсальности, многофункциональности, Правил безопасности, поскольку в своем составе не содержат эффективных средств системы непрерывного определения параметров движения сосуда в стволе; прогнозирование по установленным зависимостям травматизма и аварий, связанных с движением сосудов в стволе шахты свидетельствует о потенциальной опасности повторения аварийных режимов (ситуаций) на подъемах из-за несовершенства существующих средств контроля и защиты; совершенствование и создание эффективных средств контроля и защиты возможно на использовании принципа системного подхода при решении многозадачной проблемы повышения безопасности эксплуатации рудничных подъемных установок.

На основе проведенного обзора, анализа и сделанных выводов поставлены задачи исследования.

Вторая глава посвящена методам теоретического исследования. В ней на основании исследований существующих методов и средств контроля и защиты подъемов от аварий установлено следующее: основной причиной аварий (аварийных ситуаций) при эксплуатации подъемных установок является отсутствие совершенных средств защиты, выполненных на основе методов и способов (косвенного и непосредственного) непрерывного определения параметров движения сосуда в стволе шахты; основными параметрами, формирующими необходимую и достаточную информацию о предаварийном состоянии подъема, являются местоположение (путь), скорость, ускорение, статические и динамические усилия в канате и горизонтальные перемещения (колебания) сосуда в направляющих проводниках при его движении в стволе; создание многофункциональных и универсальных технических средств контроля и защиты должно основываться на системном принципе непрерывного определения параметров движения сосуда в стволе и усилия в канате, достоверная динамическая информация о которых может служить базой прогнозирования аварийных режимов (ситуаций) и диагностики подъема в процессе его эксплуатации; основными требованиями к качественным и количественным характеристикам, предъявляемыми к средствам системы непрерывного определения параметров движения сосуда в стволе, являются: формирование дискретной, реверсивной информации о местоположении сосуда в стволе с точностью 0,025 м в диапазоне перемещений до 3000 м; быстродействие средств контроля аварийных режимов – $< 0,1$ с; определение динамических усилий в канате в диапазоне от $F_{k \min}$ (по условию не набегания сосуда на канат) до $F_{k \max}$ (по условию

заклинивания сосуда в стволе); надежность средств контроля (вероятность безотказной работы в течение 720 ч) — $P_{(720)} > 0,9$.

По результатам проведенных исследований сформулированы требования к качественным и количественным показателям средств системы непрерывного определения параметров движения сосуда в стволе. Отличительной особенностью системы является применение в ней предложенного универсального реверсивного преобразователя линейных перемещений для непрерывного определения параметров движения сосуда в стволе (предпатент №504 госреестра «Кыргызпатент»), выполненного в виде однородных и неоднородных петлевых линий, одновременно обеспечивающего функцию линии связи (рис.1).

Предложены способы построения и методики расчета технически-оптимальных конструктивных параметров элементов преобразователей: линейного перемещения сосуда в стволе, угловых перемещений барабана подъемной машины и усилий в канате. Предложен и обоснован способ автоматического определения направления перемещения сосуда, отличительной особенностью которого является наличие двух неоднородных петлевых линий, сдвинутых одна относительно другой на четверть шага контроля пути, что позволяет вчетверо повысить точность определения местоположения сосуда на интервале шага неоднородностей линейного преобразователя. Работа преобразователя линейных перемещений сосуда в стволе возможна в двух режимах — с автономным источником питания и без него. В первом случае функцию индуктора 8 выполняет рамочная антенна передающего устройства, устанавливаемого с указанным источником питания на сосуда. Во втором случае источником высокочастотных колебаний является генератор 7, установленный на поверхности (в машинном зале подъема) и питающий в зоне индукции, посредством однородной петлевой линии 2, рамочный резонансный контур — индуктор 8.

Предложены методики и алгоритмы расчетов, реализованные на ЭВМ, элементов преобразователей угловых и линейных перемещений, позволяющие определить их оптимальные конструктивные параметры с учетом требований универсальности и экономичности.

Сделан вывод о том, что применение (в качестве трех основных) преобразователей: линейного перемещения сосуда в стволе, углового перемещения барабана подъемной машины и усилия в канате является необходимым условием качественного решения проблемы повышения функциональной и технологической безопасности подъемной установки при движении сосудов в стволе шахты.

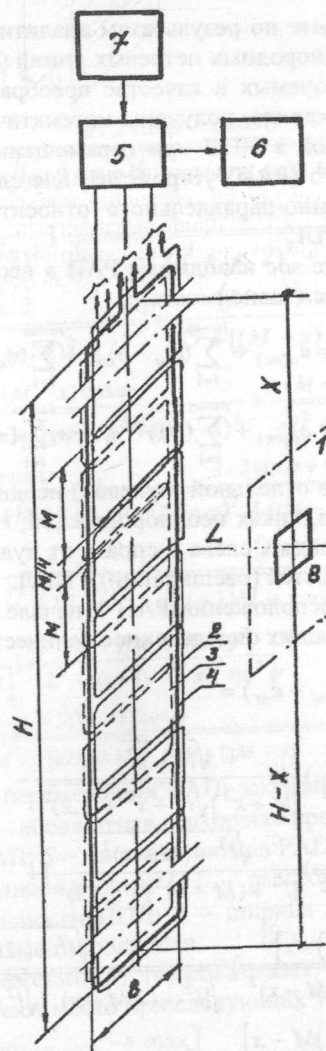


Рис.1. Общая схема связей и взаимного расположения элементов устройства непрерывного определения местоположения сосуда в стволе: 1 — подъемный сосуд; 2, 3 — неоднородные петлевые линии (НПЛ); 4 — однородная петлевая линия (ОПЛ); 5 — схема контроля неисправности линий; 6 — регистрирующий прибор; 7 — генератор; 8 — индуктор.

В третьей главе по результатам аналитических исследований и анализа свойств неоднородных петлевых линий (НПЛ) (нескрещенной и скрещенной), используемых в качестве преобразователя линейных перемещений сосуда в стволе, получены математические зависимости для расчета эдс наводимой в НПЛ при перемещении вдоль нее рамочной антенны передающего (РАП) устройства, для случаев взаимно-перпендикулярного и взаимно-параллельного относительного расположения плоскостей РАП и НПЛ.

В общем виде эдс наводимые РАП в нескрещенной и скрещенной НПЛ определяются зависимостями

$$\left. \begin{aligned} e_{нпл(нс)} &= e_{o(нс)} + \sum_{i=1}^{i=-\infty} (e_{ni} - e_{mi}) + \sum_{i=1}^{i=+\infty} (e_{mi} - e_{ni}); \\ e_{нпл(ск)} &= e_{o(ск)} + \sum_{i=1}^{i=-\infty} (-1)^{i+1} e_{(-i)} + \sum_{i=1}^{i=+\infty} (-1)^i e_{(i)}, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где $e_{o(нс)}$, $e_{o(ск)}$ – эдс в отдельной (нулевой) неоднородности; e_{mi} , e_{ni} – эдс в вертикальных проводниках неоднородностей; $e_{(-i)}$, $e_{(i)}$ – эдс в неоднородностях, расположенных слева и справа от нулевой; $i = 1, 2, 3, \dots, n$ – количество неоднородностей (расширений) в НПЛ.

Для случаев расположения РАП в начале нескрещенной и скрещенной НПЛ, содержащих определенное количество n неоднородностей

$$\begin{aligned} e_{нпл(нс)} &= e_{o(нс)} + \sum_{i=1}^{i=n} (e_{mi} - e_{ni}) = \\ &= k\theta \left\{ \left[\sin(\arccos \frac{x}{\sqrt{l^2 + x^2}}) \frac{\sqrt{l^2 + x^2}}{(l^2 + x^2)\sqrt{l^2 + x^2 + (\epsilon/2)^2}} - \right. \right. \\ &\left. \left[\sin(\arccos \frac{M-x}{\sqrt{l^2 + (M-x)^2}}) \frac{\sqrt{l^2 + (M-x)^2}}{[l^2 + (M-x)^2] + (\epsilon/2)^2} \right] + \right. \\ &\left. + \sum_{i=1}^{i=n} \left[\sin(\arccos \frac{[(2iM)-x]}{\sqrt{l^2 + (2iM-x)^2}}) \frac{\sqrt{l^2 + [(2iM)-x]^2}}{\sqrt{[l^2 + (2iM-x)]} \sqrt{l^2 + (2iM-x)^2 + (\epsilon/2)^2}} - \right. \right. \\ &\left. \left. - \sin(\arccos \frac{[(2i+1)M-x]}{\sqrt{l^2 + [(2i+1)M-x]^2}}) \times \right. \right. \\ &\left. \left. \times \frac{\sqrt{l^2 + [(2i+1)M-x]^2}}{[l^2 + [(2i+1)M-x]^2] \sqrt{l^2 + [(2i+1)M-x]^2 + (\epsilon/2)^2}} \right] \right\}; \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} e_{нпл(ск)} &= e_{o(ск)} + \sum_{i=1}^{i=n} (-1)^i e_{(i)} = \\ &= 2k \left\{ \left[\frac{x \sin \varphi}{L^2 + (x \sin \varphi)^2} \left[\frac{\epsilon/2 \sin \varphi - x \cos \varphi}{\sqrt{(\epsilon/2 \sin \varphi)^2 - x \epsilon / \lg \varphi + L^2 + x^2}} + \right. \right. \right. \\ &\left. \left. + \frac{x \cos \varphi}{\sqrt{l^2 + x^2}} \right] + \frac{\epsilon/2}{L^2 + (\epsilon/2)^2} \left[\frac{x - a/2}{\sqrt{(x - a/2)^2 + (\epsilon/2)^2 + L^2}} + \right. \right. \\ &\left. \left. + \frac{(M-x) - a/2}{\sqrt{[(M-x) - a/2]^2 + (\epsilon/2)^2 + L^2}} \right] + \frac{(M-x) \sin \varphi}{L^2 + [(M-x) \sin \varphi]^2} \times \right. \\ &\left. \times \left[\frac{\epsilon/2 \sin \varphi - (M-x) \cos \varphi}{\sqrt{(\epsilon/2 \sin \varphi)^2 - (M-x) \epsilon / \lg \varphi + L^2 + (M-x)^2}} + \frac{(M-x) \cos \varphi}{\sqrt{L^2 + (M-x)^2}} \right] \right\} + \\ &+ \sum_{i=1}^{i=n} (-1)^i \left\{ - \frac{(iM-x) \sin \varphi}{L^2 + [(iM-x) \sin \varphi]^2} \left[\frac{\epsilon/2 \sin \varphi + (iM-x) \cos \varphi}{\sqrt{(\epsilon/2 \sin \varphi)^2 + (iM-x) \epsilon / \lg \varphi + L^2 + (iM-x)^2}} - \right. \right. \\ &\left. \left. - \frac{(iM-x) \cos \varphi}{\sqrt{L^2 + (iM-x)^2}} \right] + \frac{\epsilon/2}{L^2 + (\epsilon/2)^2} \left[\frac{(i+1)M - x - a/2}{\sqrt{[(i+1)M - x - a/2]^2 + (\epsilon/2)^2 + L^2}} - \right. \right. \\ &\left. \left. - \frac{(iM-x) + a/2}{\sqrt{[(iM-x) + a/2]^2 + L^2}} \right] + \frac{[(i+1)M-x] \sin \varphi^2}{L^2 + [(i+1)M-x]^2 \sin^2 \varphi} \times \right. \\ &\left. \times \left[\frac{\epsilon/2 \sin \varphi - [(i+1)M-x] \cos \varphi}{\sqrt{(\epsilon/2 \sin \varphi)^2 - [(i+1)M-x] \epsilon / \lg \varphi + L^2 + [(i+1)M-x]^2}} + \frac{[(i+1)M-x] \cos \varphi}{\sqrt{L^2 + [(i+1)M-x]^2}} \right] \right\}, \end{aligned} \quad (4)$$

где x – координата перемещения РАП; коэффициент $k = \omega \mu_0 I S N / 4 \pi$; ω – угловая частота; μ_0 – абсолютная магнитная проницаемость; I – ток, текущий по виткам РАП; S – площадь витков РАП; N – количество витков РАП; M – шаг неоднородности; l , L – расстояние от центра РАП до плоскости неоднородности НПЛ; b – ширина неоднородности; α , φ – параметры площади неоднородности.

Анализ выражений (3), (4) показывает, что максимумы и минимумы эдс в НПЛ имеют место при следующих условиях

$$\left. \begin{aligned} e_{нпл(нс)} &\rightarrow \max \\ e_{нпл(ск)} &\rightarrow \min \end{aligned} \right\}, \quad \text{при } x = qM; \quad (5)$$

$$\left. \begin{aligned} e_{нпл(нс)} &\rightarrow \min \\ e_{нпл(ск)} &\rightarrow \max \end{aligned} \right\}, \quad \text{при } x = (q+0,5)M, \quad (6)$$

где $q = 0, 1, 2, 3, \dots$ – номер неоднородности НПЛ, включая нулевую.

Определены оптимальные конструктивные параметры преобразователей линейных перемещений, обеспечивающих максимальный уровень наводимой эдс при требуемых размерах шага и ширины НПЛ:

$$\left. \begin{aligned} & \text{для НПЛ}_{(НС)} \quad \left. \begin{aligned} M_{\min} &= 0,305 l ; \\ l_{omn} &< \frac{M_{\min}}{0,305} ; \end{aligned} \right\} \quad (7) \end{aligned}$$

$$\left. \begin{aligned} & \text{для НПЛ}_{(СК)} \quad \left. \begin{aligned} \dot{a}_{\max} &= 2,4 K/L_{omn} ; \\ L_{omn} &= 0,393 \sqrt{S} ; \\ M = b &= 2,543 L_{omn} \end{aligned} \right\} \quad (8) \end{aligned}$$

Разработаны методики и алгоритмы расчетов преобразователей линейных перемещений для определения уровня наводимой эдс по формулам (3), (4) при необходимых в конкретных условиях ствола шахты параметрах НПЛ, реализованные на ЭВМ.

По результатам анализа расчетных данных установлено, что при одинаковых параметрах скрещенная НПЛ более чем в 2 раза эффективнее нескрещенной НПЛ по чувствительности и уровню наводимой эдс при перемещении РАП.

На основании аналитических исследований и с учетом сформулированных требований разработаны технические средства системы непрерывного определения параметров движения сосуда в стволе. Достоверность полученных аналитических зависимостей подтверждается экспериментальными измерениями при стендовых испытаниях; расхождение результатов расчета и эксперимента не превышает допустимых при инженерных расчетах.

В *четвертой главе* представлены сведения по разработке, изготовлению, монтажу и испытанию опытных образцов средств системы контроля аварийных режимов в условиях подъемов шахт «Новая» и «Восточная» Хайдарканского ртутного комбината аппаратуры КОНТУР (рис.2) и системы СТАРТ (рис.3). Разработан измерительный и регистрационный комплекс аппаратуры с применением для обработки результатов исследования специализированной микроЭВМ. Режимы работы и быстродействие технических средств системы исследованы методом шлейфового осциллографирования (рис.4 – рис.7).

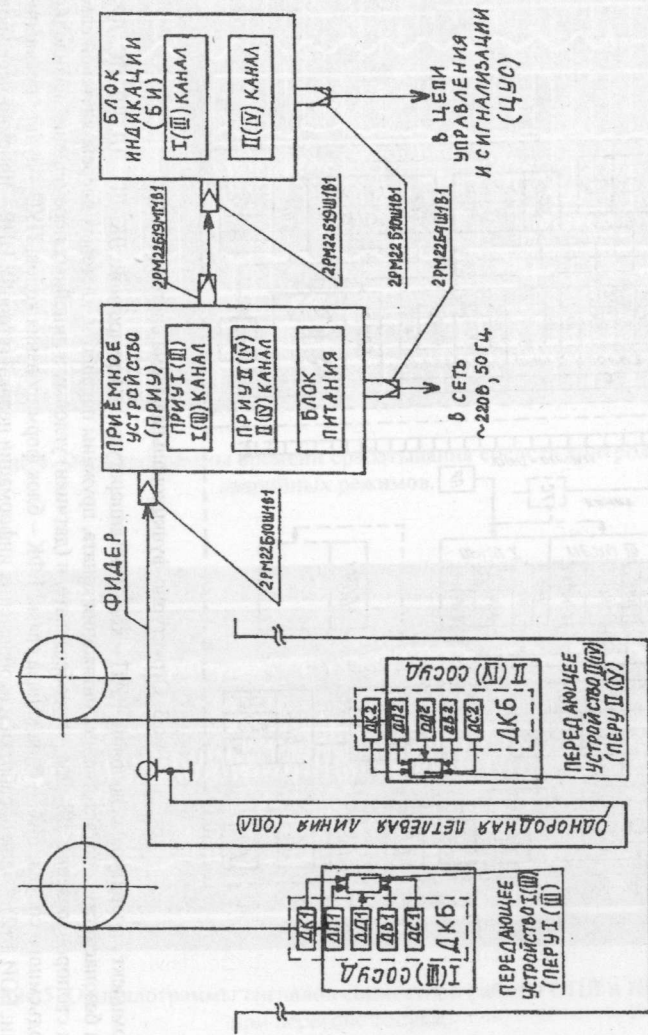


Рис. 2. Структурно-функциональная схема и состав индуктивной четырехканальной (двухканальной) аппаратуры КОНТУР с датчиками контроля безопасности.

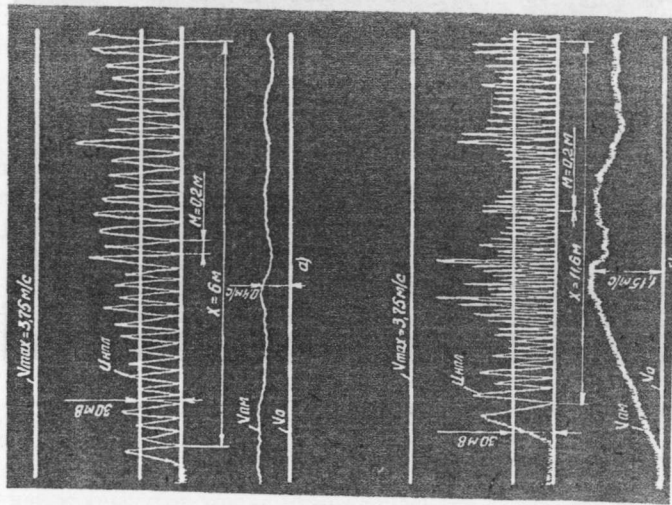


Рис.6. Осциллограммы сигнала на выходе скрещенной НПЛ при различных режимах работы скиповой подъемной установки: а) вход скипа в зону копра и движение к разгрузочным кривым; б) выход скипа из разгрузочных кривых и движение на малой скорости.

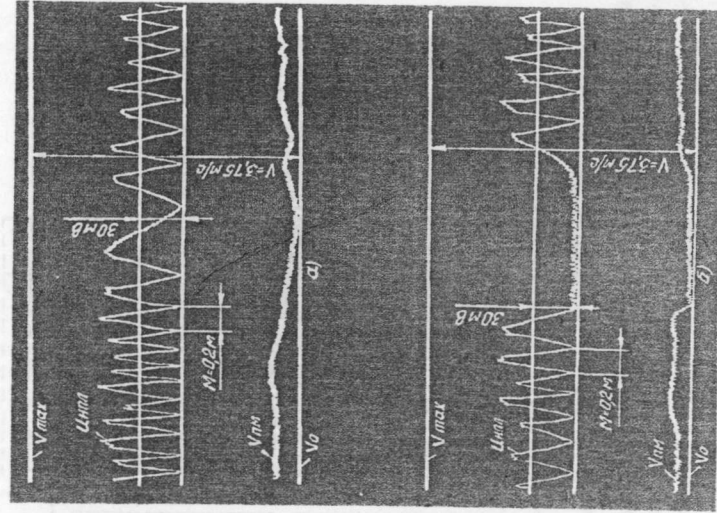


Рис.7. Осциллограммы сигнала на выходе скрещенной НПЛ при движении скипа в разгрузочных кривых: а) кратковременный останов подъемной машины после разгрузки скипа; б) реверс.

Сделан вывод о соответствии разработанных технических средств сформулированным требованиям: точность определения положения сосуда в стволе составляет соответственно 0,025 м при шаге 0,1 м и 0,05 м при шаге 0,2 м; быстродействие с датчиками контроля безопасности (ДКБ): аппаратуры КОНТУР – 0,068 с; системы СТАРТ – 0,007 с.

В пятой главе представлены сведения по разработке магнитоанізотропных преобразователей усилий (МДУ). Предложена математическая модель и разработана методика расчета геометрических и электромагнитных параметров МДУ (рис.8). Проведенные экспериментальные исследования изготовленных модулей МДУ с чувствительным элементом из сплава Х23Ю5 на усилия 10 кН, 50 кН, 75 кН, 100 кН и 300 кН (на силоизмерительной машине ВЕВ Госстандарта КР), совместно с разработанным универсальным электронным блоком (ЭБ), позволили установить следующее: линейность характеристики преобразователей зависит от частоты питающего генератора ЭБ, оптимальное значение которой установлено в пределах 1050 Гц.

Предложена структурная схема и разработана универсальная аппаратура контроля, перегруза, напуска каната и измерения массы груза в клетке (рис. 7). По результатам проведенных испытаний установлено, что погрешность разработанных аппаратурных средств не превышает $\pm 0,3\%$ в диапазоне измеряемых статических нагрузок.

В шестой главе представлены сведения по разработке новых технических средств повышения функциональной безопасности подъема (рис.8-11) – аппаратура КОНТУР с датчиками контроля безопасности (ДКБ) (рис.8), а также средства непрерывного определения параметров движения сосудов с использованием микропроцессорных средств, входящих в информационно-измерительную систему СТАРТ (рис.9), предназначенной для комплексной автоматизации и повышения безопасности эксплуатации рудничных подъемных установок различного назначения. Структура системы построена с учетом унификации узлов и блоков, принцип построения конструктивного агрегатирования и обеспечивает получение дискретной (цифровой) и аналоговой информации: о натяжении головного каната (измерение массы транспортируемого груза); о напуске каната и его перегрузке; о застревании сосуда; о состоянии и целостности пружины парашютного устройства; о положении вагонетки в клетке, механизма стопора и клетевой двери; об угловых перемещениях и скорости барабана подъемной машины; о местоположении и скорости подъемных сосудов в стволе; о других параметрах (с учетом резервных), а также осуществление дуплексной передачи-приема речевых сообщений между подъемным сосудом и машинным залом, передачу и квитирование сигналов управления подъемной машиной и др.

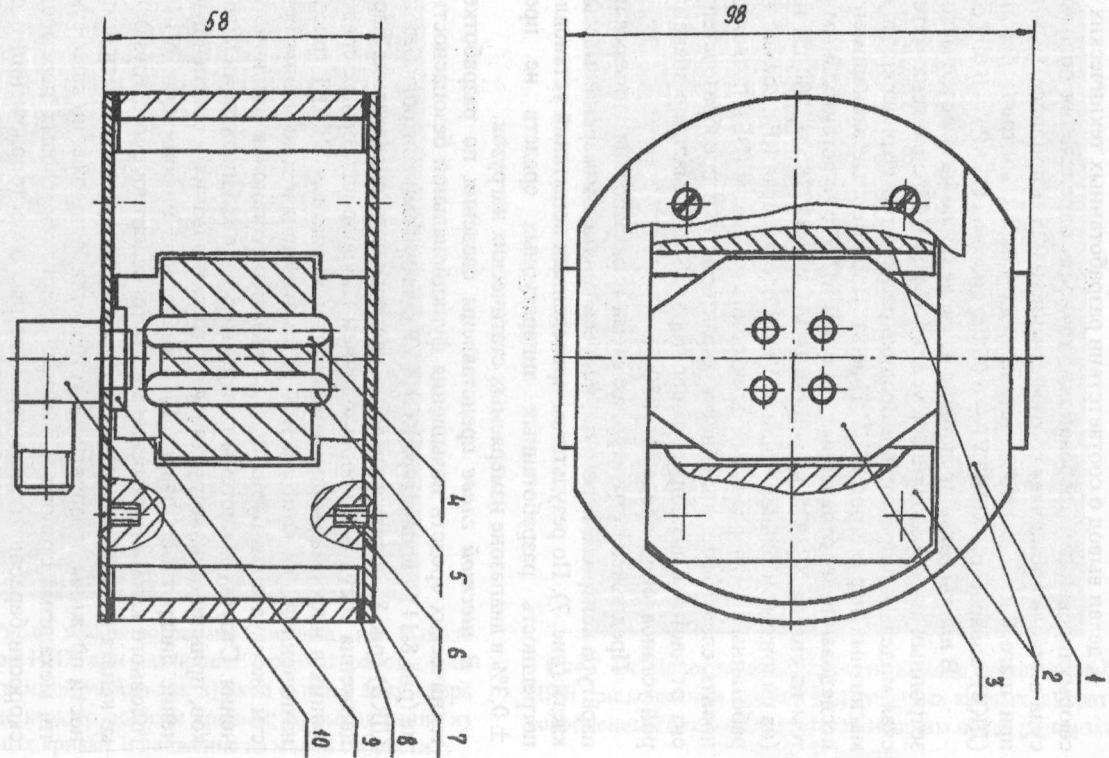


Рис. 8. Преобразователь усилий на 75 кН:
 1 — корпус; 2 — фиксаторы; 3 — датчик; 4 — обмотка питания; 5 — обмотка измерительная; 6 — винт; 7 — крышка; 8 — резиновая прокладка; 9 — гайка; 10 — шпундер.

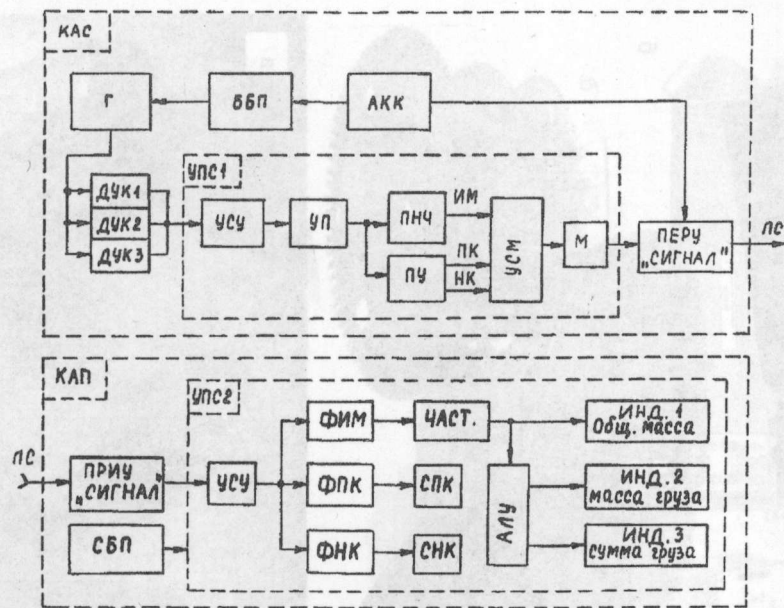


Рис.9. Блок-схема аппаратуры контроля перегруза, напуска каната, измерения массы груза.

КАС (КАП) - комплект аппаратуры стволовой (поверхностной); Г - генератор; ДУК1...ДУК2 - датчики усилий каната; ББП - батарейный блок питания; АКК - аккумулятор; УПС1, УПС2 - усилительно-преобразовательная схема; УСУ - усилительно-суммирующее устройство; УП - усилитель преобразователя; ПНЧ - преобразователь напряжение-частота; ПУ - пороговое устройство; ИМ, ПК, НК - сигналы измерения массы груза, перегруза, напуска каната; УСМ - усилитель-смеситель; М - модулятор; ПЕРУ (ПРИУ) - передающее (приемное) устройство; СБП - сетевой блок питания; ФИМ, ФПК, ФНК - фильтры сигналов ИМ, ПК, НК; ЧАСТ. - частотомер; СПК, СНК - сигнализация ПК, НК; АЛУ - арифметико-логическое устройство; ИНД1...ИНД3 - индикаторы; ЛС - линия связи.



Рис.10. Преобразователи: а) линейных (сосуда в стволе), б) угловых (барабана машины) перемещений; в) магнитоанизотропный преобразователь усилий (натяжения каната).

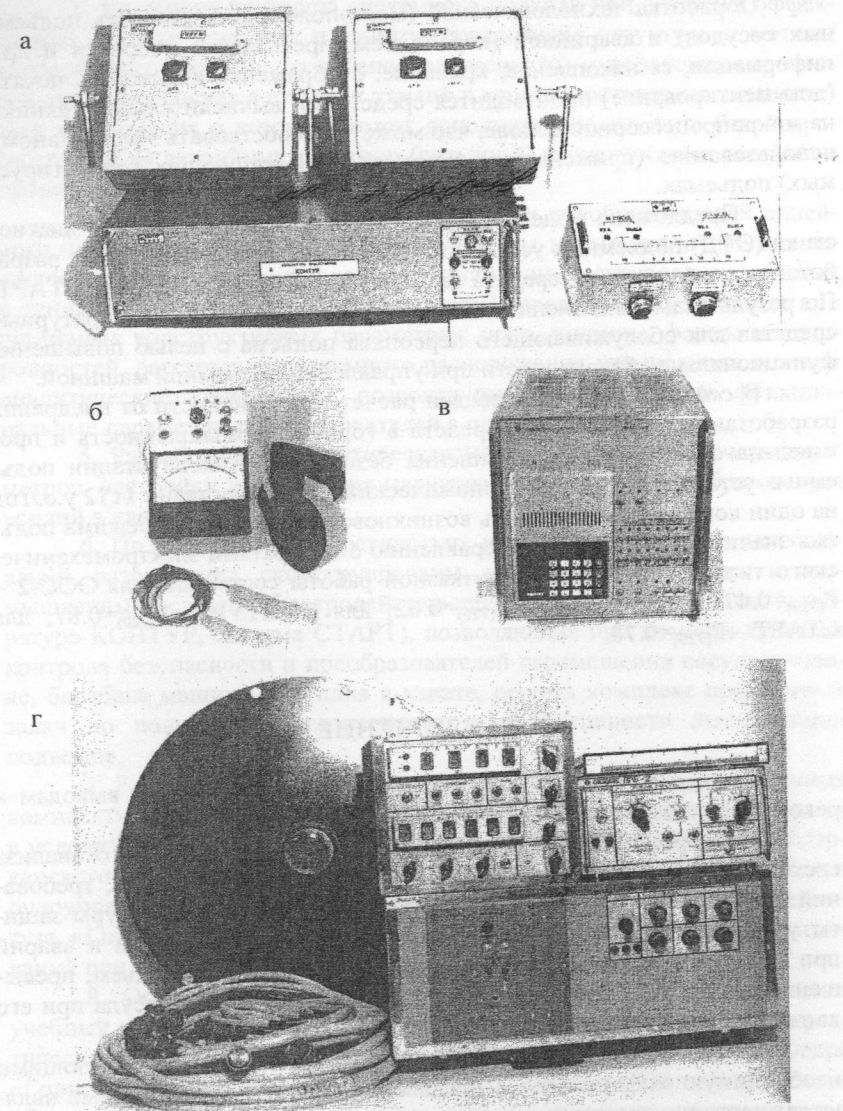


Рис.11. Технические средства повышения безопасности эксплуатации подъема: а) аппаратура КОНТУР; б) аппаратура МИЦАР; в) микропроцессорное устройство; г) система СТАРТ.

Обработка технологической (местоположение, скорость подъемных сосудов) и аварийной (переподъем, превышение скорости и др.) информации, ее накопление, хранение, отображение и вывод на печать (документирование) производится средствами вычислительной техники на микропроцессорной основе, что может способствовать эффективному использованию (применению) системы на действующих (проектируемых) подъемах.

Предложена модель системы оперативной технической диагностики (ОТД) подъемных установок (ПУ) с использованием новых разработанных технических средств аппаратуры КОНТУР, системы СТАРТ. По результатам выполненных исследований разработаны аппаратные средства для обслуживающего персонала подъема с целью повышения функциональной безопасности при управлении подъемной машиной.

В *седьмой главе* произведен расчет эффективности от внедрения разработанных технических средств в горную промышленность и произведена оценка уровня повышения безопасности эксплуатации подъемных установок. Годовой экономический эффект составил 1172 у.е./год на один комплект, вероятность возникновения аварийного режима подъема значительно снижена по сравнению с аппаратами электромеханического типа и вероятность безотказной работы составила: для ЭОС-2 – $P_{(720)}=0.47$; для ЭОС-3У – $P_{(720)}=0.62$; для КОНТУР – $P_{(720)}=0.87$; для СТАРТ – $P_{(720)}=0.78$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты работы сводятся к следующим выводам и рекомендациям.

1. По результатам проведенного обзора и обобщенного анализа состояния травматизма и аварий, средств контроля и защиты, требований Правил безопасности, нормативов на испытание аппаратуры защиты установлено, что главными составляющими травматизма и аварий при эксплуатации подъемных установок являются: переподъем, превышение скорости, застревание, заклинивание подъемного сосуда при его движении в стволе шахты.

2. Установлено, что основными параметрами, формирующими необходимую информацию о предаварийном состоянии подъема являются: местоположение (путь), скорость, ускорение, статические и динамические усилия в канате, горизонтальные (боковые) перемещения (колебания) сосуда в направляющих проводниках при его движении в стволе шахты.

3. На основе принципа системного подхода при создании эффективных средств контроля и защиты предложены структура и методы непрерывного (косвенного и непосредственного) определения параметров движения сосуда в стволе и усилий в канате, достоверная динамическая информация о которых может дополнительно служить базой прогнозирования аварийных режимов (ситуаций) и диагностики подъема в процессе эксплуатации.

4. Разработаны математические модели преобразователей линейного перемещения сосуда в стволе; получены новые аналитические зависимости для расчета уровней информационных сигналов, наводимых в линиях рамочной антенной (индуктором) передающего устройства при различных конструктивных параметрах: шага, ширины, формы неоднородностей, расстояния и взаимного расположения между ними, а также аналитические зависимости, позволяющие оптимизировать функциональные параметры преобразователей с помощью ЭВМ.

5. Разработаны математическая модель, методики расчета параметров, настройки и испытания магнитоанізатропного преобразователя усилий в канате.

6. По результатам теоретических и экспериментальных исследований, разработаны, сконструированы, испытаны и внедрены в промышленных условиях быстродействующие технические средства (аппаратура КОНТУР, система СТАРТ), позволяющие при помощи датчиков контроля безопасности и преобразователей перемещения сосуда в стволе, барабана машины и усилия в канате, решить комплекс проблемных задач по повышению безопасности и эффективности эксплуатации подъемов.

7. Разработаны, изготовлены и внедрены опытно-промышленные комплекты средств контроля и защиты подъемов от аварийных режимов в условиях ш. «Восточная», ш. «Новая», ш. «Вспомогательная» Хайдарканского ртутного комбината (Кыргызстан), ш. «Клетевая» Казского рудоуправления ПО «Сибруда» (Россия). Сибирским филиалом института «Гипроруда» предусмотрено использование результатов исследований при проектировании рудничных подъемных установок.

8. Основные научные и практические результаты внедрены в учебный процесс при чтении лекций, проведении лабораторных и практических занятий, в курсовом и дипломном проектировании на кафедре «Горная электромеханика» (специальность Т18301 – «Горные машины и оборудование») Кыргызского горно-металлургического института и кафедре «Физические процессы горного производства» (специальность 070600 – «Физические процессы горного производства») Кыргызско-Российского Славянского университета.

Основные положения диссертации опубликованы
в следующих работах:

1. Расчет эдс, наводимой в проводе петлевой антенны при индуктивной связи в стволе шахты // Изв. вузов. Горный журнал. – 1978. – № 9. – С.98-100 (соавтор Латыпов И.Н)
2. Расчет поля индукции антенны передатчика аппаратуры контроля напуска каната // Изв. вузов. Горный журнал. – 1978. – № 11. – С.144-149 (соавтор Латыпов И.Н)
3. Аппаратура контроля напуска каната АПИК-2: Временная инструкция по эксплуатации и технике безопасности. – Фрунзе: Фрунзенск. политехн. ин-т, 1979. – 36 с. (соавтор Латыпов И.Н)
4. Особенности применения индуктивной связи для автоматизации рудничных подъемных установок // В сб.: Повышение эффективности горных работ на предприятиях цветной металлургии Киргизии: Тез. докл. респуб. научн.-техн. конф. – Фрунзе, 1979. – С.123-125. (соавтор Латыпов И.Н)
5. Анализ контроля напуска каната // В сб.: Октябрь, молодежь, наука: Материалы республ. научн. конф. молод. ученых. – Фрунзе, 1979. – С.122-127. (соавторы Шамсутдинов М.М, Латыпов И.Н)
6. Расчет оптимальной ширины петлевой антенны приемника аппаратуры контроля напуска каната // Изв.вузов. Горный журнал. – 1980. – № 10. – С.108-110 (соавтор Латыпов И.Н).
7. Расчет основных параметров канала индуктивной связи как средства автоматизации рудничных подъемных установок // В сб.: Состояние и перспективы развития технических наук в Киргизии: Тез. докл. Респуб. конф. – Фрунзе, 1980. – С.110 (соавтор Латыпов И.Н).
8. Передающее устройство аппаратуры контроля напуска каната // В сб.: Механизация работ на рудниках: Тр. ин-та. – Кемеровск. политехн. ин-т, 1980. – Вып.4. – С.20-23 (соавторы Латыпов И.Н, Зайцев А.В., Шамсутдинов М.М.).
9. Определение длины индуктивной петлевой антенны при контроле напуска каната // В сб.: Механизация работ на рудниках: Тр. ин-та. – Кемеровск. политехн. ин-т, 1980. – Вып.4. – С.16-19 (соавторы Латыпов И.Н, Шамсутдинов М.М, Овчинников Н.В.).
10. Аппаратура контроля напуска каната с одноканальной индуктивной связью // Цветная металлургия. – 1980. – № 2. – С.36-38 (соавторы Латыпов И.Н, Шамсутдинов М.М, Анохин А.П).
11. Аппаратура АПИК-2 для контроля напуска каната в стволе шахты // В сб.: Состояние и перспективы развития технических наук в

Киргизии: Тез. докл. республ. конф. – Фрунзе, 1980. – С.105-106 (соавторы Латыпов И.Н, Шамсутдинов М.М., Зайцев А.В.).

12. А.с. 821373 СССР, МКИ³ В66В5/12. Устройство для контроля зависания сосудов подъемной установки с головными и уравновешивающими канатами / Соавторы Латыпов И.Н., Салихов З.Г., Кауль Б.И., Шамсутдинов М.М., Ткачев В.И. — № 2467327/29 – 11; Заявл.29.03.77; Опубл.15.04.81, Бюл. № 14.

13. А.с. 861265 СССР, МКИ³ В66В5/12: В66В3/00. Устройство для контроля натяжения гибкого тягового органа подъемника / Соавторы Латыпов И.Н., Шамсутдинов М.М., Салихов З.Г. – № 2566979/29-11; Заявл. 09.01.78; Опубл.07.08.81, Бюл. № 33.

14. Исследование параметров быстродействия электромагнитных реле и их применение в аппаратуре контроля напуска каната // В сб.: 1 республ. научн.-техн. конф. молод. учен. Киргизии: Тез. докл. – Фрунзе, 1981. – 79 с. (соавтор Городнянский С.А.).

15. К вопросу о контроле хода подъемного сосуда в стволе // В сб.: 1 республ. научн.-техн. конф. молод. учен. Киргизии: Тез. докл. – Фрунзе, 1981. – С.23-25.

16. Аппаратура АПИК-2 для контроля напуска каната в стволе шахты // Цветная металлургия. – 1982. – № 9. – С.45-47 (соавторы Латыпов И.Н., Шамсутдинов М.М.).

17. К вопросу о контроле хода подъемного сосуда в стволе шахты // В сб.: Совершенствование технологии добычи и механизации горных работ на угольных предприятиях Киргизии: Тр. ин-та / Фрунзенск. политехн. ин-т, 1983. – С.88-94.

18. Приемное устройство аппаратуры контроля напуска каната АПИК-2 // В сб.: Автоматическое управление технологическими процессами в горной промышленности: Тр. ин-та. – Свердловск. горн. ин-т, 1984. – Вып.3. – С.20-23 (соавторы Латыпов И.Н., Шамсутдинов М.М., Зайцев А.В.).

19. К вопросу об унифицированной информационно-измерительной системе для комплексной автоматизации подъемных установок // В сб.: Механизация и автоматизация ручных и трудоемких операций в промышленности Кузбасса: Тез. докл. – Кемерово, 1984. – С.82-83.

20. Аппаратура автоматики для контроля и сигнализации положения клетевых стопоров подъемных установок // В сб.: Механизация и автоматизация ручных и трудоемких операций в промышленности Кузбасса: Тез. докл. – Кемерово, 1984. – С.81-82 (соавтор Шабданалиев Э.Ш).

21. А.с. 1164187 СССР, МКИ³ В66В5/24. Ловитель / Соавторы Прахов А.В., Шамсутдинов М.М., Шабданалиев Э.Ш. № 3604657/29-11; Заявл.10.06.83; Опубл.30.06.85, Бюл. № 24.

22. А.с. 1167136 СССР, МКИ³ В66В5/12. Устройство для контроля натяжения каната подъемного сосуда шахты / Соавторы Шамсутдинов М.М., Лупинин Э.В., Шабданалиев Э.Ш., Прахов А.В. – № 3689781/27-11; Заявл. 09.01.84; Оpubл. 05.07.85, Бюл. № 26.

23. А.с. 1183443 СССР, МКИ³ В66В5/12. Устройство для контроля натяжения каната / Соавторы Прахов А.В., Шамсутдинов М.М., Шабданалиев Э.Ш. – № 3680491/29-11; Заявл. 29.12.83; Оpubл. 07.10.85, Бюл. № 37.

24. А.с. 1216118 СССР, МКИ³ В66В5/24. Ловитель / Соавторы Прахов А.В., Шамсутдинов М.М., Шабданалиев Э.Ш. – № 3737656/29-11; Заявл. 04.05.84; Оpubл. 07.03.86, Бюл. № 9.

25. А.с. 1222612 СССР, МКИ³ В66В5/24. Ловитель / Соавторы Прахов А.В., Шамсутдинов М.М., Шамсутдинов Р.М., Шабданалиев Э.Ш. – № 3862427/29-11; Заявл. 27.12.83; Оpubл. 07.04.86, Бюл. № 13.

26. Цифро-аналоговая система управления электроприводом подъемной установки в функции местоположения сосуда в стволе // В сб.: 1 Всесоюзный семинар: Проблемы разработки полезных ископаемых в условиях высокогорья: Тез. докл. – Фрунзе, 1987. – С.143-144 (соавтор Носырев Б.А.).

27. Информационная система для повышения эффективности и безопасности эксплуатации подъемных установок // В сб.: 1 Всесоюзный семинар: Проблемы разработки полезных ископаемых в условиях высокогорья: Тез. докл. – Фрунзе, 1987. – С.146-147 (соавторы Шабданалиев Э.Ш., Алексеев И.А., Лупинин Э.В.).

28. О способе определения состояния и целостности пружины парашютного устройства клетового подъема // В сб.: 1 Всесоюзный семинар: Проблемы разработки полезных ископаемых в условиях высокогорья: Тез. докл. – Фрунзе, 1987. – С.147-148 (соавторы Шабданалиев Э.Ш., Котляревская Т.В.).

29. А.с. 1495255 СССР, МКИ³ В66В5/12. Ловитель / Соавтор Шабданалиев Э.Ш., № 4335072/27-11; Заявл. 11.09.87; Оpubл. 23.07.89, Бюл. № 27.

30. Методы и средства повышения эффективности и безопасности эксплуатации рудничных подъемов // В сб.: Проблемы разработки полезных ископаемых в условиях высокогорья: Тез. докл. III Всесоюзный семинар. – Бишкек, 1991.

31. Управление электроприводом подъемной установки аппаратурой контроля // В сб.: Динамический режим работы электрических машин и электроприводов: Тез. докл. VI Всесоюзный науч.-техн. конф. – Бишкек, 1991. – С.65 (соавтор Хромых И.Е.).

32. Весоизмерительное устройство // В сб.: Проблемы разработки полезных ископаемых в условиях высокогорья: Тез. докл. III Всесоюзный семинар. – Бишкек, 1991 (соавтор Шабданалиев Э.Ш.).

33. Силоизмерительное устройство с магнитоанізотропным преобразователем // В сб.: Проблемы разработки полезных ископаемых в условиях высокогорья: Тез. докл. III Всесоюзный семинар. – Бишкек, 1991 (соавтор Шабданалиев Э.Ш.).

34. Логические элементы и синтез комбинационных схем: Методич. руковод-во по курсу «Электроника и преобразовательная техника» для студ. спец. 17.01 «Горные машины и оборудование» / Кыргыз. техн. ун-т. – Фрунзе, 1992. – 18 с.

35. Автоматическая система контроля местоположения подъемных сосудов в стволе и использованием микропроцессорного комплекса // В сб.: Международная конференция: Высокогорные исследования: Изменения и перспективы в XXI веке: Тез. докл. – Бишкек, 1997. – С.171.

36. Новые технические средства предупреждения и защиты подъемов от аварий // В сб.: Международная конференция: Высокогорные исследования: Изменения и перспективы в XXI веке: Тез. докл. – Бишкек, 1997. – С.172.

37. Методы и технические средства повышения безопасности эксплуатации рудничных подъемов. Монография / Кыргызско-Российский Славянский университет. – Бишкек, 2000. – 276 с.

38. Электростимулятор одноканальный малогабаритный МИЦАР 001/ Кыргызско-Российский Славянский университет. – Бишкек, 2000. – 16 с.

39. Расчет и исследование магнитоанізотропных преобразователей усилий/Кыргызско-Российский Славянский университет. – Бишкек, 2000. – 49 с.

40. Магнитоанізотропный датчик усилий // В сб.: Региональная научно-практическая конференция: Наука и наукоемкие горные технологии: Тез. докл./М-во образования, науки и культуры Кырг. Респ. и др. – Бишкек, 2000 – с. 149.

41. Состояние и перспективы развития средств защиты рудничных подъемов от аварий// В сб.: Региональная научно-практическая конференция: Наука и наукоемкие горные технологии: Тез. докл. / М-во образования, науки и культуры Кырг. Респ. и др. – Бишкек, 2000 – с. 148.

42. Устройство для определения местоположения движущегося объекта. Предварительный патент №504 /Официальный бюллетень «Интеллектуальный менчик». – №5. – Бишкек, 2002 (соавторы Нифадьев В.И., Фролов А.В.).

АННОТАЦИЯ

Бул иште аварияларды күтүлбөгөн кырсыктарды изилдөөнүн натыйжалары жөнүндө расмий маалыматтар жана кендерди көтөрүүчү түзүлүштөрдү травматизм менен аварияларды талдоонун жана болжолдоонун негизги ыкмалары берилген.

Эксплуатациялык жактан бекемдигинин жана Коопсуздук эрежелерин аткаруу талаптарын эске алуу менен ашыкча көтөрүү, ылдамдыкты жогорулатып жиберүү, канатты бошотуп ийүү сыяктуу авариялык жагдайларды контролдоочу техникалык каражаттарды сын көз менен талдоого өзгөчө көңүл бурулган.

Авариялык кырдаалдардан көтөрүүнү көзөмөлдөөчү жана коргоочу аппаратуралар үчүн түз жана бурчтук жылышууларды көтөргүчтөрдүн негизги мүнөздөмөлөрүн эсептөөнүн, тандоонун методикалары биринчи ирет берилген.

Азыркы учурдагы элементик базада синтездөөчү аппаратуранын түйүндөрү менен блокторун жана колдонуудагы жана жаңыдан долбоорлонуучу көтөрүлүүдөгү жумушчу жана сактоочу тормоздоо менен байланышын схематехникалык чечүү сунуш кылынган.

Коопсуздукту көзөмөлдөөчү датчиктерди ордуна колдонуу менен иштелип чыккан аппаратураларды куруу, ишке киргизүү жөнгө салуу жана пайдалануу боюнча сунуштар бар.

Көзөмөлдөөчү жана коргоочу жаңы техникалык каражаттарды иштеп чыгууда жана ишке киргизүүдө көтөргүч түзүлүштөрдү пайдалануунун коопсуздугун жогорулатуунун экономикалык жактан натыйжалуулугун эсептөөнүн жана ага баа берүүнүн методикалары келтирилген.

АННОТАЦИЯ

В работе приведены основные методы анализа и прогнозирования травматизма и аварий на рудничных подъемных установках.

Большое внимание уделено критическому анализу технических средств контроля аварийных параметров (превышения скорости, переподъема, застревания сосудов в стволе).

Сформулированы и рассмотрены задачи синтеза технических средств контроля технологических и аварийных параметров с учетом требований эксплуатационной надежности и выполнения Правил безопасности.

Даны методики расчета и выбора основных параметров преобразователей перемещения сосудов в стволе, барабана машины и усилия в канате аппаратуры контроля и защиты подъемов от аварийных режимов.

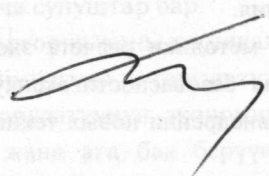
Приведены схематехнические решения узлов и блоков разработанной аппаратуры на современной элементной базе и ее связи с рабочим и предохранительным торможением в эксплуатируемых и вновь проектируемых подъемах.

Даны рекомендации по монтажу, настройке, наладке и эксплуатации разработанной аппаратуры с датчиками контроля безопасности на месте ее применения.

Приведены методики расчета экономической эффективности и оценки повышения безопасности эксплуатации подъемных установок при разработке и внедрении новых технических средств контроля и защиты.

ABSTRACT

In the work main methods of analysis and forecasting of occupational injuries and breaking down in mine lifts are given. Much attention is directed on critical analysis of technical checking means for breaking down parameters (exceeding of speed, overlift, hanging vessels inside the well). The investigator has formulated and examined the tasks of synthesis for technical means of checking and breaking down parameters, taking into consideration the demands of operational safety and keeping industrial safety measures. The methods of calculation and selection of main characteristics for transformers of angular and linear travels for checking devices and defense of lifts from risky conditions. There are technical diagrams of assemblies and blocks of synthesizing apparatus upon modern coll. base and its connection with working and safety breaking in new making (constructing) lifts. The investigator has given instructions for assembling, tuning, arranging and using of made devices according to feeders of checking safety on the place of its work. The scientific work shows the methods of calculation for economical efficiency and estimation of responsibility for safe operation of lifts during the working out and introduction of new technical devices for checking and defense.



ПАХОМОВ ПЕТР ИВАНОВИЧ

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ
ЗАЩИТЫ РУДНИЧНЫХ ПОДЪЕМОВ ОТ АВАРИЙ

Подписано к печати 27.05.2002. Формат 60x84/16.
Офсетная печать. Объем 2,0 п.л.
Тираж 100 экз. Заказ 125.

Издательство Кыргызско-Российского Славянского университета
720000, Бишкек, Киевская, 44

Отпечатано в типографии КРСУ
720000, Бишкек, Шопокова, 68

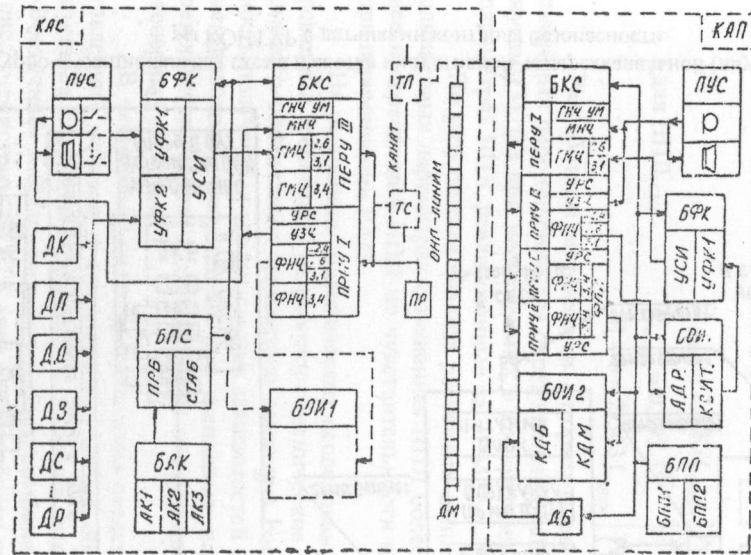


Рис.3. Структурно-функциональная схема системы СТАРТ:

КАС – комплект аппаратуры стволовой; КАП – комплект аппаратуры поверхностной; ДК, ДП, ДД, ДВ, ДС, ДР – датчики контроля безопасности, соответственно: натяжения каната, пружины парашюта, клетевых дверей, клетевой вагонетки, клетевых стопоров, резерва; ДБ, ДМ – преобразователи (датчики) угловых и линейных перемещений навивочного барабана и подъемного сосуда; БКС – блок канала связи; БФК – блок формирования кодов; ПУС – пульт управления и сигнализации; БОИ 1 (2) – блок обработки и отображения информации первый (второй); ППР – приемно-передающее рамка; ТП, ТС – трансформаторы связи (поверхностный, стволовой); ПРИУ – приемное устройство; ПЕРУ – передающее устройство; КДБ, КДМ – каналы косвенного и непосредственного определения положения сосуда.

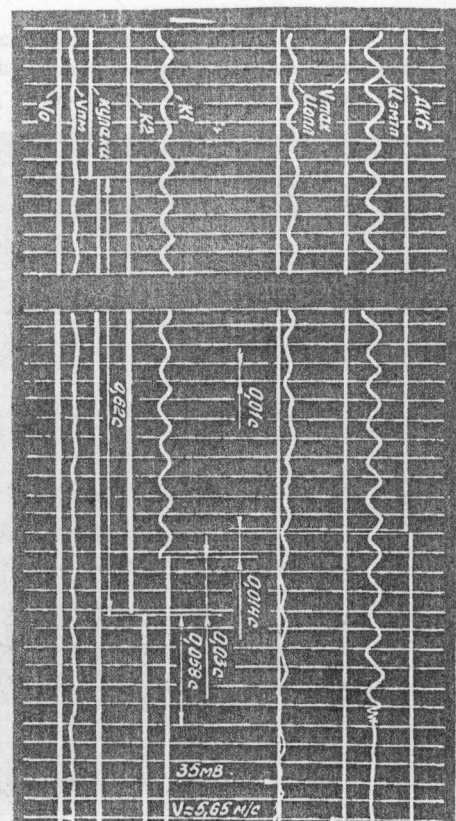


Рис.4. Осциллограммы времени срабатывания средств контроля аварийных режимов.

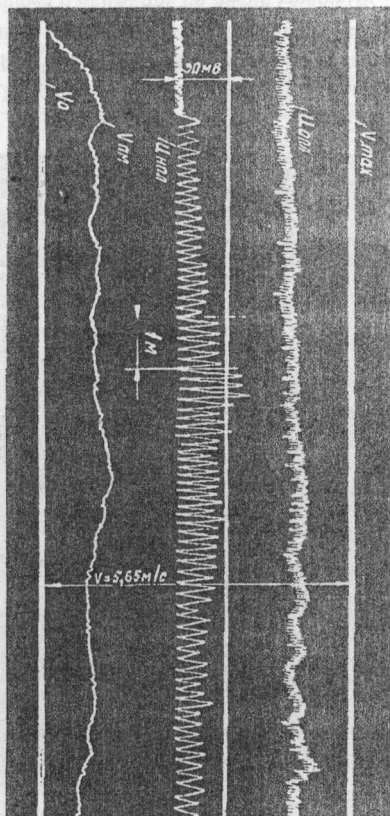


Рис.5. Осциллограммы сигналов совместной работы ОПД и НПД при переходе сосуда.