

2) двусторонняя связь операторов БЩУ с подчиненным персоналом (обходчиками оборудования);

3) общестанционная и блочная командно-поисковая связь.

Оперативная двусторонняя связь осуществляется комбинированной — телефонная и громкоговорящая. Эти виды оперативной связи могут дополняться промышленными многоканальными телевизионными установками. Дежурный инженер станции, кроме того, имеет возможность ведения циркулярной связи и подключения магнитофона. На щитах управления устанавливаются комбинированные коммутаторы громкоговорящей и телефонной связи.

2.3. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОБЛОКАМИ

Эксплуатируемые в настоящее время энергоблоки оснащены системами управления, которые соответствуют в основном первому, второму и частично третьему уровню автоматизации и выполнены с использованием обычных средств контроля, регулирования и управления, а также в значительной мере информационно-вычислительными машинами. Однако указанные средства не всегда обеспечивают требуемую надежность и не позволяют создать всережимные системы для регулирования мощности блока в широком диапазоне, автоматического управления им и получения широкой информации о работе оборудования.

Для перехода к более высокому уровню автоматизации крупных энергоблоков и реализации указанных выше задач, возлагаемых на систему управления, в настоящее время намечались два основных пути: создание централизованных и децентрализованных систем управления.

Централизованная система предполагает использование вычислительной машины (ВМ) в качестве центрального органа сбора и обработки информации, а также для осуществления программного управления и регулирования. Подобная система управления («Комплекс») осуществлена на нескольких блоках. Она разработана и внедрена Государственным ордена Трудового Красного Знамени центральным научно-исследовательским институтом комплексной автоматизации (ЦНИИКА).

Принципиально ВМ позволяет выполнять все без исключения функции, возлагаемые на систему управления блоком. Однако это влечет за собой необходимость применения сложной ВМ с большой емкостью запоминающих устройств, высокой скоростью опроса и обработки данных, что неизбежно приводит к понижению ее надежности при высокой стоимости. Выход из строя ВМ будет вызывать пол-

ный останов блока. К сказанному следует добавить, что обслуживание сложной ВМ, корректировка программ и поддержание машины в состоянии постоянной работоспособности требуют значительного количества квалифицированного персонала. Практический опыт показывает, что для целей управления и регулирования ВМ используются недостаточно эффективно также и по причине недостаточной подготовленности оборудования и запорно-регулирующей арматуры.

В децентрализованной системе управления функции управления и контроля осуществляются автономными устройствами. Независимый децентрализованный характер управления обеспечивает удобство эксплуатации и ремонта, так как повреждение систем управления и контроля отдельных устройств локализуется в них же и не распространяется на другие элементы установки. При этом обеспечивается возможность поэтапного осуществления комплексной автоматизации ТЭС, требуется более простое, чем при использовании централизованными системами, программирование и создаются условия для наименьших изменений рабочих программ при наладке и в период освоения оборудования. Можно выполнить индивидуальное питание для каждого автономного устройства, тогда нарушение электропитания не приведет к тем неприятным последствиям, которые возникают в централизованных системах управления.

Одним из вариантов децентрализованной системы управления энергоблоками является система «Эльбрус»¹, применяемая на одной из ГРЭС. Система «Эльбрус» предназначена для автоматизации процессов пуска, останова и нормальных режимов мощных энергоблоков и выполняет при этом весь необходимый объем функций контроля и управления. Особенности структуры системы «Эльбрус» сводятся к делению объекта управления — энергоблока на ряд достаточно автономных групп оборудования и обслуживанию каждой из этих групп независимыми подсистемами. В состав каждой подсистемы входят автоматические регуляторы и логические устройства со всережимным алгоритмом управления. Взаимодействие подсистем осуществляется на основе использования информации, получаемой от объекта управления. Защиты в данной системе выполняются специализированными логическими устройствами с преимущественным правом воздействия.

Специфика структуры системы «Эльбрус» по способу получения информации сводится к организации единого комплекса источников информации, сигналы которых используются многократно во всех вторичных устройствах. Для менее ответственных параметров предусматривается по одному каналу информации, для более ответственных осуществляется дублирование с автоматическим контролем исправности датчиков.

Информационные функции системы содержат:

1) непрерывную графическую регистрацию наиболее ответственных параметров;

¹ Разработка и внедрение Всесоюзного ордена Трудового Красного Знамени теплотехнического института им. Ф. Э. Дзержинского.

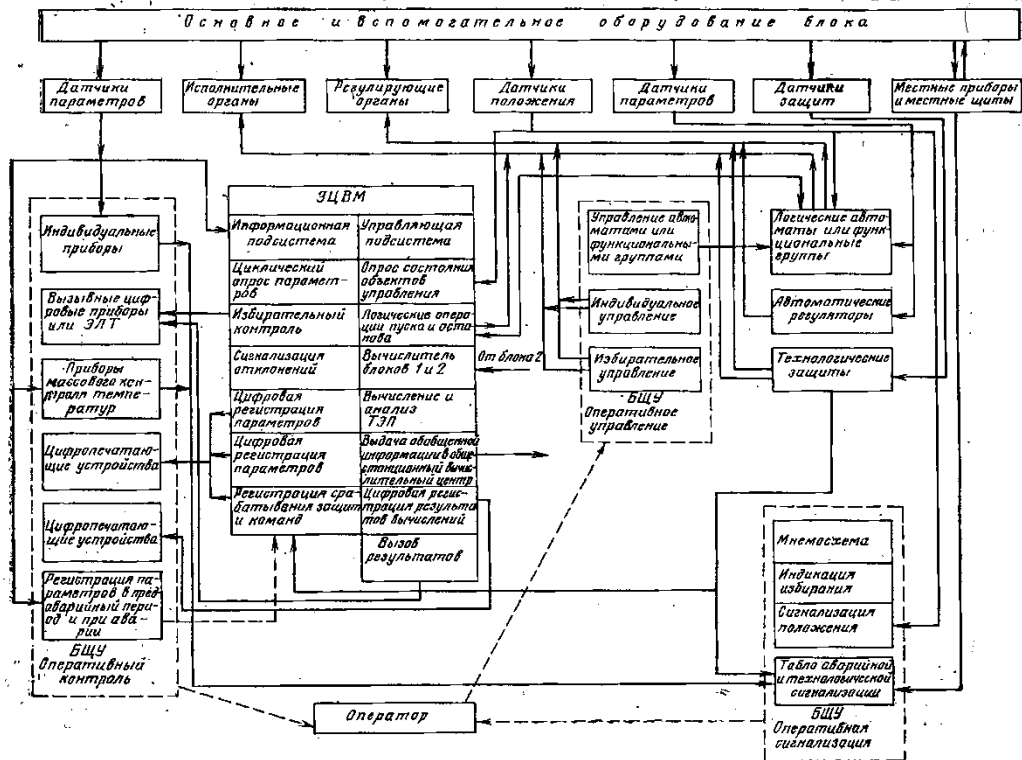


Рис. 2-4. Структурная схема централизованного управления блока с применением ВМ.

- 2) непрерывный визуальный контроль;
- 3) сигнализацию отклонений и контроль по вызову вспомогательных параметров;
- 4) вычисление технико-экономических показателей.

Кроме того, система включает в себя устройства для массовых измерений температур с сигнализацией отклонений и вызовов нужного параметра на прибор, а также устройства для регистрации «событий» — фактов срабатывания защит и других дискретных операций.

Система «Эльбрус» имеет свои особенности и в части аппаратного выполнения. Для нее характерно применение малогабаритных приборов, рассчитанных на стандартизированный входной сигнал. Сигнализация отклонений осуществляется индивидуальным аналого-дискретным преобразователем. Вычислительная техника в данной системе представлена лишь специализированным цифровым устройством для вычисления технико-экономических показателей, которые выдаются в виде графиков и цифро-буквенной печати.

В комплект аппаратуры автоматического регулирования системы «Эльбрус» входят также функциональные блоки, обеспечивающие возможность автоматического изменения задания: автоподстройки динамических параметров и изменения структуры путем взаимодействия с логическими элементами. Средства логического управления включают в себя дискретные источники информации (аналого-дискретные преобразователи, бесконтактные путевые выключатели и т. п.), унифицированные

логические элементы и выходные блоки для воздействия на объекты управления.

Система дополняется миниатюрным пультом управления с мнемосхемой. Положительными сторонами системы является повышенная ее «живучесть» за счет ограничения сферы влияния отказов аппаратуры большими областями и возможности временной подмены функций отказавших узлов действиями оператора. Дублирование некоторых датчиков повышает надежность системы, однако эта мера не исключается и для любой другой системы. Групповое управление оборудованием упрощает действия персонала. К недостаткам системы следует отнести прежде всего сложность создания «логических автоматов» с жесткими программами, «перезапись» которых может потребоваться в процессе эксплуатации блока и в условиях электростанции будет, конечно, затруднительна.

При использовании положительных качеств описанных выше систем может быть получена «гибридная» система управления, которая, учитывая все изложенные выше соображения относительно подготовленности основного оборудования, математического обеспечения и надежности средств, может оказаться оптимальной для блоков большой мощности на ближай-

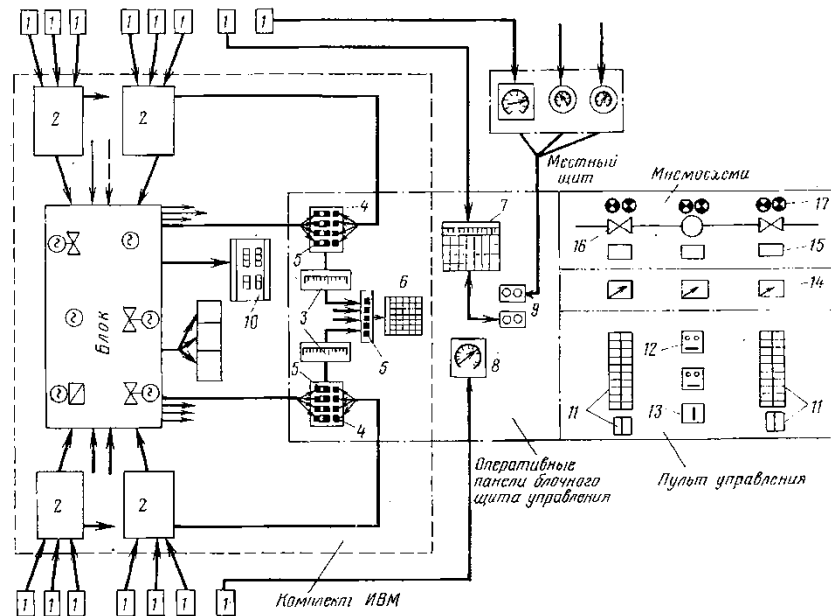


Рис. 2-5. Структурная схема управления блока с применением ИВМ.

1 — датчики; 2 — выходные коммутаторы; 3 — многоскальные приборы; 4 — устройства вызова контролируемой величины; 5 — сигнальное табло; 6 — самопишущий вызывной прибор с вызывной клавиатурой; 7 — индивидуальный самопишущий прибор; 8 — индивидуальный показывающий прибор; 9 — технологическая сигнализация; 10 — вычислитель; 11 — вызывное устройство для управления; 12 — блок управления регулятором; 13 — ключ индивидуального управления; 14 — указатель положения; 15 — таблица номера объекта управления; 16 — мнемознаки; 17 — сигнализация положения.

ший обозримый отрезок времени. Структурная схема такой «гибридной» системы управления показана на рис. 2-4. В этой системе централизованы сбор, обработка и представление информации. Эти функции выполняются ВМ, а управление децентрализовано. Вопрос надежности ВМ в данном случае не стоит так остро, как в случае выполнения ею функций управления, однако для повышения «живучести» системы информационная часть дополняется небольшим количеством индивидуальных аналоговых приборов.

В рассматриваемой системе на ВМ возлагается следующее: циклический опрос датчиков, первичная обработка данных (масштабирование, линеаризация шкал, различные преобразования и т. п.), контроль параметров по вызову на цифровые приборы или электронно-лучевые трубки, сигнализация отклоняющихся от нормы параметров, регистрация отклонений и регистрация текущих значений параметров по вызову, регистрация предаварийных ситуаций, срабатывания защит и действий персонала, вычисление технико-экономических показателей и отчетных данных по блоку, их регистрация и вызов на цифровой прибор,

подготовка данных для передачи в вычислительную машину более высокого уровня. При помощи аналоговых средств осуществляются графическая регистрация и визуальный контроль главнейших параметров и массовый контроль температур (металл котла, турбины, подшипников и т. п.).

Дистанционное управление организуется по иерархическому принципу, в основу которого положены функциональные группы. При таком построении управления достигается автоматизация пуско-остановочных операций на блоке, значительно облегчается работа оператора, уменьшается число ошибочных действий персонала. Наряду с групповым управлением с БЦУ предусматривается индивидуальное управление каждым механизмом, что создает удобство при наладочных и ремонтных работах. При этом обеспечивается управление блоком в случае отказа каких-либо устройств управления функциональных групп.

В описываемой системе используются также отдельные автоматические устройства, представляющие собой сочетание автоматических регуляторов и логических блоков и выполняющие достаточно широкие функции уп-

равления. Одним из таких автоматов может быть назван автомат пуска, разворота и нагружения турбины. По мере разработки и освоения функциональных групп возможно дальнейшее их объединение в автоматы на более высоком уровне иерархической структуры управления.

В состав «гибридной» системы входят также подсистемы автоматического регулирования и технологических защит. Последняя является полностью автономной, начиная от первичных приборов и кончая исполнительными реле, что обеспечивает высокую надежность ее работы. Подсистема автоматического регулирования обеспечивает достаточно широкий диапазон регулирования мощности блока.

За последние годы на отечественных ТЭС с блоками мощностью 300 МВт получил распространение вариант организации управления с информационно-вычислительной машиной (ИВМ) и избирательным управлением. Специально разработанная для энергоблоков ИВМ предназначена для работы с общепромышленными датчиками, не имеющими унифицированного выходного сигнала. Другой особенностью машины является наличие в ней избирательного контроля на аналоговые многошкальные приборы, независимого от центральных устройств машины. Машина имеет блочное построение, позволяющее подключать до 480 датчиков различного назначения со скоростью опроса 10 с.

Функции ИВМ следующие:

- 1) первичная обработка информации — масштабирование, линеаризация, функциональные преобразования и т. д.;
- 2) сравнение измеряемых величин с заданными значениями и сигнализация об их отклонении;
- 3) регистрация отклонившихся величин в цифровой форме;
- 4) периодическая регистрация любых наперед заданных параметров;
- 5) обеспечение визуального контроля по вызову любой из контролируемых величин в цифровой или аналоговой форме;
- 6) вычисление технико-экономических показателей и отчетных данных о работе блока.

Информация, обеспечиваемая машиной, дополняется небольшим количеством самопишущих приборов для графической регистрации. Избирательное управление организовано при помощи вызывных устройств и мнемосхем с адресацией вызываемых объектов. Автоматическое регулирование и технологические защиты выполняются независимыми от ИВМ.

На рис. 2-5 представлена структурная схема организации управления с применением ИВМ. Первичные приборы подключаются к 12 входным блокам, коммутирующим входной сигнал в центральную часть ИВМ и в случае вызова одной из контролируемых величин

на вызывной многошкальный показывающий прибор. Вызов производится при помощи соответствующей клавиши на блоках вызова (индивидуальный вызов) или посредством специального вызывного устройства для вызова вначале группы контролируемых величин, а затем нужной величины из данной группы (так называемый адресно-безномерный вызов). При вызове контролируемой величины происходит автоматическое подключение соответствующего первичного прибора к многоотсчетному прибору и установка шкалы. При отклонении одной или нескольких контролируемых величин за допустимые пределы подается световой сигнал в соответствующее табло, помещенное в блоках вызова, при этом каждый вновь приходящий сигнал — мигающий. При вызове на прибор мигающий сигнал заменяется ровным свечением.

Регистрация отклонений и периодическая регистрация параметров производится на специальных бланках с помощью электрифицированных цифрпечатющих машинок. Вычисление технико-экономических показателей и отчетных или усредненных данных производится вычислительным устройством, а регистрация результатов вычислений за 1 ч, 8 ч и за сутки — цифрпечаточной машинкой на отчетном бланке.

Избирательное управление охватывает как запорно-регулирующие органы, так и двигатели собственного расхода. При этом электроприводы особо важных механизмов управляются индивидуальными командными аппаратами. Вызов объекта управления осуществляется клавишей на вызывном блоке, идентичном такому же блоку в схеме вызывного контроля.

Правильность вызова проверяется по появившемуся световому сигналу на мнемосхеме (высвечивается номер вызванного объекта), после чего подается команда «пуск» или «останов» (открыть — закрыть, больше — меньше) общим для группы объектов командным аппаратом. Положение механизма также высвечивается на мнемосхеме светом соответствующей окраски.

Внедрение такой организационной структуры управления на блоках мощностью 300 МВт позволило резко сократить оперативный контур БЩУ при значительном увеличении общего объема информации, что положительно сказалось на условиях управления блоком. На отдельных ТЭС центральная часть машины и вычислитель используются для двух блоков.

2-4. БЛОЧНЫЙ ЩИТ УПРАВЛЕНИЯ

Блочный щит управления представляет собой комплекс устройств — пультов и панелей, на которых размещается вся контрольно-измерительная и пускорегулирующая аппаратура. На ТЭС стало традиционным размещение аппаратуры главным образом на панелях и пультах и только отчасти — на специальных стендах. Блочный щит управления состоит из ряда панелей: регуляторов, контрольно-измерительных приборов, реле различного назначения и другой электроаппаратуры, и пультов, на которых размещаются все командно-коммутационные аппараты. Для отечественных ТЭС стало также традиционным применение электронной аппаратуры и электрических исполнительных механизмов. Поэтому панели и пульты представляют собой чисто электротехнические устройства.

Большое количество операций, выполняемых с БЩУ, требует такого взаимного размещения всей аппаратуры и приборов, которое обеспечило бы удобное обозрение и пользо-

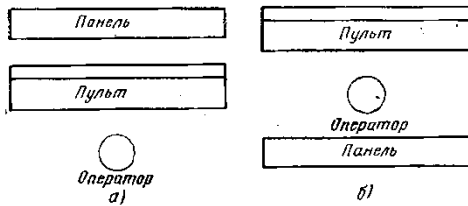


Рис. 2-6. Варианты взаимного расположения панелей и пультов БЩУ.
 а — компоновка «панель—пульт—оператор»; б — компоновка «пульт—оператор—панель».

вание всем необходимым для управления, при этом следует исходить из того, что управление блоком поручается одному оператору.

При проектировании БЩУ надо иметь в виду, что непосредственно перед оператором нужно разместить только те приборы и командные аппараты, которые необходимы ему для управления блоком в нормальном режиме или особо опасных ситуациях. Вся остальная аппаратура контроля, регулирования и управления, включая и ту, которая связана с подготовительными операциями пуска и останова, может быть вынесена из зоны постоянного действия оператора. Таким образом, возникает возможность выполнения БЩУ из двух основных частей (контуров) — оперативного и неоперативного.

Конструктивно оперативный контур БЩУ обычно выполняется в виде вертикальных приборных панелей и противостоящего им пульта, у которого находится оператор. Такая компоновка имеет условную формулу «панель — пульт — оператор» и показана на рис. 2-6, а. Однако приборные панели могут размещаться и за спиной оператора, и тогда компоновка БЩУ имеет формулу «пульт — оператор — панель» (рис. 2-6, б). Чаще всего пульт выполняется с вертикальной приставкой, на которой располагаются приборы небольших габаритов в один-два ряда по высоте. В отдельных случаях оперативный контур БЩУ включает в себя мнемосхему, которая размещается либо над панелями, либо на наклонной доске (столешнице) пульта.

В неоперативном контуре БЩУ можно выделить панели двух родов. Первые — это панели с приборами вспомогательного назначения (например, приборы температурного контроля металла котла и турбины), которые располагаются в пределах видимости оператора; вторые — панели с регуляторами, коммутационной и вспомогательной аппаратурой, размещаемые в специальных помещениях. Наиболее распространенной является компоновка, при которой приборные неоперативные панели установлены в непосредственной близости от

оператора, справа или слева от него. В ряде компоновок можно встретить размещение неоперативных панелей за спиной оператора.

Деление панелей на оперативные и неоперативные является достаточно условным и в отдельных случаях может вовсе не производиться: например, для блока с несложной тепловой схемой, работающего на газе или мазуте. Выбор варианта компоновки БЩУ зависит от ряда причин и в первую очередь от габаритов приборов, конструкции пульта и возможности разместить на приставке пульта основную массу оперативных приборов. При наличии миниатюрных приборов компоновка по варианту «пульт — оператор — панель» является предпочтительной.

Способ размещения БЩУ в помещении следует рассматривать с двух точек зрения (рис. 2-7): во-первых, с точки зрения объединения нескольких БЩУ в одном помещении и, во-вторых, с точки зрения размещения БЩУ относительно основного оборудования блока. Что касается объединения БЩУ, то можно отметить, что, кроме редко встречающегося варианта отдельно стоящего БЩУ на каждый блок, существуют варианты совмещения двух и четырех БЩУ в одном помещении соответственно на два и четыре блока. Наиболее распространенным у нас и на зарубежных ТЭС является вариант совмещения двух БЩУ в одном помещении.

Преимущество данного варианта по сравнению с самостоятельным БЩУ состоит главным образом в сокращении количества персонала. Если при индивидуальном БЩУ на каждый щит необходимо два человека, т. е. на два блока — четыре, то для парного БЩУ достаточно трех, т. е. одного подменного на два БЩУ. Поэтому совмещение в одном помещении четырех БЩУ может привести к дальнейшему сокращению еще одного человека, однако такая централизация управления приводит к значительному расходу кабеля и создает угрозу одновременного выхода из строя большого числа агрегатов в случае неполадок на БЩУ.

Размещение БЩУ относительно оборудования также имеет значительное количество вариантов, выбор которых обуславливается конструкцией главного корпуса (наличием деаэрационного или бункерного пролетов), компоновкой основного оборудования (открытая, полуоткрытая, закрытая, продольное или поперечное расположение турбин), конструкцией котла (П- или Т-образной) и ряда других причин. При наличии деаэрационной или бункерно-деаэрационной этажерки БЩУ размещаются в ней симметрично относительно оси, проходящей между двумя соседними блоками, как это видно на рис. 2-7, а. Такое рас-