

На правах рукописи

Глушук Павел Сергеевич

**СИСТЕМА СБОРА И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ
О КАЧЕСТВЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
КАБЕЛЬНОГО ИЗДЕЛИЯ**

Специальность 05.11.13. – “Приборы и методы контроля природной среды,
веществ, материалов и изделий”

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой
степени кандидата технических наук

Томск-2008

Работа выполнена в ГОУ ВПО Томском политехническом университете

Научный руководитель:

кандидат технических наук, профессор

Пеккер Яков Семенович

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор

Смирнов Геннадий Васильевич

кандидат технических наук, доцент

Петров Александр Васильевич

Ведущая организация:

Новосибирский государственный технический университет,

г. Новосибирск

Защита состоится «16» декабря 2008 года в 15 часов
на заседании совета по защите докторских и кандидатских диссертаций
Д 212.269.09 при ГОУ ВПО Томском политехническом университете по
адресу: Россия, 634028, г. Томск, ул. Савиных д.7

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Томско-
го политехнического университета по адресу: г. Томск. ул. Белинского, д.
53.

Автореферат разослан «10» ноября 2008 года

Ученый секретарь совета по защите докторских и кандидатских дис-
сертаций Д 212.269.09,

кандидат технических наук, доцент

_____ Б.Б. Винокуров

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность диссертационной работы. Кабельная промышленность – одна из ведущих отраслей народного хозяйства. Номенклатура кабельных изделий очень разнообразна. Однако на практике наиболее широкое применение получили кабельные изделия с резиновой и пластмассовой изоляцией (в дальнейшем кабельные изделия). На эту группу приходится около 35% всего выпуска кабельных изделий, и спрос на них неуклонно растет. При этом главным критерием при производстве кабельных изделий выступает их качество – доведение выхода годных изделий до 100% посредством совершенствования технологии, контроля основных параметров изделия в процессе производства, автоматизации технологических процессов.

На рынке кабельной продукции существует несколько мировых лидеров, изготавливающих автоматизированные технологические линии по производству кабельных изделий. Среди них можно выделить такие фирмы, как Rosendahl (Австрия), Maillefer (Швейцария), Troester (Германия), DavisStandart (США), Sampsistemi (Италия), Proton (Великобритания).

В России эти линии установлены только на некоторых крупных заводах, производящих кабельные изделия, что составляет не более 10% от их общего производства. Это связано, прежде всего, с тем, что цена таких линий очень высока. На большинстве российских кабельных заводов используются линии, которые были изготовлены еще в СССР, или линии, которые были созданы из оборудования, купленного у различных фирм производителей. Поэтому для них актуальными являются проблемы, связанные с контролем и возможностью улучшения качества производимой продукции при сравнительно невысоких затратах на производственное перевооружение.

Уровень качества определяется соответствующими требованиями к параметрам кабельных изделий, указанным в государственных стандартах или в ведомственных технических условиях, которые разрабатываются с учетом назначения и особенностей каждой марки кабельного изделия.

Для каждого параметра кабельного изделия необходим свой прибор контроля. Все они, как правило, находятся в разных местах технологической линии и сильно отличаются друг от друга способами измерения и представления информации. В результате при управлении технологическим процессом возникает проблема, связанная с отсутствием возможности комплексной оценки состояния технологического процесса и, следовательно, качества выпускаемого кабельного изделия.

Кроме того, существует проблема с регистрацией параметров технологического процесса во времени, что впоследствии не позволяет проанализировать этот процесс с целью определения оптимального сочетания па-

раметров, улучшающих качество выпускаемых изделий. Также отсутствует возможность контроля загрузки технологической линии в течение смены, дня, недели, определение времени работы линии, объективный учет количества произведенной продукции.

Для решения отмеченных выше проблем используют автоматизированные системы сбора и представления информации о качестве изготовления кабельного изделия (далее системы). В мире существует много таких систем, но все они производятся за рубежом. В качестве примера таких систем можно привести USYS фирмы Zumbah (Швейцария), ISOWAND фирмы Sikora (Германия), DATAPRO фирмы Beta (Германия). Проведенный анализ позволил выявить следующие недостатки этих систем:

- закрыта информация об аппаратном и программном обеспечении используемых в системах, представляющая коммерческую тайну;
- плохая адаптация аппаратуры и программного обеспечения к Российскому рынку (чувствительны к помехам в сети, в человеко-машинном интерфейсе представлены обозначения с использованием латинского алфавита);
- отсутствует возможность ввода “по частям” системы, необходимо покупать систему целиком;
- трудно ремонтируемы, из-за отсутствия в России необходимых запасных частей;
- высокая цена.

В России аналоги таких систем отсутствуют. В связи с тем, что происходит постоянный рост требований к качеству кабельных изделий, потребность в таких системах возрастает все больше и больше. Из-за очень высокой цены многие предприятия не готовы купить систему целиком, но готовы вкладывать деньги в полное и даже в частичное усовершенствование своего производства.

Поэтому разработка адаптированных к отечественному производству и не дорогих систем, производящих контроль качества кабельных изделий непосредственно в процессе их изготовления, является весьма актуальной задачей.

Цель работы. Разработка универсальной системы сбора и представления информации о качестве изготовления кабельного изделия.

В связи с этим в работе поставлены следующие задачи:

1. Проведение анализа основных параметров качества кабельных изделий.
2. Обоснование выбора методов и приборов контроля, необходимых для измерения основных параметров качества кабельных изделий в процессе производства.
3. Разработка структуры системы сбора и представления информации о качестве изготовления кабельного изделия на основе анализа существующих автоматизированных технологических линий и систем.

4. Создание интерфейса связи приборов контроля с персональным компьютером.

5. Разработка алгоритмов работы системы сбора и представления информации о качестве изготовления кабельного изделия.

6. Создание виртуальной модели системы сбора и представления информации о качестве изготовления кабельного изделия.

7. Разработка критериев улучшения качества изготавливаемого кабельного изделия, алгоритма и программы формирования рекомендаций по его улучшению на основе статистических методов.

8. Разработка системы сбора и представления информации о качестве изготовления кабельного изделия на основе всестороннего анализа виртуальной модели, интерфейса и протокола связи приборов контроля с персональным компьютером.

Методы исследования. Для решения поставленных задач в работе используются: методы теории вероятности и математической статистики; методы цифровой обработки данных; методы имитационного моделирования.

Научная новизна работы.

1. Разработана структурная схема на основе которой создана адаптированная к условиям отечественного производства система сбора и представления информации о качестве изготовления кабельного изделия, отвечающая требованиям международного стандарта ISO 9001:2000.

2. Создана виртуальная модель системы сбора и представления информации о качестве изготовления кабельного изделия, имитирующая технологический процесс, с возможностью измерения основных параметров качества и выдачей рекомендаций по их улучшению.

3. Разработаны оригинальные алгоритмы с использованием статистических методов контроля, на базе контрольных карт, позволяющие отслеживать заданный набор критериев и выдавать рекомендации по улучшению качества изготавливаемого кабельного изделия.

4. Разработаны оригинальные алгоритмы работы системы сбора и представления информации о качестве изготовления кабельного изделия для обеспечения высокой надежности при передаче данных между приборами контроля и персональным компьютером.

Практическая значимость работы.

1. Впервые разработана адаптированная к Российскому рынку система сбора и представления информации о качестве изготовления кабельного изделия в соответствии с международным стандартом ISO 9001:2000, формирующая сообщения в виде рекомендаций по улучшению качества производства с использованием статистических методов на основе контрольных карт.

2. Разработан программный продукт в среде LabView, реализующий виртуальную модель системы сбора и представления информации о качестве изготовления кабельного изделия.

3. Разработана адаптированная к условиям российского производства связь между приборами контроля и персональным компьютером на основе транспортного протокола ModBus с использованием модели ISO/OSI.

4. Разработана программа для контроля качества производства кабельного изделия, с использованием статистических методов контроля, на базе контрольных карт, позволяющая отслеживать заданный набор критериев и в случае их обнаружения, выдавать практические рекомендации по улучшению качества продукции.

Положения, выносимые на защиту.

1. Многокритериальная система сбора и представления информации о качестве изготовления кабельного изделия, позволяющая, на основе разработанных оригинальных алгоритмов, отслеживать заданный набор критериев и выдавать рекомендации по улучшению качества продукции.

2. Виртуальная модель системы сбора и представления информации о качестве изготовления кабельного изделия, имитирующая технологический процесс, с возможностью измерения основных параметров качества и выдачей рекомендаций по их улучшению.

3. Структурно-функциональные схемы системы сбора и представления информации о качестве изготовления кабельного изделия, соответствующей международному стандарту ISO 9001:2000 и удовлетворяющей требованиям серийного производства.

Внедрение результатов. Результаты диссертационной работы внедрены на ООО “Скамирж” г. Дзержинск, ЗАО “Сибкабель” г. Томск и ООО “Эрмис+” г. Томск.

Апробация работы. Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на:

- выставке WIRE Russia 2003, Москва 2003 г.;
- выставке WIRE Russia 2004, Москва 2004 г.;
- выставке WIRE Russia 2005, Москва 2005 г.;
- Российская научно-техническая конференции “Научно-технические проблемы приборостроения и машиностроения”, г. Томск, 2004 г.
- семинары кафедры промышленной электроники Томского политехнического университета.

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 6 научных работ, из них – 1 Патент, 3 статьи в центральной печати и 2 статьи в сборнике научных трудов.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из 4-х глав и 3-х приложений, содержит 157 страниц, включая 38 иллюстраций, 23 таблицы и список литературы из 71 наименования.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, определены цели и задачи исследования, отмечена научная новизна и практическая ценность полученных результатов, приведены сведения о внедрении, апробации работы и публикациях по теме диссертации.

В первой главе рассмотрены типовые линии по производству кабельных изделий, произведен анализ современных технологических процессов при их изготовлении и на его основе установлены основные параметры, характеризующие их качество. К этим параметрам относятся: диаметр готового кабельного изделия, толщина нанесенной изоляции, эксцентриситет токопроводящей жилы, испытание высоким напряжением, электрическая емкость и длина изготовленного кабельного изделия. Проанализированы методы измерения каждого из указанных параметров. Рассмотрены современные типы приборов контроля качества кабельных изделий и определены места их расположение на типовой линии. Обосновано выбраны приборы контроля российского производства для создания системы сбора и представления информации о качестве изготовления кабельного изделия, характеризующиеся высокой надежностью, низкой стоимостью при достаточной точности измерения параметров. Разработана обобщенная структурная схема технологической линии производства кабельных изделий с приборами контроля их основных параметров.

Во второй главе рассмотрена структура автоматизированной технологической линии производства кабельных изделий с контролем их качества, благодаря которым происходит взаимодействие системы сбора и предоставления информации с приборами контроля. Данная структура предусматривает передачу измеренных приборами контроля значений в систему сбора и предоставления информации, где происходит обработка полученных значений параметров, вывод их на монитор компьютера и архивирование. На основе анализа этих значений параметров контролируется качество кабельных изделий и осуществляется управление технологическим процессом.

Сформулированы требования к системе сбора и предоставления информации и разработаны этапы ее проектирования, позволяющие значительно сократить время от начала разработки системы до ее внедрения в производственную практику.

Основные требования заключаются в:

1. Отслеживать, все параметры, полученные от приборов контроля качества кабельных изделий.
2. Предоставлять графическую (или иную) информацию о параметрах качества кабельных изделий в реальном масштабе времени.
3. Формировать компьютерные диагностические сообщения о вероятных причинах отклонений параметров качества кабельных изделий и автоматически вырабатывать аварийные сигналы при отклонении этих параметров.

4. Иметь удобно читаемый и интуитивно понятный пользовательский интерфейс.

5. Быть устойчивой ко всем возможным помехам, таким как помехи в питающем напряжении, электромагнитные помехи, статическое электричество и т.д.

6. Быть простой в эксплуатации, техническом обслуживании, ремонте, хранении.

7. Использовать стандартные протоколы передачи данных и стандартные интерфейсы.

8. Соответствовать современному уровню развития средств автоматизации, используемых в мировой практике, и обеспечивать выполнение поставленных задач.

Разработан интерфейс связи в системе сбора и представления информации о качестве изготовления кабельного изделия, который состоит из персонального компьютера для сбора и предоставления информации, адаптера, преобразующего RS-232 в RS-485 интерфейс, и приборов контроля.

Для обеспечения надежной связи приборов контроля с персональным компьютером обоснован выбор протокола ModBus в RTU режиме. Разработаны команды из пользовательского подмножества протокола для передачи адресов, измеренных значений параметров и уставок приборов контроля. Каждому прибору контроля присвоен свой уникальный тип и номер, а также определены передаваемые ими параметры в соответствии с заданными номерами. Для приборов контроля разработана программа, которая при совпадении адреса прибора контроля с адресом который был указан в запросе, выдает строго определенные данные на заданный номер параметра. Проанализированы ошибки, которые могут возникнуть во время обмена данными между приборами контроля и персональным компьютером. На основе этого анализа разработан алгоритм работы приборов контроля, позволяющий отслеживать и выявлять ошибки связанные с искажением передаваемых данных (определяются при помощи фреймов символов, контроля четности и циклической контрольной суммы), а также логические ошибки. В случае выявления логических ошибок прибор контроля формирует ответ с кодом ошибки.

Третья глава посвящена разработке виртуальной модели системы сбора и представления информации о качестве изготовления кабельного изделия с эргономичным интерфейсом представления данных, включающая многооконный режим для получения более подробной информации о параметрах производства.

Разработана функциональная структура виртуальной модели (рис. 1). На основе этой структуры разработаны алгоритмы, которые позволяют производить предварительную обработку параметров качества, полученных от виртуальных приборов для их графического представления.

Вычисление параметров качества происходит в два этапа: 1 – анализ данных на соответствие техническим требованиям; 2 – обработка данных с использованием статистических методов контроля на основе контрольных карт.

Общий подход к текущему контролю параметров качества на основе контрольных карт достаточно прост. Создается выборка измеряемых параметров заданного объема. На основании выборки строятся две контрольные карты, одна из них называется X-картой, а другая – R-картой. X-карта показывает, где находится среднее процесса и какова его стабильность. R-карта выявляет любую нежелательную вариацию внутри подгрупп и служит индикатором изменчивости исследуемого процесса. После этого строятся верхний и нижний контрольный предел (UCL и LCL) для X-карты и R-карты и оценивается качество кабельного изделия на основе следующих критерий:

1. Одна точка за контрольными пределами.
2. Девять точек подряд по одну сторону от центральной линии.
3. Шесть возрастающих или убывающих точек подряд.
4. Четырнадцать попеременно возрастающих и убывающих точек.



Рис. 1. Функциональная структура виртуальной модели

На основе этих критерий разработан обобщенный алгоритм анализа измеренных параметров с использованием контрольных карт в соответст-

вии с требованиями международного стандарта ISO 9001:2000, при помощи статистических методов, указывающих на возможность развития, улучшения или повышения качества выпускаемой продукции (рис. 2).

Этот алгоритм позволяет не только отслеживать брак, но и предвидеть его. Если анализируемые данные удовлетворяют одному из критериев, то выдается рекомендация по улучшению качества продукции. Если же ни один из критериев не подходит, то полученные данные сравниваются с техническими требованиями и вычисляется индекс возможностей процесса – PCI. При $PCI > 1.33$ считается, что технологический процесс в норме и никаких изменений в него вносить не надо. Если $1 < PCI < 1,33$ считается, что процесс находится на грани своих возможностей, если же $PCI < 1$, то процесс неприемлем.

Разработаны и описаны алгоритмы и программы, позволяющие отслеживать заданный набор критериев и в случае их обнаружения, выдавать практические рекомендации по улучшению качества продукции. Критерии проверяются в последовательности от критерия, при котором вероятность возникновения брака очень велика, до минимальной вероятности. Сначала проверяется наличие точек за верхними и нижними пределами. Если эти точки есть, то выдается сообщение, что обнаружен брак (т.е. процесс неуправляем) и необходимо устранить неслучайные причины, вызвавшие возникновение бракованного изделия.

При наличии убывания или возрастания 6 точек подряд выдается сообщение: осторожно - вероятность появления брака. Такая ситуация указывает на неправильно заданный режим работы оборудования или отклонения в технологическом процессе, которые могут привести к браку. Возможные причины: неисправность прибора контроля, измеряющего диаметр, изменение скорости линии, отсутствие синхронизации скорости вращения шнека экструдера и скорости линии. При обнаружении 14 точек, которые попеременно возрастают и убывают, выдается сообщение: излишние колебания в процессе. Возможные причины: недостаточный прогрев пластика по зонам, рывки в работе привода тяги (шнека) экструдера, механическое повреждение шнека экструдера. При обнаружении 9 точек подряд по одну сторону от центральной линии выдается сообщение о том, что процесс в норме, но происходит изменение среднего значения диаметра кабельного изделия в целом. Возможные причины: завышена или занижена скорость линии, по сравнению с технологической картой, большое количество воды на кабельном изделии, в случае изготовления кабельных изделий с малым диаметром.

После проверки и анализа данных на соответствие выработанных критериев и техническим требованиям они передаются в блок представления результатов контроля. В этом блоке полученные данные выводятся на экран монитора в удобно читаемом интуитивно понятном виде в специально разработанных окнах.

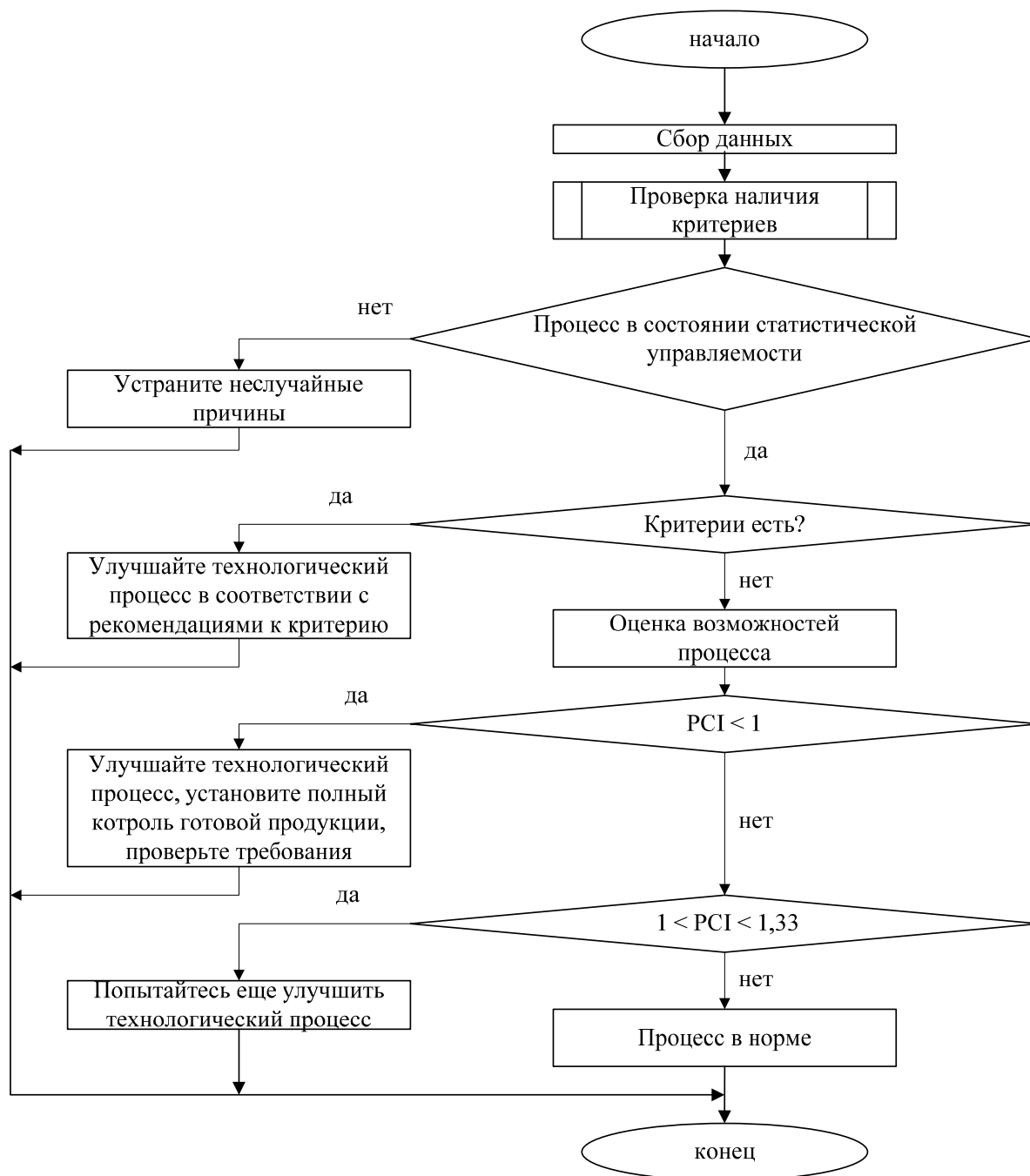


Рис. 2. Обобщенный алгоритм анализа измеренных параметров с использованием контрольных карт

Описаны принципы создания основного или главного окна (рис. 3), а также ряда вспомогательных окон, отражающих параметры системы, контроль качества и эксцентриситет.

Окно параметров системы необходимо при настройке связи системы сбора и представления информации о качестве изготовления кабельного изделия с приборами контроля. Окно эксцентриситета совмещает в себе

Название цеха: _____
 Тип кабеля: МГШВ
 № смены: 2
 Оператор: Иванов

Параметры системы

ПУСК
STOP

Контроль качества

Количество бухт: 5	
№ бухты	Длина [м]
1	1002
2	405
3	1300

Напряжение [кВ]
10,00

Число пробоев
0,11 4

Отдавли: Диаметр жилы: Подогрев жилы: Обороти шнека: Загрузка бункера: Температура по зонам: Давление в головке: Толщина изоляции: Емкость: Водяной насос: Диаметр изоляции: Экструзионный: Пробой: Тяга: Приемник:

F1 F2 F3 F4 F5 F6 F7 F2 F8 F9 F2 F2 F10 F11 F12

Дата: 01/01
Время: 07:00:00

Окно контроля качества позволяет проанализировать качество производства кабельного изделия по соответствующим рекомендациям, полученным на основе анализа данных при помощи статистических методов, как средств наиболее простой идентификации состояния технологических процессов (рис. 4.).

Апробация и анализ виртуальной модели в производственных условиях позволили выявить ряд ее недочетов:

- 12

2. В используемом ПО отсутствует возможность реализации аварийных сигналов как отдельного потока данных. В разрабатываемой системе должна иметься мощная система обнаружения и идентификации аварийных сигналов, позволяющая отслеживать выход измеряемых параметров за установленные допуски, отслеживать сбои в связи с приборами контроля и т.д.

3. Установлен факт неудобства работы оператора с мгновенными значениями контролируемых параметров кабельного изделия на экране. Этот вывод был сделан в связи с тем, что невозможно оценить динамику технологического процесса по мгновенным значениям параметров изделия. Поэтому было принято решение в реальном проекте дополнительно использовать графики изменения измеряемых параметров во времени.

4. При разработке реальной системы контроля качества необходимо иметь таблицу технических требований, предъявляемых ко всем типам кабельных изделий, используемых на предприятии изготовителе.

5. В разрабатываемой системе должна иметься мощная поддержка стандартных протоколов обмена, например, таких как ModBus.

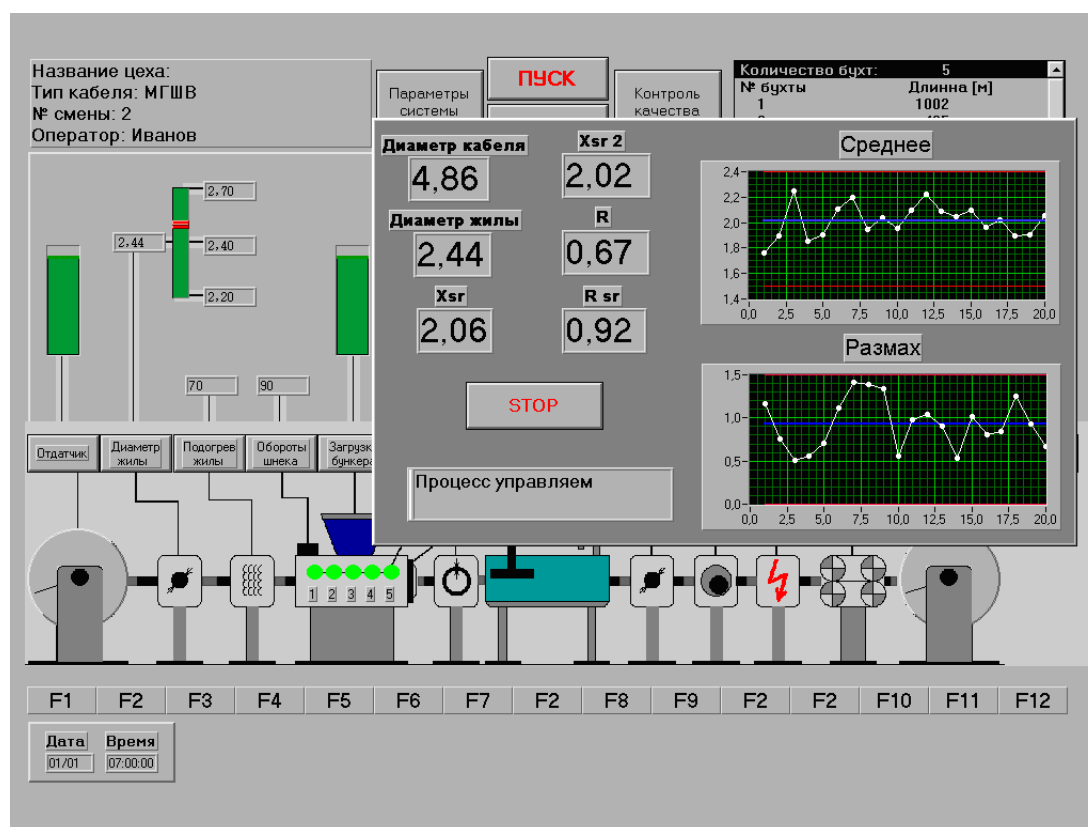


Рис. 4. Окно контроля качества

В четвертой главе разработана структурная схема системы сбора и представления информации о качестве изготовления кабельного изделия,

показывающая взаимосвязь входных данных с данными управления, механизмы ее реализации, а также информацию, получаемую на выходе.

Для понимания процессов, протекающих в разрабатываемой системе, на основе структурной схемы, разработана и описана функциональная модель системы сбора и представления информации о качестве изготовления кабельного изделия (рис.5.).

На основе анализа функциональной модели впервые разработана система сбора и предоставления информации о качестве изготовления кабельного изделия на базе SCADA системы Genesys, реализующая следующие функции:

- возможность динамического отслеживания измеряемых параметров качества путем их графического вывода на экран монитора как в реальном времени, так и из архивированных данных;
- вывод рекомендации по возможности развития, улучшения или повышения качества выпускаемой продукции в соответствии с международным стандартом ISO 9001:2000;
- задания параметров для работы системы;
- периодически создаваемый отчет, отображающий изменения, произошедшие за смену, с возможностью вывода на печать;
- организация базы данных, хранящей измеренные параметры качества кабельных изделий в течение полугода;
- отчет событий, регистрирующий все изменения в системе и выводящий рекомендации на основе статистических методов.

Первые три функции реализованы в специально разработанных экранных формах:

- Основной экран, с мнемосхемой типовой технологической линии, основными измеряемыми параметрами кабельного изделия и графиком, отображающим изменение параметра “толщина изоляции” кабельного изделия во времени (рис. 6).
- Экран “Тренды”, разработанный специально для тех случаев, когда необходимо разобраться в причинах возникновения брака при производстве кабельного изделия. На этом экране можно просмотреть любое из измеряемых значений параметров, либо несколько значений сразу, как в реальном времени, так и из архива.
- Экраны “Эксцентриситет” и “Диаметр”, задающие режимы работы оборудования.
- Экран “Настройки”, содержащий настройки необходимые для работы системы.
- Экран “Помощь” содержащий краткую справку о правилах работы с системой.

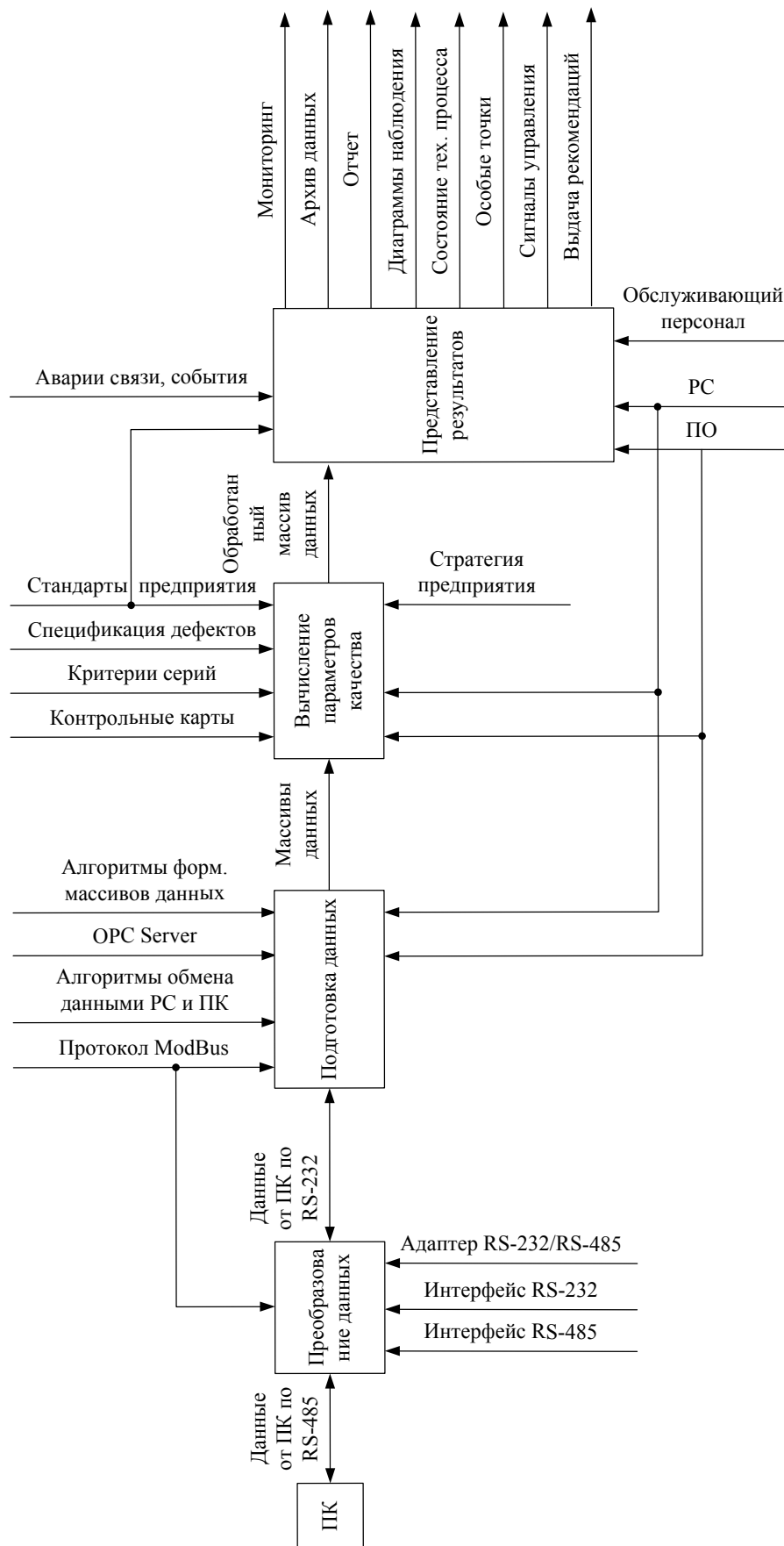


Рис. 5. Функциональная модель системы сбора и представления информации о качестве изготовления кабельного изделия

Разработан набор правил для конфигурации сервера аварийных событий AlarmWorX32 Configurator, позволяющего регистрировать изменения, происходящие в системе, а именно: возникновение брака, выход за допуск измеряемого параметра и т.д., а также выводящего рекомендации об улучшении качества производимого кабельного изделия с использованием статистических методов на основе контрольных карт.

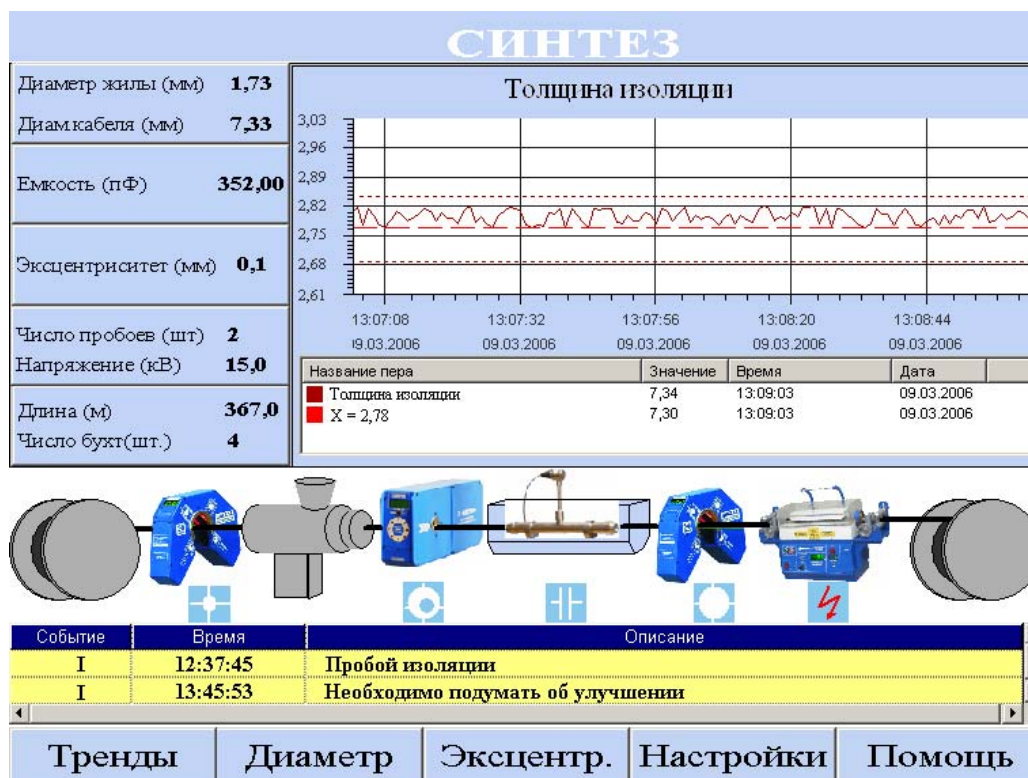


Рис. 6. Основной экран системы сбора и предоставления информации о качестве изготовления кабельного изделия

Разработанный набор правил включает следующие положения:

1. В случае выхода значений диаметров, эксцентриситета кабельного изделия на величину равную 75% от разности значений заданного предела и измеренного значения по модулю сформировать событие, в котором указывается время и говорится о том, что нужно быть осторожнее, т. к. измеряемый параметр приближается к заданному значению предела. Заданные значения пределов, система сбора и предоставления информации о качестве изготовления кабельного изделия считывает из приборов контроля.
2. В случае выхода значений диаметров, эксцентриситета, емкостного сопротивления кабельного изделия за значения заданных пределов сформировать событие, в котором указывается время и говорится о браке кабельного изделия.
3. Если происходит “пробой изоляции”, сформировать событие, в котором указывается время и говорится о пробое изоляции.

4. В случае обнаружения особых точек, из какого либо критерия статистических методов контроля качества, сформировать событие, в котором указывается время и соответствующее сообщение. В случае, если особые точки не обнаружены, вычисляется “возможность процесса”. Если полученное значение меньше 1 или 1,33, то выдается соответствующее сообщение, если же больше, то считается, что технологический процесс в норме.

5. Ошибки при приеме данных, связи и т.д.

Разработана база данных, для хранения измеренных параметров в течение полугода на основе приложения TrendWorX32 Configurator. База данных содержит следующие измеряемые параметры: диаметр жилы, диаметр кабельного изделия, эксцентриситет, емкость кабельного изделия, число пробоев, длина изготовленного кабельного изделия.

Эти же параметры используются для периодически создаваемого отчета, отображающего их значения в системе за смену.

Для обеспечения универсального механизма обмена данными между приборами контроля и SCADA системой Genesys используется Lectus Modbus OPC/DDE сервер (далее OPC сервер), предназначенный для получения данных из Modbus сети (от приборов контроля) и предоставления их OPC клиентам (SCADA системе Genesys). Описана настройка конфигурации OPC сервера.

В итоге была разработана система сбора и предоставления информации о качестве изготовления кабельного изделия, которая:

1. Адаптирована к условиям отечественного производства и не чувствительна к внешним дестабилизирующим факторам. Человеко-машинный интерфейс системы разработан специально для Российского рынка с учетом специфики и особенностей технологических процессов изготовления кабельных изделий. При этом используемый набор приборов контроля определения качества кабельных изделий не уступает по надежности и точности измерения своим зарубежным аналогам и соответствует по точности измеряемых параметров требованиям, предъявляемым государственными стандартами.

2. Использует надежный интерфейс связи персонального компьютера и приборов контроля на основе международной ISO модели. Имеет унифицированный протокол связи с реализованной в нем защитой от потерь данных.

3. Используя статистические методы на основе контрольных карт, выдает диагностические рекомендации по возможности развития, улучшения или повышения качества выпускаемой продукции в соответствии с международным стандартом ISO 9001:2000.

4. Имеет возможность вывода измеряемых параметров качества в реальном масштабе времени, с комплексной оценкой состояния технологи-

ческого процесса и с составлением отчета по всем измеряемым параметрам в течение смены.

5. Позволяет проанализировать изменение контролируемых параметров за любой промежуток времени.

6. Гораздо дешевле своих зарубежных аналогов.

В конце главы описаны новые варианты и возможности использования системы сбора и предоставления информации о качестве изготовления кабельного изделия.

В заключении представлены основные результаты работы, намечены перспективы дальнейшего развития.

В приложениях приведены материалы, позволяющие более полно оценить и представить результаты проделанной работы.

Основные результаты работы.

1. На основе изучения и анализа современных технологических процессов изготовления кабельных изделий по данным отечественной и зарубежной литературы, а так же непосредственно производственной сферы, установлены наиболее важные параметры, влияющие на качество кабельных изделий, обоснован выбор методов и приборов контроля данных параметров.

2. Разработана базовая структурная схема системы сбора и представления информации о качестве изготовления кабельного изделия.

3. Создана компьютеризированная система сбора данных приборов контроля, адаптированная к условиям российского производства с использованием RS-485 интерфейса на основе транспортного протокола ModBus и модели ISO/OSI.

4. Разработаны алгоритмы работы системы сбора и представления информации о качестве изготовления кабельного изделия:

- алгоритм опроса приборов контроля;
- алгоритм работы приборов контроля при обмене данными с персональным компьютером.

5. Создана виртуальная модель системы сбора и представления информации о качестве изготовления кабельного изделия, имитирующая технологический процесс, с возможностью измерения основных параметров качества и выдачей рекомендаций по их улучшению.

6. Создана система сбора и представления информации о качестве изготовления кабельного изделия, с использованием статистических методов контроля, на базе контрольных карт, позволяющая, на основе разработанных оригинальных алгоритмов, отслеживать заданный набор критериев и в случае их обнаружения, выдавать рекомендации по улучшению качества продукции.

7. Впервые разработана система сбора и представления информации о качестве изготовления кабельного изделия на базе SCADA системы Gene-sys, реализующая следующие функции:

- возможность динамического отслеживания измеряемых параметров качества путем их графического вывода на экран монитора как в реальном времени, так и из архивированных данных;
- вывод рекомендации по возможности развития, улучшения или повышения качества выпускаемой продукции в соответствии с международным стандартом ISO 9001:2000;
- задания параметров для работы системы;
- периодически создаваемый отчет, отображающий изменения, произошедшие за смену, с возможностью вывода на печать;
- организация базы данных, хранящей измеренные параметры качества кабельных изделий в течение полугода;
- отчет событий, регистрирующий все изменения в системе и выводящий рекомендации на основе статистических методов.

8. Результаты диссертационной работы внедрены на ООО “Скамирж” г. Дзержинск, ЗАО “Сибкабель” г. Томск и ООО “Эрмис+” г. Томск.

По результатам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Патент. 59634, МПК D07B7/14 (2006.01). Система контроля качества изготовления кабельного изделия / П.С. Глушук. – №2006125991/22; Заявлено 17.07.06; Опубликовано 27.12.06, Бюл. № 36. – 5 с.

2. Свендровский А.Р. Стенд “Размер-1” для контроля механических параметров пищевых оболочек / А.Р. Свендровский, Ю.Г. Гладышев, П.С. Глушук//Научно-технические проблемы приборостроения и машиностроения: Сборник трудов. - Томск, 28-29 сентября 2004. – С. 42 – 46.

3. Глушук П.С. Связь приборов технологического контроля с персональным компьютером/П.С. Глушук// Научно-технические проблемы приборостроения и машиностроения: Сборник трудов. – Томск, 28-29 сентября 2004. – С. 50 – 54.

4. Разработка виртуальной панели контроля качества производства кабельных изделий/П.С. Глушук, Е.И. Грамаков, А.Р. Свендровский//Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2001. – №3. – С. 63 – 66.

5. Контроль нарушений процесса производства кабельных изделий/Т.В. Александрова, П.С. Глушук, Е.И. Грамаков, А.Р. Свендровский//Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2002. – №9. – С. 59 – 62.

6. Глушук П.С. Система контроля качества производства кабельных изделий/П.С. Глушук//Известие ТПУ. – 2004. – №3. – С. 118 – 121.