

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики

Направление подготовки стандартизация и метрология

Кафедра компьютерных измерительных систем и метрологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Автоматизированная измерительная система для определения вольт - амперных характеристик сварочного аппарата

УДК 681.518.3:621.791.03:621.317.3

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ГМ41	Роговых Анастасия Владимировна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Наталинова Н.М.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Конотопский В.Ю.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пустовойтова М.И.	к.х.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
КИСМ	Стукач О.В.	к.т.н.		

Томск – 2016 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	Профессиональные компетенции
P1	Применять современные базовые и специальные естественнонаучные, математические и инженерные знания для решения инновационных задач метрологического обеспечения, контроля качества, технического регулирования и проверки соответствия с использованием современных технологий, и учитывать в своей деятельности экономические, экологические аспекты и вопросы энергосбережения.
P2	Выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю, проводить анализ состояния и динамики метрологического и нормативного обеспечения производства, производить оценку качества измерений, контроля и испытаний, проводить работы по автоматизации измерений и контроля в производстве и научных исследованиях.
P3	Выполнять работы в области стандартизации и сертификации: выполнять разработку и экспертизу новых технических регламентов и другой нормативной документации, разрабатывать процедуры оценки соответствия, поддерживать единое информационное пространство планирования и управления предприятием на всех этапах жизненного цикла изделий.
P4	Выполнять работы в области контроля и управления качеством: исследовать причины появления некачественной продукции, разрабатывать предложения по предупреждению и устранению причин брака, осуществлять приемочный и выходной контроль продукции, а также контроль производства на основе современных технических средств.
P5	Использовать базовые знания в области экономики, проектного менеджмента и практики ведения бизнеса, в том числе менеджмента рисков и изменений, для ведения инновационной инженерной деятельности; организовывать работы по защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на них, проводить технико-экономический анализ по проектам связанным с метрологическим обеспечением производства.
	Универсальные компетенции
P6	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности, заниматься научно-педагогической деятельностью в области метрологии, технического регулирования и управления качеством
P7	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой, принимать исполнительские решения в условиях спектра мнений, определять порядок работ, демонстрировать ответственность за результаты работы
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инженерной деятельности
P9	Ориентироваться в вопросах безопасности и здравоохранения, юридических и исторических аспектах, а так же различных влияниях инженерных решений на социальную и окружающую среду

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P10	следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам инженерной деятельности, проявлять гражданскую позицию, направленную на его совершенствование.

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики
 Направление подготовки стандартизация и метрология
 Кафедра компьютерных измерительных систем и метрологии

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

На выполнение выпускной квалификационной работы

В форме: магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
8ГМ41	Роговых Анастасии Владимировне

Тема работы:

Автоматизированная измерительная система для определения вольт - амперных характеристик сварочного аппарата	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Устройство нагрузочно – регистрирующее «ГАММА – 500»
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Литературный обзор: методов и средств измерения больших токов и высоких напряжений, аналогов измерителей ВАХ 2. Утверждение типа. Цифровая обработка сигналов 3. Практическая реализация, экспериментальная часть 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 5. Социальная ответственность 6. Заключение и выводы
Перечень графического материала	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
1. Литературный обзор; 2. Объект и методы исследования;	Наталинова Наталья Михайловна

3. Экспериментальная часть; 4. Заключение.	
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	Конотопский Владимир Юрьевич
6. Социальная ответственность	Пустовойтова Марина Игоревна
Название разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	Литературный обзор. Обзор аналогов измерителей ВАХ

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Наталинова Н.М.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ГМ41	Роговых А.В.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8ГМ41	Роговых Анастасия Владимировна

Институт	институт кибернетики	Кафедра	КИСМ
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	Стандартизация и метрология

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	...
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Ставка социального налога

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Обоснование необходимости и актуальности разработки.
2. Разработка устава научно-технического проекта	...
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Оценка сравнительной эффективности исследования.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. Сегментирование рынка 2. График проведения и бюджет НТИ 3. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ 4. Потенциальные риски
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцентр	Конотопский Владимир Юрьевич	К.Э.Н		04.04.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ГМ41	Роговых Анастасия Владимировна		04.04.2016

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 8ГМ41	ФИО Роговых Анастасия Владимировна
------------------------	--

Институт	институт кибернетики	Кафедра	КИСМ
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	Стандартизация и метрология

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Рабочее место расположено в общежитии. При работе с ПЭВМ могут иметь место вредные и опасные проявления факторов производственной среды для человека. Оказывается негативное воздействие на природу (атмосферу). Возможно возникновение опасных чрезвычайных ситуаций техногенного, стихийного, экологического и социального характера.</p>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>СанПиН 2.2.4.548 – 96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03. «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий», СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки», СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно – эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно – вычислительным машинам и организации работы», ПУЭ «Правила устройства электроустановок », ГН 2.2.6 – 709 – 98. «Предельно допустимые концентрации микроорганизмов – продуцентов, бактериальных препаратов и их компонентов в воздухе рабочей зоны», МДК 3 – 02.2001 «Правила технической эксплуатации систем и сооружений коммунального водоснабжения и канализаций».</p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); 	<p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Превышение уровня шума и вибраций; 2. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; 3. Недостаточная освещённость рабочей зоны.
--	---

– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	Опасные факторы 1. Воздействие неионизирующих электромагнитных излучений; 2. Опасность воздействия статического электричества в процессе работы с ПЭВМ; 3. Опасность отравления парами и газами; 4. Опасность поражения электрическим током.
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	При использовании ПЭВМ возникают следующие виды негативного воздействия на окружающую среду: - выбросы в атмосферу углекислого газа и образование тепла при пожаре; - загрязнение почвы при утилизации ПЭВМ.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Чрезвычайные ситуации - защита населения от возможных средств поражения. При работе с ПЭВМ основным видом ЧС является возможность возникновения пожара.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно – эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно – вычислительным машинам и организации работы», НПБ 105-03. «Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	План эвакуации при пожаре и других ЧС

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пустовойтова Марина Игоревна	к.х.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ГМ41	Роговых Анастасия Владимировна		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики

Направление подготовки стандартизация и метрология

Кафедра компьютерных измерительных систем и метрологии

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2014/2015 и 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

магистерская диссертация

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	1. Литературный обзор.	25
	2. Утверждения типа. Цифровая обработка сигналов	10
	3. Практическая реализация, экспериментальная часть.	25
	4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	15
	5. Социальная ответственность.	15
	6. Заключение и выводы.	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Наталинова Н.М.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
КИСМ	Стукач О.В.	к.т.н.		

Реферат

Магистерская диссертация 208 страниц, 32 таблица, 32 источников, 3 приложения, 35 рисунков.

Ключевые слова: автоматизированная измерительная система, вольтамперные характеристики, устройство нагрузочно-регистрирующее «Гамма-500», утверждение типа, цифровая обработка сигналов.

Объектом исследования или разработки – устройство нагрузочно-регистрирующее «Гамма-500».

Цель работы – разработка автоматизированной измерительной системы для определения ВВАХ сварочного аппарата с помощью программной среды LabVIEW.

Полученные результаты и их новизна – разработанное программное обеспечение необходимо для цифровой обработки сигнала при использовании автоматизированной измерительной системы для аттестации сварочного оборудования для дуговой сварки. Разработанные документы будут использоваться с целью утверждения типа устройства нагрузочно-регистрирующего «Гамма-500».

Рекомендации по внедрению или итоги внедрения результатов - данная работа выполняется на кафедре «Оборудования и технологии сварочного производства» (далее - ОТСП).

Область применения – на кафедре ОТСП, в структурных подразделениях Томского политехнического университета и другие организации, которые занимаются изготовлением и тестированием сварочного аппарата для дуговой сварки.

Экономическая эффективность или значимость работы – автоматизированная измерительная система необходима на кафедре ОТСП для повышения эффективности проведения испытаний при аттестации сварочного оборудования для дуговой сварки

Результаты работы рекомендованы к внедрению в производство автоматизированной измерительной системы для определения вольтамперных характеристик сварочного аппарата.

Магистерская диссертация выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2007 и представлена в распечатанном виде на листах формата А4.

Определения, обозначения, сокращения и нормативные ссылки

В настоящей работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Внешняя вольт – амперная характеристика: это зависимость напряжения источника питания на выходных зажимах от величины тока нагрузки.

Фильтр низкой частоты: это устройство, подавляющее частоты сигнала выше частоты среза данного фильтра.

В настоящей работе использованы ссылки на следующие документы:

Федеральный закон от 13 июля 2015 г. № 102 – ФЗ - Об единстве измерений.

Федеральный закон от 13 июля 2015 г. № 123 – ФЗ - Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.

В магистерской диссертации применены следующие обозначения и сокращения:

ВВАХ – внешняя вольт - амперная характеристика;

ВНИИЭСО - Всесоюзный научно-исследовательский институт электросварочного оборудования;

НИКИМТ - Научно-исследовательский и конструкторский институт монтажной технологии;

ОАО – открытое акционерное общество;

ПЗ ТЭСО - Псковский завод тяжелого электросварочного оборудования;

ПАО «СЭЛМА» - Симферопольский электромашиностроительный завод;

ФНЧ – фильтр низких частот;

ТЭЛМА – ведущая компания северного региона на рынке специализированных услуг по системной интеграции – разработке комплексных решений по автоматизации технологических решений и бизнес-процессов предприятия;

ВНИИЭФ – Всероссийский научный исследовательский институт экспериментальной физики;

НАКС – национальное агентство контроля сварки;

ОЗУ – оперативно запоминающее устройство;

Flash – запоминающее устройство, использующее в качестве носителя флеш-память и подключаемое к компьютеру или иному считывающему устройству по интерфейсу USB;

ДИВС – диапазон измерения входных сигналов;

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

RS232 – физический уровень для асинхронного интерфейса;

УПИ – устройство переноса информации;

IBM PC – совместимость компьютера;

ПН – переменное напряжение;

ЖКИ – жидкокристаллический индикатор;

ЭВМ – электронная вычислительная машина;

ПК – персональный компьютер;

СИ – средство измерения;

Росстандарт – Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии;

ТУ – технические условия;

РЭ – руководство эксплуатации;

ФГУП «ВНИИМС» – Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы;

ГЦИ – государственный центр испытаний;

РФ – Российская Федерация;

РМГ – рекомендации по межгосударственной стандартизации;

ИУТУ – информационный указатель технических условий;

ЦОС – цифровая обработка сигналов;

ПЛИС – программируемые логические интегральные схемы;

ЦСП – цифровой сигнальный процессор;
ЦАП - цифро-аналогового преобразователя;
АЧХ – амплитудно- частотная характеристика;
ФВЧ – фильтр высоких частот;
АЦСО - аттестационных центров сварочного оборудования;
НР – научный руководитель;
И – инженер;
ЕСН - единый социальный налог;
НДС – налог на добавленную стоимость;
ВАХ – вольт – амперная характеристика;
ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина;
ПУЭ – правила устройство и электроустановок;
ОУ – огнетушитель углекислый;
ЧС – чрезвычайные ситуации.

	Оглавление	С.
	Введение	18
1	Обзор литературы	20
	1.1 Методы и средства измерения больших токов и высоких напряжений	20
	1.1.1 Магнитоэлектрические вольтметры. Добавочные сопротивления	20
	1.1.2 Датчик на основе эффекта Холла	23
	1.1.3 Пояс Роговского	25
	1.1.4 Измерительный трансформатор	27
	1.1.5 Резистивный датчик	31
	1.2 Обзор аналогов измерителей ВАХ	34
	1.2.1 Мобильный регистратор технологических процессов	34
	1.2.2 Измеритель ВАХ AWS-024	39
	1.2.3 Измеритель ПН ИПН-500	41
	1.2.4 Измеритель параметров сети и потребления ИППС-1	44
	1.2.5 Описание устройства нагрузочно-регистрирующего «Гамма - 500»	45
2	Утверждение типа СИ. Цифровая обработка сигналов	50
	2.1 Утверждение типа СИ	50
	2.1.1 Разработка нормативной документации	50
	2.1.2 Выбор органа или организации для испытаний СИ	56
	2.1.3 Оформление заявки на испытания СИ	56
	2.1.4 Согласование и утверждение программы испытаний	57
	2.1.5 Оформление протокола испытаний СИ и испытания	59
	2.1.6 Содержание, порядок построения и оформления проекта описания типа	67
	2.1.7 Рассмотрение поступивших документов в целях утверждения типа средства измерений	69

2.2	Цифровая обработка сигналов	72
3	Практическая реализация, результаты эксперимента	72
3.1	Постановка задачи	77
3.2	Используемое оборудование и программное обеспечение	77
3.3	Внедрение и его перспективы	87
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	88
4.1	Потенциальные потребители результатов исследования	88
4.2	Организация и планирование работ	98
4.2.1	Продолжительность этапов работ	99
4.2.2	Расчет нарастания технической готовности работ	102
4.3	Расчет сметы затрат на выполнение проекта	103
4.3.1	Расчет затрат на материалы	103
4.3.2	Расчет заработной платы	104
4.3.3	Расчет затрат на социальный налог	105
4.3.4	Расчет затрат на электроэнергию	105
4.3.5	Расчет амортизационных расходов	107
4.3.6	Расчет прочих расходов	107
4.3.7	Расчет общей себестоимости разработки	108
4.3.8	Расчет прибыли	109
4.3.9	Расчет НДС	109
4.3.10	Цена разработки НИР	109
4.4	Оценка экономической эффективности проекта	109
4.4.1	Потенциальные риски	112
4.4.2	Оценка научно-технического уровня НИР	112
5	Социальная ответственность	117
5.1	Выбор объекта раздела. Характеристика рабочего места	117
5.2	Техногенная безопасность	117
5.2.1	Производственный микроклимат	117

5.2.2 Производственный шум и вибрации	120
5.2.3 Производственное освещение	121
5.2.4 Электромагнитное поле	123
5.2.5 Электробезопасность	125
5.3 Региональная безопасность	126
5.4 Организационные мероприятия обеспечения безопасности	128
5.5 Пожарная безопасность	130
Заключение	134
Список публикаций	135
Список использованной литературы	138
Приложение А	143
Приложение Б	157
Приложение В	179

Введение

Важными параметрами процесса сварки являются вольтамперная характеристика сварочной дуги и внешняя вольтамперная характеристика источника питания. От их согласования во многом зависят устойчивость горения дуги и стабильность протекания процесса сварки. От стабильности протекания процесса сварки зависит качество сварного шва. Поэтому необходимо контролировать вольтамперную характеристику сварочной дуги и внешнюю характеристику источника питания.

Внешняя вольтамперная характеристика источников питания (сварочного трансформатора, выпрямителя и генератора) - это зависимость напряжения на выходных зажимах от величины тока нагрузки.

Вольтамперные характеристики дуги, представляющие собой зависимость между напряжением дуги и током дуги при различной длине дуги.

Сварной шов - участок сварного соединения, образовавшийся в результате кристаллизации расплавленного металла или в результате пластической деформации при сварке давлением или сочетания кристаллизации и деформации [1].

Процедура снятия результатов измерения со сварочного аппарата для построения внешней вольтамперной характеристик сложная и занимает много времени. В связи с этим возникает необходимость автоматизировать процесс снятия результатов измерений со сварочного аппарата с целью определения и построения вольтамперных характеристик сварочного аппарата.

Автоматизация процесса построения вольтамперных характеристик означает перевод построения вольтамперных характеристик в автоматическом режиме работы.

Целью магистерской диссертации является разработка автоматизированной измерительной системы для определения ВВАХ сварочного аппарата с помощью программной среды LabView.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнение следующих задач:

- провести литературный обзор (методы и средства измерения больших токов и высоких напряжений);

- разработать документы на устройство нагрузочно-регистрирующее «Гамма-500» (технические условия, руководство по эксплуатации) с целью утверждения типа СИ;

- разработать программное обеспечение для сбора и обработки данных автоматизированной измерительной системы для определения вольт – амперных характеристик сварочного аппарата в программной среде LabView.

В результате использования данной автоматизированной измерительной системы снижаются затраты времени на проведения аттестации сварочного оборудованию, что позволяет увеличить производительность труда пользователя.

За счет, того что автоматизированная измерительная система удобна в эксплуатации и не нуждается в управлении высококвалифицированных специалистов предприятие экономит на затратах на заработную плату сотрудников.

Данная автоматизированная измерительная система для определения вольтамперных характеристик сварочного аппарата позволяет производить измерения и аналитическую обработку ВВАХ с высокой точностью.

1 Обзор литературы

В настоящее время наметилась тенденция автоматизации процесса нагрузки, измерения выходных электрических параметров источников питания для дуговой сварки и построения ВВАХ.

1.1 Методы и средства измерения больших токов и высоких напряжений

1.1.1 Магнитоэлектрические вольтметры. Добавочные сопротивления

В магнитоэлектрических вольтметрах применяется тот же измеритель, что и в амперметрах, но на меньший номинальный ток. Для измерения напряжения механизм применяется в сочетании с добавочным сопротивлением. Ток полного отклонения в магнитоэлектрических вольтметрах составляет 1 мА до 7,5 мА. Добавочное сопротивление из манганина включается последовательно с измерительным механизмом (рисунок 1). Оно необходимо, чтобы сопротивление вольтметра r_v при изменениях температуры оставалось неизменным. Ток в цепи прибора вычисляется по формуле:

$$I_u = \frac{U}{r_u + r_d} = \frac{U_u}{r_u}, \quad (1)$$

где I_u – ток измерительного механизма, А;

r_u – сопротивление измерительного механизма, Ом;

r_d – добавочное сопротивление, Ом;

U_u – напряжение измерительного механизма, В;

U – общее напряжение, В.

Если напряжение $U = p \cdot U_u$, то добавочное сопротивление r_d вычисляется по формуле:

$$I_u = \frac{U_u}{r_u} = \frac{p \cdot U_u}{r_u + r_d}, \quad (2)$$

где I_u – ток измерительного механизма, А;

r_u – сопротивление измерительного механизма, Ом;

r_d – добавочное сопротивление, Ом;

U_u – напряжение измерительного механизма, В;

p – множитель, который определяет соотношением между измеряемым напряжением (общим) и напряжением на измерительном механизме.

Множитель p показывает, во сколько раз измеряемое напряжение больше напряжения на измерительном механизме или, иначе, во сколько раз увеличивается предел измерения напряжения прибора при применении добавочного сопротивления.

Найдем добавочное сопротивление по формуле:

$$r_d = r_u \cdot (p - 1), \quad (3)$$

где r_d – добавочное сопротивление, Ом;

r_u – сопротивление измерительного механизма, Ом;

p – множитель, который определяет соотношением между измеряемым напряжением (общим) и напряжением на измерительном механизме.

Находим общее сопротивление по формуле:

$$U = C_U \cdot \alpha, \quad (4)$$

где U – общее напряжение, В;

C_U – постоянная измерительного механизма по напряжению;

α – угол отклонения подвижной части.

Множитель p показывает, во сколько раз измеряемое напряжение больше напряжения на измерительном механизме или, иначе, во сколько раз увеличивается предел измерения напряжения прибора при применении добавочного сопротивления.

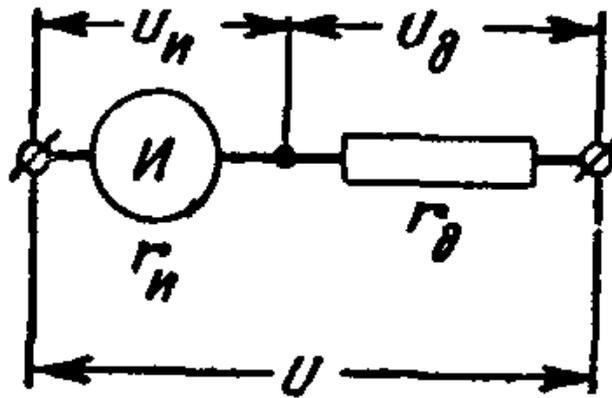


Рисунок 1 – Схема соединения измерительного механизма с добавочным сопротивлением

Следует обратить внимание на то, что соотношение между измеряемым напряжением и на измерительном механизме, определяемое множителем p , остается неизменным только до тех пор, пока остается неизменными сопротивления $r_{и}$ и $r_{д}$. Часто применяют добавочное сопротивление, подразделенные на несколько частей, что дает возможность иметь прибор на несколько пределов измерения напряжения больше. Схема соединения измерительного механизма с добавочным сопротивлением (вольтметр) представлена на рисунке 2.

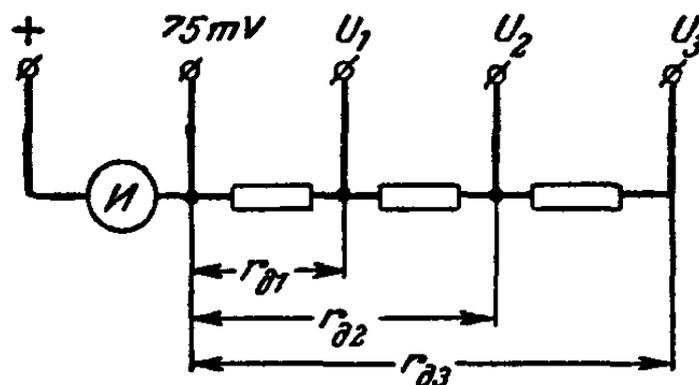


Рисунок 2 - Схема соединения измерительного механизма с добавочным сопротивлением (вольтметр)

Схема соединения измерительного механизма с добавочным сопротивлением (вольтметр) представлена на рисунке 2. Добавочное сопротивление обычно изготавливаются из манганина. Изолированная манганиновая проволока наматывается на каркасы или пластины, изготовленные из изолирующих материалов (дерево, пластмасса, фарфор, генинакс). Добавочные сопротивления для постоянного тока наматываются унифилярно, а для переменного тока – бифилярно, с тем, чтобы получить безреактивное сопротивление.

Добавочные сопротивления делятся на наружные и внутренние. Наружные добавочные сопротивления выполняются в виде отдельной детали в особом корпусе и бывают индивидуальными и калибровочными.

Индивидуальные сопротивления могут применяться только с тем прибором, который градуировался совместно с добавочным сопротивлением. Калибровочное добавочное сопротивление может применяться с любым прибором, номинальный ток которого не превышает номинального тока добавочного сопротивления [2].

1.1.2 Датчик на основе эффекта Холла

В отличие от описанных выше датчиков, датчик на основе эффекта Холла измеряет полное значение текущего в цепи тока. Это позволяет достаточно точно регистрировать процессы в цепи в диапазоне от постоянного тока до быстрых переходных процессов.

Существует огромное разнообразие датчиков данного типа в различных конструктивных исполнениях: для монтажа на ПП, для монтажа вокруг токоведущей шины. По принципу действия датчики разделяются на 2 вида: открытого и компенсационного типа. Датчики открытого типа используют эффект Холла для непосредственной регистрации протекающего тока и выдаче преобразованного холловского напряжения. В отличие от первых, датчики компенсационного типа генерируют ток, компенсирующий магнитное поле,

создаваемое первичным током и, в итоге, обеспечивают нулевое общее потокоцепление.

Основное преимущество датчиков компенсационного типа - повышенная точность и широкий частотный диапазон. Датчики часто имеют токовый выход, обеспечивающий повышенную стойкость к электромагнитным помехам.

Для диапазона небольших токов (до 30А) широко применяются датчики в интегральном исполнении для монтажа на ПП, например производства Allegro Microsystems. Один из основных недостатков данных микросхем - наличие выходных шумов, связанных с внутренней схемой компенсации. Используемый для подавления шумов ФНЧ снижает скорость отклика системы до 30 - 40кГц. Датчики компенсационного типа приведен на рисунке 3.

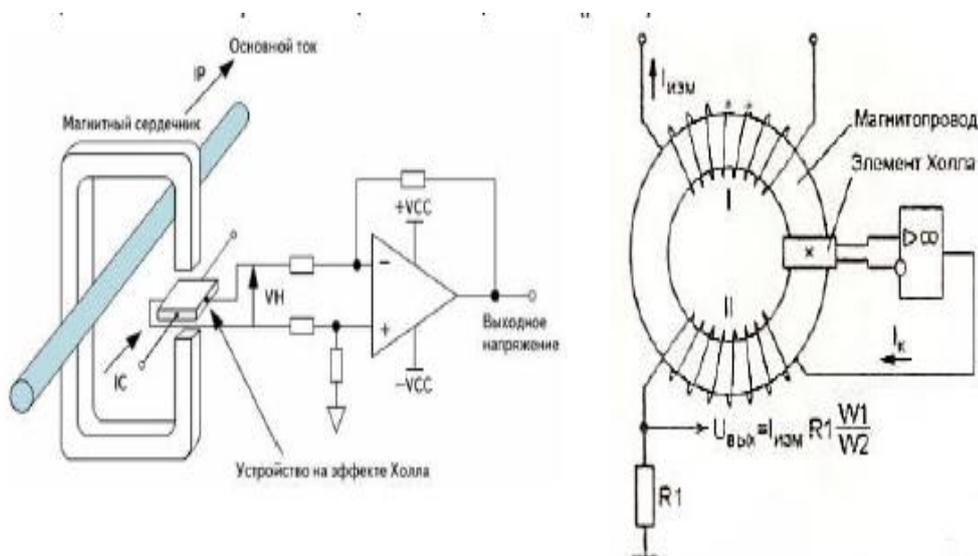


Рисунок 3 - Датчики компенсационного типа

Достоинства метода:

- измерение тока в широком диапазоне, включая постоянный ток;
- высокая точность измерения, хорошая линейность – особенно в датчиках, построенных по компенсационной схеме;
- стойкость к перегрузкам по току без повреждений;
- полная гальваническая развязка с цепью, в которой проводятся измерения.

Недостатки:

- наличие у некоторых типов датчиков вносимого выходного шума;
- ограниченный частотный диапазон (не превышающий в большинстве случаев 500кГц);
- переход в насыщение при выходе измеряемого тока из номинального диапазона;
- высокая стоимость и габариты, особенно для датчиков компенсационного типа, рассчитанных на большие токи (от 1кА);
- необходимость организации дополнительного питания датчика.

1.1.3 Пояс Роговского

Пояс Роговского является датчиком переменной составляющей тока в проводнике и принципиально является катушкой без сердечника, располагаемой вокруг проводника с током.

Конструкция катушки обеспечивает высокую защиту от внешних электромагнитных помех и высокую линейность выходного напряжения по отношению к измеряемому току.

Напряжение на выходе катушки описывается формулой (5):

$$V = \frac{-A \cdot N \cdot \mu_0}{l} \cdot \frac{dl}{dt} \quad (5)$$

где $A = \pi \cdot a^2$ – площадь малого контура (одного витка вокруг центральной жилы катушки);

l - длина пояса;

N – количество витков вокруг центральной жилы катушки.

Так как пояс регистрирует только переменную составляющую тока, то для получения абсолютных значений тока необходимо интегрировать входной сигнал с катушки. Этот процесс выполняется внутренней схемой датчика, поставляемой вместе с поясом. Процесс интегрирование входного сигнала с катушки с помощью пояса Роговского представлен на рисунке 4.

Так как катушка в поясе не замкнута и показания датчика не зависят от площади большого контура, датчик может быть оперативно установлен на любой токоведущей шине без конструктивных модификаций.

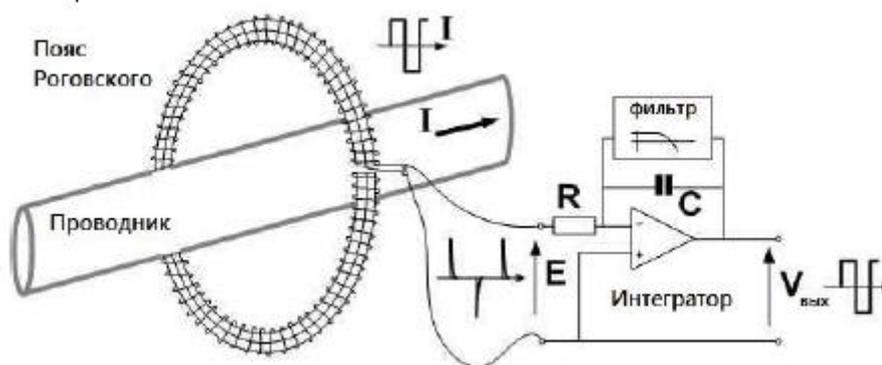


Рисунок 4 – Процесс интегрирование входного сигнала с катушки с помощью пояса Роговского

Благодаря малой инерционности и высокой линейности датчик регистрирует с хорошей точностью переменные и импульсные токи, но схема интегрирования вносит искажения по постоянному току, связанные с накопительной ошибкой при регистрации высокочастотных переходных процессов и нечувствительности к низкочастотным изменениям тока.

Так как передаточная характеристика каждой катушки варьируется при изготовлении, то обычно датчик, усилитель и интегратор рассматривается как единое целое, откалиброванное производителем.

Достоинства метода:

- высокая линейность и низкая инерционность датчика, которая позволяет регистрировать высокочастотные токовые импульсы;
- легкость установки в любое место цепи, небольшая масса;
- гальваническая изоляция датчика.

Недостатки:

- накопительная ошибка по постоянному току, связанная с ошибками интегрирования и влиянием помех;
- необходимость внешнего питания датчика [3].

1.1.4 Измерительный трансформатор

Трансформатор тока является прибором, очень широко используемым в промышленной электротехнике. Внешний вид трансформатора тока представлен на рисунке.

1.1.4.1 Трансформаторы тока

Трансформаторы тока - это трансформаторы малой мощности, с помощью которых осуществляется экономичное и безопасное измерение тока в электроустановках среднего и высокого напряжения. Область применения трансформатора тока ограничена в основном сетями промышленной частоты. Внешний вид трансформатора тока представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Внешний вид трансформатора тока

Недостатки данного прибора:

- высокая инерционность, определяемая магнитными свойствами сердечника, которая не позволяет его эксплуатировать на частотах выше номинальной (60 или 400Гц). На более высоких и низких частотах искажается его передаточное отношение вследствие нелинейной характеристики намагничивания сердечника;
- искажение коэффициента трансформации вследствие нагрева и насыщения магнитопровода и необходимость введения витковой коррекции;
- высокие массогабаритные характеристики и опасность перегрева в случае отключения измерителя от вторичной обмотки.

Основные преимущества:

- простота конструкции и невысокая стоимость по сравнению с другими решениями;
- наличие регламентирующих стандартов и нормативных документов на классы точности;
- возможность высоковольтной гальванической изоляции и отсутствие необходимости в дополнительном источнике питания.

Существуют широкополосные токовые трансформаторы, которые позволяют работать в диапазоне частот, отличном от диапазона промышленной сети, но данные решения более дорогие и менее распространены. Например, трансформаторы производства фирмы Pearson Electronics позволяют регистрировать ток в диапазоне от 10 Гц до 20 МГц с амплитудой до 100 А. Другие модели этого же производителя позволяют измерять в диапазоне от 300 Гц до 200 МГц ток, протекающий в коаксиальном кабеле.

1.1.4.2 Измерительный трансформатор напряжения

Измерительные трансформаторы напряжения применяются для расширения пределов измерения напряжения. Они применяются для совместной работы с вольтметрами, ваттметрами, счетчиками и т. д. [4]

Трансформатор напряжения имеет устройство представленное на рисунке б, аналогичное устройству силового трансформатора.

Он состоит из замкнутого сердечника, набранного из листовой трансформаторной стали и двух обмоток.

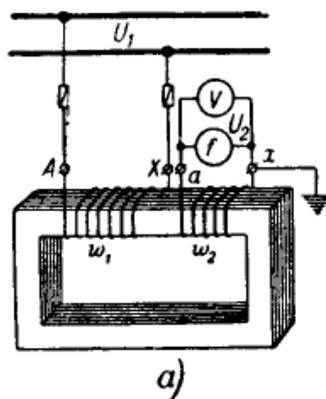


Рисунок 6 - Трансформатор напряжения

Трансформаторы напряжения двухобмоточные или трехобмоточные предназначены как для измерения напряжения, мощности, энергии, так и для питания цепей автоматики, сигнализации и релейной защиты линий электропередач от замыкания на землю. Трансформаторы напряжения имеют два назначения: изолировать вторичную обмотку и, тем самым, обезопасить обслуживающий персонал; понизить измеряемое напряжение до стандартного значения.

Трансформаторы напряжения различают:

- по числу фаз - однофазные и трехфазные;
- по числу обмоток - двухобмоточные и трехобмоточные;
- по классу точности - 0,2; 0,5; 1,0; 3;
- по способу охлаждения - с масляным охлаждением, с воздушным охлаждением;
- по способу установки - для внутренней установки, для наружной установки и для КРУ.

Однофазный двухобмоточный трансформатор напряжения применяется в установках как однофазного, так и трехфазного тока. В последнем случае он включается на линейное напряжение. Один из выводов вторичной обмотки для обеспечения безопасности при обслуживании заземляется.

Основными параметрами трансформаторов напряжения являются:

- номинальные напряжения обмоток, т.е. напряжения первичной и вторичной обмоток, указанные на щитке;
- номинальный коэффициент трансформации (отношение номинального первичного напряжения к номинальному вторичному);
- погрешность по напряжению %.

Угловая погрешность, т. е. угол между вектором первичного напряжения и повернутым на 180° вектором вторичного напряжения, выраженный в угловых градусах (минутах).

Особо следует сказать о трансформаторах напряжения высокого и сверхвысокого напряжения. Как было отмечено, трансформаторы напряжения

передают очень малую мощность. Поэтому практически в таких трансформаторах напряжения определяющим является вопрос обеспечения изоляции между первичной и вторичной цепями. Поэтому при напряжениях выше 500 кВ используются так называемые емкостные трансформаторы напряжения, состоящие из емкостного делителя напряжения (двух последовательно соединенных конденсаторов C_1 и C_2) и понижающего трансформатора. Практическая схема емкостного трансформатора напряжения представлена на рисунке 7.

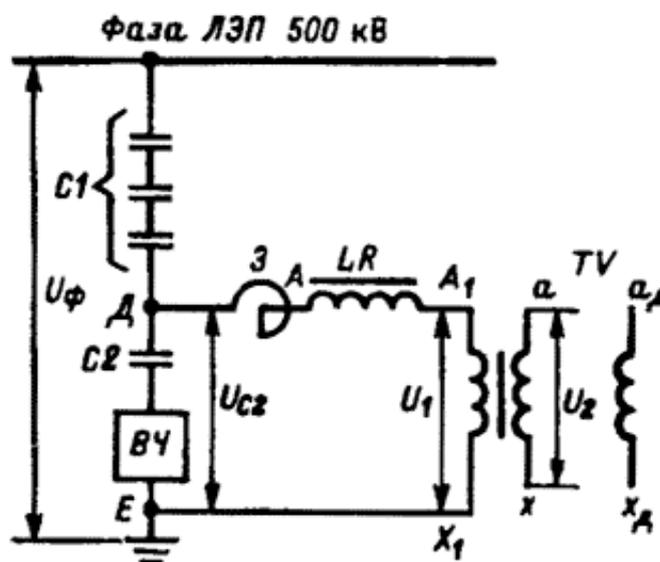


Рисунок 7 - Практическая схема емкостного трансформатора напряжения

Устанавливаются колонны конденсаторов высокочастотной связи для цепей автоматики и сигнализации. Поэтому, если использовать эту колонку связи C_1 и добавить некоторый конденсатор отбора мощности C_2 , получим емкостной делитель. К конденсатору подключается трансформатор напряжения обычно на (12-15) кВ первичного напряжения. Для устойчивой работы в первичную цепь включается дополнительный реактор LR и высокочастотный заградитель $З$. Таким образом, это устройство имеет существенно меньшую стоимость, чем трансформатор напряжения на полное первичное напряжение [4].

1.1.5 Резистивный датчик

Резистивные шунты являются одними из наиболее простых, но, зачастую, и наиболее сложных в применении устройств из-за отсутствия гальванической развязки с рабочей цепью.

В диапазоне небольших токов часто применяются шунты, выполненные в виде SMD-резисторов по пленочной технологии, обеспечивающих хороший теплоотвод и малую индуктивность. Следующий класс мощности представлен резисторами, выполненными по пленочной технологии в корпусах для выводного монтажа типа ТО-220, эти резисторы также обладают хорошей способностью к теплоотводу через внешний радиатор и низкой индуктивностью.

Две основные проблемы, связанные с использованием резистивных шунтов на токи большой мощности, это потери мощности в шунте, требующие его охлаждения и собственная индуктивность шунта, искажающая напряжение на нем с увеличением частоты переходных процессов. Отдельным вопросом является организация гальванической изоляции между высоковольтной цепью и цепью управления, особенно при высоких рабочих и импульсных напряжениях. На рисунке 8 представлены коаксиальные шунты.



Рисунок 8 – Коаксиальные шунты

Коаксиальные шунты, производимые фирмой LEMSYS, позволяют регистрировать пиковые токи до 100кА при частотном диапазоне до 200МГц.

Для приближенной компенсации реактивного сопротивления в схему измерения можно ввести корректирующее звено с передаточной функцией. Передаточная функция рассчитывается по формуле:

$$W(s) = \frac{R_{ш}^{-1}}{\frac{L_{ш}}{R_{ш}} \cdot s + 1}, \quad (6)$$

где $L_{ш}$ – индуктивность шунта;

$R_{ш}$ – сопротивление шунта

$W(s)$ – передаточная функция шунта;

s - аргумент.

Однако частотная полоса полученного узла ограничена полосой полученного фильтра первого порядка, и точность получаемых значений не отвечает метрологическим требованиям.

Для точного измерения высокочастотных процессов применяются коаксиальные шунты специальной конструкции, влияние внутренней индуктивности которых скомпенсировано, что позволяет измерять токи в диапазоне до нескольких мегагерц.

Исключительно высокая точность измерения тока, возможность регистрации пиковых значений тока за пределами нормального рабочего диапазона и широкий частотный диапазон делают данные устройства незаменимыми при применении в измерительной технике.

Подводя итог, можно выделить следующие основные достоинства и недостатки резистивных шунтов.

Достоинства:

- простота конструкции;
- высокая метрологическая точность и очень широкий частотный диапазон (для коаксиальных шунтов);

- высокая перегрузочная способность и возможность замера пиковых значений тока;

- отсутствие необходимости в питании.

Недостатки:

- необходимость прямого соединения с силовыми шинами, потери мощности на нагрев шунта;

- необходимость организации гальванической изоляции.

На следующих диаграммах представлены области типичных применений различных токовых датчиков. Области применений различных токовых датчиков для переменного тока представлены на рисунке 9.



Рисунок 9 - Области применений различных токовых датчиков для переменного тока

Области применений различных токовых датчиков приведены на рисунке 10.

При создании измерительного оборудования ключевыми вопросами являются прецизионное измерение тока по амплитуде в широком диапазоне частот, вследствие высокой скорости переходных процессов в силовой цепи и испытуемых элементах. Критерию точности регистрации значения тока удовлетворяют датчики на эффекте Холла и резистивные шунты. Частотная полоса датчика Холла оказывается в большинстве случаев недостаточной для корректной регистрации переходных процессов, к тому же стоимость датчиков компенсационного типа на большие значения токов достаточно высока.

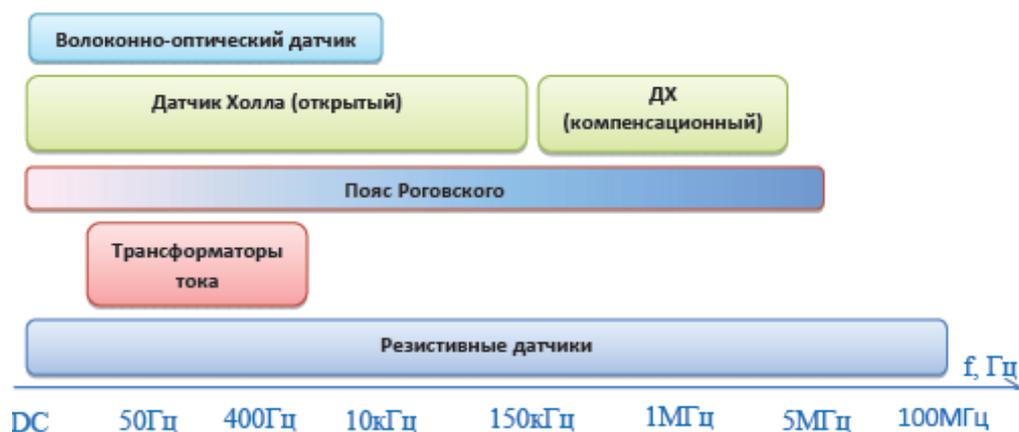


Рисунок 10- Области применений различных токовых датчиков

Резистивные шунты коаксиального типа имеют очень широкую полосу пропускания и высокую точность измерения тока в сочетании с возможностью регистрировать очень большие пиковые значения тока, лимитированные лишь теплоемкостью шунта. Эти преимущества определяют их использование для задач измерения, несмотря на недостатки связанные с необходимостью организации дополнительной гальванической изоляции.

1.2 Обзор аналогов измерителей ВАХ

Оборудование для измерения (далее – измеритель) статических ВВАХ сварочных источников питания предназначены для измерения, запоминания и передачи в компьютер статических вольтамперных характеристик сварочных источников. Проведем обзор аналогов измерителей ВАХ.

1.2.1 Мобильный регистратор технологических процессов

Компания «ТЭЛМА» – разработчик и изготовитель мобильных регистраторов технологических процессов модели «МРС», прошедших необходимые метрологические испытания системы сертификации в России.

Область применения регистратора – технологические процессы сварочного производства, при возможности распространения и на иные виды технологических процессов. Анализ записанных сигналов (в первую очередь

тока и напряжения) позволяет оценить характер протекания процесса, состояние сварочного оборудования, квалификацию сварщика и качество сварочных материалов не только качественно и субъективно, но и используя количественные показатели с сохранением документа о процессе.

С 2001 года «МРС» успешно применяются в автомобильной, атомной, авиакосмической отраслях промышленности, на предприятиях и Аттестационных Центрах сварочного производства Сарова (ВНИИЭФ), Первоуральска (ОАО УРАЛТЕРМОСВАР), Саратова, Казани, Пензы, Оренбурга, Н.Новгорода (ОАО ГАЗ, ОАО ТЕПЛООБМЕННИК, Верхневолжские магистральные нефтепроводы, Волгатрансгаз) Кемерово, Мценска, Тольятти и ряда других городов.

Комитетом НАКС по сварочному оборудованию регистратор «МРС» рекомендован к применению аттестационными центрами НАКС применительно к процессам дуговой и контактной сварки. Внешний вид мобильного регистратора «МРС-02у» представлен на рисунке 11.



Рисунок 11 - Внешний вид мобильного регистратора «МРС-02у»

Регистратор «МРС-02у» предназначен для документирования протекания технологических процессов, а также работы оборудования, оценки его состояния, аттестации и паспортизации технологии, оборудования, сварочных материалов и квалификации сварщика. При этом

необходимость в дополнительном испытательном оборудовании сводится к минимуму, а время, затраченное на испытания, занимает несколько десятков минут, а результаты испытаний обеспечены документальным подтверждением.

Основные функции мобильного регистратора «МРС-02у»:

- ввод параметров регистрации;
- прием и хранение введенной информации в ОЗУ и Flash;
- просмотр записанных данных на графическом дисплее;
- передача данных в персональный компьютер.

В таблице 1 представлены технические характеристики «МРС-02у».

Таблица 1 - Технические характеристики «МРС-02у»

Наименование параметров	Размерность	Значение	
Разрядность	Бит	9	
Частота дискретизации	Гц	1, 100, 1000	
	кГц	5, 10, 20, 40, 100	
Объем памяти	Мбайт	2.7	
Диапазон измерения входных сигналов (ДИВС)	В	1 канал	± 0.100
		2 канал	$\pm 0.100 (1.0)$
		3 канал	$\pm 125 (12.5)$
Погрешность измерения амплитуды	бит	Не более ± 3	
Погрешность измерения временных интервалов	%	Не более 2	

Устройство обеспечивает прием аналоговых электрических сигналов одновременно по трем каналам с частотой дискретизации от 1 Гц до 40 кГц (100 кГц при работе с одним каналом), их нормирование, фильтрацию, аналого-цифровое преобразование и хранение цифровых значений в ОЗУ или во

внутренней Flash памяти объемом до 3,5 Мбайт. Устройство обеспечивает визуализацию записанных данных, их предварительную обработку согласно интерфейсу пользователя и возможность передачи массива принятых данных в персональный компьютер.

По сравнению с существующими аналогами достоинством «МРС» является малые габариты и масса, аккумуляторное питание позволяет использовать устройство в полевых условиях. Наличие встроенного дисплея и программы первичной обработки обеспечивает возможность качественной и количественной оценки сигнала без подключения компьютера. Функция SERVICE ПО Telma Registrator обеспечивает просмотр данных в виде графиков, их масштабирование, инверсию, внесение пояснений, дополнений в файл, одновременное вычисление на 10 выбранных интервалах среднего, средневыпрямленного и среднеквадратичного значений, а также определяет минимальное и максимальное значения на интервале, стандартное отклонение и коэффициент вариации. На рисунках 12 представлена регистрация процесса ручной дуговой сварки, покрытым электродом на переменном токе.

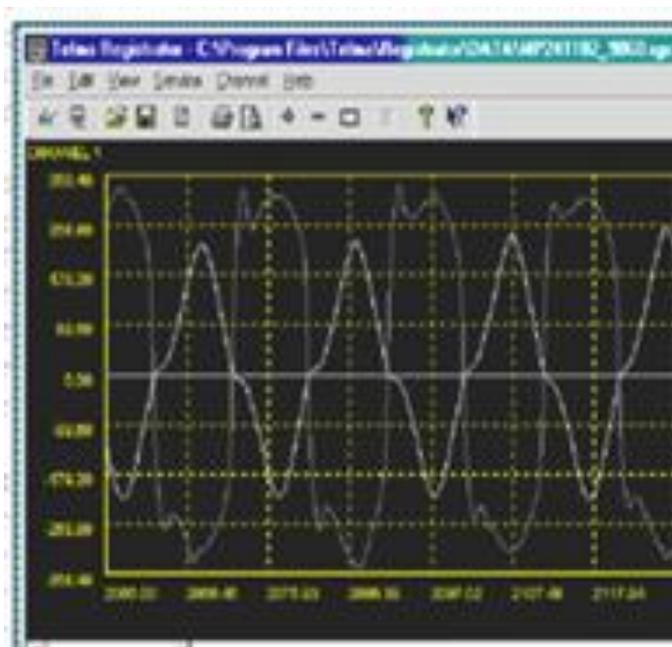


Рисунок 12 - Регистрация процесса ручной дуговой сварки

Возможна вырезка части регистрограммы с формированием нового полноценного файла, а также импорт данных в Excel, что позволяет подключить к обработке данных регистрации возможности Excel.

На рисунках 13 представлена регистрация процесса конденсаторной сварки.

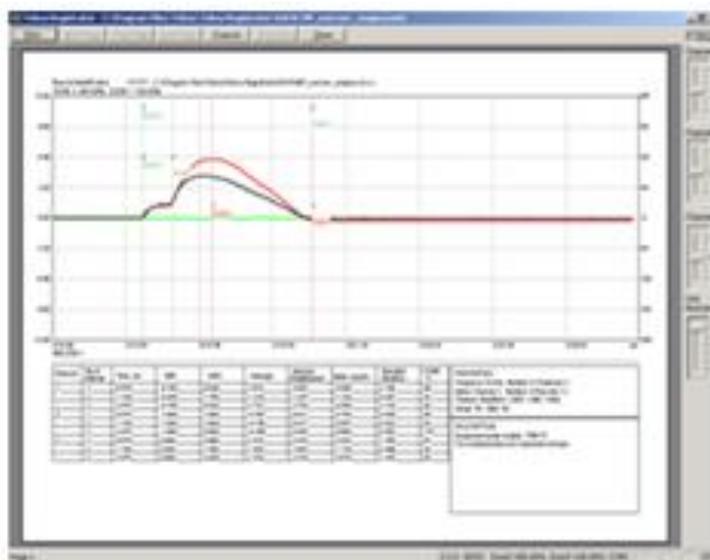


Рисунок 13 - Регистрация процесса конденсаторной сварки

На рисунках 14 представлена ручная дуговая сварка источник питания ВД-36.

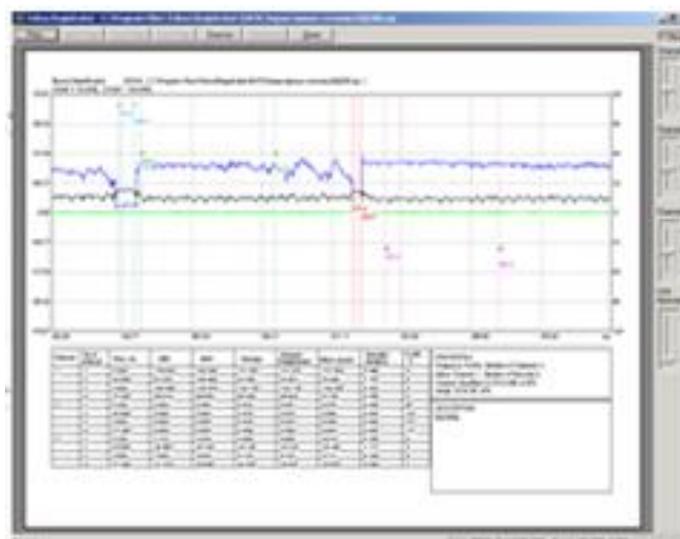


Рисунок 14 - Ручная дуговая сварка источник питания ВД-36

На рисунках 15 представлена рельефная контактная сварка.

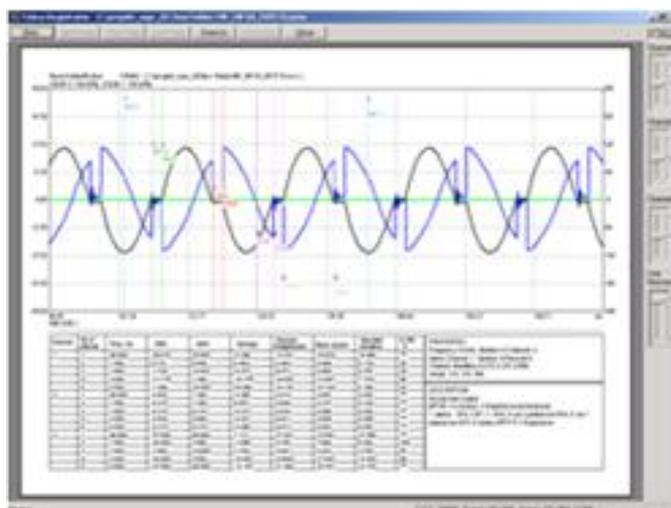


Рисунок 15 - рельефная контактная сварка

Преимущество регистратора «МРС-02у»:

- максимально упрощает трудоемкую процедуру регистрации;
- заменяет широкий спектр оборудования для измерения и контроля;
- максимум информации о ходе широкого спектра технологических процессов;
- мобильность, удобство, простота подготовки и эксплуатации;
- непрерывный контроль параметров процесс;
- высокий уровень программной поддержки;
- широкая номенклатура датчик;
- регистрация параметров технологического процесса гарантирует качество продукции [5].

1.2.2 Измеритель ВАХ AWS-024

ВАХ сварочного источника измеряется в 128 точках. В каждой точке измеритель нагружает сварочный источник активным сопротивлением и измеряет значение напряжения на выходе сварочного источника и тока в цепи. Отдельно измеряются точки холостого хода и короткого замыкания сварочного источника.

В качестве активного сопротивления нагрузки в измерителе используются балластные резисторы с принудительным воздушным

охлаждением, коммутируемые электронными ключами. Режим короткого замыкания реализуется механическим контактором. Для каждой точки ВАХ автоматически проводится 20 измерений с частотой 1 кГц с последующим усреднением. Ток в цепи и напряжение на выходе сварочного источника измеряются с помощью двухканального АЦП. Процессом измерения управляет встроенный микроконтроллер.

Измеренная ВАХ может быть либо передана в компьютер по интерфейсу RS232, либо сохранена на карте памяти емкостью 16 Кбайт - устройстве переноса информации (УПИ). УПИ может содержать до 32 ВАХ. Для считывания информации из измерителя или УПИ в компьютер, отображения ВАХ в графическом виде и сохранения в виде таблицы поставляется программное обеспечение «VRES», разработанное предприятием-изготовителем. Программное обеспечение устанавливается на IBM PC - совместимых компьютерах с операционной системой WINDOWS.

Конструктивно измеритель AWS-024 размещен в металлическом корпусе с вентиляцией. На лицевой панели измерителя размещены входные разъемы для подключения сварочного источника, разъем интерфейса, кнопка запуска измерения, светодиоды «Сеть» и «Идет измерение». На задней стенке измерителя размещены выключатель питания, разъем для сетевого шнура и клемма защитного заземления. Внешний вид измеритель ВАХ AWS-024 представлен на рисунке 16 [6].



Рисунок 16 - Внешний вид измеритель ВАХ AWS-024

Технические характеристики измерителя ВАХ AWS-024 представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Технические характеристики измерителя ВАХ AWS-024

Наименование параметров	Значение
Диапазон измеряемых напряжений, В	0 – 90
Диапазон измеряемого тока, А	0 – 500
Класс точности для измерения тока	1.0
Число точек измерения	128
Время измерения, с	10
Емкость съемного запоминающего устройства, записей	32
Напряжение питания, В	220
Потребляемая мощность, Вт	50
Максимальная рассеиваемая мощность, кВт	15
Габаритные размеры, мм	220×220×400

Измерители статических ВАХ сварочных источников постоянного тока AWS-024, используемые в сферах государственного регулирования по обеспечению единства измерения, подлежащих государственному метрологическому надзору и контролю [7].

1.2.3 Измеритель ПН ИПН-500

Предназначен для измерения ПН и статических вольтамперных характеристик сварочных источников.

Измерения производятся на активной нагрузке, которая представляет собой стабилизатор протекающего тока в диапазоне от 5 до 1000 А. Процессом измерения управляет встроенный микроконтроллер. При измерении ПН сварочный источник периодически нагружается заданным током. При измерении статической ВАХ сварочный источник последовательно

нагружается током от 0 до 1000 А с шагом 5 А. В таблицах 3 и 4 представлены технические характеристики измерителя ПН ИПН-500.

Таблица 3 – Измерение статической ВАХ

Наименование параметров	Значение
Диапазон измеряемых напряжений, В	0 – 100
Диапазон измеряемого тока, А	0 – 1000
Погрешность измерения напряжения, %	2
Погрешность измерения тока, %	2
Число точек измерения	128
Время измерения, с	10
Максимальная рассеиваемая мощность, кВт	30

Таблица 4 Измерение ПН

Наименование параметров	Значение
Диапазон измеряемых напряжений, В	0 – 100
Диапазон устанавливаемого тока, А	5 – 500
Погрешность измерения напряжения, %	2
Погрешность измерения тока, %	2
Время цикла, мин	от 1 до 10
Диапазон измерения ПН, %	5 – 100
Максимальная рассеиваемая мощность, кВт	18
Напряжение питания, В	220
Потребляемая мощность, Вт	200
Габаритные размеры	600×400×200
Масса, кг	70

Измеренные значения тока и напряжения отображаются на встроенном ЖКИ дисплее и передаются в ЭВМ по интерфейсу RS232 для построения графиков и сохранения в файлах.

Внешний вид измерителя ПН ИПН-500 представлен на рисунке 17.



Рисунок 17- Внешний вид измерителя ПН ИПН-500

Измерение ПН сварочного источника питания представлено на рисунке 18.

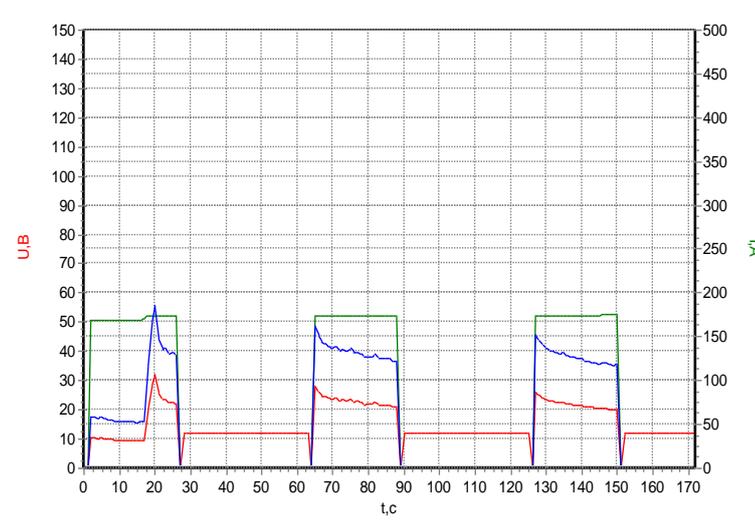


Рисунок 18 - Измерение ПН сварочного источника питания

Сварочный источник подключается к измерителю с помощью кабелей с клеммами. Режим измерения задается с помощью энкодера и текстового меню.

Для отображения характеристик на ЭВМ разработано специальное программное обеспечение, работающее под WINDOWS 98/2000/XP [8].

1.2.4 Измеритель параметров сети и потребления ИППС-1

Измеритель предназначен для измерения параметров 3-х фазной сети и подключенной к ней нагрузки [9]. Подключения производится по 4-х проводной схеме. В таблице 5 представлены технические характеристики измерителя ИППС-1.

Таблица 5- Технические характеристики измерителя ИППС-1

Наименование параметров	Значение
Измерение фазного напряжения, В	0 – 300
Измерение ток по фазе, А	0 – 60
Погрешность измерения напряжения, %	0.5
Погрешность измерения тока, %	0.5
Измерение активной мощности, КВт	0 – 54
Измерение реактивной мощности, КВт	0 – 54
Измерение полной мощности, КВт	0 – 54
Погрешности измерения мощности, %	0.5
Измерение частоты сети, Гц	40 – 60
Погрешность измерения частоты сети, %	0.1
Измерение $\cos \varphi$	Минус 1 – 1
Погрешность измерения $\cos \varphi$, %	0.5
Интерфейс передачи данных	RS 232

Далее будет рассмотрено устройство нагрузочно-регистрирующее «Гамма-500» (далее – устройство) позволяет оперативно тестировать источники питания постоянного тока для дуговой сварки, сохранять полученные результаты измерений и экспортировать их на персональный компьютер для последующей обработки. Отличительной особенностью устройства является использование в качестве нагрузки электронного регулятора, управляемого

микроконтроллером и обеспечивающего возможность нормирования входного тока по заданному алгоритму независимо от прикладываемого напряжения.

1.2.5 Описание устройства нагрузочно-регистрирующего «Гамма - 500»

На кафедре «Оборудование и технология сварочного производства» Томского политехнического университета разработано устройство нагрузочно-регистрирующее «Гамма-500» (далее – устройство). Внешний вид устройства представлен на рисунке 19. В таблице 6 представлены технические характеристики устройства нагрузочно-регистрирующего «Гамма-500».

Таблица 6

Название параметров	Значение
Пределы регулирования входного тока, А	0 – 500
Дискретность регулирования входного тока, А	10
Пределы измерения входного напряжения, В	0 – 100
Класс точности измерений	1,0
Длительность одного цикла работы (измерения), с	2
Количество запоминаемых записей циклов работы	150
Интерфейс подключения к ПК	RS-232, USB
Габаритные размеры, мм	490×290×350
Масса, кг	26

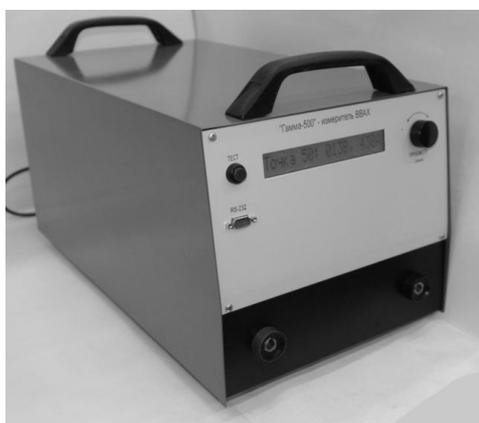


Рисунок 19 - Внешний вид устройства

Для оперативного анализа результатов измерений электрических параметров источников питания, а также настройки и контроля состояния устройства в его состав включены знакосинтезирующий жидкокристаллический индикатор (ЖКИ) и пульт управления. Структурная схема устройства представлена на рисунке 20.

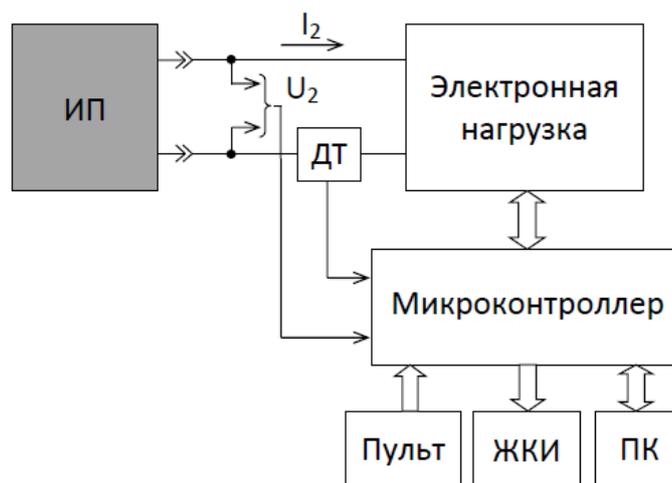


Рисунок 20 - Структурная схема устройства

Испытания устройства показали, что оно обеспечивает тестирование подключаемого источника питания при заданном положении регулятора тока (напряжения) в течение двух секунд, сохранение полученных результатов измерений и последующий экспорт их на персональный компьютер. Специализированная компьютерная программа осуществляет графическую интерпретацию импортированных данных и создает отчеты в форматах Microsoft Word или Excel. Результаты тестирования выпрямителя ВД-306 представлены на рисунке 21.

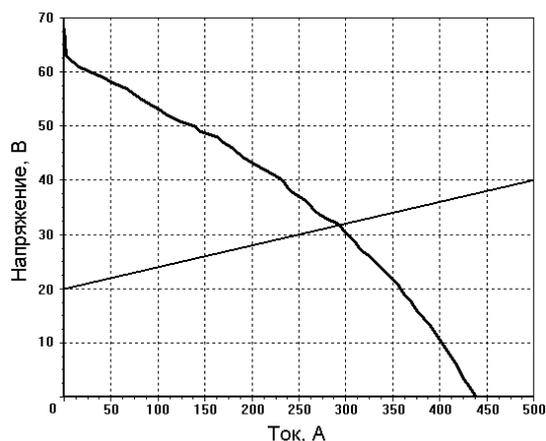


Рисунок 21 - Результаты тестирования выпрямителя ВД-306

Кроме того, она предоставляет возможность построения эмпирических зависимостей ВАХ дуги для различных способов сварки, что расширяет возможности для анализа полученных результатов тестирования источников питания.

Устройство является электронной нагрузкой. Измерение ВАХ производится на нагрузке, с дискретно изменяемым током потребления от 0 А до 500 А с шагом 10 А. Энергия потребленная от источника питания рассеивается на балластных резисторах с принудительным воздушным охлаждением, в цепи которых стоит электронный стабилизатор потребляемого тока. С помощью двухканального АЦП измеряется ток в цепи и напряжение на клеммах измерителя. Процессом измерения управляет встроенный микроконтроллер. Блок схема устройства приведена на рисунке 22.

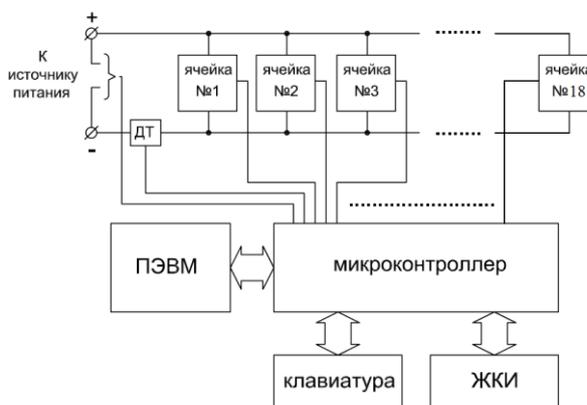


Рисунок 22 - Блок схема устройства

Ток, потребляемый от испытуемого источника питания, не зависит от его внешней вольтамперной характеристики, а его величина определяется только количеством включенных одновременно ячеек нагрузки и тока короткого замыкания испытуемого источника питания. Блок схема ячейки нагрузки приведена на рисунке 23.

Включение ячейки по сигналу от микроконтроллера обеспечивает блок управления ячейки, который подключает нагрузки к источнику питания через полупроводниковый ключ S1. Кроме того, в зависимости от напряжения на входе ячейки, происходит автоматическая стабилизация потребляемого тока за счет изменения длительности включенного состояния полупроводникового ключа S2.

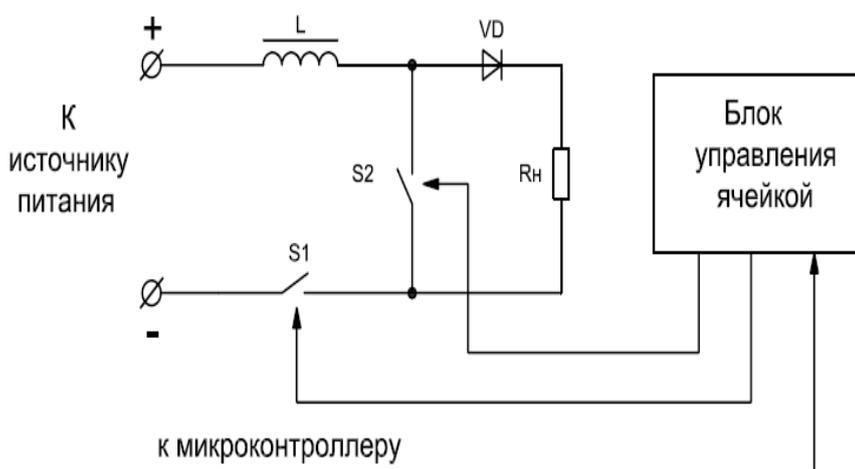


Рисунок 23 - Блок схема ячейки нагрузки

Управление устройством осуществляется с помощью кнопок расположенных на лицевой панели. Контроль текущего состояния, его изменение и оперативный просмотр ВВАХ обеспечивается с помощью знакосинтезирующего жидкокристаллического дисплея (в дальнейшем тексте дисплей). Устройство обеспечивает выбор номера запоминаемой ВВАХ, а также её поточечный просмотр на экране дисплея. В процессе измерения ВВАХ источника питания микроконтроллер изменяет количество включенных одновременно ячеек нагрузки от 0 до 18, что приводит к возможности

увеличения тока в цепи источника питания до 500 А, при этом происходит считывание и запоминание величины тока и напряжения.

Накопленные в памяти измерителя данные можно передать на персональный компьютер, через специальный интерфейсный разъем, где по ним в дальнейшем могут быть построены графические зависимости ВВАХ протестированных источников питания с помощью специализированного программного обеспечения [10].

2 Утверждение типа СИ. Цифровая обработка сигналов

2.1 Утверждение типа СИ

Утверждение типа СИ – это процедура подтверждения соответствия средств измерения установленным требованиям к техническим и метрологическим характеристикам. Проверка осуществляется Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандартом).

Утверждение типа средств измерений является формой государственного регулирования и проводится в целях обеспечения единства измерений в стране. При утверждении типа средств измерений устанавливаются показатели точности, интервал между поверками средств измерений, а также методика поверки данного типа средств измерений [11].

Разобьем процедуру утверждения типа на несколько этапов:

- разработка нормативной документации;
- выбор органа или организации для испытаний СИ;
- оформление заявки на испытания СИ;
- согласование и утверждение программы испытаний;
- оформление протокола испытаний СИ;
- оформление акта испытаний СИ для целей утверждения типа;
- содержание, порядок построения и оформления проекта описания типа;
- рассмотрение поступивших документов в целях утверждения типа СИ.

2.1.1 Разработка нормативной документации

Первым этапом утверждения типа является разработка нормативной документов (ТУ, РЭ, Методика поверки, паспорт). данные документы дают полную информацию об СИ, которое будет проходить процедуру утверждения типа.

ТУ—это внутренний документ организации, в котором регламентируются основные технические требования, к выпускаемой продукции, такие как основные параметры и характеристики, требования к сырью, материалам, комплектность, маркировка, упаковка, требования безопасности, требования охраны окружающей среды, правила приемки, методы контроля, транспортирование и хранение, указания по эксплуатации, гарантии изготовителя [12]. 8-13

РЭ – эт о документ, в котором описан принцип работы устройства, его целевое применение, техническое обслуживание, текущий ремонт, хранение, порядок транспортировки, допустимые способы утилизации [13].

Методика поверки – основной документ на поверку средств измерений, представляющий собой алгоритм проведения поверки, документированный в соответствии с установленными правилами [14].

Паспорт – эт о документ, в котором имеется описание устройства и его технических характеристик, также в документе может присутствовать сведения о капитальном или текущих ремонтах, сроке службы [13].

Эти нормативные документы необходимы для проведения испытаний в целях утверждения типа, а так же для проверки результатов полученных при испытаниях.

2.1.1.1 Разработка технических условий

Технические условия (ТУ) – это документ, посредством которого изготовитель доводит до потребителя информацию о выпускаемой продукции [14].

Как правило, ТУ появляются в результате разработки новой продукции. В нашем случае поводом для разработки ТУ послужило изготовление на кафедре ОТСП устройства нагрузочно-регистрирующего Гамма-500. Требования к устройству еще не регламентированы в стандартах, а тем более в законах. Устройство не попадает под действие ни национальных стандартов, ни

технических регламентов, тогда появляется необходимость в систематизации определенных требований, при которой и проводится ТУ на данное устройство.

В технических условиях в полной мере реализуется принцип добровольного применения стандартов, предусмотренный ст. 12 Федерального Закона[15], поскольку разработчику ТУ удобно и выгодно использовать применительно к своей продукции стандартные требования. При этом в большинстве случаев достаточно дать ссылки на соответствующие стандарты.

Изготовитель, уважающий потребителя своей продукции, как правило, излагает в технических условиях основные требования стандартов, которыми потребитель может воспользоваться при возникшей у него необходимости проверить какие-либо показатели поставленной продукции, не приобретая для этого национальные стандарты, на которые даны ссылки в технических условиях.

Требования стандартов, на которые даны ссылки в технических условиях, становятся обязательными, так как в договоре на приобретение конкретной продукции указывается ее наименование и обозначение технических условий, устанавливающих требования к этой продукции.

И если потребитель заметил, что поставляемая ему продукция не соответствует требованиям технических условий, он имеет все основания обратиться в судебные органы.

Здесь необходимо особо подчеркнуть, что технические условия фактически – документы межотраслевого применения, так как устанавливают требования к продукции, которые должны соблюдать не только изготовитель, но и приобретатель в части применения и эксплуатации продукции, а также субъекты транспортирующие и хранящие продукцию.

Действительно, продукция, выпускаемая изготовителем в полном соответствии с техническими условиями и имеющая сертификат соответствия, при транспортировании или хранении может быть приведена в полную негодность и стать опасной для человека и природы, если при ее

транспортировании и хранении не были соблюдены требования технических условий [16].

Информацию о наличии ТУ на конкретную продукцию можно найти в информационном указателе «Технические условия» (ИУТУ), издаваемом ФГУП «Стандартинформ» и формируемом на основе каталожных листов продукции.

В ИУТУ представлено обозначение ТУ, его наименование, дата введения в действие и адрес держателя подлинника, к которому можно обратиться по поводу приобретения ТУ.

Ежегодно в информационном указателе «Технические условия», издаваемом Издательством стандартов, публикуется информация примерно о восьми тысячах технических условий, разработанных вновь различными предприятиями, включая частных предпринимателей [17].

Технические условия на устройство нагорюочно-регистрирующие «Гамма-500» приведены в приложение Б.

2.1.1.2 Разработка руководства по эксплуатации

Разработка руководства по эксплуатации является неотъемлемой частью изготовления или проектирования продукции промышленного назначения для всех типов предприятий. Присутствие такого документа у поставщика или производителя является обязательным условием для обеспечения корректной эксплуатации пользователем, которая обеспечит надежную и длительную работу оборудования или устройства. При сертификации наличие РЭ является необходимым условием.

Руководство по эксплуатации представляет собой наиболее важный документ эксплуатационного характера, который регламентирует порядок использования устройства, его транспортировку, условия хранения, правила ремонтных работ и условия обслуживания, методы утилизации продукта производства, технические характеристики продукции, а также, правила по безопасному и корректному применению.

На схожие между собой модели в отношении конструктивных характеристик, включая типы и серии продукции, разрешается составлять единое РЭ с едиными общими правилами и данными.

Руководство по эксплуатации должно состоять из определенных разделов:

- краткое описание и принципы работы;
- правила обслуживания;
- основное предназначение;
- правила хранения;
- принципы и временные рамки ремонта;
- условия транспортировки;
- способ утилизации.

В некоторых случаях при разработке РЭ, учитывая индивидуальные характеристики и сложность изделия, допускается объединять некоторые подразделы, разделы или отдельные части. В случае наличия особых требований, касающихся любого из подраздела инструкции, разрешается документировать их в отдельные инструкции, которые оформляются в качестве дополнительного документа к основному экземпляру, либо в качестве дополнения к главному РЭ.

Руководство по эксплуатации - документ, который относится к технической документации, сопровождает соответствующую продукцию при производстве и после ее выпуска на рынок. Документ содержит основные сведения относительно методов функционирования подконтрольного товара, а также регламентирует правила, согласно которым изделия надлежит применять. Руководство по эксплуатации содержит также методы переработки и утилизации устройства, способы его ремонта, правила оценки состояния.

Организации, занятые производством устройств различного типа (оборудования), должны параллельно осуществлять разработку руководства по эксплуатации для этих товаров, так как выпуск техники без РЭ является незаконным в нашей стране. Также наличие руководства требуется, если фирма

товар не изготавливает, а только осуществляет его распространение, перевозку, либо импортно-экспортные процессы.

Руководство по эксплуатации - сложный структурный документ, составляемый согласно требованиям законодательства. Поэтому поручать процедуру его разработки следует исключительно профессиональным аккредитованным в этой сфере центрам.

Во время разработки руководства следует учитывать как стандарты, предусматривающие требования к составлению технической документации, так и нормативные документы, предъявляющие требования к самому подконтрольному изделию.

Разработка руководства по эксплуатации и перечень его пунктов разрабатываются на основании определённых рекомендаций стандартов ЕСКД:

- «Общая система конструкторской документации и правила оформления эксплуатационных документов» ГОСТ 2.610;
- «Общая система конструкторской документации и эксплуатационные документы» ГОСТ 2.601.

Также существуют отдельные требования к оформлению РЭ, которые регламентируются таможенным союзом (ТР ТС 010/2011, ТР ТС 016/2011).

При производстве продукции узконаправленного стандарта (насосов, арматуры), такие требования регламентируются Правилами безопасности промышленного оборудования.

В качестве примера, РЭ в соответствии с требованиями таможенного союза должно содержать данные о назначенных показателях: назначенный ресурс, срок эксплуатации и хранения, список критических сбоев в работе и показатели предельно-допустимых состояний устройства.

Таких требований, предъявляемых в обязательном порядке, ранее не было, но с каждым годом появляются новые условия и требования. Руководство по эксплуатации на устройство нагорюочно-регистрирующие «Гамма-500» приведено в приложение В.

2.1.2 Выбор органа или организации для испытаний СИ

Выбираем орган или организацию аккредитованную в установленном порядке в области обеспечения единства измерений на выполнение испытаний средств измерений (далее – испытатель), области аккредитации которых содержат испытания заявляемых для средств измерений.

Заявитель самостоятельно определяет испытателя для проведения испытаний средств измерений.

Заявитель может получить необходимые сведения об области аккредитации юридических лиц, аккредитованных на право выполнения испытаний средств измерений в целях утверждения типа, по базе данных «области аккредитации государственных центров испытаний средств измерений», которая размещена на интернет портале Росстандарта (www.gost.ru) или ФГУП «ВНИИМС» (www.vniims.ru), или на основании письменного запроса в Росстандарт [18].

2.1.3 Оформление заявки на испытания СИ

Заявитель направляет испытателю заявку на проведение испытаний средств измерений в целях утверждения типа. Форма заявки на проведение испытаний средств измерений в целях утверждения типа приведена в приложении А. Заявка может быть оформлена на бланке письма Заявителя или как приложение к сопроводительному письму. Заявка должна иметь регистрационный номер и дату.

Заявка на проведение испытаний средств измерений единичного производства дополнительно должна содержать заводские номера предъявляемых на испытания экземпляров средств измерений.

Заявка должна также содержать обязательство оплаты Заявителем расходов на проведение испытаний средств измерений в соответствии с условиями заключаемого договора (контракта) с указанием необходимых банковских реквизитов.

Заявитель представляет с заявкой сопроводительные документы на средство измерений, а также фотографии общего вида средств измерений.

Сопроводительные документы на средства измерений, ввозимые на территорию Российской Федерации, должны быть оформлены на русском языке.

Испытатель рассматривает заявку, принимает решение о возможности проведения испытаний и в 2-недельный срок после получения заявки:

– при положительном решении направляет Заявителю проект договора (контракта), в котором определяются сроки и место проведения испытаний, стоимость и порядок оплаты работ, включая проверку результатов испытаний;

– при отрицательном решении сообщает в письменном виде об этом Заявителю [15].

После подписания договора испытатель разрабатывает, согласовывает с Заявителем программу испытаний.

2.1.4 Согласование и утверждение программы испытаний

После подписания договора (контракта) в установленные в нём сроки Испытатель разрабатывает, согласовывает с Заявителем и утверждает программу испытаний в целях утверждения типа средств измерений. Испытания в целях утверждения типа средств измерений могут проводиться по типовой программе, в которую могут быть внесены уточнения и дополнения.

Программа испытаний разрабатывается с учетом положений национальных стандартов, устанавливающих общие требования к средствам измерений, их разработке, испытаниям и применению (при наличии соответствующих национальных стандартов), а также обязательных метрологических и технических требований к средствам измерений, установленных законодательством Российской Федерации об обеспечении единства измерений и законодательством Российской Федерации о техническом регулировании (при их наличии).

Программа испытаний устанавливает:

- объект испытаний;
- количество представляемых на испытания серийно изготовленных образцов средств измерений;
- содержание и объем испытаний;
- методы (методики) испытаний;
- условия проведения испытаний;
- алгоритмы обработки полученных при испытаниях результатов.

Программа испытаний должна предусматривать:

- определение метрологических и технических характеристик средства измерений, включая показатели точности, выраженных в единицах величин, допущенных к применению в Российской Федерации;
- идентификацию программного обеспечения и оценку его влияния на метрологические характеристики средства измерений (при наличии программного обеспечения);
- разработку или выбор методики поверки и ее опробование;
- определение интервала между поверками;
- анализ конструкции испытываемого средства измерений на наличие ограничений доступа к определенным частям средств измерений (включая программное обеспечение) с целью предотвращения несанкционированной настройки и вмешательства, которые могут привести к искажению результатов измерений.

При наличии обязательных требований к средствам измерений, в том числе требований к их составным частям, программному обеспечению и условиям эксплуатации средств измерений, программа испытаний должна предусматривать проверку их выполнения. оформленную программу испытаний прошивают или оформляют в виде брошюры [15].

Заявитель после утверждения программы испытаний представляет на испытания образцы СИ.

Испытатель проводит испытания в соответствии с программой испытаний. Результаты работ, предусмотренных программой, оформляются

протоколами.

2.1.5 Оформление протокола испытаний СИ и испытания

Требования к оформлению протокола испытаний

Результаты испытаний оформляются протоколом. Требования к форме протокола испытаний, к его оформлению должны регламентироваться в системе менеджмента качества Испытателя непосредственно Руководством по качеству или стандартом предприятия и соответствовать положениям ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2006 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»[16].

Каждый протокол рекомендуется оформлять на бланке, на котором должна быть следующая информация:

- наименование документа «Протокол испытаний»;
- наименование и адрес Испытателя; место проведения испытаний, если испытания проводились не по адресу Испытателя;
- дата проведения испытаний;
- наименование и адрес Заявителя;
- полное наименование испытуемого средства измерений;
- наименование изготовителя (ей) испытуемого средства измерений;
- условия проведения испытаний;
- наименование эталонов и испытательного оборудования, с применением которых проводились испытания, с указанием их точностных характеристик и сведений о поверке и аттестации;
- ссылка на методику (метод) испытаний;
- результаты испытаний;
- имя, должность и подпись лица (лиц), утвердившего (их) протокол испытаний.

Протокол должен иметь нумерацию страниц и указание общего числа страниц. На каждой странице протокола проставляется подпись лица (лиц),

проводившего (их) испытания [15].

Протокол испытаний может содержать результаты испытаний, проведенных субподрядчиками и аккредитованными испытательными лабораториями, а также испытательной лабораторией изготовителя испытуемого средства измерений при условии подтверждения прослеживаемости результатов измерений.

Продолжительность проведения испытаний средств измерений для целей утверждения типа устанавливается в договоре между заказчиком и исполнителем работ по испытаниям типа средств измерений.

Система испытаний и утверждения типа СИ включает:

- испытания СИ для целей утверждения типа;
- принятие решения об утверждении типа;
- контроль соответствия средств измерений утвержденных типов;
- испытание СИ на соответствие утвержденному типу;
- признания результатов испытаний средств измерений для целей утверждения типа;
- информационное обслуживание потребителей измерительной техники.

Испытания средств измерений в целях утверждения типа - работы по определению метрологических и технических характеристик однотипных средств измерений.

Испытания средств проводятся юридическими лицами, аккредитованными в установленном порядке в области обеспечения единства измерений на выполнение испытаний средств измерений в соответствии с областью аккредитации на основании заявки юридического лица или индивидуального предпринимателя.

Испытания СИ в целях утверждения типа проводятся по программе, которая в отличие от ранее принятого порядка устанавливает, не только объём и методику испытаний, но и продолжительность испытаний, номенклатуру и количество документов, представляемых на испытания, а также перечень документов, необходимых для государственной регистрации СИ утверждённых

типов.

Заявки на проведение испытаний СИ для целей утверждения типа направляются в Управление Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии России. Управление Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии России принимает решение по заявке и направляет поручение ГЦИ СИ на проведение испытаний СИ для целей утверждения их типа. Аккредитованные ГЦИ СИ регистрируются в Государственном реестре средств измерений (далее – Государственный реестр).

Заявка на утверждение типа средства измерений оформляется по форме, приведенной в Приложении В, на бланке письма юридического лица или индивидуального предпринимателя.

Заявка должна содержать:

- полное наименование Заявителя;
- полное наименование средства измерений, представляемого на утверждение типа;
- почтовый адрес для направления Свидетельства (при необходимости);
- приложение [15].

Заявки на проведение испытаний единичных экземпляров СИ, а также измерительных систем, измерительно-вычислительных комплексов и их компонентов направляются в ГЦИ СИ, а копия заявки в Управление Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии России. ГЦИ СИ принимает решение по заявке и проводит испытания.

На испытания средств измерений для целей утверждения их типа заявитель представляет:

- образец (образцы) средств измерений;
- программу испытаний для целей утверждения типа, утвержденную исполнителем работ по испытаниям типа средств измерений;
- технические условия (если предусмотрена их разработка), подписанные руководителем организации-разработчика;
- сопроводительные документы, а для средств измерений, подлежащих

импорту, комплект документации фирмы-изготовителя, прилагаемый к поставляемому средству измерений, с переводом на русский язык;

- нормативный документ по поверке при отсутствии раздела «Методика поверки» в сопроводительной документации;

- описание типа с фотографиями общего вида - 3 экз.;

- документ организации-разработчика о допустимости опубликования описания типа в открытой печати.

Количество представляемых образцов средств измерений и экземпляров документов на испытания, а также необходимость представления дополнительных документов, определяется программой испытаний. Кроме того, по согласованию с исполнителем работ по испытаниям типа средств измерений заявитель может предоставлять необходимые для испытаний оборудование и средства измерений. После проведения испытаний оборудование и средства измерений возвращают предприятию, предоставившему средства измерений на испытания.

При положительных результатах проведенных испытаний средств измерений для целей утверждения типа исполнитель работ по испытаниям утверждает (согласовывает) методику поверки, согласовывает описание типа и составляет в 3 экземплярах акт испытаний средств измерений для целей утверждения их типа.

При отрицательных результатах испытаний исполнитель работ по испытаниям составляет только акт испытаний средств измерений для целей утверждения их типа.

Испытатель по результатам испытаний оформляет акт испытаний средства измерений в целях утверждения типа по форме. Акт испытаний средства измерений оформляется на бланке Испытателя в 2-х экземплярах и подписывается руководителем и представителями организации Испытателя, с указанием занимаемых ими должностей и расшифровкой подписей. Подпись руководителя заверяется печатью Исполнителя, под подписью проставляют число, месяц и год.

Один экземпляр акта испытаний средства измерений с приложениями после ознакомления с ним и визирования представителем Заявителя направляется Заявителю [15].

После утверждения акта испытаний СИ с целью утверждения типа ГЦИ СИ, проводивший испытания, направляет первый экземпляр акта испытаний типа с приложениями, отчетом об устранении замечаний по результатам испытаний, документами, представляемыми на испытания, в адрес ФГУП «ВНИИМС». Сопроводительное письмо ГСИ СИ должно содержать наименование и обозначение типа СИ, номер письма-поручителя Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, а также заключение о возможности утверждения типа СИ [15].

ФГУП «ВНИИМС» проверяет представленные в его адрес материалы испытаний на соответствие необходимым требованиям и готовит проект решения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии по результатам испытаний СИ.

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии рассматривает представленные ФГУП «ВНИИМС» документы и принимает решение об утверждении типа СИ, которое удостоверяется сертификатом об утверждении типа. Срок действия сертификата устанавливает Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии .

После утверждения типа СИ Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии регистрирует его, а ФГУП «ВНИИМС» формирует дело в Государственном реестре. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии или по его поручению ФГУП «ВНИИМС» направляет сертификат об утверждении типа организации, представившей СИ на испытания. Копии сертификата об утверждении типа направляют организации, проводившей испытание, и во ФГУП «ВНИИМС». СИ, на которые выданы сертификаты об утверждении типа, подлежат регистрации в Государственном реестре СИ [15].

Контроль соответствия средств измерений утвержденных типов

осуществляют путем проведения испытания средств измерений на соответствие утвержденному типу. Испытания средств измерений на соответствие утвержденному типу проводят органы Государственной метрологической службы по месту расположения изготовителей или пользователей в сроки, утвержденные федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в области обеспечения единства измерений при утверждении типа средств измерений [15].

Испытания на соответствие средств измерений утвержденному типу проводят:

- при внесении в их конструкцию или технологию изготовления изменений, влияющих на их нормированные метрологические характеристики;
- по истечении срока действия свидетельства об утверждении типа.

Периодические контрольные испытания изделия на соответствие утвержденному типу проводят в следующих ситуациях:

- при наличии информации от потребителей об ухудшении качества выпускаемых или импортируемых СИ;
- при внесении в конструкцию или технологию изготовления СИ, влияющих на их нормирование метрологические характеристики;
- при истечении срока действия сертификата об утверждении типа;
- по решению Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии при постановке на производство СИ изготовителем;
- в случае выдачи лицензии на право производство СИ предприятию, не являющемуся изготовителем образцов СИ, по результатам испытаний которых утвержден их тип.

На испытания на соответствие СИ утвержденному типу представляют следующие документы:

- копию сертификата об утверждении типа;

- копию акта испытаний СИ для целей утверждения их типа и акт последних испытаний на соответствие СИ утвержденному типу, если они проводились;

- ТУ;

- эксплуатационные документы.

Для проведения испытаний на соответствие СИ утвержденному типу в присутствии представителя предприятия изготовителя отбираются образцы СИ из числа принятых службой технического контроля. Отбор осуществляется методом случайной выборки из партии, принятой службой технического контроля, в количестве, установленном стандартами или техническими условиями для периодических испытаний. В число отобранных образцов, как правило, должны входить все модификации СИ, внесенные в Государственный реестр.

При большом количестве конструктивных исполнений СИ утвержденного типа допускается проводить отбор образцов из числа СИ, являющихся типовыми образцами параметрического ряда, если это предусмотрено государственными стандартами или отраслевыми нормативно-техническими документами (далее НТД), в том числе и техническими условиями.

Акт отбора образцов СИ подписывают представители организации, проводящей испытания, и изготовителя.

После окончания испытаний образцы СИ возвращают предприятию - изготовителю.

Продолжительность испытаний на соответствие СИ утвержденному типу не должна превышать двух месяцев. Началом испытаний считают дату подписания акта отбора СИ для испытаний. Окончанием испытаний считают дату утверждения акта испытаний СИ на соответствие утвержденному типу.

Испытания на соответствие СИ утвержденному типу проводят по программе, утвержденной ГЦИ СИ при проведении испытаний СИ для целей утверждения их типа.

По результатам испытаний на соответствие СИ утвержденному типу составляют акт испытаний. Копию акта испытаний на соответствие утвержденному типу СИ направляют во ВНИИМС.

Признание результатов испытаний средств измерений для целей утверждения типа допускается лишь в рамках заключенных международных соглашений [15].

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии при получении предложений о признании результатов испытаний типа, проведенных в зарубежных странах, запрашивает материалы испытаний у соответствующего органа национальной метрологической службы, утвердившего тип средств измерений, и направляет их исполнителю работ по испытаниям по специализации, а в ФГУП «ВНИИМС» - копию сопроводительного письма.

Исполнитель работ по испытаниям в двухмесячный срок проводит проверку материалов испытаний и направляет их в ФГУП «ВНИИМС» с заключением о целесообразности (нецелесообразности) признания результатов испытаний и описанием типа, а также предложениями по признанию результатов первичной поверки и рекомендациями по установлению межповерочного интервала [15].

Признание результатов испытаний СИ для целей утверждения типа допускается лишь в рамках заключенных международных соглашений. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии России при получении предложений о признании результатов испытаний типа, проведенных в зарубежных странах, запрашивает материалы испытаний у соответствующего органа национальной метрологической службы, утвердившего тип СИ, и направляет их в ГЦИ СИ по специализации, а во ФГУП «ВНИИМС» копию сопроводительного письма. ГЦИ СИ в двухмесячный срок проводит проверку материалов испытаний и направляет их во ФГУП «ВНИИМС» с заключением о целесообразности (нецелесообразности) признания результатов испытаний и описанием типа (3

экземпляра), а также предложениями по признанию результатов первичной поверки и рекомендациями по установлению межповерочного интервала. При получении от органа национальной метрологической службы страны - импортера запроса на материалы испытаний, проведенных в Российской Федерации, Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии России сообщает изготовителю СИ о необходимости предоставления во ФГУП «ВНИИМС» в двухмесячный срок документов согласно требованиям международных соглашений. ФГУП ВНИИМС проверяет комплектность и правильность оформления поступивших документов и представляет их в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии России для направления органу национальной метрологической службы, от которого поступил запрос.

Информационное обслуживание заинтересованных юридических и физических лиц данными об утвержденных типах СИ осуществляется ВНИИМС.

Информация об утверждении типа СИ и решение о его отмене публикуются в официальных изданиях Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии России.

Информацию по испытаниям и утверждению типа СИ представляют субъектам хозяйственной деятельности, общественным объединениям и физическим лицам на договорной основе.

В соответствии с международными соглашениями Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии РФ может принять решение о признании результатов испытаний и утверждении типа, проведенных в зарубежной стране. Это обязательное условие для внесения типа импортируемого СИ в Государственный реестр и его применения в России [10].

2.1.6 Содержание, порядок построения и оформления проекта описания типа

Проект описания типа средства измерений должен содержать следующие

разделы:

- наименование типа средства измерений;
- назначение средства измерений;
- описание средства измерений;
- метрологические и технические характеристики;
- знак утверждения типа;
- комплектность средства измерений;
- поверка;
- сведения о методиках (методах) измерений;
- нормативные документы;
- рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений;
- изготовитель.

Форма и структура проекта описания типа приведены в Приложении Д.

Листы проекта описания типа нумеруются арабскими цифрами, имеют сквозную нумерацию. На каждом листе в верхней его части справа указывается номер текущего листа и общее количество листов в описании. На первом листе в верхней его части слева указывается номер свидетельства об утверждении типа, приложением к которому является описание типа.

В описании типа должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии - общепринятыми в научно-технической литературе.

Проект описания типа оформляется на белой бумаге формата А4. Текст описания типа печатают на одной стороне листа с использованием гарнитуры шрифта Times New Roman размером шрифта 12 (масштаб 100 %, интервал - обычный), межстрочный интервал одинарный (12 пт.), абзацный отступ: первая строка (отступ) 15 мм, слева 0 мм, справа 0 мм. Каждый лист оформленного описания типа должен иметь поля не менее 25-30 мм - левое поле, 10 мм – правое поле, 20 мм - верхнее и нижнее поля.

Наименование разделов описания типа печатают без отступа от левого

поля страницы с прописной буквы без точки в конце не подчеркивая.

Наименование средства измерений печатают без отступа от левого поля страницы с прописной буквы без точки в конце не подчеркивая с использованием гарнитуры шрифта Times New Roman размером шрифта 14.

Проект описания типа оформляется в двух экземплярах. Каждая страница проекта описания типа визируется Испытателем и Заявителем на обороте печатного листа [15].

2.1.7 Рассмотрение поступивших документов в целях утверждения типа средства измерений

Заявитель (Испытатель) направляет в Росстандарт заявку на утверждение типа средства измерений. К заявке прилагаются:

- копия заявки на проведение испытаний;
- акт испытаний с протоколами испытаний, 2 (двумя) экземплярами проекта описания типа, методикой поверки,
- подлинник программы испытаний,
- комплект сопроводительной (эксплуатационных) документов, фотографии и рекламные проспекты на средства измерений, копия технических условий (при необходимости).

Приложения к заявке представляются на бумажных носителях, а также могут быть продублированы на CD-диске: проект описания типа в формате Microsoft Word (Word2003), программа испытаний, методика поверки протоколы испытаний и эксплуатационные документы - в отсканированном виде (форматы многостраничные pdf, tiff с разрешением 300 dpi с выводом на печать -высокое).

Росстандарт регистрирует заявку, в течение 5 рабочих дней проверяет комплектность представленных документов и при условии соответствия комплектности направляет их на проверку в ФГУП «ВНИИМС».

При несоответствии комплектности представленных документов Росстандарт возвращает их Заявителю.

ФГУП «ВНИИМС» в течение 20 календарных дней со дня поступления из Росстандарта проводит проверку результатов испытаний в части правильности оформления и содержания документов:

а) оформление документов:

- заявки на соответствие;
- программы испытаний;
- протоколов испытаний;
- методики поверки - РМГ 51, если документ на методику поверки разрабатывался в процессе испытаний;
- проекта описания типа;
- акта испытаний.

б) проверка заявки включает в себя контроль:

– соответствия наименования и обозначения средства измерений технической и эксплуатационной документации, распространяющейся на испытанное средство измерений;

– соответствия нормирования заявленных метрологических характеристик ГОСТ 8.009-84, ГОСТ 8.401-80, а также действующим национальным стандартам на средство измерений, и правильность выражения наименований и обозначений единиц величин;

– учета Заявителем распространяющихся на испытанное средство измерений обязательных метрологических и технических требований, установленных законодательством Российской Федерации к измерениям, обязательных метрологических и технических требований к средствам измерений, и установленных законодательством Российской Федерации о техническом регулировании обязательных требований.

в) проверка программы испытаний включает в себя:

- анализ соответствия объема испытаний для подтверждения заявленных метрологических и технических характеристик;
- обеспеченность испытаний методами (методиками) испытаний;
- обеспеченность испытаний эталонами и их прослеживаемость;

– обоснованность установления интервала между поверками.

г) проверка протоколов испытаний включает в себя контроль:

– соответствия протоколов разделам и этапам испытаний, предусмотренных программой,

– если программой испытаний предусмотрено, что какие-то испытания могут быть проведены лабораториями, результаты испытаний которых должны быть признаны на основании международных соглашений и договоров, проводится контроль правомочности этого признания.

д) проверка методики поверки включает в себя контроль соответствия методов передачи размеров единиц государственным поверочным схемам.

е) проверка проекта описания типа включает в себя контроль:

– правильности изложения текста описания типа;

– соответствия определенных в процессе испытаний метрологических и технических характеристик заявленным.

ж) проверка акта испытаний включает в себя контроль соответствия полноты представления сведений об испытаниях, приведенных в акте, объему выполненной при испытаниях работе.

По результатам проверки ФГУП «ВНИИМС» готовит сопроводительное письмо в Росстандарта с результатами проведенной проверки для подготовки проекта приказа об утверждении типа либо возврата поступивших документов Заявителю с указанием причин.

Сопроводительное письмо визируется специалистом, проводившим проверку документов, начальником отдела и подписывается заместителем директора по науке.

Росстандарта в течение 20 календарных дней рассматривает поступившие из ФГУП «ВНИИМС» документы и совместно с ФГУП «ВНИИМС» готовит приказ об утверждении типа средства измерений.

При несоответствии материалов испытаний общим требованиям законодательства Российской Федерации по обеспечению единства измерений или обязательным метрологическим и техническим требованиям

(характеристикам) к средству измерений Росстандарта готовит письмо на бланке Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии о возврате документов с указанием причин возврата.

ФГУП «ВНИИМС» после подписания приказа об утверждении типа:

- регистрирует утвержденный тип средства измерений;
- присваивает регистрационный номер свидетельству об утверждении типа;
- оформляет свидетельство об утверждении типа средств измерений и обязательное приложение к свидетельству об утверждении типа средства измерений, содержащее описание типа;
- передает свидетельство об утверждении типа с приложением на подпись заместителю Руководителя Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, сообщает Заявителю об утверждении типа средства измерений.

Росстандарта после подписания свидетельства и приложения к нему регистрирует его в журнале учета выдачи свидетельств об утверждении типа средств измерений.

После подтверждения оплаты госпошлины за бланк свидетельства Росстандарта или по его поручению ФГУП «ВНИИМС» направляет (вручает) Заявителю свидетельство об утверждении типа.

Акт испытаний, протоколы испытаний, методика поверки и программа испытаний, представленные на бумажных носителях, после подписания свидетельства об утверждении типа по желанию Заявителя могут быть ему возвращены при условии представления этих документов дополнительно на CD-диске [15].

2.2 Цифровая обработка сигналов

2.2.1 Цифровая обработка сигналов

Цифровая обработка сигналов (ЦОС) – это одно из наиболее динамично развиваемых и перспективных направлений современной радиотехники. Важнейшими свойствами ЦОС являются высокая точность, технологичность, нечувствительность к дестабилизирующим факторам, функциональная гибкость. Поэтому удельный вес ЦОС в радиоэлектронных устройствах и системах по мере повышения ее быстродействия и снижения стоимости все более возрастает (тенденция приближения ЦОС к антенне).

По определению ЦОС - это обработка цифровых сигналов цифровыми методами и цифровыми средствами.

Под цифровым сигналом понимается любая пронумерованная последовательность чисел (цифровых кодов), в том числе значений оцифрованного аналогового сигнала, являющаяся функцией некоторого эквидистантного дискретного аргумента.

Методами ЦОС являются математические соотношения или алгоритмы, в соответствии с которыми выполняются вычислительные операции над цифровыми сигналами. К ним относятся алгоритмы цифровой фильтрации, спектрально-корреляционного анализа, модуляции и демодуляции сигналов, адаптивной обработки и др. Алгоритмы ЦОС, в отличие от других вычислений на ЭВМ, предусматривают, как правило, их выполнение в реальном масштабе времени.

Средствами реализации ЦОС являются жесткая логика, программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС), микропроцессоры общего назначения, микроконтроллеры, персональные компьютеры (компьютерная обработка сигналов), одноплатные компьютеры и цифровые сигнальные процессоры (ЦСП). Последние аппаратно и программно оптимизированы на задачи ЦОС и образуют ее специализированную элементную базу. Совокупность аппаратных средств, осуществляющих цифровую обработку сигналов, называют процессором ЦОС.

Важнейшее значение для ЦОС имеют также средства автоматизации проектирования аппаратного и программного обеспечения процессоров на основе ЦСП, ПК, ПЛИС и других цифровых средств (системы разработки).

Таким образом, ЦОС обобщенно можно определить формулой:

ЦОС = Алгоритм + Программа (микропрограмма, схема) + Процессор, (7)

Ее слагаемые образуют, соответственно, алгоритмическое, программное (микропрограммное или схемотехническое) и аппаратное обеспечение ЦОС.

Для цифровой обработки сигналов используются фильтры. Далее будут рассмотрена классификация фильтров и их свойства [17].

2.2.2 Фильтры. Классификация фильтров

Фильтр это частотно-избирательное устройство, которое пропускает сигналы определенных частот и задерживает или ослабляет сигналы других частот. Фильтры могут быть классифицированы по ряду признаков:

1) по виду АЧХ они разделяются на: фильтры нижних частот, фильтры верхних частот, полосовые фильтры, режекторные (заграждающие) фильтры. В отдельную группу могут быть выделены фазовые фильтры. Условные графические обозначения данных фильтров и их типовые частотные характеристики для нормированного коэффициента передачи K_ϕ и затухания $A_\phi = -20 \lg K_\phi$ приведены на рисунке 24.

Фильтр нижних частот – пропускает низкие частоты и задерживает высокие, фильтр верхних частот – задерживает низкие частоты и пропускает высокие, полосовой фильтр – пропускает полосу частот от ω_1 до ω_2 и задерживает те частоты, которые расположены выше или ниже этой полосы частот, режекторный фильтр – задерживает полосу частот от ω_1 до ω_2 и пропускает частоты, расположенные выше или ниже этой полосы частот.

На частотных характеристиках обычно указывают характерные точки-граничные частоты, для которых значение затухания больше, чем в области пропускания A_0 на заданную величину ΔA (обычно $\Delta A = 3 \text{ дБ}$).

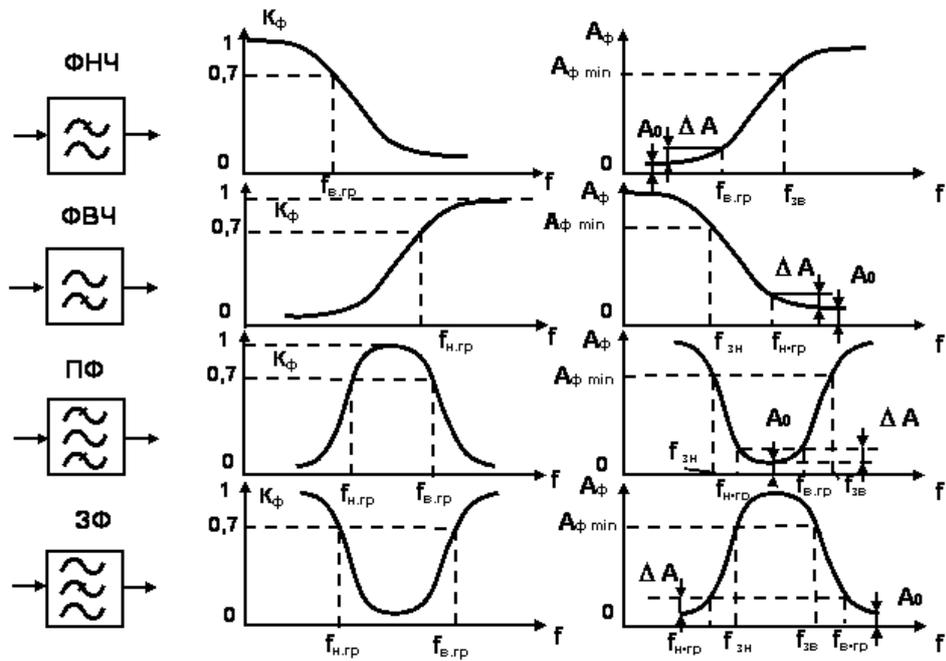


Рисунок 24 – Классификация фильтров по виду АЧХ

Для определения области частот задерживания фильтра вводят величину минимально допустимого затухания в этой области $A_{\phi min}$ и соответствующую ей частоту $f_з$. Например, для ФНЧ область частот простирается от $f_{зв}$ до ∞ , для ПФ – это области $(0; f_{зн})$ и $(f_{зв}; \infty)$.

2) в зависимости от полиномов, используемых при аппроксимации передаточной функции различают фильтры: критического затухания, Бесселя, Баттерворта, Чебышева;

3) по элементной базе фильтры разделяются на: пассивные и активные фильтры. Активные фильтры включают в схему RLC – фильтра активного элемента, в качестве которых часто используются операционные усилители.

Как упоминалось ранее, в зависимости от аппроксимирующего полинома фильтры разделяются на фильтры критического затухания, Бесселя, Баттерворта, Чебышева. При изложении принципа построения аппроксимирующих функций фильтров как основу обычно используют ФНЧ. На рисунке 25 приведены АЧХ указанных фильтров нижних частот.

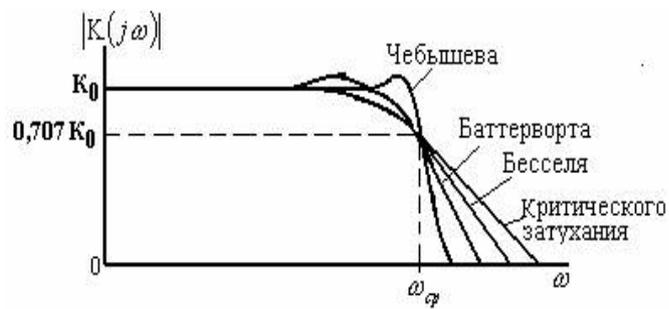


Рисунок 25 – АЧХ фильтров нижних частот

АЧХ ФНЧ Баттерворта имеет довольно длинный горизонтальный участок и резко спадает за частотой среза. Переходная характеристика такого фильтра при ступенчатом входном сигнале имеет колебательный характер. С увеличением порядка фильтра колебания усиливаются.

Характеристика фильтра Чебышева спадает более круто за частотой среза. В полосе пропускания она имеет волнообразный характер с постоянной амплитудой. Колебания переходного процесса при ступенчатом входном сигнале сильнее, чем у фильтра Баттерворта.

Фильтр Бесселя характеризуется меньшей длиной горизонтального участка, чем фильтр Баттерворта и более пологим спадом АЧХ за частотой среза, чем фильтры Баттерворта и Чебышева. Данный фильтр обладает оптимальной переходной характеристикой (переходный процесс практически не имеет колебаний).

Фильтр критического затухания обладает значительно худшей амплитудно-частотной характеристикой по сравнению с фильтром Бесселя, но не имеет перерегулирования. В общем фильтр критического затухания уступает фильтру Бесселя в отношении качества обработки входного ступенчатого сигнала [18].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом данной магистерской диссертации является создание автоматизированной измерительной системы для определения вольтамперных характеристик сварочного аппарата. В рамках работы было сделано:

- проведен обзор литературы: методы и средств измерения больших токов и высоких напряжений, аналогов измерителя ВАХ;
- разработано руководство эксплуатации на устройство нагрузочно-регистрирующие «Гамма-500»;
- разработаны технические условия на устройство нагрузочно-регистрирующие «Гамма-500»;
- разработано программное обеспечение для сбора и обработки данных автоматизированной измерительной системы для определения ВАХ сварочного аппарата в программной среде LabView.

Внедрение данной автоматизированной измерительной системы позволит повысить точность измерения и сокращаются затраты времени на проведение испытаний аттестации сварочного аппарата, тем самым повышается эффективность проведения испытаний при аттестации сварочного аппарата.

Список использованной литературы

- 1 Электрические решения [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://220volt.com.ua/news/useful/oborudovanie/vibor-svarochnogo-transformatora.html>, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 10.05.2016)
- 2 Библиотека машиностроения [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://lib-bkm.ru/10797>, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 10.05.2016)
- 3 Время электроники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.russianelectronics.ru/leader-r/review/doc/65721/>, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 17.05.2016)
- 4 В.С. Попов «Электрические измерения». [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://books.google.ru>, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 10.05.2016)
- 5 ООО Прибор [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.ooo-pribor.ru/equipment/id10976/>, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 10.05.2016)
- 6 ЗАО «Лаборатория Электроники» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.ellab.ru/old/russian/razrabotki/svarka/razrabotki_svarka_003_rus.html, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 10.05.2016)
- 7 Федеральный закон об единстве измерений». [Электронный ресурс]: Единая справочная служба Консорциума «Кодекс». – Режим доступа: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2065/docs/>, публичное пользование ограничено. – Загл. с экрана. (дата обращения: 10.05.2016)
- 8 ЗАО «Лаборатория Электроники» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.ellab.ru/old/russian/razrabotki/svarka/razrabotki_svarka_005_rus.html, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 10.05.2016)
- 9 ООО «Принцип» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.printsip.ru/cgi/shop/item/IPS-1>, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 10.05.2016)

10 Киселев А.С., Гордынец А.С., Советченко Б.Ф. Применение электронной нагрузки для построения ВВАХ источников питания//Сварка и диагностика. – 2011.- №4.- С. 69-70.

11 Главный Форум Метрологов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.rologu.ru/info/metrologia/sredstva-izmereniy/utverzhdienie-tipa-sredstva-izmereniy.html>, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 17.05.2014)

12 Центр сертификации и лицензирования «Эгида» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.csl-egida.ru/Uslugi/teh-usloviya.php>, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 17.05.2014)

13 Паспортизация [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.tu-passport.ru/>, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 17.05.2014)

14 РОСТЕСТ – МОСКВА [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.rostest.ru/page1.php>, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 17.05.2014)15

16 МИ 3290-2010 ГСИ. «Рекомендация по подготовке, оформлению и рассмотрению материалов испытаний средств измерений в целях утверждения типа»

17 Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов. Издание 3-е, исправленное / При поддержке ОАО «РТИ», пер. с англ. под ред. д. э. н., профессора С.Ф. Боева

18 Электрические фильтры. Классификация фильтров, основные параметры. Элементная база построения фильтров. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://susolya-byk.narod.ru/spez/4.1.7.htm>, свободный. – Загл. с экрана.(дата обращения 23.10.2015)

19 TUTMET.RU. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://tutmet.ru/vd-306-vyprjamitel.html> , публичное пользование ограничено. – Загл. с экрана. (дата обращения: 10.05.2016)

20 NI My Rio начало работы. [Электронный ресурс]: Сервис публикаций документов «DROPDOC». – Режим доступа: <http://dropdoc.ru/doc/437863/ni-myrio.-nachalo-raboty/>, публичное пользование ограничено. – Загл. с экрана.(дата обращения 23.10.2015)

21 Labview: практический курс для инженеров и разработчиков». [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://maintracker.org/forum/viewtopic.php?t=5164205/>, публичное пользование ограничено. – Загл. с экрана. (дата обращения: 10.05.2016)

22 СанПиН 2.2.4.548 – 96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». [Электронный ресурс]: Единая справочная служба Консорциума «Кодекс». – Режим доступа: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2065/docs/>, публичное пользование ограничено. – Загл. с экрана. (дата обращения: 10.05.2016)

23 Гаджиев Р.А. «Охрана труда в тепловом хозяйстве промышленных предприятий».

24 СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки». [Электронный ресурс]: Единая справочная служба Консорциума «Кодекс». – Режим доступа: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2065/docs/>, публичное пользование ограничено. – Загл. с экрана. (дата обращения: 10.05.2016)

25 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03. «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий». [Электронный ресурс]: Единая справочная служба Консорциума «Кодекс». – Режим доступа: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2065/docs/>, публичное пользование ограничено. – Загл. с экрана. (дата обращения: 10.05.2016)

26 СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно – эпидемиологические правила и нормативы « Гигиенические требования к персональным электронно – вычислительным машинам и организации работы». [Электронный ресурс]: Единая справочная служба Консорциума «Кодекс». – Режим доступа:

<http://ezproxy.ha.tpu.ru:2065/docs/>, публичное пользование ограничено. – Загл. с экрана. (дата обращения: 10.05.2016)

27 ПУЭ «Правила устройства электроустановок ». [Электронный ресурс]: Единая справочная служба Консорциума «Кодекс». – Режим доступа: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2065/docs/>, публичное пользование ограничено. – Загл. с экрана. (дата обращения: 10.05.2016)

28 ГН 2.2.6 – 709 – 98. «Предельно допустимые концентрации (ПДК) микроорганизмов – продуцентов, бактериальных препаратов и их компонентов в воздухе рабочей зоны». [Электронный ресурс]: Единая справочная служба Консорциума «Кодекс». – Режим доступа: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2065/docs/>, публичное пользование ограничено. – Загл. с экрана. (дата обращения: 10.05.2016)

29 МДК 3 – 02.2001 «Правила технической эксплуатации систем и сооружений коммунального водоснабжения и канализаций». [Электронный ресурс]: Единая справочная служба Консорциума «Кодекс». – Режим доступа: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2065/docs/>, публичное пользование ограничено. – Загл. с экрана. (дата обращения: 10.05.2016)

30 НПБ 105-03. «Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности». [Электронный ресурс]: Единая справочная служба Консорциума «Кодекс». – Режим доступа: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2065/docs/>, публичное пользование ограничено. – Загл. с экрана. (дата обращения: 10.05.2016)

31 Технический регламент «о требованиях пожарной безопасности» [Электронный ресурс]: Единая справочная служба Консорциума «Кодекс». – Режим доступа: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2065/docs/>, публичное пользование ограничено. – Загл. с экрана. (дата обращения: 10.05.2016)

32 ППБО-105-87. «Правила пожарной безопасности для учреждений, организаций и предприятий». [Электронный ресурс]: Единая справочная служба Консорциума «Кодекс». – Режим доступа:

<http://ezproxy.ha.tpu.ru:2065/docs/>, публичное пользование ограничено. – Загл. с экрана. (дата обращения: 10.05.2016)

Приложение А

(обязательное)

Раздел 1.2

Обзор аналогов измерителей ВАХ

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ГМ41	Роговых А.В.		

Консультант кафедры компьютерных измерительных систем и метрологии:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Наталинова Н.М.	к.т.н.		

Консультант – лингвист кафедры ОТСП:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шепетовский Д.В.			

A. 1 Overview of analog measuring instruments of CVC

A.1.1 Mobile registrar (detector) of processes

The company «Thelma» is a developer and a manufacturer of mobile registrar of technological process models «MPC». It passed the necessary metrological tests by certification system in Russia.

Application field of the registrar is welding technological processes, with the possibility of extension to other types of processes. Analysis of the recorded signals (primarily current and voltage) allows to estimate the character of the process, the state of the welding equipment, welder qualification and the quality of welding materials not only qualitatively and subjectively, but also using quantitative indicators while preserving the document about the process.

Since 2001, the "MPC" is successfully used in the automobile, nuclear, aerospace industries, manufacturing and welding engineering such as Evaluation Center of Sarov, Pervouralsk, Saratov, Kazan, Penza, Orenburg, Nizhny Novgorod (PLC GAZ, Verkhnevolzhskie trunk pipelines, Volgatransgaz) Kemerovo, Mtsensk, Tolyatti and other cities.

National Attestation Committee for welding equipment recommended the registrar "MPC" to using by evaluation centers in relation to the processes of the arc and contact welding. Exterior view of "MPC-02U" mobile registrar is shown in Figure A.1.



Figure A.1- Exterior view of «MPC-02U»

Registrar «MPC-02U» is intended for documenting of technological processes and equipment operation, as well as assessment of its conditions, qualification and certification of technology, equipment, welding materials and welder qualifications. Thus the need for additional test equipment is minimized, and the time spent on testing is diminished to several tens of minutes. The test results are provided by documentary confirmation.

The main functions of the mobile recorder «MPC-02U»:

- input of registration parameters
- receiving and storing of entered information in RAM and Flash;
- browsing of recorded data on the graphic display;
- data transmission to a personal computer.

The device can receive analog electrical signals simultaneously on three channels with a sampling frequency from 1 Hz to 40 kHz (100 kHz when operating with a single channel), rationing, filtering, analog-to-digital conversion and storage of digital values in the internal RAM or Flash memory up to 3.5 MB. The device provides a visualization of the recorded data, their pretreatment according to the user interface and the possibility of transferring the received data in the array. The technical features of «MPC-02U» are presented in table A.1

Table A.1– Technical features «MPC-02U»

Designation of parameters	Dimension	Value
Digits	Bit	9
Sampling frequency	Hz	1, 100, 1000
	kHz	5, 10, 20, 40, 100
Memory size	MB	2.7
Input signals range (MRIS)	V	
1 channel		
2 channel		± 0.100
3 channel		± 0.100 (1.0) ± 125 (12.5)
Measurement uncertainty of amplitude	At most	± 3 bit
Measurement uncertainty of time slice	At most %	2

Advantage of the «MPC» is its small size and weight, battery supply allows you to use the device in the field conditions. The built-in display and the initial processing program enable possibility of qualitative and quantitative evaluation of the signal without connecting to a computer. Function SERVICE SOFTWARE Telma registrar enables to view data in the form of graphs, their ranging, inversion, clarifications, additions to the file, simultaneous calculation of 10 selected intervals average root mean square values, and determines the minimum and maximum values on a range, standard deviation and the coefficient of variation. The part cutting of registograms is possible with the formation of a new full-rate file, and importing of the data into Excel, allowing you to connect to f Excel data- processing functions.

The registration process of welding is presented in Figures A.2- A.3.

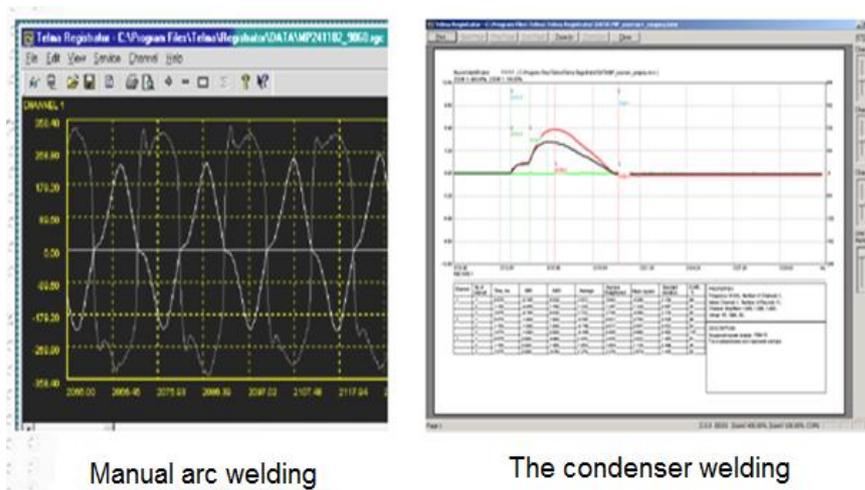


Figure A.2

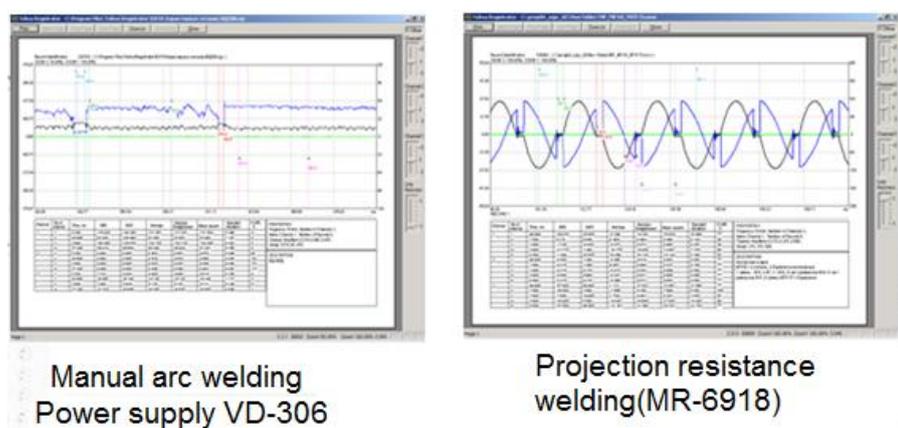


Figure A.3

The advantages of the registrar «MPC-02U»:

- it simplifies the time-consuming registration process;
- it replaces a wide range of equipment for measurement and control;
- a lot of information about the wide range of technological processes;
- portability, convenience, ease of preparation and operation;
- continuous process parameters monitoring;
- high level of software support;
- the wide assortment of sensor;
- the parameters of the logging process guarantee the quality of products.

A.1.2 Measuring current-voltage characteristics AWS-024

The current-voltage characteristic of the welding power source is measured in 128 points. For each point the measuring instrument loads power source by active resistance and measures the voltage at the output of the welding power source and the current in the circuit. The points of idling and power source short-circuit are measured separately.

The ballast resistors with forced air-cooling, which are switched by electronic keys, are used as load resistance in the measuring instrument. The short circuit mode is implemented by mechanical contactor. 20 measurements are carried out with a frequency of 1 kHz and automatic averaging for each point of the current-voltage characteristics. The current in the circuit and the output voltage of the welding power source are measured using a two-channel analog-to-digital converter. The measurement process is controlled by an embedded microcontroller.

The measured current-voltage characteristics can be transferred to a computer over RS232 interface or saved to 16 Kbytes memory - device information transfer (DIT). DIT may contain up to 32 CVC. The «VRES» software, developed by the manufacturer is used to read information from the measuring instrument to a computer or DIT, CVC display in graphical form and save it in tabular form. The software is installed on IBM PC - compatible computers with WINDOWS operating system.

Structurally, the AWS-024 measuring instrument is housed in a metal case with ventilation. The front panel includes the meter input jacks for connecting the welding power source, interface connector, the measurement start button, the LEDs "Network" and "Measurement in progress." The feed switch, a connector for the power line cord and the safety earthing terminal placed on the back of the measuring instrument. The appearance of the measuring instrument CVC AWS-024 is shown in Figure A.4.



Figure A.4- AWS-024

The technical features of the measuring instrument CVC AWS-024 are shown in Table A.2.

Table A.2

Designation of parameter	Value
Voltage range, V	0 - 90
Current range, A	0 - 500
Accuracy rating for current measuring	1.0
Number of measurement points	128
Measuring time, s	10
The capacity of removable memory device, records	32
Supply voltage, V	220
Consumed power, W	50
Maximum dispersion power, kW	15
Overall size, mm	220×220×400

The measuring instruments of static CVC of AWS-024 DC welding power sources are used in the areas of state regulation to ensure the unity of measurements and are subject to state metrological supervision and control.

A.1.3 The measuring instrument «IPN-500»

The measuring instrument «INP-500» is designed to measure constant voltage and the current-voltage characteristics of static welding power sources. The technical features of the measuring instrument «IPN-500» are presented in tables A.3 – A.4

Table A.3

Measurement of static CVC	Value
Voltage range, V	0 - 100
Current range, A	0 - 1000
Measuring accuracy of voltage, %	2
Measuring accuracy of current, %	2
Number of measurement points	128
Measuring time, s	10
Maximum dispersion power, kW	30

The measurement carried out on an active load, which is a current stabilizer in a range from 5 to 1000 A. The embedded microcontroller controls by the measurement process. The welding source is periodically loaded with the given current when measuring constant voltage. The welding source is consistently loaded with current from 0 A to 1000 A in steps of 5 A in the measurement of static CVC welding power source. The measured current and voltage values are displayed on the built-in LCD display and transferred to the computer over interface RS232 for plotting and saving.

The appearance of the measuring instrument «IPN-500» is shown in Figure A.5.



Figure A.5 – The appearance of «IPN-500»

Table A.4

Designation of parameter	Value
Voltages range, V	0...100
Current setting range, A	5...500
Measuring accuracy of voltage, %	2
Measuring accuracy of current, %	2
Cycle time, min	from 1 to 10
Constant voltage range, %	5-100
Maximum dispersion power, kW	18
Supply voltage, V	220
Consumed power, W	200
Overall size, mm	600×400×200
Weight, kg	70

Measurement of constant voltage welding power source is shown in Figure A.6.

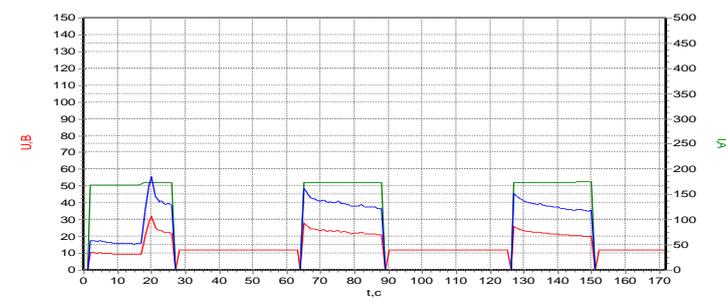


Figure A.6 - Measurement of constant voltage welding power source with the help of «IPN-500»

A welding source is connected to the measuring instrument via cable connected to the terminals. The measuring mode is set by the encoder and the text menu. The special software has been developed in order to display the characteristics at a computer. The special software operates under WINDOWS 98/2000 / XP.

A.1.4 «IPPC-1» measuring instrument of mains parameters and consumption

The measuring instrument is designed to measure the three-phase mains parameters and the load, which is connected to it. Connection is carried out by a 4-wire circuit. The technical features of the measuring instrument are shown in Table A.5.

Table A.5

Designation of parameter	Value
Measurement of phase voltage, B	0 - 300
Measurement of the current phase, A	0- 60
Measuring accuracy of voltage, %	0.5
Measuring accuracy of current, %	0.5
Measurement of real power, kW	0 - 54
Measurement of reactive power, kW	0 - 54
Measurement of apparent power, kW	0 - 54

Continuation of Table A.5

Measuring accuracy of power, %	0.5
Measurement of network frequency, Hz	40 - 60
Measuring accuracy of network frequency, %	0.1
Measurement of $\cos \varphi$	Минус 1 - 1
Measuring accuracy of $\cos \varphi$, %	0.5
Data transfer interface	RS 232

A.1.5 Description of the load-recording device «Gamma-500»

The load-recording device "Gamma-500" was designed at the department of welding equipment and technology in Tomsk Polytechnic University. This device is intended for certification tests of the power supply using in arc welding. The appearance of load-recording device "Gamma-500" is shown in Figure A.7.

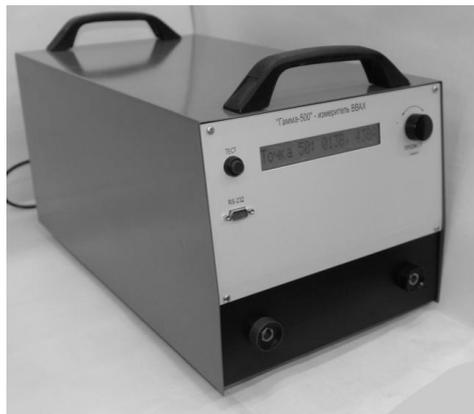


Figure A.7 – The appearance of the load-recording device «Gamma-500»

The device includes: LCD and control panel for quick analysis of the measurement results of the power sources electrical parameters, configuration and monitoring of the device status. The structural diagram of the device is shown in Figure A.8.

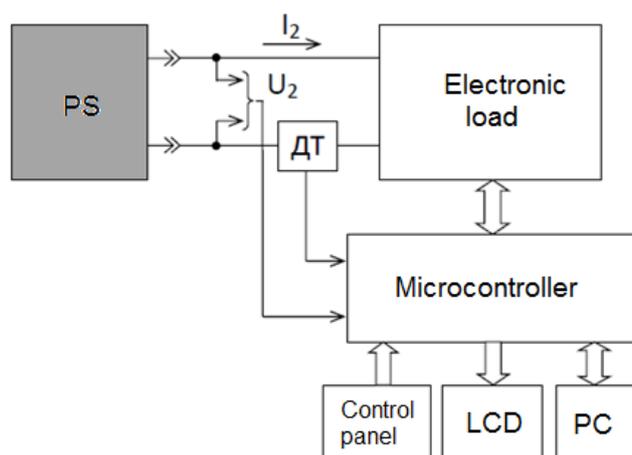


Figure A.8- The structural diagram

The technical features of the load-recording device «Gamma-500» are shown in Table A.6.

Table A.6

Designation of parameter	Value
Input current range, A	0 – 500
Input current step, A	10
Input voltage range, V	0 – 100
Accuracy of a measuring instrument, %	1,0
The duration of one working cycle (measurement), s	2
Number of stored records cycles	150
Interface to PC	RS-232, USB
Overall dimensions, mm	490×290×350
Mass, kg	26

Tests showed that the device provides testing of the connected welding power source at a desired position of the current regulator (voltage) within two seconds. Then the device stores the received measurement results and exports them to a PC. The specialized computer software provides a graphical interpretation of the imported data and creates reports in Microsoft Word or Excel formats. The results of testing rectifier VD-306 are shown in figure A.9.

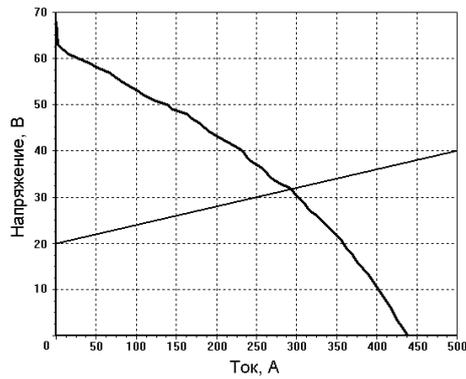


Figure A.9

Moreover it provides the possibility to construct arc of empirical dependences of CVC for different types of the welding power source testing results. CVC meters are electronic loads. The measurement of the CVC is made at the load, with a discrete variable consumption of current from 0 A to 500 A in increments of 10 A. Let us consider the CVC meters operation principle. CVC load measurements are carried out with a discrete variable current consumption. Energy consumed by the welding power source dissipates at ballast resistors with forced air cooling, and there is an electronic current stabilizer in the circuit of these resistors. Circuit current and terminal voltage are measured by the CVC meter via a two-channel analog-to-digital converter. The measurement process is controlled by embedded microcontroller. A block diagram of the device is shown in figure A.10.

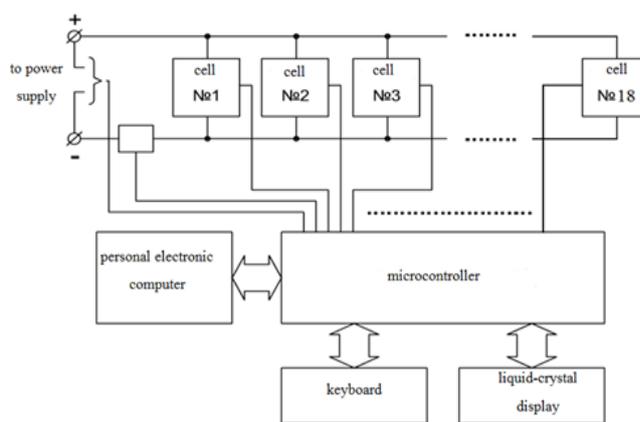


Figure A.10

The current, consumed by the power supply under test, is independent from its external voltage-current characteristics, and its value depends both on the number of

load cells, working simultaneously, and short-circuit current of the power supply. A block diagram of the load cell is shown in Figure A.11.

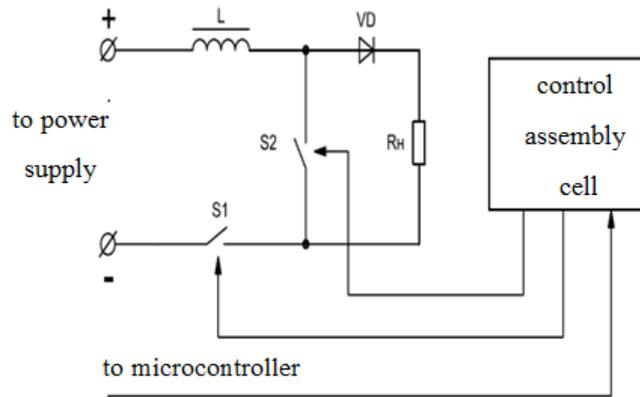


Figure A.11

Switching of a cell by the microcontroller signal is provided by the cell control unit, which connects the load to the power supply through a semiconductor switch S1. Furthermore, subject to the voltage at the input cell the current consumption is automatically stabilized by changing the duration of the on-state of the semiconductor switch S2.

The device is controlled by means of the buttons on the front panel. The monitoring and control of the current state and prompt CVC viewing are provided by the LCD display.

The device allows choosing the number of the stored CVC and viewing CVC point-by-point on the LCD display. During the measuring process of the power supply CVC, the microcontroller changes the number of simultaneously switched cells from 0 to 18, so that it leads to the opportunity of increasing the current in the welding power source circuit, whereas storing and reading of the current and voltage values are occurred.

The meter data, which was accumulated in the memory, can be transferred to a PC through a special interface connector. Then you can schedule graphics depending on external current-voltage characteristics of tested welding power supply being tested.

Приложение Б
(обязательное)

Руководство эксплуатации на устройство нагрузочно-регистрирующее
«Гамма-500»

Приложение В
(обязательное)

Технические условия на устройство нагрузочно-регистрирующие
«Гамма-500»