

Глава 7

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

7.1. Особенности управления пожаро- и взрывоопасными технологическими процессами

Среди большого числа технологических процессов можно выделить группу пожаро- и взрывоопасных, которые при определённых условиях, возникающих вследствие нарушения требований регламента, выходят в аварийные режимы с последующими взрывами и пожарами. Такие технологические процессы являются пожаро- и взрывоопасными и могут протекать в двух различных режимах:

I – нормальном функционировании;

II – предаварийном состоянии.

В режиме нормального функционирования технологического процесса различают три состояния (рис. 7.1):

нормальное протекание процесса, когда все определяющие параметры соответствуют заданным (рис. 7.1; Ia);

отклонение определяющих параметров в сторону уменьшения опасности (рис. 7.1; Ib);

отклонение определяющих параметров в сторону увеличения опасности (рис. 7.1; Ib).

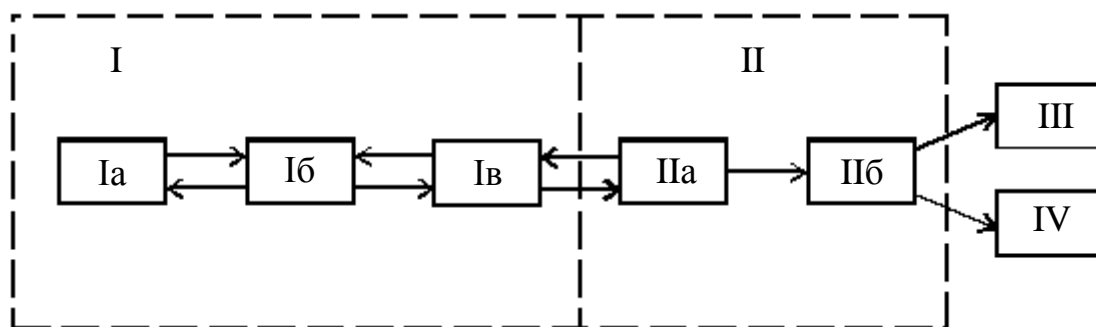


Рис. 7.1. Состояния пожаро- и взрывоопасного технологического процесса:

I – нормальный режим; II – предаварийное состояние;

III – остановка процесса; IV – аварийное состояние

При этом все отклонения в режиме I находятся в заданных пределах, обусловленных необходимой точностью поддержания определяющих параметров. При нарушении технологического режима процесс переходит в предаварийное состояние (II), характеризующееся значительными отклонениями параметров от заданных пределов в сторону увеличения опасности. В предаварийном состоянии, характерном для процессов, можно вы-

делить две фазы: в первой фазе (рис. 7.1, Па) возможен возврат процесса к нормальному режиму, во второй (рис. 7.1, Пб) развитие аварийной ситуации становится необратимым. В последнем случае необходимо прекратить ведение процесса (III). Если не принять мер, способствующих прекращению развития аварийной ситуации и возвращению процесса к режиму нормального функционирования, то возникает авария (IV), имеющая различные последствия (загазованность помещения и территории объекта, взрыв, пожар и т.п.). Особенность протекания пожаро- и взрывоопасных технологических процессов предопределяет требования к АСУ такими процессами.

Для обеспечения управления технологическими процессами в предаварийном режиме АСУТП должны включать, кроме систем автоматического контроля (АСК), регулирования (АСР), систем сигнализации (АСС), системы автоматической защиты (АСЗ) (рис. 7.2).

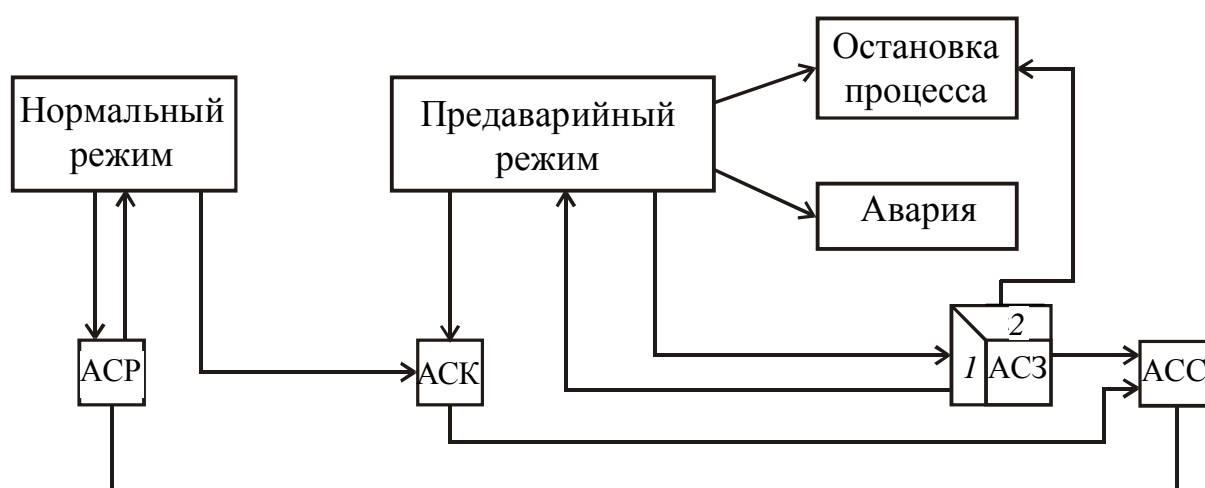


Рис. 7.2. Схема управления потенциально пожаро- и взрывоопасным технологическим процессом:

АСР – автоматическая система регулирования; АСК – автоматическая система контроля;

АСЗ – автоматическая система защиты; АСС – автоматическая система сигнализации;

1 – режим работы АСЗ на предотвращение аварии; 2 – режим работы АСЗ по ликвидации аварии

В предаварийном режиме, который наступает, когда АСР не может справиться с возвратом процесса к нормальному режиму или вследствие отказа АСР, процесс управляется АСЗ. Она должна обеспечить безаварийное ведение процесса либо путём его возврата в нормальный режим 1, либо путём его остановки 2. Если входные параметры АСР выбираются исходя из условий оптимизации производства, то входные параметры АСЗ (параметры защиты) должны характеризовать нахождение объекта в предаварийном режиме.

Таким образом, АСУ пожаро- и взрывоопасными технологическими процессами может быть реализована путём создания автономных АСР, АСК, АСС, и АСЗ (см. рис. 7.2) или применением автономных АСР, АСЗ и управляющей вычислительной машины (УВМ).

7.2. Общие принципы построения систем автоматической защиты

Системы автоматической аварийной защиты представляют собой совокупность элементов и устройств, с помощью которых контролируются параметры процессов, протекающих в защищаемом объекте, и выдача сигналов в критических ситуациях и использование их для предотвращения аварий, взрывов и пожаров путём переключения режима работы объекта, остановки оборудования, проведения аварийного стравливания или слива горючего вещества, вызова обслуживающего персонала и выдачи ему необходимой информации о причинах и обстоятельствах возникновения отклонений от нормальной работы.

В функции АСЗ входит анализ предаварийного состояния и степени развития аварийной ситуации, а также выбор управляющих защитных воздействий.

В зависимости от конкретных условий применения АСЗ должны обеспечить:

- возможность обнаружения любых опасных ситуаций в объекте защиты по контролируемой совокупности параметров;

- прекращение хода контролируемого процесса в опасном направлении для любой возможной аварийной ситуации в объекте защиты;

- высокое быстродействие, создающее возможность своевременного выполнения противоаварийных действий;

- высокую чувствительность к контролируемому параметру;

- стабильность характеристик во времени, т.е. сведение к минимуму влияния таких явлений, как старение и утомляемость отдельных элементов;

- минимальное влияние внешних факторов (температуры, влажности, атмосферного давления, ударов, операций, электрических помех и т.п.);

- минимальное обратное влияние на объект защиты при нормальных значениях контролируемого параметра;

- безотказность в условиях длительной непрерывной работы (устройства защиты должны обладать более высокой надёжностью, чем объект защиты);

- высокую перегрузочную способность;

- взаимозаменяемость (повторимость характеристик), обеспечивающую возможность замены вышедших из строя элементов без существенной перестройки системы защиты;

возможность использования стандартных и унифицированных элементов;

взрывонепроницаемость;

удобство и простоту монтажа, настройки и обслуживания;

минимальное потребление энергии в дежурном режиме.

Несмотря на большое разнообразие устройств защиты, применяемых в различных областях техники, они строятся по общим законам и в них почти всегда удаётся выявить следующие основные элементы; ИАС – индикаторы аварийных ситуаций; ИП – измерительные преобразователи; УС – устройства сравнения; УПУ – усилительно-преобразующие устройства; ЛУ – логические устройства; ИМ – исполнительные механизмы; ЗУ – задающие устройства.

На рис. 7.3 приведена блочная схема устройства защиты. В индикаторе аварийных ситуаций текущее значение контролируемого параметра, воспринимаемого ИП, сравнивается в УС с заданием, которое задаётся датчиком и определяет допустимые граничные значения.

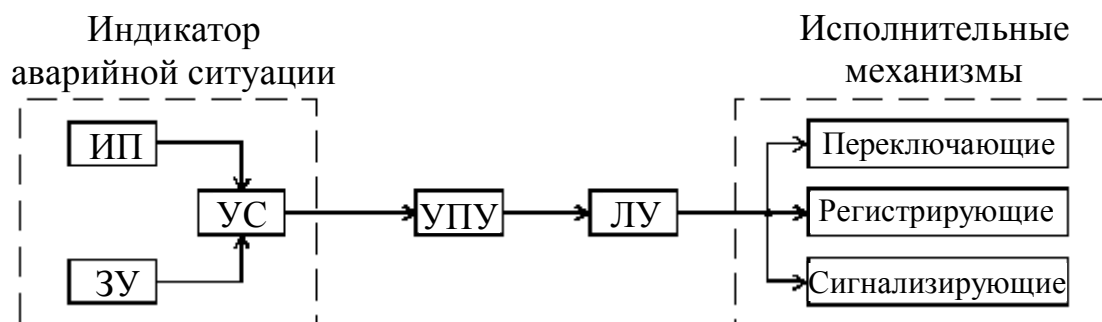


Рис. 7.3. Блочная схема устройства защиты

В устройствах защиты систем программного управления задание может автоматически изменяться от этапа к этапу программы. Для этого используются либо команды программного устройства системы управления, либо собственное программное устройство систем защиты. В устройствах происходит обнаружение признаков аварийной ситуации и формируется сигнал о наступлении этого события. При этом признаком аварийной ситуации может быть не только выход параметра за определённые пределы, но и сохранение величины сигнала на выходе датчика в течение заданного интервала времени, закономерность чередования различных сигналов, экстремальное значение одного сигнала из некоторой совокупности и т.д.

Сигнал, полученный на выходе схемы сравнения, чаще всего не может непосредственно воздействовать на исполнительные органы. В этих случаях сигнал предварительно подаётся на усилительно-преобразующие уст-

ройства, в которых в зависимости от необходимости могут осуществляться усиление или преобразование сигнала, стабилизация отдельных параметров схемы и т.п. Решение математических и логических задач, запоминание обнаруженных признаков событий, распределение сигнала от одного индикатора аварийных ситуаций к нескольким исполнительным органам или от нескольких индикаторов к одному исполнительному органу осуществляется управляющим логическим устройством УЛУ.

Сигналы индикатора аварийных ситуаций после усиления и преобразования приводят в действие исполнительные механизмы, которые в общем случае выполняют следующие функции:

- предотвращают возможность аварии, взрыва или пожара путём выключения источника энергии, остановки оборудования, изменения режима его работы и т.п.;

- оповещают обслуживающий персонал о достижении контролируемой параметрами предельных значений (максимальных или минимальных), происходящих переменах в ходе производственного процесса, возникновении опасных режимов работы или состояний объектов защиты, причинах и характере аварийных ситуаций;

- регистрируют предаварийные и аварийные режимы для последующего выяснения обстоятельств, приводящих к нарушению нормального хода процесса.

В результате срабатывания отключающих, переключающих и других исполнительных органов контролируемый параметр приобретает нормальное значение. После этого исполнительные органы выключаются. Однако если причина аварийной ситуации не была устранена, то вскоре контролируемый параметр опять приобретает недопустимое значение и защита срабатывает вновь и т.д.

Для исключения возможности многократного включения и отключения защиты вблизи заданного предельного значения параметра исполнительные органы после срабатывания обычно блокируются, например, путём самоблокировки реле, включающего исполнительные органы, с помощью механических защёлок или введением обратной связи, которая приводит к скачкообразному приближению значения задания к норме. После устранения причины возникновения опасных режимов блокировки снимаются или вручную, например кратковременным нажатием кнопки, отключающей питание, или автоматически по сигналам реле времени, программных устройств и т.д.

Для обеспечения высокой надёжности системы защиты часто снабжаются постоянно или периодически действующими цепями проверки работоспособности отдельных элементов и защитных устройств в целом. При защите сложных объектов контролируется несколько параметров. При этом контроль может быть непрерывный или последовательный.

В случае непрерывного контроля система защиты может состоять из нескольких (по числу контролируемых параметров) постоянно включённых автономных устройств защиты, построенных по схеме (см. рис. 7.3), причём общими у них могут быть только выключающие, переключающие и другие исполнительные органы, а также сигнализаторы, привлекающие внимание обслуживающего персонала. Сигнализация характера и причины аварийной ситуации обычно производится отдельными для каждого контролируемого параметра элементами.

При последовательном контроле в одних и тех же задающих, сравнивающих, усилительных, логических, преобразующих и других элементах производится поочередная обработка исходной информации, получаемой от большого числа датчиков контролируемых параметров. Для того чтобы сигналы разнородных датчиков можно было обрабатывать в общих узлах, их предварительно унифицируют. Поочередно подключение датчиков к входу, а исполнительных органов – к выходу общих узлов производится с помощью синхронно работающих входного и выходного переключателей. Конструктивно эти переключатели нередко объединяются в один обходящий переключатель, который одновременно коммутирует ряд цепей в схемах, программных устройствах и т.д.

Системы защиты с последовательным (обходящим) контролем имеют меньший объём аппаратуры по сравнению с системами непрерывного контроля, однако они не всегда удовлетворяют требованиям быстродействия и надёжности.

Существует три вида АСЗ в зависимости от алгоритма защиты, определяемого сложностью процесса, многообразием аварийных ситуаций и т.д.: простые АСЗ, АСЗ с развитой логической частью и адаптивные АСЗ.

Простые АСЗ построены так, что повышение или понижение параметра, по которому ведётся защита, до предельного значения вызывает управляющее исполнительное воздействие (см. рис. 7.3).

Структурная схема АСЗ с развитой логической частью, реализующая сложный алгоритм защиты, приведена на рис. 7.4.

В функции логического устройства (ЛУ) входит приведение в действие исполнительных устройств по определенному алгоритму. Это устройство может реализовать различные функции ИЛИ, НЕ, И, "ЗАПРЕТ" и т.д., а в общем виде следящее логическое устройство должно реализовать функцию:

$$\begin{aligned} y_1 &= f_1(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n); \\ y_2 &= f_2(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n); \\ y_m &= f_m(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n), \end{aligned} \tag{7.1}$$

где $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ – состояние системы измерительных преобразователей, принимающих после прохождения устройств сравнения значения 0 или 1; $y_1, y_2, y_3, \dots, y_m$ – состояние системы исполнительных механизмов, которые также могут принимать значения 0 или 1.

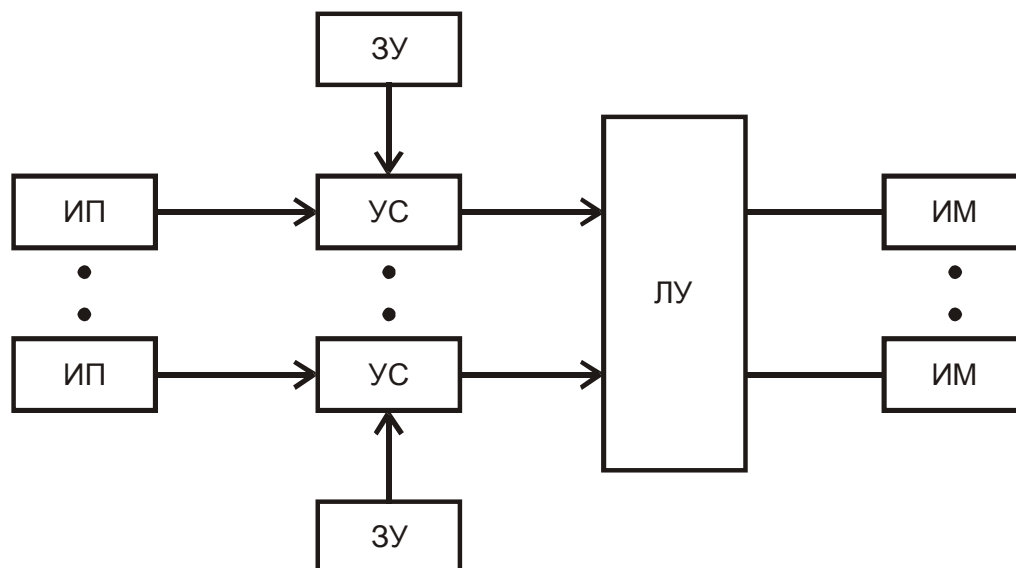


Рис. 7.4. Блочная схема АСЗ с развитой логической частью

Приведенные уравнения описывают алгоритм защиты потенциально опасного процесса от аварии. Следует иметь в виду, что составлению каждой логической функции предшествует исследование технологического процесса, а характерное отличие АСЗ, реализующих такие функции, – наличие двух ступеней защитных воздействий (см. рис. 7.2). Как видно из схемы, АСЗ на первой ступени принимает меры к возврату процесса в режим нормального функционирования, а в случае усложнения обстановки, невзирая на принятые меры, когда возврат уже неосуществим, АСЗ второй ступени останавливает процесс.

Наиболее сложным типом системы автоматической защиты являются адаптивные АСЗ, созданные для решения сложных, развитых алгоритмов, основывающихся на строгом математическом описании технологического процесса. При этом математическое описание его должно включать как описание самого процесса с учётом его кинетики, теплового баланса и т.п. в условиях аварийной ситуации, так и состояния после оказания защитного воздействия.

В структурную схему адаптивной АСЗ входят информационные устройства, состоящие из измерительных преобразователей и усилительно-преобразующих устройств, управляющего логического устройства и блока исполнительных устройств.

В функции блока ЛУ такой АСЗ входит обработка информации от ИП по определённому алгоритму, результатом чего является оценка степени развития аварийной ситуации, выбор вида защитного воздействия, соответствующего данной степени развития аварийной ситуации и обеспечивающего безаварийность процесса, и выдача управляющего защитного воздействия на блок ИМ. Разработка адаптивного алгоритма защиты для пожаро- и взрывоопасных технологических процессов по комплексу параметров – сложная задача, требующая затраты больших усилий и усложняющая его реализацию. Нашли применение упрощённые алгоритмы защиты, использующие экстраполяцию функции изменения параметра защиты по первой и второй производной. Так, если за определяющий параметр защиты выбрано давление в реакторе, то при составлении алгоритма защиты "аварийный сброс" и при допущении, что уменьшение реакционной массы не оказывает существенного влияния на изменение давления при сбросе, этот алгоритм можно записать:

$$p + \frac{dp}{dt}t_{AC3} + \frac{d^2p}{dt^2}, \quad \frac{t_{AC3}^2}{2} \leq P_{кр}. \quad (7.2)$$

Схема АСЗ, реализующая такой алгоритм, показана на рис. 7.5.

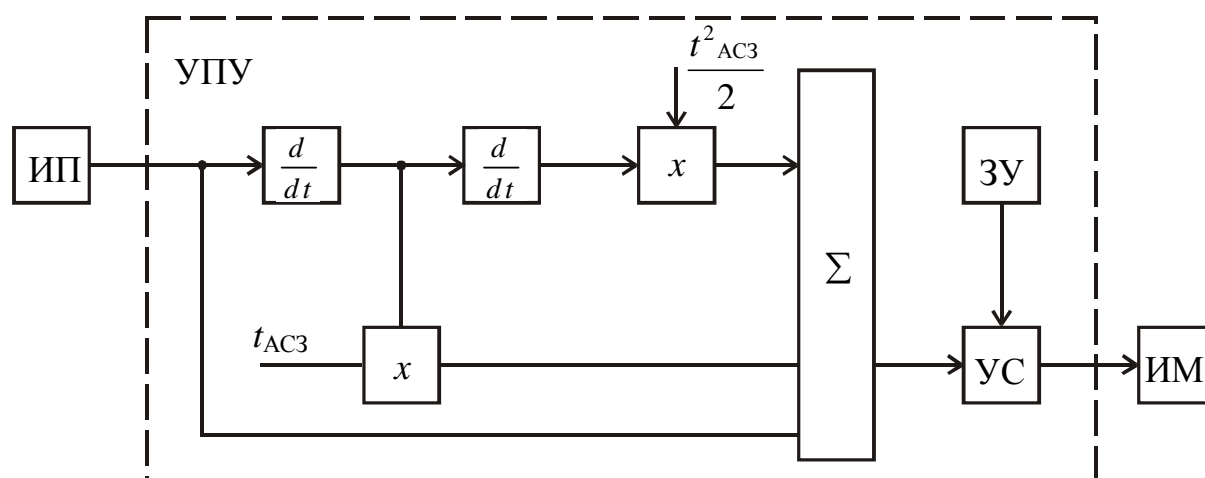


Рис. 7.5. Блочная схема, реализующая адаптивный алгоритм защиты

7.3. Элементы теории логики устройств защиты

Логические устройства (ЛУ) АСЗ классифицируются по виду алгоритмов.

ЛУ для реализации простых алгоритмов защиты представляют собой типовой преобразователь сигнала в сочетании с элементом сравнения. Для реализации простого алгоритма по результатам сравнения

текущего значения параметра и заданного значения разносный сигнал преобразуется в команду на исполнительный механизм.

ЛУ для реализации сложных алгоритмов решают две задачи: возврат процесса из предаварийного в режим нормального функционирования и остановку процесса. Логические устройства такого типа сравнивают значения параметров с заранее рассчитанными.

ЛУ с адаптивным алгоритмом защиты обязательно включает специальное вычислительное устройство или работает в комплекте с ЭВМ. Такие ЛУ имеют изменяющиеся во времени вместе с развитием технологического процесса задания.

ЛУ делятся на однофункциональные (выдают команду на одну противоаварийную операцию) и *многофункциональные* (выдают команду на несколько противоаварийных операций).

Разработке логики, реализующей алгоритм защиты, предшествует большая аналитическая работа по анализу статистики аварий, причин их возникновения, физико-химической сущности процесса, выявлению возмущающих воздействий, приводящих к аварии, особенностей развития её во времени, учёту факторных связей и разработке математической модели аварийной ситуации, т.е. построению "дерева отказов" технологической системы.

После изучения и анализа объекта разрабатываются оптимальный алгоритм защиты и структура логического устройства:

- определяется значение предаварийных и аварийных параметров, при которых должна срабатывать АСЗ;

- выбираются устройства сравнения;

- определяются защитные воздействия и вид команд на исполнительные механизмы для их осуществления;

- определяется характер и физическая природа командного сигнала;

- рассчитывается быстродействие системы, подсчитывается минимум потерь продукта на каждом аппарате при его остановке или отключении;

- определяются надёжные характеристики используемых технических средств.

Появление аварийных и предупредительных сигналов в ЛУ от датчиков системы во время функционирования технологического процесса носит случайный характер. Следовательно, построение АСЗ может базироваться на теории массового обслуживания, так как АСЗ обладает всеми признаками системы массового обслуживания.

Теория массового обслуживания изучает системы, предназначенные для обработки случайного потока требований, поступающих в систему извне, а так как длительность обработки одного требования также носит случайный характер, то задачи системы массового обслуживания решаются с использованием теории вероятностей. Входящий в систему поток требова-

ний может быть конечным или бесконечным, в соответствии с чем системы называют *замкнутыми* или *разомкнутыми*. Обслуживаемый в системе поток всегда характеризуется его интенсивностью. Поток требований образует вероятностный процесс, который представляет собой последовательность однородных событий, поступающих через случайные интервалы времени. При однородном поступлении группы требований образуется очередь на обслуживание. Процесс обслуживания может характеризоваться его интенсивностью. Эта величина будет определять и длительность ожидания перед обслуживанием и пропускную способность системы.

Особые условия в системе массового обслуживания возникают тогда, когда требования имеют различную важность и некоторые из них должны обслуживаться раньше, чем другие. По формулам теории массового обслуживания можно вычислить такое число обслуживающих аппаратов, которое обеспечит минимальные очереди и минимальное количество незагруженных обслуживающих аппаратов при максимальной пропускной способности системы. Теория массового обслуживания позволяет осуществлять расчёты, связанные с синтезом систем защиты и с учётом характеристик потока информации и технических возможностей исполнительных устройств и человека-оператора (если он задействован в системе), правильно выбрать число каналов и число приемных устройств АСЗ.

Для пожаро- и взрывоопасных технологических процессов химической промышленности и ряда других характерны три приоритетных группы сигналов от датчиков: *аварийные*, *предаварийные* и *предупредительные*. Для интенсивностей потока сигналов всех трёх групп характерно показательное распределение

$$P_{\lambda}(t) = \lambda e^{-\lambda t}, \quad (7.3)$$

а плотность распределения длительностей обработки сигналов оператором хорошо совпадает с теоретической кривой распределения вида:

$$P_{\mu}(t) = \mu e^{-\mu t}. \quad (7.4)$$

При расчёте вероятностных характеристик АСЗ важно знать закон распределения входящего потока сигналов и его свойства.

Теория массового обслуживания доказывает, что обслуживаемая система рассчитывается наиболее просто, если входящий поток – рекуррентный, т.е. обладает тремя свойствами: *ординарностью*, *ограниченностью последствий* и *стационарностью*. Поток сигналов о нарушении технологических параметров обладает тремя вышеназванными свойствами.

В АСЗ невозможно совмещение двух или более сигналов в один и тот же момент времени (ординарность потока), так как один датчик может выдавать не более одного сигнала, а сигналы различных датчиков одновре-

менно поступают на разные устройства сравнения. Ограниченность последствия, т.е. взаимная независимость интервалов между моментами поступления сигналов и стационарность потока, как свойство потока сигналов о нарушении технологических параметров не так очевидна.

При разработке АСЗ к ней предъявляются требования:

АСЗ должна быть недорогой и состоять из небольшого числа индикаторов;

число индикаторов должно быть достаточно велико, чтобы оператор или логическое устройство могли правильно оценить состояние контролируемой системы.

Удовлетворение двух противоречивых требований достигается решением задачи оптимизации, результатом которого является получение формулы для расчёта оптимального значения индикаторов массива:

$$n = \max \left\{ \left[\frac{\lg(1 - Q_i)}{\lg \rho_i} \right] \right\}, \text{ при } i = 1, 2, 3, \quad (7.5)$$

где Q_i – надёжность отображения реальной ситуации; ρ_i – вероятность, что требование i -й группы датчиков застанет в стационарном режиме все n мест своего или более высокого приоритета.

Из теории массового обслуживания получены и другие характеристики АСЗ.

Среднее число сигналов i -й группы, находящихся в системе, равно:

$$L_i^{\text{сист}} = \frac{\rho_i}{1 - \rho_i}. \quad (7.6)$$

Среднее число сигналов в очереди:

$$L_i^{\text{оч}} = \frac{\rho_i^2}{1 - \rho_i}. \quad (7.7)$$

Среднее число ожидания сигнала каждой группы в системе и в очереди получим из выражений (7.6) и (7.7):

$$W_i^{\text{сист}} = \frac{1}{\mu(1 - \rho_i)}, \quad (7.8)$$

$$W_i^{\text{оч}} = \frac{\rho_i}{\mu(1 - \rho_i)}. \quad (7.9)$$

Логические устройства АСЗ, реализующие простые и сложные алгоритмы защиты, представляют собой устройства релейного действия, поэтому они синтезируются по законам теории релейно-контактных схем.

Управляющие и исполнительные элементы автоматических защит имеют только два состояния: включено – выключено, открыто – закрыто, замкнуто – разомкнуто и т.п.

Устройство защиты в целом характеризуется бинарным состоянием, реализует двоичную функцию некоторого числа двойных аргументов. Математические операции с двоичными аргументами исследуются с помощью аппарата алгебры логики, или булевой алгебры, названной по имени английского математика Д. Буля.

Операции, выполняемые в различных автоматических системах защиты, обычно носят логический характер. Это означает, что выполнение той или иной операции требует наличия или отсутствия условий в определённый момент времени. Логические переменные величины отражают суждение по тому или иному действию, процессу. Элемент, реализующий логическую зависимость между входным и выходным сигналами, называется *логическим*.

На основе логических функций строятся логические схемы действия промышленных систем автоматических защит, в том числе и аварийно воздействующих на технологический объект управления в соответствии с алгоритмом защиты. Сопряжение логических элементов автоматических защит с объектом защиты осуществляется посредством промежуточных реле, играющих роль усилителей мощности. Обычно выходной сигнал промежуточного реле заводится в цепь управления силового коммутационного устройства электропривода агрегата или исполнительного механизма АСУТП.

7.4. Системы аварийной сигнализации и защиты

На объектах химии, нефтехимии, нефтепереработки и т.д. используются унифицированные системы аварийной защиты производств от аварий, взрывов и пожаров. Основой таких систем автоматической защиты являются унифицированные приборы-датчики, предназначенные для измерения концентраций горючих или токсичных паров и газов в воздухе производственных помещений, а также для измерения таких параметров, как температура, давление, уровень и т.п., отклонение которых от заданного значения по регламенту может привести к аварии, взрыву, пожару. Информация о результатах измерения в виде аналогового или дискретного электрического сигнала от приборов-датчиков через коммутирующие сигналы поступает в приемно-логические устройства, в которых по определенному алгоритму вырабатываются командные сигналы на сигнализирующие и исполнительные устройства.

Устройство аварийной сигнализации представляет собой многоканальный автоматический стационарный прибор непрерывного действия

нормального исполнения с искробезопасными входными цепями, предназначенный для приема сигналов от датчиков аварийности и представления их оператору на световом табло. Устройство работает в комплекте с контактными датчиками взрывозащищенного исполнения, а также с датчиками обычного исполнения, при условии, что эти датчики не имеют собственного источника питания. Входными параметрами устройства являются:

замыкание нормально-открытого контакта датчика;

размыкание нормально-закрытого контакта.

Устройство имеет ряд входов с выходами на световое табло по каждому каналу и звуковую сигнализацию. На табло информация представляется в виде цифр и символов. Принцип действия устройства основан на преобразовании неэлектрических параметров аварийных ситуаций технологических процессов в светозвуковые сигналы с помощью логических схем на полупроводниковых элементах.

Устройство аварийной и предупредительной сигнализации представляет собой автоматическое стационарное логическое устройство постоянного циклического действия нормального исполнения, предназначенное для приема сигналов от датчиков аварийного отклонения параметров и представления их оператору на средствах цифровой и преобразовательной индикации.

Устройство выполняет следующие функции:

циклический опрос датчиков аварийного отклонения параметров;

дифференцирование поступивших сигналов по степени аварийности на три группы;

контроль положения исполнительных механизмов систем защиты;

представление поступившей информации об аварийных отклонениях параметров на цифровом трехразрядном индикаторе с одновременным сопровождением ее акустическим сигналом определенной тональности, зависящей от группы аварийности поступившего сигнала, и высвечиванием табло, указывающего номер группы;

представление поступившей информации на экране изобразительной индикации в виде высвечиваемого участка схемы с указанием на нем номера и места установки датчика, отметившего аварийное отклонение параметра, характера отклонения (завышение или занижение), группы важности информации;

приоритетное представление информации более важных групп аварийности на средствах отображения независимо от занятости каналов информацией менее важных групп аварийности;

хранение в памяти информации об аварийных ситуациях на производстве и воспроизведение ее на средствах отображения по вызову оператора;

задержку определенного вида сигналов с датчиков аварийного отклонения параметров на время до одной минуты перед выдачей на средства отображения.

Входными параметрами устройства являются: срабатывание контакта датчика (замыкание нормально-открытого или размыкание нормально-закрытого контакта).

На вход устройства могут поступать сигналы четырех групп:

первая группа – аварийные сигналы;

вторая группа – предварительные сигналы;

третья группа – предупредительные сигналы;

четвертая группа – контроль положения исполнительного механизма.

Сигналы первой группы имеют приоритет перед двумя другими – второй и третьей, а сигналы второй группы – только перед третьей группой. Четвертая группа идет по самостоятельному каналу.

Сигналы от датчиков могут представляться по любому из десяти каналов вывода информации. Одиннадцатый канал предназначен для сигналов четвертой группы.

Конструктивно устройство выполняется в виде стола с пультом управления и индикации, в котором смонтирована логическая схема блока питания и экрана.

Система МЗС представляет собой комплекс унифицированных модулей защиты, сигнализации и мнемосхем.

Унифицированные модули предназначены для включения в проекты при разработке подсистем защиты и сигнализации, входящих в АСУТП с управляющей вычислительной машиной. Возможно и автономное использование комплекса. С использованием микромодульных схем и унифицированных типов конструкций разработка технических средств защиты переведена на новую качественную основу. МЗС насчитывает около двух десятков модулей. Основными из них являются: модуль дискретных входов, модуль аналоговых входов, модуль логики сигнализации, модуль логики защиты, модуль временной задержки, модуль сигнальных табло, модули звуковой и световой сигнализации и модуль индикации.

Комплекс обеспечивает прием сигналов как от УВМ, так и непосредственно от датчиков. На исполнительные механизмы и сигнализацию может быть выдан любой унифицированный сигнал. Многофункциональность модульной системы позволяет применить ее для разработки АСЗ любой сложности.

Микропроцессорные контроллеры (МК) относятся к классу программно-аппаратных средств и ориентированы на решение конкретной задачи или набора однотипных задач. Их внедрение – основное направление повышения уровня автоматизации технологических процессов. По назначению они делятся на два типа: первый – МК, предназначен для реализа-

ции алгоритмов регулирования и различного преобразования аналоговых и дискретных сигналов, которые заменят регуляторы; наиболее типичным представителем их является РЕМИКОНТ; второй – МК, предназначен для реализации задачи программно-логического управления; они должны заменить релейные и логические схемы; представителем их является ЛОМИКОНТ.

В состав любого типа МК входят неизменный для данного типа базовый комплект, проектно-компоновочный комплект (ПКК), а также панель оператора. Базовый комплект включает процессор (ПР) и память: оперативную – для хранения числовых данных и постоянную – для хранения программ.

ПКК – это устройство ввода-вывода сигналов. Его состав определяется числом каналов ввода-вывода и содержит блоки развязки для разделения входов и выходов от нагрузки; мультиплексор для коммутации аналоговых сигналов, а также аналого-цифровые, цифроаналоговые, дискретно-цифровые и цифро-дискретные преобразователи.

Панель оператора (ПО) МК имеет органы управления (клавиши, кнопки) и устройство отображения информации в виде цифрового индикатора (РЕМИКОНТ) или матричного экрана (ЛОМИКОНТ). Она позволяет выбрать режим работы, составить и реконфигурировать систему управления, осуществить вызов программы.

В табл. 7.1 приведены возможный состав ПКК и характеристики модулей различных типов.

Таблица 7.1

Характеристика модулей

Модуль	Число шт., до	Возможности, до
Аналого-цифрового преобразования	4	16 входов
Дискретно-цифрового преобразования	8	16 входов
Цифроаналогового преобразования	8	8 выходов
Цифро-импульсного преобразования	8	8 выходов
Цифро-дискретного преобразования	8	16 выходов
Разделителя гальванического входного	6	8 аналоговых входов
Разделителя гальванического выходного	6	4 аналоговых выходов
Блока переключения резерва	2	8 цепей

Приведенные данные позволяют рассчитать максимальное число входов и выходов МК: аналоговых входов до 64, дискретных – до 126; аналоговых выходов – до 64, дискретных – до 126, импульсных – до 64.

Функциональные возможности МК определяются программами. РЕМИКОНТ располагает библиотекой программ, реализующей 24 алгоритма: ПИД – аналоговое регулирование (4), ПИД – дискретное регулирование (4), динамическое преобразование (5), статическое преобразование (5), нелинейное преобразование (5), стандартная логика (1).

Широкий набор программ и панель оператора позволяют легко создавать и изменять каналы регулирования с заданными динамическими свойствами.

Логический контроллер ЛОМИКОНТ. Модели этого типа МК аналогичны моделям регулирующего МК, но базовый комплект состоит из 6 модулей. Максимальное число входов и выходов ЛОМИКОНТА составляет: дискретных входов – до 512, аналоговых – до 123, импульсных – до 84, дискретных выходов – до 256, аналоговых – до 64, импульсных – до 32. Общее число входов-выходов ЛОМИКОНТА может достигать 900.

От завода-изготовителя ЛОМИКОНТ поставляется полностью готовым к работе и настраивается на решение требуемой задачи на объекте с помощью пульта оператора, имеющего экран и специализированную клавиатуру. В процессе настройки, которая называется технологическим программированием, оператор вводит в ЛОМИКОНТ логику управления конкретным объектом (программу пользователя), используя специально предназначенный для этого технологический язык МИКРОЛ. Программа пользователя, введенная оператором в ЛОМИКОНТ, а также информация о текущем состоянии объекта сохраняются при отключении питания.

МК ДИМИКОНТ – микропроцессорное устройство, предназначенное для контроля технологических процессов в составе распределенных АСУ, построенных с использованием регулирующих и логических микропроцессорных контроллеров. Связь как на нижнем уровне управления (с РЕМИКОНТАМИ и ЛОМИКОНТАМИ), так и на верхнем уровне (с УВМ) осуществляется интерфейсными каналами.

ДИМИКОНТ обеспечивает работу в оперативном и сервисном режимах, а также в режиме технологического программирования.

В оперативном режиме ДИМИКОНТ выполняет следующие функции: сбор и предварительную обработку данных о течении процесса в цикле до 2 – 10 с. Данные поступают с РЕМИКОНТОВ и ЛОМИКОНТОВ, управляющих процессом. Общее число принимаемых дискретных и аналоговых сигналов – до 1536;

отображение данных о течении процесса в виде статической информации (мнемосхем, таблиц, осей координат, информационных надписей и т.д.) и динамической (значений параметров, аварийной сигнализации, данных, характеризующих течение процесса, и т.д.), совмещенной со статической информацией. Динамическая информация отображается в процентах

и абсолютных значениях параметров в виде графиков, диаграмм, таблиц, изменяющихся фрагментов изображений и т.д.;

аварийную сигнализацию и сигнализацию об отклонениях параметров с подачей звукового сигнала, мерцанием и изменением цвета отображения параметра;

ведение истории процесса: данные по истории процесса записываются в ОЗУ и на кассетный накопитель на магнитной ленте для последующего просмотра и анализа, осуществляемого в сервисном режиме. Оперативно доступны данные не менее чем по 124 параметрам;

документирование информации по процессу, включающее автоматический вывод на печать аварийной информации (дата, время наступления отклонения параметра, наименование параметра, код отклонения "меньше нормы", "больше нормы" и т.д.); распечатку по вызову оператора буквенно-цифровой копии экрана; распечатку по вызову оператора протокола технического процесса основных параметров (в протокол входят выборки на программируемом интервале по основным параметрам, характеризующим течение процесса);

вывод изображений на большое информационное табло (БИТ); цикл обновления информации на БИТ – 5 с;

самодиагностику работы основных узлов оборудования в цикле реального времени, формирование и отображение сообщений о неисправности в контроллере и в линиях связи;

формирование и отображение сообщений о неправильных действиях оператора.

В режиме технологического программирования осуществляются функции конфигурирования ДИМИКОНТА под требования конкретного объекта:

формирование библиотек алгоритмов. Для обработки алгоритма предусмотрены специальные директивы и инструкции, облегчающие эту процедуру;

формирование библиотек кадров и страниц. Под "кадром" понимается некоторый объем связанной статистической информации, например мнемосхема объекта. Кадр может иметь объем, превышающий информационную емкость экрана ЭЛТ, и различный формат. Кадр вызывается по присвоенному ему номеру. Под "страницей" понимается объем динамической информации, наложенной на изображение кадра. Один кадр может включать до 64 страниц динамической информации;

определение вида отображения динамической информации и ее размещение. Эта функция выполняется с помощью штатных подпрограмм вида отображения данных;

значение характеристик сигналов. Назначаются, например, такие характеристики сигналов, как наименование сигналов, абсолютные значения диапазонов измерений параметров, погрешности представления параметров, коды отклонения и т.д.;

назначение параметров, по которым ведется история процесса.

Программно–технический комплекс автоматической защиты (ПТКАЗ) предназначен для решения задач автоматической защиты от аварий технологических процессов в химической, нефтехимической, металлургической, энергетической, пищевой и других отраслях промышленности.

ПТКАЗ обрабатывает дискретные и аналоговые входные сигналы, формирует дискретные выходы на мнемосхемы и информационные табло, а также на исполнительные механизмы постоянного и переменного тока. ПТКАЗ имеет органы ручного управления исполнительными механизмами со световой индикацией и искрозащиту по дискретным входам.

Данный комплекс выполняет логические операции алгоритмов защиты, имеет возможность формировать временные задержки и позволяет фиксировать в памяти факт и время срабатывания блокировок.

ПТКАЗ является программируемым комплексом, работать с ним могут проектировщики систем защиты и эксплуатационный персонал, не знакомые с программированием.

ПТКАЗ – проектно-компонуемое изделие. Он содержит постоянную часть аппаратуры (ПТКАЗ–0), поставляемую независимо от конкретной системы защиты, и переменную проектно-компонуемую часть, зависящую в основном от типа и числа каналов ввода-вывода информации и определяемую при заказе потребителем. Постоянная часть ПТКАЗ имеет однократное резервирование. Переменная часть аппаратуры может резервироваться в зависимости от требований пользователя.

ПТКАЗ–0 представляет собой дублированную подсистему обработки информации, выполненную на базе микро-ЭВМ, имеет модульную структуру и состоит из следующих узлов: микро-ЭВМ, интерфейса, постоянной памяти, памяти пользователя, модуля независимой памяти, модуля обмена и контроля, модуля контроля, модуля адаптерного, модуля реального времени, модуля связи, первичного источника питания, вторичного источника питания.

К переменной части ПТКАЗ относятся модули ввода и вывода, блок управления блокировками и программирующее устройство.

Модули ввода. Для ввода дискретных сигналов типа "сухой контакт" или двухпозиционных сигналов потенциального типа предназначен модуль ввода дискретной информации.

Для обеспечения при необходимости искробезопасности входных цепей при вводе информации типа "сухой контакт" предназначен барьер искробезопасности.

Для ввода аналоговой информации в целях сравнения ее с заданными установками предназначен программируемый модуль ввода аналоговой информации. В него с пульта предварительно заносятся установки, которые сохраняют свое значение при отключении питания.

Максимальное число дискретных входов равно 256 (с кратностью наращивания 16 путем установки модулей) либо равно 128 (с кратностью наращивания 16 путем установки модулей), либо допускается любая комбинация модулей аналогового ввода и дискретного ввода. Ограничения обусловлены общим числом установочных мест для ввода информации, равным 16.

Искробезопасность можно обеспечить максимально по 176 дискретным входам от датчиков типа "сухой контакт" (с кратностью наращивания 16 путем установки модулей).

Модули вывода. Для вывода информации на внешние устройства световой сигнализации предназначен 16-канальный модуль ключей силовых низковольтных. Для вывода информации на исполнительные механизмы постоянного тока предназначен 8-канальный модуль ключей силовых низковольтных.

Для вывода информации на исполнительные механизмы переменного тока предназначен 8-канальный модуль ключей силовых высоковольтных.

Максимальное число выходов на сигнализацию равно 256.

Блок управления блокировками. Этот блок предназначен для организации световой и звуковой сигнализации о срабатывании блокировок, а также звуковой диагностической сигнализации. Он является выносным устройством и может располагаться в местах, удаленных на расстояние до 50 м от стойки ПТКАЗ и имеет модульное исполнение и состоит из следующих модулей: управления блокировками, питания, ключей силовых низковольтных.

Блок имеет орган звуковой сигнализации (динамик), органы перехода с автоматического управления на ручное, и наоборот, кнопку "Квитирование", органы группового и индивидуального управления блокировками и для организации световой сигнализации – лампочки, светодиоды, а также органы выбора индивидуального управления блокировками.

Максимальное число управляемых вручную исполнительных механизмов (блокировок) в одной стойке равно 64. Организация ручного управления – групповая и поадресная.

Устройство программирующее относится к сервисному оборудованию и предназначено для программирования памяти пользователя; записи значений уставок в модуль ввода аналоговой информации; стирания и пере-

программирования уставок; распечатки факта и времени срабатывания блокировок; метрологической проверки на объекте модулей ввода аналоговой информации; диагностики и ремонта модулей, входящих в состав ПТКАЗ; отладки алгоритмов автоматической системы защиты и сигнализации.

Сигнализация изменения состояния исполнительного механизма – световая и звуковая при работе в автоматическом режиме от ПТКАЗ, световая – при работе в ручном режиме. На базе одной стойки ПТКАЗ можно организовать одно рабочее место.

ПТКАЗ обеспечивает возможность выделения первопричины (выделение из группы сигналов сигнала, пришедшего первым) и отображения ее на мнемосхеме отличительной частотой мигания. Он обеспечивает накопление и хранение информации о факте и времени срабатывания блокировок и передачу ее по каналу, а также возможность распечатки информации. ПТКАЗ обеспечивает диагностику и самодиагностику на уровне сменных модулей, а источник питания обеспечивает бесперебойным питанием вторичные источники питания модулей в каркасах ПТКАЗ, а также элементы сигнализации состояния блокировок.

В случае кратковременной потери питания по двум вводам обеспечивается сохранение состояния выходных ключей в положении, предшествующем потере напряжения.

Программное обеспечение (ПО) комплекса ПТКАЗ включает ПО стойки и ПО программатора. ПО стойки предназначено для управления работой стойки ПТКАЗ и состоит из четырех частей: управляющей системы, программ диагностики, библиотеки программ функции защиты и алгоритма защиты. Постоянная часть ПО стойки записывается в постоянную память при изготовлении комплекса ПТКАЗ и является его неотъемлемой частью. В ней записаны внутренний алгоритм работы стойки ПТКАЗ и набор стандартных операторов защиты для создания АСЗ.

Измеряемой частью ПО стойки является алгоритм защиты, представляющий собой программную реализацию конкретной АСЗ, записанной на специальном языке логической защиты. АСЗ программируется пользователем на программаторе и записывается в постоянную перепрограммируемую память.