

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ И МЕЛИОРАЦИИ

Факультет: «Автоматизации и механизации водного хозяйства»

Направление: 5521800 «Автоматизация и управление» (в водном хозяйстве)

Кафедра: «Автоматизации и управления технологическими процессами»

«Допущен к защите»
Заведующий кафедрой
_____ Усманов А.М.
« _____ » _____ 2011г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА НА СОИСКАНИЕ
СТЕПЕНИ
БАКАЛАВРА

Тема: «Автоматизация отвода грунтовых вод в Ташкентском метрополитене»

Выполнил студент

Мохов Д.А.

Руководитель выпускной
работы, доц.

Усманов А.М.

Ташкент – 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА I. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	4
ГЛАВА II. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	17
2.1. Оборудование и автоматизация процессов на участке отвода грунтовых вод	17
2.2. Описание технологического процесса протекаемого в системе отвода грунтовых вод	26
ГЛАВА III. СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ НА УЧАСТКЕ	27
3.1. Автоматизация контроля уровня в водоотливных установках..	27
ГЛАВА IV. ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ (САУ)	30
4.1. Расчет устойчивости систем автоматического управления.....	30
4.2. Расчет и выбор критического коэффициента настройки ПИ- регулятора.....	34
ГЛАВА V. ПЕРСПЕКТИВЫ И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА	41
5.1. Анализ функций микропроцессоров в системах управления ...	41
5.2. Исследование особенностей микропроцессорного управления	52
ГЛАВА VI. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ (БЖД).....	56
6.1. Выбор специализированной одежды	56
6.2. Первая медицинская помощь пострадавшим при несчастных случаях	58
6.3. Пожарная безопасность	59
6.4. Действия работников в чрезвычайных ситуациях	60
ГЛАВА VII. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ.....	64
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	68
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	69

ВВЕДЕНИЕ

В результате принимаемых мер предприятиями и организациями министерства по безусловному обеспечению реализации определенных в докладе «Все наши устремления и программы во имя дальнейшего развития родины и повышения благосостояния народа» Президента Республики Узбекистан И.А.Каримова на заседании Правительства республики состоявшегося 21 января текущего года 7 важнейших приоритетов программы социально-экономического развития страны на 2011 год по модернизации, техническому и технологическому обновлению отрасли, совершенствованию и внедрению современных агротехнологий в производство, углублению экономических реформ в сельском хозяйстве, обеспечены высокие и устойчивые темпы роста, благополучия и благосостояния сельского населения. При этом валовая продукция сельского хозяйства страны составила 1 трлн. 407,1 млрд. сумм (темп роста 5,8%).

Основными задачами электромеханических служб метрополитенов являются создание условий «обитаемости» людей в подземных сооружениях и обеспечение 100%-го выполнения графика движения поездов путем высококачественного технического обслуживания и ремонта электромеханических устройств (тоннельной и местной вентиляции, водоотлива, тепло- и водоснабжения, канализации).

Поскольку в процессах технического обслуживания и ремонта наиболее трудоемки насосы и вентиляторы, для лучшего понимания материала приведены краткие сведения из их теории.

свой реальный вклад в работу всех структур общества и экономического развития вносят и службы эксплуатации нашей страны.

В Ташкентском метрополитене постоянно осуществляется совершенствование работы систем энергетики и автоматики.

В этой связи темой моей выпускной квалификационной работы является «Автоматизация отвода грунтовых вод в Ташкентском метрополитене».

В работе мной изучен технологический процесс отвода грунтовых вод, также изучены и усовершенствованы вопросы контроля и управления за состоянием воды в водоотливных установках.

ГЛАВА I. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Все подземные сооружения, в том числе строящиеся и действующие метрополитены оборудуются системой удаления производственных и фекальных вод на поверхность. Система удаления сточных производственных вод из метрополитена состоит из приемных решеток и колодцев, водоотводных (дренажных) линий и откачивающих насосных станций – водоотливных установок. На практике эту систему называют дренажной.

Водоотливные установки (ВУ) метрополитенов работают в автоматическом режиме (без постоянного обслуживающего персонала), обеспечивают перекачку сточной (дренажной) воды в городские инженерные сети, реки, овраги (при отсутствии инженерных сетей). Производственные сточные технологические воды, на метрополитенах образуются при мытье станций, тоннелей и различных производственно-бытовых помещений, а также в результате сброса вод от охладителей воздуха и другого технологического оборудования. Производственные сточные грунтовые воды на метрополитены поступают в результате фильтрации через неплотности тоннельной обделки.

Притоки производственных сточных вод могут увеличиваться из-за нарушения целостности инженерных коммуникаций метрополитена и города, а также из-за подтоплений сооружений метрополитена при разливах рек и ливнях.

Дренажная система метрополитена состоит из отдельных дренажных систем участков метрополитена. В пределах таких участков могут быть одна или несколько станций, тоннелей, электрические подстанции и другие сооружения, т.е. все сооружения, находящиеся между двумя водоразделами. Размеры таких участков определяются из соображений создания оптимального профиля и плана трассы метрополитена.

В пределах участка могут быть объекты, расположенные ниже основных сооружений (тоннелей). Это, как правило, натяжные камеры эскалаторных тоннелей, электрические подстанции, переходы между станциями и т.д.

В этих (заглубленных) объектах дренажные системы сбрасывают воду в местные водоотливные установки (МВУ). Эти установки, как правило, откачивают воду в дренажную систему путевых тоннелей. Далее вода поступает в основную водоотливную установку (ОВУ), которая, собирая дренажные воды участника от всех ОВУ поступает в уличную канализационную сеть города.

Из здания или сооружения сточные воды отводятся в наружную уличную канализационную сеть через систему трубопроводов, которая зависит от расположения их на территории промышленного предприятия или города называется дворовой, внутриквартальной или внутриплощадной (метрополитен).

Основное требование, предъявляемое к канализации, - обеспечение пропуски через канализационные сети и сооружения расчетного расхода сточных вод, установленного на конец расчетного периода.

Работники предприятий, занимающиеся вопросами сброса вод в городские канализационные сети, должны знать следующие основные требования: в городскую канализацию не могут быть приняты без предварительной очистки производственные сточные воды, содержащие волокнистые вещества, жиры, масла, смолы, бензин, нефтепродукты, ядовитые и другие вещества, оказывающие разрушающее действие на материал труб и элементы канализации.

Температура производственных сточных труб не должна превышать 40°C . Не допускается сброс воды, которая может выделять ядовитые или взрывоопасные газы.

Различают полный, рабочий и аварийный объемы водосборников водоотливных установок. Полный объем водосборника равен сумме рабочего и аварийного объемов водосборника.

Рабочий объем водосборника рассчитывается от уровня воды, при котором отключаются все насосы, до уровня воды, при котором включается последний (по включению) насос.

Аварийный объем водосборника определяется от уровня воды, при котором включается последний (по включению) из установленных насосов, до низа перекрытия водосборника насосной установки на станциях мелкого заложения и до подошвы шпал в остальных насосных установках. Уровни включения первого и отключения последнего насосов определяются проектом. При этом рассчитывают, что включение последнего по очередности насоса должно произойти при уровне воды в водосборнике, не превышающем 0,1 м от низа лотка сливной трубы, а уровень воды при отключении первого насоса не должен быть 200 мм, к фланцу приемного клапана или приемной сетки. Помимо названных условий, при определении уровней включения насосов руководствуются тем, чтобы насосный агрегат не включался часто. Это требование исходит из соображений сохранности электропусковой и гидравлической аппаратуры и устройств, которые при пусках и остановках насосов подвергаются интенсивному воздействию повышенных нагрузок, возникающих при запуске электродвигателей и под действием гидравлических ударов.

Уровень включения первого насоса называется рабочем уровнем включения. Насос включающийся, первым в нормальном цикле ВУ, называется нормальным насосом.

Полный объем водосборников на линиях глубокого заложения в обводненных грунтах должен быть для основных, транзитных и местных ВУ соответственно не менее 70,40 и 7 м³, при этом рабочий объем должен быть 30, 15 и 7 м³ соответственно аварийный объем – 40, 25 и 0 м³. На линиях глубокого заложения в необводненных грунтах и на линиях мелкого заложения 28 м³ полный объем для основных и транзитных водоотливных насосных установках, должен быть не менее 30 м³, а рабочий и аварийный объемы – по 15 м³, для местных водоотливных установок полный (и рабочий) объем водосборников равен 4 м³.

Для обеспечения незатопляемости станций и тоннелей, а также для обеспечения безопасного проезда пассажиров на метрополитене

нормативными документами определяются требования к устройству сооружений метрополитена и к действиям персонала при угрозе их затопления. Уровни входов в вестибюли станций метрополитена, воздухозаборные киоски тоннельной вентиляции и порталы тоннелей, а также уровни низа решеток воздухозаборов (воздуховыпусков) местной вентиляции располагают на 1,0 м выше наивысшего уровня паводковых вод (наводнений). Перед входом в наземный или спуском в подземный вестибюль предусматривают возвышения (площадки) по отношению к примыкающей к вестибюлю территории высотой 8-12 см.

Все инженерные коммуникации города, пересекающие действующие сооружения метрополитена и находящиеся вблизи них, прокладываются в соответствии со специальными техническими условиями с установкой дополнительных защитных футляров, колодцев и других предохранительных устройств, обеспечивающих безопасность и бесперебойность работы метрополитена.

Если при транспортировке дренажной воды от ее источника, или от МВУ до ОВУ дренажные системы переполняются, то устраивают дополнительно транзитную водоотливную установку (ТВУ) для частичного перехвата транзитной воды. Как правило, ТВУ предусматривают при расстоянии от водораздела до ОВУ более 1500 м, при наличии значительных водотоков (>100 м³/ч), при переменном профиле трассы и наличии препятствий для естественного движения дренажных вод или при гидростатическом давлении на обделку тоннелей в месте расположения ТВУ (в уровне головки ходовых рельсов) более 100кПа (1кгс/см²).

Для того, чтобы дренажные воды самотеком попадали от МВУ в ОВУ, предусматриваются поперечные и продольные уклоны станционных платформ, полов вестибюлей, служебных помещений, коридоров и переходов, а также верхнего строения пути. На всей протяженности перегонных тоннелей с бетонным основанием путей устраивается открытый водосточный лоток шириной 900 мм и глубиной 500 мм.

Поверхности бетона придают поперечный уклон не менее 20-30% и продольный – не менее 3% к оси пути. На станциях водосточные лотки располагают под платформой и в путевом бетоне. В тоннелях, на участках пути, имеющих щебеночный балласт, укладываются две самотечные трубы диаметром по 200 мм или одна 300 мм. Допускается при соответствующем обосновании укладывать три трубы диаметром 150 мм.

На всех дренажных трубных системах устраивают трапы или колодцы на расстоянии не более 20 м. уклон трубы должен быть 3%. Пройдя по трубам и лоткам, дренажные воды попадают в водосборник водоотливной установки.

Водосборник представляет собой резервуар, состоящий из одной или нескольких камер. Камеры водосборника соединены друг с другом перепускными клапанами и переливными отверстиями. Для того чтобы направить дренажную воду в ту или иную камеру, в верхней части водосборника прокладывают специальный раздаточный лоток, в днище которого устраивают донные клапаны. Водосборники оборудуются мостиками и лестницами.

Для управления перепускными и донными клапанами, а также для осмотра водосборника и раздаточного лотка устраивают люки. В качестве их привода используют тросы. Водосборники ОВУ и ТВУ имеют две равные камеры, а также водосборники МВУ – одну. В одной из камер каждого водосборника обычно выделяют отстойную часть.

Основные водоотливные установки оборудуются тремя насосными агрегатами, транзитные и местные – двумя насосными агрегатами. Если всасывающие линии насосов оборудованы приемными клапанами, один из трех (или двух) установленных насосов принимают вертикальное исполнение. При наличии на всасывающих линиях специальных резервуаров или других приспособлений, обеспечивающих самовсасывание насосов, насосы вертикального исполнения, как правило, не используются. Целью установки вертикального насоса является

обеспечение залива трубопроводов и горизонтальных насосов в период, когда они окажутся без воды.

Водоотливные установки метрополитена могут быть оборудованы погружными или другими насосами в зависимости от технологических требований и условий поставки оборудования.

В нормальном режиме на ВУ может работать один или два насоса и один насос может быть выведен в ремонт. В аварийном режиме из-за перегрузки кабельных линий на ВУ могут быть задействованы все насосы. Подача каждого насоса ВУ должна быть не менее постоянного притока (дебита) на ВУ, но не менее 150 м³/ч для ОВУ и ТВУ линий глубокого заложения и не менее 50 м³/ч для линий мелкого заложения. Допускается устанавливать насосы вертикального исполнения с подачей не менее 100 м³/ч на линиях глубокого заложения.

Если по конструктивным или технологическим соображениям на водоотливной установке не могут быть установлены насосные агрегаты с подачей или напором достаточным для выброса на поверхность постоянного притока воды на ВУ, то вместо каждого из насосов должна быть установлена группа насосов (два-три), которая при совместной параллельной или последовательной работе обеспечит необходимую откачку воды.

В таком случае при определении общего количества оборудования, площади ВУ организации включения агрегатов такая группа насосов рассматривается как один насосный агрегат.

Одним из основных условий бесперебойной работы ВУ по обеспечению незатопляемости сооружений метрополитена является жесткая последовательность включения агрегатов и аварийного сигнала. Эта последовательность заключается в следующем: при отказе в работе рабочего (первого) насосного агрегата должен включаться следующий насосный агрегат. Одновременно к дежурному по станции и диспетчеру ЭМС должен поступать сигнал о превышении аварийного уровня на данной ВУ. При

отказе второго насосного агрегата должен включаться следующий насосный агрегат.

Немаловажным условием для обеспечения пожарной безопасности и охраны окружающей среды является предупреждение загрязнений дренажных вод метрополитена.

Основными источниками загрязнений дренажных вод на метрополитене являются: неисправная система смазки и рельсосмазывателей подвижного состава; нарушение технологии обслуживания путевого хозяйства при использовании смазочных материалов; сброс отработанных масел от эскалаторов; нарушение технологии зарядки и ремонта аккумуляторных батарей электрических подстанций (нарушение кратности разбавления щелочей или кислот).

При выбросе на поверхность неочищенные дренажные воды метрополитена загрязняют водосточные линии и реки. Мероприятия по очистке этих вод требуют значительных единовременных затрат на строительство очистных сооружений.

Для выброса дренажных вод на поверхность ОВУ оборудуют двумя/, а ТВУ одним напорным трубопроводом, соединяющими их с городской водосточной сетью. Кроме того, ТВУ имеют напорный трубопровод на ОВУ. Основные водоотливные установки, расположенные в водоносных грунтах, имеют третий резервный напорный трубопровод на поверхность через ближайшую вентиляционную шахту или резервный трубопровод, соединяющий ее с соседними ОВУ. При такой схеме на резервных трубопроводах устанавливают отключающие задвижки с электроприводом и местные системы автоматики для их задействования.

Транзитные водоотливные установки, расположенные под реками или каналами, могут оборудоваться двумя напорными трубопроводами на поверхность. На станциях мелкого заложения от местных водоотливных установок предусматривают напорные трубопроводы на поверхность.

На метрополитенах приняты два вида установки горизонтальных насосов на ВУ: работающих под «заливом» откачиваемой жидкости и работающих на самовсасывание. При этом несколько отличается обвязка насосов.

В первом случае на всасывающем трубопроводе устанавливают сетки или решетки для того, чтобы в колесо насоса не попадали крупные предметы, а на напорной линии – обратный клапан и задвижку. При работе на самовсасывание на всасывающей линии насосов устанавливают, помимо сетки, примерный клапан или специальный бачок, а на напорной линии - обратный клапан, задвижку и обводную линию с вентилем вокруг обратного клапана.

Обводная линия устанавливается в обоих случаях и служит для постоянного заполнения насоса водой, т.е. для восполнения утечек, образующихся во всасывающем трубопроводе, через сальники и приемный клапан. При автоматизации ВУ в верхней части корпуса насоса устанавливают реле расхода.

На общих трубопроводах ВУ устанавливают задвижки, приспособления для гашения гидравлического удара, вентили для спуска воды и воздуха, подключатели для напорных шлангов аварийных насосов и напорные трубопроводы, для взмучивания осадка в нижней части водосборника при его очистке.

Очистку от ила водосборников водоотливных установок осуществляют двумя способами. Один способ заключается во взмучивании осадка и одновременной откачке воды в водосточную сеть города. Это наиболее дешевый способ. Обычно при такой очистке производится интенсивная подача воды в водосборник для разбавления осадка. Однако этот способ не нашел широкого применения из-за низкой эффективности, а также в связи с тем, что при очистке ВУ могут быть забиты илом городские водосточные линии небольших (до 150 мм) диаметров.

Другой способ очистки от ила водосборников ВУ предусматривает использование зумпфowego агрегата. Агрегат представляет собой цистерну

вместимостью около 10 м³ на железнодорожной или специальной платформе. Вакуум-насосом РМК или ВВН создается разрежение в цистерне. При помощи всасывающих шлангов диаметром 100 мм, соединяющих цистерну и отстойную часть водосборника, скопившийся там ил поступает в цистерну.

Среди водоотливных установок тоннелей и станций особое место занимают местные водоотливные установки подножных решеток (МВУПР) вестибюлей. Они обеспечивают откачку загрязненной воды из емкостей по подножными решетками, расположенными при входах в вестибюли.

Очистка обуви пассажиров при входе в метрополитен является одним из основных мероприятий по поддержанию в чистоте станций и тоннелей. Из резервуаров подножных решеток осадки сильными струями воды, создаваемыми соплами, смываются в водосборник, над которыми установлены один или два насоса, как правило, один вертикального исполнения и один погружной. В конце напорной линии этой ВУ устраивают колодец с отстойной частью вместимостью 2 м³. кроме этого, из помещения ВУ прокладывают на поверхность «сухой» трубопровод диаметром 300 мм. Он служит для подачи в водосборник всасывающих шлангов ли рабочего органа передвижных насосов, при помощи которых отстойники очищаются от ила, оставшегося в водосборнике. Принцип работы насоса тот же что и у зумпфового агрегата.

Насос смонтирован на шасси автомобиля и имеет приспособление (поршень цистерны), обеспечивающее сброс (выталкивание) ила в отвал. Насосы могут работать в оптимальном режиме при глубине пола водоприемника ВУ не более 4,5 м от поверхности Земли.

Напорные трубопроводы на всех ВУ, кроме подножных решеток, подключают к городской общесплавной или дождевой канализации через контрольный колодец без отстойника. При прокладке в тоннелях вертикального регулятора УРРД рабочая жидкость через дроссель переменного сечения (сопло-заслонку) сливается в дренаж. Заслонка

связана с чувствительным элементом – сильфоном регулятора. Увеличение давления P , в импульсной линии регулятора РД-ЗА приводит к увеличению давления в камере над сильфоном и приближает заслонку к соплу. Давление в камере возрастает и регулятор УРРД увеличивает расход регулируемой среды через клапан, что приводит к уменьшению давления в трубопроводе перед регулятором УРРД. Регулятор РД-ЗА устанавливается на заданное значение натяжением пружины с помощью винта. Регулятор РД-ЗА выполняет в этой схеме роль П-регулятора. В некоторых случаях при оснащении регулятора приставкой можно превратить его в изодромный ПИ-регулятор.

Гидравлический регулятор РД-ЗА может иметь одно, двух- и трехсильфонную сборки, а узел управляющего клапана может собираться по одно- и двухсопловым системам. Эта особенность позволяет широко использовать его при регулировании различных параметров в установках теплоснабжения.

Регулятором непрямого действия с использованием в качестве вспомогательной энергии электрических приводов могут служить клапаны регулирующие 25Ч931НЖ и смесительные 27Ч905НЖ.

Широкое применение на метрополитенах в системах теплоснабжения в последнее время находят регулирующие клапаны БУЕ. По условиям эксплуатации они изготавливаются двухходовыми с линейной и логарифмической характеристиками или трехходовыми – с электрическим исполнительным механизмом ЕСПА02ПВ.

Эксплуатация регулирующего клапана не вызывает особых трудностей и поддержание его в исправности ограничивается только смазкой зубчатых колес редуктора. Рекомендуется два раза в год менять смазку, используя ЦИАТИМ -20Т. Если с течением времени сальник начнет протекать и его натяжение не приведет к желаемому эффекту, необходимо заменить уплотнение сальника тефлоновыми кольцами. Чтобы избежать демонтажа штока, тефлоновые кольца можно разрезать.

ГЛАВА II. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

2.1. Оборудование и автоматизация процессов на участке отвода грунтовых вод

Насосные установки используют почти во всех отраслях народного хозяйства. Как сооружения, имеющие самостоятельное значение, они применяются при водоснабжении, канализации, теплоснабжении и орошении. В большинстве случаев насосные установки имеют вспомогательное значение.

На метрополитенах насосные установки, не играя самостоятельной роли, тем не менее занимают весьма ответственное место в организации бесперебойного и безопасного движения поездов, принимая на себя постоянную откачку производственных и фекальных сточных вод.

Центробежные консольные одноступенчатые насосы К с горизонтальным осевым подводом жидкости к рабочему колесу.

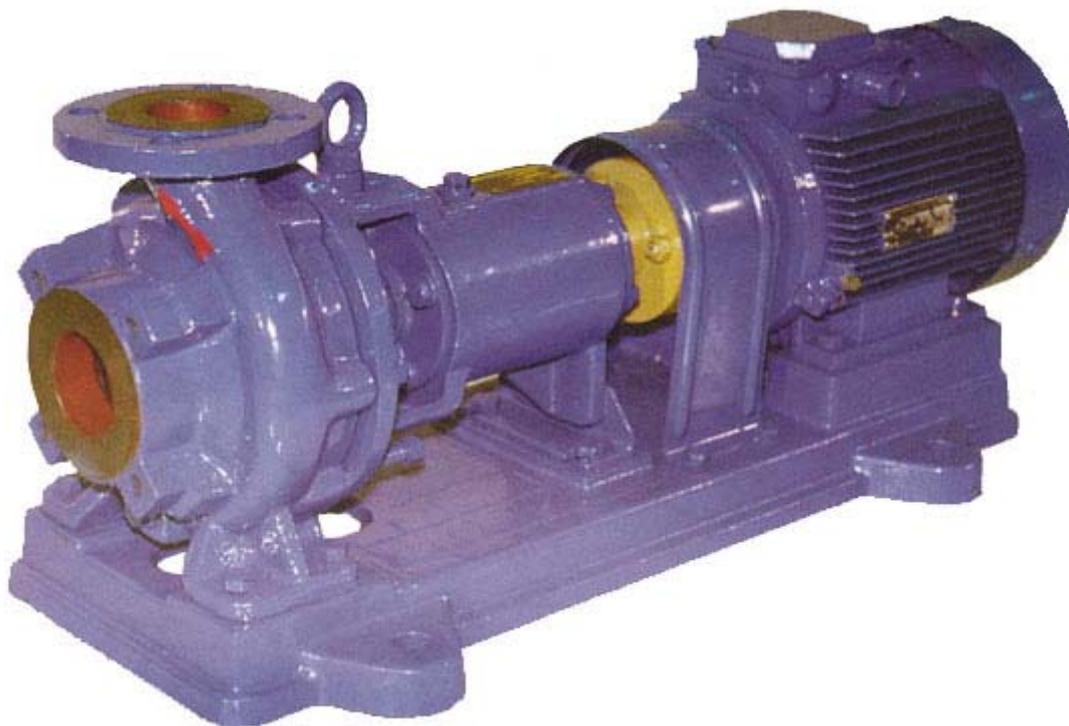


Рис. 2.1. Центробежный консольный одноступенчатый насос

Эти насосы предназначены для работы в стационарных условиях для перекачивания воды (кроме морской) и других жидкостей, сходных с водой по плотности, вязкости и химической активности.

Прокачиваемая жидкость не должна содержать механических примесей по объему более 0,1% и размером более 0,2 мм. Температура перекачиваемой жидкости должна быть в пределах – 0-85⁰С. По специальному заказу изготавливают насосы для подачи жидкостей температурой 105⁰С.

Насосный агрегат включает в себя насос и электродвигатель, смонтированные на общей фундаментальной плите. Агрегат состоит из приводной и проточной частей. Приводная часть представляет собой опорный кронштейн, в котором на подшипниках установлен вал насоса. Подшипники закрыты крышками. Проточная часть состоит из спирального корпуса, который крепится к фланцу опорного кронштейна, рабочего колеса, насаженного на коней вала и всасывающего патрубка, присоединенного к спиральному корпусу. Насосы поставляются с напорным патрубком, направленным вверх, но по условиям монтажа его можно повернуть на 90, 180 или 270⁰. Для этого в бобышках сверлят и нарезают два отверстия М20х1,5 (одно вверх, другое вниз) для выпуска воздуха из полости насоса перед пуском и слива воды после его остановки.

Рабочее колесо выполнено из двух дисков, соединенных лопастями. Передний диск имеет входной отверстие, задний – разгрузочное отверстие для выравнивания осевых усилий. Рабочее колесо имеет уплотняющие пояски, которые в паре с защитными кольцами, запрессованными в спиральном корпусе и всасывающем патрубке, образуют уплотнение для уменьшения перетока жидкости из области высокого давления в область низкого давления. На валу насоса рабочее колесо крепят гайкой с левой резьбой для предотвращения самооткручивания. Всасывающий патрубок служит для подвода перекачиваемой жидкости к рабочему колесу. Он крепится к рабочему колесу и является крышкой последнего.

Насосы перекачивающие жидкость температурой выше 85°C , имеют в бобышке сальника корпуса отверстие с резьбой для подвода охлаждающей жидкости к кольцу сальника под давлением 0,1-0,2 МПа (1-2 кгс/см²). При поставке отверстие заглушается пробкой. Для предотвращения износа под сальниковым уплотнением вал имеет защитную втулку (в насосах всех старых типов имеется гидравлическое кольцо). Вал смонтирован на двух шариковых подшипниках в опорном кронштейне. Подшипники смазываются консистентными смазками или литолом подаваемыми через пресс-масленки.

Совместная работа в сети. При увеличении притока на водоотливную установку при промывке тоннеля или в иных случаях автоматически в работу включаются два и более установленных насосов. Как правило, проектом предусматривается установка двух горизонтальных насосов с одинаковыми характеристиками и одного вертикального, характеристика которого отличается от характеристики горизонтальных насосов. Последовательность включения насосов целесообразно регулировать так, чтобы обеспечить (если это необходимо) совместную работу двух насосов с одинаковыми характеристиками – горизонтальных или вертикальных. Такая совместная работа насосов на один общий или несколько связанных друг с другом напорных водоотводов называется *параллельной работой насосов*.

При параллельной работе насосов суммарная подача насосов, работающих совместно на общую сеть, меньше, чем суммарная подача этих же насосов при раздельной их работе. Объясняется это тем, что при возрастании суммарной подачи увеличиваются потери напора в водопроводе и, следовательно, полный напор каждого насоса. Это влечет за собой уменьшение подачи каждого насоса. При сравнении насосов необходимо обращать внимание на обточку колеса. Промышленность выпускает насосы одной и той же марки и типоразмера, но с различной обточкой колеса.

Таким образом, можно сделать вывод, что на водоотливной установке метрополитена целесообразна работа только двух насосов с одинаковыми характеристиками и одинаковыми по диаметру рабочими колесами. Насосы перед совместной работой должны быть одинаково отрегулированы с помощью задвижек (по току). Параллельная работа насосов с разными характеристиками целесообразна. При вынужденном запуске на параллельную работу двух насосов с различными характеристиками необходимо убедиться в целесообразности их совместного использования по времени откачки воды из водосборника каждым насосом в отдельности и при совместной работе.

В ряде случаев, особенно при организации временного или аварийного водоотлива, необходимо использовать последовательное включение насосов. Это делается при постоянном или почти постоянном притоке, когда необходимо увеличить напор, который не может быть создан одним насосом. При последовательном включении насосов или при установке их под залив следует убедиться по каталогу насосов, какое давление со стороны всасывающего патрубка выдерживает насос исходя из прочности сальниковых уплотнений.

Насосы ряда конструкций перед их употреблением для последовательного соединения или установкой под залив требуют незначительных конструктивных изменений.

Электродвигатели. В основном все электродвигатели применяемые в электромеханическом хозяйстве метрополитена, - асинхронные, рассчитанные на напряжение 220 и 380 В и частоту 50 Гц. Мощность их составляет от 0,6 до 100 кВт. Характерными показателями нормальной работы электродвигателей являются отсутствие вибрации, нормативный предельный нагрев лобовой и пазовой частей ротора; при этом пазовая часть нагревается больше, чем лобовая, нормативное состояние электрической изоляции обмоток статора и выводных проводов и создание необходимого вращающего момента на валу.



Рис. 2.2. Электродвигатель асинхронный

Обозначение электродвигателей. В электродвигателях серий 4А, буквы обозначают: А – брызгозащитное исполнение; АО – закрытое оборудование; цифра после букв – номер серии. Число после первого дефиса характеризует типоразмер; первая цифра в нем указывает габарит (условный номер наружного диаметра сердечника статора), вторая – условный номер длины. Цифра после второго дефиса соответствует числу полюсов. Например, АО2-62-4 – асинхронный трехфазный электродвигатель в закрытом обдуваемом исполнении, второй единой серии, 6-го габарита, 2-й длины, четырехполюсный. Электродвигатели 1-го – 5-го габаритов во второй серии выпускают только в закрытом обдуваемом исполнении, что повышает их надежность. Срок службы закрытой машины малой мощности увеличивается в 1,5 – 2 раза по сравнению с защищенной.

Электродвигатели 4А основного исполнения имеют короткозамкнутый ротор с литой алюминиевой обмоткой. На их базе создан ряд модификаций. При обозначении модификаций к буквенной части добавляется соответствующая буква: П – для электродвигателей с

повышенным пусковым моментом, С – с повышенным скольжением, К – для электродвигателя с фазным ротором.

Асинхронные двигатели с повышенным пусковым моментом предназначены для привода механизмов с большими нагрузками в период пуска. Двигатели с повышенным скольжением применяются для механизмов с неравномерным ударным характером нагрузки механизмов с большой частотой пуска и реверса.

Для электродвигателей общего назначения с алюминиевой обмоткой статора в конце обозначения добавляется буква А.

В обозначениях электродвигателей, рассчитанных на несколько частот вращения, указывают значения числа полюсов через косую линию. Буква Л обозначает, что корпус и щиты отлиты из алюминиевого сплава.

Климатические исполнения электродвигателей поясняются следующими буквами: У – для умеренного климата, ХЛ – для холодного климата; ТВ – для влажного тропического климата; Т – для тропического сухого и влажного климата; О – для всех районов на суше (общеклиматическое исполнение); М – для морского умеренного холодного климата; ТМ – для тропического морского климата; ОМ – для неограниченного района плавания; В – для всех районов на суше и в море.

Категории размещения обозначаются цифрами: 1 – для работы на открытом воздухе; 2 – для помещений со сравнительно свободным доступом воздуха; 3 – для закрытых помещений, где колебания температуры, влажности, а также воздействие песка и пыли существенно меньше, чем на открытом воздухе; 4 – для помещений с искусственно регулируемыи климатическими условиями (например, закрытые, отапливаемые и вентилируемые производственные помещения), 5 – для работы в помещениях с повышенной влажностью.

Исполнительные механизмы. Исполнительным механизмом (ИМ) в системе автоматического регулирования называется устройство, перемещающее регулирующей орган в соответствии с сигналами,

поступающими от усилителя. Исполнительные механизмы создают поступательное или вращательное движение, предназначенное для перемещения регулирующего органа.



Рис. 2.3. Электрический исполнительный механизм

К ним предъявляются следующие конструктивные и эксплуатационные требования:

- простота конструкции, минимальные размеры и масса, высокая надежность и устойчивость к воздействию внешней среды;
- безопасность в эксплуатации и устойчивость в работе;
- наличие защиты для предохранения регулирующего органа от перегрузок и поломок и возможности ручного управления при отказе

схемы управления или нарушении энергоснабжения, а также дистанционного контроля положения регулирующего органа.

Исполнительные механизмы, применяемые в устройствах ЭМС, разделяют в зависимости от вида потребления энергии на электрические, пневматические, гидравлические, грузовые и пружинные.

Электрические исполнительные механизмы обладают практически неограниченным радиусом действия и управления, могут применяться при отрицательной температуре окружающей среды, не требуют герметизации.

Электрические механизмы можно разделить на электродвигательные, в которых силовым элементом является электродвигатель, как правило, одно- или трехфазный короткозамкнутый, и соленоидные (электромагнитные), в котором силовым элементом является соленоид либо электромагнит.

Электродвигатели позволяют:

- управлять арматурой при помощи кнопочных электрических выключателей «Закрытие», «Открытие», «Стоп»;
- автоматически останавливать запорный орган арматуры в крайних и двух промежуточных положениях;
- создавать заданный момент на приводном валу;
- автоматически останавливать привод в промежуточных положениях запорного органа при возникновении предельного вращающего момента на приводном валу в аварийной ситуации;
- осуществлять ручное управление арматурой.

Электроприводы рассчитаны для работы в повторно-кратковременном режиме в соответствии с продолжительностью включения электродвигателей.

Технический уход за электроприводами во время эксплуатации включает в себя периодический осмотр, текущий ремонт, планово-предупредительный капитальный ремонт.

Периодический осмотр устанавливается в зависимости от режима работы, но не реже одного раза в месяц.

Автоматические регуляторы. Все автоматические регуляторы могут быть классифицированы по ряду признаков: по назначению, характеристике регулирования, способу действия, виду используемой энергии и т.д.



Рис. 2.4. Автоматический регулятор

По назначению регуляторы делятся на регуляторы давления, температуры, расхода, влажности, уровня и др.; по характеристике регулирования – на позиционные, статистические, астатистические и статистически-астатистические (изодромные); по способу действия – на регуляторы прямого и непрямого действия.

В зависимости от вида используемой энергии регуляторы непрямого действия бывают гидравлические, пневматические и электрические. Существуют регуляторы, в которых используется энергия нескольких видов, например, электрогидравлические регуляторы, применяемые в тепловых сетях.

Регуляторы различаются также по скорости перемещения регулирующего органа.

На метрополитенах применяются гидравлические регуляторы нескольких типов.

Регуляторы расхода и давления. Универсальный регулятор расхода и давления прямого действия.

2.2. Описание технологического процесса протекаемого в системе отвода грунтовых вод

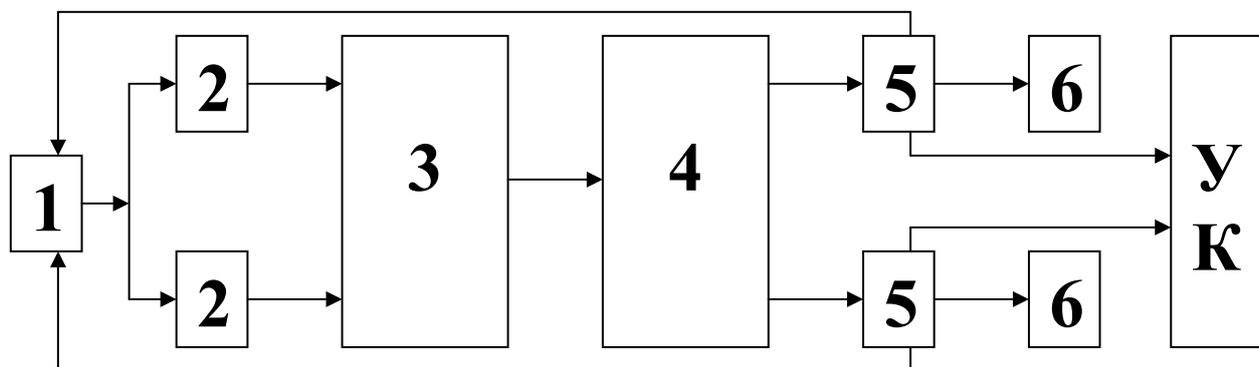


Рис. 2.5. Схема технологического сбора и откачки воды в водосборнике

Вода, поступающая на объект скапливается в водосборнике и по мере наполнения водосборника проходит сигнал с датчика ЭРСУ-4, на котором установлены блокэлектроды 1, в водосборнике на сигнализаторы 2, через релейный блок 3, воздействует на ПРВУ, которые осуществляет двигатель 4, циклического управления работой насосов 5. В случае поступления на ПРВУ сигнала от датчика 6, о холостом ходе работа насоса последний автоматически выводится из цикла управления.

ГЛАВА III. СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ НА УЧАСТКЕ

3.1. Автоматизация контроля уровня в водоотливных установках

Электронный регулятор-сигнализатор уровня ЭРСУ-5Р предназначен для сигнализации и поддержания в заданных пределах уровня электропроводных жидкостей в трех точках в одном или различных резервуарах.

Прибор состоит из передающего преобразователя и трех датчиков.

Датчик состоит из корпуса, электрода и колпачка, служащего для уплотнения провода, подключаемого к выводу электрода.

Передающий преобразователь состоит из корпуса, крышки и электронного блока на крышке имеется четыре светофильтра для индикации питания и достижения заданных уровней. Подключение внешних проводов или кабелей производится под винт, уплотнение осуществляется прокладками, в которых необходимо пробить отверстие, соответствующее наружному диаметру провода или кабеля. На корпусе прибора имеется винт заземления.

Принцип работы ЭРСУ основан на преобразовании изменения электрического сопротивления между электродом датчика и стенкой резервуара в электрический релейный сигнал. При погружении электрода датчика в контролируемую среду вызывает уменьшение сопротивления, срабатывает реле и загорается светодиод соответствующего канала. При отсутствии среды сопротивление увеличивается, происходит отпускание реле и гаснет светодиод. Прибор имеет три независимых канала, позволяющих контролировать три уровня жидкости в одном или разных резервуарах.

Электрическая схема блока состоит из транзисторных релейных каскадов и трех выпрямительных элементов питающихся от понижающего трансформатора.

На передней панели расположены:

- а) индикатор включения сети;
- б) световая индикация срабатывания каналов.

Прибор не предназначен для работы в условиях:

- а) взрывоопасных помещений;
- б) контроля сред, дающих твердый осадок на электроде датчика;
- в) воздействия тряски и ударов.

Технические характеристики:

Количество каналов регулирования: 4

Напряжение питания, В: 220+10%

Потребляемая мощность, Вт, не более: 10

Ток коммутации выходов, А при 220 В (при 36 В): 2 (4)

Сопротивление измеряемой жидкости, кОм, не более: 10

Масса, кг: 0,5

Габаритные размеры, мм: 96x96x75

Вырез щита, мм: 91x91

Примечание: При необходимости потребитель может уменьшить или увеличить длину электрода до требуемой по условиям работы, но не более 5м. При этом удлиняющий стержень может быть любого сечения площадью не менее площади сечения основного электрода, из материала стойкого к контролируемой среде.



Рис.3.1. Электронный регулятор-сигнализатор уровня ЭРСУ-5Р

ГЛАВА IV. ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ (САУ)

4.1. Расчет устойчивости систем автоматического управления

В дипломной работе определяется коэффициент настройки замкнутой системы автоматического регулирования по амплитудно-фазовой характеристике разомкнутой системой регулирования с помощью расчета устойчивости по критерию Найквиста, по вариантам. Объектом регулирования является ОВУ Ташметрополитена.

Регулируемый параметр – уровень воды в емкости ОВУ, регулирующий орган – насос.

Условные обозначения:

LE - датчик уровня (L) с электрическим выходом (E)

LRC - регулятор (C) уровня (L) воды

M - исполнительный механизм (с электрическим двигателем)

Динамическая характеристика объекта задана экспериментальной временной характеристикой.

Которая приближенно может быть выражена следующим аналитическим выражением:

$$H(t) = K \left(1 - e^{-\frac{t-\tau}{T}} \right)$$

где: $H(t)$ – изменение уровня воды в функции времени при ступенчатом изменении положения затвора, см;

K - коэффициент передачи объекта регулирования, который определяется величиной изменения уровня воды (выходной величины объекта) при ступенчатом изменении положения затвора на 1% от его полного хода {см / %};

t [с] – текущее время;

τ [с] - время запаздывания.

T [с] – постоянная времени.

Построение амплитудно-фазовой (АФ) характеристики объекта с запаздыванием следует начать с амплитудно-фазовой характеристики звена

без запаздывания $W_{1(\omega j)} = \frac{K}{T\omega j + 1}$

Для этого звена

- амплитудно-частотная характеристика: $A(\omega) = \frac{K}{\sqrt{T^2\omega^2 + 1}}$

- фазо-частотная характеристика: $\varphi(\omega) = \text{arctg } T\omega$

- вещественная часть АФ характеристики: $R(\omega) = \frac{K}{T^2\omega^2 + 1}$

- мнимая часть АФ характеристики: $J(\omega) = \frac{T\omega K}{T^2\omega^2 + 1}$

График амплитудно-фазовой характеристики инерционного звена представляет собой полуокружность, расположенную в 1У квадранте комплексной плоскости с радиусом $\frac{K}{2}$ центр которой расположен на вещественной оси на таком же расстоянии от начала координат.

Задаваясь значениями ω следует определить несколько (4-5) годографов векторов OA1, OA2,.....,OA5.

Для построения амплитудно-фазовой характеристики объекта регулирования (апериодическое звено первого порядка с запаздыванием)

$$W_0(j\omega) = \frac{K}{Tj\omega + 1} * e^{-j\omega\tau}$$

следует каждый вектор амплитудно-фазовой характеристики ($W_1(j\omega)$) (OA1; OA2; OA3.) повернуть на угол $\alpha = \omega\tau$ по часовой стрелке.

В расчетной части дипломной работы требуется определить критическое значение коэффициента настройки $K_{p.kp}$ пропорционально-интегрального ПИ-регулятора. Амплитудно-фазовая характеристика ПИ регулятора $W_{(p)p}$ записывается:

$$W_{(p)p} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_n j\omega}\right) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_n \omega} e^{-j\frac{\pi}{2}}\right)$$

где K_p , T_n - коэффициент настройки регулятора.

Амплитудно-фазовая характеристика разомкнутой системы автоматического регулирования, состоящей из объекта и регулятора имеет вид:

$$W(j\omega) = W_0(j\omega) * W(j\omega)_p = W_0(j\omega) * K_p \left(1 + \frac{1}{T_n j\omega}\right)$$

при $K_p=1$

$$W(j\omega) = W_0(j\omega) + W_0(j\omega) \frac{1}{T_n * j\omega} = W_0(j\omega) + W_0(j\omega) * \frac{1}{T_n * \omega} * e^{-j\frac{\pi}{2}}$$

Таким образом, для построения амплитудно-фазовой характеристики разомкнутой системы с ПИ регулятором при $K_p = 1$ и некоторым заданном значении T_N следует к каждому годографу-вектору (ОВ1; ОВ2; ОВ3....) амплитудно-фазовой характеристики объекта прибавить вектор длиной $BD = \frac{OB}{\omega T_n}$ повернутый на 90 град по часовой стрелке.

Пересечение амплитудно-фазовой характеристики разомкнутой системы с точкой $-1, j, 0$ может произойти только при частоте ω_{kp} при которой амплитудно-фазовая характеристика $W(j\omega)$ пересекает отрицательную вещественную полуось. Поэтому условие границы устойчивости может быть записано следующим образом:

$$K_{pkr} * R_k = 1$$

где R_k -длина отрезка отсекаемого на отрицательной вещественной полуоси характеристикой $W(j\omega)_p$. Из этой формулы определяется величина критического коэффициента передачи регулятора K_{pkr} , при превышении которого система теряет устойчивость:

$$K_{pkr} = \frac{1}{R_k}$$

Для определения границы области устойчивости системы регулирования необходимо построить семейство АФХ разомкнутого контура при трех-четырех значениях коэффициента T_n . При каждом T_n определяется графоаналитическим методом критическое значение коэффициента $K_p = K_{pkr}$.

Построение семейства АФХ разомкнутого контура рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

На графике АФХ объекта регулирования отмечают три или четыре годографа-вектора ОВ₁, ОВ₂, ОВ₃, при соответствующих частотах $\omega_1, \omega_2, \omega_3$.

К этим векторам в точках B_1, B_2, B_3 восстанавливают перпендикуляры.

На перпендикулярах определяют положения точек трех АФХ разомкнутой системы регулирования для трех значений коэффициента $T_{и}$.

Для получения точек D_1, D_2, D_3 , АФХ для $T_{и} = T_{и1}$ следует измерить длины векторов OB_1, OB_2, OB_3 в мм и разделить их на значение $T_{и} \omega$, и на соответствующие частоты, т.е.:

$$B_1 D_1 = \frac{OB_1}{T_{и1} \omega_1}; B_2 D_2 = \frac{OB_2}{T_{и1} \omega_2}; B_3 D_3 = \frac{OB_3}{T_{и1} \omega_3}$$

Полученные точки D_1, D_2, D_3 следует соединить с помощью лекала плавной линией, представляющей геометрическое место точек АФХ разомкнутой системы автоматического регулирования при $k_p = -1$ и $T_{и} = T_{и1}$

Подобным же образом определяют точки АФХ разомкнутого контура при $T_{и1} = T_{и2}$ и $T_{и} = T_{и3}$, т.е.:

$$B_1 E_1 = \frac{OB_1}{T_{и2} \omega_1}; B_2 E_2 = \frac{OB_2}{T_{и2} \omega_2}; B_3 E_3 = \frac{OB_3}{T_{и2} \omega_3};$$

$$B_1 C_1 = \frac{OB_1}{T_{и3} \omega_1}; B_2 C_2 = \frac{OB_2}{T_{и3} \omega_2}; B_3 C_3 = \frac{OB_3}{T_{и3} \omega_3}.$$

Получив семейство амплитудно-фазовых характеристик, определяют графоаналитическим методом критические значения коэффициентов настройки $k_{p\text{кр}}$ для каждого значения коэффициента интегральной части регулятора $T_{и} = T_{и1}, T_{и} = T_{и2}, T_{и} = T_{и3}$.

С этой целью определяют модули амплитудно-фазовых характеристик при $\varphi(\omega) = -\pi$ Для значения $T_{и} = T_{и1}$ условие границы устойчивости запишется:

$$OB \cdot K_{p\text{кр}1} = 1, \quad \text{откуда} \quad K_{p\text{кр}1} = \frac{1}{OB}.$$

Определив соответствующие критические значения коэффициентов $K_{p\text{кр}2}, K_{p\text{кр}3}$ для соответствующих значений $T_{и}$, следует построить в плоскости параметров настройки ПИ регулятора $K_{p\text{м}} - T_{и}$ границу области устойчивости.

4.2. Расчет и выбор критического коэффициента настройки ПИ-регулятора

Параметры объекта регулирования:

$$K=1 \quad T=1,8 \text{ с} \quad \tau=1 \text{ с}$$

$$\text{I Формулы для расчета: } (\omega) = \frac{K}{T^2 \omega^2 + 1}; j(\omega) = \frac{-T\omega K}{T^2 \omega^2 + 1}$$

1. Для $\omega_1 = 0$

$$R(0) = \frac{1}{1,8^2 * 0^2 + 1} = \frac{1}{1} = 1$$

$$-j(0) = \frac{1,8 * 0 * 1}{1,8^2 * 0^2 + 1} = \frac{0}{1} = 0$$

2. Для $\omega_2 = 0,127$

$$R(0,127) = \frac{1}{1,8^2 * 0,127^2 + 1} = \frac{1}{3,24 * 0,016 + 1} = \frac{1}{1,052258} = 0,95$$

$$-j(0,127) = \frac{1,8 * 0,127 * 1}{1,052258} = -0,217 \approx -0,22$$

3. Для $\omega_3 = 0,364$

$$R(0,364) = \frac{1}{1,8^2 * 0,364^2 + 1} = \frac{1}{1,42928704} = 0,699 \approx 0,7$$

$$-j(0,364) = \frac{1,8 * 0,364 * 1}{1,42928704} = -0,458 \approx -0,46$$

4. Для $\omega_4 = 0,68$

$$R(0,68) = \frac{1}{1,8^2 * 0,68^2 + 1} = \frac{1}{2,498176} = 0,4$$

$$-j(0,68) = \frac{1,8 * 0,68 * 1}{2,498176} = -0,489 \approx -0,49$$

5. Для $\omega_5 = 0,849$

$$R(0,849) = \frac{1}{1,8^2 * 0,849^2 + 1} = \frac{1}{3,33539524} = 0,299 \approx 0,3$$

$$-j(0,849) = \frac{1,8 * 0,849 * 1}{3,33539524} = -0,458 \approx -0,46$$

6. Для $\omega_6 = 1,322$

$$R(1,322) = \frac{1}{1,8^2 * 1,322^2 + 1} = \frac{1}{3,24 * 1,747684 + 1} = \frac{1}{6,66249616} = 0,15$$

$$-j(1,322) = \frac{1,8 * 1,322 * 1}{6,66249616} = \frac{2,3796}{6,66249616} = -0,357 \approx -0,36$$

7. Для $\omega_7 = 1,667$

$$R(1,667) = \frac{1}{1,8^2 * 1,667^2 + 1} = \frac{1}{3,24 * 2,77889 + 1} = \frac{1}{10,0036} = 0,099 \approx 0,1$$

$$-j(1,667) = \frac{1,8 * 1,667 * 1}{10,0036} = -0,299 \approx -0,3$$

8. Для $\omega_7 = 2,4216$

$$R(2,4216) = \frac{1}{1,8^2 * 2,4216^2 + 1} = \frac{1}{19,99983485} = 0,05$$

$$-j(2,4216) = \frac{1,8 * 2,4216 * 1}{19,99983485} = -0,2179 \approx -0,22$$

ω	R	j
0	1	0
0,127	0,95	- 0,22
0,364	0,7	- 0,46
0,68	0,4	- 0,49
0,849	0,3	- 0,46
1,322	0,15	- 0,36
1,667	0,1	- 0,3
2,4216	0,05	- 0,22

II Формулы для расчета углов векторов после пере их во II и III квадраты с учетом их запаздывания

$$\alpha = \omega\tau * 57^\circ$$

$$\alpha_1 = 0 * 1 * 57^\circ = 0^\circ$$

$$\alpha_2 = 0,127 * 1 * 57^\circ = 7,239^\circ$$

$$\alpha_3 = 0,364 * 1 * 57^\circ = 20,748^\circ$$

$$\alpha_4 = 0,68 * 1 * 57^\circ = 38,76^\circ$$

$$\alpha_5 = 0,849 * 1 * 57^\circ = 48,393^\circ$$

$$\alpha_6 = 1,322 * 1 * 57^\circ = 75,354^\circ$$

$$\alpha_7 = 1,667 * 1 * 57^\circ = 95,019^\circ$$

$$\alpha_1 = 2,4216 * 1 * 57^\circ = 138,0312^\circ$$

Полученным углам перенося вектора строим таблицу

ω	0	0,127	0,364	0,68	0,849	1,322	1,677	2,4216
α	0	7,239	20,748	38,76	48,393	75,354	95,019	138,0312

III

Где $T_H = 1,8$

$$A_5^I = D_1 = \frac{0A_5}{\omega T_H} = \frac{0,55}{0,849 * 1,8} = \frac{0,55}{1,5282} = 0,3599 \approx 0,36$$

Где $T_H = 1,5$

$$A_5^I = D_2 = \frac{0A_5}{\omega T_H} = \frac{0,55}{0,849 * 1,5} = \frac{0,55}{1,2735} = 0,4318 \approx 0,43$$

Где $T_H = 1,2$

$$A_5^I = D_3 = \frac{0A_5}{\omega T_H} = \frac{0,55}{0,849 * 1,2} = \frac{0,55}{1,0188} = 0,5398 \approx 0,54$$

Где $T_H = 1,8$

$$A_6^I = D_1 = \frac{0A_6}{\omega T_H} = \frac{0,39}{1,322 * 1,8} = \frac{0,39}{2,3796} = 0,1638 \approx 0,16$$

Где $T_H = 1,5$

$$A_6^I = D_2 = \frac{0A_6}{\omega T_H} = \frac{0,39}{1,322 * 1,5} = \frac{0,39}{1,983} = 0,1966 \approx 0,2$$

Где $T_H = 1,2$

$$A_6^I = D_2 = \frac{0A_6}{\omega T_H} = \frac{0,39}{1,322 * 1,2} = \frac{0,55}{1,5864} = 0,2458 \approx 0,25$$

Где $T_H = 1,8$

$$A_7^I = D_1 = \frac{0A_7}{\omega T_H} = \frac{0,31}{1,667 * 1,8} = \frac{0,31}{3,0006} = 0,1033 \approx 0,1$$

Где $T_H = 1,5$

$$A_7^I = D_2 = \frac{0A_7}{\omega T_H} = \frac{0,31}{1,667 * 1,5} = \frac{0,31}{2,5005} = 0,1239 \approx 0,12$$

Где $T_H = 1,2$

$$A_7^I = D_3 = \frac{0A_7}{\omega T_H} = \frac{0,31}{1,667 * 1,2} = \frac{0,31}{2,0004} = 0,1549 \approx 0,155$$

Где $T_H = 1,8$

$$A_8^I = D_1 = \frac{0A_8}{\omega T_H} = \frac{0,23}{2,4216 * 1,8} = \frac{0,23}{4,35888} = 0,0527 \approx 0,05$$

Где $T_H = 1,5$

$$A_8^I = D_2 = \frac{0A_8}{\omega T_H} = \frac{0,23}{2,4216 * 1,5} = \frac{0,23}{3,6324} = 0,0633 \approx 0,06$$

Где $T_H = 1,2$

$$A_8^I = D_3 = \frac{0A_8}{\omega T_H} = \frac{0,23}{2,4216 * 1,2} = \frac{0,55}{2,90592} = 0,0791 \approx 0,08$$

Таблица

№	T_H	A_5^I	A_6^I	A_7^I	A_8^I
D_1	1,8	0,36	0,16	0,1	0,05
D_2	1,5	0,43	0,2	0,12	0,06
D_3	1,2	0,54	0,25	0,155	0,08

ГЛАВА V. ПЕРСПЕКТИВЫ И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

5.1. Анализ функций микропроцессоров в системах управления

Одно из главных направлений повышения эффективности функционирования водохозяйственного комплекса - автоматизация технологических процессов на основе повсеместного внедрения средств микропроцессорной техники, создание контрольно-измерительной аппаратуры на базе микропроцессоров, микропроцессорных управляющих комплексов.

Микропроцессорные устройства позволяют выполнять следующие основные функции в системах автоматического управления (САУ):

1. Сбор, предварительная обработка и преобразование кодов сигналов, снимаемых с выходов измерительных устройств САУ.
2. Генерирование кодов управляющих воздействий в реальном масштабе времени.
3. Вычисление значений сигналов рассогласования заданных и измеренных значений управляемых величин.
4. Формирование кодов управляющих воздействий в соответствии с заданным алгоритмом управления.
5. Передачу кодов управляющих воздействий исполнительным устройствам САУ.
6. Реализацию алгоритмов блокировки и защиты элементов САУ от перегрузок.
7. Обмен информацией с управляющим вычислительным комплексов, стоящим на верхнем уровне САУ.
8. Накопление в реальном масштабе времени интегральных оценок качества управления и моделирования управляемых процессов.

9. Реализацию алгоритмов ввода информации с органов управления САУ.

10. Реализацию алгоритмов вывода и представления в удобной форме информации с помощью средств индикации.

Сбор кодов сигналов с выхода датчиков в САУ производится в порядке установленной очереди опроса измерительных устройств по жесткой циклической или гибкой программе с заданием приоритетов. Преобразование кодов производится в целях повышения точности измерительных сигналов и заключается в его линеаризации, отбраковке аномальных результатов измерений, цифровой фильтрации и селекции результатов измерения. Наряду с этим, при необходимости так же производится восстановление и сжатие информации.

Генерирование кодов задающих воздействий производится в соответствии программой работы САУ, вводимой в ОЗУ микропроцессорного устройства или хранящейся в его ПЗУ.

Под сигналами рассогласования понимают коды разностей задающих воздействий и результатов измерения непрерывных управляющих воздействий. На их основе формируются коды управляющих воздействий в соответствии с заданным алгоритмом управления. Применение микропроцессоров позволяет значительно расширить возможности для реализации различных алгоритмов управления и обеспечить высокую точность вычислительных операций.

Передача кодов управляющих воздействий исполнительным устройствам САУ предполагает решение задачи согласования циклов их работы с временными диаграммами управляющего устройства.

Защита элементов САУ от перегрузок осуществляется на основе анализа комбинации измерительных значений управляемых величин и дискретных сигналов датчиков. Программа анализа хранится в ПЗУ. При недопустимых соотношениях сигналов управляющие воздействия

блокируются путем их отключения, либо фиксируются на безопасных значениях.

Как правило, микропроцессорные системы управления сложными технологическими процессами реализуются в виде иерархической структуры, на верхнем уровне которой находится управляющий компьютер, а на нижнем уровне располагаются локальные микропроцессорные контуры управления. Между двумя иерархическими уровнями САУ должен обеспечиваться обмен информацией. Микропроцессорная система должна осуществлять связь с компьютером более высокого уровня иерархии для включения в состав локальной вычислительной сети управления технологическим процессом.

Управляющий компьютер, решая задачи статической оптимизации и оптимального управления, генерирует и передает коды задающих воздействий для локальных контуров управления. В управляющий компьютер верхнего уровня передается информация об объекте управления, достижении целей управления локальными контурами и состоянии их аппаратурных средств.

Микропроцессорная реализация задачи накопления интегральных оценок качества управления и моделирования управляемых процессов в реальном масштабе времени позволяет существенно повысить точность формирования интегральных оценок за счет целого ряда факторов. К числу этих факторов можно отнести отсутствие дрейфа интегрируемой переменной при цифровом интегрировании, возможность гибкой подстройки параметров интегральной оценки и реализуемой модели объекта управления.

Использование микропроцессорных устройств упрощает реализацию алгоритмов ввода информации с органов управления САУ и вывода информации на устройства индикации, сокращает число органов управления и индикации за счет более эффективной программной защиты

от неправильных действий оператора и представления информации в удобном для пользователя виде.

Требования четкого контроля работоспособности оборудования и управления всем технологическим процессом возлагаются на микропроцессорные системы управления, как основные функции управления, так и ряд дополнительных функций.

Диагностика и контроль - одна из функций микропроцессорных систем управления технологическими процессами, предусматривающая самодиагностику системы управления (включая микропроцессорную часть), а также диагностику и контроль всего технологического оборудования.

Проверка и диагностика состояния отдельных систем оборудования могут быть проведены путем укороченного рабочего цикла (в установках циклического действия) или проверки правильности функционирования всех систем на этапе подготовки их к рабочему циклу. При проектировании диагностики оборудования в ряде случаев необходимо предусматривать установку специальных датчиков, фиксирующих состояние систем. Некоторые параметры могут быть проверены алгоритмически, например скорость откачки рабочего объема определяют по заданному давлению и времени его достижения. Состояние механических систем также можно определить по времени исполнения команды.

Очень важной функцией является метрологическая диагностика и ее конечный результат - метрологическая аттестация оборудования.

Программирование - функция и микропроцессорных систем управления, позволяющая оперативно изменять значения параметров и цикл технологического процесса, что крайне необходимо в условиях многономенклатурного производства.

Исполнение программы управления - основная функция системы управления, реализующая управление последовательностью технологического цикла и параметрами процесса. Следует отметить, что при

разработке конкретных систем управления технологическими процессами возможны различные сочетания технических средств: микропроцессорных контроллеров управления циклом, аналоговых регуляторов, устройств прямого цифрового управления и т. д.

Важной функцией является *корректировка параметров* процесса по результатам межоперационного контроля и технологических условий. На микропроцессорную систему могут быть возложены и *специальные функции*: расчетные - для определения момента изменения или окончания процесса, профилирование температурных полей, многосвязное регулирование и др. Разнообразие таких функций велико и их количество непрерывно возрастает.

Отображение и документирование параметров процесса - функция, необходимая как для обработки технологических процессов, так и в производственных условиях для контроля правильности протекания процесса и его паспортизации.

Как было показано выше, автоматизация технологических процессов базируется на моделях и методах оптимального управления. Главную роль при реализации методов оптимального управления играют микропроцессорные системы и микропроцессорные устройства, на которые возлагаются функции обработки информации и выдачи необходимых управляющих воздействий на исполнительные устройства управления технологическим процессом.

Рассмотрим структуру одноканальной системы автоматического управления технологическим процессом (рис. 5.1). Управляющее воздействие $u(t)$ формируется управляющим устройством на основе сравнения действительного состояния $x(t)$ технологического процесса с заданным $x_3(t)$. Обычно управляющее устройство в подобных системах вырабатывает сигнал управления $u(t)$, являющийся функцией меры ошибки:

$$u(t) = u \{H[x_3(t), x(t)]\}, \quad (5.1)$$

где $H [\dots, \dots] = x_3(t) - x(t)$ – мера ошибки, характеризующая разность между действительным и желательным значениями параметра $x(t)$ технологического процесса.

Мгновенное значение сигнала управления $u(t)$ является функцией мгновенных значений выходного $x(t)$ и входного $x_3(t)$ сигналов.

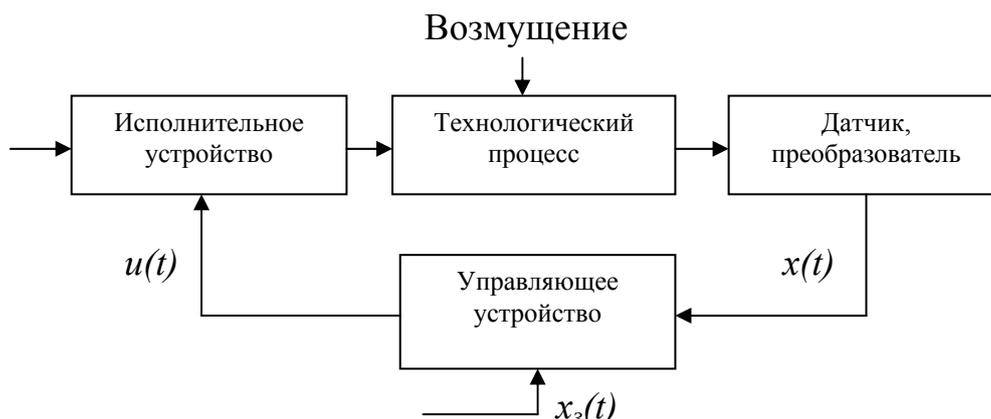


Рис. 5.1. Структура одноканальной системы автоматического управления технологическим процессом

В системах оптимального управления учитываются рассогласования с учетом прогноза характера изменения параметра x . Чтобы предсказанное управление было допустимым, необходимо учитывать интегральную меру ошибки J на интервале управления в будущем:

$$J = \int_t^{t+T} H[x_3(\tau), x(\tau)] d\tau, \quad (5.2)$$

причем очевидно, что критерий ошибки J следует минимизировать.

Во многих практических случаях применяется квадратичная мера ошибки вида

$$J = \int_t^{t+T} [x_3(\tau) - x(\tau)]^2 d\tau. \quad (5.3)$$

Отметим, что в оптимальных системах управления прогнозируется управляющий вход $u(t)$ в будущем на интервале $t \leq \tau \leq t+T$ и управляющее устройство отрабатывает алгоритмы, направленные на минимизацию критерия ошибки J . Алгоритмы функционирования управляющего устройства реа-

лизируют определенные законы управления, которые задаются с помощью дифференциальных уравнений во временной области. Законы управления описывают динамику технологических процессов. Существует множество способов описания динамики технологических процессов, из которых можно выделить два основных: 1) математическое описание процесса, основанное на физических законах, таких, как законы сохранения вещества, энергии, равновесия сил и т. п.; 2) математическое описание процесса, основанное на информации его экспериментального исследования.

Рассмотрим динамику технологического процесса. Сигналы управления $u(t)$ являются входными сигналами динамического процесса или независимыми переменными. Они генерируются системами, внешними по отношению к технологическому процессу, в частности, управляющим устройством, и влияют на его поведение. Физическое состояние характеризуется переменными состояния $x(t)$, отражающими внутреннее состояние технологического процесса. Выбор сигналов состояния неоднозначен и, как правило, определяется возможностью их измерения. Сигналы с выхода датчиков, обеспечивающих текущий контроль технологического процесса, называют наблюдаемыми переменными $y(t)$. Возмущения, действующие на технологический процесс, обозначают $v(t)$. Переменные, влияющие на технологический процесс и описывающие его, приведены на рис. 5.2.

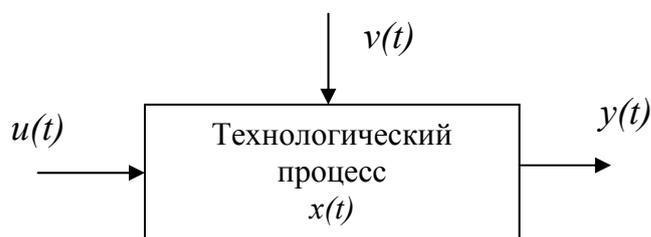


Рис. 5.2. Переменные, описывающие и влияющие на технологический процесс

Динамика технологических процессов описывается в большинстве случаев обыкновенными дифференциальными уравнениями, дифференциальными уравнениями в частных производных, интегральными уравнениями или передаточными функциями. В любой момент времени t состояние технологического процесса является функцией начального состояния $x(t_0)$ и вектора входного сигнала u и u_0 и описывается уравнением

$$\dot{x}(t) = f[x(t), u(t), t], \quad (5.4)$$

или в скалярной форме

$$x_i(t) = f_i[x(t), u(t), t], \quad i = \overline{1, n}. \quad (5.5)$$

Эти уравнения обычно называют уравнениями состояния динамического процесса.

Вектор выходного сигнала определяется соотношением

$$y(t) = g[x(t), u(t), t], \quad (5.6)$$

или в скалярной форме

$$y_j(t) = g_j[x(t), u(t), t]. \quad (5.7)$$

Эти выражения применимы в большинстве задач автоматического управления технологическими процессами.

Уравнение состояния обычно линеаризуют относительно его установившегося режима:

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t) + Cv(t),$$

где $x(t)$ - n -мерный вектор отклонения состояния; u - r -мерный вектор отклонения управления; v - s -мерный вектор изменения возмущений.

Уравнение выходного измеряемого сигнала может быть представлено в виде

$$y(t) = Dx(t) + w(t), \quad (5.8)$$

где $w(t)$ - m -мерный вектор вариации шумов измерения.

Элементы матрицы A характеризуют величины, обратно пропорциональные постоянным времени. Элементы матриц B и C пропорциональны коэффициентам усиления соответствующего контура, деленным на постоянные времени, а элементы матрицы D характеризуют передаточные свойства (коэффициенты усиления) измерительного прибора.

При описании динамики процесса в частотной области используют передаточные функции

$$W(p) = \frac{Y(p)}{U(p)} = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} d_i p^i}{\sum_{i=0}^n a_i p^i}, \quad (5.9)$$

где $Y(p)$ и $U(p)$ - преобразования Лапласа при нулевых начальных условиях функций $y(t)$, $u(t)$.

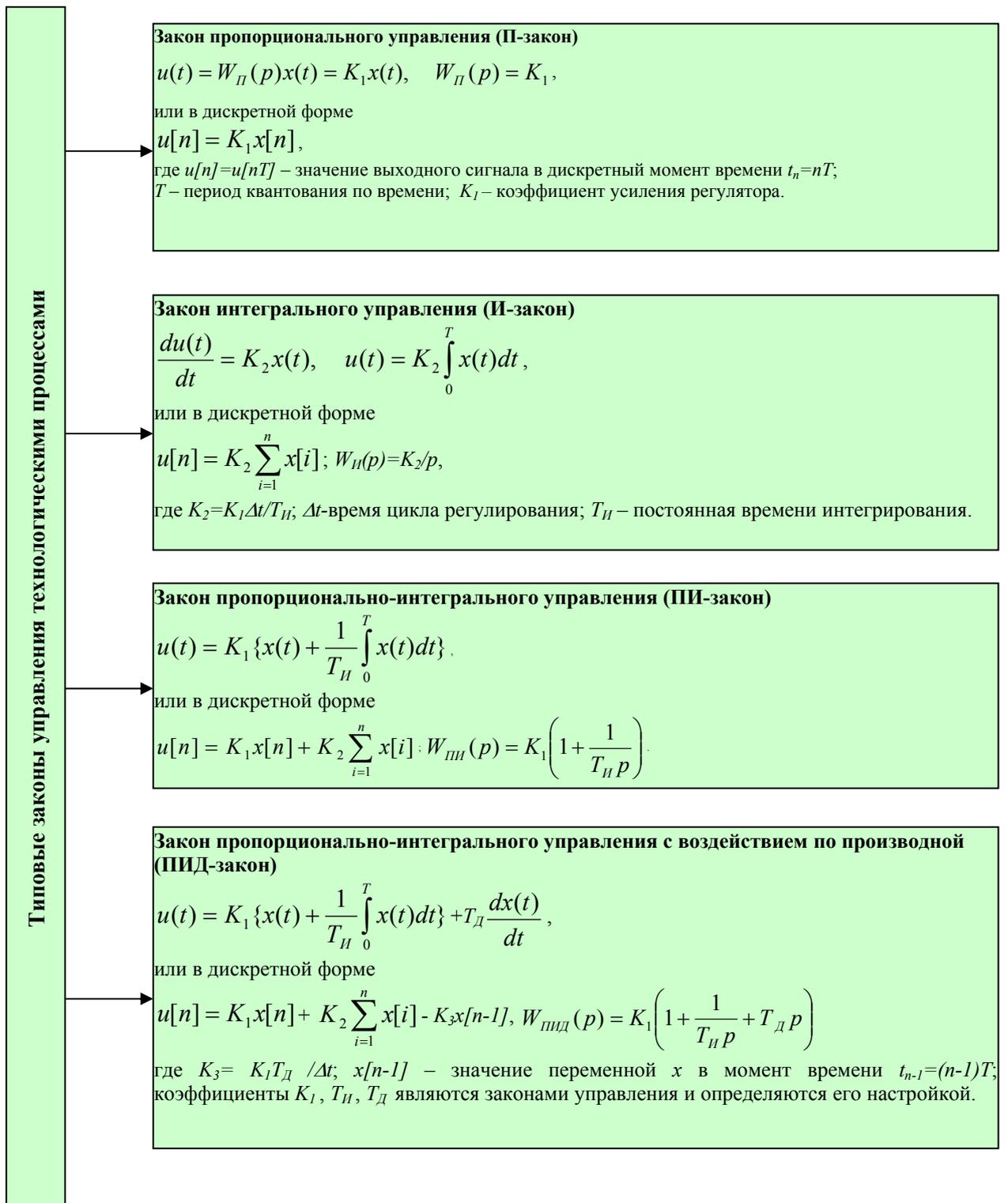


Рис. 5.3. Классификация основных законов управления

Широкое распространение в технике управления технологическими процессами получили типовые законы управления.

Основные законы, широко используемые в системах прямого цифрового управления технологическими процессами, систематизированы на рис. 5.3.

Элементами систем управления могут быть узлы, реализующие типовые законы управления: электронные и электромашинные усилители, электродвигатели, тахогенераторы и другие устройства. Сложные законы управления формируются из типовых с помощью алгебры передаточных функций.

Алгебра передаточных функций - система правил, позволяющих определять передаточные функции системы в целом по передаточным функциям отдельных элементов, в которых можно выделить три характерных соединения: последовательное, параллельное и обратное. На рис. 5.4. систематизированы основные типы соединений и правила формирования передаточных функций системы.

При определении передаточной функции обратного соединения знак плюс в знаменателе означает отрицательную обратную связь, а знак минус - положительную.

Очевидно, что с помощью микропроцессорной системы можно реализовать практически любую передаточную функцию системы. Алгоритм, реализующий такую передаточную функцию, будет существенно зависеть от вида объекта и требований к качеству процесса управления. Его разрабатывают индивидуально применительно к конкретной системе управления.

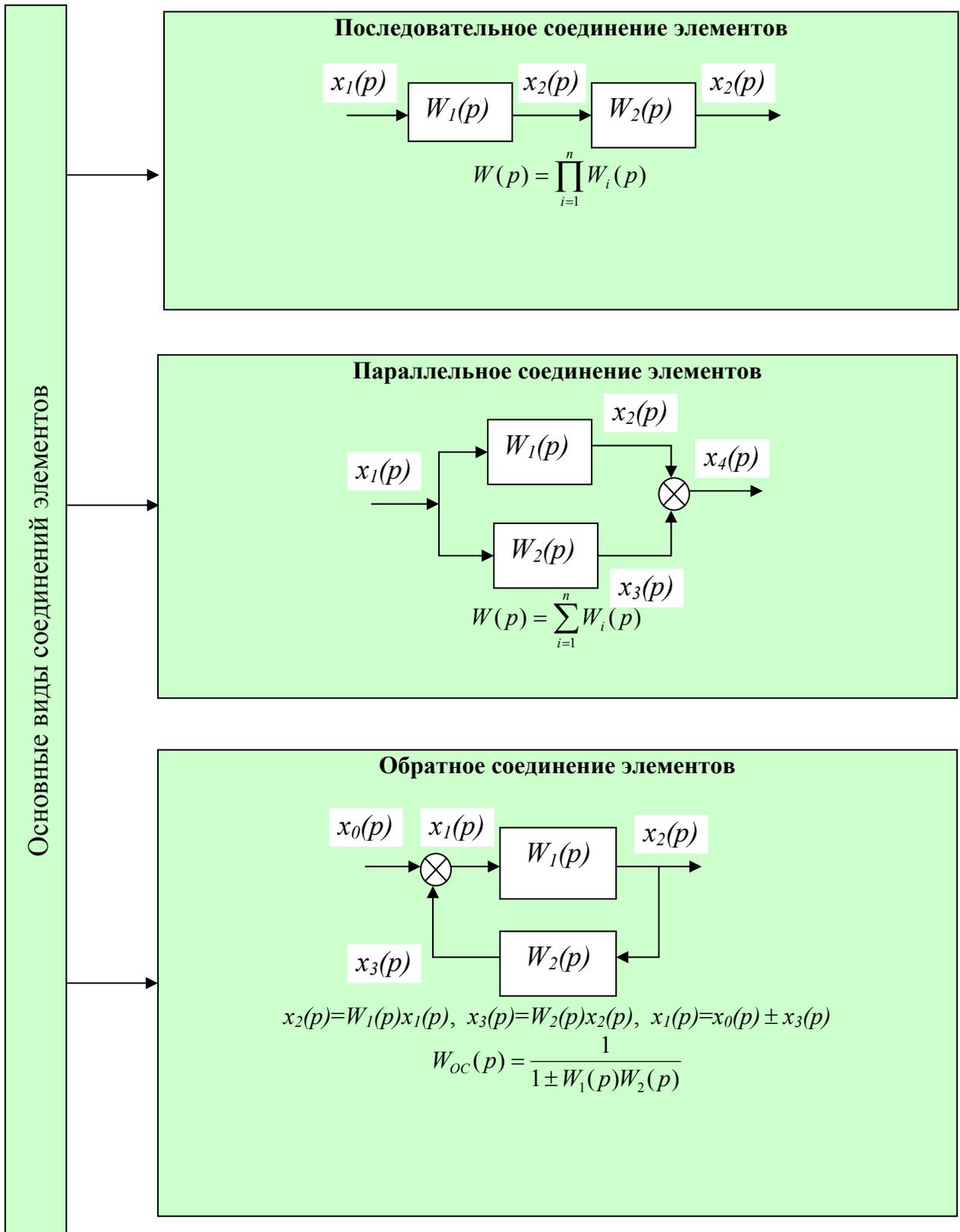


Рис. 5.4. Основные виды соединений элементов в системе управления

5.2. Исследование особенностей микропроцессорного управления

Целью автоматического управления технологическим процессом является достижение заданных параметров $x_3(t)$ технологического процесса посредством реализации некоторого закона управления и выдачи необходимых управляющих воздействий $u(t)$ на исполнительные органы, воздействующие на параметры технологического процесса. Качество работы системы управления технологическим процессом часто оценивают по квадратичной мере ошибки

$$H[x_3(t), x(t)] = [x_3(t) - x(t)]^2, \quad (5.10)$$

где $x(t)$ — фактическое состояние технологического процесса.

Квадрат разности $[x_3(t) - x(t)]^2$ характеризует меру отклонения реального технологического процесса от его номинального (заданного) режима. Задача управления заключается в минимизации этого отклонения. В оптимальных системах управления технологическим процессом учитывают рассогласования между предсказанными значениями фактического выхода и желаемыми выходами в будущем. Для этой цели используют критерий качества, равный интегралу от квадрата меры ошибки на интервале управления в будущем:

$$J = \int_t^{t+T} [x_3(t) - x(t)]^2 dt. \quad (5.11)$$

В квадратичной мере ошибки обычно используются весовые коэффициенты q , придающие различные веса ошибке рассогласования, в частности

$$H = q_{11} [x_{13}(t) - x_1(t)]^2 + q_{22} [x_{23}(t) - x_2(t)]^2, \quad (5.12)$$

где q_{11} , q_{22} - веса рассогласования по координатам x_1 , x_2 .

Тогда выражение для критерия качества с учетом весовых коэффициентов приобретает вид

$$J = \int_0^{\infty} [x_3(t) - x(t)]^T Q(t) [x_3(t) - x(t)] dt, \quad (5.13)$$

где $Q(t)$ - диагональная матрица размерности $n \times n$ с положительными изменяющимися во времени элементами, учитывающая веса различных параметров технологического процесса.

Выбор весовых коэффициентов меры ошибки представляет собой довольно трудную задачу из-за сложных взаимосвязей между параметрами технологического процесса.

Практика проектирования систем управления технологическими процессами показывает, что квадратичные критерии качества обеспечивают достаточно простое решение задачи синтеза закона управления технологическим процессом, а также его техническую реализацию.

На любой технологический процесс, как правило, воздействуют случайные возмущения, например случайные примеси в исходном сырье, изменение характеристик оборудования, шумы измерения используемых датчиков и т. п. Кроме того, часто отдельные переменные состояния технологического процесса не могут быть измерены непосредственно или измеряются с большой погрешностью. Случайные воздействия влияют и на процедуры измерения, и на различные операции технологического процесса. Поэтому для обеспечения оптимального управления технологическим процессом переменные состояния приходится оценивать по ансамблю измерений, каждое из которых является неточным. Для определения истинных значений переменных состояния необходимо производить фильтрацию измеренных параметров, причем она должна быть в определенном смысле оптимальной.

Структура системы оптимального управления представляет собой комбинацию оптимального фильтра и оптимального детерминированного регулятора, реализующей заданный закон управления по выбранному критерию оптимальности, например по минимуму квадратичного функционала:

$$J = \int_0^{\infty} \{ [x_3(t) - x(t)]^T Q(t) [x_3(t) - x(t)] + u^T(t) L(t) u(t) \} dt, \quad (5.14)$$

где $u(t)$ - r -мерный вектор управляющих входов; $L(t)$ - диагональная матрица размерности $r \times r$ весовых коэффициентов, зависящих от времени.

В системах управления, цель которых - поддержать действительный выход как можно ближе к постоянному желаемому выходу, элементы весовых матриц Q и L целесообразно выбирать постоянными.

Довольно удобным и эффективным является метод формирования системы управления в виде совокупности типовых элементарных звеньев, описываемых своими передаточными функциями $W_i(p)$. При формировании структурной схемы системы управления используют свойства последовательного и параллельного соединений элементарных звеньев.

При синтезе закона управления технологическим процессом необходимо определить способы соединения элементарных звеньев, а также значения коэффициентов и постоянных времени в их передаточных функциях.

Микропроцессорное управление завоевало прочные позиции в системах управления различными технологическими процессами. По сравнению с аналоговыми регуляторами микропроцессорные системы являются более надежными, компактными и обладают лучшими точностью и гибкостью.

Аппаратно-программная реализация цифровых регуляторов на микропроцессорной элементной базе позволяет получать унифицированные устройства, обладающие следующими свойствами:

- большим выбором законов управления;
- простотой сопряжения с компьютером верхнего уровня в иерархических системах управления;
- возможностью автоматического изменения режимов работы и установки коэффициентов в передаточных функциях программным путем или по командам компьютера верхнего уровня;
- простотой и высокой точностью задания переменных коэффициентов настройки;

- повышенной стабильностью временных характеристик;
- высокой точностью обработки информации;
- малой стоимостью стандартного изделия серийного производства в сочетании с программной специализацией проектируемого устройства.

Технические характеристики микропроцессоров налагают ограничения на реализацию законов управления технологическими процессами, а именно: переменные состояния динамики технологического процесса должны быть непосредственно связаны с легко измеряемыми и легко вычисляемыми свойствами управляемого технологического процесса; параметры регулятора должны вычисляться с учетом информации о параметрах модели технологического процесса без итераций с минимальной сложностью; непосредственное вычисление управляющей последовательности должно быть простым и быстрым, не содержащим трансцендентных функций и итеративных процедур.

Особое внимание следует уделять программному обеспечению микропроцессорных систем. При программировании задач управления нужно, прежде всего, учитывать условия реализации алгоритмов управления в реальном времени, так как преобразования входной информации и ее обработка должны выполняться в строго ограниченные сроки. Большая связность программ управления различных параметров технологического процесса обуславливает большое многообразие функциональных задач, связанных общими переменными. При этом возникает необходимость в синхронизации отдельных выполняемых программ или их частей с разнообразными внешними событиями.

При выборе микропроцессорного комплекта БИС для построения системы управления технологическими процессами особое внимание следует уделять таким параметрам, как производительность, многоуровневые прерывания, развитая система ввода - вывода, системное асинхронное управление, наличие аппаратных средств поддержки, наличие канала прямого доступа к памяти, возможность автоматического перезапуска после сбоя, наличие системных средств защиты питания.

ГЛАВА VI. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ (БЖД)

Безопасность жизнедеятельности (БЖД) – это научная дисциплина, изучающая опасности и защиту от них.

Предметом ее изучения является одна сторона деятельности (труда), а именно: опасности с целью защиты от них. БЖД решает три взаимосвязанных задачи:

1. Идентификация опасностей, т.е. распознавание образа с указанием количественных характеристик и координат опасности.
2. Защита от опасностей на основе сопоставления затрат и выгод.
3. Ликвидация возможных (исходя из концепции остаточного риска) отрицательных опасностей.

БЖД как научная дисциплина имеет собственную теорию, методологию и методы. В то же время БЖД базируется на достижениях таких дисциплин как инженерная психология, физиология человека, охрана труда, экология, эргономика, экономика и др. Методологической базой БЖД является системный анализ.

Безопасность деятельности, пожалуй, одна из важнейших сторон научных и практических интересов человечества с древних времен до наших дней. Человек всегда стремился обеспечить свою безопасность. С развитием промышленности эта задача потребовала специальных знаний. В наше время проблемы безопасности еще больше обострились. Страна и общество несут огромные потери от несчастных случаев, пожаров, аварий, катастроф.

6.1. Выбор специализированной одежды

Для нормализации микроклимата в помещениях с повышенной температурой увеличивают воздухообмен, что способствует отводу теплоты от тела работающего. Для уменьшения жажды рекомендуется пить воду с добавлением пищевой соли и насыщенную углекислым газом. При работе под открытым солнцем обязательно надевают светлый головной убор.

В жарких районах правилами внутреннего распорядка регулируют трудовой режим так, чтобы работы на открытом воздухе выполнялись в

часы , когда в данной местности солнце не находится в зените (смещают часы смены на утро и на конец дня). В холодных районах работу на открытом воздухе организуют с учетом скорости ветра и отрицательных температур; при этом через определенное время (как правило, через 1 час работы) устанавливают перерывы на 10 ... 15 мин. Места работы оборудуют временными сооружениями для обогрева, приема горячего чая, отдыха. При температурах ниже 25⁰С и значительной скорости ветра (нормируется в зависимости от зон страны) работы на открытом воздухе вдали от населенных пунктов совсем прекращают или резко ограничивают время пребывания на открытом воздухе с целью исключения обмороживания и простудных заболеваний.

С учетом характера работы и погодных условий работающего обеспечивают спецодеждой.

На работах с вредными условиями труда, а также проводимых в особых температурных условиях или связанных с загрязнениями рабочим и служащим бесплатно по установленным нормам выдают средства индивидуальной защиты. Они предохраняют человека от вредностей производства и несчастных случаев и делятся на средства защиты всего тела человека (спецодежда, спецобувь, рукавицы, перчатки, головные уборы, маски), кожного покрова (пасты, мази, моющие и очищающие средства), органов зрения (очки, маски), дыхания (фильтрующие или ионизирующие приборы), а также средства и приспособления, предупреждающие падение с высоты.

Спецодежда должна быть удобной, не иметь развевающихся концов, защищать от вредностей и не нарушать терморегуляцию организма. Её шьют из льняных, шерстяных, хлопчатобумажных, асбестовых и других тканей со спецпропитками или без них.

Спецобувь изготавливают из кожи, резины, войлока. Для защиты головы от солнечный лучей, падения мелких предметов или засорения производственной пылью надевают головные уборы (береты, фетровые каски, косынки, шлемы). Подбирают спецодежду и спецобувь по размерам и с учетом периода года.

6.2. Первая медицинская помощь пострадавшим при несчастных случаях

Первая медицинская помощь – это комплекс мероприятий, направленных на восстановление или сохранение жизни и здоровья пострадавшего, осуществляемых не медицинскими работниками (взаимопомощь) или самим пострадавшим (самопомощь). Одним из важнейших положений оказания первой медицинской помощи является её срочность: чем быстрее она подана, тем больше надежды на благоприятный исход. Поэтому такую помощь своевременно может и должен оказать тот, кто находится рядом с пострадавшими.

Основными условиями успеха при оказании первой медицинской помощи пострадавшим от электрического тока и при других несчастных случаях являются спокойствие, находчивость, быстрота действий, знания и умение подающего помощь или оказывающего самопомощь. Эти качества воспитываются и могут быть выработаны в процессе специальной подготовки, которая должна проводиться наряду с профессиональным обучением, так как одного знания настоящих правил оказания первой медицинской помощи недостаточно. Каждый работник предприятия должен уметь подать помощь так же квалифицированно, как выполнять свои профессиональные обязанности, поэтому требования к умению оказывать первую медицинскую помощь и профессиональным навыкам должны быть одинаковыми.

6.3. Пожарная безопасность

Меры пожарной безопасности в административных, служебных, производственно-технических помещениях службы электроснабжения:

1. Все вновь поступающие на работу должны пройти противопожарный инструктаж и сдать зачет.
2. Территория административно-служебных помещений должна постоянно содержаться в чистоте, систематически очищаться от мусора, тары и других материалов.

3. Ко всем помещениям должен быть обеспечен свободный доступ. Помещения должны использоваться по прямому назначению, должны быть оборудованы педальными урнами (ведрами) для сбора мусора и производственных отходов, содержимое урн, весь накопившийся за смену мусор, обтирочные материалы должны своевременно удаляться из помещений станции в специально оборудованное место.

4. Проезды и подъезды к зданиям и сооружениям, а также подступы к стационарным пожарным лестницам и пожарному инвентарю должны всегда быть свободными. Лестничные клетки, эвакуационные выходы и коридоры должны постоянно содержаться свободными от любых предметов.

5. Административно-служебные помещения должны быть оборудованы первичными средствами пожаротушения в соответствии с установленными нормами, содержаться в исправном состоянии и постоянной готовности. Во всех административно-служебных помещениях на видном месте должны быть вывешены табличка с фамилией ответственного за противопожарное состояние помещена инструкция по соблюдению мер пожарной безопасности. Все двери административно-служебных помещений должны иметь надписи принадлежности помещения, нумерацию и обозначения категоричности и класса пожароопасности.

6. Спец. одежда должна храниться в шкафах, предназначенных для спецодежды.

7. Все двери эвакуационных выходов должны свободно открываться.

8. По окончании работ необходимо производить осмотр помещений перед их закрытием и принимать меры устранению нарушений, угрожающих возникновению пожара.

9. Лица, виновные в нарушении правил пожарной безопасности, в зависимости от характера нарушений и последствий, несут ответственность в установленном действующим законодательством порядке.

10. Аварийный комплект ключей от подстанции должен находиться в энергодиспетчерском пункте.

6.4. Действия работников в чрезвычайных ситуациях

1. При землетрясении:

С первым толчком землетрясения, по команде дежурного поездного диспетчера передаваемой по поездной диспетчерской и радиопоездной связи:

1.2. Дежурным по станциям – включить освещение в тоннеле, проверить все помещения, определить их состояние на предмет аварийности, быть готовым к прекращению приема пассажиров и выводу людей из прибывших поездов и платформы станций на поверхность. О положении дел докладывать дежурному поездному диспетчеру.

1.3. Дежурным по электродепо:

- проверить здания и сооружения на территории и совместно дежурными стрелочного состава состояние путей на веере электродепо до портала;

- организовать оповещение и сбор формирований электродепо;

1.4. Всем машинистам электропоездов ограничить скорость движения до 40 км/час и двигаться с особой бдительностью, с целью проверки состояния тоннельных сооружений и на предмет отсутствия трещин, изломов, нарушений габарита, разрушений и принятия своевременных мер остановки поезда до препятствия. О замеченных недостатках немедленно информировать дежурного диспетчера.

1.5. Дежурным мастерам технической помощи службы пути, тоннельных сооружений машинисту-инструктору в кабине машиниста сопровождать поезда по I и II пути с целью проверки состояния пути и тоннельных сооружений.

1.6. При обнаружении трещин, разрушений и т.п. в тоннеле, угрожающих безопасности движения поездов, прекратить движение и доложить дежурному поездному диспетчеру, в случае необходимости поезд выводится на ближайшую станцию с последующей эвакуацией пассажиров.

1.7. Дежурный поездной диспетчер, в случае поступления сигнала о разрушениях при землетрясении на метрополитене, срочно вызывает к месту аварии аварийно-спасательный отряд Республиканского многопрофильного центра быстрого реагирования (РМЦБР) Министерства по чрезвычайным ситуациям РУз.

1.8. Заместитель начальника – начальник предприятия по капитальному строительству метрополитена в случае выявления разрушений станций, тоннелей, зданий электродепо и других сооружений метрополитена, обязан вызвать представителей треста «Тошметрокурулиш», «Тошметролойиха» и совместно прибыв на место случая, принимает необходимые меры по восстановлению разрушенного участка.

1.9. Сотрудники Отдела внутренних дел по охране метрополитена усиливают бдительность, поддерживают необходимый установленный порядок, а при необходимости вызывают дополнительный наряд.

1.10. Работники электромеханической службы проверяют состояние и работу всех электромеханических устройств, докладывают дежурному диспетчеру службы и дежурному поездному диспетчеру. Обеспечивают устойчивую работу водоотливных установок и других вспомогательных средств по откачке воды, а также системы вентиляции в заданном режиме.

1.11. Работники служб пути, тоннельных сооружений в случае обнаружения дефектов, повреждений тоннельных конструкций и т.п. с нарушением габарита приближения строения и оборудования, могущих повлиять на безопасность движения поездов, действуют в соответствии с действующими инструкциями и правилами с обязательным докладом дежурному поездному диспетчеру.

1.12. Работники служб электроснабжения, сигнализации и связи усиливают контроль за состоянием оборудования. При обнаружении и определении масштабов повреждений принимают меры к их устранению в соответствии с действующими инструкциями и правилами.

1.13. Всем службам закрепленным за станциями формирования гражданской защиты направить в распоряжение командиров сводных отрядов.

1.14. При возникновении угрозы жизни людей допускаются самостоятельные действия обслуживающего персонала по отключению оборудования с немедленным докладом дежурному поезвному диспетчеру.

2. При затоплении и наводнении:

2.1. Работники всех служб при затоплении пути вследствие отказа водоотливных устройств руководствуются действующими инструкциями и правилами, проверяют работу оборудования и докладывают дежурному поезвному диспетчеру.

2.2. При угрозе затопления подземных сооружений извне, вследствие стихийного бедствия (наводнения), дежурный поезвной диспетчер, дежурный диспетчер электромеханической службы и дежурный по станции обязаны:

- немедленно эвакуировать пассажиров;
- принять меры к недопущению доступа воды на подземные сооружения путем закрытия станционных, шахтных и путевых (соответствующих отсеков при необходимости) металлоконструкции (затворов).

2.3. Невоенизированные формирования служб направляются в распоряжение начальника станции для выполнения необходимых работ.

2.4. Дальнейшие действия работников служб по определению масштабов повреждений и их устранения определяются соответствующими инструкциями, определяющими действия работников особых условиях, с обязательным докладом дежурному поезвному диспетчеру.

3. При возникновении пожара:

При возникновении пожара, работниками всех служб и машинистами поездов принимаются меры по эвакуации пассажиров из очагов пожара станций и поездов, оказанию помощи пострадавшим и применяют первичные средства пожаротушения для тушения пожара.

В дальнейшем руководствоваться действующими инструкциями и правилами на метрополитене.

4. При авариях вблизи с расположенными химически опасными объектами с выбросом сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ):

4.1. При получении сообщения о разрушении емкостей с СДЯВ на предприятиях, расположенных в непосредственной близости к входам на станции метрополитена дежурным поездным диспетчером подается команда «Химическая опасность», с одновременным сообщением о ситуации дежурному подразделению СНБ РУз и управлению «ЧС» города.

5. При сигнале «Отбой химической опасности»:

5.1. По команде «Отбой химической опасности» силами звена радиационно-химической разведки убедиться в отсутствии СДЯВ в воздухе и на поверхности.

5.2. Открыть все затворы и гермоклапаны.

5.3. Обеспечить безопасный выход укрываемого населения.

5.4. Восстановить движение поездов установленным порядком, в дальнейшем действовать согласно регламентирующих инструкций.

ГЛАВА VII. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

При разработке АСУ любого назначения для водохозяйственных систем в первую очередь определяют экономическую эффективность. Экономическую эффективность АСУ определяют на предпроектной стадии - ТЭО. На каждой из последующих стадий (ТЗ, ТП) по мере накопления более подробных данных экономическую эффективность уточняют.

Необходимым условием создания АСУ служит экономическая эффективность. Показатели ее – капитальные затраты для ее осуществления до ввода в эксплуатацию включительно и сроки окупаемости капитальных затрат за счет экономических эффектов, получаемых в результате внедрения АСУ.

Расчет экономической эффективности выполняю в соответствии с «Методикой определения экономической эффективности автоматизированных систем управления предприятиями и производственными объединениями».

Единовременные затраты (с.) на создание и внедрение АСУ

$$K_c = K_n + K_k, \quad (7.1)$$

где K_n - предпроизводственные затраты (на разработку проекта), с; K_k – капитальные вложения на создания АСУ (затраты на приобретение оборудования, включая его транспортировку и монтаж, наладку и пуск, а также стоимость помещений, необходимых для размещения оборудования и функционирования системы) с.

Стоимость (с) помещения, необходимого для размещения и функционирования системы, определяют по формуле:

$$K_{зд} = C_{зд} + S \quad (7.2)$$

где $C_{зд}$ - средняя стоимость 1м² помещения, с; S – площадь помещения м². Обычно начинают расчет формирования экономической эффективности с капитальных затрат, которые приведены ниже:

- Предпроизводственные затраты;

- K_n - (проектные работы), тыс, с.;

- Капитальных затрат K_k , тыс, с.:

в том числе:

оборудование $K_{об}$

помещение $K_{зд}$

Итого $K_{зд}^A$, тыс, с.

Текущие затраты, связанные с эксплуатацией АСУ, включают затраты: на электроэнергию, потребляемую техническими средствами системы; на амортизацию основных фондов; на текущий ремонт технических средств; на заработную плату персонала; на содержание помещений системы, а также стоимость носителей информации и прочие расходы.

Затраты на электроэнергию (с.), потребляемую техническими средствами системы, вычисляют по формуле:

$$C_{зд}^A = \Phi_n N K P, \quad (7.3)$$

где Φ_n - номинальный годовой фонд работы оборудования при трехсменной работе, за вычетом времени на ППР, ч; N – установленная мощность оборудования, кВт; K – коэффициент использования оборудования по мощности; P, - стоимость 1кВт/ч электроэнергии, с.

Затраты на амортизацию основных фондов определяют исходя из балансовой стоимости основных фондов и «Норм амортизационных отчислений по основным фондам»

Амортизационные затраты

Средства вычислительной техники - 12% (норма отчислений);

Электроаппаратура, средства оргтехники, мебель - 11.3% (норма отчислений);

Кабельная продукция и ее монтаж - 4% (норма отчислений);

Стоимость помещения K_3 - 2,5% (норма отчислений).

Итого: затраты (с.) на текущий ремонт и профилактический ремонт составляют 2,5% стоимости вычислительной техники, их определяют по формуле:

$$C^A_{amt} = K_{вт} K_{рем} \quad (7.4)$$

где $K_{вт}$ - стоимость вычислительной техники, с.; $K_{рем}$ - коэффициент, предусматривающий затраты на текущий и профилактический ремонты оборудования.

Расчет годового фонда основной заработной платы проводят исходя из штатного расписания структурных подразделений, обслуживающих систему, с учетом среднемесячных окладов (обычно штатное расписание разрабатывают в проекте эксплуатации системы).

Годовой фонд заработной платы

Наименование структурного подразделения	Число штатных единиц	Годовой фонд заработной платы, Z_0 , с.
Службы центрального ДП		
Службы автоматики и телемеханики		
Отдел внедрения и развития АСУ		

Итого: основную и дополнительную заработную плату (с.) обслуживающего персонала с отчислениями на социальное страхование вычисляют по формуле:

$$Z^A = Z_0 (1 + H_D)(1 + H_C) 10^{-3}, \quad (7.5)$$

где H_D - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату; H_C - коэффициент, учитывающий отчисления на социальное страхование.

Затраты (с.) на содержание помещений системы:

$$C^A_n = K_3 K_n \quad (7.6)$$

где K_3 - стоимость помещений, тыс.с.; K_n - коэффициент, предусматривающий затраты на содержание помещений системы.

$$C^A_n = K_{Вт} K_{Пр} \quad (7.7)$$

где K_n - коэффициент, предусматривающий затраты на носители информации; $K_n = 0,01$

Прочие расходы (с.):

$$C^A_{Пр} = K_{Вт} K^A_{Пр} \quad (7.8)$$

где K_{Pr}^A - коэффициент, предусматривающий затраты на прочие расходы;
 $K_{Pr}^A = 0,0025$.

Суммарные текущие затраты (с.), связанные с эксплуатацией системы:

$$K_{сум} = C_{эл}^A + C_{амт}^A + C_{рем}^A Z^A + C_{п}^A + C_H^A + C_{Pr}^A \quad (7.9)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных работ по совершенствованию работы средств автоматизации отвода дренажных вод были проведены следующие этапы:

- анализ технологического процесса;
- анализ средств автоматизации на участке;
- исследование систем автоматического управления (САУ);
- выявлены перспективы и особенности применения современной микропроцессорной техники в системах управления технологическими процессами водного хозяйства;

В квалификационной работе мною устаревший поплавковый преобразователь уровня был заменен современным сигнализатором-регулятором уровня ЭРСУ -5Р, также в работе даны рекомендации по замене устаревшего электромеханического оборудования

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Россовский В.Г. Электромеханические устройства метрополитена. - М.: Транспорт, 2001.- 351с.
2. Турк В.И., Минаев А.В., Карелин В.Я. Насосы и насосные станции. - М.: Литера, 1999.- 302с.
3. Тыркин Б.А., Шумаков В.В. Монтаж компрессоров, насосов и вентиляторов.- М.: Литера, 1999.- 248с.
4. Бородин И.Ф. Технические средства автоматики.- М.: Интер пресс 1999.- 210с.
5. Пястолов А.А., Ерошенко Г.П. Эксплуатация электрооборудования.- М.: Агропромиздат, 1999.- 213с.
6. Бородин И.Ф., Недилько Н.М. Автоматизация технологических процессов.- М.: Агропромиздат, 1996.- 425с.
7. Бородин И.Ф., Недилько Н.М. Основы автоматики.- М.: Агропромиздат, 1986.- 385с.
8. Ганкин Н.З. Комплексная автоматизация и АСУТП водохозяйственных систем.- М.: Агропромиздат, 1991.- 530с.
9. «Инструкция по оказанию первой помощи пострадавшим в связи с несчастными случаями при обслуживании энергетического оборудования».- Т.: Энергетика, 2008.- 25с.
10. Интернет: http://www.metro.ru/library/stroitelstvo_metropolitenov/
<http://metrostations.ru/vodootliv.html>