

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

**КАФЕДРА “ИНФОРМАТИКА,
АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЯ”**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

выпускной квалификационной работы
на тему

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КУПАЖИРОВАНИЕ В ЛИКЕРОВОДОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Зав. кафедрой «ИА и У»:

Хасанов Ж.Х.

Руководитель выпускной
квалификационной работы

Хамидов Б.Т.

Выпускную квалификационную
работу выполнил:

Ибрагимов А.

ТАШКЕНТ – 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Введение	3
1.ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ВОДКИ	
1.1. Сырье и материалы для производства водки.....	6
1.2 Технологический процесс производства водки	8
1.3. Роль купажного отделения в процессе производства водки.....	11
2.РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ	
2.1. Задачи автоматизации.....	16
2.2. Описание функциональной схемы автоматизации(ФСА).....	17
2.3.Автоматизация непрерывного процесса купажа.....	21
2.5.Структура АСУТП.....	28
2.5. Структура системы управления.....	34
2.6. Выбор микропроцессорного контроллера и его проектная компоновка.....	38
3. РАСЧЕТ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ	
3.1.Задача и получения математической модели динамики теплообменника для синтеза системы автоматического регулирования.....	65
3.2. Синтез автоматической системы регулирования.....	71
4. ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ТЕХНИКО- ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАБОТЫ	
4.1.Охрана труда и окружающей среды.....	75
4.3.Оценка конкурентоспособности товара.....	98
4.4.Научная организация труда.....	103
Заключение	110
Список используемой литературы	111

ВВЕДЕНИЕ

Процесс купажа является одним из важнейших в ликероводочном производстве и заключается в получении однородной водно-спиртовой смеси с заданной крепостью - сортировки, а также – её последующей фильтрации (с целью удаления нежелательных примесей – альдегидов и т.п.) и подмешивании к этой смеси дополнительных ингредиентов. Физика процесса достаточно примитивна: по отдельным трубопроводам в отделение поступает питьевая вода и спирт-ректификат. Жидкости равномерно перемешиваются одним из общепринятых способов:

- в *купажных емкостях* при помощи механических мешалок или *барботирования* (т.е. пропускания через ёмкость пузырьков сжатого воздуха);
- посредством поточных смесителей, действующих по вихревому принципу.

Технологический процесс купажа может быть как прерывистым, так и непрерывным. В первом случае процесс смешения выполняется в одной, а чаще - сразу нескольких купажных емкостях, заполняемых необходимыми ингредиентами в соответствии с заданием. Перемешивание выполняется при помощи механических мешалок либо барботажа сжатым воздухом. После достижения сортировкой требуемых крепости и объёма процесс прекращается. В зависимости от разновидности получаемой продукции в бак выливаются вкусовые добавки (сахарный сироп, экстракты, ароматизаторы и т.п.), раствор дополнительно перемешивается и откачивается из ёмкости на окончательную очистку в угольных или иных фильтрах. После чего продукт направляется (самотёком или насосами) в приёмную продуктовую ёмкость. Второй, непрерывный способ, подразумевает смешение ингредиентов, подаваемых под высоким давлением и со строго выверенной скоростью в специальный потоковый смеситель. Как явствует из названия, процесс смешения происходит безостановочно, вплоть до полного выполнения производственного задания по требуемому продукту.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

Прерывистый процесс (далее - ПП) используется на большинстве ликёрово-водочных предприятий с классическим циклом производства и несложным технологическим оборудованием. Среди немногочисленных его достоинств следует отметить то, что:

- перемешивание может выполняться с произвольной скоростью в течение такого времени, какое потребно для практического достижения нужной однородности смеси;
- процесс не требует сложных мер по поддержанию в водной и спиртовой магистралях стабильной скорости потока;
- измерение плотности и температуры смеси, для последующего вычисления её крепости происходит не в режиме реального времени и при отказе АСУТП - может быть выполнено вручную.

В то-же время, непрерывный процесс (далее - НП), внедряемый в настоящее время на большинстве современных производств, обладает рядом гораздо более существенных преимуществ. В частности, НП:

- является гораздо более производительным и менее инерционным;
- позволяет объединить в единый технологический процесс купажирование и фильтрацию с обеспечением высокой стабильности потока жидкости через фильтры, что значительно улучшает качество фильтрации и снижает расход фильтров;
- не требует наличия значительных по площади производственных помещений с купажными емкостями;
- существенно менее пожароопасен, поскольку перекачка спиртосодержащих жидкостей полностью происходит в герметичных и заполненных доверху тсумопроводах;
- герметичность процесса позволяет снизить безвозвратные потери спирта;
- позволяет оперативно менять сортамент, затрачивая меньшее время на подготовку к новому производственному циклу;

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

- позволяет эксплуатировать запорное оборудование в щадящем режиме, без значительных ударных нагрузок.

Тем не менее, следует учитывать, что качественное смешение жидкостей в потоке, с точностью, необходимой для соответствия продукции действующим стандартам, является довольно трудоёмкой задачей автоматического управления. Ввиду этого неременным условием проектирования установок, использующих НП, является наличие:

- эффективных смесителей;
- точной контрольной-измерительной аппаратуры, как то: измерителей массового расхода, плотности, температуры жидкостей;
- малоинерционного запорного оборудования;
- современной быстродействующей системы автоматического управления.

Далее вкратце обрисованы 2 системы управления, спроектированные для автоматизации установок купажирования в чанах и при непрерывным способом.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ВОДКИ

1.1. Сырье и материалы для производства водки

Водка - крепкий спиртной напиток (38-45%; 50-56%), смесь ректифицированного этилового спирта и очищенной воды, обработанная активированным углем и профильтрованная.

Основным сырьем для водки на протяжении веков служила рожь (это самая характерная особенность водки вплоть до 70-х годов XIX века). На протяжении последних 100 лет гораздо большую роль в производстве водки стала играть пшеница, иногда картофель, свекла, черная патока. Однако лучшие сорта водки основываются на традиционном ржаном сырье (зерно, отсуми). В качестве добавок используется и другое зерновое сырье - овес, пшеница, ячмень, гречиха - в разных, но всегда небольших пропорциях.

Вода является важнейшим компонентом водки. Для водки годится вода, обладающая определенной мягкостью. Как правило, природная вода редко отвечает всем нормам и подвергается кондиционированию или исправлению. Схема кондиционирования воды включает ряд операций очистки в зависимости от качества исходной воды: отстой, фильтрацию через речной и кварцевый песок, специальную дополнительную аэрацию; но ни в коем случае не подвергается кипячению и дистилляции. Это важное отличие и огромное преимущество русской водки, сохранившееся и до сих пор. Степень очистки сырой воды такова, что она сохраняет хрустальную прозрачность, не имеет какого-либо запаха. Наиболее часто при подготовке воды возникает необходимость её умягчения. Для этого из воды удаляют ионы кальция и магния (пропускание воды через ионообменные смолы). Жесткая вода при смешивании со спиртом дает осадок, полученный в результате взаимодействия кальциевых и магниевых солей, что может служить местом для выявления фальсифицированных водок.

Солод важный компонент для приготовления сусла. Русский солод всегда был

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

и остается исключительно ржаным (даже для пшеничной и картофельной водок). На качество русской водки существенное влияние оказывает не только ее применение, но и ее получение, особые условия проращивания.

Первоначально в русском винокурении применялась ржаная закваска (как для выпечки хлеба), затем в XVIII в. повсеместно использовались пивные дрожжи, а в конце XIX в. - начале XX на спирт заводах выращиваются специальные культуры дрожжей. От их качества сильно зависит правильное созревание сусла.

Общая технологическая схема производства водки представлена на рис. 1.1.

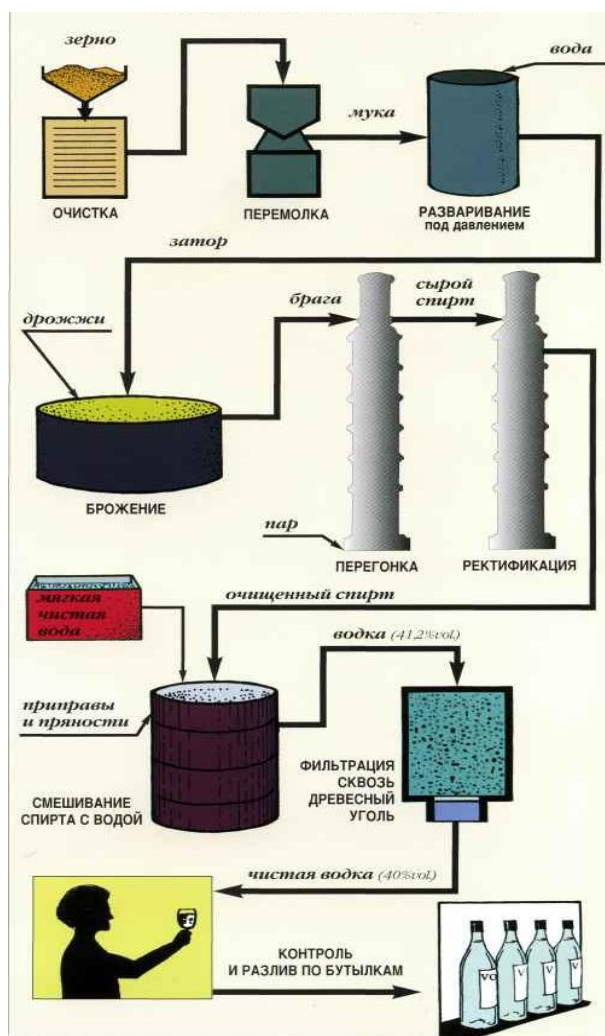


Рис. 1. Общая схема производства водки

Количество спирта в водке выражается обычно объемными или весовыми процентами, то есть в сотых долях объема или весовых частей. Например, 40% об (доли объема); 40° (доли весовых частей). Вследствие того, что на Западе сложилась традиция не учитывать факт контракции (сжатия) спирта и исчислять крепость алкогольных напитков исходя не из реальной оценки купажа, а на основе вносимых в купаж компонентов, наряду с русской системой определения крепости водки, продолжает сохраняться прежняя, привитая западноевропейскому потребителю система оценки. На обратной стороне этикетки допускается указывать индекс предприятия-изготовителя вместо наименования организации, в систему которой входит данное предприятие. Там же указывают номер бригады и даты розлива.

1.2 Технологический процесс производства водки

Узел подачи спирта;

Узел подачи воды;

Смесительно-дозировочный блок (СДБ);

Теплообменник (холодильник);

Блок обработки сортировок (блок фильтров);

Автоматизированная система управления;

Конструктивное исполнение смесительно-дозировочного блока, фильтров и узла подачи может несколько различаться в зависимости от потребностей и размеров помещения. СДБ и холодильник могут быть объединены на одной раме с фильтрами (как, например, в установке производительностью 1100-1200 дал/ч) или с узлом подачи, где показана установка производительностью 800-900 дал/ч). В зависимости от производительности установки также могут изменяться её геометрические размеры. Материал элементов конструкции СДБ - нержавеющая сталь AISI 304

Узлы подачи (спирта и воды) предназначены для создания давления указанных жидкостей на входе установки.

Технически - это центробежные насосы со всей необходимой арматурой,

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

оборудованные частотными регуляторами скорости вращения электродвигателей и измеряющими датчиками давления на выходе. В зависимости от условий монтажа, узлы подачи могут располагаться компактно, рядом со смесительно-дозировочным узлом (что предпочтительно), либо в помещениях спиртохранилища и водной фильтрационной установки.

Смесительно-дозировочный блок предназначен для смешения спирта и воды в необходимых пропорциях. Он включает в себя:

Отсечные клапаны. Они монтируются в качестве дополнительной защиты от обратного тока жидкости и при необходимости перекрывают магистрали, когда установка не функционирует;

Два расходомера, установленные на спиртовой и водной магистралях. Причём на ветке со спиртом устанавливается массовый Кориолисов расходомер, а на воде - либо такой же, либо объёмный электромагнитный (опционально, для небольших бюджетных установок). В том случае, когда используется электромагнитный прибор, дополнительно устанавливается датчик температуры воды;

Регулирующие клапаны с электрическими позиционерами, предназначенные для точного регулирования расходов спирта и воды;

Смесительная ультразвуковая головка с обратными клапанами. В зависимости от производительности установки, её конструкция может быть разной. Установлен ультразвуковой смеситель с соплом Laval. Холодильник понижает температуру спиртоводной смеси до оптимальной для фильтрации. Он представляет собой противоточный кожухотрубный теплообменник.

В качестве хладагента используется скважная вода либо специальный хладагент - в зависимости от физических условий и потребностей заказчика. Для автоматического регулирования температуры охладительная магистраль снабжена регулирующим клапаном с электрическим позиционером. В спиртоводном потоке, на выходе холодильника, смонтирован датчик температуры. При значительных

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

колебаниях температуры хладагента (по желанию заказчика) охладительная магистраль может быть оборудована дополнительным контрольным датчиком температуры. Теплообменник и клапан оборудованы байпасами с ручными регулируемыми кранами - они предназначены для облегчения проведения ремонтных работ без остановки тока хладагента, а также для расширения динамического температурного диапазона (хотя использование ручных кранов с этой целью и является аварийным режимом).

Блок обработки сортировок состоит из линейки параллельно включённых фильтродержателей, с установленными в них картриджами типа "Серебряная фильтрация". В состав блока входят:

Фильтр (угольная миниколонна) на патронных элементах, марки ЭПСФ-У АГ 0,4-А-1000П, установленная до смешения;

Фильтр тонкой очистки на патронных элементах, марки ЭФМ-1К-1000 с рейтингом фильтрации 1 мкм;

Количество кассетодержателей определяется производительностью установки. Так, для установки мощностью в 1000 - 1200 дал/ч, их скорее всего будет 3 штуки. Последовательно с ними, на выходе имеется дополнительный песочный фильтр (в аналогичном кассетном конструктиве), который предотвращает попадание в сортировку частиц из угольных картриджей. Для контроля магистралей в процессе пусконаладочных работ и при возможных авариях - на входах и выходах всех узлов установлены стрелочные манометры. С целью облегчения ремонтных и регламентных работ, в разрывах всех магистралей установлены ручные краны, а воздухоотделители и фильтры оборудованы патсумками для слива жидкостей.

АСУ содержит вычислительную систему, которая реализует необходимые алгоритмы управления, источники питания, вторичные приборы и местную графическую консоль оператора, при помощи которой осуществляется контроль за работой установки. АСУ состоит из нескольких конструктивных единиц:

Основного шкафа управления. Устанавливается в некатегоричном

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

операторском помещении, которое может быть удалено от технологического помещения на несколько десятков метров.

Шкафа инверторов. Помимо основного шкафа управления, в операторском помещении или где-то поблизости монтируется шкаф с инверторами узлов подачи. Оборудования для управления автоматикой воздухоотделителей и фильтров.

В настоящее время в качестве такой автоматики используются блоки преобразователей. К этим блокам подключаются ёмкостные датчики предельного уровня и электромеханические отсечные клапаны.

Помимо базового комплекта узлов, заказчик может самостоятельно определить набор сырьевых и продуктовых ёмкостей с набором гидравлической арматуры. В этом случае система управления установкой будет поддерживать дистанционное или автоматическое переключение указанных ёмкостей в соответствии с заданием и по мере их опустошения или заполнения.

1.3. Роль купажного отделения в процессе производства водки

Несомненно, купаж в производстве водки играет очень большую роль. Именно в процессе купаживания происходит смешение спирта и воды. Качество и органолептические свойства водки прямо пропорционально зависят от крепости. Автоматизированное смешение позволяет смешивать с минимальной погрешностью, поддерживать заданную температуру водки, производить фильтрацию, причем непрерывно. Как такового, купажного отделения на предприятии не существует, установка смонтирована в ректификационном цехе в помещении со спиртовыми емкостями и занимает не более 2 м². Через специальные мерники спирт отпускается в приемные емкости водочного производства объемом по 1000 дал каждая, после чего подается в автоматическую установку смешивания. Сюда же подводится осмотическая вода из отделения водоподготовки. Установка оборудована измерителями массового расхода, которые, как и в установке прерывистого действия, измеряют температуру жидкости, ее плотность, а следовательно - крепость.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Смешивание в установке происходит под давлением порядка 7 атмосфер. С помощью специальных профилей, размещенных в поточном смесителе под определенным углом в тсуме, создаются турбулентные завихрения, за счет которых вода и спирт в нужных пропорциях перемешиваются быстро и эффективно. Помимо упомянутой выше установки мировая промышленность производит ряд аналогичных по назначению устройств. Тем не менее, необходимость разработки оригинальной купажной установки была вызвана следующими причинами :

- чрезмерно высокой для небольших производств ценой импортных установок, что, по мнению разработчиков, особенно важно в российских условиях;
- желанием создать в едином конструктиве функционально завершенный комплекс, включающий собственно купажную установку, оригинальное компактное фильтрующее устройство, механизм дозирования добавок и систему управления;
- стремлением получить высокие органолептические показатели за счет оригинального гомогенного смесителя, новых способов фильтрации и обработки сортировок; при этом упомянутый комплекс должен поставляться заказчику как конечный продукт, который может быть установлен и приведен в рабочее состояние в кратчайшие сроки при минимуме монтажных и пусконаладочных работ.

Следует выделить ряд важных проблем, с которыми могут столкнуться технологи и разработчики систем управления технологическим процессом купаживания:

- прецизионный и быстрый расчет реальной крепости спирта на основании показаний массового расходомера о его плотности и температуре;
- важность минимизации суммарной ошибки и времени переходного процесса при регулировании потоков спирта и воды на основании вычисленной крепости спирта, что играет особенно существенную роль при больших скоростях потоков;
- пересчет объемных расходов водно-спиртовой смеси, которые, как известно, уменьшаются по сравнению с суммарными расходами воды и спирта;
- необходимость минимизации объемов жидкостей, требуемых для заполнения

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист 12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

мерного тракта и возможность прогнозирования нестабильности потоков для уменьшения ошибок дозирования при небольших объемах задания.

Разработанная технология позволяет регулировать производительность установки в достаточно широких пределах при полном контроле характеристик потока. Такая установка позволяет производить собственно приготовление сортировки, обработку сортировки активированным углем, фильтрацию, введение ингредиентов и электромагнитную обработку водки. При этом технология позволяет осуществлять сквозной контроль и регулирование крепости сортировки, скорости фильтрации, температуры на входе в фильтр. Таким образом, установка является не просто установкой смещения сортировки, а комплексной технологической линией производства водки. При этом она имеет модульный принцип построения, малые габариты и стоимость.

Гибкость производства водки по технологии позволяет подобрать состав установки исходя из конкретных требований заказчика. Каждый этап производства водки по данной технологии имеет существенные особенности и нововведения. Первый модуль предназначен для приготовления сортировки заданной крепости. В качестве собственно смесителя применен оригинальный инжекторный аппарат. Особенностью данного аппарата является чрезвычайно высокая скорость истечения рабочей среды из сопла, что позволяет получить однородную смесь двух и более жидкостей, поскольку, как известно, степень гомогенизации для данного типа смесителей зависит от квадрата скорости рабочей жидкости.

Подученная на данном “гомогенизаторе” водка обладает исключительными органолептическими свойствами, которые невозможно получить на других, в том числе и на потоковых вихревых смесителях, как невозможно получить майонез простым перемешиванием. Следующим технологическим процессом в получении водки является обработка сортировки активированным углем и фильтрация. В настоящее время на большинстве ликероводочных заводов (ЛВЗ) используется динамический способ обработки сортировок, заключающийся в пропускании

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

сортировок через колонну, заполненную толстым неподвижным слоем зернистого активированного угля.

Данный способ имеет ряд известных недостатков:

- невысокая скорость обработки сортировки - 30-60 дал/час со снижением по мере приближения регенерации;
- большой расход угля;
- неравномерность обработки из-за высокой вероятности “каналообразования” и самосортировки угля;
- высокий механический износ (истирание) угля.

Но самой главной и трудно решаемой проблемой является накопление альдегидов и брак при остановке работы колонны. Снижение же скорости подачи до 2-3 дал/ч, используемое при перерывах в работе, решает проблему лишь частично.

Другой способ - обработка сортировки во взвешенном слое активного угля на установке типа “Полтавчанка” добавляет новые проблемы - чрезвычайно большое механическое истирание угля. Как следствие - повышенные затраты на контрольную финишную фильтрацию, необходимость длительного отстаивания водки. Поэтому была применена новая технология обработки сортировок современными активированными углями с нанесенными на их поверхность слоя коллоидно-диспергированного серебра. Изготовленная нами фильтровальная установка представляет собой фильтродержатель на 24 элемента высотой 1000 мм.

Таким образом, установка позволяет на данном этапе контролировать скорость и температуру потока при обработке сортировки. Установка может включать модуль ингредиентов для автоматического дозирования предусмотренных рецептурой водки добавок: сахарного или медового сиропа, углеводных модулей и т.д. При этом при проектировании установки заказчик может задать количество необходимых ингредиентов и место их введения: до фильтрации или после. На большинстве предприятий с низким уровнем автоматизации отфильтрованную водно-спиртовую смесь перекачивают в емкость для готовой водки и уже там вводят дополнительные

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

ингредиенты. После перемешивания всех компонентов получают готовый продукт.

Однако при проведении заключительных анализов может оказаться, что крепость водки не соответствует заданной величине - по причине ее изменения за счет этих добавок. В таком случае, водка разбавляется водой или докрепляется спиртом. Такая методика не является наилучшим выходом из положения, поскольку внесение в водку даже небольшого количества воды либо спирта, не прошедших обработку активными углями вместе с сортировкой, вызывает увеличение количества вредных примесей и ухудшение вкусовых качеств. Описанных проблем не возникает в том лишь случае, если АСУ КО интегрирована с автоматизированной системой введения добавок.

В этом случае установка оборудуется специальным инъекционным устройством с рядом входов для различных ингредиентов и средствами их дозирования. Ингредиенты в зависимости от применяемой технологии дозируются в этот дополнительный инжектор или в спиртовой тракт (как применяется в дипломном проекте) до основного инжектора, или в оба места сразу. Необходимые компоненты подготавливаются заранее и заливаются в накопительные емкости. Подающий тракт каждого ингредиента содержит расходомер и дозирующий клапан.

В процессе отработки производственного задания система в определенный момент открывает клапан компонента № 1, и добавка вводится в продукт, затем через установку снова пускается чистая водно-спиртовая смесь, которая, перемешиваясь с ингредиентом, попадает в приемную емкость. Далее открывается дозатор следующего ингредиента, и процесс повторяется столько раз, сколько необходимо по рецептуре. После того, как процесс дозирования полностью закончен, вновь включается подача только водно-спиртовой смеси в постоянном режиме, система корректирует общую крепость с учетом введенных добавок, и далее производственное задание отрабатывается до конца.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

2. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

2.1. Задачи автоматизации

Изучение технологического процесса купажа в купажном отделении на АО «Ўзбекистон шампани» позволяет поставить следующие основные задачи автоматизации:

Измерение:

- уровня продукта, находящегося в НЕ, а также исходя из этих данных индексация процента заполнения каждой НЕ;

- плотности спирта;

- активной кислотности воды и водки;

- плотности добавок;

- вязкости добавок;

- давления в смесителе и на магистрали подачи холодной воды.

Регулирование и стабилизация:

- температуры на выходе из теплообменника за счет подачи холодной воды через регулирующие клапаны с позиционером;

- крепости водно-спиртовой смеси за счет расхода воды и спирта через регулирующие клапаны с позиционером, установленные на водных и спиртовых магистралях;

- подачи добавок, за счет расхода через регулирующие клапаны с позиционером.

Программно-логическое управление:

- электродвигателями насосов, отвечающими за наполнение, опорожнение и отбор спирта и воды из накопительных емкостей (местное и дистанционное);

- электроклапанами и другими исполнительными механизмами.

Сигнализация и блокировка:

- достижения предельного технологического уровня в НЕ

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

- (местное и дистанционное);
- предельного значения температуры в теплообменнике;
- давления до и после фильтрации водной и спиртовой магистрали, а также водно-спиртовой смеси;
- наличия жидкости в магистралях;
- отказов электроприводов, датчиков технологических параметров (датчик тока).

Регистрация и хранение информации:

- запись на жесткий диск сервера временных трендов технологических параметров, состояние приводов, аварий, а также формирование данных об отклонениях в процессе брожения.

Передача информации по линиям связи:

- интегрирование в локальную сеть предприятия и корпоративную информационную систему.

2.2. Описание функциональной схемы автоматизации(ФСА)

В настоящее время, прерывистый купажный процесс используется в АО «Узбекистон шампани» в Ташкенте. В купажном отделении (КО) спеццеха установлены 7 купажных емкостей, которые охвачены АСУ купажного отделения (АСУ КО). На рис. 1. представлена типовая схема установки прерывистого купажа.

ФСА, представленная на рис.1, является упрощенным изображением технологической схемы участка автоматизации (купажного отделения).

Каждый чан имеет ёмкость около 1500 дал. К верхним крышкам подведены тсумопроводы для подачи воды, спирта-ректификата и сжатого воздуха. Спирт поступает самотёком из дозирующей ёмкости, которая заполняется каждый раз в соответствии с производственным заданием - из емкостей для промежуточного хранения. Откачка смеси из купажных емкостей производится через их нижнюю часть при помощи насосов.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист 17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

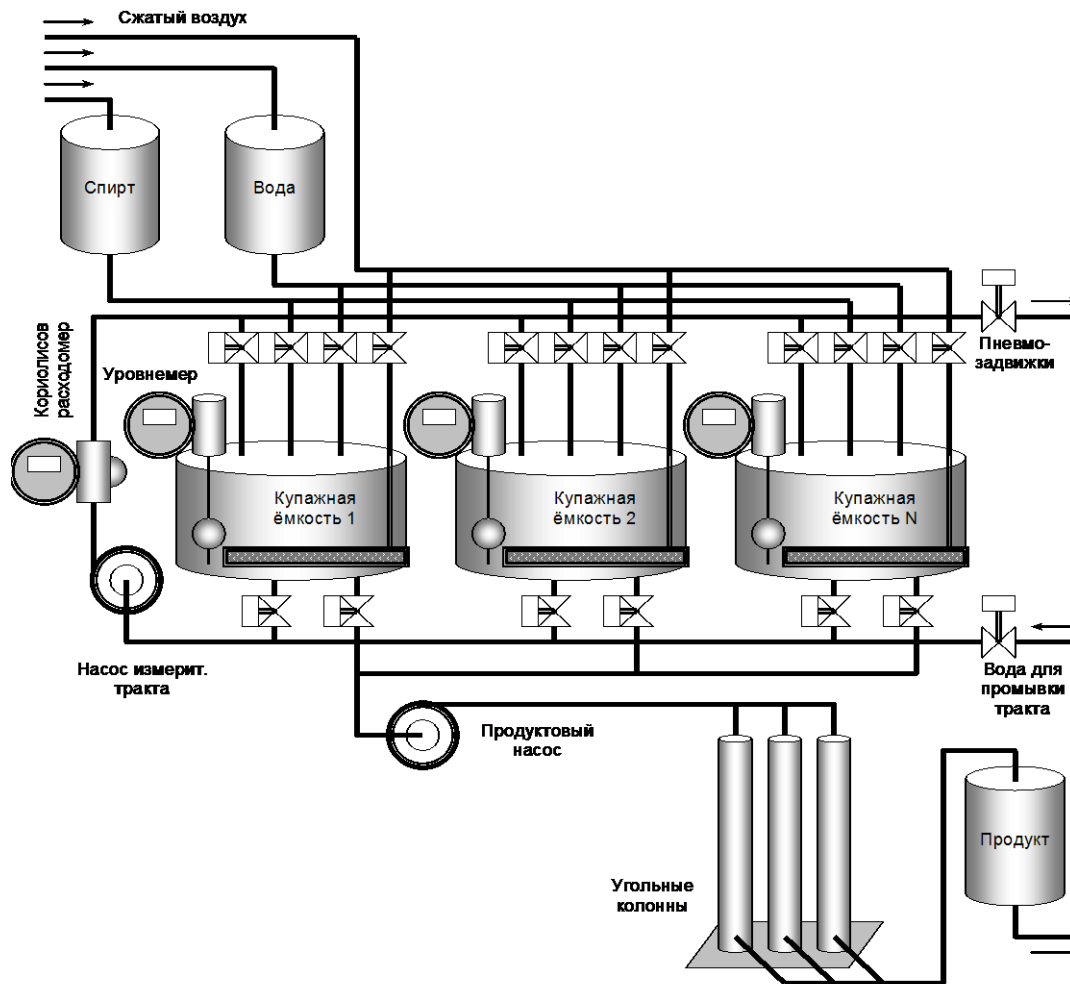


Рис.1. Обобщённая схема технологической установки купажирования

До внедрения описываемой АСУ процесс купажа выполнялся вручную. Эта процедура выглядит следующим образом: После получения задания и заполнения дозирующей ёмкости необходимым количеством спирта, оператор полностью открывает спиртовую задвижку и выполняет операцию **гумого намешивания**, полностью сливая спирт в требуемую ёмкость. Для сокращения времени заливки и при наличии у оператора должного навыка работы, одновременно со спиртовой задвижкой открывается водная, с таким расчётом, чтобы гарантированно не допустить снижения крепости смеси сверх допустимого. Поскольку спирт стекает в ёмкость «самотёком», то его напор уменьшается по экспоненте, а давление воды

сохраняется приблизительно постоянным, однако его точное значение заранее не известно. Таким образом, при отсутствии на тсумопроводах расходомерных приборов, оценка количества вылитой воды (а следовательно - прогнозируемой крепости) может быть определена лишь в конце выливки – по общему объёму жидкости в баке, либо при помощи приблизительного прогноза на основании предыдущих заданий. На следующем этапе происходит постепенное приведение крепости смеси в соответствие с заданием опытным путём последовательных измерений плотности и последующей доливки нужного количества воды. Этот этап называется **точной доводкой**. Перед каждым измерением оператор производит барботирование смеси путём открытия задвижки магистрали сжатого воздуха (ЗБ). Когда смесь становится достаточно однородной, оператор прекращает подачу воздуха и производит отбор пробы.

Плотность смеси является сложной функцией её крепости и температуры:

$$\rho = F(\text{vol}\%, T^{\circ}\text{C}) \quad (2.1)$$

Для измерения крепости оператор измеряет плотность пробы ареометром, одновременно фиксируя температуру и вычисляя скорректированное значение крепости по номограммам или таблицам. У опытного сотрудника процесс взятия пробы и выполнения всех измерений занимает 2-3 минуты. Далее, производится приблизительная оценка необходимого объёма воды и её долив. После чего цикл повторяется. На начальном этапе доводки время барботирования выбирается с таким расчётом, чтобы достичь гомогенности раствора, достаточной для получения точности замера в 4-5%. Ход долива контролируется по мернику. Конечный этап подразумевает получение точности замеров в 0.1%, а доливаемые объёмы составляют единицы декалитров. Такие объёмы уже не могут быть отслежены при помощи механического мерника, поэтому расход контролируется «на глазок», по времени открытия задвижки водяной магистрали - на последней итерации – 3-4 секунды. В аварийных ситуациях (при переливах воды) допускается добавление

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

спирта. Однако такие случаи не приветствуются и приводят к остановкам в работе и сбоям механизмов спиртового учёта.

Квалифицированный оператор купажа может выполнить замеры и оценить требуемые объёмы достаточно точно, однако даже у него процесс доводки занимает 5-6 итераций, что приблизительно равно 20-30 минутам. Как мы видим, при отсутствии автоматизации процесс выглядит весьма архаично и подвержен многим субъективным факторам. Причём, одновременная работы единственного человека с 2мя емкостями практически невозможна, или по крайней мере вероятность ошибок возрастает многократно. Вышесказанное обусловило необходимость внедрения на АСУ купажного отделения (АСУ КО).

Основными отличительными особенностями данной АСУ КО являются:

- методика увеличения точности расходомеров с использованием 2-мерной интерполяции по таблицам Менделеева;
- оригинальные конструкция и алгоритм управления системой промывки мерного тракта;
- алгоритмы оптимизации времени заполнения емкостей за счёт применения адаптивного алгоритма подачи жидкостей и барботирования;
- безударный способ отключения подачи жидкости при значительных скоростях потока.

АСУ КО имеет 4-уровневую архитектуру и состоит:

1. Контрольно-измерительных приборов купажных емкостей, системы измерения плотности, а также автоматики управления подачей жидкостей;
2. Вычислительных средств нижнего уровня - программируемых контроллеров, реализующих алгоритмы управления процессами налива, измерения плотности, а также осуществляющих сбор и передачу данных на верхний уровень;
3. Автоматизированного рабочего места (АРМ) технолога купажного отделения;
4. Средств диспетчерского контроля.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

2.3. Автоматизация непрерывного процесса купажа

Как уже было сказано выше, в условиях современного уровня автоматизации, купажирование в ёмкостях является малоэффективным. При наличии малейших возможностей, предприятия стараются как можно шире использовать непрерывную технологию, как более эффективную экономически. Примером успешного использования установки непрерывного купажа может служить сравнительно недавно созданное ликёро-водочное производство Новомосковского спиртового завода (водка «Русский Рецепт и Ко»).

На указанном предприятии для этих целей применяется технологическая установка производства немецкой фирмы Dissel (см. рис. 2). Как такового, купажного отделения на предприятии не существует, установка смонтирована в ректификационном цехе, в помещении со спиртовыми емкостями и занимает не более 2 кв.м. Через специальные мерники спирт отпускается в приемные емкости водочного производства объемом по 1000 д. л. каждая, после чего подается в автоматическую установку смешивания. Сюда же подводится осмотическая вода из отделения водоподготовки. Установка оборудована измерителями массового расхода, которые, как и в установке прерывистого действия измеряют температуру жидкости, ее плотность, а следовательно – крепость. Смешивание в установке происходит под давлением порядка семи атмосфер. С помощью специальных профилей, размещенных в поточном смесителе под определенным углом в тсуме, создаются турбулентные завихрения, за счет которых вода и спирт в нужных пропорциях перемешиваются быстро и эффективно.

Помимо упомянутой выше установки Dissel, мировая промышленность производит ряд аналогичных по назначению устройств. Тем не менее, необходимость разработки оригинальной купажной установки была вызвана следующими причинами:

- Чрезмерно высокой для небольших производств ценой импортных установок, что по мнению разработчиков, особенно значимо в российских условиях.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист 21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Желанием создать в едином конструктиве функционально завершённый комплекс, включающий в себя собственно купажную установку, оригинальное компактное фильтрующее устройство, механизм дозирования добавок и систему управления

- Стремлением достичь высоких органо-лептических показателей за счет оригинального гомогенного смесителя, новых способов фильтрации и обработки сортировок

- При этом, упомянутый комплекс должен поставляться заказчику как конечный продукт, который может быть установлен и приведён в рабочее состояние в кратчайшие сроки при минимуме монтажных и пуско-наладочных работ.

Следует выделить ряд значимых проблем, с которыми сталкиваются технологи и разработчики систем управления технологическим процессом купаживания:

1. прецизионный и быстрый расчёт реальной крепости спирта на основании показаний массового расходомера о его плотности и температуре;

2. важность минимизация суммарной ошибки и времени переходного процесса при регулровании потоков спирта и воды на основании вычисленной крепости спирта – что играет особенно значительную роль при больших скоростях потоков;

3. пересчёт объёмных расходов водно-спиртовой смеси, которые как известно, уменьшаются по сравнению с суммарными расходами воды и спирта

4. необходимость минимизации объёмов жидкостей, требуемых для заполнения мерного тракта и возможность прогнозирования нестабильности потоков с целью уменьшения ошибок дозирования при небольших объёмах задания.

На рис. 2. представлена обобщённая схема вновь спроектированной установки непрерывного действия.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист 22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

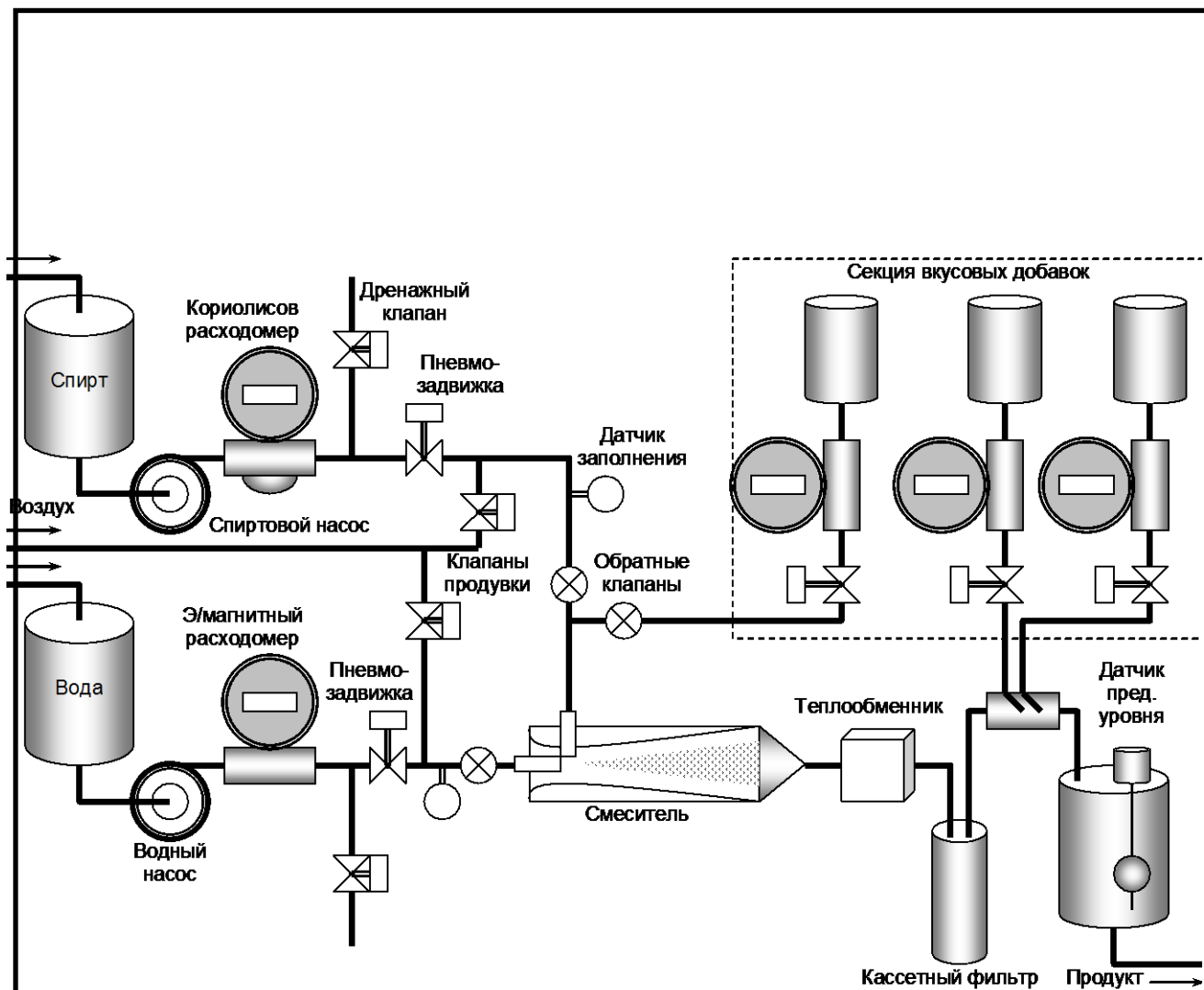


Рис.2. Обобщённая схема технологической установки

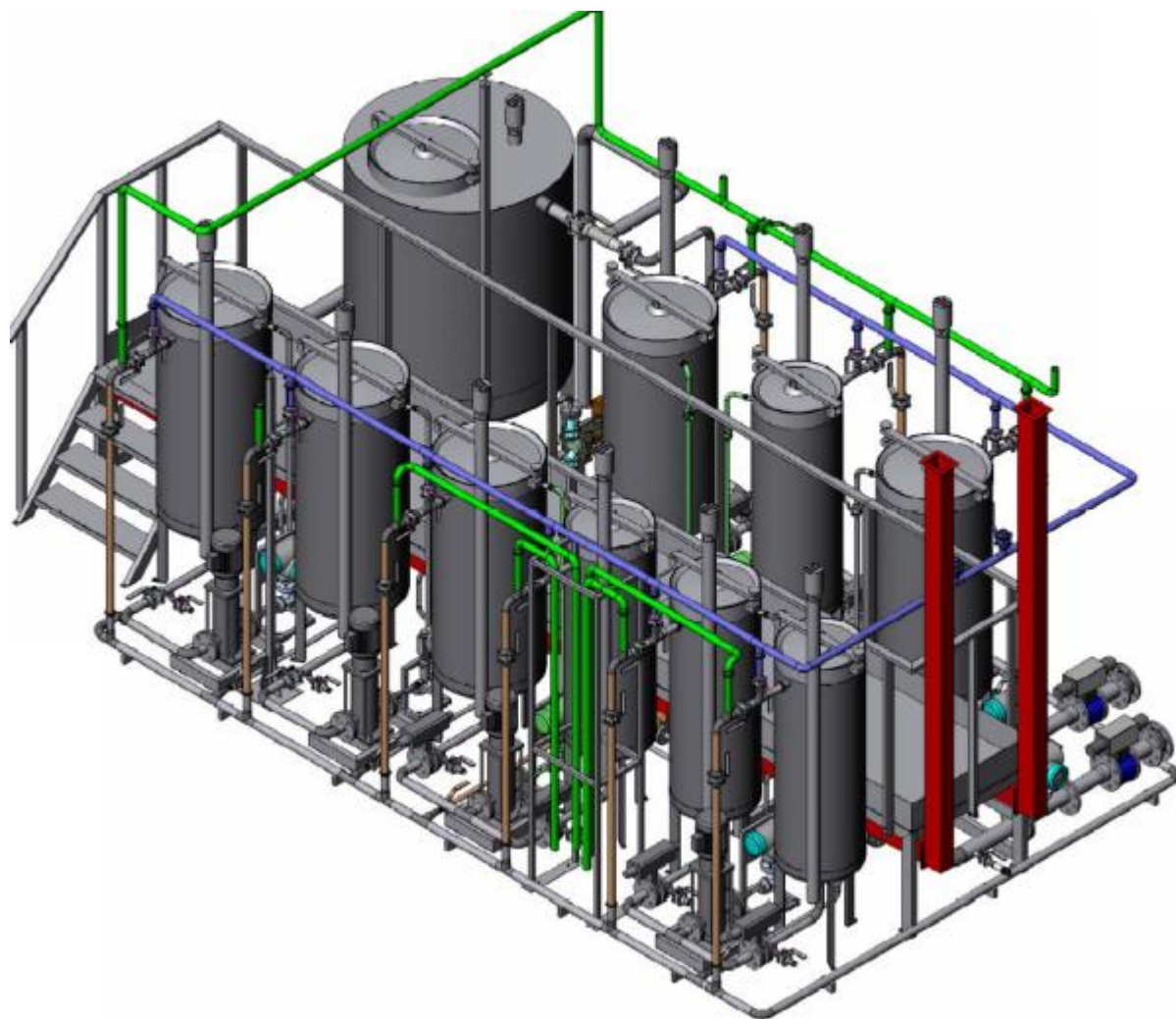


Рис.3. Внешний вид дозирующего модуля установки

Разработанная технология позволяет регулировать производительность установки, в достаточно широких пределах, при полном контроле характеристик потока. Данная установка позволяет производить собственно приготовление сортировки, обработку сортировки активированным углем, фильтрацию, введение ингредиентов и электромагнитную обработку водки. При этом технология позволяет осуществлять сквозной контроль и регулирование крепости сортировки, скорости фильтрации, температуры на входе в фильтр.

Таким образом, разработанная технология является не просто установкой смещения сортировки, а комплексной технологической линией производства водки. При этом она имеет модульный принцип построения, малые габариты и стоимость. Гибкость производства водки по технологии позволяет подобрать состав установки

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист 24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

исходя из конкретных требований заказчика. Каждый этап производства водки по данной технологии имеет существенные особенности и нововведения.

Первый модуль предназначен для приготовления сортировки заданной крепости. В качестве собственно смесителя применен оригинальный инжекторный аппарат. Особенностью данного аппарата является чрезвычайно высокая скорость истекания рабочей среды из сопла, что позволяет получить гомогенную смесь двух и более жидкостей, поскольку, как известно степень гомогенизации для данного типа смесителей зависит от квадрата скорости рабочей жидкости. Подученная на данном "гомогенизаторе" водка обладает исключительными органо-лептическими свойствами, которые невозможно получить на других, в том числе и на потоковых вихревых смесителях, как невозможно получить майонез простым перемешиванием.

Следующим технологическим процессом в получении водки является обработка сортировки активированным углем и фильтрация. В настоящее время на большинстве ЛВЗ используется динамический способ обработки сортировок, заключающийся в пропускании сортировок через колонну, заполненную толстым неподвижным слоем зернистого активного угля.

Данный способ имеет ряд известных недостатков:

- невысокая скорость обработки сортировки - 30-60 дал/час со снижением по мере приближения регенерации;
- большой расход угля;
- неравномерность обработки из-за высокой вероятности "каналообразования" и самосортировки угля;
- высокий механический износ (истирание) угля.

Но самой главной и трудно решаемой проблемой является накопление альдегидов и брак при остановке работы колонны. Снижение же скорости подачи до 2-3 дал/час, используемое при перерывах в работе решает проблему лишь частично.

Ввиду того, что указанные фильтры обладают весьма незначительными габаритами, просты в обслуживании и неприхотливы (в сравнении с угольными

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

колоннами) модуль обработки сортировки получился компактным и легко комплектуется в моноблок с модулем смещения. Кроме блока обработки сортировки активированным углем модуль может содержать теплообменник для поддержания оптимальной температуры фильтрации и блок электромагнитной обработки сортировки, улучшающей органо-лептические показатели. Таким образом разработанная технология позволяет на данном этапе контролировать скорость и температуру потока при обработки сортировки.

Установка может включать модуль ингредиентов для автоматического дозирования предусмотренных рецептурой водки добавок: сахарного или медового сиропа, углеводов модулей и т.д. При этом при проектировании установки заказчик может задать количество необходимых ингредиентов и место их введения: до фильтрации или после. На большинстве предприятий с низким уровнем автоматизации отфильтрованную водно-спиртовую смесь перекачивают в емкость для готовой водки и уже там вводят дополнительные ингредиенты. После перемешивания всех компонентов получают готовый продукт. Однако, при проведении заключительных анализов может оказаться, что крепость водки не соответствует заданной величине – по причине её изменения за счёт этих добавок. В таком случае, водка разбавляется водой или докрепляется спиртом. Такая методика не является наилучшим выходом из положения, поскольку внесение в водку даже небольшого количества воды либо спирта, не прошедшей обработку активными углями вместе с сортировкой, вызывает увеличение количества вредных примесей и ухудшение вкусовых качеств.

Описанных проблем не возникает в том лишь случае, если АСУ купажного отделения интегрирована с автоматизированной системой введения добавок. В этом случае установка оборудуется специальным инжекционным устройством с рядом входов для различных ингредиентов и средствами их дозирования. Ингредиенты в зависимости от применяемой технологии дозируются в этот дополнительный инжектор, или в спиртовой тракт до основного инжектора, или в оба места сразу.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Необходимые компоненты подготавливаются заранее и заливаются в накопительные емкости. Подающий тракт каждого ингредиента содержит расходомер и дозирующий клапан. В процессе обработки производственного задания система в определенный момент открывает клапан компонента №1 и добавка через инжектор вводится в продукт. Затем, через установку снова пускается чистая водно-спиртовая смесь, которая перемешиваясь с ингредиентом, попадает в приемную емкость. Далее открывается дозатор следующего ингредиента и процесс повторяется столько раз, сколько необходимо по рецептуре. После того, как процесс дозирования полностью закончен, вновь включается подача только водно-спиртовой смеси в постоянном режиме, система корректирует общую крепость с учетом введенных добавок, и далее производственное задание обрабатывается до конца. При этом алгоритм управления подачей воды и спирта в смеситель постоянно учитывает количество вводимых добавок и поддерживает крепость смеси несколько выше необходимой.

Технологическим оборудованием, обозначенным на ФСА, является:

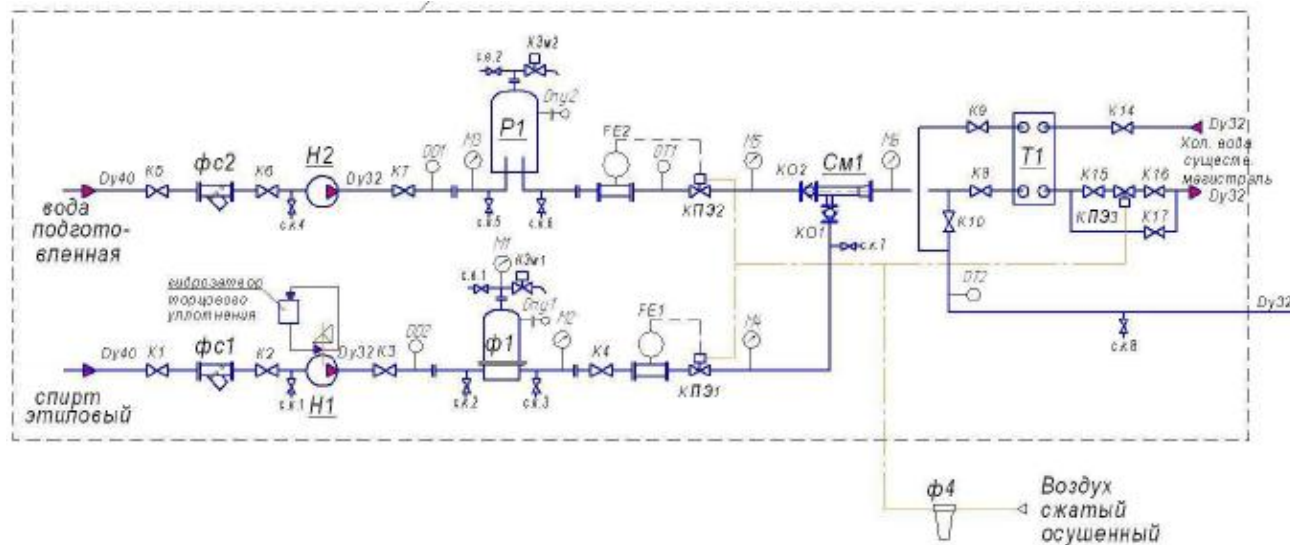


Рис.2.3. Функциональная схема автоматизации технологического процесса

ФС – грязевые фильтры
 Н1, Н2 – спиртовой и водный подающие насосы
 Р1 – водный воздухоотводчик
 F1 – входной спиртовой фильтр
 FE1 – спиртовой кориолисовый расходомер
 FE2 – водный электромагнитный расходомер
 кПЭ1, кПЭ2 – спиртовой и водный регулирующие клапаны
 См1 – смешительная головка
 Т1 – теплообменник
 кПЭ3 – регулирующий клапан хладагента
 Ф2 – серебряно-угольный фильтр
 Ф3 – выходной фильтр

2.4. Техническая реализация

Конструктивно, установка выполнена в виде единой технологической линии состоящей из функционально завершённых модулей.

1. Купажный модуль состоит из собственно инжекторного "гомогенного" смесителя и 2х подающих магистралей – спиртовой и водной, каждая из которых включает в свою очередь:

- ✓ центробежный нагнетательный насос, предназначенный для создания постоянного и высокого давления жидкости на входе системы в спиртовой и водной магистралах;
- ✓ частотного преобразователя или инвертора управляющего производительностью насоса, гсумо регулирующий скорость потока;
- ✓ расходомер – массовый для спиртовой магистрали и объёмный – для водной;
- ✓ систему дренирования для быстрого заполнения мерного тракта

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

✓ запорное оборудование - регулирующий шаровый клапан с V-образным вырезом, укомплектованный пневмоприводом и электропневмопозиционером, точно регулирующий скорость потока

✓ обратные клапаны, предназначенных для исключения противотока жидкости в системе из-за разности давлений в магистралях.

2. Модуль обработки сортировки в свою очередь может включать:

✓ Пластинчатый теплообменник со всей необходимой измерительной и регулирующей аппаратурой для поддержания стабильной температуры;

✓ Фильтродержателя для 24 патронных элементов типа "Серебряная фильтрация";

✓ Блока электромагнитной обработки сортировки

✓ Теплообменник и блок электромагнитной обработки являются опциональными элементами.

3. Опциональный модуль ингредиентов состоит из:

✓ расходных емкостей;

✓ измерителей объёмного расхода;

✓ сопряжённых с ними дозирующих клапанов;

✓ инжектора с набором форсунок;

4. Шкаф электротехнического силового оборудования;

5. Шкаф системы управления с местным операторским пультом управления

6. Рабочего места оператора технологической установки

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

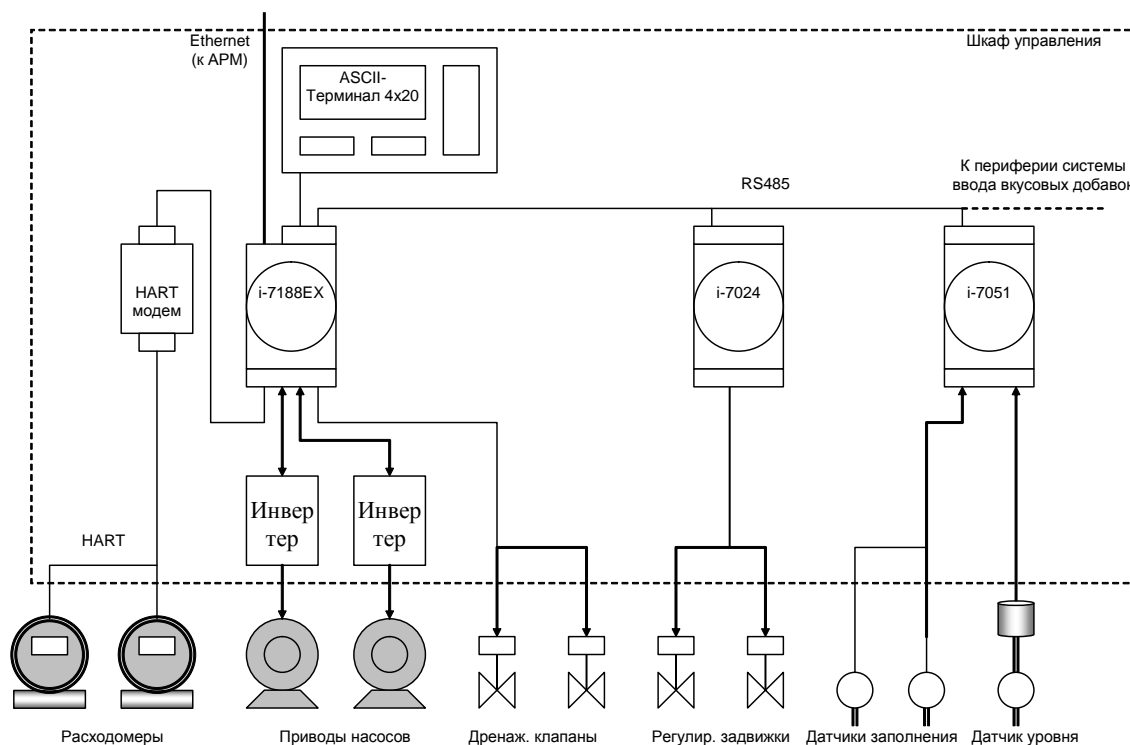


Рис. 2.4. Структурная схема АСУ

Базовый вариант установки оснащен автоматизированной системой управления, которая может функционировать как автономно, под контролем местного оператора, так и быть подключена к заводской информационной системе. В базовой комплектации, автоматизированная система управления (АСУ, см. рис. 2.4) охватывает следующее низовое оборудование:

1. 2х автономных системы мягкого пуска и управления производительностью насосных приводов на базе инверторов со встроенным ПИ регулятором ;
2. Кориолисов измеритель массового расхода (контролирует собственно - расход, плотность, температуру и выполняет учёт количества) спирта на входе установки;
3. Электромагнитный измеритель объёмного расхода воды на входе установки;
4. 2 пропорциональных пневмо-электрических позиционера на спиртовой и водной линиях;
5. 2 дренажных клапана (типа «открыт-закрыт») – там-же;
6. 2 датчика заполнения водной и спиртовой магистралей;

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист 30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

7. Датчик уровня продуктовой ёмкости.

Архитектура АСУ – 3 хуровневая. Уровень КИПиА представлен инверторной автоматикой приводов насосов, пневмоэлектрическими позиционерами, и расходомерами. Уровень локального управления выполнен на базе i86-совместимого ПЛК I-7188EX и набора модулей ввода вывода серии I-7000. В качестве полевых шин нижнего уровня используются физические интерфейсы HART (для подключения расходомеров) и RS485, объединяющий модули ввода-вывода.

Местный интерфейс оператора установки выполнен в виде 4-строчного цифро-символьного дисплея с набором функциональных клавиш, смонтированного на передней панели шкафа управления. Верхний уровень (удалённая АРМ оператора) реализован при помощи PC-совместимого компьютера и SCADA-системы TraceModex5. АРМ оператора обменивается данными со шкафом управления по сети TCP/IP по протоколу Modbus/TCP. В качестве физического канала связи может выступать заводская локальная вычислительная сеть Ethernet.

Вся локальная автоматика АСУ, за исключением силовых компонентов, смонтирована в шкафу управления с классом защиты IP65 и располагается отдельно от модулей технологической установки в пожаробезопасном помещении и подключена к датчикам и исполнительным механизмам при помощи взрывозащищённых соединений.

Процесс эксплуатации системы не требует от обслуживающего персонала специальных навыков и выглядит следующим образом: Получив информацию о планируемом производственном задании, оператор установки вводит в АСУ посредством местного пульта (либо АРМ диспетчера) 2 главных параметра:

1. Крепости продукта в %;
2. Объёме задания в декалитрах.

Кроме того оператор может менять скорость фильтрации и ряд других величин устанавливаемых по умолчанию.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

Установка представляет собой функционально завершённую технологическую линию производства водки, имеет модульный принцип построения, малые габариты и небольшую стоимость. Состав установки подбирается с учетом конкретных требований заказчика.

Базовая комплектация установки (смесительно-фильтрующий модуль) включает в себя следующие компоненты:

1. Узел подачи спирта с входным фильтром;
2. Узел подачи воды;
3. Смесительно-дозировочный блок;
4. Теплообменник (холодильник или холодильник-нагреватель);
5. Блок обработки сортировок (блок серебряно-угольных фильтров);
6. Автоматизированную систему управления с постом оператора;

Узлы подачи (спирта и воды) предназначены для создания давления указанных жидкостей на входе установки. Помимо этого, на входе установки производится удаление из них воздуха и предварительная фильтрация спирта при помощи угольно-серебряного фильтра типа "Серебряная фильтрация".

Смесительно – дозирующий блок предназначен для приготовления сортировки заданной крепости (т.е. смешения воды и спирта в необходимых пропорциях). В качестве собственно смесителя применён оригинальный аппарат, который позволяет получить гомогенную смесь двух и более жидкостей, без доступа воздуха. Полученная на данном "гомогенизаторе" водка обладает исключительными органолептическими свойствами.

Теплообменник предназначен для поддержания оптимальной температуры сортировки (15-20°C) на входе блока обработки сортировки. **Управление температурой сортировки** – автоматическое. В качестве хладагента может использоваться артезианская вода с температурой не более 9°C, либо иной носитель.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Блок обработки сортировки предназначен для улучшения её химических и органолептических свойств, а также окончательной очистки от механических примесей. Для этого применяется современная технология обработки сортировок активированным углем с нанесённым на поверхность фильтра тончайшим слоем коллоидно-диспергированного серебра. Данные фильтры изготовлены по технологии "Серебряная фильтрация". Они успешно решают задачу объёмного структурирования сортировок, а главное - позволяют устранить проблему накопления альдегидов.

Блок обработки сортировки представляет собой линейку параллельно включенных фильтродержателей с установленными в них картриджами типа "Серебряная фильтрация". На выходе блока установлен микронный фильтр, при помощи которого водка очищается от частиц, которые могли попасть в неё из угольно-серебряных картриджей.

Ввиду того, что указанные фильтры обладают весьма незначительными габаритами, просты в обслуживании и неприхотливы (в сравнении с угольными колонками), модуль «обработки сортировки» получился компактным и легко komponуется в моноблок с модулем смешения.

Конструктивно, узел подачи, смесительно-дозировующий блок и фильтры образуют единый модуль, будучи установлены на стальной раме. Модуль имеет простую подводку магистралей и не требует для монтажа никаких строительных работ.

Автоматизированная линия может также включать дозирующий модуль для ввода ингредиентов. Данный модуль позволяет вводить в сортировку предусмотренные рецептурой водки добавки сахарного или медового сиропа, углеводных модулей и т.д.

При проектировании установки заказчик может задать количество необходимых ингредиентов (как правило, 4-6 типов растворов), а также место их

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

введения: до фильтрации или после. Дозирующий модуль, как и смесительно-фильтрующий, конструктивно оформлен в виде единой рамной конструкции.

Автоматизированная система управления представляет собой аппаратно-программный комплекс, который реализует необходимые алгоритмы управления установкой. Конструктивно, система управления выполнена в виде 1-го или 2-х отдельных шкафов, которые размещаются в операторской комнате. Шкафы содержат вычислительное устройство, источники питания, вторичные приборы, устройства управления приводами насосов, пневмоавтоматику и местную графическую консоль оператора, при помощи которой осуществляется местный контроль за работой установки.

По желанию, система управления оснащается выносным рабочим местом оператора на базе персональной ЭВМ. Оно позволяет оператору работать в более комфортных условиях, пользоваться рецептурным справочником, вести электронные рабочие журналы и технический спиртоучёт. Также, система управления может передавать информацию о работе установки в производственную базу данных и на рабочие места инженерного персонала.

2.5. Структура системы управления

Программное обеспечение системы автоматизации купажного отделения можно разбить на две группы:

ПО среднего уровня состоит из программ для МПК, написанных на релейно-контактном языке программирования в среде Step 7;

ПО верхнего уровня состоит из: ОС Windows 2000 фирмы Microsoft, установленной на станции сбора, сервере и рабочих станциях; SQL Server 2000 фирмы Microsoft, установленного на центральный сервер;

Программное обеспечение класса SCADA, реализующее архитектуру клиент-сервер и предназначенное для автоматизации производственных процессов любого масштаба. Обеспечивает мониторинг и управление технологическим процессом, сбор и графическое отображение информации, работу с историческими трендами,

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

алармами (тревогами), архивирование данных и возможности защиты любого количества точек ввода/вывода.

Под термином SCADA понимают инструментальную программу для разработки программного обеспечения систем управления технологическими процессами в реальном времени и сбора данных.

Концепция SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition - диспетчерское управление и сбор данных) predeterminedена всем ходом развития систем управления и результатами научно-технического прогресса. Применение SCADA-технологий позволяет достичь высокого уровня автоматизации в решении задач разработки систем управления, сбора, обработки, передачи, хранения и отображения информации.

Следует отметить, что концепция SCADA, основу которой составляет автоматизированная разработка систем управления, позволяет решить еще ряд задач, долгое время считавшихся неразрешимыми: сократить сроки разработки проектов по автоматизации и прямые финансовые затраты на их разработку.

Конструктивно, установка выполнена в виде единой технологической линии состоящей из функционально завершённых модулей.

Купажный модуль состоит из собственно инжекторного "гомогенного" смесителя и 2х подающих магистралей - спиртовой и водной, каждая из которых включает в свою очередь:

центробежный нагнетательный насос, предназначенный для создания постоянного и высокого давления жидкости на входе системы в спиртовой и водной магистралах;

частотного преобразователя или инвертора управляющего производительностью насоса, гсумо регулирующий скорость потока;

расходомер - массовый для спиртовой магистрали и объёмный - для водной;

запорное оборудование - регулирующий клапан, точно регулирующий скорость потока

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист 35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Модуль смешения и фильтрации в свою очередь может включать:
кожухотсумный теплообменник со всей необходимой измерительной и регулирующей аппаратурой для поддержания стабильной температуры;
фильтродержателя для 24 патронных элементов типа "Серебряная фильтрация".

Оptionальный модуль ингредиентов состоит из:

расходных емкостей;

измерителей объёмного расхода;

сопряжённых с ними дозирующих клапанов;

Шкаф электротехнического силового оборудования;

Шкаф системы управления с местным операторским пультом управления

Рабочего места оператора технологической установки

Базовый вариант установки оснащен автоматизированной системой управления, которая может функционировать как автономно, под контролем местного оператора, так и быть подключена к заводской информационной системе.

Архитектура АСУ - 3хуровневая. Уровень КИПиА представлен инверторной автоматикой приводов насосов, электрическими позиционерами, и расходомерами. Уровень локального управления выполнен на базе ПЛК SIMATIC S7-300. В качестве полевых шин нижнего уровня используются физические интерфейсы HART (для подключения расходомеров) и RS485, объединяющий модули ввода-вывода.

Местный интерфейс оператора установки выполнен в виде 4-строчного цифросимвольного дисплея с набором функциональных клавиш, смонтированного на передней панели шкафа управления.

Верхний уровень (удалённая АРМ оператора) реализован при помощи РС-совместимого компьютера и SCADA-системы Trace Mode v5. АРМ оператора обменивается данными со шкафом управления по сети TCP/IP по протоколу Modbus/TCP. В качестве физического канала связи может выступать заводская локальная вычислительная сеть Ethernet. Основные функции узлов:

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

- отображение информации о состоянии объекта управления,
- обработка тревог,
- формирование управляющих сигналов в соответствии с логикой управления,
- обмен данными с УСО (устройства связи с объектом, т.е. с промышленными контроллерами и платами ввода/вывода) в реальном времени через драйверы,
- осуществление сетевого взаимодействия между SCADA ПК,
- ведение базы данных реального времени с технологической информацией,
- архивирование и просмотр архивов. Сетевая архитектура позволяет легко масштабировать существующие системы и объединять в общую сеть предприятия локальные сети технологических участков.

Вся локальная автоматика АСУ, за исключением силовых компонентов, смонтирована в шкафу управления с классом защиты IP65 и располагается отдельно от модулей технологической установки в пожаробезопасном помещении и подключена к датчикам и исполнительным механизмам при помощи взрывозащищённых соединений.

Процесс эксплуатации системы не требует от обслуживающего персонала специальных навыков и выглядит следующим образом: Получив информацию о планируемом производственном задании, оператор установки вводит в АСУ посредством местного пульта (либо АРМ диспетчера) 2 главных параметра:

Крепости продукта в %;

Объёме задания в декалитрах.

Кроме того оператор может менять скорость фильтрации и ряд других величин устанавливаемых по умолчанию.

Выбор данного SCADA-пакета определили такие основные свойства этого пакета, как:

- распределенная клиент-серверная архитектура;
- поддержка распределенной базы данных и различных интерфейсов;
- возможность выполнения изменений в режиме on-line;

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- удобные механизмы работы с тревогами и данными истории;
- наличие средств, ускоряющих разработку интерфейса оператора;
- встроенный командный язык;
- библиотеки настраиваемых графических объектов;
- редактор теговых групп для привязки одной группы объектов к разным группам тегов базы данных;
- шаблоны для генерации однотипных тегов (блоков) базы данных;
- редактор макросов для назначения команд, выполняемых при нажатии клавиши;
- имитационный драйвер для отладки;
- наличие обширного каталога высокопроизводительных драйверов ввода-вывода для МПК разных фирм, в т.ч. и Siemens.

Модульность системы, заложенная в структуру, и функциональные возможности SCADA-системы позволяют вести модернизацию АСУ купажного отделения без потери контроля и управления над работающим оборудованием (структура системы управления изображена на листе 2).

2.6. Выбор микропроцессорного контроллера и его проектная компоновка

2.6.1. Выбор микропроцессорного контроллера

Разработанная в проекте ФСА предусматривает МПК как основной элемент для решения задач регулирования, программно-логического управления, сигнализации и блокировки. Выбор подходящего контроллера и архитектуры системы управления для решения задач автоматизации является актуальной проблемой среди разработчиков АСУ. Именно поэтому в данном разделе было проанализировано, на сколько выбранный среди богатого ассортимента МПК соответствует требованиям разрабатываемой системы автоматизации.

Современные МПК, применяемые в производстве, имеют ряд основных свойств:

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	<i>Лист</i> 38
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- контроллер образуется набором модулей, установленных в каркас и объединенных параллельной шиной;

- контроллер имеет один (реже несколько) модуль центрального процессора, взаимодействующего с остальными модулями контроллера через параллельную шину;

- остальные модули выполняют в контроллере функции устройств сопряжения с объектом или другие вспомогательные функции;

- взаимодействие между модулями осуществляется на уровне циклов обращений микропроцессора к внутренним регистрам и ячейкам памяти модулей;

- взаимодействие по параллельной шине характеризуется высокими скоростями передачи;

- относительно высокое число каналов в контроллере.

При выборе контроллера помимо ключевых задач, описанных выше, обращалось внимание на ряд инженерных решений, таких как:

- конструктивное исполнение;

- способы подключения "полевых" кабелей;

- удобство и простота обслуживания контроллера;

- гибкость компоновки;

- сочетание с другими техническими средствами в рамках одного контроллера;

- программная совместимость и поддержка стандартного программного обеспечения - операционных систем реального времени, систем технологического программирования, поддержка сетевых протоколов;

- дублирование модулей;

- "горячая" замена модулей без отключения питания контроллера;

- авто-конфигурирование модулей при замене;

- обеспечение отказоустойчивости контроллера.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 2.6.1

Модель	Краткое описание
S-200	Программируемые логические контроллеры семейства SIMATIC S7-200 предназначены для решения относительно простых задач автоматизации. Семейство включает в свой состав восемь типов центральных процессоров, а также модули расширения ввода-вывода. Программа пользователя может храниться во внутреннем EEPROM. Имеется встроенный блок питания =24В, обеспечивающий питание входных и выходных цепей ПЛК. Все центральные процессоры за исключением CPU210 и CPU 221 позволяют наращивать количество обслуживаемых входов-выходов за счет подключения модулей расширения ввода-вывода.
S-300	SIMATIC S7-300 - это модульные программируемые контроллеры, работающие с естественным охлаждением. Модульная конструкция, возможность построения распределенных структур управления, наличие дружественного пользователю интерфейса позволяет использовать контроллер для экономичного решения широкого круга задач автоматического управления в различных областях промышленного производства.
S-400	SIMATIC S7-400 - это мощный программируемый контроллер для решения задач автоматизации средней и высокой сложности: Высокое быстродействие контроллера. Выполнение инструкций за время, не превышающее 80нс, открывает новые сферы использования контроллеров. Удобные способы установки параметров настройки. Все модули могут настраиваться с помощью стандартных экранных форм STEP 7. Человеко-машинный интерфейс. Функции обслуживания человеко-машинного интерфейса встроены в операционную систему контроллера. Процедуры передачи данных выполняются автономно, с использованием единых обозначений и баз данных. Диагностические функции. Встроенная система диагностики непрерывно контролирует состояние системы и фиксирует все ошибки и специфические события (таймаут, замена модулей, холодный перезапуск, останов и т.д.). Диагностическая информация накапливается в кольцевом буфере, что позволяет выполнять ее обработку. Защита программного обеспечения. Контроллер обеспечивает парольную защиту от несанкционированного копирования и модификации программ. Переключатель режимов. Переключатель подобен ключу. Удаление этого ключа исключает возможность копирования и изменения программ. Расширенный набор системных функций.

																	Лист 40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1												

Наиболее целесообразным для разрабатываемой системы управления будет использование контроллера из модельного ряда SIMATIC S7-300, удовлетворяющим поставленным задачам автоматизации, не прибегая к применению более дорогого S7-400, что позволит свести затраты на приобретение МПК к минимуму.

2.6.2. Описание контроллера серии SIMATIC S7 - 300.

- . Блок питания.
- . Буферная батарея (во всех центральных процессорах кроме CPU 312IFM).
- . Клеммы для подключения питания =24В.
- . Ключ переключения режимов работы.
- . Светодиоды индикации состояния системы.
- . Субмодуль памяти (во всех центральных процессорах кроме CPU 312IFM).
- . Разъем многоточечного интерфейса MPI.
- . Фронтальный соединитель.
- . Защитная крышка.

Контроллеры SIMATIC S7-300 имеют модульную конструкцию и могут включать в свой состав:

Модули центральных процессоров (CPU). В зависимости от степени сложности решаемой задачи в контроллерах могут быть использованы различные типы центральных процессоров, отличающиеся производительностью, объемом памяти, наличием или отсутствием встроенных входов-выходов и специальных функций, наличием или отсутствием коммуникационных интерфейсов.

Сигнальные модули (SM), предназначенные для ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов с различными электрическими и временными параметрами.

Коммуникационные процессоры (CP) для подключения к сетям PROFIBUS, Industrial Ethernet, AS интерфейсу или организации связи по PPI (point to point) интерфейсу.

Функциональные модули (FM), способные самостоятельно решать задачи автоматического регулирования, позиционирования, обработки сигналов.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист 41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Функциональные модули снабжены встроенным микропроцессором и способны выполнять возложенные на них функции даже в случае отказа центрального процессора ПЛК.

При необходимости в составе контроллера могут быть использованы:

Модули блоков питания (PS), обеспечивающие возможность питания контроллера от сети переменного тока напряжением 120 или 230В.

Интерфейсные модули (IM), обеспечивающие возможность подключения к центральному контроллеру стоек расширения ввода-вывода. Контроллеры SIMATIC S7-300 позволяют использовать в своем составе до 32 сигнальных модулей и коммуникационных процессоров, распределенных по 4 монтажным стойкам. Все модули работают с естественным охлаждением.

S7-300 отвечают требованиям национальных и международных стандартов и норм, включая DIN, UL, CSA и FM. Контроллеры отличаются высокой стойкостью к ударным и вибрационным нагрузкам и имеют два исполнения:

Стандартные системы с диапазоном рабочих температур от 0 до 60°C.

Системы с расширенным температурным диапазоном (от -25 до 60°C) и повышенной стойкостью к воздействию влажности, конденсата и мороза. Могут устанавливаться вне помещений в шкафах со степенью защиты IP 20.

Конструкция контроллера отличается высокой гибкостью и удобством обслуживания:

Все модули легко устанавливаются на профильную рейку DIN и фиксируются на установленных местах винтом.

Подключение модулей к внутренней шине контроллера производится с помощью шинных соединителей.

Наличие фронтальных соединителей, позволяющих производить замену модулей без демонтажа всех внешних соединений.

Подключение внешних соединений с помощью винтовых или пружинных контактов.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Применение модульных соединений (TOP connection) с 1- или 3-проводным подключением.

Единая для всех модулей глубина установки. Наличие защитных крышек, закрывающих узлы подключения внешних цепей.

Возможность установки сигнальных модулей и коммуникационных процессоров на любые посадочные места монтажной стойки.

Контроллеры SIMATIC S7-300 оснащены широким набором функций, позволяющих в максимальной степени упростить процесс разработки программы, ее отладки и обслуживания контроллера в процессе его эксплуатации:

Высокое быстродействие. Выполнение инструкций за 0,3мкс существенно расширяет спектр допустимых областей использования контроллеров.

Поддержка математики с плавающей запятой, позволяющая выполнять эффективную обработку данных.

Простое определение параметров настройки. Дружественные пользователю программные инструментальные средства со стандартным интерфейсом, позволяющие задавать необходимые параметры настройки модулей.

Человеко-машинный интерфейс. Функции обслуживания человеко-машинного интерфейса встроены в операционную систему контроллера.

Диагностические функции, встроенные в операционную систему контроллера. С их помощью осуществляется непрерывный контроль функционирования системы, и выявляются все возникающие отказы. Фиксация времен возникновения отказов в кольцевом буфере для последующего анализа.

Парольная защита. Использование многоуровневой парольной защиты программ пользователя.

Ключ выбора режимов работы. Ключом может быть установлен требуемый режим работы системы. После удаления ключа из замочной скважины заданный режим работы системы изменить невозможно.

Контроллеры SIMATIC S7-300 обладают широкими коммуникационными

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

ВОЗМОЖНОСТЯМИ:

Наличие коммуникационных процессоров для подключения к сетям PROFIBUS, Industrial Ethernet и AS-интерфейсу.

Наличие коммуникационных процессоров для подключения к PPI интерфейсу.

В каждый центральный процессор встроен MPI (multi point interface) интерфейс, позволяющий создавать простые и дешевые сетевые решения для связи с программаторами, персональными ЭВМ, устройствами человеко-машинного интерфейса, другими системами SIMATIC S7, M7, C7. Параметры конфигурации MPI интерфейса могут быть определены встроенными средствами STEP 7.

Центральные процессоры поддерживают следующие виды связи:

Циклический обмен данными с устройствами распределенного ввода-вывода по сети PROFIBUS или AS интерфейсу.

Обмен данными между системами автоматизации или между станцией человеко-машинного интерфейса и несколькими системами автоматизации. Обмен данными может осуществляться циклически или по прерываниям.

Подключение контроллеров SIMATIC S7-300 к сети PROFIBUS-DP может производиться с помощью коммуникационного процессора или через встроенный интерфейс центрального процессора.

Центральные процессоры со встроенным интерфейсом PROFIBUS-DP позволяют создавать распределенные системы автоматического управления со скоростным обменом данными между ее компонентами по сети PROFIBUS-DP. Контроллер в такой системе может выполнять функции ведущего или ведомого устройства.

Обращение к входам-выходам устройств распределенного ввода-вывода производится теми же способами, что и к входам-выходам центрального контроллера.

Функции ведущих сетевых устройств могут выполнять:

Контроллеры SIMATIC S7-300, подключенные к сети через встроенный

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист 44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

интерфейс центрального процессора или через коммуникационный процессор.

Контроллеры SIMATIC S7-400, подключенные к сети через встроенный интерфейс центрального процессора или через коммуникационный процессор.

Контроллеры SIMATIC C7, подключенные к сети через встроенный интерфейс центрального процессора или через коммуникационный процессор.

Контроллеры SIMATIC S5-115U/H, S5-135U, S5-155U/H через интерфейсный модуль IM 308.

Контроллеры SIMATIC S5-95U с интерфейсом PROFIBUS-DP.

Контроллеры SIMATIC 505.

Для организации связи по MPI интерфейсу, а также сетям PROFIBUS и Industrial Ethernet контроллеры SIMATIC S7-300 допускают использование различных способов передачи информации:

Циклический обмен между сетевыми контроллерами с использованием глобальных данных.

Сетевой обмен данными по прерываниям с использованием коммуникационных функций.

Использование глобальных данных позволяет организовать циклический обмен данными между сетевыми контроллерами. В одном цикле может передаваться до 4 пакетов глобальных данных по 22 байта. Режим может быть использован для обеспечения доступа одного контроллера к памяти данных другого контроллера. Обмен глобальными данными может осуществляться только через MPI интерфейс. Задание параметров связи производится с помощью таблицы глобальных данных STEP 7.

Связь с контроллерами семейства SIMATIC S5 и контроллерами других фирм-изготовителей может осуществляться с помощью нерезидентных блоков. Эти блоки позволяют обслуживать:- совместимую связь через PROFIBUS и Industrial Ethernet.

Стандартную связь с системами других фирм-изготовителей через PROFIBUS и Industrial Ethernet.интерфейс встроен во все центральные процессоры семейства

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

SIMATIC S7-300. Интерфейс может быть использован для создания простых сетевых решений:

- МРІ интерфейс позволяет поддерживать одновременную связь с несколькими программаторами, компьютерами с установленным STEP 7, устройствами человеко-машинного интерфейса, S7-300, M7-300, S7-400 и M7-400.

- Глобальные данные. Сетевые контроллеры могут осуществлять циклический обмен данными. За один цикл может передаваться до 16 пакетов глобальных данных по 64 байта каждый. Центральные процессоры S7-300 способны поддерживать связь не более чем с 16 партнерами, передавая за один цикл до 4 пакетов глобальных данных по 22 байта каждый (только для STEP 7 V4.x и более поздних версий). Глобальные данные могут передаваться только по МРІ интерфейсу.

- Внутренняя коммуникационная шина (К-шина). МРІ интерфейс центрального процессора соединен с К-шиной контроллера S7-300. За счет этого через МРІ интерфейс может быть осуществлено непосредственное обращение программатора к функциональным модулям и коммуникационным процессорам.

- Мощная коммуникационная технология:

- Возможность объединения до 32 МРІ станций.

- До 8 динамических связей на процессор для обмена данными с контроллерами SIMATIC S7-300/S7-400/M7/C7.

- До 4 статических связей на процессор с программаторами, компьютерами, устройствами человеко-машинного интерфейса SIMATIC HMI, контроллерами SIMATIC S7-300, M7-300, S7-400 или M7-400.

- Скорость передачи данных 187,5Кбит/с или 12Мбит/с.

- Максимальное расстояние между двумя соседними МРІ станциями или узлами до 50м (без повторителей), до 1100м (с двумя повторителями), до 9100м (с 10 последовательно включенными повторителями), свыше 50 км (через волоконно-оптический кабель с модулями оптической связи).

- Гибкие возможности расширения, обеспечиваемые использованием устройств

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

распределенного ввода-вывода, сетевых кабелей, сетевых соединителей и повторителей RS 485.

В зависимости от степени сложности решаемых задач в контроллерах S7-300 может применяться несколько типов центральных процессоров:

Таблица 2.6.2.

Тип	Краткое описание
CPU 312IFM	Компактный процессор со встроенными дискретными входами-выходами, предназначенный для решения относительно простых задач автоматизации, не требующих обработки аналоговых сигналов. Встроенные функции позволяют обслуживать скоростной счетчик, производить измерение частоты, обрабатывать внешние аппаратные прерывания.
CPU 313	Процессор, предназначенный для экономичного решения относительно простых задач автоматизации с повышенными требованиями к времени выполнения программы. Допускает расширение памяти программ за счет установки субмодуля Flash EEPROM объемом до 512К байт.
CPU 314IFM	Компактный процессор, оснащенный встроенными дискретными и аналоговыми входами-выходами, предназначенный для решения задач, требующих высокой скорости обработки информации. Процессор оснащен расширенным набором встроенных функций, позволяющих обслуживать 2 скоростных счетчика, измерять частоту, осуществлять управление позиционированием и регулирование, обрабатывать аппаратные прерывания.
CPU 314	Процессор, предназначенный для скоростной обработки информации и позволяющий использовать расширенные конфигурации ввода-вывода.
CPU 315	Процессор, предназначенный для решения комплексных задач автоматизации, оснащенный памятью программ большого объема и позволяющий использовать расширенные конфигурации ввода-вывода.
CPU 315-2DP	Процессор с большим объемом памяти программ, допускающий работу в конфигурациях с распределенным и централизованным вводом-выводом. Оснащен встроенным интерфейсом PROFIBUS-DP.
CPU 316	Центральный процессор с большим объемом памяти программ и высоким быстродействием. Может быть использован для построения централизованных и распределенных конфигураций.

CPU 318-2DP	Наиболее мощный центральный процессор семейства. Для хранения программ и данных может выделяться по 256 Кбайт. Оснащен встроенным интерфейсом PROFIBUS-DP. Позволяет создавать мощные сетевые конфигурации и выполнять функции ведущего и ведомого устройств PROFIBUS-DP.
-------------	---

Основные технические характеристики центральных процессоров:

Высокое быстродействие. Время выполнения логической команды в CPU 312IFM и CPU 313 составляет 600нс, в CPU 314IFM ... CPU 316 - 300нс, в CPU 318-2 - 100нс.

Объемы оперативной памяти, соответствующие классу решаемых задач: от 6 Кбайт в CPU 312IFM до 512 Кбайт в CPU 318-2.

Гибкие возможности расширения. CPU 312IFM и CPU 313 допускают подключение до 8 (однорядная конфигурация), остальные центральные процессоры - до 32 модулей (4-рядная конфигурация) ввода-вывода.интерфейс. Одновременно до 4 статических и до 4 (CPU 314, CPU 315, CPU 315-2DP) или 8 (CPU 316) динамических соединений с S7-300/S7-400 или до 4 статических соединений с программаторами, компьютерами или панелями оператора. CPU 318-2 позволяет поддерживать до 32 соединений с S7-300/S7-400.

Переключатель режимов работы. Переключение режимов с помощью специального ключа. Удаление ключа исключает возможность несанкционированного изменения режимов работы.

Парольная защита программы пользователя.

Диагностический буфер. Сохраняет сообщения о последних 100 отказах и прерываниях. Содержимое буфера может быть использовано для анализа работы системы.

Необслуживаемое сохранение данных без буферной батареи. При сбоях в питании центральный процессор способен сохранять в NVRAM значения флагов, состояния таймеров и счетчиков.

Часы реального времени. Встроены во все центральные процессоры. В

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

центральных процессорах CPU 314IFM ... CPU 318-2 кроме часов встроен и календарь.

Встроенные коммуникационные функции. Операционная система центральных процессоров поддерживает функции связи с программаторами/панелями оператора, стандартные и расширенные (только сервер) функции связи.

Возможность сохранения программы и данных в карте Flash EPROM. Возможность программирования карты Flash EPROM через разъем центрального процессора.

Набор встроенных функций в CPU 312IFM и CPU 314IFM.

Встроенный интерфейс PROFIBUS-DP в CPU 315-2DP и CPU 318-2.

2.6.3. Проектная компоновка МПК Siemens SIMATIC S7 - 300

В соответствии с поставленными задачами автоматизации и разработанной ФСА для купажного отделения контроллер должен обладать следующим количеством входов/выход:

Таблица 2.6.3

СИГНАЛЫ	ВХОДЫ	ВЫХОДЫ
Дискретные	29	13
Аналоговые	30	9

Общий объем используемых сигналов составляет: 59 входа и 22 выхода, однако для разрабатываемой СА было предусмотрено резервное количество входов/выходов на случай модернизации системы на базе Siemens SIMATIC S7 - 300. Модульность позволила скомпоновать контроллер с необходимым объемом каналов и процессорной производительностью, а развитые сетевые средства без труда позволили объединить их в единую систему предприятия.

В связи с этим был выбран следующий состав МПК:

Таблица 2.6.4.

Наименование компонента	Кол -во	Заказной номер
SIMATIC S7-300, CPU 316. Центральный процессор со встроенным блоком питания =24В и объемом рабочей памяти 128 Кбайт.	1	6ES7316-1AG00-0AB0
SIMATIC S7-300, PS 307. Стабилизированный блок питания, ~120/230В, =24В/ 10 А.	1	6ES7307-1KA00-0AA0
SIMATIC S7-300, SM 321. Модуль ввода дискретных сигналов, оптическая изоляция, 32 входа =24В (1x32 входа).	1	6ES7321-1EL00-0AA0
SIMATIC S7-300, SM 322. Модуль вывода дискретных сигналов, оптическая изоляция, 32 дискретных выхода =24В/ 0.5А, суммарный выходной ток 8А.	1	6ES7322-1BL00-0AA0
SIMATIC S7-300, SM 331. Модуль ввода аналоговых сигналов, оптическая изоляция, 8 входов, измерение сигналов напряжения/ силы тока/ терморпар/ сопротивления, прерывания, диагностика, разрешение 9/12/14 бит, установка/замена под напряжением.	4	6ES7331-7KF01-0AB0
SIMATIC S7-300, SM 332. Модуль вывода аналоговых сигналов, оптическая изоляция, 8 выходов, выходные сигналы напряжения/ силы тока, разрешение 11/12 бит, диагностика, установка и замена без отключения питания.	2	6ES7332-5HD01-0AB0

Модуль центрального процессора.

Основные характеристики выбранного центрального процессора:

Таблица 2.4.5.

ОЗУ	128 Кбайт/ 42 Кбайт инструкций
Загружаемая память:	
встроенная	192 Кбайт RAM
подключаемая	512 Кбайт Flash EEPROM
Данные:	
сохраняемые без батареи	4 Кбайт, биты памяти, счетчики, таймеры и данные
сохраняемые с батареей	Дополнительно все блоки данных
Язык программирования	STEP 7
Организация программы	Линейная, разветвленная
Типы блоков	Организационные (OB), функциональные (FB), функции (FC), данных (DB), системных

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист 50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

	функций (SFB, SFC)
Максимальное количество блоков	128 FC, 128 FB или 127 DB
Варианты выполнения программы:	
свободные циклы	Возможно (OB1)
по сторожевого таймера	Возможно (OB35)
по реальному времени	Возможно (OB10)
по временным прерываниям	Возможно (OB10)
по аппаратным прерываниям	Возможно (OB40)
рестарт	Возможно (OB100)
Количество блоков на выполняемую программу	8
Глубина вложений	8
Набор инструкций	Логические операции, операции со скобками, назначение результата, сохранение, счет, загрузка, передача, сравнение, сдвиг, вращение, вызов блоков, операции над числами с фиксированной и плавающей запятой, функции переходов.
Парольная защита программы	Возможна
Системные функции (SFC)	Обработка прерываний, ошибок и отказов; копирование данных; временные функции (часы); диагностические функции; определение параметров модулей; переопределение режимов работы.
Время выполнения:	
логических операций	0.3...0.6мкс
операций со словами	1.0мкс
операций с таймерами и счетчиками	12мкс
сложения целых чисел	2.0мкс
сложения действительных чисел	50.0мкс
Контроль длительности цикла сканирования:	
по умолчанию	150мс
допустимый диапазон	1...6000мс
Биты памяти:	
общее количество	2048

сохраняемые при наличии батареи	До 2048
сохраняемые без батареи	До 2048
Биты памяти:	
общее количество	2048
сохраняемые при наличии батареи	До 2048
сохраняемые без батареи	До 2048
Счетчики:	
общее количество	64
сохраняемые при наличии батареи	До 64
сохраняемые без батареи	До 64
числовой диапазон	1...999
Таймеры:	
общее количество	128
сохраняемые при наличии батареи	До 128
сохраняемые без батареи	До 128
диапазоны выдержек времени	10мс...9990с
Многоточечный интерфейс (MPI):	
количество станций	До 31 станции на шине MPI (программаторы, компьютеры, панели операторов, S7-300, S7-400, M7-300, M7-400, C7-620). До 4 статических и 8 динамических активных соединений.
скорость передачи	187.5Кбит/с
расстояние между соседними станциями	До 50м без повторителей. До 1100м с двумя и до 9100м с десятью повторителями. До 23.8км при использовании оптоволоконного кабеля.
Варианты программирования	С помощью программаторов PG720, PG720C, PG740, PG760. С помощью ПЭВМ. Через MPI и PROFIBUS-DP интерфейсы.
Адресное пространство ввода-вывода	256/256 байт
Отображение процесса	128/128 байт
Дискретных входов-выходов	До 1024 каналов
Аналоговых входов-выходов	До 128 канала
Количество модулей в	До 32

системе	
Количество стоек в системе	До 4
Количество DP линий на ЦП (встроенный интерфейс/ CP342-5)	-/1
DP станций на ЦП (встроенный интерфейс/ CP342-5)	-/64
Адресное пространство на станцию	122 байт
Модулей ET 200M	8
DP соединений (ведущий-ведомый)	1 (CP342-5)
Нерезидентный сервис	Связь с программатором и панелью оператора, S5 коммуникации, стандартные коммуникации.
Количество соединений	4/8
Напряжение питания:	
номинальное значение	=24В
допустимый диапазон изменений	20.4...28.8В
Потребляемый ток	1.0А
Потребляемый импульсный ток	8.0А
Потребляемая мощность	8Вт
Габариты	80x125x130мм
Масса:	
центрального процессора	0.53кг
картриджа памяти	0.016кг
Допустимый состав модулей:	
функциональных (FC)	8
коммуникационных (CP, PPI)	4
коммуникационных (CP, LAN)	2
Доступное программное обеспечение:	
программное управление	16 циклами
диагностирование процесса	Возможно
S7-GRAPH	Возможно
S7-HiGRAPH	Возможно
S7-SCL	Возможно
CFC	Возможно

Модуль питания.

Контроллеры SIMATIC S7-300 используют для своей работы постоянный ток напряжением 24В. Модуль PS 307 преобразует входное напряжение ~120/230В в выходное напряжение 24В постоянного тока. Он может использоваться как для питания внутренних цепей контроллера, так и для питания его входных и выходных цепей.

Модуль монтируется на стандартную профильную шину DIN. Справа от него монтируется модуль центрального процессора. Подключение к центральному процессору производится через внутренний соединитель.

На лицевой панели модуля расположены:

- Индикатор выходного напряжения =24В.
- Переключатель выбора уровня входного напряжения.
- Выключатель.
- Терминал для подключения кабеля входного напряжения, кабеля выходного напряжения и защитного заземления.

Основные характеристики выбранного блока питания:

Таблица 2.6. 6.

Вход	
Входное напряжение:	
номинальное значение	~120/230В
допустимый диапазон изменений	93...132/187...264В
Допустимый перерыв в питании	20мс
Частота входного напряжения:	
номинальное значение	50/60Гц
допустимый диапазон изменений	47...63Гц
Входной ток:	
при ~230В	1.0А
при ~120В	2.0А
Ток короткого замыкания	45А
Выход	

Выходное напряжение:	
номинальное значение	=24В
допустимый диапазон изменений	24В+5% (холостой ход)
Выходной ток	5А
Защита от короткого замыкания	Электронная
Общие данные	
Класс защиты	I (по IEC 536), с защищенными проводниками)
Коэффициент полезного действия	87%
Потребляемая мощность	18Вт
Габариты	80x125x120мм
Масса	0.74кг
Сечение проводников	2 x 0.5...2.5мм ² (20...13AWG)

Модули ввода дискретных сигналов.

Модули ввода дискретных сигналов предназначены для преобразования параметров внешних входных дискретных сигналов в параметры внутренних цифровых сигналов контроллера. Они позволяют вводить в контроллер сигналы переключателей и 2-проводных датчиков.

Модули выпускаются в пластиковых корпусах. На их лицевых панелях расположены зеленые светодиоды, предназначенные для контроля состояния входных цепей модулей.

Модули монтируются на профильную рейку DIN и соединяются с соседними модулями с помощью шинных соединителей. Адресация входов определяется номером разъема, к которому подключен модуль.

Подключение входных цепей производится к съемным фронтальным соединителям, которые закрываются защитными крышками. На крышки наносится маркировка входных цепей. Наличие фронтального соединителя позволяет производить замену модуля без демонтажа его внешних цепей.

Основные характеристики выбранного модуля ввода дискретных сигналов SM 321:

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Таблица 2.6.7.

Количество входов	32
Напряжение питания модуля:	
номинальное значение	=24В
допустимый диапазон изменений	20.4...28.8В
Входное напряжение:	
номинальное значение	=24В
логической единицы	15...30В
логического нуля	-3...+5В
Задержка распространения входного сигнала	1.2...4.8мс
Длина кабеля:	
обычного	600м
экранированного	1000м
Потребляемая мощность	4.0Вт
Фронтальный соединитель	40-полюсный
Габариты	40x125x120мм
Масса	0.22кг

Модули вывода дискретных сигналов.

Модули вывода дискретных сигналов предназначены для преобразования внутренних дискретных сигналов контроллера во внешние дискретные сигналы с требуемыми параметрами. К ним могут подключаться исполнительные механизмы или их коммутационные аппараты.

Модули выпускаются в пластиковых корпусах. На их лицевых панелях расположены зеленые светодиоды индикации состояния выходных цепей.

Модули монтируются на профильную рейку DIN и соединяются с соседними модулями с помощью шинных соединителей. Адресация входов определяется номером разъема, к которому подключен модуль.

Подключение входных цепей производится к съемным фронтальным соединителям, которые закрываются защитными крышками. На крышки наносится маркировка входных цепей. Наличие фронтального соединителя позволяет производить замену модуля без демонтажа его внешних цепей.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Основные характеристики выбранного модуля вывода дискретных сигналов SM322:

Таблица 2.6.8.

Количество выходов	32
Напряжение питания нагрузки L+/L1:	
номинальное значение	=24В
допустимый диапазон изменений	20.4...28.8В
Выходное напряжение логической единицы	L+ - 0.8В
Выходной ток логической единицы:	0.5А
Выходной ток логического нуля	0.5мА
Ламповая нагрузка	5Вт
Частота переключений выходов:	
при активной нагрузке	100Гц
при индуктивной нагрузке	0.5Гц
при ламповой нагрузке	100Гц
Защита от коротких замыканий	Электронная
Длина кабеля:	
обычного	600м
экранированного	1000м
Потребляемый ток	200мА
Потребляемая мощность	5.0Вт
Фронтальный соединитель	40-полюсный
Габариты	40x125x120мм
Масса	0.21кг

Модули ввода аналоговых сигналов.

Модули ввода аналоговых сигналов предназначены для аналого-цифрового преобразования внешних аналоговых сигналов в цифровые сигналы контроллера. К модулям могут подключаться датчики с унифицированными выходными электрическими сигналами, термопары, термометры сопротивления.

Модули выпускаются в пластиковых корпусах. На их лицевых панелях расположены красные светодиоды для индикации аварийных состояний.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

Модули монтируются на профильную рейку DIN и соединяются с соседними модулями с помощью шинных соединителей. Адресация входов определяется номером разъема, к которому подключен модуль.

Подключение входных цепей производится к съемным фронтальным соединителям, которые закрываются защитными крышками. На крышки наносится маркировка входных цепей. Наличие фронтального соединителя позволяет производить замену модуля без демонтажа его внешних цепей.

Разрешающая способность модулей может быть установлена в пределах 9...14 бит плюс знаковый разряд. От этого параметра зависит и время преобразования.

Выбор вида входного сигнала (сила тока или напряжение) производится аппаратно путем установки картриджа входных сигналов. Точная настройка модуля осуществляется функциями конфигурирования аппаратных средств пакета STEP 7.

Модули способны формировать запросы на прерывание центрального процессора для передачи диагностических сообщений и сообщений об ограничении входного сигнала. При необходимости от модуля может быть получена расширенная диагностическая информация.

Основные характеристики выбранного модуля ввода аналоговых сигналов SM331:

Таблица 2.6.9

Общее количество входов	8
Из них входов для измерения сопротивления	4
Напряжение питания	=24В
Защита от изменения полярности сигнала	Есть
Параметры входных сигналов:	
напряжения	±80мВ; ±250мВ; ±500мВ; ±1В; ±2.5В/100МОм; ±5В; 1...5В; ±10В
силы тока	±10мА; ±3.2мА; ±20мА; 0...20мА; 4...20мА/
термометров сопротивления	Pt100; Ni 100
Максимально допустимое напряжение	20В (для входов измерения напряжения)

Максимально допустимый ток	40мА (для входов измерения силы тока)
Время интегрирования	2.5/16.6/20/100 мс
Опорная частота преобразования	400/60/50/10 Гц
Разрешающая способность:	
униполярные сигналы	9/12/12/14 бит
биполярные сигналы (S-знаковый разряд)	9 бит + S /12 бит + S /12 бит + S /14 бит + S
Рабочая погрешность преобразования	±1%
Базисная погрешность преобразования	±0.6%
Диагностика	Красный светодиод для индикации групповых ошибок и сбоев. Диагностическая информация может быть считана.
Длина кабеля	200м (50м при 80мА)
Потребляемый ток	200мА
Фронтальный соединитель	20-полюсный
Габариты	40x125x120мм
Масса	0.25кг

Модули вывода аналоговых сигналов.

Модули вывода аналоговых сигналов предназначены для цифро-аналогового преобразования внутренних цифровых сигналов контроллера в выходные аналоговые сигналы.

Модули выпускаются в пластиковых корпусах. На их лицевых панелях расположены красные светодиоды для индикации аварийных состояний.

Модули монтируются на профильную рейку DIN и соединяются с соседними модулями с помощью шинных соединителей. Адресация входов определяется номером разъема, к которому подключен модуль.

Подключение входных цепей производится к съемным фронтальным соединителям, которые закрываются защитными крышками. На крышки наносится маркировка входных цепей. Наличие фронтального соединителя позволяет производить замену модуля без демонтажа его внешних цепей.

Разрешающая способность модулей равна 12 бит плюс знаковый разряд.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Параметры выходных сигналов определяются программно на этапе конфигурирования модуля.

Модули способны формировать запросы на прерывание центрального процессора для передачи диагностических сообщений и сообщений об ограничении входного сигнала. При необходимости от модуля может быть получена расширенная диагностическая информация.

Основные характеристики выбранного модуля вывода аналоговых сигналов SM332:

Таблица 2.6.10

Количество выходов	8
Напряжение питания	=24В
Параметры выходных сигналов:	
напряжения/ сопротивление нагрузки	0...10В; ±10В; 1...5В/ 1кОм
силы тока/ сопротивление нагрузки	4...20мА; ±20мА; 0...20мА/ 0.5кОм
Максимальная емкость нагрузки	1мкФ
Максимальная индуктивность нагрузки	1мГн
Защита от короткого замыкания	Есть
Ток уставки защиты	25мА
Напряжение на разомкнутом выходе	15В
Разрешающая способность:	
униполярные сигналы	12 бит
биполярные сигналы	11 бит + знак
Время преобразования на канал	0.8мс
Время установления выходного сигнала:	
при активной нагрузке	0.1мс
при емкостной нагрузке	3.3мс
при индуктивной нагрузке	0.5мс
Рабочая погрешность преобразования:	
для каналов напряжения	±0.5%
для каналов силы тока	±0.6%
Базисная погрешность преобразования	
для каналов напряжения	±0.2%

для каналов силы тока	±0.3%
Диагностические прерывания	Есть
Диагностика	Красный светодиод для индикации групповых ошибок и сбоев. Диагностическая информация может быть считана.
Длина кабеля	200м
Потребляемый ток	240мА
Фронтальный соединитель	20-полюсный
Габариты	40x125x120мм
Масса	0.22кг

2.6.7. Описание алгоритмов работы МПК

Описание процесса купажа водки предназначено для разработки алгоритмического обеспечения МПК.

Основанием для начала работы АСУ купажного отделения является команда на заполнение НЕ спирта и воды (либо наличие там спирта или воды), которая подается оператором, обслуживающим данную СУ. Этот процесс начнет выполняться если:

Запорный клапан спиртовой и водной магистрали в правильном положении (получен сигнал от индуктивного датчика);

есть сигнал о верхнем уровне НЕ;

опустошение емкостей не происходило;

После чего идет сигнал от контроллера на открытие запорного клапана обслуживаемого НЕ и включение электродвигателя насоса (позиция 78,79, лист 1).

Условием на завершение процесса откачки спирта или воды служит действие оператора, направленное на отключение электродвигателя (ручное завершение), но если по истечению времени, отведенному на опорожнение НЕ, такой команды не последует, процесс будет завершён в автоматическом режиме. Если в НЕ достигается верхний уровень программой контроллера формируется сигнал на отключение электродвигателя и закрытия запорного клапана, если же нижнего уровня, то поступает сигнал на открытие задвижки и начала работы насоса.

Перед началом смешивания происходит фильтрация спирта и воды, на

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

протяжении всего периода фильтрации контролируется давление до и после фильтра, если же давление превысит допустимую норму поступает сигнал на аварийное отключение насосов.

Параметры выбранного рецепта передаются в МПК по команде обмена данными и могут быть при необходимости оперативно скорректированы с помощью ПЭВМ оператора.

В ходе процесса купажирования МПК с помощью управляющего воздействия на регулирующий клапан поддерживает заданную в уставке температуру продукта в теплообменнике. При формировании управляющего воздействия используется ПИ закон регулирования. Настраиваемые параметры регулятора хранятся в SCADA-системе на ПЭВМ оператора и передаются в МПК на этапе инициализации.

Помимо температуры МПК отслеживает текущее значение давления в смесителе, магистрали подачи холодной воды, а также давления до и после фильтрации по сигналам от датчиков давления и в случае превышения, связанного с отказом предохранительной арматуры, выдает сигнал об аварии, что говорит о возможном засорении фильтра, либо о его неисправности. Если проблема в течение отведенного времени на устранение данной аварии не исчезает, то избыточное давление стравливается в контур СИР через верхний запорный клапан текущей тумной панели.

Результатом завершения купажирования (смешения) является получение водно-спиртовой смеси. Водку в соответствии с технологической схемой следует направить в НЕ, предварительно отфильтровав.

Признаком завершения смешивания является отсутствие потока в магистралях и отсутствие аварийных ситуаций, фиксируемых МПК. При срабатывании этого датчика МПК выполняет программу, отвечающую за прекращение процесса перекачивания.

В ходе этого процесса МПК контролирует, чтобы уровень в НЕ прибавлялся на величину равную убыванию уровня в НЕ. Это необходимо для того, чтобы

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

зафиксировать потери продукта в тсумопроводе и вовремя остановить процесс, избежав больших потерь продукта.

Помимо температуры, также регулируется крепость водки, при помощи Пи закона регулирования. Настраиваемые параметры регулятора хранятся в SCADA-системе на ПЭВМ оператора и передаются в МПК на этапе инициализации. В случае если крепость водки выше или меньше 40, поступает сигнал на расходомеры и регулирующие клапаны НЕ спирта и воды.

Действия операторов логируются с целью последующего причинно-следственного разбора. Лог-файлы передаются в архив системой управления.

Условные обозначения программно-логических индикаторов

Таблица 2.6.11.

Обозначение	№ на ФСА	Характеристики флага	Состояние флага (бит)	
			1	0
LiH/LiL	2,5,8,14,17,20,23,53,56,63	Верхний уровень/нижний уровень	Достигнут	нет
ViS/ViC	3,6,9,15,18,21,24,54,56,64	Состояние клапана/управляющий сигнал	Открыт/есть	Закрыт/нет
INVi/INViC	77,78,79	ЧП насоса/воздействие на ЧП	Вкл/есть	Выкл/нет
PEi_do/ PEi_posle	37,36,50 38,40,51	Датчик давления до/после фильтрации	$\geq 8 \geq 5,5$	$< 8 < 5,5$
KRi/KRiC	70-76, 80,81,48	Состояние регулирующей клапана/управляющий сигнал	В работе/есть	Откл/ нет
TEi	44-47	Датчик температуры	$15 - 20 \text{ } ^\circ\text{C}$	иначе
QE67	57	Спиртометр	40град	иначе
FEi	66,69,60	Расходмер	=заданию	нет
PEi	41,49	Датчик давления	норма	>нормы

3. РАСЧЕТ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

3.1. Задача и получения математической модели динамики теплообменника для синтеза системы автоматического регулирования.

3.1.1 Модель динамики аппарата

Целью задачи является получение математической модели, описывающей динамику теплообменника и предназначенной для синтеза системы автоматического регулирования, в форме передаточной функции по каналу «расход охлаждающей воды - температура технологического потока». Рассмотрим теплообменный аппарат, в котором технологический поток имеет турбулентный характер движения. Охлаждающая жидкость, напротив, характеризуется ламинарным (слоистым) характером движения. К такой модели в пределах инженерной точности можно свести применяемый в проекте пластинчатый теплообменник.

Рассматриваемый теплообменник относится к классу теплообменных аппаратов типа «тсума в кожухе» (кожухотсумные теплообменники), рис. 2. Такие аппараты широко распространены в теплоэнергетике и химико-технологических производствах. Особенностью постановки является то, что нас интересует не сам характер изменения температур во времени и вдоль пространственной координаты, а отношение температуры к расходу в операторной форме (форме изображений по Лапласу). Поэтому нет необходимости получать решение системы уравнений динамики, в нашем случае достаточно получить отношений изображений, что существенно облегчает задачу с точки зрения математических выкладок.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

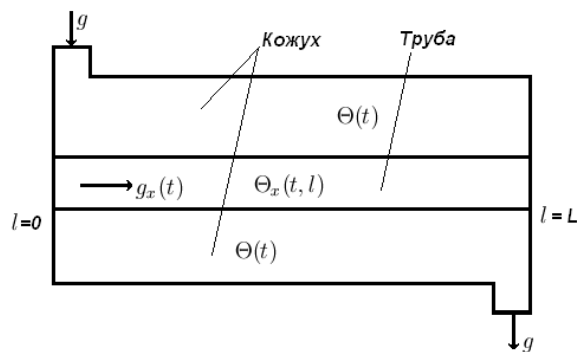


Рис.3.2. Схема кожухотрубного теплообменника

Примем допущения, существенно упрощающие математические выкладки:

- гидродинамические свойства технологической жидкости с достаточной степенью точности могут быть описаны моделью с сосредоточенными параметрами в силу турбулентного характера движения потока;
- для потока охлаждающей воды примем модель полного вытеснения;
- температуры технологического потока и охлаждающей воды на входе в теплоноситель считаем внешними параметрами;
- расход техноогического потока считаем внешним и неизменным во времени параметром;
- потерями тепла в окружающую среду пренебрегаем;
- теплоемкости и плотности потоков считаем постоянными величинам;
- пренебрежем тепловой емкостью металлических стенок (рассматриваем процесс теплопередачи через твердую металлическую стенку).

Выпишем систему уравнений, описывающих динамику рассматриваемого теплообменника (при этом считаем, что температура охлаждающей воды ниже температуры технологического потока)

Модель кожуха: [изменение количества тепла в единицу времени внутри кожуха, Дж/с]=[количество тепла в кожухе в единицу времени]-[отданное количество тепа «в тсуму»]

$$c\rho V \frac{d\Theta(t)}{dt} = gc\Theta(t) - \alpha \int_0^L (\Theta(t) - \Theta_x(t,l)) dl, \quad (3.1)$$

Тсума - модель полного вытеснения полное вытеснение: [изменение количества тепла в тсуме в единицу времени, Дж/м*с]+[изменение количества тепла в тсуме на 1м длины в единицу времени]=[условие измерения температуры: теплопередача]

$$m_x c_x \frac{\partial \Theta_x(t,l)}{\partial t} + c_x g_x(t) \frac{\partial \Theta_x(t,l)}{\partial l} = \alpha (\Theta(t) - \Theta_x(t,l)), \quad (3.2)$$

где:

t - время;

$\Theta(t)$, - температура технологического потока в теплообменнике;

$\Theta_x(t,l)$ - температура охлаждающей воды в теплообменнике на расстоянии l от входного сечения;

c , c_x - удельные теплоемкости технологического потока и охлаждающей воды;

ρ , ρ_x - плотности технологического потока и охлаждающей воды;

V - объем, занимаемый технологическим потоком в теплообменнике;

L - длина канала, в пределах которого происходит обмен теплом;

m_x - удельная масса охлаждающей воды, находящейся в теплообменнике (масса, отнесенная к 1 м длины)

g , g_x - массовые расходы технологического потока и охлаждающей воды через теплообменник,

α - интегральный коэффициент теплопередачи; $\alpha = k_T L$, k_T - удельный коэффициент теплопередачи.

Переменные процесса - $\Theta(t)$, $\Theta_x(t,l)$, g_x .

Уравнение (3.1) описывает тепловой баланс для технологического потока, где первое слагаемое это тепловая мощность технологического потока, второе

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

теплопередача

а (3.2) - тепловой баланс для охлаждающей воды в теплообменнике.

Рассмотрим стационарный режим (установившиеся во времени значения температур и расхода в окрестности рабочей точки) применительно к потоку охлаждающей воды. Формально, устремив $t \rightarrow \infty$, получаем для технологического потока из (3.1)

$$gc\bar{\Theta} = \alpha \int_0^L (\bar{\Theta} - \bar{\Theta}_x(l)) dl, \quad (3.3)$$

а для охлаждающей воды из (3.2)

$$c_x \bar{g}_x \frac{d\bar{\Theta}_x(l)}{dl} = \alpha (\bar{\Theta} - \bar{\Theta}_x(l)), \quad (3.4)$$

Решение (4)

$$\bar{\Theta}_x(l) = \bar{\Theta} (1 - \exp(-\alpha l / c_x \bar{g}_x)), \quad (3.5)$$

позволяет определить распределение температуры охлаждающей воды по длине канала теплообмена, рис. 3.2.

Решение такого уравнения известно и имеет вид

$$\frac{d\bar{\Theta}_x(l)}{dl} = \frac{\alpha}{c_x \bar{g}_x} (\bar{\Theta} - \bar{\Theta}_x(l))$$

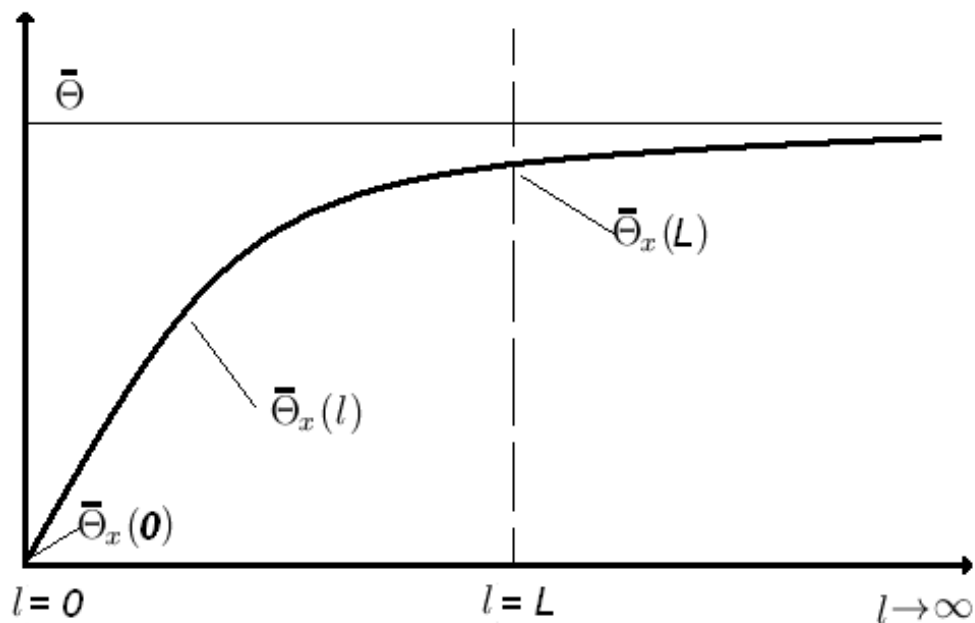


Рис. 3.2. Характер распределения температуры по длине тсумы в статике

За номинальное значение расхода охлаждающей воды примем постоянную величину \bar{g}_x , а за соответствующее ей значение технологического потока - постоянную величину $\bar{\Theta}$ и обозначим отклонения от стационарного режима как

$$G_x(t) = g_x(t) - \bar{g}_x, \quad (3.6)$$

$$\theta(t) = \Theta(t) - \bar{\Theta}, \quad (3.7)$$

$$\theta_x(t, l) = \Theta_x(t, l) - \bar{\Theta}_x(l). \quad (3.8)$$

перепишем теперь систему (3.1)-(3.2) во отклонениях от установившихся значений.

С учетом условий статики после подстановки в (3.2) выражения (3.5) получим

$$c\rho V \frac{d\theta(t)}{dt} = gc\theta(t) - \alpha \int_0^L (\theta(t) - \theta_x(t, l)) dl, \quad (3.9)$$

$$m_x c_x \frac{\partial \theta_x(t, l)}{\partial t} + c_x \bar{g}_x \frac{\partial \theta_x(t, l)}{\partial l} + \frac{\bar{\Theta} \alpha}{\bar{g}_x} G_x(t) \exp(-\alpha l / c_x \bar{g}_x) + c_x G_x(t) \frac{\partial \theta_x(t, l)}{\partial l} =$$

$$= \alpha(\theta(t) - \theta_x(t, l)). \quad (3.10)$$

Последнее слагаемое левой части уравнения (3.10) имеет более высокий порядок малости, чем остальные части этого выражения. Действительно, из анализа функции $\theta_x(t, l)$ следует, что $\theta(t, 0) = 0$ и $\theta_x(t, l)$ монотонна по l для всех $t > 0$. Поэтому $\partial \theta_x(t, l) / \partial l$ имеет тот же порядок малости, что и $\theta_x(t, l)$. Следовательно, этим слагаемым можно пренебречь.

Преобразуем теперь выражения (3.9)-(3.10) по Лапласу относительно аргумента t . Получаем после несложных преобразований

$$c_p V p \theta(p) = g c \theta(p) - \alpha \int_0^L (\theta(p) - \theta(p, l)) dl, \quad (3.11)$$

$$m_x c_x p \theta_x(p, l) + c_x \bar{g}_x \frac{\partial \theta_x(p, l)}{\partial l} + \frac{\bar{\Theta} \alpha}{\bar{g}_x} G_x(p) \exp(-\alpha l / c_x \bar{g}_x) =$$

$$= \alpha(\theta(p) - \theta_x(p, l)). \quad (3.12)$$

Выражение (3.12) разрешимо и решение примет вид

$$\theta_x(p, l) = \left(\frac{\bar{\Theta} \alpha G_x(p) (m_x c_x p + \alpha)}{(m_x c_x p + \alpha) m_x c_x p \bar{g}_x} - \frac{\alpha \theta(p) \bar{g}_x m_x c_x p}{(m_x c_x p + \alpha) m_x c_x p \bar{g}_x} \right) \exp(-m_x l p / \bar{g}_x) \times$$

$$\times \exp(-\alpha l / c_x \bar{g}_x) - \frac{\bar{\Theta} \alpha G_x(p)}{\bar{g}_x m_x c_x p} \exp(-\alpha l / c_x \bar{g}_x) +$$

$$+ \frac{\alpha \theta(p)}{m_x c_x p + \alpha}. \quad (3.13)$$

Подставим это решение в выражение (3.11) и проинтегрируем правую часть получившегося соотношения в пределах от 0 до L . После несложных, но громоздких преобразований приходим к линеаризованному уравнению, связывающему $\theta(p)$ и $G_x(p)$. Передаточная функция теплообменника примет вид

$$W(p) = \frac{\theta(p)}{G_x(p)} = \frac{-A_2 p^2 - A_1 p - A_1 p \exp(-p\tau) - A_3 + A_3 \exp(-p\tau)}{B_4 p^4 + B_3 p^3 + B_2 p^2 + p}, \quad (3.14)$$

Где

$$\tau = m_x L / \bar{g}_x;$$

$$A_1 = \bar{\Theta} c_x E / D;$$

$$A_2 = \bar{\Theta} m_x c_x (1 + E) / \alpha D;$$

$$A_3 = \bar{\Theta} \alpha E / m_x D;$$

$$B_4 = (6 c_x \rho_x V c_x^2 \bar{g}_x^2 - \alpha c_x m_x^3 L^3 E) / 6 \bar{g}_x^2 \alpha^2 E;$$

$$B_3 = (2 m_x c_x \bar{g}_x (\alpha L m_x c_x - g c m_x c_x + 2 c \rho V \alpha) + \alpha^2 c_x L^2 E) / 2 \bar{g}_x \alpha^2 E;$$

$$B_2 = (2 m_x c_x \alpha L - 2 m_x c_x g c + c \rho V \alpha - \alpha m_x c_x L - \alpha m_x c_x L E) / \alpha D;$$

$$E = \exp(-\alpha L / c_x \bar{g}_x);$$

$$D = c_x \bar{g}_x - c g - c_x \bar{g}_x E.$$

3.2. Синтез автоматической системы регулирования

Для выбора настроечных параметров типовых регуляторов (например, регулятора, реализующего распространенный на практике ПИ-закон), существует целая гамма инженерных методов. Каждый метод отличается прежде всего исходными требованиями, налагаемыми на замкнутую систему. Для рассматриваемого варианта регулирования объекта, имеющего распределенные динамические характеристики, наиболее важным требованием является сохранение устойчивости в замкнутой системе. Действительно, во-первых, распределенность температуры по координате приводит к передаточной функции с затянутым начальным участком, то есть возникновению существенного эффективного запаздывания. Во-вторых, инерционные свойства объекта с течением времени могут измениться (как показывает практика, далеко не в лучшую сторону), поэтому необходима либо частая перенастройка регулятора (введение элементов параметрической адаптации), либо синтез регулятора с высокой степенью

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист 70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

робастности, то есть нечувствительности к дрейфу динамических параметров объекта.

Исходя из вышеприведенных соображений для синтеза регулятора в дипломном проекте был выбран известный метод, основанный на достижении в замкнутой системе регулирования предельной степени апериодической устойчивости. Степень устойчивости η - это расстояние от мнимой оси ближайшего к ней корня характеристического уравнения замкнутой системы. Предельная степень апериодической устойчивости η_a^* - это максимально возможное расстояние от мнимой оси ближайших корней, при условии, что все они вещественные.

Таким образом, это условие соответствует максимальному удалению ближайшего к мнимой оси корня характеристического уравнения «влево», то есть в отрицательную область комплексной плоскости корней. В ряде работ показано, что при достижении этого условия ближайший корень (или кратное количество ближайших корней) становится вещественным. Таким образом, достигается помимо максимальной робастности и другое полезное свойство - апериодический характер переходного процесса в замкнутой системе.

На рис. 3.4 показан процесс движения корней при попытке отодвинуть от мнимой оси ближайший к ней корень.

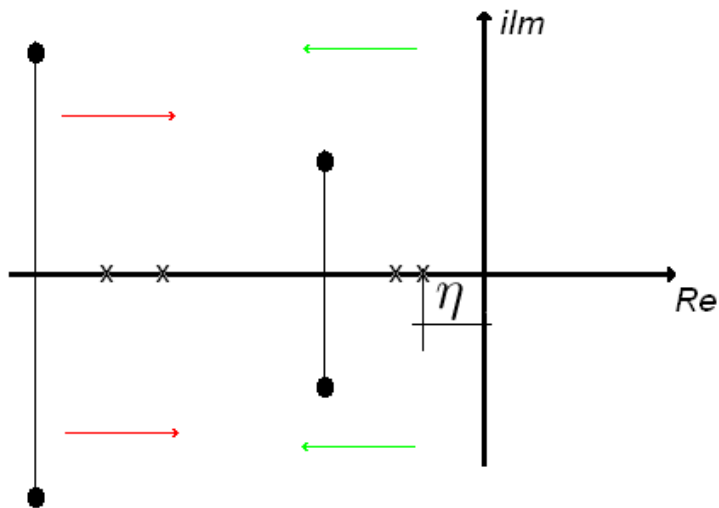


Рис. 3.4. Движение корней замкнутой системы при изменении ее характеристик

При этом дальние корни начинают, в свою очередь приближаться к мнимой оси. В результате можно достичь такого состояния (рис 3.5), когда отдаляемые и приближаемые ближайшие корни сольются в кратный вещественный корень, именно он и обеспечит желаемую предельную степень аperiodической устойчивости системы регулирования.

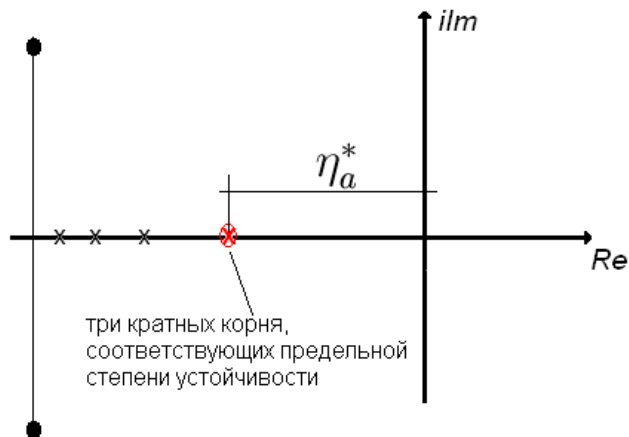


Рис. 3.5. Достижение условия кратности ближайших корней

Для применения метода предельной степени аperiodической устойчивости

воспользуемся результатами, полученными в работе [1], где показано, что для ПИ-закона регулирования с передаточной функцией

$$W_p(p) = S_1 + \frac{S_0}{p}, \quad (3.15)$$

требуется решить систему из трех уравнений тремя неизвестными S_1 , S_0 и η . Особенность этой системы в ее линейности относительно S_1 и S_0 , что позволяет свести задачу к решению одного нелинейного уравнения относительно η . Применительно к рассматриваемой модели объекта, после ряда выкладок получаем

$$a_{31} \frac{b_1 a_{22} - b_2 a_{12}}{a_{11} a_{22} - a_{21} a_{12}} + a_{31} \frac{a_{11} b_2 - a_{21} b_1}{a_{11} a_{22} - a_{21} a_{12}} - b_3 = 0, \quad (3.16)$$

где:

$$\begin{aligned} a_{11} &= (A_3 + A_1 \eta) \exp(\eta \tau) - A_2 \eta^2 + A_1 \eta - A_3; \\ a_{12} &= (A_3 - A_1 \eta^2) \exp(\eta \tau) + (A_2 \eta^2 - A_1 \eta + A_3) \eta; \\ a_{21} &= (A_3 \tau + A_1 + A_1 \eta \tau) \exp(\eta \tau) - 2A_1; \\ a_{22} &= (A_3 \tau - 2A_1 \eta + A_1 \eta^2 \tau) \exp(\eta \tau) + A_2 \eta^2 - 2A_1 \eta + A_3; \\ a_{31} &= (A_3 \tau + 2A_1 + A_1 \eta \tau) \tau \exp(\eta \tau) - 2A_2; \\ a_{32} &= (\tau^2 A_3 - 2A_1 \eta^2 - 4A_1 \eta \tau - A_1 \eta^2 \tau^2) \exp(\eta \tau) + 2A_2 \eta - 2A_1; \\ b_1 &= B_4 \eta^5 - B_3 \eta^4 + B_2 \eta^3 - \eta^2; \\ b_2 &= 5B_4 \eta^4 - 4B_3 \eta^3 + 3B_2 \eta^2 - 2\eta; \\ b_3 &= 20B_4 \eta^3 - 12B_3 \eta^2 + 6B_2 \eta - 2. \end{aligned}$$

Соотношение (3.16) может быть численно решено, например, с использованием математических функций системы MATLAB. Решением является наименьшее положительное $\eta = \eta_a^*$. Настраиваемые параметры регулятора затем следует определить из зависимостей

$$S_0^* = \frac{b_1 a_{22} - b_2 a_{12}}{a_{11} a_{22} - a_{21} a_{12}}, \quad (3.17)$$

$$S_0^* = \frac{b_2 a_{11} - b_1 a_{21}}{a_{11} a_{22} - a_{21} a_{12}}, \quad (18)$$

в которые всюду следует поставить только что полученное η_a^* .

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4. ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАБОТЫ

4.1. Охрана труда и окружающей среды

Раздел «Охрана труда и окружающей среды» является неотъемлемой частью научной работы, т.к. именно он обеспечивает безопасные условия труда, сохранение здоровья и трудоспособности персонала, выполняющего эксплуатацию данной научно-технической продукции, а также позволяет тщательно проработать вопросы охраны окружающей среды.

Под охраной труда понимается система законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Информационная система, разрабатываемая в данном дипломном проекте, является автоматизированной системой. Она предназначена для купажного отделения сахарного завода. Данная задача требует постоянного и очень активного взаимодействия человека с техническими средствами вычислительной техники, такими как компьютер, клавиатура, мышь, принтер.

Поэтому вопросы охраны труда будут рассмотрены для рабочего места оператора - персонального компьютера.

По данным Всемирной организации здравоохранения, профессиональная деятельность с ЭВМ может приводить к костно-мышечным нарушениям (неправильная поза), ухудшению зрения и нарушениям, связанным со стрессовыми ситуациями и нервно-эмоциональным напряжением при работе и т.д.

Для разработки мероприятий по рациональной организации труда оператора можно выделить следующие две группы факторов, влияющих на его здоровье и утомленность:

)Условия окружающей среды (температура, влажность, скорость движения воздуха, освещение, цветовое решение интерьера, уровень шума, электромагнитные

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист 75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

излучения);

)Условия трудового процесса на рабочем месте (рабочая поза, ритм и темп работы, наличие перерывов в работе);

Исходя из этих факторов, в данном дипломном проекте необходимо рассмотреть следующие вопросы охраны труда пользователя персонального компьютера:

- организация рабочего места пользователя ПК;
- обеспечение микроклимата;
- электробезопасность;
- защита от статического электричества и электромагнитного излучения;
- шум и вибрация;
- освещение;
- оценка напряженности труда на рабочем месте;
- обеспечение пожарной безопасности;

Анализ опасных и вредных факторов, характерных для рабочего места пользователя ПЭВМ

Организация рабочего места пользователя ПК

Под рабочим местом оператора понимается зона его трудовой деятельности в системе “человек-машина”, оснащенная техническим средствами и вспомогательным оборудованием, необходимым для осуществления функций контроля и управления вычислительным процессом.

В соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 “Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы” к рабочему месту предъявляются следующие требования:

Расстояние между рабочими столами с видеомонитором должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м.

При выполнении творческой работы, требующей значительного умственного

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5 - 2,0 м.

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600 - 700 мм., но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы.

При этом допускается использование рабочих столов различных конструкций, отвечающих современным требованиям эргономики. Поверхность рабочего стола должна иметь коэффициент отражения 0,5 - 0,7.

Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла) следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПЭВМ. Конструкция рабочего стула должна обеспечивать требования предъявлены к рабочему месту взрослого пользователя:

- ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм;
- поверхность сиденья с закругленным передним краем;
- регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400 - 550 мм и углами наклона вперед до 150 и назад на 50;
- высоту опорной поверхности 300 ± 20 мм, ширину не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости - 400мм;
- угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах 0 ± 300 ;
- регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах - 400 мм;
- стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

шириной 50 - 70 мм;

- регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах 230 ± 30 мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350 - 500 мм.

Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сидения и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию.

Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой, с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений.

Рабочее место пользователя компьютера должно быть расположено по отношению к световым проемам таким образом, что бы естественный свет падал на него сбоку. Рекомендуемое направление естественного света - слева, допускаемое - справа. Не допускается располагать рабочие места таким образом, что бы естественный свет падал на них со стороны спины или лица пользователя.

При размещении рабочих мест с компьютерами необходимо учитывать расстояния между рабочими столами с видеомониторами (в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого видеомонитора), которое должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м.

Проходы между рабочими местами должны иметь ширину, обеспечивающую беспрепятственное перемещение персонала без прикосновения к оборудованию или материалам, расположенным на рабочем месте. Минимально необходимая ширина - 0,6 м, оптимальная - 0,9 м.

Перед началом работы работник обязан:

- осмотреть и привести в порядок рабочее место;
- отрегулировать освещенность на рабочем месте, убедиться в достаточности освещенности, отсутствии встречного светового потока;

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

- проверить правильность подключения оборудования в электросеть;
- убедиться в наличии защитного заземления;
- протереть специальной салфеткой поверхность экрана;
- убедиться в отсутствии дискет в дисководах персонального компьютера;
- проверить правильность установки рабочего стола, кресла, подставки для ног, положения оборудования, угла наклона экрана, положение клавиатуры и, при необходимости, произвести регулировку стола и кресла, а также расположение элементов компьютера в соответствии с требованиями эргономики в целях исключения неудобных поз и длительного напряжения.

Работник во время работы на персональном компьютере обязан:

- выполнять только ту работу, которая ему была поручена, и по которой он был проинструктирован;
- в течение всего рабочего дня содержать в порядке и чистоте рабочее место;
- держать открытыми все вентиляционные отверстия устройств;
- при необходимости прекращения работы на некоторое время корректно закрыть все активные задачи;
- соблюдать режимы работы и отдыха;
- соблюдать правила эксплуатации вычислительной техники в соответствии с инструкциями по эксплуатации;
- при работе с текстовой информацией выбирать наиболее физиологичный режим представления черных символов на белом фоне;
- выполнять санитарные нормы и соблюдать установленные режимом рабочего времени регламентированные перерывы в работе, выполнять в физкультурных паузах рекомендованные упражнения;
- соблюдать требование - экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии шестьсот - семьсот миллиметров, но не ближе пятисот миллиметров с учётом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист 79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В соответствии с требованиями СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 мною предлагается следующий план помещения (рис. 1.1), в котором расположены рабочие места пользователе разработанной в данном дипломном проекте информационной системы (масштаб 1:50).

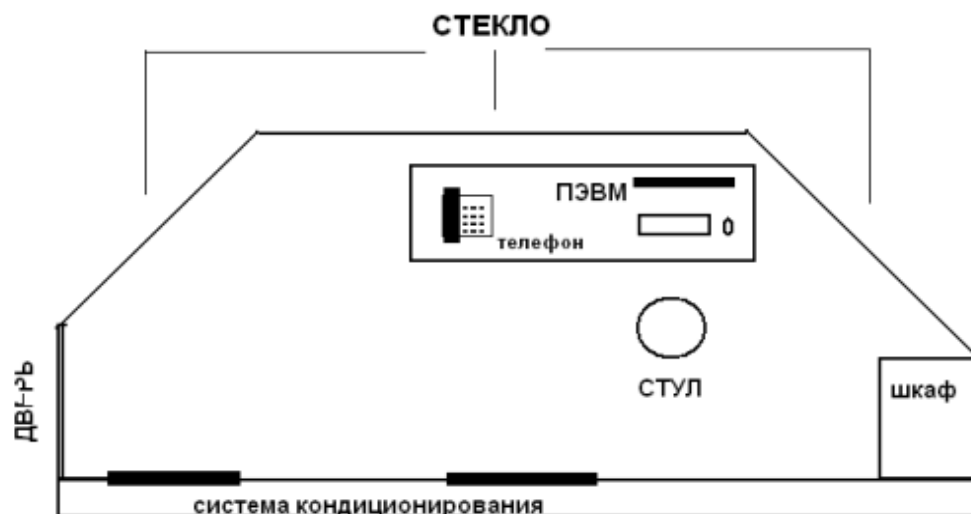


Рис. 4.1. План помещения

Оценка тяжести и напряженности трудового процесса

В работе оператора трудовой процесс, прежде всего, связан с психофизиологическими факторами. К ним относятся тяжесть и напряженность трудового процесса, характеризующие физический и умственный труд.

Тяжесть труда - это характеристика трудового процесса, отражающая преимущественно нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма (сердечнососудистую, дыхательную и др.), обеспечивающие его деятельность. Тяжесть труда характеризуется физической динамической нагрузкой, массой поднимаемого и перемещаемого груза, общим числом стереотипных рабочих движений, величиной статической нагрузки, формой рабочей позы, степенью наклонов корпуса, перемещениями в пространстве.

Напряженность труда - характеристика трудового процесса, отражающая

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист 80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника. К факторам, характеризующим напряженность труда, относятся: интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, степень монотонности нагрузок, режим работы.

Работа за дисплеем многофункциональна и связана с нагрузками на различные системы организма оператора. В качестве основного психофизиологического фактора будет рассмотрена напряженность трудового процесса, на основании того, что тяжесть труда находится в допустимых пределах.

Оценка напряженности трудового процесса на рабочем месте оператора АСУ:

Таблица 4.1.

№	Наименование показателя	Класс условий труда, степень вредности				
		1	2	3.1	3.2	3.3
1. Интеллектуальные нагрузки						
1.1	Содержание работы		+			
1.2	Восприятие сигналов		+			
1.3	Степень сложности задания		+			
1.4	Характер выполняемой работы		+			
2. Сенсорные нагрузки						
2.1	Длительность сосредоточенного наблюдения		+			
2.2	Плотность сигналов	+				
2.3	Число объектов одновременного наблюдения				+	
2.4	Размер объекта различения		+			
2.5	Работа с оптическими приборами	+				
2.6	Наблюдение за экранами ВДТ			+		
2.7	Нагрузка на слуховой анализатор	+				
2.8	Нагрузка на голосовой аппарат	+				
3. Эмоциональные нагрузки						
3.1	Степень ответственности	+				
3.2	Степень риска для собственной жизни				+	
3.3	Степень ответственности за безопасность других лиц				+	
4. Монотонность труда						
4.1	Число элементов повторяющихся операций		+			
4.2	Продолжительность повторяющихся операций	+				
4.3	Время активных действий		+			
4.4	Монотонность произв. обстановки		+			
5. Режим работы						
5.1	Продолжительность рабочего дня			+		
5.2	Сменность работы		+			
5.3	Наличие регламентированных перерывов	+				
Количество показателей в каждом классе		7	10	2	3	0
Общая оценка напряженности труда			+			

Оценка напряженности труда основана на анализе трудовой деятельности и ее

структуры, которые изучались путем хронометражных наблюдений в динамике всего рабочего дня, в течение двух недель. Анализ основан на учете всего комплекса производственных факторов, создающих предпосылки для возникновения неблагоприятных нервно-эмоциональных состояний (перенапряжения). Все факторы трудового процесса имеют качественную или количественную выраженность и сгруппированы по видам нагрузок: интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные, монотонные, режимные нагрузки.

Общая оценка напряженности трудового процесса: напряженность труда средней степени - класс 2 (допустимый).

Рекомендации по распорядку рабочего дня:

Во время регламентированных перерывов с целью снижения нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора, целесообразно выполнять комплексы специальных упражнений в соответствии с СанПиН 2.2.2.542-96. "Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы".

Обеспечение микроклимата

Для обеспечения надлежащего микроклимата аудитор ПК руководствуется СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений".

Работа персонала обслуживающего вычислительную технику, относится к категории 1а, так как она производится сидя и не требует физического напряжения. Расход энергии составляет 120 Ккал/час.

Умственный труд характеризуется напряжением, и поэтому для обеспечения высокой работоспособности необходимо поддерживать оптимальные показатели микроклимата. Следовательно, в помещении, оснащённом средствами вычислительной техники, должны поддерживаться оптимальные значения температуры, скорости движения воздуха и относительной влажности воздуха, которые указаны в таблице:

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

Таблица 4.2.

Категория работ	Период года	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость воздуха, м/с
Легкая 1а	Теплый	23 ÷ 25	40-60	0.1
Легкая 1а	Холодный	22 ÷ 24	40-60	0.1

Скорость движения воздуха должна быть не более 0,1 м/с. Температура стен не должна отличаться от температуры воздуха в помещении более чем на 2 С0. Для повышения влажности воздуха следует применять увлажнители воздуха, заправляемые ежедневно дистиллированной или прокипяченной питьевой водой.

Уровни положительных и отрицательных аэроионов в воздухе помещений с ВДТ и ПЭВМ, должны соответствовать нормам, приведенным в таблице:

Таблица 4.3.

Уровень ионизации	Число ионов в 1 см куб. воздуха	
	n+	n-
Оптимальный	1500-3000	3000-5000

Содержание вредных химических веществ в воздухе производственных помещений не должно превышать “предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест”.

В помещениях необходимо проводить влажную уборку и систематическое проветривание после каждого часа работы на ПЭВМ.

Освещение рабочих мест

Освещение играет важную роль в увеличении работоспособности человека. Рациональное освещение должно обеспечивать не только необходимый и достаточный для зрения свет, но также равномерность и постоянство светового потока.

Естественное освещение должно осуществляться через светопроемы, ориентированные преимущественно на север и северо-восток и обеспечивать коэффициент естественной освещенности (КЕО) не ниже 1,5 % на остальной территории.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, что бы естественный свет падал преимущественно слева.

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.

Искусственное освещение в помещениях эксплуатации персональных компьютеров должно осуществляться системой общего равномерного освещения. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк. Допускается установка светильников местного освещения для подсветки документов. Местное освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана и увеличивать освещенность экрана более 300 лк. Светильники местного освещения должны иметь непросвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40 градусов.

Рекомендуем газоразрядные типы светильников «Промышленные светильники РСП, ГСП, ЖСП 71» для освещения производственных помещений (высоочастотные 250-400 Гц), т.к. они создают меньший коэффициент пульсации.

Общее освещение следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочих мест, параллельно линии зрения пользователя при рядом расположении ЭВМ.

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях использования ЭВМ следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

Основные нормативные показатели, характеризующие требования к освещению приведены ниже.

Коэффициент естественной освещенности (КЕО) на остальной территории ниже 1,5 %

Освещенность в зоне расположения рабочего документа для пользователей

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
						84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

персональных компьютеров 300 - 500 лк

Освещенность экрана монитора при местном освещении не более 200 лк

Яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения не более 200 кд/кв.м.

Яркость бликов на экране монитора не более 40 кд/кв.м.

Яркость потолка, при применении системы отраженного освещения не более 200 кд/кв.м.

Показатель ослепленности для источников общего искусственного освещения в производственных помещениях, предназначенных для размещения рабочих мест пользователей ПК не более 20

Показатель дискомфорта в административно-общественных помещениях не более 40

Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90 градусов с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях не более 200 кд/кв.м.

Коэффициент пульсации от установки освещения не более 5 %

Следует ограничивать неравномерность распределения яркости в поле зрения пользователя ВДТ и ПЭВМ, при этом соотношение яркости между рабочими поверхностями не должны превышать 3:1 - 5:1, а между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования 10:1.

Рассчитаем количество N светильников типа ЛБ - 80, содержащих по $n = 2$ газоразрядных люминесцентных ламп мощностью 80 Вт, которые необходимо установить в помещении операторской площадью $S = 15 \text{ м}^2$ для обеспечения общего освещения зрительной работы высокой точности III разряда, подразряда «в» при среднем контрасте объекта различения и темном фоне.

Согласно СНиП 2.2.2/2.4.1340-03 «Естественное и искусственное освещение», освещенность $E = 300 \text{ лк}$. Светильник создает световой поток $F = 3040 \text{ лм}$ и имеет коэффициент использования потока $\eta = 0,86$. При расчете коэффициент запаса и неравномерности освещения принимаем равными соответственно $K_z = 1,4$; $Z = 1,2$.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

Рассчитываем количество газоразрядных люминесцентных светильников ЛБ - 80:

$$N = \frac{E * K_3 * S * Z}{F * \eta * n} = \frac{300 * 1.4 * 15 * 1.2}{3040 * 0.86 * 2} = 1.455 \approx 2шт$$

Таким образом, для достижения нормального освещения в операторской должно быть установлено 2 светильника по 2 лампы. Светильники локализовано над рабочим столом ближе к его переднему краю, обращенному к оператору, и имеют непросвечивающий отражатель с защитным углом более 40 градусов.

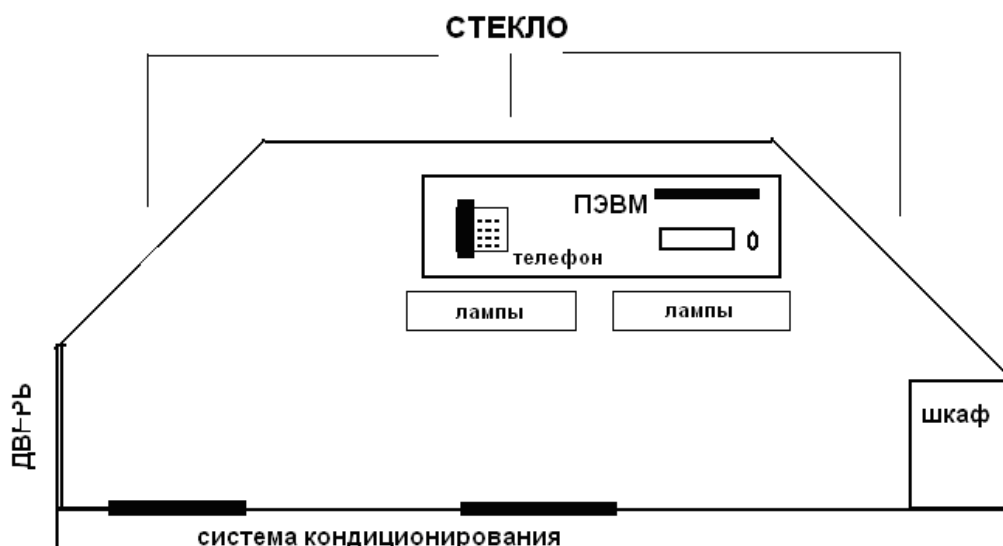


Рис. 4.2. Схема расположения

Электробезопасность, защита от статического электричества.

Степень электробезопасности помещений, оснащенных персональными компьютерами, определяется на основе ПЭУ (“Правил устройства электроустановок”). Как правило, такие помещения относятся к помещениям с повышенной опасностью поражения электрическим током, поскольку существует условие для прикосновения к металлическому корпусу оборудования.

Для обеспечения безопасности работы обслуживающего персонала и

безаварийной работы вычислительных машин в электроустановках 220/380В предусмотрена 5-ти проводная сеть трехфазного тока с глухозаземленной нейтралью. В электроустановках напряжением до 1000В величина сопротивления заземляющего устройства не должна превышать 10 Ом.

Воздействие статического электричества на организм человека может проявляться в форме малого тока, длительно протекающего через тело, кратковременных электрических разрядов, а так же электрического поля, в зоне воздействия которого находится человек.

Действие статического электричества смертельной опасности не представляет, но все же, оно неблагоприятно отражается на здоровье человека (особенно на нервной системе). Неприятные ощущения, вызываемые статическим электричеством, являются фактором неврастенического синдрома, головной боли, плохого сна. В итоге это сказывается на работоспособности и здоровье оператора ПК.

К мероприятиям направленным на защиту от статического электричества, относятся:

- заземление различных частей ПК;
- применение металлизированных защитных экранов (с заземляющим проводом) для дисплеев;
- поддержка оптимальной влажности (40 - 60%) в помещении;
- использование специальнохлопчатобумажной одежды обслуживающим персоналом;
- применение антистатических мастик для натирания полов или антистатических линолеумов;

Кроме того, в помещении необходимо контролировать уровень аэроионизации. Оптимальным уровнем аэроионизации в зоне дыхания человека считается содержания легких аэроионов обоих знаков от 150 до 5000 в 1 см³ воздуха.

Пожарная безопасность

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
						87
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Требования пожарной безопасности регламентируются СНИП 2.01.02.85 “Противопожарные нормы”, а так же ППБ 01-93 “Правила пожарной безопасности в Российской Федерации”. В соответствии с НПБ-105-03 “Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной опасности”, предприятие относится к категории В, т.к. в наличии имеются горючие и твердые горючие материалы.

Противопожарная защита - это комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также на создание условий для успешного тушения пожара.

Источниками зажигания в ВЦ могут быть электронные схемы от ЭВМ, приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, кондиционирования воздуха, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов.

К средствам пожаротушения, предназначенных для локализации небольших загораний, относятся пожарные стволы, внутренние пожарные водопроводы, огнетушители и т.п.

В производственных помещениях ВЦ применяются главным образом огнетушители ОП-5.

Нельзя использовать воду для тушения пожара при включенной общей системе электропитания помещения. В здании должна быть предусмотрена внутренняя пожарная водопроводная сеть. Внутренняя сеть подключается к внешней пожарной сети, оборудованной гидрантами, расположенными на расстоянии не более 5 м. от стен здания, 150 м друг от друга и 2,5 м от края проезжей части.

Для обнаружения начальной стадии загорания и оповещения службы пожарной охраны используют системы автоматической пожарной сигнализации (АПС). В соответствии с “Типовыми правилами пожарной безопасности для промышленных предприятий” залы ЭВМ необходимо оборудовать дымовыми

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

пожарными извещателями. В этих помещениях в начале пожара при горении различных пластмассовых материалов и бумажных изделий может выделяться значительное количество дыма и мало теплоты.

Охрана окружающей среды

На предприятиях пищевой промышленности большое внимание уделяется вопросам охраны окружающей среды. Деятельность предприятий отрасли сопровождается нормированием качества окружающей среды, то есть установлением нормативов. Предельно допустимых воздействий на окружающую природную среду.

Мероприятия по охране окружающей среды, проводимые на предприятиях пищевой промышленности - совершенствование производства:

использование выбросов для других технологических процессов и производств;

устройство местных отсосов или местной вентиляции;

очистка и фильтрация технологических выбросов;

Нормативы обеспечивают экологическую безопасность населения, сохранение генетического фонда и рациональное использование и воспроизводство природных условий, устойчивого развития хозяйственной деятельности.

В основе нормирования качества окружающей среды лежат три показателя:

. Медицинский

. Технологический

. Научно-технический

Нормативы качества окружающей среды:

. Санитарно-гигиенические

. Экологические

. Вспомогательные

Санитарно-гигиенические нормативы: ПДК вредных веществ, ПДК вредных физических воздействий, биологических воздействий, ПДУ радиации, нормативы санитарно-защитных зон.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

Экологические нормативы: нормативы выбросов и сбросов, нормативы шума, нормативы биологических загрязнений, нормативы радиации, строительные и градостроительные правила.

Вспомогательные нормативы: организационные и правовые.

Всего на предприятии в год образуется 39 видов отходов общим количеством - 70,332 т. Одновременное накопление на территории предприятия (лимит накопления) - 23,5877 т отходов. Доля отходов II класса опасности составляет -5,4% от общего количества образующихся отходов, отходов III класса опасности -0,68%, IV класса и нетоксичных - 93,9%. Количество отходов по наименованиям, по классам:

- второго класса опасности: кислота отработанная аккумуляторная, загрязненное дизтопливо;

- третьего класса опасности: фильтры угольные отработанные, ветошь х/б обтирочная замасленная, опилки замасленные, отходы лакокрасочных материалов;

- четвертого класса опасности: АКБ кислотные, лом черных металлов габаритный и кусковой, стружка черных металлов, огарки электродов, окалина и сварочный шлак, лом цветных металлов (смешанный), покрышки а/м легковых, грузовых, автобусов, погрузчиков, тормозные накладки, пыль от их расточки, лом абразивных кругов, абразивная пыль, а/камеры, резина вулканизированная;

- нетоксичные: деревянная тара, стеклобой, полимерные отходы, обрезь искусственной кожи, обрезь тканей, строительные отходы, макулатура необработанная смешанная.

Образующиеся на предприятии отходы производства и потребления размещаются:

- на полигоне для захоронения - 330.3 т/год (24.12% от общего объема образования отходов),

- сдаются специализированным предприятиям для переработки -75,88% от общего объема образования отходов.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
						90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Очистка выбросов на предприятии, попадающих в атмосферу:

В сухих пылеуловителях взвешенные частицы отделяются от воздушного потока за счет сил тяжести, инерции или центробежных сил. По конструкции это пылеосадительные камеры, циклоны (например, цилиндрические и конические, групповые и батарейные), ротационные, вихревые, радиальные и жалюзийные пылеуловители.

Более эффективными пылеуловителями первого вида являются различные инерционные аппараты, в которых пылевой поток резко меняет направление своего движения, что способствует выпадению частиц пыли.

Для эффективной очистки воздуха (газа) от пыли широко применяются различного типа фильтры - аппараты, действие которых основано на фильтровании запыленных газов через пористые перегородки: ткани, волокнистые материалы, насыпные зернистые слои.

Наиболее совершенными и универсальными аппаратами для очистки воздуха от взвешенных частиц являются электрические фильтры. В основе их работы лежит осаждение взвешенных частиц под действием электрических сил. Электрофильтр представляет собой аппарат, в котором размещены коронирующие и осадительные электроды. Осадительные электроды заземлены, а к коронирующим подводится выпрямленный электрический ток высокого напряжения от преобразовательной подстанции.

Для очистки выбросов от газообразных примесей применяют методы абсорбции (мокрые скрубберы Вентури, центробежные скрубберы, газовые промыватели НПИ и др.), адсорбции, каталитического или термического дожигания.

Каталитический метод основан на превращении вредных компонентов промышленных выбросов в вещества безвредные или менее вредные за счет химических реакций взаимодействия удаляемых веществ с одним из компонентов, присутствующих в очищаемом газе, или со специально добавляемым в смесь веществом на твердых катализаторах. В качестве катализаторов обычно

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

используются платина и металлы платинового ряда, оксиды меди и марганца, марганцевая руда и др., выполненные в виде шаров, гранул, колец или проволоки, свитой в спираль.

Экономия основного сырья и топлива:

Основными отходами ликероводочного производства являются жом мелассы, отработанный уголь. Жом мелассы является превосходным кормом для скота и с успехом применяются в сельском хозяйстве. Отработанный уголь из фильтров утилизируется на самом заводе; он отводится по тсумопроводам в сборники, очищается от примесей и используется на технологические нужды производства.

Сточные воды завода могут быть загрязнены моющими дезинфицирующими средствами, которые используются при мытьё посуды и дезинфекции. Для снижения содержания дезинфицирующих средств в сточных водах предприятия уменьшают их концентрацию в моющих и дезинфицирующих растворах, повышают их температуру и скорость их протекания при мойке и дезинфекции. Очистку сточных вод производит городская служба. На предприятии имеется специальная лаборатория по анализу сточных вод, в задачи которой входит контроль за содержанием вредных веществ в сточных водах предприятия.

Условия выпуска сточных вод в водоемы:

Очищенные сточные воды предприятия сбрасываются в приемник - непроточный водоем или водоток. Для этого смесь бытовых и производственных сточных вод пропускается через единые очистные сооружения. В связи с тем, что в промышленных стоках содержатся специфические загрязнения и компоненты, их сброс регламентирован «Правилами приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов».

Основными ограничениями на сброс промышленных стоков в водоотводящую сеть являются:

- превышение расходов и концентраций загрязнений;
- нарушение работы сетей, насосных станций, сооружений;

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
						92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- присутствие веществ, отлагающихся на стенках тсумопроводов и засоряющих или разрушающих их;

- наличие горючих и растворенных газообразных веществ, которые могут вызвать взрыв;

- содержание токсичных для микрофлоры очистных сооружений веществ;

- температура более 40°C;

- рН вне пределов 6,5-9;

- содержание органических веществ по ХПК, превышающие ПДК более чем в 1,5 раза.

Способы очистки сточных вод:

- механический (отстойники, решетки) химические, физико-химические;

- вывоз осадков;

- локальный вывоз осадков с технологических ёмкостей;

- сброс локальных очищенных сточных вод производят в городскую сеть, имеющую свои очистные сооружения полной биологической очистки.

Основные мероприятия по снижению степени загрязнения окружающей среды должны быть направлены на:

- создание безотходных или малоотходных технологий и производств;

- сокращение водопотребления за счет применения оборотного и повторного водоснабжения;

- использование безопасных источников водо - холодо - электроснабжения;

- строительство промышленных зон;

- применение современных средств очистки воды;

- снижение выбросов автотранспорта;

- совершенствование производства и его автоматизации.

4.2.Описание научно-технической продукции.

Главное преимущество применения системы автоматизации - разумное

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
						93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

использование энергоресурсов, прогнозирование и оптимизация расходов на ремонт и эффективное использование трудовых ресурсов.

АСУ обеспечивает:

- дистанционный, непрерывный контроль за производством замеров на технологических объектах, исключения необходимости ручного сбора и обработки данных оператором, обеспечение централизованного сбора данных и управления процессом;

- дистанционное управление силовыми исполнительными механизмами согласно технологическому регламенту, а также при возникновении аварийной ситуации;

- фиксацию отклонения от рабочего режима по заданным технологическим параметрам, статистическая обработка полученных данных и на этом основании выработка оптимального режима управления;

- визуализацию состояния технологических параметров, графическое представление информации о состоянии технологических объектов, возможность квитирования внештатных ситуаций, выдача помощи и рекомендаций в критической обстановке;

- автоматическое формирование баз данных, уменьшение возможности возникновения субъективных ошибок, архивирование данных для принятия решений при управлении процессом, передача информации в локальную вычислительную сеть (ЛВС) диспетчерского пункта (ДП);

Главной задачей автоматизации данного процесса является достижение не только максимально высокого, но и стандартно одинакового качества получающегося продукта (водки) на этом участке производства. В параллель этому система автоматизации призвана оптимизировать использование энергоресурсов, вести контроль и учет важных параметров системы, а также оповещать об ошибках и возникших отклонениях в технологическом процессе и предоставлять возможность для их устранения и решения. Кроме этого, внедряемая система позволяет сократить

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

число операций, совершаемых вручную, и предоставляет право для удаленного контроля и возможность регулировать протекающий процесс в реальном времени.

Все это реализовано при применении современных средств автоматизации, которые позволили внедрить новшество в процессе стабилизации температурного режима в теплообменнике с минимальным использованием хладагента, полностью автоматизировать процесс купажирования и разработать алгоритм управления электродвигателями, обеспечивающий увеличение продолжительности их срока службы, что существенно выделяет данную АСУ среди применяемых в настоящее время на многих предприятиях.

Надежность системы основана на использовании средств автоматизации известных фирм производителей, занимающих лидирующие позиции на рынке промышленной автоматики, которые на протяжении многих лет применяются крупными пищевыми предприятиями как в Европе, так и в России.

После внедрения разрабатываемой системы управления, обслуживание системы рабочим персоналом сведется к минимуму: управление процессом купажирования берет на себя автоматика, а от работников требуется только выполнение операций, которые выполняются не чаще двух в день (проверка работы датчиков и задание технологических параметров)

Автоматизация этих операций экономически не выгодна, так как их выполнение происходит крайне редко, а средства, которые необходимо вложить в автоматизацию, несоизмеримо велики с прогнозируемой выгодой.

В разработке научно-технической продукции не забывался и такой важный для любого предприятия фактор - экономия энергоресурсов. Уменьшая потребление хладагента для протекания процесса, уменьшается и потребление электроэнергии, затрачиваемой на охлаждение водки до температуры 15°C. Также снижается потребление электроэнергии двигателями, отвечающими за наполнение/опорожнение накопительных емкостей. В тоже время, как говорилось выше, в разработанном процессе рассматривается непрерывный процесс (далее -

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

НП), внедряемый в настоящее время на большинстве современных производств, обладает рядом гораздо более существенных преимуществ. В частности, НП:

- является гораздо более производительным и менее инерционным;
- позволяет объединить в единый технологический процесс купажиrowание и фильтрацию с обеспечением высокой стабильности потока жидкости через фильтры, что значительно улучшает качество фильтрации и снижает расход фильтров;
- не требует наличия значительных по площади производственных помещений с купажными емкостями;
- существенно менее пожароопасен, поскольку перекачка спиртосодержащих жидкостей полностью происходит в герметичных и заполненных доверху тсумопроводах;
- герметичность процесса позволяет снизить безвозвратные потери спирта;
- позволяет оперативно менять сортамент, затрачивая меньшее время на подготовку к новому производственному циклу;
- позволяет эксплуатировать запорное оборудование в щадящем режиме, без значительных ударных нагрузок.

Необходимость разработки оригинальной купажной установки была вызвана следующими причинами:

- чрезмерно высокой для небольших производств ценой импортных установок, что по мнению разработчиков, особенно значимо в российских условиях;
- желанием создать в едином конструктиве функционально завершённый комплекс, включающий в себя собственно купажную установку, оригинальное компактное фильтрующее устройство, механизм дозирования добавок и систему управления;
- при этом, упомянутый комплекс должен поставляться заказчику как конечный продукт, который может быть установлен и приведён в рабочее состояние в кратчайшие сроки при минимуме монтажных и пуско-наладочных работ;

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

- устранение человеческого фактора.

Тем не менее, следует учитывать, что качественное смешение жидкостей в потоке, с точностью, необходимой для соответствия продукции действующим стандартам, является довольно трудоёмкой задачей автоматического управления. Ввиду этого неперенным условием проектирования установок, использующих НП, является наличие:

- точной контрольно-измерительной аппаратуры, как то: измерителей массового расхода, плотности, температуры жидкостей;
- малоинерционного запорного оборудования;
- современной быстродействующей системы автоматического управления.

Анализ целевого рынка сбыта.

Разрабатываемая НТП обладает большой гибкостью и спокойно может найти применение на ликероводочных предприятиях. Положительным моментом для НТП может сказаться еще и то, что в настоящее время государство пытается экономически стимулировать производственную сферу с целью повышения её рентабельности и увеличения производства качественной продукции, понятно, что без применения современных средств автоматизации и новых алгоритмов управления на желаемый уровень будет не выйти.

Основные требования, которые могут предъявляться к внедряемой на предприятии СУ, заключаются в следующем:

- простота в эксплуатации и в обслуживании;
- надежность всей системы в целом;
- быстрая реализация проекта с минимальными простоями оборудования;
- сопутствующая подробная документация проекта.

В условиях современного уровня автоматизации, купажирование в ёмкостях является малоэффективным. При наличии малейших возможностей, предприятия стараются как можно шире использовать непрерывную технологию, как более эффективную экономически.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

При проведении анализа рынка сбыта, была выявлена потребность некоторых ликероводочных предприятий в модернизации устаревших систем управления. На них до сих пор применяется АСУ, реализованная на релейной автоматике, широко используются для регулирования расхода дорогостоящих ресурсов двухходовые регулирующие клапаны, многие операции в процессе купажа выполняются работниками - контроль за уровнем и работа механических устройств не подстрахована дополнительными измерительными устройствами, сигнализирующими о достижении предельного значения технологического параметра.

4.3. Оценка конкурентоспособности товара.

Оцениваемая НТП была подготовлена для внедрения и включает в себя следующие нововведения:

- применение частотных преобразователей для управления и защиты электродвигателей;
- замена двухходовых клапанов для подачи хладагента на многоходовые с позиционером;
- замена старого контроллера Siemens 5 семейства на более современный и надежный Siemens S7-300;
- разработка новых алгоритмов управления: поддержание заданной температуры водки и на включение электродвигателей с целью достижения экономии энергоресурсов.

Определим на сколько разрабатываемая система купаживания водки удовлетворяет требованиям заказчика.

Расчет уровня параметров конкурентоспособности продукции относительно «идеальной» модели:

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		98

Таблица 4.3.

Наименование показателей, определяющих уровень конкурентоспособности товара	Величина показателей			Коэффициенты значимости параметров a_i (max 5)
Срок службы компонентов системы, лет	10 Как правило = циклу научного прогресса	8 Западные стандарты на промышленную технику	6 Среднестатистический срок службы приборов	5
Простота в обслуживании, баллы	100 Все понятно, даже на интуитивном уровне	80 Дружественный интуитивный интерфейс, русскоязычные подсказки, документация	65 Предлагают помощь в обслуживании и в обучении персонала за дополнительную плату	5
Вероятность отказов /надежность/	0,95 Отказы почти отсутствуют	0,85 Маловероятны	0,8 Маловероятны	4
Удельная норма расхода хол. воды (м ³) на каждые готовые 1000 л водки	1,5 Идеальный тепловой контакт	1,7 Алгоритм управления охлаждением	1,8 Западные наработки	4
Численность обслуживающего персонала, чел	2 По человеку на смену	2 Поточный анализатор крепости	4 Лабораторный анализ крепости	3
Возможность расширения (гибкость) АСУ, 1/0	1 да	1 да	0 только по заказу	2
Взаимозаменяемость (универсальность) оборудования, %	100 любой компонент можно поменять на прибор другой марки	85 все, кроме ПЛК	50 только датчики	1

Единичные показатели конкурентоспособности.

Расчет показателей конкурентоспособности проводится по формулам:

$$q_i = \frac{p_i}{p_i^{100}} \quad q'_i = \frac{p'_i}{p_i^{100}}$$

Если p_i^{100} меньше p_i или p'_i , то дробь переворачивается;

После внедрения: До внедрения: $= 0.8q'1=0.6$ $= \frac{80}{100} \frac{80}{100} = 0.8q'2=$

$$\frac{65}{100} = 0.65 \quad \frac{65}{100} = 0.65 = \frac{0.85 \cdot 0.85}{0.95 \cdot 0.95} = 0.89q'3 = \frac{0.8 \cdot 0.8}{0.95 \cdot 0.95} = 0.84 = \frac{1.5}{1.9} \frac{1.5}{1.7} = 0.88q'4 = \frac{1.5}{1.8}$$

$$0.83 = 1q'5 = \frac{1}{2} = 0.5 = 1q'6 = 0 = \frac{85}{100} \frac{85}{100} = 0.85q8 = 1q'7 = \frac{50}{100} \frac{50}{100} = 0.5q'8 = 0$$

Обобщающие показатели конкурентоспособности товара:

$$K = \sum_{i=1}^n q_i * a_i \quad K = \sum_{i=1}^{\infty} q_i * a_i \quad K' = \sum_{i=1}^n q'_i * a_i \quad K = \sum_{i=1}^{\infty} q'_i * a_i$$

$$= 0.8*5 + 0.8*5 + 0.89*4 + 0.88*4 + 1*3 + 1*2 + 0.85*1 + 1*1 = 4 + 4 + 3.56 + 3.52 + 3 + 2 + 0.85 + 1$$

$$= 21.93$$

$$= 0.6*5 + 0.65*5 + 0.84*4 + 0.83*4 + 0.5*3 + 0 + 0.5*1 + 0 = 3 + 3.25 + 3.36 + 3.32 + 1.5 + 0.5 = 14.93$$

Показатель конкурентоспособности разработанной НТП относительно продукции конкурента:

$$K^k = \frac{K}{K'} = \frac{14.93}{21.93} = 0.68$$

Так как $K^k < 1$, то разрабатываемая НТП обладает достаточно высокой конкурентоспособностью.

. Проектирование организации производства и труда.

Организация планово - предупредительного ремонта и поверки средств КИП и

А.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист 100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Основная задача службы КИПиА состоит в обеспечении надежности работы измерительной техники, средств и систем контроля, автоматического управления производственным процессом.

Служба КИПиА на предприятии должна обеспечивать:

текущее обслуживание;

- поверку;
- техосмотр;
- ремонт измерительной техники;
- выполнение монтажных и наладочных работ в процессе эксплуатации;
- прием измерительной техники, средств контроля, управления, поступающих на предприятие.

Работа службы КИПиА подразделяется на планово-предупредительные и внеплановые.

В состав планово-предупредительных работ входят:

- ежедневное текущее обслуживание, которое представляет собой комплекс мероприятий, создающих наиболее благоприятные условия для работы всех средств автоматизации;

- текущее обслуживание, заключающееся в систематическом выполнении операций, обеспечивающих нормальное функционирование средств и систем контроля и автоматики, периодическое обслуживание по таблице, состоящее из техосмотров и ремонтов (мелких, средних, капитальных).

На предприятиях ликероводочной промышленности в зависимости от объема выполненных работ могут быть приняты следующие организационные формы службы КИПиА: цех, лаборатория, группа.

Система планово-предупредительных работ представляет собой комплекс организационно-технических мероприятий по уходу за оборудованием и ремонту с целью поддержания его в рабочем состоянии и увеличения срока эксплуатации.

Весь комплекс мероприятий осуществляется по заранее составленному плану.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
						101
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данные о периодичности работ по обслуживанию внедряемых средств автоматизации за 1 год:

Таблица 4.4.

Наименования средства КИПиА	Порядковый номер месяца проведения обслуживания												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Частотный преобразователь «Веспер» (Россия) (2 шт.)	Ⓟ	×	®	×	×	®	×	×	®	×	×	×	
Электропневматический позиционер SIPART PS2 (Германия) (16 шт.)	Ⓟ	×	®	×	@	×	×	×	®	@	×	×	
МПК Siemens S7-300 (Германия) (1 шт.)	Ⓟ	×	×	×	×	×	×	×	®	×	×	×	
Трудоемкость выполнения для обслуживания 1 ед. средства КИПиА (чел*час):													
Тип обслуживания	Обозначение	ЧП «Веспер»				Позиционер SIPART PS2				Siemens S7-300			
Пуск и наладка	Ⓟ	8.5				6.5				16			
Текущее обслуживание	×	1.5				1				2.5			
Технический осмотр	®	10				5				12			
Проверка	@	-				7.5				-			

Трудоёмкость - затраты труда, рабочего времени на производство единицы продукции (физических единиц времени на один сумль выпускаемой продукции)

Общая трудоемкость выполнения работ по обслуживанию средств КИПиА:

Трудоемкость пуска и наладки:

$$T_{п.н.} = 1 * 2 * 8.5 + 1 * 16 * 6.5 + 1 * 1 * 16 = 17 + 104 + 16 = 137 \text{ [чел*ч];}$$

Трудоемкость выполнения текущего обслуживания:

$$T_{т.об.} = 8 * 2 * 1.5 + 7 * 16 * 1 + 10 * 1 * 2.5 = 24 + 112 + 25 = 161 \text{ [чел*ч];}$$

Трудоемкость выполнения технических осмотров:

$$T_{т.о.} = 3 * 2 * 10 + 2 * 16 * 5 + 1 * 1 * 12 = 60 + 160 + 12 = 232 \text{ [чел*ч];}$$

Трудоемкость выполнения проверок:

$$T_{п.} = 2 * 16 * 7.5 = 240 \text{ [чел*ч].}$$

На основании данных о трудоемкости всех видов ремонтного обслуживания рассчитывается явочная численность обслуживающего персонала службы КИПиА:

$$Я_{ч} = \frac{(T_{т.о.} + T_{т.об.} + T_{п.н.} + T_{п.}) * K_3}{\Phi_{р.в}}$$

где K_3 - коэффициент запаса, учитывающий необходимость выполнения

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						102

непредвиденных работ ($K_3=1.1$),

Фр.в. - фонд рабочего времени одного среднесписочного рабочего, час.

$$Y_q = \frac{(137 + 161 + 232 + 240) * 1.1}{1840} = 0.43 \approx 1$$

$Y_{\text{ч}} = \frac{(137+161+232+240)*1.1}{1840} = 0.43 \approx 1$ человек от службы КИПиА для обслуживания заявленного оборудования.

4.4. Научная организация труда.

До внедрения автоматизированного рабочего места и системы автоматического управления оператору купажного отделения приходилось постоянно совершать обходы в течение рабочего дня, фиксировать в табельном журнале показания приборов. После автоматизации оператор получит возможность просматривать в динамике графики измеряемых величин, наблюдать за ходом технологического процесса и управлять им со стационарного пульта (SCADA система), что существенно улучшает условия труда оператора. Так же все действия оператора прослеживаются системой и в случае несоответствия с технологическим процессом (неправильности действий) просто блокируются - снижается эмоциональная нагрузка у оператора. В любой момент времени дежурный инженер может проследить текущее состояние системы и просмотреть архив событий через локальную сеть предприятия, не покидая своего рабочего места.

Операторское помещение купажного отделения представляет собой отдельное помещение, расположенное внутри цеха. В этом помещении расположена ЭВМ с печатающим устройством (принтером) и клавиатурой. Расстояние между ЭВМ и креслом оператора составляет 0,5 метра. Необходима также защита оператора от вредных воздействий, излучаемых ЭВМ. Поэтому предусматривается установка защитного экрана. На экране дисплея располагается вся необходимая информация для ведения технологического процесса и управления им. По вызову оператора на экране дисплея появляется та или иная мнемосхема (как часть всего технологического процесса), с расположенными на ней сигнализациями и

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
						103
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

показаниями первичных преобразователей, расположенных по месту у технического оборудования.

Всё это делается на основе программы, заложенной в ЭВМ. Предельный угол обзора фронтальной плоскости мнемосхемы должен быть по горизонтали 90о. При необходимости информация о ходе технологического процесса выводится на печатающее устройство. На столе оператора также находится следующая документация:

- технический проект;
- исполнительный проект;
- эксплуатационная схема;
- техническая документация на средства автоматизации.

Имеется также местный телефон для связи с другими производственными помещениями и городской телефон.

Функции оператора:

- наблюдение за ходом технологического процесса в нормальных и аварийных ситуациях;
- введение необходимых команд с клавиатуры в программу ЭВМ;
- диагностирование различных неисправностей и их устранение;
- проведение определенной последовательности действий по включению и выключению оборудования;
- применение ручного управления в экстренных случаях (например, в случае нарушения электроснабжения).

Условия труда оператора ЭВМ

Таблица 4.5

№п/п	Параметры	Базовый вариант	Проектируемый вариант
1	Освещенность	150Лк	170-200Лк
2	Влажность А) холодный период года Б) теплый период года	40 - 60% 40 - 60%	40 - 60% 40 - 60%
3	Температура окружающей среды А) холодный период года Б) теплый период года	21-23оС 22-24оС	20-24оС 22-23оС

Уровень автоматизации производственного процесса.

Технологический процесс состоит из следующих последовательных операций:

Таблица 4.6.

№ п/п	Наименование операции	Базовый вариант	Проектируемый вариант
1	Заполнение спиртовой и водной накопительной емкости	Автоматическая	Автоматическая
2	Фильтрация спирта и воды	Автоматическая	Автоматическая
3	Смешивание воды и спирта в заданной пропорции (креп 40%)	Машино - ручная	Автоматическая
4	Добавки по заданной рецептуре	Машино - ручная	Автоматическая
5	Фильтрация водно-спиртовой смеси	Автоматическая	Автоматическая
6	Охлаждение водки	Автоматическая	Автоматическая

Удельный вес автоматизированных операций в общем числе процессов производства:

$$Y = \frac{\sum Pa + \frac{1}{2} \sum Pm}{\sum P} * 100\%, \quad Y = \frac{\sum Pa + \frac{1}{2} \sum Pm}{\sum P} * 100\% , \text{ где}$$

Pa - автоматические операции,

Pm - Машино - ручные операции,

P - общее число процессов производства.

Базовый вариант - $Y_b = 5/6 * 100\% = 83\%$

Проектируемый вариант - $Y_p = 6/6 * 100\% = 100\%$

Вывод: по сравнению с базовым вариантом, уровень механизации в проектируемом варианте повысился на 17% .

Экономическая эффективность автоматизации производственного процесса.

Расчет капитальных затрат.

Расчет капитальных вложений на внедрение системы:

Таблица 5.5

	Цена 1 ед.	Кол-во	Общая стоимость
Затраты на приобретения приборов:			
ЧП «Веспер» EI-7011-050H	1935000	3	5805000
Электропневматический позиционер SIPART PS2	451500	10	4515000
SIMATIC S7-300 ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ПРОЦЕССОР	688000	1	688000
БЛОК ПИТАНИЯ SIMATIC S7-300, PS 307	129000	1	129000
Модуль ввода дискретных сигналов (32)	344000	1	344000
Модуль ввода аналоговых сигналов (8)	430000	4	1720000
Модуль вывода дискретных сигналов (32)	404200	1	404200
Модуль вывода аналоговых сигналов (4)	365500	2	731000
МИКРО КАРТА ПАМЯТИ (ММС) ДЛЯ CPU S7-300	64500	1	68800
ВСЕГО:			14405000
Материалы и электроконструкции	-	-	2580000
Затраты на монтаж (6% от стоимости приборов)	-	-	864300
Транспортные расходы (3% от стоимости приборов)	-	-	432150
Расходы на запчасти (2% от стоимости приборов)	-	-	288100
Расходы по комплектации (1% от стоимости приборов)	-	-	144050
ИТОГО:			18756600

Расчет текущих затрат.

Базовый вариант:

Затраты на охлаждение:

Стоимость охлаждения 1м³ водно-спиртовой смеси холодной технической водой по тарифам «Об установлении тарифов на товары и услуги в сфере водоснабжения и водоотведения на 2016 год» с 1 января 2016 года – 281,65 сум.

Годовое потребление хладагента купажного отделением - 60000 м³

Годовые затраты =281,65 *60000=19899000 сум.

Расходы на электроэнергию:

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		106

Мощность электродвигателей - 47 кВт

Кол-во электродвигателей - 3 шт.

Среднее годовое время работы каждого - 1000 часов

Стоимость 1 кВт*час электроэнергии для предприятия 329 сум.

Расходы энергии в год:

$$P_э = M_э * K_ч * N = 47 * 1000 * 329 = 141000 \text{ кВт} * \text{час}$$

Годовые затраты на электроэнергию $= (141000 * 329) = 46389000$ сум.

Расходы по заработной плате:

Количество обслуживающего персонала в смену получаем по формуле:

$$K_p = \frac{t}{T} = \frac{810}{480} = 1.68 \text{ чел}$$

где t - время, затраченное на проведение операций в смену, мин;-
продолжительность смены, мин.

Таким образом, кол-во обслуживающего персонала в сутки - 4 чел.

Среднегодовая зарплата 1 рабочего составляет - 6450000 сум.

Годовой фонд зарплаты: $6450000 * 4 = 25800000$ сум.

По результатам работы выплачивается премия в размере 30% от фонда
зарплаты: $25800000 * 0.3 = 7740000$ сум.

Годовые расходы по зарплате: $25800000 + 7740000 = 26574000$ сум.

Страховые взносы (34%): Годовые отчисления $= 26574000 * 0.34 = 9035160$ сум.

Проектируемый вариант:

) Затраты на охлаждение:

Годовое потребление хладагента купажным отделением на 40% меньше чем в
базовом варианте и составляет - 36000 м³.

Стоимость охлаждения 1м³ водно-спиртовой смеси холодной технической
водой - 281,65 сум.

Годовые затраты $= (36000 * 281,65) = 10139400$ сум.

Расходы на электроэнергию:

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		107

Мощность электродвигателей - 47 кВт

Кол-во электродвигателей - 3 шт.

Среднее годовое время работы каждого на пиковых мощностях за счет применения частотного преобразователя составляет - 500 часов

Стоимость 1 кВт*час электроэнергии для предприятия 329 сум.

Расходы энергии в год:

$$P_g = M_g * K_q * N = 47 * 500 * 3 = 70500 \text{ кВт} * \text{час}$$

Годовые затраты на электроэнергию = (70500*329)=23194500 сум.

) Расходы по заработной плате:

Количество обслуживающего персонала в смену получаем по формуле:

$$K_p = \frac{t}{T} = \frac{380}{480} = 0.8 \text{ чел}$$

где t - время, затраченное на проведение операций в смену, мин;- продолжительность смены, мин.

Таким образом, кол-во обслуживающего персонала в сутки - 2 чел.

Среднегодовая зарплата 1 рабочего составляет - 6450000 сум.

Годовой фонд зарплаты: 6450000*2=12900000 сум.

По результатам работы выплачивается премия в размере 30% от фонда зарплаты:

$$12900000 * 0.3 = 3870000 \text{ сум.}$$

Годовые расходы по зарплате: 12900000+3870000=16700000 сум.

4) Страховые взносы (34%): Годовые отчисления =16700000*0.34=1701800 сум.

) Амортизационные отчисления:

Отчисления на амортизацию средств КИПиА составляет 13.6% от стоимости средств автоматизации: 1701800*0.136=231445 сум.

) Отчисления на текущий ремонт:

Отчисления на текущий ремонт средств КИПиА составляет 7% от стоимости средств автоматизации: 231445*0.07=16201 сум.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист 108
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Показатели оценки эффективности проекта.

Сводная таблица:

Таблица 5.6.

Виды затрат	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Затраты на охлаждение, сум./год	16899000	10139400
Затраты на электроэнергию, сум./год	18189000	9094500
Расходы по заработной плате, сум./год	33540000	16770000
Отчисления на социальные нужды, сум./год	11403600	5701800
Амортизационные отчисления, сум./год		2550889
Отчисления на текущий ремонт, сум./год		1312962
Итоговые затраты, сум./год	80031600	45569551

Расчет итоговых затрат в год (базовый вариант)= **80031600** сум.

Расчет итоговых затрат в год (проектируемый вариант)= **45569551** сум.

Условно-годовая экономия текущих затрат составляет:

$$\mathcal{E}_{y.2} = Z_{б.в} - Z_{п.в} = 34462049 \text{ сум}$$

Срок окупаемости определяется как период времени, в течении которого капитальные затраты будут возвращены за счет доходов, полученных от реализации проекта:

$$O_3 = \frac{K}{\mathcal{E}_{y.г}} = \frac{501304}{772352} = 0.65 \text{ года} \approx 8 \text{ месяцев}$$

$$O_3 = \frac{K}{\mathcal{E}_{y.2}} = \frac{13271025}{34462049} \approx 0.52 \text{ года}$$

Технико-экономические показатели проекта.

Таблица 5.7

№	Наименование показателей	Единица измерения	Наименование вариантов	
			Базовый	Проектируемый
1	Годовой объем производства водки	тыс. л	19040	19040
2	Капитальные затраты для внедрения СА	тыс. сум.	-	18748
3	Численность обслуживающего персонала в сутки	чел.	4	2
4	Удельный расход хладагента	м3/тыс. л	60	36
5	Текущие затраты	тыс. сум.	80032	45150
6	Условно-годовая экономия	тыс. сум.	-	34460
7	Срок окупаемости	год	-	0.5

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основная цель автоматизации производственных процессов - это обеспечение экономии сырьевых и топливно-энергетических ресурсов, сокращение ручных операций, улучшение условий труда при управлении агрегатами, процессами и производством в целом, то есть повышение технико-экономических показателей технологического процесса.

Учитывая необычайно широкие возможности современной микро вычислительной техники для автоматизации, в частности наличие компактных запоминающих устройств и современных контроллеров, обладающих большой емкостью и позволяющих хранить в них довольно сложные программы управления, можно создать с помощью микропроцессорной техники машины с очень высоким уровнем автоматизации.

В нестоящей работе выполнены следующие: анализ технологического процесса производства водки и роль купажного отделения в процессе производства водки; разработана функциональной схемы автоматизации непрерывного процесса купаживания и структура АСУТП; выбрано микропроцессорного контроллера и его проектная компоновка; получена математическая модель динамики теплообменника для синтеза системы автоматического регулирования; синтезирована автоматическая система регулирования.; Охрана труда и окружающей среды; Проведен расчет экономической эффективности разработанной системы управления. Затраты на автоматизацию производства окупилась за достаточно короткий срок, который составил 0,5 месяцев, что современным меркам является хорошим показателем.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист 110
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ицкович Э.Л. Микропроцессорные распределенные системы управления зарубежных фирм на рынке СНГ. Выпуск 4. – М.: 2002, 106 с.
2. Черноруцкий И.Г. Оптимизация в теории управления. С-Петербург, «Издательский дом Питер», 2003. -256 с.
3. Баратов А.Н. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов, и средств их
4. Ицкович Э.Л. Микропроцессорные распределенные системы управления зарубежных фирм на рынке СНГ. Выпуск 4. – М.: 2002, 106 с.
5. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. М.: Химия, 1985
6. Клюев А.С., Глазов Б.В., Дубровский А.Х., Клюев А.А. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1990, 464 с.
7. Лапшенков Г.И., Полоцкий Л.М. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. Технические средства и лабораторные работы. Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Химия, 1988, 288 с.
8. Полоцкий Л.М., Лапшенков Г.М. Автоматизация химических производств; учебное пособие для Вузов.-М.: Химия, 182. 295с., ил.
9. Полоцкий Л.М., Лапшенков Г.И. Автоматизация химических производств: Учебник для ВУЗов. – М.: Химия, 1982, 296 с.
10. Стефани Е.П. Основы построения АСУ ТП. М. Энергия, 1982.
11. Юсупбеков Н.Р., Мухамедов Б.Э., Гуялмов Ш.М. Автоматика ваишлабчиқариш процессларининг автоматлаштириш: Дарслик, -Т.: Ўқитувчи, 1997, - 353 б.
12. Xabier Basogain Olabe. Redes Neuronales Artificiales y sus Aplicaciones Formato Impreso: Publicaciones de la Escuela de Ingenieros, 1998 – 79 p.

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист 111
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

13. Терехов В. А., Ефимов Д. В., Тюкин И.Ю. Нейросетевые системы управления: Учеб. Пособие для вузов — М.: Высш. шк. 2002. — 183 с.: ил.

14. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд., испр. : Пер. с англ. — М. : ООО "И.Д. Вильямс", 2006. — 1104 с.

15. Дивеев А. И., Софронова Е. А. “Основы генетического программирования Учебно-методическое пособие” - М.: Изд-во РУДН, 2006;

16. Васенков Д.В. Методы обучения искусственных нейронных сетей //Компьютерные инструменты в образовании. — СПб.: Изд-во ЦПО "Информатизация образования", 2007, №1, С. 20-29.

17. Круг П.Г. Нейронные сети и нейрокомпьютеры: Учебное пособие по курсу «Микропроцессоры». — М.: Издательство МЭИ, 2002. – 176 с.

18. <http://ahp.rusoil.net/tau.htm>

19. <http://elib.ispu.ru/library/lessons/faleev/>

20. <http://kiryushin.boom.ru/uts/plit.htm>

21. http://vissim.nm.ru/auto_reg.html

					Т К Т И - Ф Т П П - И А Ч - 2 0 1 5 - 4 2 - 1 1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		112