

АСУТП химводоочистки на ПТК «САРГОН»

В статье обосновывается эффективность применения ПТК «САРГОН» для автоматизации химводоочистки.

Химводоочистка является распространенным объектом, автоматизация которого позволяет значительно повысить эффективность производства и удобство работы персонала. При этом, с точки зрения автоматизации, химводоочистка (в дальнейшем ХВО) имеет специфические особенности, влияющие на эффективность применения средств автоматизации, распространенных в энергетике.

Особенности ХВО как объекта автоматизации

Главными **целями** автоматизации ХВО являются: улучшение качества подготовки химически очищенной воды, снижение количества расходуемых реактивов, улучшение условий труда оперативного персонала.

При кажущейся простоте (вспомогательное производство!), автоматизация ХВО требует решения ряда серьезных технических проблем.

Высокая требовательность к уровню автоматизации

ХВО является вспомогательным производством на ТЭС, однако качество ее функционирования оказывает очень существенное влияние, как на экономичность, так и на безаварийность работы ТЭС в целом.

Циклический характер технологического процесса позволяет обеспечить высокий уровень автоматизации при использовании функционально-группового управления. В сочетании с реализацией эффективного контроля водно-химического режима, это существенно уменьшает расход реагентов, повышает качество воды и, соответственно, увеличивает срок межремонтной эксплуатации котлов и трубопроводов.

Поэтому эффективность реализации ФГУ является одним из основных требований, предъявляемых к ПТК для АСУТП ХВО.

Большая распределенность объекта управления

ХВО является существенно распределенным объектом: площадь ХВО крупной ТЭС может превышать 1 га. Исполнительные устройства и средства измерения распределены по ХВО достаточно равномерно, поэтому существенное влияние на стоимость системы управления оказывают длина кабельных связей и стоимость работ по его монтажу.

Распределенность технологического процесса требует от ПТК поддержки построения распределенных систем: расчеты показывают, что стоимость кабеля, необходимого для создания централизованной системы дистанционного управления превышает стоимость технических средств современного распределенного ПТК.

«Мокрые» условия эксплуатации

Химводоочистка – «мокрый» цех. Кроме постоянно высокой влажности, периодически происходит залив цеха водой, который может привести к возникновению коротких замыканий в цепях измерений и управления, а также в шкафах автоматики. ПТК для АСУТП химводоочистки должен обладать высокой устойчивостью к таким замыканиям и обеспечивать максимальную локализацию повреждений при их возникновении.

Большое количество вычисляемых параметров

По сравнению с АСУТП основного энергетического оборудования электростанций, в АСУТП ХВО высока доля дискретных сигналов. Однако, практически каждой измеряемой аналоговой величине соответствует несколько расчетных: среднечасовых, суммарных за фильтроцикл и т.п. Расчетные параметры не только архивируются, но и активно

используются системой автоматического управления. Например, для определения момента выполнения регенерации фильтров.

Инерционность технологического процесса

Технологический процесс ХВО связан с перекачиванием воды между баками большого объема, поэтому он имеет высокую инерционность. При менее жестких требованиях к бесперебойности функционирования, АСУТП должна обеспечивать достаточно широкий охват технологического процесса, т.к. в случае его разрегулирования, нормальное функционирование будет восстанавливаться долго.

Четкость декомпозиции технологической схемы

Технологический процесс ХВО четко разделяется на несколько иерархических уровней:

- технологическая установка;
- группа аппаратов;
- аппарат;
- исполнительное устройство.

Технологическая однозначность разделения производственного процесса по уровням делает очень желательной явную поддержку такой структуры средствами АСУТП, что позволит строить большие системы управления ХВО, включающие сотни исполнительных устройств, из типовых элементов путем несложных операций связывания.

Поддержка процедуры ручного ввода значений параметров

На всех существующих и большинстве проектируемых ХВО РФ не все параметры, необходимые для контроля за технологическим процессом, автоматически вводятся через датчики-преобразователи. Значения некоторых важных параметров определяются в химлаборатории, поэтому одним из важных требований к АСУТП ХВО является простота ручного ввода значений лабораторных измерений. Вводимые вручную значения должны быть равноправны полученным путем непосредственных измерений и доступны для совместного анализа.

Особенности ХВО с электроприводом и пневмо(гидро)приводом

Тип привода, используемый на ХВО, существенно влияет на схему ее оптимальной автоматизации.

При использовании электропривода управление исполнительными устройствами группируется на сборках РТЗО, каждая из которых охватывает группу аппаратов ХВО.

При использовании пневмопривода электропневмопреобразователи, управляющие клапанами, как правило, размещаются в непосредственной близости от автоматизируемого аппарата. Это приводит к большей распределенности систем управления с пневмоприводом.

ПТК «САРГОН», как средство автоматизации ХВО

ПТК «САРГОН» [1], использующий современные программные и технические средства АСУТП и поддерживающий эффективные технологии проектирования, обеспечивает реализацию всех требуемых функций и оптимальное соотношение цена/качество создаваемых АСУТП ХВО.

Поддержка распределенной архитектуры

ПТК «САРГОН» рассчитан на создание систем распределенной архитектуры, что обеспечивается:

- 1) Наличием контроллеров различной информационной мощности (от нескольких до нескольких сот сигналов), что позволяет оптимально подстраиваться под структуру объекта.

- 2) Независимостью технологических программ от размещения по контроллерам, что позволяет создавать библиотечные программные модули, не зависящие от структуры контроллерной сети конкретного объекта.
- 3) Наличие мощной системы проектирования, позволяющей автоматически генерировать согласованные конфигурации для сотен вычислительных узлов системы и вносить в них согласованные изменения.

Сокращение совокупной стоимости внедрения

Сокращение совокупной стоимости внедрения обеспечивается:

- 1) Оптимальным соотношением цена/качество на ПТК. «САРГОН» существенно дешевле альтернативных ПТК, поддерживающих распределенную структуру, и полностью соответствует всем требованиям по качеству реализации функций.
- 2) Существенным снижением стоимости кабелей и монтажных работ по сравнению с централизованными системами управления.
- 3) Возможностью исключения дублирующего дистанционного управления, что обеспечивается высокой надежностью ПТК и удобным графическим интерфейсом системы. Все управление технологическим процессом осуществляется оператором с АРМ, расположенного на ЩУ ХВО.
- 4) Снижением сроков разработки и внедрения за счет применения типовых решений.

Соответствие технологической декомпозиции и условиям эксплуатации

Объектная структура «САРГОН» позволяет для каждого типа технологического объекта ХВО разработать типовое решение. Совокупность типовых решений образует объектную библиотеку автоматизации ХВО, которая позволяет строить АСУТП конкретной химводоочистки из типовых «кубиков»: исполнительное устройство, фильтр, группа (цепочка) фильтров, установка. На каждом уровне для конкретного технологического элемента выбирается «кубик» из множества доступных в библиотеке. Такая иерархическая структура с типовыми элементами позволяет с небольшими трудозатратами создавать системы из сотен аппаратов.

Контроллеры ПТК «САРГОН» имеют гальваническую развязку как по сигнальным, так и по цифровым линиям связи, что очень важно для применения в «мокрых» помещениях. Рассчитанные на работу в отечественных условиях они выдерживают иногда даже короткие замыкания в цепях ~220В, а если повреждение все-таки происходит, то оно ограничивается одним модулем.

Эффективная реализация ФГУ

Типовые элементы описываются в САРГОН с помощью языка конечных автоматов, имеющего интерфейс, ориентированный на технолога. Т.к. любой алгоритм ФГУ представляет собой конечный автомат, реализация ФГУ в АСУТП на базе САРГОН является максимально естественной и простой [2].

Эффективная реализация расчетов

В «САРГОН» предусмотрен набор механизмов, позволяющих эффективно реализовать все типы расчетов, требующихся в АСУТП ХВО:

- 1) Простые преобразования типа *линейное*, *корень*, *экспонента* производятся непосредственно в моделях аналоговых параметров.
- 2) В описании алгоритмической модели могут использоваться произвольные математические выражения, включающие различные операции и функции.
- 3) Для расчета средних, суммарных, минимальных, максимальных и пр. значений предоставляются средства группировки аналоговых параметров и групповые функции их обработки.

- 4) Для расчета интегральных показателей за фильтроцикл, час, сутки и т.п. в «САРГОН» реализованы сохранение и расчеты соответствующих величин.

Ручной ввод значений

«САРГОН» предоставляет простые средства выполнения ручного ввода значений. Вводимые значения могут размещаться как на специальных экранах-таблицах, так и на обычных мнемосхемах рядом с другими параметрами.

Параметры, вводимые вручную, обрабатываются системой аналогично автоматически собираемым: записываются в базы, отображаются на мнемосхемах и графиках и т.п.

При отказе датчика инженер АСУТП может отключить автоматический сбор данного технологического параметра, что позволит оператору вводить значения с экрана.

Типовые схемы автоматизации ХВО на ПТК «САРГОН»

Разнообразие программных и технических средств, входящих в ПТК «САРГОН», позволяет строить различные схемы автоматизации, учитывая наилучшим образом специфику конкретного объекта.

Во всех рассматриваемых схемах автоматизации управление ХВО осуществляется оперативным персоналом с ЦЩУ через компьютеры АРМ. Многолетняя эксплуатация нескольких полностью компьютеризированных ХВО подтвердила нецелесообразность использования дублирующих ключей ДУ. Местное управление используется только для выполнения ремонтно-наладочных работ. Его реализация зависит от схемы автоматизации ХВО и будет подробнее рассмотрена в каждом случае.

Для обеспечения высокой надежности АРМ следует оборудовать как минимум двумя компьютерами. На большой ХВО полного цикла их количество возрастает до 4-х.

Связь между контроллерами и компьютерами во всех рассматриваемых вариантах осуществляется по сети Ethernet. «САРГОН» поддерживает возможность дублирования сети, но целесообразность такого решения для ХВО спорна, поэтому решение принимается для конкретного объекта.

Для организации доступа к информации о ХВО со стороны руководства химцеха и персонала других цехов следует организовать сервер АСУТП химцеха, который будет удовлетворять запросы на информацию о технологическом процессе.

При наличии нескольких ХВО на станции, «САРГОН» обеспечивает возможность создания единой диспетчерской, с которой осуществляется управление всеми ХВО. Если расстояние между диспетчерской и ХВО больше 100 м, используются оптоволоконные линии связи.

Варианты структуры АСУТП ХВО рассмотрим на примере ХВО полного цикла крупной ТЭС, главная мнемосхема которой показана на Рис.1. Данная химводоочистка рассчитана на производство 520т/ч обессоленной воды и более 1250 т/ч умягченной воды для подпитки теплосети.

Автоматизация с использованием многоканальных контроллеров

Наиболее традиционная схема, - когда все сигналы от датчиков и исполнительных устройств вводятся в несколько многоканальных контроллеров, осуществляющих управление технологическим процессом. В отличие от многих других ПТК, контроллеры ПТК «САРГОН» имеют высокую устойчивость к температуре и помехам, что позволяет размещать их непосредственно в цехе, существенно сокращая длину кабельных связей.

Один многоканальный контроллер комплекса «САРГОН» позволяет автоматизировать работу нескольких функциональных групп (ФГ). Например, две трехступенчатые цепочки обессоливания по 6 аппаратов каждая (2 ФГ), группу из 12 натриевых фильтров и т.п.

Контроллеры устанавливаются в специальные контроллерные шкафы, оснащенные входными и выходными преобразователями сигналов. Сигналы в шкаф вводятся многожильным объектовым кабелем сечением 1-1,5 мм².

Рис.2. Структура АСУТП на многоканальных контроллерах.

Для реализации местного управления арматурой и насосами на ХВО с электроприводом, как правило, устанавливаются индивидуальные двух- или трехкнопочные посты управления и общий для шкафа РТЗО ключ выбора режима управления «местный/ПТК».

На ХВО с пневмоприводом местное управление наиболее удобно реализовать через переключатели, устанавливаемые в том же щитке управления, что и электропневмопреобразователи. Ключ выбора режима управления устанавливается там же.

Небольшое количество многоканальных контроллеров проще конфигурировать, но расход кабеля в этом варианте существенно выше, чем в двух других, поэтому его целесообразно применять при модернизации существующих ХВО в двух случаях:

- 1) Когда АСУТП заменяет существовавшую ранее систему дистанционного контроля и управления (СКУ), кабельные трассы для которой уже проложены в помещении центрального щита.
- 2) Когда теснота помещения и отсутствие свободного места в шкафах не позволяет разместить микропроцессорные контроллеры непосредственно в цехе.

Т.к. модернизация СКУ производится чаще, чем замена основного оборудования ХВО, многоканальные контроллеры целесообразно использовать в достаточно большом числе случаев.

Автоматизация с использованием среднеканальных контроллеров

Основное количество сигналов, обрабатываемых АСУТП ХВО – сигналы арматуры (до 90%), поэтому для минимизации длины кабельных связей следует приближать контроллеры к устройствам управления арматурой. Проще всего это сделать на ХВО с электроприводом, т.к. шкафы РТЗО всегда группируются при размещении. Количество сигналов арматуры, управляемой из нескольких шкафов РТЗО, как раз соответствует информационной мощности среднеканального контроллера. При этом каждый контроллер управляет работой нескольких функциональных узлов, а некоторые - также и работой функциональной группы.

Контроллеры удобно размещаются непосредственно в сборке шкафов РТЗО: на свободном месте в шкафу или, если свободных мест нет, в дополнительном шкафу, навешиваемом на шкаф РТЗО. Разводка между клеммниками контроллера и шкафов РТЗО осуществляется гибким кабелем.

Местное управление организуется аналогично схеме с многоканальными контроллерами.

Несколько лет назад такая схема была оптимальной, но появившаяся в последнее время схема с сетевыми контроллерами обеспечивает меньшую цену при большем удобстве в эксплуатации.

Автоматизация с использованием сетевых контроллеров

Наиболее современной схемой автоматизации ХВО является применение небольших контроллеров, использующих модули УСО, подключаемые по промышленной сети. В состав ПТК «САРГОН» входят два семейства таких контроллеров (одно – отечественное, другое - импортное). Недорогой РС-совместимый процессорный блок и возможность гибкого подключения модулей УСО обеспечивают возможность построения АСУТП по принципу «контроллер на аппарат».

Компактное конструктивное исполнение позволяет разместить эти контроллеры непосредственно в шкафах/щитах автоматики, отказавшись от использования контроллерных шкафов (самых дорогих компонентов ПТК). Размещение контроллера в непосредственной близости от управляемого аппарата позволяет минимизировать длину кабельных связей, что сокращает стоимость кабеля, проектных и монтажных работ.

Местное управление осуществляется через кнопочную панель контроллера, которая устанавливается рядом с управляемым аппаратом. Панель может быть стационарной или съемной.

АСУТП рассмотренной выше ХВО на сетевых контроллерах целесообразно построить следующим образом (Рис.3):

- 1) Верхний уровень АСУТП полностью совпадает с вариантом многоканальных контроллеров.
- 2) Число многоканальных контроллеров сокращается до 3-х, причем каждый контроллер управляет работой объекта уровня технологической установки (а не функциональной группы):
 - а) Установкой подпитки теплосети.
 - б) Обессоливающей установкой.
 - в) Прочим оборудованием ХВО.
- 3) Сетевые контроллеры устанавливаются по одному на независимо функционирующий элемент технологического оборудования: механический фильтр, осветлитель, цепочку фильтров блока обессоливания, группу баков и насосов и т.п.

Рис.3. Структура АСУТП на сетевых контроллерах.

В результате, совокупная стоимость внедрения АСУТП ХВО существенно сокращается, но усложняется конфигурирование информационных потоков в системе - число контроллеров на крупной ХВО может превысить сотню. Средства проектирования «САРГОН», обеспечивающие автоматическую трассировку информационных потоков в системе, позволяют эффективно решить возникающие проблемы.

Типовая библиотека «САРГОН» для ХВО

Объектная структура ПТК «САРГОН» позволяет легко оформлять в виде библиотечных модулей алгоритмические блоки, разработанные для конкретного объекта. В результате разработки и внедрения нескольких АСУТП ХВО в ЗАО «НВТ-Автоматика» разработаны основные библиотечные элементы.

Список библиотечных элементов включает:

- 1) Базовые элементы:
 - а) Аналоговый и дискретный технологические параметры.
 - б) Задвижка, клапан, насос.
 - в) Насос с АВР.
 - г) Бак с насосом.
 - д) Регулятор.
- 2) Предочистка:
 - а) Осветлитель.
 - б) Мешалка известкового молока.
 - в) Узел приготовления коагулянта.
- 3) Механическая очистка:
 - а) Группа механических фильтров;
 - б) Механические фильтры: однокамерные, двухкамерные, трехкамерные;
 - в) Узел взрыхления.
- 4) Умягчение воды:
 - а) группа натриевых фильтров,
 - б) натриевый фильтр,
 - в) узел подачи соли
- 5) Обессоливание:
 - а) Узлы подачи кислоты и щелочи
 - б) Группы фильтров
 - в) Цепочки фильтров
 - г) Фильтры анионитовые, катионитовые, смешанного действия

- е) Промежуточный бак цепочки фильтров (с насосами и регулированием).
- б) Склад реагентов

Объектная структура «САРГОН» обеспечивает высокую универсальность разрабатываемых элементов, т.к. все особенности их реализации локализуются на соответствующем объектном уровне. Например, алгоритм управления фильтром не зависит от типа привода арматуры – все особенности электро- или пневмопривода учтены в алгоритмах исполнительных устройств. Небольшая модификация алгоритмов библиотечного элемента позволяет легко создать типовое решение для автоматизации конкретного объекта.

Выводы

ПТК «САРГОН» содержит программные и технические средства, позволяющие максимально учесть специфические требования химводоочистки как объекта управления, поэтому его использование существенно уменьшает совокупную стоимость внедрения АСУТП ХВО при высоких показателях качества и удобства в обслуживании.

Литература

1. *Менделевич В.А., Зайденберг Л.М.* ПТК “САРГОН”. - Промышленные АСУ и контроллеры, №11, 1999.
2. *Менделевич В.А.*, Непроцедурные языки – новое поколение средств разработки АСУТП. - Промышленные АСУ и контроллеры, №1, 2000 г.
3. РД 34-35.127-93 “Общие требования к программно-техническим комплексам для АСУТП тепловых электростанций” – СПО ОРГРЭС, 1995.

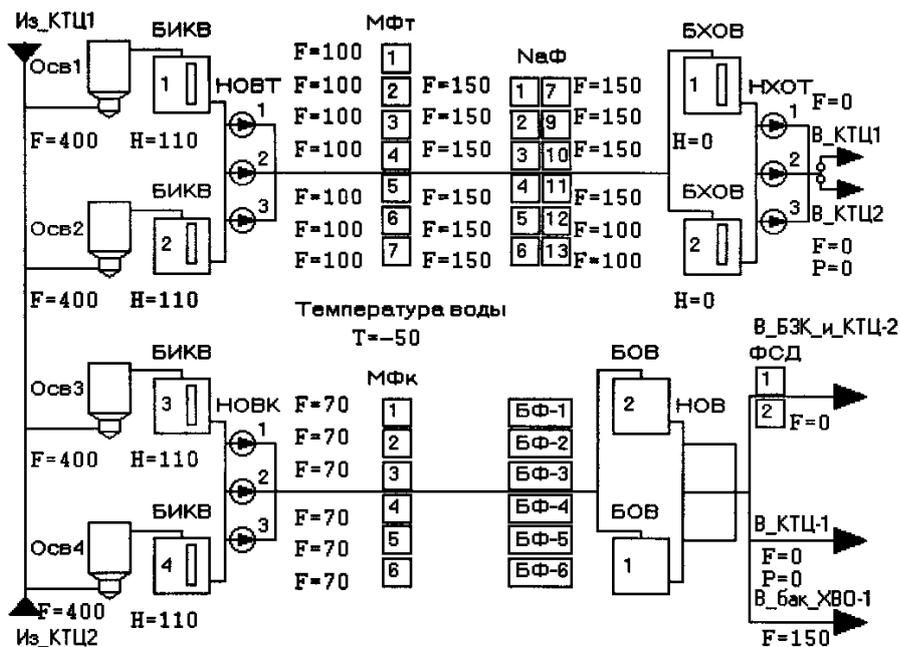
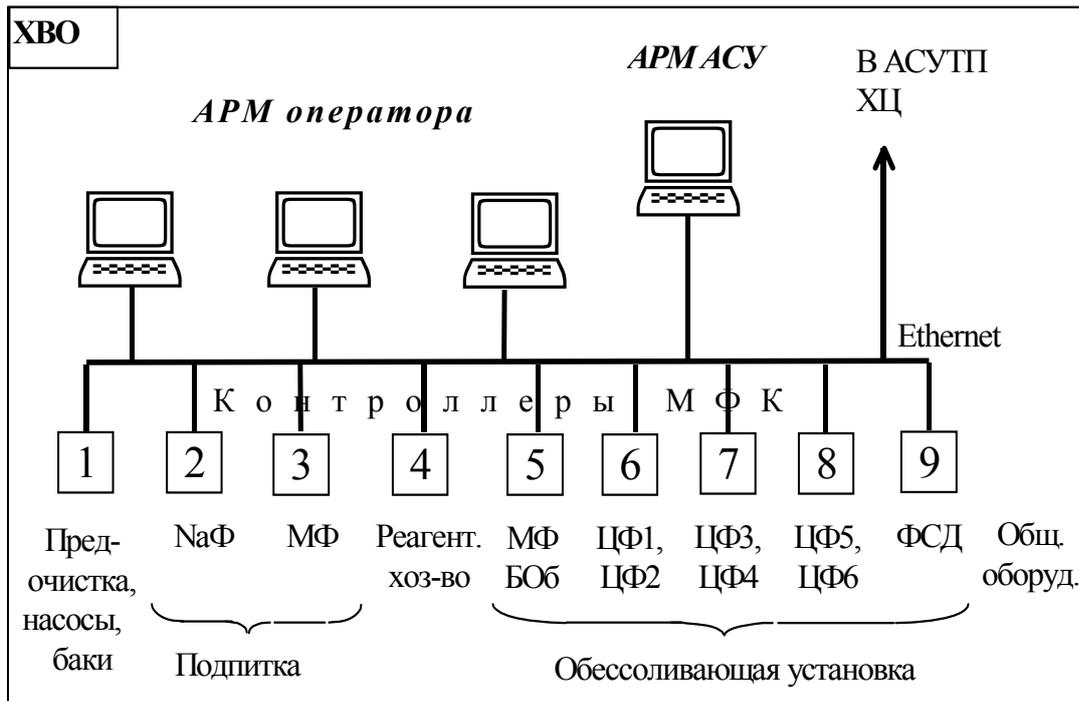
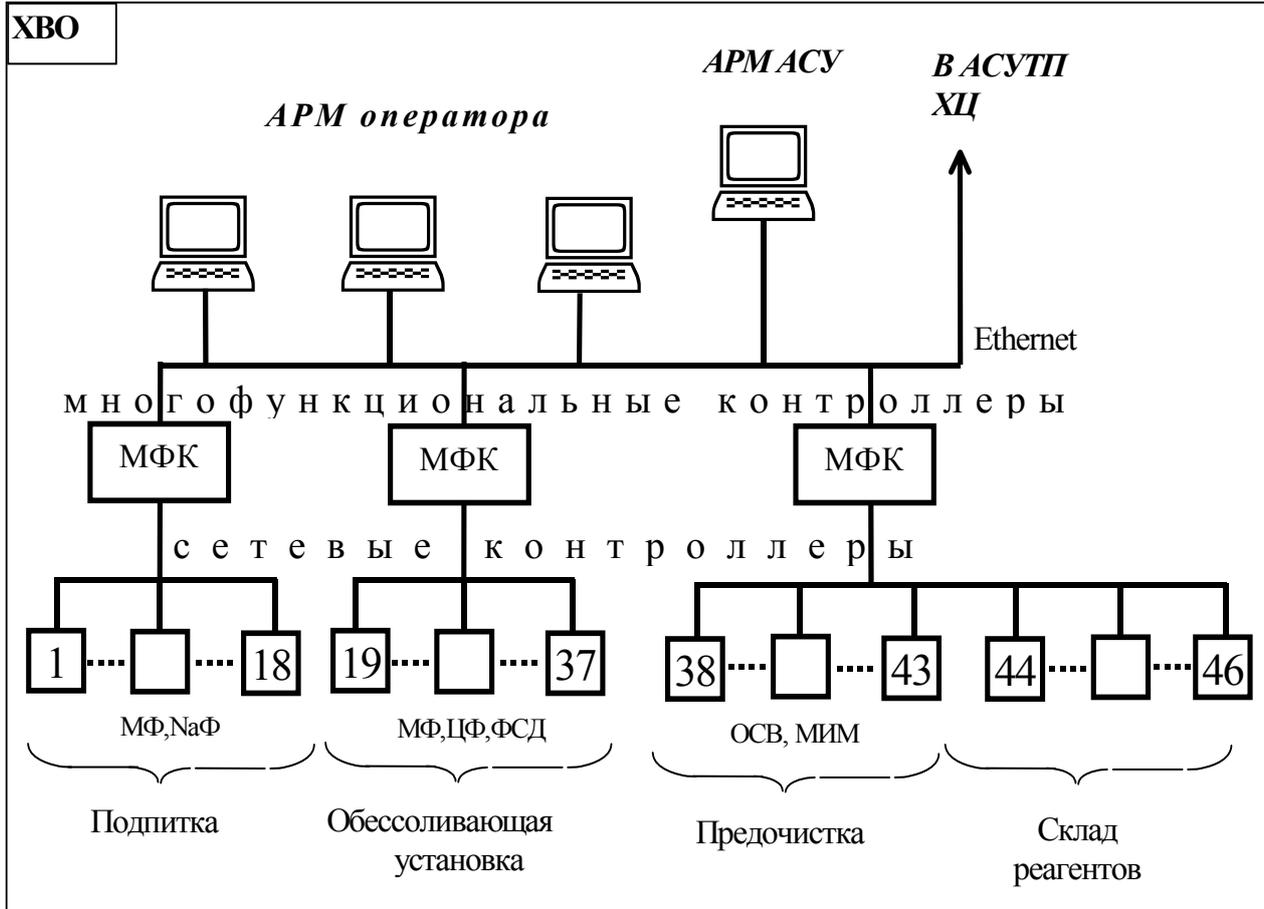


Рис.1. Главная мнемосхема АСУТП ХВО полного цикла с трехступенчатым обессоливанием.



МФ- группа мех. фильтров, NaФ- группа натриевых фильтров, Боб- блок обессоливания, ЦФ- цепочка фильтров, ФСД- фильтры смешанного действия

Рис.2. Структура АСУТП на многоканальных контроллерах.



МФ- группа мех. фильтров, NaФ- группа натриевых фильтров, ЦФ- цепочка фильтров, ФСД- фильтры смешанного действия, МИМ- мешалки известкового молока, ОСВ- осветлитель

Рис. 3. Структура АСУ ТП на сетевых контроллерах