

В. Е. Розин, Л. Б. Коган

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ОКРАСОЧНЫХ ЦЕХАХ



ЛЕНИНГРАД · «ХИМИЯ»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ · 1982

Розин В. Е., Қоган Л. Б.

Автоматизация технологических процессов в окрасочных цехах. — Л.: Химия, 1982. — 128 с., ил.

Описаны устройства и аппаратура для контроля, регулирования и управления технологическими процессами подготовки, окраски и сушки изделий. Приведены схемы автоматического управления агрегатами и транспортными средствами поточных линий. Особое внимание уделено описанию блокировок, обеспечивающих надежность и безопасность эксплуатации окрасочно-сушильного оборудования, правилам техники безопасности.

Предназначена для инженерно-технических работников, занятых эксплуатацией и проектированием оборудования окрасочных цехов в различных отраслях промышленности. Может быть полезна также преподавателям и студентам вузов, учащимся техникумов.

128 с., 46 рис., 14 табл., список литературы 15 ссылок.

Рецензенты:

1. Ст. преподаватель кафедры химической технологии органических покрытий ЛТИ им. Ленсовета канд. техн. наук *Н. З. Евтюков*.

2. Начальник технического отдела ГПИ «Проектавтоматика» *В. Д. Гринфельд*.

Владимир Ефимович Розин, Лев Борисович Қоган

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
В ОКРАСОЧНЫХ ЦЕХАХ**

Редактор *Л. М. Танезер*. Художник *Ю. Н. Васильев*

Техн. редактор *З. Е. Маркова*. Корректор *Б. Н. Тамаркина*

ИБ № 1139

Сдано в набор 16.11.81. Подписано в печать 27.05.82. М-30645. Формат бумаги 60Х90^{1/8}. Бумага тип. № 2. Литературная гарнитура. Высокая печать. Усл. печ. л. 8,0. Усл. кр-отт. 8,31. Уч.-изд. л. 9,40. Тираж 6000 экз. Зак. 1349. Цена 45 коп. Изд. № 1865

Ордена «Знак Почета» издательство «Химия», Ленинградское отделение. 191186, г. Ленинград, Д-186. Невский пр., 28.

Ленинградская типография № 2 головное предприятие ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой Союзполиграфпрома при Государственном комитете по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, 198052, г. Ленинград, Л-52, Измайловский проспект, 29.

Предисловие	4
Введение	5
Глава 1. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ	7
Глава 2. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОКРАСКИ	13
Окраска методами пневматического и безвоздушного распыления	13
Окраска в электрическом поле высокого напряжения	16
Окраска методами окунаия и струйного облива с последующей выдержкой в парах растворителей	24
Окраска методом электроосаждения	30
Нанесение порошковых полимерных материалов	42
Глава 3. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СУШКИ	45
Сушка с электрическим обогревом	49
Сушка с паровым обогревом	56
Сушка с газовым обогревом	57
Глава 4. АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	60
Глава 5. УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ В ОКРАСОЧНЫХ ЦЕХАХ	66
Глава 6. ВЫБОР ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ, АППАРАТУРЫ И ПРИБОРОВ ДЛЯ ОКРАСОЧНЫХ ЦЕХОВ	70
Классификация взрывоопасных смесей	70
Классификация взрывоопасных зон	74
Классификация и маркировка электрооборудования по исполнению защитных оболочек	78
Общие сведения о выборе исполнения электрооборудования, аппаратуры и приборов для взрывоопасных зон	83
Глава 7. АППАРАТУРА И ПРИБОРЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ОКРАСОЧНЫХ ЦЕХАХ	89
Аппаратура управления и сигнализации	89
Приборы контроля и регулирования	101
Приложения.	124
1. Условные обозначения транспортируемых веществ в схемах автоматизации, принятые в соответствии с ГОСТ 14202—69	124
2. Условные обозначения приборов в схемах автоматизации, принятые в соответствии с ОСТ 36.27—77	125
Литература	

Лакокрасочные материалы являются важным средством защиты металлов от коррозии. В настоящее время до 80% всех защитных и декоративных покрытий, применяемых в мире, в том числе и в СССР, осуществляется лакокрасочными материалами.

Получение лакокрасочных покрытий — это комплекс технологических операций, включающий подготовку поверхности изделия, нанесение лакокрасочных материалов и их отверждение.

Сами лакокрасочные материалы в современных условиях являются дорогостоящими и дефицитными, а процессы получения покрытий сопровождаются значительными затратами энергии. В этих условиях особое значение имеет эффективное использование материалов и энергии, что достигается применением прогрессивных высокоэффективных автоматизированных методов подготовки, окраски изделий и их сушки, а также утилизации отходов.

Кроме того, большая часть производств, связанных с нанесением и сушкой лакокрасочных покрытий, взрывоопасна, что предъявляет особые требования как к обеспечению безопасности ведения технологических процессов, так и к выбору электрооборудования, приборов и электропроводок.

Настоящая книга является первой попыткой обобщить накопленный опыт оснащения технологических агрегатов окрасочных цехов устройствами автоматизации.

В книге изложены принципы, которыми необходимо руководствоваться при разработке систем управления, регулирования и контроля, а также даны основные блокировки, обеспечивающие безопасную эксплуатацию окрасочно-сушильного оборудования.

Отдельная глава посвящена основным положениям правил выбора электрооборудования и приборов для окрасочных цехов с учетом взрывоопасных зон; даны краткие сведения о наиболее часто применяющихся аппаратуре и приборах.

При работе над книгой авторы использовали опыт проектирования и эксплуатации оборудования окрасочных цехов, в том числе разработанного НПО «Лакокраспокрытие» для серийного изготовления на специализированных заводах.

Авторы будут признательны за советы, направленные на улучшение содержания книги.

Автоматизация — это внедрение технических средств, управляющих процессами без непосредственного участия человека. Автоматизация приводит к улучшению главных показателей эффективности производства: увеличению количества, улучшению качества и снижению себестоимости выпускаемой продукции.

Автоматизация технологических процессов в окрасочных цехах представляет собой комплекс мероприятий, цель которых прежде всего — уменьшение затрат тяжелого ручного труда и сокращение участия человека в управлении технологическими процессами с заменой его функций приборами и автоматическими устройствами.

Оснащение технологических процессов окрасочных цехов устройствами автоматизации производится, исходя из требований технологии.

Обычно окрасочные цехи или отделения состоят из отдельных линий (участков), где окрашивается определенный вид или группа изделий.

Современные методы подготовки изделий к окраске, получения лакокрасочных покрытий и их сушки требуют, как правило, создания механизированных и автоматизированных поточных линий и разработки соответствующих средств управления ими, оснащения оборудования устройствами автоматического контроля и регулирования технологических параметров.

При оснащении окрасочно-сушильного оборудования устройствами автоматизации необходимо прежде всего решать вопросы обеспечения его безопасной и надежной эксплуатации, поддержания заданных технологических параметров.

Применение систем автоматического контроля и регулирования создает также условия для экономии энергоресурсов и материалов. Например, благодаря введению автоматического регулирования температуры в сушильных установках достигается существенная экономия теплоносителей — электроэнергии, пара, газа.

Механизированные поточные окрасочные линии, характеризующиеся стабильной и достаточно большой программой выпуска изделий, требуют разработки централизованных систем управления электроприводами, контроля и регулирования технологических параметров оборудования.

В этом случае в окрасочном цехе (отделении) организуется централизованное помещение дежурного (оператора), в котором располагаются щит оператора и щиты с контрольно-измерительными, регулирующими приборами и аппаратурой управления

и сигнализации. Оператор по показаниям приборов и сигнальных ламп может вести контроль за работой оборудования и при необходимости принимать меры по устранению неисправностей. При наличии сложных транспортных систем и большого количества технологического оборудования на щите оператора выполняется мнемосхема, позволяющая ему быстрее ориентироваться в обстановке.

Окрасочные участки и установки, требующие постоянного наблюдения, или такие, работа в которых ведется вручную, управляются с местных пультов (постов) управления. На местных пультах (постах) управления в этом случае располагаются также устройства для выбора или задания требуемого технологического режима работы оборудования (температуры, времени) и необходимые контрольно-измерительные приборы. На щит оператора выносятся аварийная сигнализация о неисправности оборудования.

Способы управления, автоматического контроля и регулирования параметров агрегатов подготовки поверхности, нанесения лакокрасочных материалов, их сушки, транспортных устройств, а также сведения о приборах и аппаратуре линий окрашивания подробно изложены в последующих главах книги.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ

Подготовка поверхности изделий перед нанесением лакокрасочных материалов решающим образом влияет на прочность покрытий, а следовательно, и долговечность. Эта подготовка заключается в очистке поверхности от твердых окисных загрязнений, жировых пленок, грязи. Способ очистки зависит от вида загрязнения, очищаемого изделия (материала, формы), свойств очищающих агентов (состава, физического состояния) и др. Чаще всего агент представляет собой жидкость, состоящую из одного компонента, или раствор из комбинации нескольких компонентов. Обычно это однородная система (органический растворитель, водный раствор щелочей, кислот, солей) или неоднородная (несмешивающиеся вещества, эмульсии). Реже очищающим агентом служит твердое (абразив), полутвердое (мази), газо- или парообразное вещество.

Изделия очищают протиркой вручную или окунанием в ванну, куда наливают жидкую систему. При этом эффективнее моющий агент и изделие взаимодействуют, когда происходит их взаимное перпендикулярное или встречное движение. Однако наиболее действенна очистка при подаче моющего агента струйным разбрызгиванием через специальные сопла под давлением 150—200 кПа, так как к физико-химическому действию добавляется механическое (смыв грязи).

Установки снабжают теплообменниками, встроенными в ванну змеевиками или трубчатыми электронагревателями, так как при нагреве действие очищающих агентов усиливается.

Если жидкость возвращается в цикл насосом, то от нее необходимо отделить взвешенные или плавающие загрязнения, для чего в установке предусматривают фильтры. В тех случаях, когда очищающий агент применяется в виде пара и жидкости (три-, перхлорэтилен и др.), для регенерации агента пары растворителя (обычно дорогостоящего) необходимо конденсировать в конденсационном устройстве.

Кроме того, установки обязательно оснащаются вентиляционной системой.

В некоторых отраслях промышленности поверхность очищают с помощью ультразвука в жидкостной среде — воде, трихлорэтилене, бензине и т. п. [1, с. 188]. При этом методе очистка поверхности происходит под воздействием возникающих в акустическом поле гидродинамических потоков, которые отрывают и уносят в растворенном виде частицы загрязнений.

Наиболее широко в окрасочных цехах применяется струйная подготовка поверхности, позволяющая, во-первых, значительно проще механизировать и автоматизировать процесс, а, во-вторых, получить экономию реактивов, так как при этом

методе требуются растворы меньшей концентрации, чем, например, при очистке в ваннах. Кроме того, улучшаются санитарно-гигиенические условия труда за счет уменьшения испарений при пониженных температурах и снижения содержания в них вредных составляющих.

Агрегаты струйной подготовки поверхности делятся на одно- и многопозиционные. Однопозиционные используются в мелкосерийном производстве и выполняют не более трех операций (обезжиривание и одна или две промывки). Многопозиционные агрегаты применяются в поточных линиях при серийном и массовом производстве. Они могут быть трех- или шестизонными.

Трехзонный агрегат подготовки поверхности состоит из следующих основных частей: корпуса со съемными облицовочными панелями, ванны, системы подачи растворов, воды и пара, системы вентиляции, автоматического погружного фильтра, системы обдувки, системы автоматизации.

Корпус представляет собой проходной туннель, установленный на ваннах и П-образных опорах у торцов корпуса. В верхней части корпуса размещен транспортный короб с панелями защиты конвейера, который отделен от рабочего туннеля съемными панелями, образующими лабиринтный зазор. В транспортный короб предусмотрена подача теплого воздуха из следующей за агрегатом сушильной установки.

Рабочий туннель состоит из входного и выходного тамбуров, зон стока, а также зон обезжиривания, промывки и пассивирования.

Ванны представляют собой сварные емкости, днища которых имеют уклон в сторону люка для облегчения чистки. Они оснащены сетчатыми фильтрами, а ванна обезжиривания, кроме того, погружным автоматическим фильтром.

Система подачи растворов, воды и пара предназначена для подогрева растворов и воды, подачи их с помощью насосов через систему трубопроводов и контуров с насадками на изделия, а также для поддержания необходимой концентрации рабочих растворов.

Вентиляционная система служит для создания воздушных завес у проемов агрегата.

Автоматический погружной фильтр используется для очистки обезжиривающего раствора от окалины, стружки и посторонних предметов. Осевшие на фильтрующем полотне загрязнения смываются водой, подаваемой от насоса зоны промывки.

Система обдувки изделий сжатым воздухом состоит из узла подготовки сжатого воздуха, трубопровода и контура с насадками, которые направляют струи воздуха на обрабатываемые изделия для сдува жидкости с поверхностей изделий.

На рис. 1 показана схема автоматизации трехзонного агрегата подготовки поверхности. Регулируемым параметром является температура растворов. В качестве регуляторов используются регуляторы температуры прямого действия 1 а, б — 3 а, б

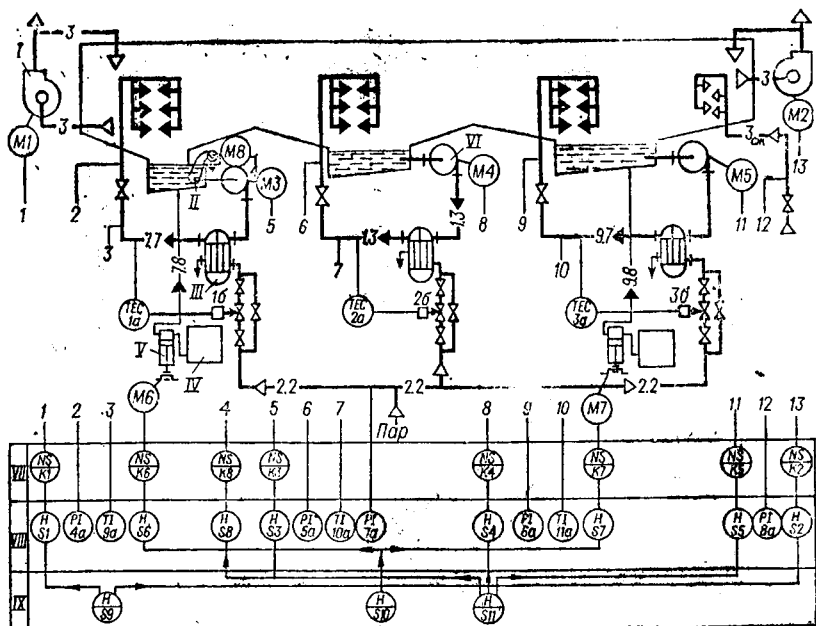


Рис. 1. Схема автоматизации трехзонного агрегата подготовки поверхности непрерывного действия:

I — вентилятор; II — автоматический погружной фильтр; III — теплообменник; IV — емкость с концентрированным раствором; V — насос-дозатор; VI — центробежный насос; VII — щит силовой; VIII — местные приборы; IX — щит управления окрасочной линией.

типа РТ. Термобаллон регулятора устанавливается в трубопроводе, подающем раствор к контурам, из которых производится облив изделия. Исполнительная часть регулятора устанавливается на линии подачи пара к теплообменнику. При изменении температуры раствора меняется расход греющего пара. Визуальный контроль температуры осуществляется по манометрическим термометрам 9а—11а типа ТПГ-4, установленным на щитах в каждой зоне агрегата.

При необходимости сигнализации отклонения температуры от заданного значения могут применяться манометрические термометры с сигнальным устройством типа ТПП-СК или взрывобезопасные типа ТПП4-IV.

Применение многоточечного моста типа КСМ-4 позволяет осуществлять дистанционный контроль температуры растворов на щите оператора, а также ее запись.

Вторым контролируемым параметром является давление растворов, для чего служат манометры 4а—6а типа ОБМ-100, установленные в каждой зоне агрегата; контролируется также давление пара, подаваемого к агрегату от магистрали, и сжатого воздуха на контуре обдувки (7а, 8а).

Вентиляторы, насосы и автоматический фильтр агрегата могут управляться как дистанционно со щита управления (кнопками

S9 — S11), так и местными кнопками (S1 — S8), установленными вблизи каждого привода и обеспечивающими также безопасность при ремонтных работах. Автоматический контроль и поддержание постоянства концентрации рабочих растворов весьма затруднены как из-за сложности их составов, так и вследствие разнообразного характера загрязнений, попадающих с изделий. Поэтому предусматривается корректировка растворов, путем включения насосов-дозаторов M6, M7 кнопкой S10. Периодичность включения и время работы насосов задаются с помощью специального реле времени, настройка которого определяется опытным путем при наладке агрегата. Кроме того, конструкция насосов-дозаторов позволяет регулировать их производительность.

В некоторых агрегатах концентрированный раствор перекачивается в ванну сжатым воздухом, подаваемым в емкость через электропневматический клапан. Работа насосов-дозаторов заблокирована с движением конвейера — при его остановке отсчет времени и работа дозаторов прекращаются.

Для отработки технологии и учета расхода на линиях подвода воды к ваннам устанавливаются расходомеры.

На некоторых зарубежных линиях, производящих, например, подготовку поверхности проката и обладающих весьма большой производительностью, корректировка растворов производится автоматически по их физико-химическому составу.

При необходимости создания на поверхности изделия фосфатной пленки применяется шестизонный агрегат, в котором после обезжиривания и двух промывок изделие обрабатывается фосфатным раствором с последующей промывкой и пассивированием. При этом общая система управления остается аналогичной системе трехзонного агрегата.

Для очистки фосфатирующего раствора от шлама, образующегося в процессе эксплуатации агрегата, предусматривается автоматический фильтр фосфатного раствора. Он представляет собой транспортер, состоящий из двух цепей, между которыми закреплены штанги. На последние укладывают фильтровальную бумагу, на которую специальными насосами из нижней части бункера, расположенного под ванной, подается загрязненный фосфатный раствор. Осветленный раствор самотеком возвращается в ванну. По мере загрязнения фильтровальной бумаги ее необходимо заменять новой, что производится автоматически: на некоторое время включается привод фильтра, разматывающий рулон с фильтровальной бумагой. Сигнал на включение привода фильтра поступает от датчика уровня жидкости над фильтровальной бумагой. По мере уменьшения скорости фильтрования этот уровень растет, и при достижении определенной величины вызывает замыкание контакта поплавкового или электронного уровнемера в цепи магнитного пускателя привода фильтра. Отключение привода производится реле времени.

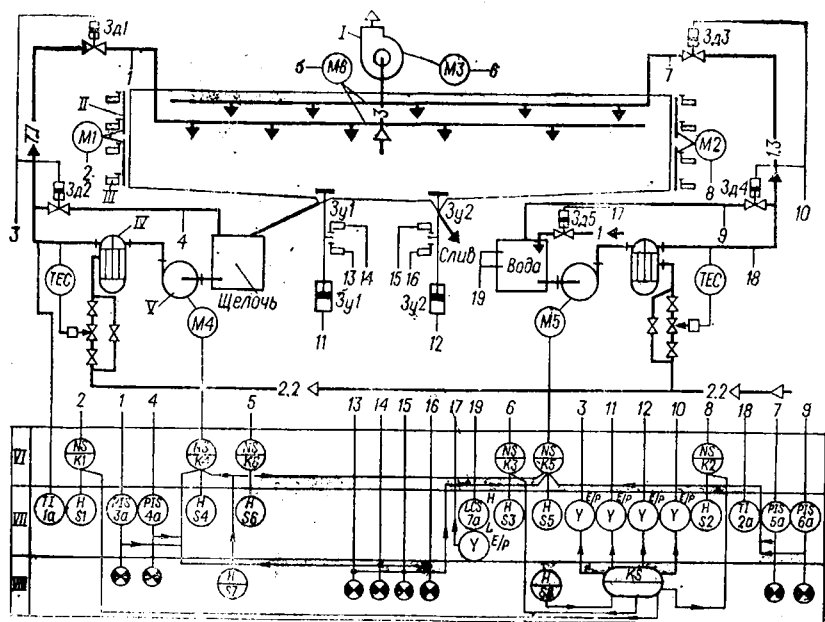


Рис. 2. Схема автоматизации однопозиционного агрегата подготовки поверхности периодического действия:
 I — вентилятор; II — двери; III — конечный выключатель; IV — теплообменник; V — центробежный насос; VI — щит силовой; VII — местные приборы; VIII — щит управления.

Схема автоматизации однопозиционного агрегата подготовки поверхности представлена на рис. 2. После поступления изделия двери агрегата закрываются и начинается процесс обработки. Открывается задвижка 3д1 на линии подачи обезжиривающего раствора к контуру и закрывается задвижка 3д2 на линии разогрева, одновременно открывается запорное устройство 3у1 на линии стока в ванну обезжиривающего раствора и закрывается запорное устройство 3у2 на линии стока воды. По истечении времени, необходимого для обезжиривания, производится обратное переключение задвижек 3д1 и 3д2, дается время на сток, после чего открываются задвижка 3д3 и запорное устройство 3у2, закрываются 3д4 и 3у1 и начинается промывка изделия. По окончании ее закрывается задвижка 3д3, открывается 3д4, дается выдержка на сток воды, после чего открываются двери, и изделие перемещается на позицию сушки.

В агрегатах подобного типа вентиляция включается обычно незадолго до открывания дверей и выключается после закрывания. Пополнение ванны с водой после промывки происходит с помощью уровнемера 7а типа ЭРСУ-3, по сигналу которого открывается задвижка 3д5 на линии подачи воды в ванну.

С целью повышения эффективности обработки поверхности осуществляется возвратно-поступательное перемещение самого

изделия или контуров облива (с помощью привода Мб, который работает во время облива).

Для упрощения схемы не показан резервный насос, который может подключаться взамен любого из рабочих насосов переключением соответствующих ручных вентилей и избирателя на щите управления.

Однопозиционный агрегат может также быть оборудован дозирующим насосом, производящим в каждом цикле добавку концентрированного обезжиривающего раствора.

Для предварительного разогрева включают насосы местными кнопками S4, S5 при закрытых задвижках Зд1 и Зд3 и открытых Зд2 и Зд4. При этом растворы циркулируют через теплообменники IV. Контроль и регулирование температуры происходят аналогично описанному для многопозиционных агрегатов. В зависимости от требуемого расхода растворов, а также условий взрывоопасности задвижки Зд1—Зд4 могут иметь электромагнитный, пневматический или электрический привод.

Управление работой задвижек и запорных устройств в автоматическом режиме осуществляется с помощью командного электропневматического прибора КЭП-12У через электропневматические преобразователи, например клапаны ЭПКД-ВЗГ. Работа задвижек контролируется установленными после них электроконтактными манометрами За—ба, работа запорных устройств — с помощью конечных выключателей. При неисправности задвижек или запорных устройств отключаются насосы и останавливается командный прибор.

Одним из вариантов подготовки поверхности может быть обработка изделий на автооператорной линии, представляющей собой последовательный ряд ванн с соответствующими растворами. Применение в этом случае струйной подготовки поверхности требует блокировки работы насоса данной ванны с закрыванием входного проема после подачи в ванну изделия.

При разработке систем автоматизации агрегатов с применением органических растворителей (например, трихлорэтилена) необходимо учитывать их высокую агрессивность по отношению к материалам датчиков и исполнительных элементов, взрыво- и пожароопасность, а также возможность разложения их с выделением сильнотоксичных веществ при перегреве. Поэтому обязательна блокировка, исключающая подачу теплоносителя при достижении температуры, близкой к температуре разложения трихлорэтилена. При применении высокотемпературных электронагревателей растворитель следует разогревать с помощью промежуточного теплоносителя (воды, масла и т. п.). Необходимо также ряд дополнительных мер, исключающих выход паров растворителя из агрегата наружу: устройство на входе и выходе из агрегата тамбур-шлюзов с блокировкой, запрещающей одновременное открывание дверей, контроль работы вентиляторов с помощью датчиков-реле напора и др. [2, с. 9].

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОКРАСКИ

Окрасочные установки, используемые в различных отраслях промышленности, можно разделить в зависимости от методов окраски на следующие:

- для окраски методом пневматического и безвоздушного распыления;
- для окраски в электрическом поле высокого напряжения;
- для окраски окунанием и методом струйного облива с последующей выдержкой в парах растворителей;
- для нанесения водоразбавляемых лакокрасочных материалов методом электроосаждения;
- для нанесения порошковых полимерных материалов.

ОКРАСКА МЕТОДАМИ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО И БЕЗВОЗДУШНОГО РАСПЫЛЕНИЯ

Метод пневматического распыления получил наиболее широкое распространение при окраске промышленных изделий. Этому способствует в первую очередь его универсальность, т. е. возможность применения почти в любых производственных помещениях при наличии сжатого воздуха и системы вытяжной вентиляции как для окраски отдельных изделий, так и для нанесения лакокрасочных материалов (ЛКМ) на автоматизированных поточных линиях. Кроме того, этот метод позволяет окрашивать изделия различной формы и размеров почти любыми лакокрасочными материалами, выпускаемыми промышленностью; оборудование для нанесения покрытий отличается простотой и надежностью, а сами покрытия получают высокого качества.

Основные недостатки этого метода — большие потери лакокрасочного материала (25—55 %), ухудшение санитарно-гигиенических условий труда рабочих из-за образующегося в большом количестве красочного аэрозоля, а также большой расход растворителей [3, с. 7].

Установки окраски пневмораспылением состоят из следующих основных конструктивных элементов: каркаса, гидрофилтра, системы вентиляции, системы электрического освещения, краскораспылительной аппаратуры, электрооборудования и контрольно-измерительных приборов.

При окрашивании изделий большой высоты в установках окраски пневмораспылением используются подъемные площадки с электромеханическим или пневмогидравлическим приводом. Кроме того, для облегчения обслуживания и чистки ванн установки окраски оснащаются специальными машинами различной конструкции, назначение которых — сбор скоагулированной

краски, попадающей в ванну. Коагуляция достигается введением в воду специальных добавок.

Управление установками обычно производится с помощью кнопочных постов, располагаемых непосредственно на установках. При этом, как правило, оборудуется общий кнопочный пост для включения всех электроприводов и, кроме того, индивидуальные посты управления у каждого электропривода для ремонтных и пусконаладочных работ.

При разработке схем управления необходимо обеспечивать следующие блокировки:

работа вытяжных вентиляторов окрасочных камер возможна при отсутствии пожара в камере (блокировка с системами автоматического пожаротушения);

подача ЛКМ к краскораспылителям (подача к ним сжатого воздуха) возможна при работе всех вытяжных вентиляторов и насосов гидрофильтров окрасочной камеры; при работе приточной вентиляции (в установках с принудительной подачей в камеру приточного воздуха).

При автоматизации установок окраски пневмораспылением возникает ряд трудностей, связанных с тем, что во-первых, эти установки относятся по взрывоопасности к классу В-1а по ПУЭ [4] и требуют применения в них взрывозащищенной аппаратуры и приборов (см. гл. 6), а, во-вторых, в процессе окраски внутренний объем камеры сильно загрязняется, поэтому требуются специальные меры для защиты аппаратуры.

На рис. 3 показана схема автоматизации установки окраски пневмораспылением. Контроль давления воды, подаваемой насосом в гидрофильтр, осуществляется показывающими электроконтактными манометрами 1а, 2а типа ВЭ-16рб, подключаемыми к трубопроводу через мембранные разделители типа РМ, модель 5320.

Для блокирования подачи сжатого воздуха к краскораспылителям с работой вентиляции и насоса подачи воды на гидрофильтр на линии сжатого воздуха необходимы электропневматические устройства. Может быть установлен любой вентиль с электромагнитным приводом при условии выноса его за пределы взрывоопасной зоны. В тех случаях, когда это невозможно или затруднительно, применяется электропневматический клапан типа ЭПКД-ВЗГ во взрывозащищенном исполнении, который размещается непосредственно на окрасочной камере. Но в связи с его малой пропускной способностью необходимо дополнительно устанавливать воздухораспределитель с пневматическим управлением серии В63; при этом клапан ЭПКД-ВЗГ подает на него управляющий пневматический сигнал.

На рис. 4, а показана пневматическая схема описанной системы блокировки, а на рис. 4, б — общий вид панели управления. В некоторых установках для окраски пневмораспылением предусматривается активный контроль работы вентиляторов с по-

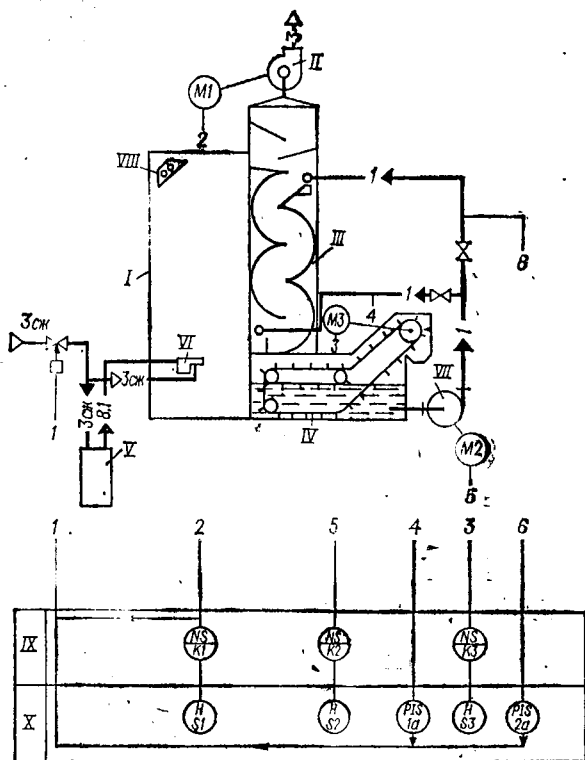


Рис. 3. Схема автоматизации установки окраски пневматическим распылением:

I — каркас установки; II — вентилятор; III — гидрофильтр; IV — машина для очистки ванн; V — красконагнетательный бак; VI — окрасочный пистолет; VII — насос; VIII — система освещения; IX — щит силовой; X — местные приборы.

мощью поворотной заслонки, воздействующей на электрический или пневматический выключатель.

При автоматической окраске применяется система автоматического управления краскораспылителями, обеспечивающая подачу ЛКМ на распыление только при наличии изделия. Контроль наличия изделия может осуществляться с помощью взрывозащищенного конечного выключателя, срабатывающего от изделия или от специального упора, расположенного на съемной подвеске, пневматического конечного выключателя, взрывозащищенного гамма-реле, а также фотореле, установленного за пределами взрывоопасной зоны, в сочетании с системой запоминания.

Окраска крупногабаритных изделий, как правило, ведется в установках, транспортные проемы которых закрываются дверями с приводом. В таких случаях в схеме может предусматриваться блокировка, позволяющая окраску только при закрытых

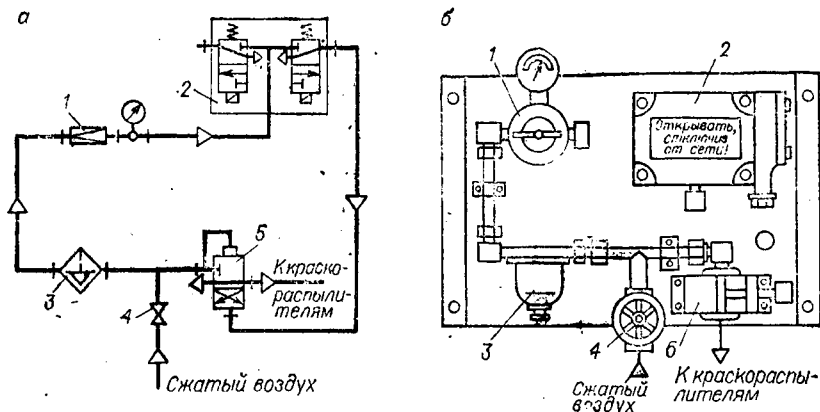


Рис. 4. Пневматическая схема (а) и общий вид (б) панели управления подачи сжатого воздуха:

1 — пневмоклапан редукционный; 2 — клапан электропневматический; 3 — фильтр; 4 — вентиль запорный; 5 — воздухораспределитель.

дверях. При этом иногда взрывоопасной зоной класса В-Ia считается только внутренний объем установки.

Метод безвоздушного распыления, при котором дробление лакокрасочного материала происходит без участия сжатого воздуха, под воздействием высокого гидравлического давления, имеет ряд преимуществ перед методом пневматического распыления. Главные из них — меньшие потери лакокрасочного материала и растворителей; снижение трудоемкости окрасочных работ за счет возможности нанесения утолщенных слоев покрытий; лучшие санитарно-гигиенические условия; меньшие энергозатраты на вытяжную вентиляцию.

Основные недостатки этого метода — трудность применения и повышенные потери ЛКМ при окраске изделий особо сложной конфигурации, а также трудность получения высококачественного покрытия.

В установках безвоздушного распыления сжатый воздух, не участвуя непосредственно в процессе распыления, используется для привода насоса, сжимающего лакокрасочный материал до необходимого давления. Поэтому блокировки при безвоздушном распылении аналогичны блокировкам при пневматическом распылении.

ОКРАСКА В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Нанесение лакокрасочных материалов в электрическом поле высокого напряжения — один из наиболее экономичных методов окраски. Благодаря воздействию электрического поля на перемещение частиц распыленного материала они наиболее полно (90—95%) осаждаются на окрашиваемой поверхности. При

этом из-за отсутствия красочного аэрозоля для очистки воздуха достаточно удалять пары растворителя, что позволяет обходиться без гидрофильтров; существенно уменьшаются энергозатраты [3, с. 87].

Процесс нанесения лакокрасочных материалов в стационарных электроокрасочных установках полностью автоматизирован, санитарно-гигиенические условия намного лучше, чем при пневматическом распылении. К недостаткам этого метода следует отнести невозможность покраски изделий сложной конфигурации, повышенные требования к лакокрасочным материалам, а также необходимость в сложном и дорогостоящем оборудовании и высококвалифицированном персонале.

Основной процесс окраски в электрическом поле заключается в следующем. Лакокрасочный материал подается в краскораспылительное устройство и дробится там за счет действия центробежных сил, энергии сжатого воздуха или сил электрического поля. Распыленные и заряженные частицы перемещаются вдоль силовых линий от краскораспылителя к заземленному изделию и осаждаются на его поверхности.

При применении чашечных, грибковых или дисковых распылителей зарядка частиц лакокрасочного материала происходит при его контакте с острой кромкой распылителя, подключенного к источнику высокого напряжения. Появляющийся на кромке поверхностный заряд большой плотности переходит на поверхность лакокрасочного материала, так как в этих условиях последний является проводником электричества. В новых конструкциях краска получает заряд внутри корпуса распылителя, что в сочетании с применением вместо металлической чаши пластмассовой существенно повышает безопасность процесса окраски.

Установка окраски в электрическом поле высокого напряжения состоит из следующих основных узлов: металлического каркаса, системы приточно-вытяжной вентиляции, комплекта высоковольтного оборудования, электромеханических распылителей, установленных на механизмах перемещения — роботах-манипуляторах, аппаратуры дозирования и подачи лакокрасочного материала к краскораспылителям, устройств автоматического управления процессом окраски.

В связи с использованием высокого напряжения для процесса окраски и вероятностью образования взрывоопасных концентраций паров растворителей при нарушении нормального режима работы оборудования к этим установкам предъявляются повышенные требования техники безопасности как по ведению технологического процесса, так и по построению схем управления.

Схемы управления должны предусматривать следующие блокировки, обеспечивающие безопасную и надежную эксплуа-

1. Вытяжная вентиляция установки может работать: работе приточной вентиляции; при отсутствии пожара в установке.

2. Высокое напряжение может быть включено: при работе вытяжной вентиляции; при отсутствии пожара в установке; при закрытых дверях установки.

С целью обеспечения электробезопасности и во избежание попадания обслуживающего персонала под высокое напряжение входные двери камеры окраски оборудуются замками с встроенными конечными выключателями для отключения высокого напряжения при открывании дверей, причем последующее закрывание двери не должно вызывать автоматического включения высокого напряжения; для подачи высокого напряжения требуется произвести ряд действий на пульте управления. Пульт управления устанавливается у камеры окраски таким образом, чтобы оператор мог наблюдать за процессом окрашивания и при необходимости вмешиваться. При наличии высокого напряжения в установке над дверью предусматривается светящийся транспарант: «Высокое напряжение. Опасно для жизни!».

3. Подача ЛКМ к краскораспылителям возможна: при работе вентиляции; при отсутствии пожара в установке; при наличии высокого напряжения; при включенных механизмах вращения и перемещения распылителей (манипуляторах); при движении конвейера; при наличии изделия (в системах, имеющих контроль наличия изделий); при отсутствии в промежутке краскораспылитель — изделие токов большой величины, приводящих к срабатыванию токовой защиты.

На рис. 5 приведена схема автоматизации установки для окраски в электрическом поле высокого напряжения.

Включение электродвигателей и источника высокого напряжения (ИБН) осуществляется с пульта управления XII.

Вентиляторы *M1* и *M2* включаются кнопками управления *S1* и *S2*, при этом срабатывают датчики-реле потока воздуха *1a* и *2a* и своими контактами замыкают блокировочные цепи для возможности подачи высокого напряжения на краскораспылитель VII. Включение высокого напряжения производится кнопками управления *S13*, в цепях включения высокого напряжения проверяется закрытое положение дверей в камеру электроокраски с помощью конечных выключателей IV. При подаче высокого напряжения на краскораспылители над дверьми камеры загораются светофоры V «Высокое напряжение. Опасно для жизни!». Механизмы перемещения (манипуляторы) *M3* и *M8* и приводы вращения краскораспылителей *M4*, *M5* и *M9*, *M10* включаются кнопками управления *S3* и *S8* соответственно. Имеется возможность с помощью выключателей *SA3* и *SA8*, установленных по месту, отключать манипуляторы для выполнения в процессе наладочных работ дозирования ЛКМ на краскораспылители.

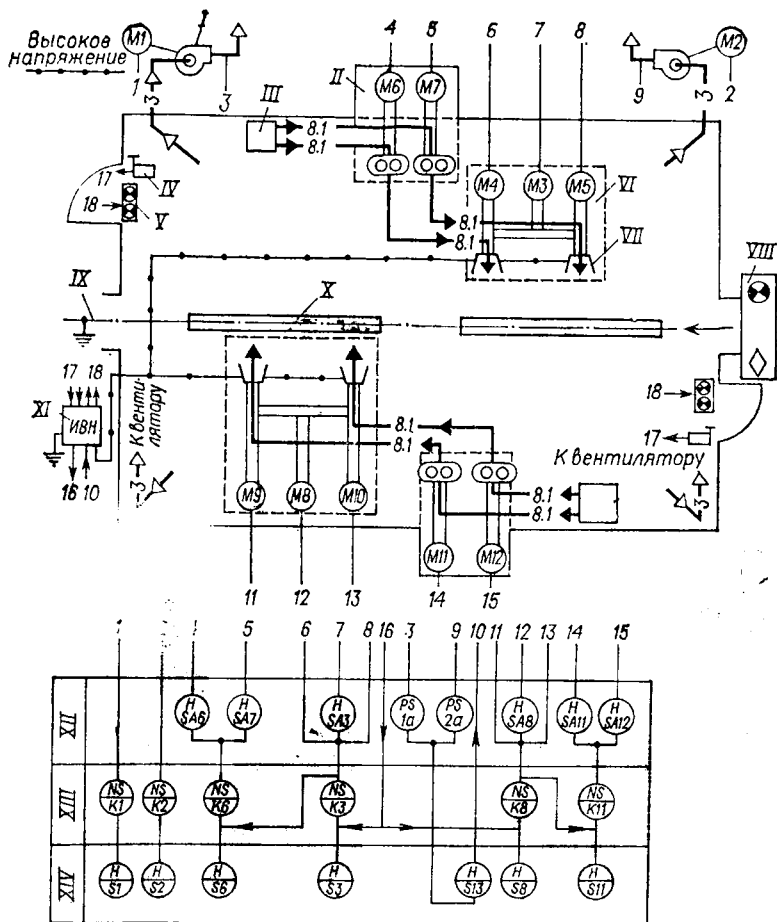


Рис. 5. Схема автоматизации установки окраски в электрическом поле высокого напряжения:

I — вентилятор; *II* — блок дозирующих насосов; *III* — бак с краской; *IV* — конечный выключатель; *V* — светодвор; *VI* — механизм перемещения краскораспылителей (манипулятор); *VII* — краскораспылитель; *VIII* — фотореле; *IX* — конвейер; *X* — окрашиваемое изделие; *XI* — источник высокого напряжения; *XII* — местные приборы; *XIII* — щит; *XIV* — пульт управления.

Включение электродвигателей дозирующих насосов *M6*, *M7* и *M11*, *M12* (на рисунке условно показаны только по два насоса из пяти, имеющих в каждом блоке) производят кнопками управления *S6* и *S11*; при этом выбор дозирующих насосов для работы осуществляют местными выключателями *SA6*, *SA7* и *SA11*, *SA12* (с обязательной проверкой соответствующего подключения шлангов краскоподачи от баков *III* к насосам).

Для автоматического управления дозирующими насосами, т. е. включения их в зависимости от наличия изделий, поступающих в камеру под окраску, применяется система датчиков,

устанавливаемых перед входным транспортным проемом камеры, например фотореле.

Конструкции разработанных в НПО «Лакокраскопокpытие» манипуляторов позволяют, кроме того, с помощью пневмопривода перемещать их в поперечном направлении на одну из нескольких позиций в зависимости от ширины изделий, отключать подачу краски в промежутках между изделиями или при их отсутствии, а также при данной величине вертикального хода распылителя автоматически изменять зону окраски по вертикали, прекращая подачу краски в определенной точке хода распылителя. Достигается это с помощью пневматических конечных выключателей, установленных на манипуляторе.

В большинстве находящихся в настоящее время в эксплуатации установок в качестве источника высокого напряжения (ИВН) используется много лет выпускаемое заводом «Мосрентген» высоковольтное выпрямительное устройство (ВВУ) типа В-140-5-2 (после модернизации В-140-2-3).

При использовании высоковольтных выпрямительных устройств в установках электроокраски с применением нитроцеллюлозных, полиэфирных и перхлорвиниловых эмалей электроокрасочную камеру необходимо оборудовать искропредупреждающими устройствами (ИПУ). Для этой цели применяют электронные искропредупреждающие устройства, время срабатывания которых равно $10^{-6} - 10^{-8}$ с, что обеспечивает надежную защиту установки от искрового разряда. Основные технические данные и краткая характеристика ИПУ-1 даны в [3, с. 114, 115].

Для других лакокрасочных материалов — пентафталевых, глифталевых, битумных, меламиноалкидных и т. п., разводимых растворителями, имеющими температуру вспышки паров не менее чем на 3°C выше температуры окружающей среды (солвент, уайт-спирит, ксилол и др.), — установки электроокраски оборудуют искрогасящими устройствами (ИГУ).

Искрогасящие устройства срабатывают через $5 \cdot 10^{-3} - 3 \cdot 10^{-2}$ с после превышения максимально допустимого значения тока нагрузки и чаще всего отключают высокое напряжение после проскакивания первой искры.

В схеме управления высоковольтного выпрямительного устройства В-140-2-3 предусмотрено токовое реле для защиты высоковольтного трансформатора и выпрямителя от перегрузок и коротких замыканий. Однако это реле не обеспечивает защиту установки от образования искровых разрядов.

В НПО «Лакокраскопокpытие» разработано несколько конструкций искрогасящих устройств; принципиальные электрические схемы двух из них представлены на рис. 6.

Одна из конструкций искрогасящего устройства «релейного типа» ИГУ-РП (см. рис. 6, б) состоит из: поляризованного реле К, например типа РП-7, которое включается в цепь ВВУ взамен реле максимального тока Р (по схеме В-140-5-2—РЗ),

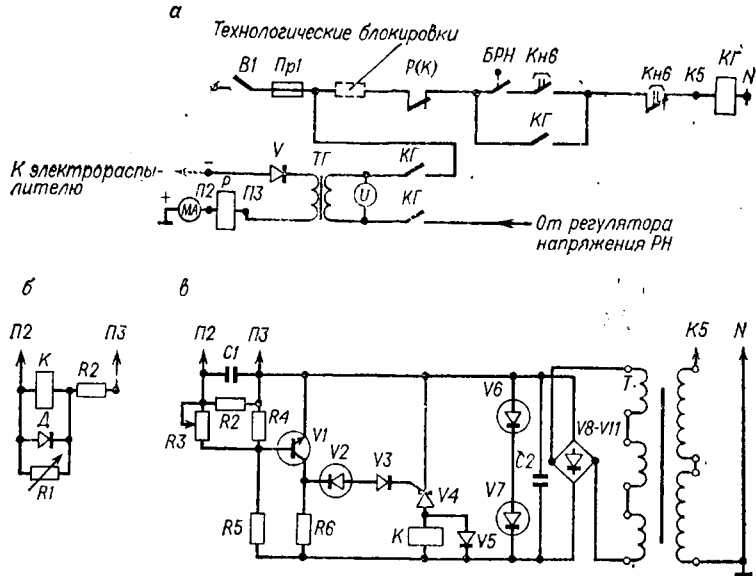


Рис. 8. Принципиальные электрические схемы искрогасящих устройств: а — схема управления высоковольтным-выпрямительного устройства В-140-2-3; б — схема искрогасящего устройства ИГУ-РП; в — схема искрогасящего устройства ИГУ-Э

магазина сопротивления $R1$ типа P32 (P33) и резистора $R2$. Магазин сопротивления $R1$ служит для настройки ИГУ на безыскровое отключение ВВУ. Резистор $R2$ является добавочным в токовой цепи реле РП-7 и служит для исключения ложных срабатываний реле при скачкообразном изменении напряжения питающей сети, сопротивление резистора $R2$ 6250 Ом. При использовании ИГУ-РП данной конструкции перед каждым краскораспылителем устанавливаются по два последовательно соединенных резистора типа КЭВ-5-160 с суммарным сопротивлением каждой пары 320 МОм (для распылителя ЭР-7 не требуется).

Техническая характеристика ИГУ-РП

Рабочее напряжение источника, контролируемое искро- гасящим устройством, кВ	70—120
Допустимое колебание напряжения от номинального рабочего, %	±5
Максимальный рабочий ток, мкА, не более	500
Допустимое изменение рабочего тока	
в сторону увеличения, мкА	60
в сторону уменьшения, %	2

Принцип работы искрогасящего устройства ИГУ-РП основан на возрастании рабочего тока в высоковольтном контуре ВВУ при уменьшении расстояния между электрораспылителем и окрашиваемой деталью или по другим причинам.

При возникновении указанных аварийных условий ток в рабочей цепи высоковольтного трансформатора $TГ$ (см. рис. 6а, б)

возрастает, реле *K* (РП-7) срабатывает и своим размыкающим контактом *K* разрывает цепь питания катушки пускателя *КГ*, ВВУ отключается.

Безыскровое отключение ВВУ обеспечивается при условии правильно выбранного сопротивления резистора *R1* (по графику зависимости сопротивления *R1* от рабочего тока установки) и при скорости приближения детали к электрораспылителю не выше 1 м/с.

Искрогасящее устройство электронного типа ИГУ-Э (см. рис. 6, в) состоит из трансформатора питания *T*, выпрямительного моста *V8* — *V11* с фильтровой емкостью *C2*, измерительной схемы, собранной на транзисторе *V1*, тиристорного ключа *V2*, *V4*.

ИГУ-Э предназначено для эксплуатации при температуре воздуха $20 \pm 5^\circ\text{C}$ и относительной влажности $65 \pm 15\%$.

Техническая характеристика ИГУ-Э

Напряжение питания, В	220^{+5}_{-10}
Выпрямленное напряжение источника высокого напряжения, кВ	70—110
Скорость сближения детали с распылителем, м/с	1
Время срабатывания искрогасящего устройства, с, не более	0,025
Габаритные размеры, мм	$216 \times 132 \times 100$
Масса, кг, не более	3,5

Включение ВВУ производится кнопкой управления *Кнб* с пульта управления. Контакт *КГ* включает ВВУ, одновременно подается питание на трансформатор *T*, ИГУ получает питание.

Транзистор *V1* за счет делителя напряжения *R3* — *R4* открыт. На управляющий электрод транзистора *V1* через стабилитрон *V2* ток управления не подается.

Катушка реле *K* не запитана. Контакт *КГ* высоковольтного выпрямительного устройства В-140-2-3 получает питание по цепи с размыкающим контактом реле *K*. Высокое напряжение подается на краскораспылители.

При приближении заземленной детали к распылителю, т. е. при увеличении тока во вторичной обмотке трансформатора *Tr*, напряжение эмиттера уменьшается, транзистор *V1* закрывается, и через стабилитрон *V2* протекает ток управления тиристором *V4*, который открывается, запитывается катушка реле *K*. Его контакт размыкается в цепи управления контактора *КГ*. ВВУ отключается.

Ток срабатывания ИГУ-Э регулируется потенциометром *R3* посредством превышения рабочего напряжения на 8—15 В по вольтметру *U*, имеющемуся на пульте управления ВВУ.

Высоковольтные выпрямительные устройства В-140-5-2 и В-140-2-3 по исполнению не отвечают требованиям действующих в настоящее время правил техники безопасности и могут

применяться или с соответствующей доработкой, или с выносом их из помещения окрасочного цеха. В связи с этим Тбилиским научно-исследовательским институтом электронно-ионной технологии (НИИЭТ) по заданию НПО «Лакокраспокрытие» разработан высоковольтный статический преобразователь ПВС-160-2,5.

Преобразователь состоит из высоковольтного выпрямителя, помещенного в металлический маслonaполненный бак, инвертора и пульта управления.

Основные отличия преобразователя ПВС-160-2,5 от источников В-140 заключаются в следующем:

а) составные части имеют исполнение по степени защиты оболочек электрооборудования IP54 по ГОСТ 14254—80 (см. гл. 6);

б) используется двухполупериодная схема выпрямления;

в) оснащен встроенным автоматическим разрядником для снятия остаточного заряда с элементов установки после отключения высокого напряжения;

г) предусмотрена быстродействующая система токовой отсечки для предупреждения искрообразования.

Пульт управления, входящий в комплект выпрямительного устройства ПВС-160-2,5, имеет элементы управления, предназначенные только для включения, отключения и плавного регулирования высокого напряжения и тока нагрузки, и не содержит аппаратуры для управления электродвигателями установок окраски. Поэтому при применении преобразователя требуется разработка дополнительного пульта управления, на котором необходимо размещать аппаратуру (кнопки, сигнальные лампы, пневмотумблеры) для управления электродвигателями вентиляторов, дозирующих насосов, приводов перемещения распылителей, приводов вращения распылителей, пневмоприводами кранов и подачей сжатого воздуха к различным системам и т. п.

Однако до настоящего времени серийный выпуск и выпрямительного преобразователя ПВС-160-2,5, и пульта управления электроокрасочной установкой не налажен, что в ряде случаев сдерживает внедрение этого прогрессивного метода окраски.

Конструкции манипуляторов, разработанных в НПО «Лакокраспокрытие», позволяют с помощью пневмопривода перемещать их в поперечном направлении на одну из нескольких позиций в зависимости от ширины изделий, отключать подачу краски в промежутках между изделиями или при их отсутствии, а также при данной величине вертикального хода распылителя автоматически изменять зону окраски по вертикали, прекращая подачу краски в определенной точке хода распылителя. Достигается это с помощью пневматических конечных выключателей, установленных на манипуляторе.

Для работы в автоматическом режиме необходима система датчиков, определяющих наличие и габариты изделий.

ОКРАСКА МЕТОДАМИ ОКУНАНИЯ И СТРУЙНОГО ОБЛИВА С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ВЫДЕРЖКОЙ В ПАРАХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ

Метод окраски окунанием — наиболее простой и производительный и успешно применяется как при механизированной, так и ручной окраске. Преимущества этого метода — отсутствие необходимости в сложном оборудовании и высококвалифицированном персонале, возможность полной механизации, возможность одновременной окраски наружных и внутренних поверхностей различных изделий.

К недостаткам метода относятся невысокое декоративное качество покрытия, невозможность нанесения толстых слоев, необходимость больших объемов лакокрасочных материалов.

При применении окраски струйным обливом удастся избежать ряда недостатков, присущих методу окраски окунанием: существенно уменьшить объем лакокрасочного материала, находящегося в системе, несколько улучшить качество покрытия, а также уменьшить потери лакокрасочного материала, правда, при этом методе существенно возрастают потери растворителя.

Установка для окраски струйным обливом (УСО) представляет собой сварную конструкцию, состоящую из входного и выходного тамбуров, зоны облива, зоны выдержки, системы краскоподдачи и промывки, системы вентиляции, системы освещения.

Входной и выходной тамбуры предназначены для предотвращения попадания краски и паров растворителя в помещение цеха. В зоне облива происходит нанесение лакокрасочного материала, в зоне выдержки в парах растворителя — формирование равномерного лакокрасочного покрытия заданной толщины.

На окрасочные контуры краска подается системой краскоподдачи, которая состоит из трубчатых окрасочных контуров, охватывающих изделия, с расположенными на них соплами для облива изделий; бака для краски с водяной рубашкой для поддержания необходимой температуры ЛКМ (вместо водяной рубашки может использоваться теплообменник); красконагнетельного насоса; фильтров, предназначенных для очистки ЛКМ; бака с растворителем и насоса для подачи растворителя на промывку всей системы и внутренних поверхностей установки.

Система вентиляции состоит из вентиляционных центров, образующих воздушные завесы у проемов, и рециркуляционного центра. Рециркуляционный центр создает равномерную концентрацию паров растворителя в паровом туннеле и производит выброс их в атмосферу при возрастании концентрации выше 50% нижнего предела взрываемости (НПВ).

Системы автоматизации должны обеспечивать следующие блокировки.

Для установок окраски струйным обливом:

1) вентиляторы могут работать при отсутствии пожара в установке;

2) работа насосов, подающих ЛКМ на облив, возможна при работе вентиляторов, движении конвейера и нормальной концентрации паров растворителей;

3) система аварийного слива при возникновении пожара после полного слива ЛКМ должна обеспечить перекрытие сливного отверстия (подробнее об аварийном сливе см. стр. 29);

4) при повышении концентрации паров растворителей выше допустимых значений заслонка рециркуляционного центра открывается на полный выброс в атмосферу.

Для установок окраски окунанием:

1) вентиляция может работать при отсутствии пожара в камере;

2) при выключении вентиляции или при достижении предельных значений концентрации подается сигнал на остановку конвейера;

3) при возникновении пожара выключаются вентиляторы, открывается аварийный слив и после некоторой выдержки закрывается.

Схема автоматизации установок струйного облива приведена на рис. 7. Вентиляторы *M1—M3* включаются кнопками управления *S1—S3* с местного пульта управления, насосы облива *M4 (M5)* — кнопками *S4 (S5)*.

Системы автоматизации осуществляют контроль и регулирование работы вентиляторов, давления сжатого воздуха, давления, температуры и вязкости лакокрасочного материала и концентрации паров растворителей.

Для контроля и сигнализации работы вентиляторов используются взрывозащищенные сигнализаторы напора *1а, 4а, 10а* типа СНСВ.

Контроль и сигнализация давления сжатого воздуха, подаваемого на блок датчика сигнализатора дозврывоопасных концентраций, производится электроконтактным манометром во взрывозащищенном исполнении *9а* типа ВЭ-16рб.

Для контроля давления лакокрасочного материала служат манометры *2а, 3а, 6а* типа ОБМ-100, подключаемые через мембранные разделители РМ модели 5320.

Температура лакокрасочного материала. Для данного технологического процесса оптимальной является температура 17—22°C. При более низкой температуре трудно получить необходимую концентрацию паров растворителей, при более высокой температуре увеличиваются потери растворителя и ухудшается качество покрытия.

Для регулирования температуры используется манометрический термометр показывающий с регулирующим устройством во взрывозащищенном исполнении *7а, б* типа ТПП4-IV в комплекте со ступенчатым импульсным прерывателем СИП-01, электропневматическим клапаном *7в* ЭПКД-ВЗГ и клапаном с пневматическим приводом *7г* ПОУ, устанавливаемым на линии подачи воды.

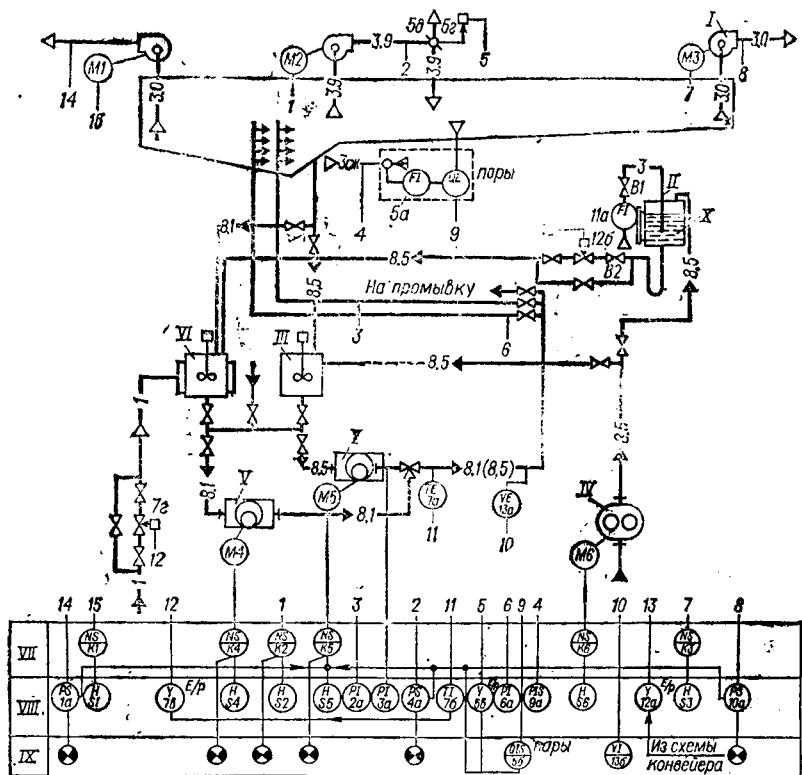


Рис. 7. Схема автоматизации установки окраски струйным обливом;

I — вентилятор; II — воздушная трубка; III, X — баки с растворителем; IV — насос шестеренчатый; V — насос красконагнетательный; VI — бак с краской; VII — щит силовой; VIII — местные приборы; IX — щит управления и контроля.

В процессе работы установки ЛКМ разогревается за счет трения, а также теплоты окрашиваемых изделий, поэтому необходимо его охлаждение. При этом следует иметь в виду, что в ряде случаев система охлаждения может оказаться недостаточно эффективной из-за высокой температуры охлаждающей воды, особенно в летний период года. Температура воды не должна превышать 16°C . При более высокой температуре необходима специальная система предварительного охлаждения воды с принудительной циркуляцией через теплообменную аппаратуру без сброса в канализацию с многократным использованием по замкнутому циклу [5].

С целью поддержания оптимального температурного режима в последнее время установки оснащаются системой охлаждения воздуха, для чего на рециркуляционном вентиляционном центре устанавливается теплообменник, к которому подводится охлаждающая вода.

Для регулирования температуры воздуха может использоваться регулятор температуры прямого действия типа РТ, установленный на линии охлаждающей воды, подаваемой в теплообменник.

Вязкость лакокрасочного материала. Это важнейший параметр ЛКМ. Для однослойных покрытий применяются лакокрасочные материалы с вязкостью в среднем 15—35 с по ВЗ-4 при 18—23 °С, для утолщенных — 35—60 с по ВЗ-4 при 18—23 °С.

Контроль вязкости ЛКМ может осуществляться ручными методами, в частности воронками ВЗ-4, а также с помощью автоматических вискозиметров.

Отечественная промышленность не изготавливает автоматических вискозиметров, предназначенных специально для ЛКМ. В настоящее время для измерения вязкости ЛКМ применяется вискозиметр вибрационный низкочастотный типа ВВН-ЗМ, в частности, модификация ВВН-ЗМ-04 имеет диапазон измерения 0,02—0,2 Па·с (20—200 сП).

В связи с отсутствием серийного промышленного вискозиметра в НПО «Лакокраспокрытие» разработана и применяется проверенная на практике система пополнения потерь растворителя с помощью дозатора, работающего по принципу сосуда Мариотта и обеспечивающего постоянный равномерный расход растворителя при изменяющемся его уровне в баке X (см. рис. 7). Скорость истечения растворителя из него определяется высотой столба жидкости от конца погруженной в нее трубки II до малого отверстия в нижней части бака. Трубка вставляется через сальник и при его ослаблении может свободно перемещаться вдоль вертикальной оси бака, чем достигается изменение скорости истечения растворителя.

Кроме того, расход растворителя может регулироваться с помощью вентилей В1 и В2. Уровень растворителя в баке контролируется с помощью стеклянного указателя уровня. Ротаметр I1a контролирует расход растворителя. Установленный на сливной линии бака пневматический клапан 126 типа ПОУ предназначен для автоматического отключения подачи растворителя при прекращении окраски. Для этого работа клапана заблокирована с работой насоса и конвейера.

Концентрация паров растворителей. В паровом туннеле (зоне выдержки) установок струйного облива или окунания концентрация паров растворителей создается за счет испарения растворителей с поверхности окрашиваемых изделий и из окрашивающих струй и достигает оптимального значения (10—20 г/м³) через 15—25 мин после включения установки. Величина ее не должна превышать 50% НПВ паров в смеси с воздухом. При увеличении концентрации выше указанной, кроме появления опасности взрыва, ухудшается качество покрытия за счет стекания лакокрасочного материала; при уменьшении концентрации — ухудшается розлив лакокрасочного

материала. Опыт наладки установок струйного облива показал, что достичь оптимальной концентрации паров растворителей в паровом туннеле довольно сложно. Поэтому предусматривается система ограничения концентрации паров растворителей в паровом туннеле установок струйного облива и окунания в аварийном режиме, выполненная следующим образом.

Концентрация паров растворителей контролируется сигнализатором дозвзрывоопасных концентраций СВК-ЗМ1-У4, состоящим из блока датчика 5а и блока электропитания 5б. При концентрации ниже 50% НПВ заслонка 5д с пневматическим исполнительным механизмом 5г типа МИМ находится в закрытом положении, вентилятор М2 работает на рециркуляцию паровоздушной смеси. При достижении 50% НПВ сигнализатор выдает сигнал на электропневматический клапан 5в типа ЭПКД, который в свою очередь подает сжатый воздух на пневматический исполнительный механизм 5г; заслонка 5д переключается на полный выброс паровоздушной смеси в атмосферу.

В установках окраски окунанием со стационарной ванной схема управления аналогична схеме УСО, но для прекращения процесса окраски необходима остановка конвейера.

При окраске методом окунания на подвесном конвейере непрерывного действия с целью существенного уменьшения объема окрасочной ванны в некоторых случаях применяются подъемные ванны с гидравлическим, пневмогидравлическим или электромеханическим приводом. Экономия объема достигается благодаря отсутствию участков спуска и подъема конвейера. В этом случае необходима установка конечных выключателей, дающих сигнал на подъем и опускание ванны, выключателей, контролирующих верхнее и нижнее ее положение, а также выключателя, срабатывающего в момент подхода изделия к борту ванны (если не произошло ее опускание) и дающего сигнал на остановку конвейера.

В ряде установок окраски обливом, особенно при окрашивании крупногабаритных изделий с большим расходом лакокрасочного материала, возникают трудности, связанные с управлением запорной арматурой. Системы трубопроводов для подачи лакокрасочных материалов, как правило, содержат большое количество запорной арматуры (задвижек, кранов) со значительными диаметрами условного прохода (50—300 мм). Ручное управление такими запорными органами, учитывая их большое количество, — тяжелый физический труд. Поэтому запорная арматура выбирается с пневмоприводами, управление которыми сосредоточивается на пульте местного управления.

На пульте устанавливаются: пневмотумблеры, управляющие с помощью воздухораспределителей пневмоприводами кранов и задвижек; пневматические индикаторы для указания положения клапана на рециркуляционной заслонке (выброс—рециркуляция); манометры, контролирующие работу красконагнетельных насосов; переключатели выбора режимов управле-

Рис. 8. Кинематическая схема узла аварийного слива:

а—исходное положение упора; *б*—положение упора после вытекания краски.

ния; кнопки управления электродвигателями вентиляторов, насосов, качающихся контуров; выключатели освещения; сигнальная аппаратура (сигнал световой ССВ-15М) о подаче электропитания на щит и о работе вентиляторов.

В том случае, если объем баков или ванн с лакокрасочным материалом превышает 1 м^3 , предусматривается система аварийного слива. Аварийная емкость для слива ЛКМ располагается за пределами окрасочного цеха ниже уровня емкостей установок струйного облива или окунания. В аварийную емкость слив может производиться из нескольких установок, расположенных в одном цехе.

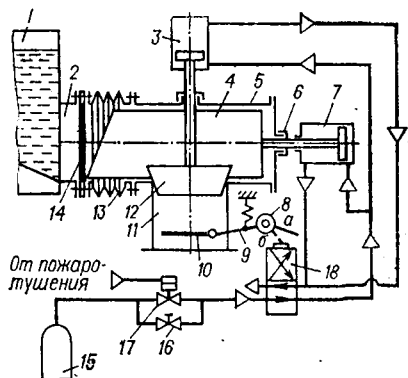
Возврат ЛКМ в бак или ванны осуществляется с помощью насосов, расположенных рядом с емкостями аварийного слива. Управление насосами может производиться как из помещения аварийной емкости, так и от установок струйного облива.

Существуют различные конструкции узла аварийного слива, к надежной работе которого предъявляются повышенные требования. По сигналу от датчика пожаротушения устройство должно обеспечить полный слив лакокрасочного материала из ванны в течение 3—5 мин, после чего сливное отверстие должно быть перекрыто. Конструкции, в которых затвор сливного отверстия или движущиеся части устройства находятся в среде лакокрасочного материала, такому требованию не отвечают. Кроме того, приведение системы в исходное состояние после ее срабатывания — сложный и трудоемкий процесс.

Одним из наиболее простых и надежных является узел аварийного слива, показанный на рис. 8. Узел состоит из корпуса 5 коробчатой формы с задней глухой крышкой и с вырезом, сопряженным со сливным патрубком 11, размещенным в корпусе 5. Передняя часть корпуса соединена с патрубком 2 емкости 1 через гофрированную вставку 13, в которой установлен узел крепления мембраны 14.

Механизм вскрытия мембраны выполнен в виде П-образного ножа 4 с прорезью в основании, сопряженной с запорным органом 12 слива. Шток пневмоцилиндра 7 жестко связан с П-образным ножом 4 и проходит через сальниковое уплотнение 6 глухой крышки корпуса 5.

Запорный орган 12 слива, установленный с возможностью перемещения от пневмоцилиндра 3 во взаимноперпендикулярном



направлении по отношению к П-образному ножу 4, взаимодействует со сливным патрубком 11.

Пневмоцилиндры 7 и 3 соединены через пневмопереключатель 18 с емкостью 15 со сжатым воздухом.

На линии сжатого воздуха между емкостью сжатого воздуха и переключателем установлены клапан 17, срабатывающий от системы автоматического пожаротушения, и кран 16 ручного управления.

В сливном патрубке 11 установлено реле потока 10, выполненное в виде поворотной пластины и связанное с пневмопереключателем 18 рычажной передачей 9 с храповым механизмом 8.

Устройство работает следующим образом: при получении сигнала от системы автоматического пожаротушения открывается клапан 17, и пневмопереключатель 18 открывает подачу управляющего воздуха в пневмоцилиндры 7 и 3. При этом запорный орган 12 открывает отверстие в сливном патрубке 11, а П-образный нож 4 вскрывает мембрану 14.

Лакокрасочный материал из емкости 1 через патрубок 2, гофрированную вставку 13, прорезь в основании ножа 4 и сливной патрубок 11 вытекает в резервную емкость.

В процессе перелива поток жидкости воздействует на реле потока 10, которое удерживает в открытом положении пневмопереключатель подачи управляющего воздуха в пневмоцилиндры 7 и 3. При истечении потока реле, возвращаясь в первоначальное положение, воздействует на пневмопереключатель, который переключает подачу воздуха на закрытие запорного органа 12 и возвращение ножа 4 в исходное положение. В случае необходимости управление работой устройства производится вручную краном 16.

Узел крепления мембраны 14 заменяют при сжатой гофрированной вставке 13, после чего устройство вновь готово к повторному циклу.

ОКРАСКА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ

Окраска методом электроосаждения применяется для нанесения водоразбавляемых лакокрасочных покрытий на поверхность изделий, различных по конфигурации и материалу.

К достоинствам метода относятся:

высокая равномерность по толщине получаемых покрытий;
почти полное отсутствие влаги и токсичных растворителей в осажденной пленке;

возможность регулирования толщины покрытия;
улучшение санитарно-гигиенических условий труда;
снижение пожароопасности окрасочных работ;
возможность полной автоматизации процесса.

Сущность метода заключается в осаждении водоразбавляемого лакокрасочного материала на окрашиваемое изделие с

помощью постоянного электрического поля. Окрашиваемое изделие является при этом электродом; к нему подводится один из полюсов источника тока (чаще всего минус), другим электродом является металлический корпус ванны (или специально опущенные в нее металлические пластины). В зависимости от того, где происходит нанесение покрытия — на аноде или на катоде, — процесс электроосаждения может быть анодным или катодным.

В промышленности, как правило, применяют анодное электроосаждение, так как при катодном необходимо использовать кислотостойкую аппаратуру, что связано со значительными дополнительными затратами.

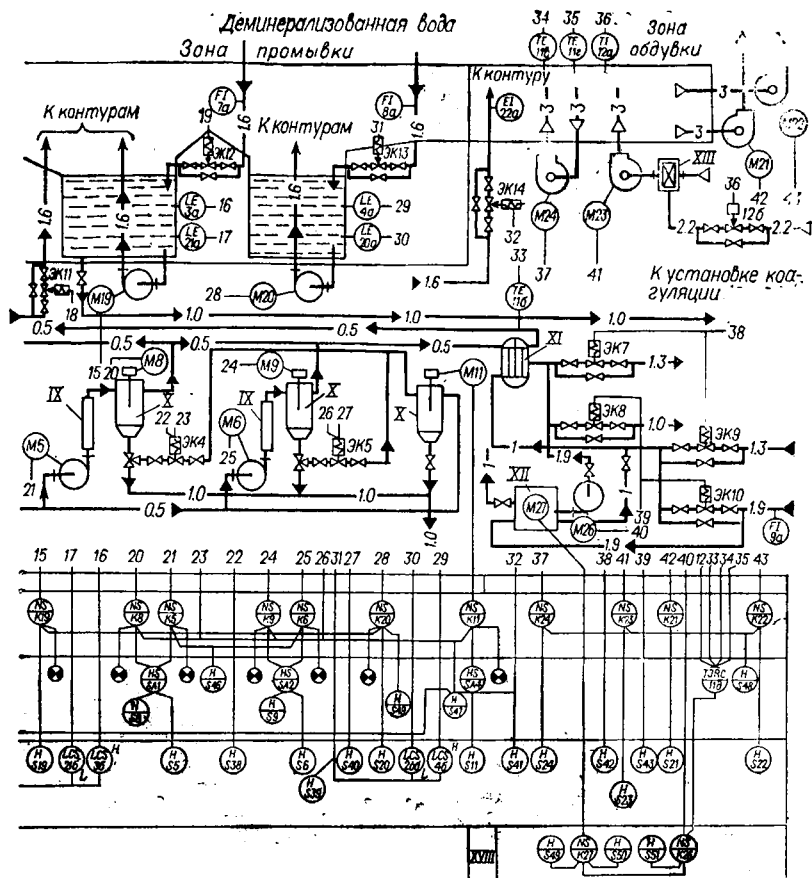
При анодном электроосаждении частицы лакокрасочного материала на границе раздела с водой несут отрицательный заряд. В постоянном электрическом поле они движутся к аноду (изделию) и осаждаются на нем, образуя водонерастворимое покрытие. Одновременно протекают процессы электрофореза, электролиза и электроосмоса. При этом получается покрытие равномерной толщины по всей поверхности даже на изделиях сложной конфигурации. После выгрузки из ванны электроосаждения изделия промывают технической (при невысоких требованиях к качеству покрытия) или обессоленной водой. При этом вода смывает только ту часть лакокрасочного материала, которая остается на осевшей пленке при окунании.

Процесс электроосаждения лакокрасочного материала и качество получаемого покрытия в значительной степени определяются не только физико-химическими свойствами наносимого материала, но и параметрами его электроосаждения.

К параметрам, которые оказывают существенное влияние на образование покрытия и которые можно регулировать в процессе электроосаждения, относятся: концентрация, рН, электропроводность лакокрасочного материала в ванне, напряжение и плотность тока, продолжительность электроосаждения, интенсивность перемешивания. Для каждого лакокрасочного материала данные параметры изменяются в определенном интервале.

В конструкции оборудования должна быть предусмотрена возможность регулирования и поддержания параметров электроосаждения в интервалах, оптимальных для данного лакокрасочного материала и окрашиваемого изделия. От конструкции оборудования и организации технологического процесса окраски зависят также потери лакокрасочного материала, расход технической и обессоленной воды.

Установки окраски методом электроосаждения представляют собой комплекс оборудования, в который входят: камера, включающая зону электроосаждения с системой вентиляции, ванной электроосаждения, перемешивающими устройствами лакокрасочного материала и токосъемными устройствами, зоны промывки и обдувки; источник электропитания; оборудование



с краской; VI — бочка с нейтрализатором; VII — обогреваемый резервуар; VIII — емкость лодильная машина; XIII — калорифер паровой; XIV — щит силовой; XV — щит управле-
XVIII — шкаф управления холодильной машиной.

Насос циркуляции краски M5 (M6) включается также дистанционно со щита управления № 1 (XV) кнопками S8(S9), при этом избиратель SA1(SA2) устанавливается в положение «централизованное». С включением насоса циркуляции краски M5 (M6) включаются электродвигатели щелевого фильтра M8 (M9) и фильтра-грязевика M11, а также открывается клапан ЭК4 (ЭК5) на линии стока загрязненной краски. Работа электродвигателей фильтров периодическая, время работы и периодичность включения определяются при наладке и устанавливаются с помощью реле времени.

Ванна электроосаждения. Конструктивно ванна электроосаждения — сварная, из углеродистой стали. Размеры ванны

определяются размерами комплектовки изделий и скоростью конвейера. Ванна снабжена двумя (или четырьмя) перемешивающими устройствами, одним (или двумя) переливными карманами. Вертикальные борта ванны с внутренней стороны имеют пластмассовые ограждения, предохраняющие от короткого замыкания.

ЛКМ одним из насосов *М5* или *М6* насосно-фильтрующей станции забирается из ванны электроосаждения и возвращается обратно в нее, проходя через магнитный фильтр, щелевой фильтр и теплообменник. Теплообменник охлаждается водой, поступающей из магистрали с температурой 6—8 °С, или водой, поступающей из холодильной машины.

В ванне электроосаждения предусматривается контроль и регулирование следующих технологических параметров (см. рис. 9).

1. Контроль концентрации (электрической проводимости) лакокрасочного материала — с помощью концентратомера *13б*, в типа ККЗ с пределами измерения 10^{-2} — 10^{-3} См/см, работающего в комплекте с погружным датчиком *13а*.

2. Контроль концентрации водородных ионов — с помощью рН-метра *12б* типа П201 с пределами измерения 2—12 в комплекте с датчиком погружным *12а* типа ДПг-4М-13.

рН рабочего раствора, находящегося в ванне, оказывает большое влияние на процесс электроосаждения: чем больше рН, тем тоньше покрытие. В процессе электроосаждения рН раствора обычно увеличивается, вследствие чего снижается скорость осаждения лакокрасочного материала, а следовательно, и толщина покрытия. Корректировку рН проводят по методу компенсации, электродиализному методу или с помощью ионообменных смол. Это выполняется в находящихся в настоящее время в эксплуатации установках вручную.

Наиболее перспективным способом одновременной корректировки сухого остатка и рН ванны является ультрафильтрация — процесс молекулярного разделения растворов и коллоидных систем при прохождении их через полунепроницаемые мембраны.

Кроме того, с помощью лабораторных методов контролируют: содержание сухого остатка — 1—2 раза в смену, рН — 1 раз в смену, соотношение пигмент — связующее — 1 раз в неделю. Необходимо также строго следить за тем, чтобы продолжительность полной замены лакокрасочного материала в ванне по сухому остатку (обновление состава ванны) не превышала 2—6 недель в зависимости от типа ЛКМ.

3. Контроль и регулирование температуры лакокрасочного материала, находящегося в ванне, — с помощью электронного моста *11д* типа КСМ4 в комплекте с термопреобразователем (термометром) сопротивления *11а* типа ТСМ-5071.

Процесс электроосаждения длится 30—120 с и сопровождается выделением значительного количества теплоты на элект-

родах. При этом температура на поверхности окрашиваемого изделия может повышаться до 70—80 °С. Это повышение температуры наблюдается в первую очередь на участках изделия с наибольшей плотностью тока. Как правило, повышение температуры анода и рабочего раствора ванны приводит к увеличению скорости электроосаждения и связанному с этим появлению дефектов переосаждения.

Повышение температуры рабочего раствора ванны отрицательно сказывается на параметрах лакокрасочного материала: увеличивается электрическая проводимость, происходит испарение органических растворителей, окисление пленкообразователя.

При понижении температуры ниже оптимальной за счет уменьшения скорости электроосаждения и проводимости уменьшается толщина покрытия. Оптимальная температура рабочего раствора для большей части ЛКМ 18—25 °С. Следовательно, необходимо интенсивное охлаждение ЛКМ в процессе работы. С этой целью все установки электроосаждения оборудуются охлаждающими теплообменниками.

Правда, подогрев также может применяться, но только в редких случаях: после длительных перерывов в работе или при заполнении ванны свежим материалом.

Регулирование температуры происходит следующим образом. При температуре выше заданной открываются электромагнитные клапаны ЭК10 на линии подачи холодной воды и ЭК8 на линии слива холодной воды. Если температура превышает заданную на 3—4 °С, то на 10—30 мин (в зависимости от настройки реле времени) включаются холодильная машина и насос М26 (в схему управления холодильной машины введен контакт управляющего реле), а также закрывается клапан ЭК7. Когда температура лакокрасочного материала устанавливается в пределах нормы, холодильная машина и насос М26 отключаются.

При температуре меньше заданной открываются электромагнитные клапаны ЭК9 на линии подачи горячей воды и ЭК7 на линии слива горячей воды.

В установке охлаждения ЛКМ предусматривается также контроль следующих параметров: расхода охлажденной воды с помощью ротаметра 9а и давления воды, создаваемого насосом М26.

Перемешивающие устройства. Для предотвращения возможности осаждения пигментов в ванне раствор ЛКМ должен постоянно перемешиваться. Как правило, применяется два вида перемешивания — циркуляционными насосами (наружное) и погружными пропеллерными мешалками (внутреннее). Двойная система перемешивания оправдана с точки зрения удобства эксплуатации установки — обычно во время перерывов в работе перемешивание осуществляется только погружными мешалками. При этом предусматривается резервное

электропитание, которое включается автоматически при отключении основного питания установки. Этим обеспечивается непрерывная работа электродвигателей погружных мешалок.

Включение приводов погружных мешалок производится одновременно с включением установки в работу со щита управления № 1.

Токосъемные устройства. На конвейере детали навешиваются на токопроводящие подвески, изолированные от конвейера и имеющие скользящий контакт с токосъемной шиной в зоне окрасочной ванны. Наиболее широкое распространение получили токосъемные устройства со скользящим контактом из медно-графитовых щеток.

Необходимо учитывать, что при погружении в лакокрасочный материал подвески частично окрашиваются, и после сушки этот слой становится неэлектропроводным. Поэтому осажденное на подвесках покрытие в местах контакта с изделием перед последующим погружением должно быть каким-либо образом удалено. Чаще всего применяется промывка подвесок в горячем щелочном растворе.

При расчете тока, протекающего через токосъемник, обычно принимают среднюю расчетную плотность 50—60 А/м².

З о н а п р о м ы в к и. Окрашенное изделие из ванны электроосаждения поступает в зону промывки.

Промывка после окраски необходима для удаления с поверхности изделия пены и остатков лакокрасочного материала. Промывка производится деминерализованной водой, так как при промывке водопроводной водой на покрытии образуются отложения солей, которые ухудшают покрытие.

Насосы *M19*, *M20* зоны промывки включаются кнопками управления *S19*, *S20* со щита управления № 1. Работа насосов контролируется сигнальными лампами, расположенными на том же щите.

Схемами управления должна предусматриваться блокировка, обеспечивающая работу насосов только при работе конвейера.

В ваннах зоны промывки контролируется уровень воды с помощью сигнализаторов уровня *3а,б*; *4а,б*; *20а,б*; *21а,б* типа ЭРСУ-3. При минимальном уровне воды в ваннах и при работе конвейера (замкнут контакт из схемы управления конвейером) открываются клапаны с электромагнитным приводом *ЭК12* и *ЭК13*, отключаются насосы *M19* и *M20*. По достижении заданного уровня клапаны закрываются.

Для подачи обессоленной воды на промывку открываются клапаны с электромагнитным приводом *ЭК11*, *ЭК14*.

З о н а о б д у в к и. После промывки изделие поступает в зону обдувки воздухом с температурой 40—60 °С, где с него сдувается влага. Всасываемый из цеха воздух, пройдя через паровой калорифер, нагнетается вентиляторами в обдувочные короба с насадками; часть воздуха, обдувающего изделие, ре-

циркулирует. Сверху на зоне установлен вытяжной вентиляционный центр, который выбрасывает воздух из зоны обдувки в атмосферу.

Вентиляторы *M23*, *M24* включаются (совместно с вентиляторами *M21*, *M22*) кнопкой *S48*, установленной на щите управления № 1; там же установлены сигнальные лампы, сигнализирующие о включении вентиляторов. Около электродвигателей вентиляторов установлены кнопочные посты *S23*, *S24* для местного управления и наладки (кроме того, в них встроены выключатели безопасности).

Температура воздуха регулируется с помощью регуляторов температуры прямого действия *12a,б* типа РТ-15. Контроль осуществляется термопреобразователями сопротивления *11в*, *11г* типа ТСМ-5071, работающими в комплекте с автоматическим мостом *11д* типа КСМ4 (общим с системой контроля и регулирования температуры лакокрасочного материала в ванне электроосаждения).

Источник электропитания. Источник постоянного тока является одним из важнейших узлов установок электроосаждения. Нанесение лакокрасочного покрытия может осуществляться при нескольких режимах электропитания: постоянной плотности тока, постоянного напряжения и ступенчатого повышения напряжения.

Наибольшее распространение получил режим постоянного напряжения как самый простой и легко осуществимый. Однако этот способ требует повышенной мощности источника питания вследствие больших токовых нагрузок в начальный период окраски из-за высокой электрической проводимости изделия, не имеющего еще изолирующей пленки. По мере увеличения осажденного слоя повышается его сопротивление, а ток соответственно уменьшается. С целью снижения начального тока применяется режим ступенчатого увеличения напряжения. Это достигается тем, что контактная шина разделена на отдельные участки (в некоторых установках на три: погружения, главную и выгрузки, а чаще на две: главную и выгрузки), на которые подают напряжение разной величины.

На установках тактного типа (конвейерных линиях периодического действия) применяются источники питания со ступенчатым регулированием напряжения по заданной программе.

Основными критериями для выбора источника питания являются значения напряжения, которое зависит от типа применяемого лакокрасочного материала, и тока, потребляемого ванной. Последний зависит от размеров окрашиваемой поверхности изделия и объема ванны электроосаждения, а также от расчетной плотности тока.

Лакокрасочные материалы, применяемые для электроосаждения, в зависимости от удельной электрической проводимости разделяют на высокоомные с проводимостью менее 0,1 См/м и низкоомные с проводимостью более 1,0 См/м. Первые обычно

осаждаются при напряжении 150—350 В, имеют высокое значение выходного тока, низкоомные осаждаются при напряжении 30—60 В и характеризуются меньшими значениями выходного тока. В настоящее время наибольшее применение имеют высокоомные лакокрасочные материалы.

Специальных выпрямительных агрегатов для установок электроосаждения отечественная промышленность пока не выпускает. Поэтому на отечественных установках чаще всего применяют тиристорные выпрямительные агрегаты серии АТ и ТПЗ со следующими техническими характеристиками:

Напряжение питающей сети, В	
агрегаты до 500 А	380
» более 500 А	6000; 10000
Выпрямленное напряжение (с регулированием от 0 до 100%), В	0—460
Номинальный выпрямленный ток, А	
агрегаты серии АТ	500; 800; 1000
» » ТПЗ	1600; 2500; 4000

Выпрямительное устройство состоит из тиристорных выпрямителей, собранных по трехфазной схеме выпрямления.

Однако, так как применяемые агрегаты не предназначены специально для установок электроосаждения (их прямое назначение — питание электроприводов постоянного тока), необходимы некоторые дополнительные устройства, которые должны обеспечивать:

возможность дистанционного включения и выключения тиристорного агрегата (желательно — с пультов, расположенных у установок электроосаждения) и задания величины выпрямленного напряжения;

автоматический плавный подъем выпрямленного напряжения до номинального значения в течение 1—5 с после включения агрегата (с возможностью регулирования времени подъема напряжения в указанных пределах);

бездуговой переход токосъемников с одной шины на другую (при системе питания с помощью двух шин); допустимо удовлетворение данного требования путем снятия напряжения с обеих шин в момент перехода токосъемника с одной шины на другую;

автоматическую повторную подачу напряжения на шину после короткого замыкания при условии его самоустранения; исключение подачи напряжения на шину в случае короткого замыкания в ее цепи;

автоматическую подачу на шины напряжения 20—60 В (с возможностью регулирования в указанных пределах) при оперативном останове конвейера и автоматическое плавное повышение его до номинального значения при включении конвейера после оперативного останова;

подачу команды на останов конвейера и аварийного звукового и светового сигнала при аварии тиристорного агрегата, а также при выключении автоматов постоянного тока;

стабилизацию выпрямленного напряжения с точностью $\pm 5\%$ от устанавливаемого значения;

дистанционный контроль токов и напряжения тиристорных агрегатов;

световой мигающий и звуковой сигнал в случае возникновения короткого замыкания в ванне электроосаждения.

Для обеспечения блокировки подачи напряжения на шины с закрытым положением дверей камеры в схему управления тиристорным агрегатом введены контакты конечных выключателей, фиксирующих закрытое положение дверей.

Дополнительные устройства монтируются на местном пульте управления.

Сливная емкость. Предназначена для слива лакокрасочного материала из ванны электроосаждения. Установка состоит из самой емкости, размеры которой выбираются в зависимости от объема ванны электроосаждения, и насосов для возврата лакокрасочного материала в ванну. Слив лакокрасочного материала осуществляется самотеком (если это позволяет расположение сливной емкости) или насосами, которыми оборудована установка.

Лакокрасочный материал, находящийся в сливной емкости, перед возвратом в ванну электроосаждения перемешивается насосами установки.

Насосы *M12*, *M13* включаются кнопками *S12*, *S13*, расположенными около насосов.

В емкости контролируются минимальный и максимальный уровни — с помощью сигнализатора *1а,б* типа ЭРСУ-3.

При достижении минимального уровня краски в емкости автоматически отключаются насосы; по достижении максимального уровня зажигается сигнальный светофор, установленный у емкости: обслуживающий персонал извещается о необходимости прекращения слива лакокрасочного материала из ванны электроосаждения в сливную емкость.

Оборудование для приготовления лакокрасочного материала и забора пасты. Используется как при первоначальном заполнении ванны электроосаждения, так и при пополнении ее. Состоит из обогреваемого резервуара *VII* с рубашкой и пневматической мешалкой, емкости для краски *VIII*, насосов *M14*, *M15*, *M16*, бочек для краски *V* и нейтрализатора *VI*.

Лакокрасочный материал (паста) и нейтрализатор из бочек *V*, *VI* насосом *M16* подаются в резервуар *VII*, где происходит приготовление (нейтрализация и разбавление) рабочего раствора краски. Туда же из магистрали поступает нужная доза деминерализованной воды. Насос *M16* включается кнопкой управления *S16*, расположенной у двигателя. При превышении давления пасты в линии нагнетания насоса по сигналу

электроконтактного манометра 146 типа ЭКМ-1У насос *M16* отключается.

Окончательное доведение лакокрасочного материала до рабочих параметров производится в баке *VIII*.

Лакокрасочный материал подается в ванну электроосаждения центробежным насосом *M15*. Насосы *M15*, *M14* и клапаны *ЭКЗ-1*, *ЭКЗ-2* включаются кнопками, расположенными на щите управления № 2.

Температура краски в обогреваемом резервуаре *VII* регулируется с помощью электронного моста *10в*, установленного на щите управления № 2 (*XVII*) в комплекте с термопреобразователем сопротивления *10б* типа ТСМ-5071. При температуре ниже заданной открывается клапан *ЭК1*, установленный на линии подачи горячей воды в водяную рубашку обогреваемого резервуара. При температуре в пределах нормы подача воды в рубашку прекращается, а при температуре выше заданной открывается клапан *ЭК2*, установленный на линии подачи холодной воды в рубашку.

Кроме того, осуществляется контроль температуры воды в рубашке (термометром *10а*).

В баке *VIII* контролируется уровень краски сигнализатором *2а, б, в*. При минимальном уровне в баке *VIII* отключается насос *M15*, а при максимальном — насос *M14* и клапан *ЭКЗ-2*.

Для контроля рН краски в баке *VIII* используются рН-метры типа П-201.

Установки коагуляции и фильтрования сточных вод. Схема автоматизации установок коагуляции и фильтрования сточных вод приведена на рис. 10.

Установка коагуляции сточных вод предназначена для коагуляции лакокрасочного материала в промывных сточных водах перед их фильтрованием и сливом в канализацию и состоит из следующих узлов: бака для приготовления коагулянта, снабженного воздушным барботером и коксовым фильтром; цепного транспортера, который своими лопатками сбрасывает скоагулировавший лакокрасочный материал с поверхности воды в тележку; привода-варпатора транспортера.

Бак для приготовления коагулянта *II* предназначен для растворения коагулянтов (хлорида кальция и др.) в воде и дозированной подачи насосами *M30—M33* на установку *III*. Насосы *M30—M33* включаются кнопками *S30—S33*.

Вода из зон промывки поступает в установку коагуляции сточных вод. Привод транспортера *M17* включается кнопкой *S17*, расположенной у механизма.

В установке предусмотрен контроль максимального уровня с помощью сигнализатора уровня *5а, б* типа ЭРСУ-3. По достижении максимального уровня включается светофор.

Установка фильтрования сточных вод предназначена для фильтрования промывных вод перед их сливом в канализацию. Фильтрующим элементом является лента бумаги или марли,

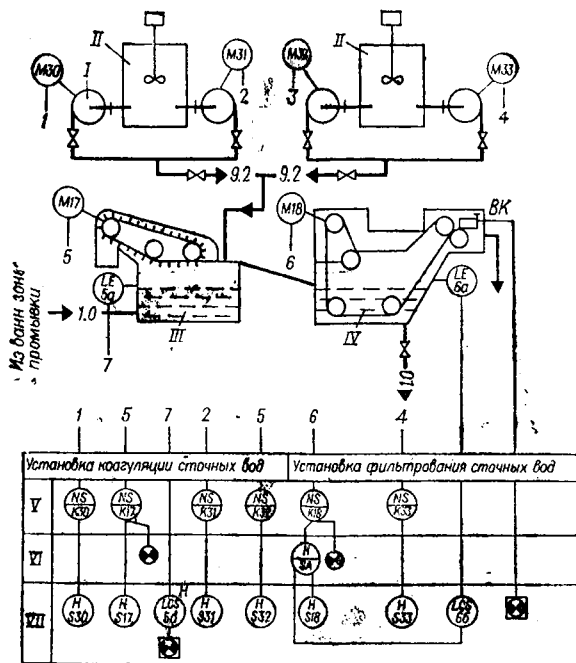


Рис. 10. Схема автоматизации установок коагуляции и фильтрования сточных вод:

I — насос; II — бак для приготовления коагулянта; III — установка коагуляции; IV — установка фильтрования; V — щит силовой; VI — щит управления; VII — приборы местные.

протягиваемая по перфорированному дну бака установки цепным пластинчатым транспортером.

Управление приводом транспортера может осуществляться в автоматическом и местном режимах. Выбор режима производится с помощью переключателя SA. В автоматическом режиме привод транспортера M18 включается автоматически при повышении уровня воды в установке до максимального, что происходит при загрязнении бумаги (или марли). Максимальный уровень воды в установке контролируется сигнализатором уровня ба, б типа ЭРСУ-3. Приблизительно через 1 мин (в зависимости от настройки реле времени) транспортер останавливается, в дальнейшем транспортер будет перемещаться также после загрязнения бумаги (или марли).

Когда кончается лента фильтрующего материала, срабатывает бесконтактный выключатель ВК типа ВК, отключается транспортер, включается светфор.

Более совершенным способом очистки сточных вод и регенерации лакокрасочного материала является применение установок ультрафильтрации. Рабочий раствор лакокрасочного материала прокачивается через специальные фильтрующие элементы с микропористыми стенками. Фильтрующие элементы

изготавливаются в виде труб или плоских пластин из пористых полимерных материалов, например типа вспененного полистирола, на поверхность которых наклеивается ультрафильтрационная мембрана толщиной в несколько десятков микрометров.

Ультрафильтрат собирается в отдельной емкости и используется для промывки окрашенных изделий, а лакокрасочный материал возвращается в ванну.

НАНЕСЕНИЕ ПОРОШКОВЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В последнее время во всем мире для получения покрытий начали широко применяться порошковые полимерные материалы (ППМ) — сухие краски. Несмотря на ряд еще не решенных технических и технологических проблем, эти покрытия получают все большее распространение.

Достоинствами окрашивания ППМ являются незначительные потери материала, сокращение цикла окрасочных работ, получение покрытия с заданными свойствами, а также требуемой толщины за одну технологическую операцию нанесения, уменьшение загрязнения окружающей среды.

При проектировании установок для нанесения ППМ следует учитывать особенности порошковых лакокрасочных материалов, являющихся горючими пылями, т. е. способность экзотермически окисляться кислородом воздуха; в результате возможно их самовозгорание, а также образование взрывоопасных смесей порошков с воздухом. Кроме того, порошковые лакокрасочные материалы обладают диэлектрическими свойствами и способны накапливать электрические заряды при трении частиц друг о друга или о какие-либо поверхности. При определенных условиях может произойти разряд, и выделившаяся энергия вызовет загорание порошка [6]. Если крупное изделие плохо заземлено, на нем образуется значительный заряд. Поэтому важным условием безопасной эксплуатации установок является надежное заземление изделий, находящихся на конвейере.

Порошковые краски могут наноситься различными методами: в «кипящем слое», в электрическом поле высокого напряжения, сочетанием этих двух методов, газопламенным и плазменным напылением с помощью ручных и автоматических установок, на холодное или предварительно разогретое изделие.

На рис. 11 приведена схема автоматизации установки нанесения порошковых красок в электрическом поле высокого напряжения.

Ряд ее узлов аналогичен узлам установки электроокраски: механизмы перемещения распылителей (манипуляторы), система вентиляции, источник высокого напряжения, местный пульт управления.

Однако имеются и существенные отличия. Порошок подается к распылителям с помощью эжекторов, поэтому управление подачей происходит путем включения или отключения сжатого

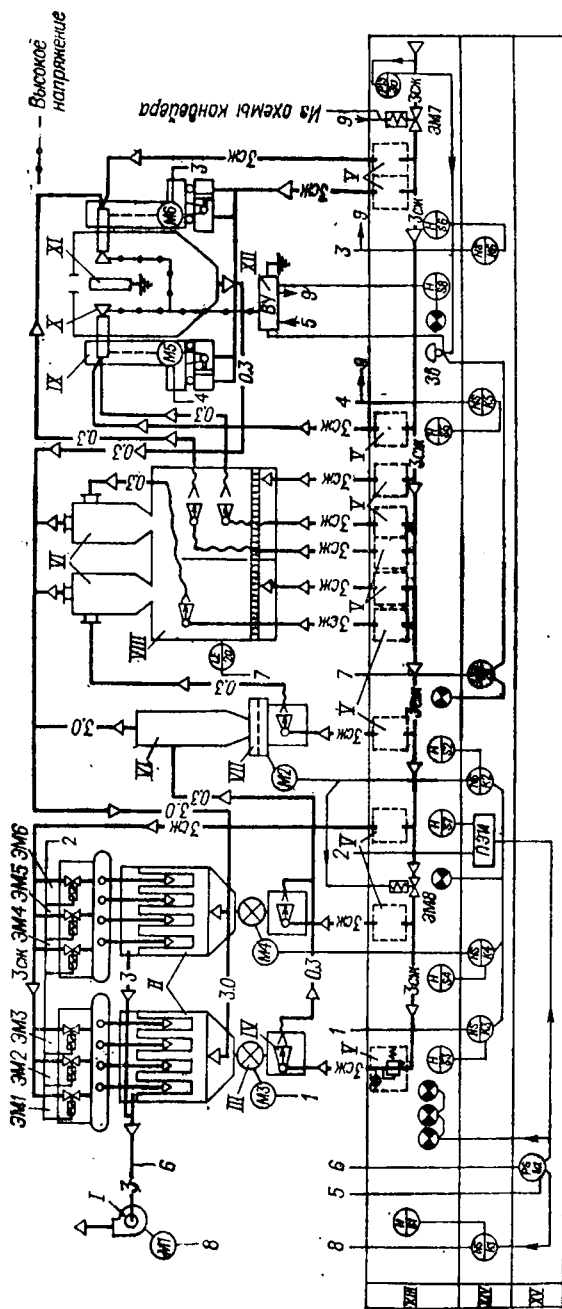


Рис. 11. Схема автоматизации установки окраски ППМ;

воздуха. Кроме того, для стабильной работы эжекторов необходимо поддерживать определенный уровень порошка в питателе VIII. Достигается это либо с помощью системы регулирования уровня, либо соответствующей конструкцией емкости и избыточной подачей порошка в зону его отбора эжекторами. Излишки находящегося во взвешенном состоянии порошка пересыпаются через барьер, который и определяет постоянную высоту уровня порошка. Учитывая взрывоопасность последнего, при выборе схемы его подачи необходимо стремиться к тому, чтобы в установке находилось минимальное количество порошка. В качестве прибора 2б, контролирующего уровень порошка в расходной емкости, используется реле искробезопасного контроля сопротивления ИКС-2Н или УКС-1.

Еще одной особенностью установки нанесения ППМ является наличие в ее составе рукавного фильтра (подробно см. гл. 4). Импульсной продувкой фильтра управляют с помощью программатора электрических импульсов ПЭИ-25, позволяющего задавать частоту и длительность импульсов продувки рукавов сжатым воздухом (для этой цели служат установленные на линии сжатого воздуха электромагнитные клапаны ЭМ1—ЭМ6).

В качестве источника высокого напряжения в установках нанесения ППМ используется преобразователь высоковольтный статический ПВС-80. Управление установкой производится с местного пульта. На нем располагаются электроаппаратура управления и сигнализации, а также манометры и редукторы, служащие для регулирования давления сжатого воздуха, подаваемого на эжекторы. Электроаппаратура (сигнальные лампы, кнопки, переключатели) имеет исполнение IP54 и отделена от остального объема пульта, где расположена пневмоаппаратура.

Основные блокировки в установке окраски ППМ:

- отключение вентиляции при пожаре или прорыве рукавов фильтра;

- отключение высокого напряжения и подачи сжатого воздуха к эжекторам при неработающей вентиляции; отключение высокого напряжения в случае возникновения опасности искрообразования при сближении окрашиваемого изделия с распылителем (ток не должен превышать $2 \cdot 10^{-4}$ А);

- отключение подачи сжатого воздуха к эжекторам при неработающих манипуляторах.

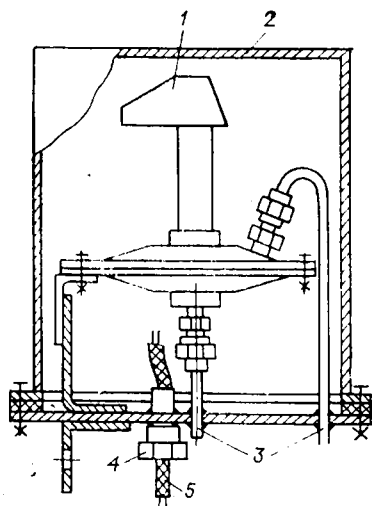
Вентиляция включается кнопкой S1. Работа вентиляции контролируется с помощью датчика тяги 1а типа ДТ-250-22 (с трехпозиционным контактным устройством), заключенного в кожух (рис. 12).

Если разрежение после фильтров в пределах нормы, дается сигнал на включение высокого напряжения.

Кнопками S5 и S6 включаются манипуляторы, дающие разрешение на открытие электромагнитного клапана ЭМ7. С началом движения конвейера клапан включает подачу порошка на

Рис. 12. Защитный кожух для датчика-реле ДПН-100, ДН, ДТ:

1 — датчик-реле; 2 — защитный кожух; 3 — импульсные трубки; 4 — сальник; 5 — кабель.



распылители. Порошок, не осевший на изделие, с помощью вентиляции поступает в рукавный фильтр и собирается в нижней части бункера. Периодически по команде реле времени включаются шлюзовые питатели *МЗ* и *М14*, привод сита *М2* и электромагнит *ЭМ8*; порошок, пройдя сито, возвращается обратно в питатель. При централизованной подаче порошка уровнемер *26* может давать сигнал на пополнение питателя порошком, при ее отсутствии — звуковой и световой сигнал об окончании дозы порошка.

При замыкании контакта «много» датчика тяги *1а*, что означает чрезмерное загрязнение рукавов, дается сигнал на включение программатора ПЭИ-25, а при замыкании контакта «мало» и размыкании контакта «норма» — на отключение вентиляции, а следовательно, и всей установки вследствие прорыва рукавов фильтра.

Имеется возможность индивидуального включения шлюзовых питателей; сита и программатора кнопками *S2—S4*, *S7*.

Установки для ручного нанесения порошковой краски по конструкции аналогичны автоматическим. В них может быть большее число секций фильтра из-за увеличенного проема камеры окраски, и манипуляторы с автоматическими распылителями заменяются ручным распылителем. Управление подачей порошка в таком распылителе производится нажатием на встроенный в него микровыключатель, который замыкает контакт в цепи электропневматического клапана, установленного на линии подачи сжатого воздуха. Высоковольтный кабель, вводимый в распылитель, имеет, кроме жилы высокого напряжения, две контрольные жилы, подключаемые к микровыключателю (кабель КВПЭВ-70-2К).

ГЛАВА 3

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СУШКИ

Сушильные установки, применяемые для сушки лакокрасочных покрытий, классифицируют следующим образом:

по принципу действия — непрерывные и периодические;

по виду теплоносителя — электрические, паровые, газовые; по принципу передачи теплоты — конвективные, терморрадиационные, терморрадиационно-конвективные;

по назначению — для сушки от влаги, для сушки лакокрасочных покрытий, для оплавления и формирования порошковых покрытий.

При разработке схем автоматизации и управления сушильных установок необходимо иметь в виду, что все растворители лакокрасочных покрытий огнеопасны; температура самовоспламенения уайт-спирита 338 °С, скипидара 252 °С, ксилола 553 °С и т. д. Они не только легко загораются, но и могут взрываться в смеси с воздухом при создании взрывоопасной концентрации. Поэтому крайне важно, чтобы установки имели хорошую вентиляцию, обеспечивающую соответствующий воздухообмен для исключения создания взрывоопасных концентраций внутри установок и выхода воздуха из них в помещение. Экспериментальные работы показали, что покрытия теряют в массе в процессе сушки 10—30%. В сушильной установке за 1 мин может улетучиться максимально до 240 г на 1 м³ пространства, и достаточно иметь восьмикратный обмен воздуха для создания пожаро- и взрывобезопасной концентрации паров растворителей.

Для обеспечения взрывобезопасности сушильной установки нужно, чтобы содержание паров растворителя было в 5 раз меньше нижнего предела взрываемости растворителя. При расчете количества свежего воздуха, которое необходимо подавать в сушильную установку, необходимо вводить коэффициент K , учитывающий неравномерность испарения растворителя и температуру сушки.

Если через проемы в камеру поступает недостаточное количество свежего воздуха, то необходимо подавать принудительно дополнительное количество воздуха.

Расчеты показывают, что в среднем при соблюдении коэффициентов запаса K концентрация паров растворителей в рабочем пространстве сушильной установки не превышает 4—6 г/м³. Ниже для сравнения приведены значения НПВ (г/м³) некоторых растворителей:

Уайт-спирит	37
Ксилол	39
Сольвент каменноугольный	58

Следовательно, эксплуатация сушильных установок в нормальном рабочем режиме совершенно безопасна при оборудовании их соответствующими вытяжными вентиляционными системами. Кроме того, во избежание возникновения пожара и взрыва при проектировании должны предусматриваться, а при эксплуатации выполняться следующие требования к исполнению электрооборудования и оснащению установок устройствами автоматизации и управления.

Для сушильных установок электродвигатели должны иметь исполнение не менее IP44 по ГОСТ 14254—80, например серии АО, АО2, 4АА. Однако на практике обычно применяются взрывозащищенные электродвигатели, которые поставляются комплектно с используемыми в сушильных установках искробезопасными вентиляторами.

Электронагреватели следует применять в закрытом исполнении; используются трубчатые электронагреватели типа ТЭН, НВС, НВСЖ и т. п. при условии предотвращения попадания на них капель лакокрасочных материалов с окрашенных изделий и расположения их токонесущих частей вне рабочих пространств камер.

Все электрические соединения должны отвечать следующим требованиям:

- неразъемные соединения шин выполняются сваркой или опрессовкой;

- болтовые соединения должны быть надежными и снабжены приспособлениями, не допускающими самоотвинчивания;

- температура токопроводов и частей выводов аппаратов в зависимости от вида растворителя не должна превышать 120—300 °С (см. табл. 5, стр. 80);

- не допускается электрообогрев сушильных камер открытыми спиралями и наличие внутри камер оголенных проводов и электроконтактов;

- все части, находящиеся под напряжением (подвод электропитания, шины и т. п.), заключаются в уплотненные кожухи, которые можно открыть только специальными ключами при снятом напряжении (исполнение кожуха — не менее IP44);

- отверстия в стенках камер для прохода шпилек электронагревателей выполняются с уплотнениями для предотвращения попадания паров растворителей в шинные коробки;

- вся электропроводка сушильных камер выполняется в соответствии с действующими ПУЭ, вводы кабелей осуществляются с помощью специальных сальников, предназначенных для взрывоопасных установок.

Электрооборудование и металлоконструкции должны быть надежно заземлены.

Все пусковые устройства располагаются вне камер: местная аппаратура, устанавливаемая на камерах (кнопки управления, ключи управления, сигнальная аппаратура и т. п.), в соответствии с ПУЭ для зон класса В-Іб имеет степень защиты IP44 по ГОСТ 14254—80 (см. также гл. 6). Остальные устройства управления и приборы регулирования процессов сушки выносятся на щиты и пульты, устанавливаемые в специальных электрощитовых помещениях.

Сушильные установки на конвейерных линиях следует располагать таким образом, чтобы расстояние от них до окрасочных установок составляло 1,5—3 м (в зависимости от вида окраски); при этом боковые стенки расположенных между ними

тамбуров не должны доходить до сушильных камер на 0,5—0,7 м.

Устройства автоматизации и управления. При построении схем автоматизации и управления сушильных установок (после окраски) для обеспечения их безопасной и надежной эксплуатации нужно учитывать следующее.

Установки сушики должны быть оборудованы устройствами автоматического пожаротушения. Поэтому обязательна блокировка работы всех вентиляторов с пожаротушением таким образом, чтобы при возникновении пожара в камере сушики вентиляторы отключались.

Необходима блокировка, обеспечивающая возможность подачи теплоносителя только при работающей вентиляции установки. Целесообразно наличие активного контроля работы вентиляции методом замера напора в нагнетательных воздуховодах вентиляторов или перепада напора до и после вентилятора. Указанные замеры могут быть выполнены с помощью датчиков-реле перепада напора ДПН-100. Однако исполнение этих датчиков не позволяет применять их во взрывоопасных зонах класса В-1б, к которым, как правило, относятся сушильные установки. Поэтому датчики необходимо применять в сочетании с реле с искробезопасными входами РИ-2, ИКС-2Н, УКС-1, или же заключать их в пыленепроницаемый кожух со степенью защиты оболочки IP54 (ГОСТ 14254—80) по типу изображенного на рис. 12.

Необходим контроль концентрации паров растворителей внутри установки; она не должна превышать 50% НПВ. Для этой цели могут быть применены сигнализаторы дозврывоопасных концентраций типа СВК-ЗМ1-У4, СТХ-ЗУ4 со шкалой от 5 до 50% НПВ. По достижении предельных значений концентрации теплоноситель должен быть отключен, конвейер, подающий изделия на сушку, остановлен.

В установках периодического действия или тупиковых целесообразно автоматическое включение аварийной вентиляции и открытие дверей. В некоторых случаях при повышении концентрации для быстрого ее снижения рекомендуется открывать заслонку на выхлопном воздуховоде рециркуляционного вентилятора.

Отбор паровоздушной смеси из сушильной установки к датчику сигнализатора СВК должен производиться в местах наиболее интенсивного выделения паров растворителя с поверхности окрашенного изделия, т. е. в первой трети длины установки по ходу конвейера на высоте 200—300 мм от дна установки. При этом общая длина отборной трубки к датчику СВК должна быть не более 0,5 м, так как при длине ее более 0,5 м значительно увеличивается запаздывание срабатывания сигнализатора.

Должен быть предусмотрен контроль давления сжатого воздуха, подаваемого к датчику сигнализатора дозврывоопас-

ных концентраций СВК, необходимый для надежной работы датчика.

Для контроля давления может быть применен показывающий электроконтактный манометр во взрывозащищенном исполнении типа ВЭ-16рб. Его контакты используются для блокировки в цепях управления подачей теплоносителя таким образом, чтобы подача теплоносителя могла быть включена только при заданном давлении сжатого воздуха. К блоку датчика подводится сжатый воздух давлением 200—600 кПа (2—6 кгс/см²).

СУШКА С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ОБОГРЕВОМ

Сушильные установки с электрическим обогревом состоят из несущего каркаса, к которому крепятся теплоизоляционные панели, системы внутренних воздухопроводов, встроенных блоков вентиляторов с электродвигателями, электрических калориферов; в сушильных установках с терморадацией дополнительно монтируются блоки электронагревателей.

Электрокалориферы выполняются встроенными и крепятся на поворотных кронштейнах для обеспечения доступа к электронагревателям и возможности их смены снаружи установки. Электронагреватели калорифера выбираются, как правило, на напряжение 220 В и соединяются или параллельно по схеме «двойная звезда», или параллельно-последовательно по схеме «двойной треугольник». В последнем случае в каждой ветви треугольника должно быть по два соединенных последовательно нагревателя.

При подключении «треугольника» к сети напряжением 380 В на каждом из нагревателей будет напряжение, пониженное по отношению к номинальному, — 190 В. Это приведет к понижению температуры на поверхности нагревателей. Такая схема соединений применяется для уменьшения мощности калорифера при сушке изделий, имеющих лакокрасочное покрытие с низкими температурами самовоспламенения паров растворителей. Иногда не удастся подобрать нагреватели с нужными техническими характеристиками на напряжение 220 В и возникает необходимость в применении нагревателей на 110 В. Тогда их приходится соединять по два последовательно в каждой ветви и подключать эти пары по схеме «звезда» с питанием от сети 380/220 В.

Соединение нагревателей по той или иной схеме выполняется с помощью специальных пластин (шин), подключаемых к выходным концам шпилек нагревателей и имеющих контакты для подвода внешних проводов.

Подвод питания к электрокалориферам осуществляется теплостойким проводом, например марки ПСУ-155, ПСУ-180, проложенным в металлорукаве от клеммных коробок, установленных на камере.

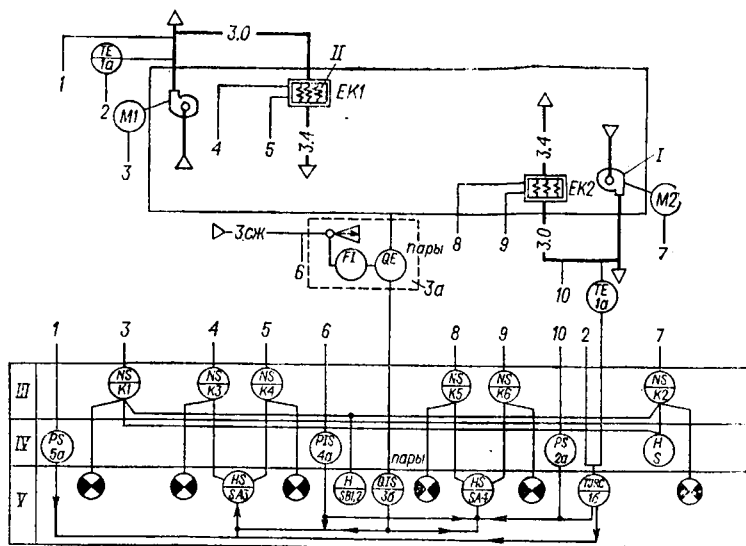


Рис. 13. Схема автоматизации сушильной установки с электрообогревом для сушки лакокрасочных покрытий:

I—вентилятор; II—электрокалорифер; III—щит силовой; IV—местные приборы; V—щит управления и контроля.

На рис. 13 изображена функциональная схема автоматизации, а на рис. 14 — электрическая принципиальная схема управления конвективной сушильной установкой непрерывного действия с электрообогревом.

Управление установкой производится со щита управления и контроля, расположенного в специальном помещении.

Включение установки начинается с пуска вентиляторов *M1*, *M2* кнопкой *SB1,2*. В течение нескольких минут вентиляторы проветривают внутренний объем камеры (выдержка времени с помощью реле *KT*), после чего подключаются электрокалориферы. При этом в цепях магнитных пускателей *KM3* и *KM4* заложены блокировки: с работой вентиляторов — замкнуты контакты реле *KV8* (или *KV9*) — повторителей датчиков перепада напора *2a*, *5a* ДПН-100; с отсутствием аварийной концентрации паров растворителей, неисправности прибора СВК и с наличием оптимального давления сжатого воздуха, подаваемого на датчик СВК, — замкнуты контакты реле *KV4*.

Если рукоятки избирателей управления *SA3* (или *SA4*) находятся в положении «регулируемые», в схему подключены контакты реле регулирования температуры *KP1*.

Температура воздуха регулируется с помощью многоточечного автоматического потенциометра *16* типа КСП4 в комплекте с термоэлектрическими преобразователями *1a* типа ТХК0515, установленными в нагнетательных воздуховодах, путем отключения 50% мощности каждого электрокалорифера.

Регулирование происходит следующим образом. При температуре воздуха ниже заданной контакты «минимум» регулирующего устройства потенциометра 16 замыкаются, реле КР1 блока регулирующих реле БР102 получает питание, и его разомкнутые контакты замыкаются в цепях пускателей КМ3 (или КМ4). По достижении заданной температуры реле КР1 обесточивается, его контакты в цепях магнитных пускателей КМ3, КМ4 размыкаются, электронагреватели отключаются.

Избиратели SA3 (или SA4) в цепях магнитных пускателей групп Н1 и Н2 электрокалорифера ЭК1 (или ЭК2) дают воз-

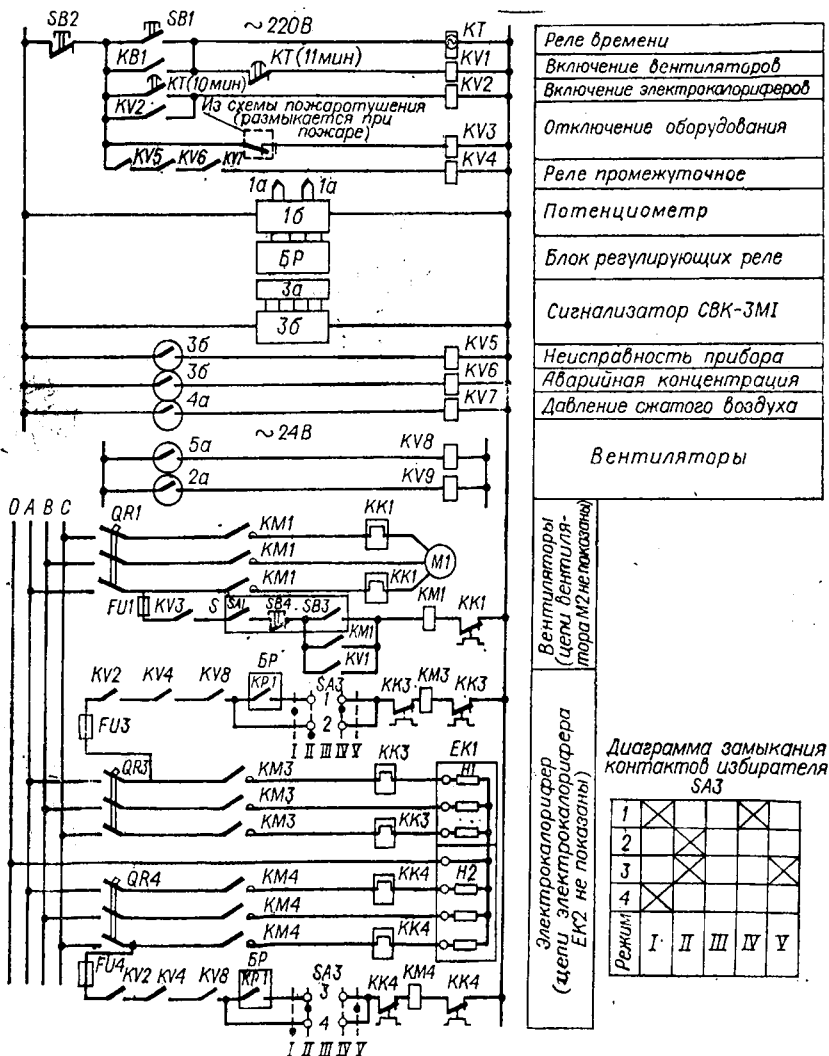


Рис. 14. Принципиальная электрическая схема сушильной установки с электрообогревом для сушки лакокрасочных покрытий.

возможность в широких пределах изменять величину постоянно включенной и регулируемой частей мощности установки, а также при необходимости отключать часть электронагревателей калорифера.

В зависимости от положения рукоятки избирателя управления (I—V) каждая из групп может быть подключена на разные варианты:

- I — замкнуты контакты 1 и 4 — группа электронагревателей *H2* (пускатель *KM4*) включена постоянно, группа электронагревателей *H1* (пускатель *KM3*) является регулируемой;
- II — замкнуты контакты 2 и 3 — *H1* включена постоянно, *H2* — регулируемая;
- III — все контакты 1—4 разомкнуты, *H1* и *H2* отключены;
- IV — замкнуты контакты 1, *H1* — регулируемые, *H2* — отключены;
- V — замкнуты контакты 3, *H1* — отключены, *H2* — регулируемые.

Температура, а также время сушки зависят от вида лакокрасочного материала и определяются действующими нормативными материалами; тепловая мощность, необходимая для сушки, зависит от габаритов и металлоемкости изделия и определяется при выполнении технологических расчетов установки.

В сушильных установках непрерывного действия, как правило, не требуется частого изменения заданий по регулируемой температуре, а время сушки определяется конструкцией установки и скоростью транспортного устройства.

При сушке небольшого числа изделий с разными покрытиями и разной массой применяются сушильные установки периодического действия, разновидностью которых являются сушильные шкафы, предназначенные для сушки малогабаритных изделий. В таких установках возникает необходимость довольно частого изменения температурного и временного режимов сушки.

На рис. 15 представлена часть электрической схемы управления сушильной установкой периодического действия, показывающая возможность оперативного изменения параметров режима сушки. На установке или вблизи нее предусматриваются избиратели режимов *SA1* и *SA2*, например серии УП5400. Избиратель *SA1* задает время сушки (замыкаются контакты реле времени КТ, имеющие разную настройку по времени), по истечении которого нагреватели отключаются и раздается звуковой сигнал об окончании сушки.

Избиратель *SA2* подключает в цепи магнитных пускателей электрокалорифера контакты выходных реле *KP1*, *KP2*, *KP3* блока регулирующих реле разных каналов регулирования потенциометра 16, настроенные заранее на требуемые температуры.

Этот же принцип последовательного подключения каналов регулирования с различными заданиями может быть исполь-

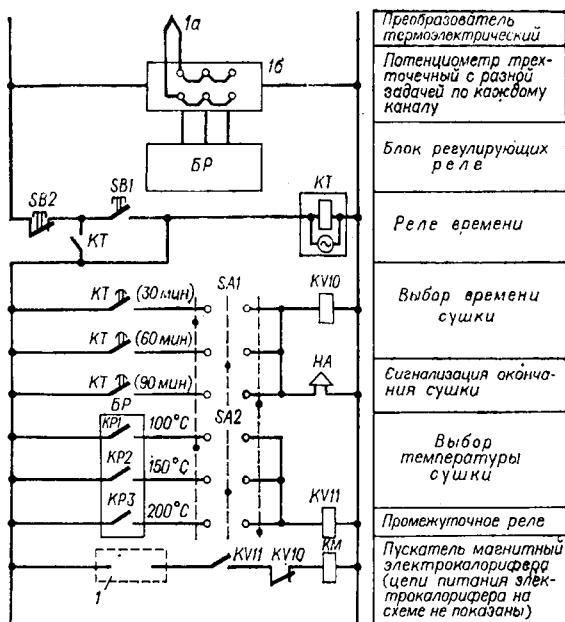


Рис. 15. Принципиальная электрическая схема задания времени и температуры сушки:
1 — контакты технологических блокировок.

зован при необходимости сушки по определенной программе, что требуется, например, для бакелитового лака. В этом случае переключение каналов может производиться автоматически с помощью командного прибора КЭП-12У или многоцепного реле времени типа ВС-10.

В подобных сушильных установках с целью экономии тепла по истечении некоторого времени с момента начала сушки, после того как закончится выделение основной части растворителя, целесообразно уменьшить выброс горячего воздуха путем отключения части вытяжных вентиляторов или частичного закрытия заслонки на выхлопном воздуховоде.

Периодически работающие установки могут оснащаться специальными аварийными вентиляторами или в качестве их могут использоваться вентиляторы, работающие кратковременно в момент наиболее интенсивного выделения растворителя. В этом случае такие вентиляторы, как и аварийные, должны иметь второй источник питания и подключаться к нему автоматически или вручную при исчезновении основного питания, а также по сигналу СВК.

При конвективной сушке толстостенных изделий необходимо учитывать, что температура на их поверхности может существенно отличаться от температуры воздуха в установке из-за значительного запаздывания. Эта разница в температурах

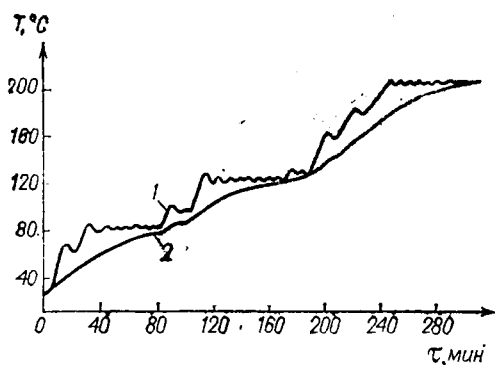


Рис. 16. Диаграммы изменения температуры воздуха при программной сушке бакелитового лака:

1 — в нагнетательном воздуховоде; 2 — внутри изделия.

особенно возрастает при сушке внутренних окрашенных поверхностей изделий.

На рис. 16 приведены кривые изменения температуры воздуха в рециркуляционном центре сушильной установки (кривая 1) и воздуха внутри толстостенного изделия, покрытого бакелитовым лаком (кривая 2), при программной сушке в установке с электрообогревом, полученные в процессе наладки. В качестве регулирующего прибора использовали 12-точечный автоматический самопишущий потенциометр КСП4 с разными задачами по каждому каналу. В соответствии со схемой управления термоэлектрический преобразователь, измеряющий температуру воздуха в установке, подключали параллельно на вход 11 каналов потенциометра, задатчики которых установлены на температуру от 60 до 210 °C с интервалом 15—20 °C. Каждый из каналов поочередно подключался к цепям управления регулируемой части электрокалорифера через 20—40 мин с помощью многоцепного программного реле времени ВС-10. Второй термоэлектрический преобразователь без чехла вводили внутрь изделия через специальную центрирующую втулку. Изделие на технологической тележке помещали в сушильную установку.

Процесс сушки начинался после закрывания дверей установки и включения вентиляции и электрокалориферов.

Сравнение кривых 1 и 2 позволяет сделать вывод, что, несмотря на скачкообразное изменение заданий и ступенчатое изменение температуры воздуха в воздуховоде, температура внутри изделия из-за инерционности системы меняется достаточно плавно. Описанная выше схема регулирования позволила после уточнения в процессе наладки выдержек времени и заданий по каждому каналу прибора получить температурный режим в полном соответствии с требованиями ГОСТ на сушку бакелитового лака и оказалась простой при настройке и надежной в работе.

В терморadiационно-конвективных установках с электрическим обогревом электронагреватели терморadiационной части в соответствии с требованиями технологии разбивают на несколько групп по длине и высоте установки и конструктивно объединяют в блоки нагревателей (ТЭНов), которые, в свою очередь, объединяют в группы по зонам регулирования.

Блоки ТЭНов можно при наладке перемещать в поперечном направлении на 120—150 мм, сохраняя требуемое расстояние до изделий при различной их ширине.

Подвод электропитания к блокам ТЭНов аналогичен подводу к электрокалориферам. ТЭНы, входящие в блоки, так же как в калориферах, делятся на две группы — постоянно включенные и регулируемые — и соединяются по аналогичным схемам.

Принцип терморadiaционной сушики основан на облучении изделий инфракрасными лучами, проникающими через слой лакокрасочного покрытия и нагревающими подложку — поверхность изделия. Поэтому самой правильной была бы система регулирования температуры по импульсам от датчиков температуры, установленных непосредственно на поверхности изделия. Однако автоматический контроль температуры поверхности движущегося изделия в производственных условиях весьма затруднителен. Как правило, применяется система регулирования, включающая узел замера температуры, состоящий из поверхностного термоэлектрического преобразователя ТХК1489, закрепленного на пластине (шине), которая устанавливается вблизи изделия или в зоне излучения ТЭНов, и автоматический потенциометр КСП4 (как правило, общий с конвективной частью), вынесенный на щит управления и контроля. Пластины (шины) конструктивно выполнены таким образом, что имеется возможность их перестановки в процессе наладки в пределах зон регулирования температуры. Опыт показал, что указанная система регулирования обеспечивает необходимый технологический режим сушики в терморadiaционно-конвективных установках.

При остановке конвейера для обеспечения безопасности и исключения брака ТЭНы терморadiaционной части необходимо отключать.

Конструкция сушильных установок при получении порошковых покрытий различается в зависимости от того, наносится ли порошок на холодное или предварительно разогретое изделие. В первом случае на входе сушильной установки устанавливают электронагреватели терморadiaционной части для оплавления порошка, а далее располагается зона интенсивной обдувки изделий горячим воздухом. При нанесении порошка на пористую поверхность необходим предварительный прогрев изделия с целью удаления из пор газа. Порошок наносится на горячее изделие, что способствует его прилипанию, исключает опасность сдува порошка в сушильной установке и позволяет сочетать радиацию с конвекцией в начальной стадии сушики.

Системы управления, регулирования и контроля аналогичны описанным для терморadiaционно-конвективных установок с электрообогревом, отличием является отсутствие в этих установках системы контроля концентрации паров растворителя.

СУШКА С ПАРОВЫМ ОБОГРЕВОМ

Конвективные сушильные установки с паровым обогревом по конструкции аналогичны установкам с электрообогревом. Вместо электрокалориферов в них устанавливаются паровые или водяные калориферы.

С целью наиболее рациональной разводки воздуха и уменьшения теплотерь, а также исключения необходимости теплоизолировать часть воздухопроводов и паропроводов калориферы монтируются внутри камер сушки.

По общим требованиям, предъявляемым к сушильным установкам, к системам управления вентиляцией и контроля концентрации паров растворителей, паровые сушильные установки аналогичны электрическим.

Схема автоматизации сушильной установки с паровым обогревом показана на рис. 17. Для регулирования температуры используются регуляторы температуры прямого действия 1а,б, 2а,б типа РТ, установленные на линиях подачи пара к калориферам.

Контроль температуры может выполняться установленными на камере сушки манометрическими термометрами 3а,б, 4а,б

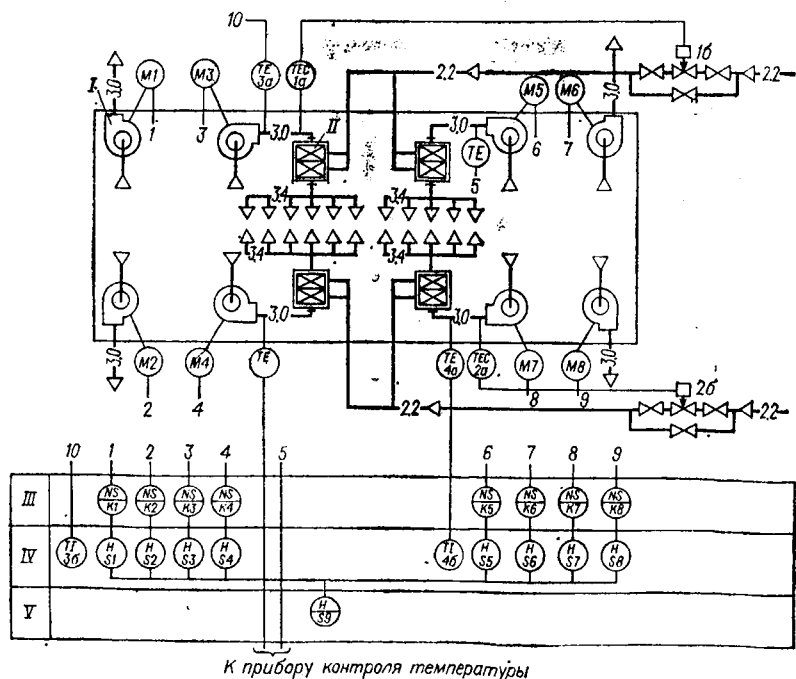


Рис. 17. Схема автоматизации сушильной установки с паровым обогревом:

I—вентилятор; II—калорифер паровой (водяной); III—щит силовой; IV—приборы местные; V—щит управления окрасочной линии. Необходимость и тип прибора контроля температуры определяются в проекте окрасочной линии.

типов ТПГ, ТПЖ или милливольтметрами в комплекте с термоэлектрическими преобразователями. Датчики указанных приборов располагаются в воздуховодах камеры.

При необходимости записи показаний температуры вместо милливольтметров могут применяться автоматические потенциометры, которые должны устанавливаться вне взрывоопасных зон — в специальных щитовых помещениях.

Показатели работы калориферов — давление и расход пара, поступающего в калориферную установку. Как правило, указанные приборы размещаются на паропроводе, подводимом к цеху.

Для выполнения блокировок подачи теплоносителя — пара к калориферам с работой вентиляции и отсутствием аварийной концентрации паров растворителей могут использоваться вентили с электромагнитным приводом, например 15кч8776рСВВ, при условии их монтажа за пределами взрывоопасных зон, или — при невозможности выполнить данное требование — клапаны с пневмоприводом, управляемые с помощью электропневматического клапана ЭПКД-ВЗГ.

Вентиляция включается кнопкой S9 со щита управления окрасочной линией, для тупиковых установок — кнопкой управления, монтируемой вблизи камеры.

Относительная простота установок с паровым обогревом: позволяет разрабатывать их в исполнении, пригодном для эксплуатации во взрывоопасных зонах класса В-1а.

СУШКА С ГАЗОВЫМ ОБОГРЕВОМ

В окрасочных цехах используются конвективные сушильные установки с газовым обогревом с выносной топкой и комбинированные — терморадияционно-конвективные.

По конструкции конвективные установки аналогичны ранее описанным установкам с электрическим и паровым обогревом.

Рециркуляционные вентиляторы сушильной установки производят освежение воздуха, насыщенного парами растворителей, за счет поступления газовойдушной смеси из топки и подсоса чистого воздуха из цеха через транспортные проемы камеры сушки. Загрязненная газовойдушная смесь выбрасывается в атмосферу вентиляторами воздушных завес.

Для сжигания природного газа служат газовые топки, оборудованные инжекционными горелками среднего или низкого давления. Топка устанавливается в отдельном помещении за пределами окрасочного цеха.

Система подачи и сжигания газа в топке состоит из горелок, газопроводов с запорной арматурой, регулирующих дроссельных заслонок с электрическим исполнительным механизмом, продувочного газопровода и газопровода безопасности, ручного переносного запальника, комплекта приборов для контроля

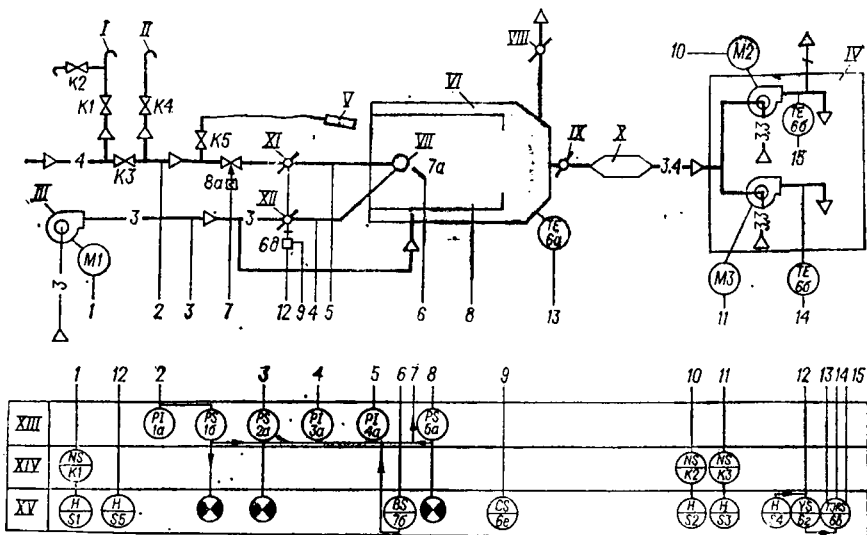


Рис. 18. Схема автоматизации сушильной установки с одногорелочной газовой топкой низкого давления:

I—свеча продувки; II—свеча безопасности; III—вентилятор; IV—сушильная установка; V—запальник; VI—топка; VII—горелка; VIII—дрессель-клапан линии продувки топки; IX—дрессель-клапан линии теплоносителя; X—огнепреградитель; XI—заслонка ЗМС; XII—заслонка ПРЗ; XIII—дриборы местные; XIV—щит силовой; XV—щит управления и контроля.

давления газа и воздуха, разрежения в топке и других приборов.

В топках с горелками низкого давления для подачи воздуха, необходимого для сжигания газа, служит центробежный вентилятор высокого давления, находящийся непосредственно у топки. Этим же вентилятором цеховой воздух подается в смесительную камеру топки.

Устройства автоматизации и управления установок с газовым обогревом должны полностью отвечать всем общим требованиям, предъявляемым к сушильным установкам для сушки лакокрасочных покрытий. Кроме того, при использовании сушильных установок с газовым обогревом необходимо руководствоваться требованиями «Правил безопасности в газовом хозяйстве» [7].

На рис. 18 представлена схема автоматизации сушильной установки с одногорелочной газовой топкой низкого давления. На схеме не показаны устройства автоматики сушильной камеры, они аналогичны установке с электрообогревом.

Перед розжигом топки производится продувка газопровода (закрывается кран на свече безопасности K4 и открывается кран K1); окончание продувки определяется проверкой пробы газа, отбираемой через кран K2. Далее кнопками S1, S2, S3 включаются дутьевой вентилятор топки и вентиляторы сушиль-

ной установки. По окончании проветривания топки и сушильной установки открываются краны *K3* и *K5*, поджигается газ на ручном запальнике и кнопкой *S5* открывается клапан с электромагнитным приводом *8а*. Открытие клапана возможно только при соблюдении следующих условий:

номинальное давление газа в магистрали (датчик напора *1б*);

номинальный напор дутьевого вентилятора (датчик напора *2а*);

номинальное разрежение в топке (датчик тяги *5а*);

концентрация паров растворителя в сушильной установке ниже 50% НПВ.

После поджига основной горелки в цепь питания электромагнитного клапана подключается также контакт прибора контроля пламени *7б*, который в случае исчезновения пламени размыкает цепь электропитания катушки электромагнитного клапана *8а*. После розжига основной горелки дроссель-клапан *VIII* закрывается, дроссель-клапан *IX* открывается, начинается разогрев сушильной установки.

Температура в сушильной установке регулируется с помощью многоточечного автоматического потенциометра *6в*, на вход которого подключаются термоэлектрические преобразователи *6б*, установленные в рециркуляционных центрах сушильной установки; при этом один из них является регулирующим, а остальные — контролирующими. При отклонении температуры от нормы дается сигнал, который через импульсный прерыватель *6г* СИП-01 поступает на электрический исполнительный механизм *6д*, сочлененный с заслонками, установленными на линиях подачи газа и воздуха к горелке; в нужную сторону изменяется их расход. Назначение термоэлектрического преобразователя *6а* — контроль температуры теплоносителя на выходе из топки. При подъеме этой температуры выше 350—400 °С подача газа принудительно снижается до минимума и включается аварийный сигнал.

На щите управления расположены дистанционный указатель положения заслонок *6е* и кнопка *S4* для опробования исполнительного механизма.

Терморadiационные сушильные установки с газовым обогревом состоят из туннеля, включающего излучающие и промежуточные секции, входного и выходного тамбуров; системы конвективного теплообмена.

Панель инфракрасного излучения представляет собой пустотелую коробку, в нижней части которой расположена горелочная камера. Горелочная камера оборудована инжекционной горелкой для сжигания природного газа, устройствами для автоматического зажигания газа и контроля наличия пламени. Продукты сгорания газа, протягиваясь рециркуляционными вентиляторами между стенками панели инфракрасного излуче-

ния, отдают часть теплоты внутренним излучающим поверхностям и поступают во внутренний объем туннеля на конвекцию.

Существуют конструкции, в которых панельные горелки заменены одной встроенной газовой топкой.

Устройства автоматики безопасности, управления и регулирования аналогичны описанным выше для топки.

В отличие от конвективных в терморадационных сушильных установках предусматривается регулирование температуры поверхности панели инфракрасного излучения. Термоэлектрические преобразователи, работающие с многоточечным автоматическим потенциометром, крепятся на поверхности панели, в остальном система регулирования аналогична описанной выше для конвективных установок.

Терморадационные сушильные установки с газовым обогревом нашли ограниченное применение в окрасочных цехах, так как их можно устанавливать только вне взрывоопасных зон из-за наличия открытого пламени (горелочные и запальниковые устройства).

ГЛАВА 4

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В связи с огромным вниманием, уделяемым в нашей стране охране окружающей среды, большое значение приобретает очистка выбросов от окрасочно-сушильного оборудования, утилизация отходов или уменьшение их количества. При получении лакокрасочных покрытий этому служат: улавливание порошковых красок; ультрафильтрация моющих растворов при подготовке поверхности и водорастворимых красок при окраске методом электроосаждения; утилизация паров растворителей, удаляемых с воздухом при сушке и окраске струйным обливом или окунанием, а также коагуляция лакокрасочных материалов, попадающих в воду при пневмоокраске или при окраске электроосаждением.

Требования к воздуху, выбрасываемому от установок окраски пневмораспылением, становятся все более жесткими, поэтому в настоящее время у нас в стране и за рубежом ведутся поиски более эффективных способов его очистки. Степень очистки воздуха в гидрофилтрах типа «ротоклон» составляет 98%, а в последних конструкциях зарубежных фирм достигается степень очистки $99,5 \div 99,9\%$, что позволяет в несколько раз уменьшить содержание загрязнений в выбросах. Принцип действия подобных установок основан на интенсивном смешивании загрязненного воздуха с водой при движении его с большой скоростью (более 30 м/с) и последующем резком ее снижении. В результате интенсивного выпадения из воздуха красочно-водяной пыли происходит эффективная его очистка.

Рис. 19. Рукавный фильтр ФРКИ-30ВР:

1—корпус; 2—клапанная секция; 3—фильтрующая секция; 4—задающее устройство; 5—выгрузное устройство; 6—взрывной клапан.

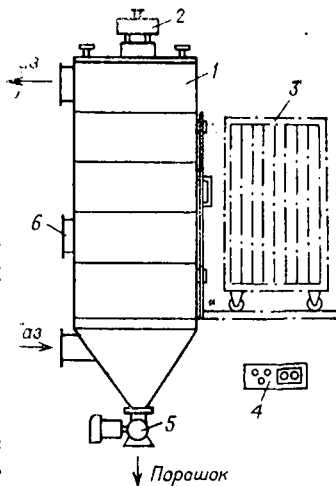
Прогрессивной технологической схемой, обеспечивающей экономию воды и уменьшение количества стоков, является каскадное использование промывных вод в агрегатах подготовки поверхности, где вода из ванны второй промывки поступает в ванну первой промывки, а оттуда — на промывку автоматического фильтра зоны обезжиривания.

В некоторых случаях при окраске крупногабаритных изделий (по высоте) с целью уменьшения количества выбрасываемого воздуха, загрязненного красочной пылью и парами растворителей, и обеспечения отсоса загрязненного воздуха непосредственно от места окраски предусматривается дополнительный гидроэкран, состоящий из ряда вертикально установленных поворотных заслонок. Заслонки под воздействием специального копира могут отклоняться, открывая при этом проход загрязненному воздуху в очистной канал гидрофильтра. Копир в свою очередь связан с подъемной площадкой для маляра таким образом, что открытой оказывается заслонка, расположенная напротив подъемной площадки, т. е. обеспечивается отсос только воздуха, загрязненного окрасочным туманом.

Другим вариантом, позволяющим существенно уменьшить количество выбрасываемого воздуха и находящейся в обороте воды, а также снизить энергозатраты при окраске крупногабаритных изделий (по длине), является способ поочередного подключения вентиляторов, осуществляющих вытяжку только из зоны окраски. Сигнал на их включение может быть получен от датчиков, контролирующих положение передвижной площадки при работе маляра с нее.

Если окраска ведется на напольной решетке, датчики местонахождения рабочего и соответственно зоны окраски могут располагаться под решеткой, отдельные секции которой делаются подпружиненными и передают на датчики воздействие от веса человека. Аналогичным образом можно осуществить подачу в нужную зону воды на гидрофильтр.

На рис. 19 показан фильтр ФРКИ-30ВР, предназначенный для улавливания порошковой краски из аспирационного воздуха после камеры окраски. Конструкция фильтра позволяет применять его для очистки взрывоопасных аэрозвесей порошковой краски. Степень очистки воздуха составляет 99,8%.



Фильтр-рекуператор представляет собой аппарат коробчатой формы с камерой чистого газа, расположенной в верхней части корпуса, и раздающей камерой запыленного газа, в которой находится фильтровальная секция. Камеры чистого и запыленного газа разделены рукавной плитой. Основные части фильтра: корпус, клапанная секция, фильтрующая секция, выгрузное устройство, задающее устройство.

В сварном корпусе предусмотрен взрывной клапан, а также дверь, предназначенная для выкатывания фильтрующей секции.

Клапанная секция служит для регенерации рукавов импульсом сжатого воздуха. Она состоит из ресивера и клапанов, управляемых электромагнитами, которые смонтированы в герметичной коробке.

Фильтрующая секция представляет собой каркас, в верхней части которого смонтирована рукавная плита. К ней крепятся фильтрующие рукава, надетые на проволочные каркасы. Для предотвращения искрения от статического электричества каркасы рукавов и каркас фильтрующей секции соединены гибкими перемычками с корпусом.

Рукавная плита разделяет пространство в фильтре на две камеры: «чистого» и «грязного» газа.

Для непрерывной выгрузки порошка на бункере установлен шлюзовый питатель.

Задающее устройство предназначено для формирования импульсов, управляющих работой клапанной секции. В качестве задающего устройства в данном фильтре используется программатор электрических импульсов ПЭИ-25.

Фильтр работает следующим образом. Запыленный газ поступает в бункерную часть и далее в межрукавное пространство. Крупные частицы порошка выпадают в бункере, не попадая на ткань рукавов. Мелкие частицы, увлекаемые потоком газа, направляются к рукавам и задерживаются на наружной стенке. Очищенный газ, пройдя рукава, направляется в камеру, очищенного газа и через выходной патрубок выводится из аппарата.

Регенерация запыленных рукавов осуществляется импульсами сжатого воздуха. При регенерации струи сжатого воздуха, выходящие из отверстий раздающих труб, и увлекаемый ими очищенный газ создают внутри рукава повышенное давление. Ткань рукавов раздувается, деформируя слой пыли. Порошок, отряхиваемый с рукавов, осыпается в бункер и через выгрузное устройство удаляется из аппарата. Периодичность регенерации зависит от входной запыленности. Продолжительность импульса 0,1—0,2 с. За счет непрерывности процессов фильтрования и интенсивности регенерации рукавов достигается высокая пропускная способность фильтра.

Как уже говорилось выше, весьма эффективны для защиты окружающей среды установки ультрафильтрации.

Сущность процесса ультрафильтрации в том, что подлежа-

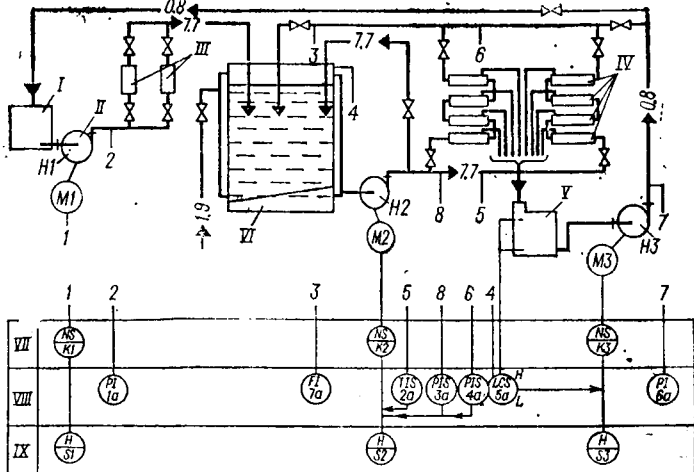


Рис. 20. Схема автоматизации установки ультраfiltrации обезжиривающего раствора: I—ванна обезжиривания; II—насос; III—магнитосетчатый фильтр; IV—ультрафильтрующие элементы; V—бак ультраfiltrата; VI—расходная емкость; VII—силовой щит; VIII—местные приборы; IX—пост управления.

щая разделению жидкая среда пропускается над мембранами с определенной скоростью и под определенным давлением. При этом молекулы и ионы, размеры которых меньше размера пор мембраны, проходят через мембрану и отводятся, а более крупные молекулы, ионы и их ассоциаты остаются в фильтрующей среде. Таким образом, в установках ультраfiltrации моющих растворов последние очищаются от масел и могут повторно использоваться. Это экономит воду, предохраняет водоемы от загрязнения маслами и значительно сокращает количество сточных вод, содержащих масла и подлежащих обезжириванию огнем способом.

В установках окраски электроосаждением краска, удаляемая из ванны, уносится с промывными водами. После коагуляции краски в них содержится большое количество загрязнений. Эти воды необходимо сбрасывать в канализацию, а скоагулированную краску обезвоживать и уничтожать. Ультраfiltrация позволяет значительно снизить потери лакокрасочного материала, расход свежей воды на промывку, химикатов для очистки промывных вод, затраты на складирование шлама, а также упростить обслуживание ванны окраски и повысить стабильность свойств ЛКМ. Установки ультраfiltrации быстро окупаются, а их использование позволяет создать эффективный технологический процесс с замкнутой схемой, наиболее благоприятной с точки зрения защиты окружающей среды от загрязнений.

На рис. 20 приведена схема автоматизации установки ультраfiltrации моющих растворов. Через систему фильтров механической очистки раствор из ванны обезжиривания I пере-

качивается насосом *H1* в расходную емкость *VI*, откуда насосом *H2* подается на элементы *IV*, осуществляющие ультрафильтрацию. Ультрафильтрат стекает в бак *V*, а раствор возвращается в емкость *VI*. После заполнения бака *V* по сигналу уровнемера *5a* типа ЭРСУ-3 включается насос *H3*, перекачивающий ультрафильтрат в ванну обезжиривания. Отключается насос *H3* после откачки определенного количества ультрафильтрата также по сигналу уровнемера. Электраконтактные манометры *3a* и *4a* типа ЭКМ-1У отключают насос *H2* при засорении или прорыве ультрафильтрующих элементов. Так как последние выходят из строя при повышенной температуре, в схеме предусмотрен электроконтактный термометр *2a* типа ТКП-60, также отключающий насос *H2* в случае подачи чрезмерно нагретого раствора.

Проблема утилизации органических растворителей имеет исключительно важное значение как с экономической, так и с санитарно-гигиенической точки зрения. Содержание растворителей в паровоздушных смесях отходящих газов при обезжиривании, нанесении лакокрасочных материалов и сушке покрытий может составлять от 0,1 г до десятков граммов в 1 м³ воздуха.

Одним из традиционных путей сокращения расхода растворителей является их рекуперация, осуществляемая конденсационным, абсорбционным или адсорбционным методом. Правда, конденсационный метод, при котором пары проходят через холодильник, где происходит их конденсация, рентабелен только при содержании паров растворителя в воздухе ≥ 100 г/м³. Такое содержание при проведении окрасочных работ практически невозможно.

Метод абсорбции заключается в поглощении растворителей из паровоздушной смеси жидкими поглотителями с последующей ректификацией. Это дорогостоящий метод. Он нашел применение, например, для очистки газовых выбросов в производствах лакирования консервной тары эпоксидно-фенольными лаками, содержащими большое количество этилцеллозолява. Растворитель из паровоздушной смеси абсорбируется, затем экстрагируется с помощью промышленных фракций спиртов или органических кислот C_7-C_9 ; экстракт ректифицируется. При таком методе утилизации в составе рекуперированного продукта содержится 97—98% этилцеллозолява [8].

Газовые выбросы в производственном процессе практически отсутствуют:

Наиболее экономичен адсорбционный метод, при котором растворитель поглощается из паровоздушной смеси твердыми адсорбентами, например активным углем, с последующей десорбцией растворителя путем нагревания или пропускания водяных паров через насыщенные адсорбенты. Растворители отделяются от воды декантацией или ректификацией. Преимущества этого метода — сравнительно высокая емкость адсорбента по парам растворителя при низком его содержании в

паровоздушной смеси, высокая степень извлечения (к.п.д. установок достигает 70%), возможность улавливания большинства растворителей.

Для очистки воздуха от паров растворителя применяется также термический метод, при котором отводимые из камеры пары растворителя сжигаются. Однако предпочтительнее термокаталитический метод, позволяющий существенно снизить удельный расход теплоты, температуру окисления, а следовательно, исключить применение специальных конструкционных материалов и громоздкой теплоизоляции.

Проектным институтом НПО «Лакокраспокрытие» совместно с Институтом газа Академии наук СССР спроектирована установка для термокаталитической очистки от паров растворителей выбросов от сушильной установки линии дробеметной очистки и грунтования сортового и листового проката.

При сушке загрунтованного проката из сушильной установки удаляется 30—40 кг/ч растворителя, каталитическое окисление которого позволяет сократить потребность в энергии посредством использования теплоты, выделяющейся при окислении паров растворителей. Обезвреживание вентиляционных выбросов от сушильной установки осуществляется в термокаталитическом реакторе. Гранулированный алюмопалладиевый катализатор позволяет достичь степени очистки воздуха 97—99%.

Конструктивно реактор состоит из трубчатого теплообменника — воздухоподогревателя, установленного вертикально, с расположенным над ним контактным аппаратом (каталитической камерой). Выходной патрубок теплообменника соединяется с входным патрубком камеры воздухопроводом, внутри которого расположено газогорелочное устройство для подогрева выходящих из теплообменника предварительно нагретых газов до температуры начала реакции каталитического окисления (320—350°C). Схема автоматизации установки термокаталитического дожигания паров растворителей представлена на рис. 21.

Установка включается кнопкой *S1*, установленной у реактора, или кнопкой *S6* со щита управления. Контроль работы вентиляторов осуществляется датчиками-реле перепада напора *ба* и *да*.

В установке предусмотрен контроль давления газа в магистрали (датчик *1а*), контроль перепада давления на катализаторе (датчик-реле перепада напора *7а* и мембранный дифференциальный манометр *7б*), контроль температуры воздуха после катализатора (преобразователь термоэлектрический *4а*). Подача газа на горелку возможна при наличии разрешающих сигналов от этих датчиков. Розжиг горелки осуществляется автоматически с помощью газосветного трансформатора *Тр* и запального электрода *ЭЗ*. Для ручного поджига рядом с горелкой предусмотрена местная кнопка *S3*. Наличие пламени контролируется прибором контроля пламени *5а* типа Ф24 в

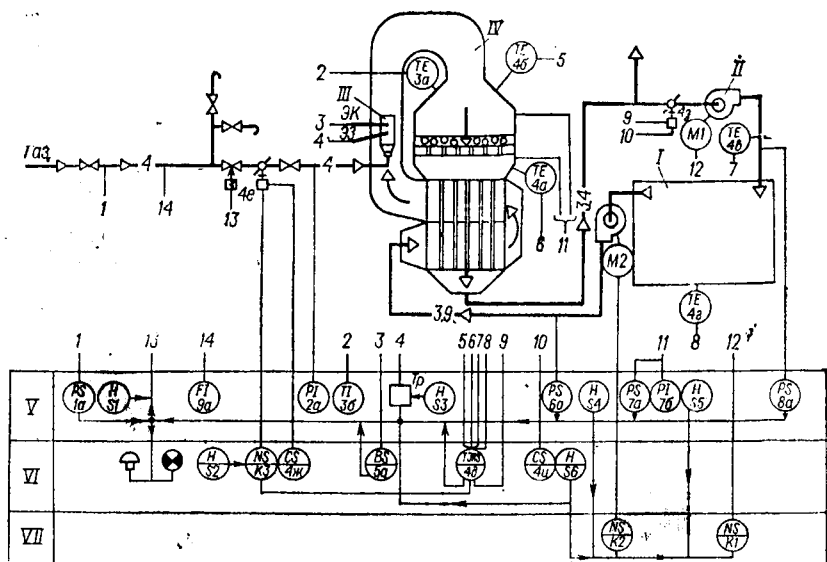


Рис. 21. Схема автоматизации установки каталитического дожигания паров растворителей: I — сушильная установка; II — вентилятор; III — газовая горелка; IV — термокатализический реактор; V — местные приборы; VI — щит управления и контроля; VII — силовой щит.

комплекте с электродом ЭК. Если пламя гаснет, подача газа к горелке прекращается. Контроль и регулирование температуры в реакторе и в сушильной установке осуществляется с помощью многоточечного потенциометра 4д и термоэлектрических преобразователей 4б и 4г. При отклонении температуры от заданной заслонки, установленные соответственно на линии подачи газа на горелку и горячего воздуха на сушильную установку, с помощью исполнительных механизмов 4е и 4з меняют их расход в нужную сторону.

На щите управления установлены дистанционные указатели положения заслонок 4ж и 4и.

Существуют и другие типы термокатализических реакторов для дожигания паров растворителей. Они различаются по конструкции — вынесенные, как в рассматриваемом варианте, или встроенные в сушильную установку; по применяемым катализаторам; по способу подогрева воздуха до температуры каталитического окисления — с помощью газовой горелки или электрокалорифера.

ГЛАВА 5

УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ В ОКРАСОЧНЫХ ЦЕХАХ

Транспортные устройства (краны, тали, конвейеры и др.), применяемые в окрасочных цехах, должны быть пригодны для эксплуатации во взрывоопасных помещениях и зонах классов В-1а,

В-16, В-11, В-11а для соответствующих категорий и групп взрывоопасных смесей (см. гл. 6). При этом механическая часть транспортных устройств должна исключать возможность самовоспламенения или вспышки взрывоопасных смесей от искр, возникающих при трении, нагреве или соударении. Запрещается применение алюминия, магния и их сплавов.

Конструкция механического оборудования транспортных устройств, применяемых в окрасочных цехах, должна обеспечивать их работу без превышения допустимой температуры нагрева открытых поверхностей деталей (в том числе защитных кожухов для передач, работающих в масляной ванне, или корпусов). Допустимые температуры поверхности деталей определяются в соответствии с действующими ПУЭ.

Тормозные устройства выполняются с учетом следующих требований:

применение тканевой ленты для обкладок не допускается; крепление обкладок к колодкам должно обеспечивать требуемую прочность и термостойкость и осуществляться медными заклепками с потайными головками или специальным клеем; температура нагрева открытых трущихся частей тормоза не должна превышать допустимой температуры нагрева для группы взрывоопасной смеси, в которой работает устройство.

Электрооборудование для транспортных средств должно выбираться в зависимости от помещений или зон, условий эксплуатации, категории и группы взрывоопасной смеси и удовлетворять требованиям ПУЭ, ПИВРЭ [4, 9] и соответствующих руководящих технических материалов Всесоюзного научно-исследовательского и проектно-конструкторского института подъемно-транспортного машиностроения, погрузочно-разгрузочного и складского оборудования и контейнеров (ВНИИПТМаш).

Электрооборудование, применяемое в транспортных устройствах окрасочных цехов, независимо от величины напряжения, подлежит заземлению. Заземление следует выполнять четвертой жилой, проложенной совместно с питающими проводами в общей оболочке кабеля и введенной внутрь вводных устройств.

Для отвода статического электричества с элементов механических узлов, изолированных от заземленных частей электропроводящими материалами (например, при применении ременных передач) или электропроводящими смазками, необходимо выполнять специальные заземляющие устройства и выбирать электропроводящие материалы в соответствии с «Правилами защиты от статического электричества в производствах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности» [10].

В процессе пуска и торможения механизмов передвижения и поворота, передвигающихся на стальных колесах по стальным рельсам, при сцепном весе, составляющем от полного 25, 50 и

100 %, допускаются следующие значения ускорения и замедления: 0,1; 0,2 и 0,4 м/с² соответственно.

Скорости передвижения электроталей, кранов и им подобных механизмов, перемещающихся на стальных колесах, не должны превышать 32 м/мин. При более высоких значениях ускорений и скоростей приводные колеса должны выполняться с бандажом из бронзы, латуни, неметаллических материалов (пластмасс) или обрешиненными.

В механизмах всех типов, применяемых в окрасочных цехах, зазоры между любыми движущимися частями и корпусами, кожухами, ограждениями или элементами металлических конструкций должны гарантировать исключение соударений. В случаях, когда соударения деталей не могут быть исключены или детали рассчитаны на соударение, трение стали по стали должно быть заменено трением стали по латуни, резине, пластмассе или другому неискрящему материалу, которым должен быть облицован один из элементов каждой трущейся пары.

В окрасочных цехах находят применение конвейеры подвешенные, толкающие, штанговые, напольные и т. п., трансбордерные тележки, автооператоры, погрузочно-разгрузочные устройства, перегружатели, краны, электротали и др.

Управление транспортными устройствами окрасочных цехов выбирается в зависимости от организации работ и протяженности конвейерных линий.

Для небольших окрасочных участков целесообразно предусматривать управление конвейером или другими транспортными механизмами с рабочих мест, с мест загрузки или разгрузки с обеспечением хорошей видимости трассы конвейера.

При большой протяженности трасс конвейеров управление ими ведется из помещения оператора, причем для сложных конвейерных систем на щитах управления желательно наличие мнемосхемы. По трассе конвейера в этом случае через каждые 20—30 м устанавливаются кнопочные посты для аварийной остановки конвейера, а перед пуском конвейера автоматически дается предупредительный звуковой сигнал.

В системы управления напольными конвейерами входят кнопочные посты для выдачи с рабочих мест и с мест ручной загрузки и разгрузки изделий разрешений на пуск конвейера. Для оперативного обнаружения места аварийной остановки конвейера, а также для контроля за включением сигналов разрешения на пуск на щитах управления следует устанавливать световую сигнализацию от каждой кнопки.

Схемы электрической защиты электрооборудования транспортных устройств должны предусматривать надежное отключение электропитания при механических перегрузках двигателей.

Схемы управления и блокировок транспортных средств, обслуживающих оборудование окрасочных цехов, должны обеспечивать автоматическую остановку конвейеров и других меха-

низмов, проходящих через это оборудование, при следующих условиях:

срабатывании ловителей, конечных выключателей механической перегрузки и натяжки конвейера, фиксации наличия неразгруженных подвесок на холостой нитке конвейера после места разгрузки;

нажатии любой из кнопок аварийной остановки;

отмене разрежений с рабочих мест;

возникновении пожара в любой из установок;

выключении вентиляции в установках окраски окунанием, сушильных всех типов (после окраски) и вытяжных, а также при достижении предельных значений концентрации паров растворителей в этих установках (для вытяжных — при оборудовании их сигнализаторами СВК).

Кроме того, необходима блокировка работы оборудования с работой транспортных средств, а именно, при остановке конвейера следует:

отключить насосы, подающие ЛКМ на контуры облива установок струйного облива (см. гл. 2);

отключить дозирующие насосы установок для окраски в электрическом поле высокого напряжения (см. гл. 2);

прекратить подачу ЛКМ и ППМ в автоматических установках пневмоэлектроокраски (см. гл. 2);

прекратить подачу электропитания на нагреватели терморadiационной части сушильных терморadiационно-конвективных установок с электрообогревом (см. гл. 3);

вывести на минимальное открытие регулирующие заслонки на линиях подачи газа к горелкам терморadiационных сушильных установок с газовым обогревом.

При разработке систем управления некоторыми механизмами, такими, например, как трансбордерные тележки, краны и т. п., имеющими достаточно большие скорости движения, возникает необходимость в ограничении скорости и пускового момента электропривода в начале движения с целью исключения пробуксовки. Наиболее часто использующиеся для ступенчатого регулирования скорости асинхронные электродвигатели с фазным ротором неприменимы из-за отсутствия последних во взрывозащищенном исполнении. Не изготавливаются отечественной промышленностью и многоскоростные асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором небольшой мощности во взрывозащищенном исполнении. Поэтому снижение пускового момента может быть достигнуто подключением статора электродвигателя с короткозамкнутым ротором во время пуска либо на пониженное напряжение, либо на пониженную частоту.

Снизить напряжение, подаваемое на статор, можно включением в его цепь резисторов, шунтируемых после выхода двигателя на номинальные обороты [11, с. 86].

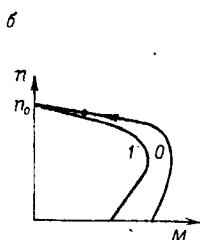
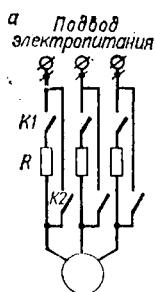


Рис. 22. Схема включения (а) и механические характеристики (б) асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

зисторы R . После разгона двигателя в соответствии с искусственной механической характеристикой 1 (рис. 22, б) до скорости n_1 замыкаются контакты контактора $K2$, резисторы шунтируются и электродвигатель переходит на естественную характеристику 0.

Способ уменьшения пускового момента с помощью подачи на статор пониженной частоты следует признать целесообразным при наличии большого числа одинаковых механизмов с групповым пуском. Для их питания на пониженной частоте могут быть применены тиристорные преобразователи частоты серии ТПЧ.

ГЛАВА 6

ВЫБОР ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ, АППАРАТУРЫ И ПРИБОРОВ ДЛЯ ОКРАСОЧНЫХ ЦЕХОВ

Технологические процессы в окрасочных цехах сопровождаются применением лакокрасочных материалов, содержащих, как правило, органические растворители, или полимерных порошковых красок.

Лакокрасочные материалы на органических растворителях относятся к легковоспламеняющимся жидкостям, а смеси их паров с воздухом являются взрывоопасными.

При выборе электрооборудования, аппаратуры и приборов необходимо учитывать:

- классификацию взрывоопасных смесей;
- классификацию взрывоопасных зон окрасочно-сушильного оборудования;
- классификацию и маркировку электрооборудования по исполнению защитных оболочек;
- исполнение электрооборудования, аппаратуры и приборов.

КЛАССИФИКАЦИЯ ВЗРЫВООПАСНЫХ СМЕСЕЙ

Легковоспламеняющаяся жидкость (ЛВЖ) — это жидкость, способная самостоятельно гореть после удаления источника зажигания и имеющая температуру вспышки не выше 61°C .

К взрывоопасным относятся ЛВЖ, у которых температура вспышки не превышает 61°C , а давление паров при температуре 20°C составляет менее 100 кПа (1 кгс/см²).

Горючая жидкость — это жидкость, способная самостоятельно гореть после удаления источника зажигания, имеющая температуру вспышки выше 61°C . Горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°C относятся к пожароопасным, но нагретые в условиях производства до температуры вспышки и выше — к взрывоопасным.

Применяемые в окрасочных цехах порошковые полимерные краски относятся к горючим пылям. Горючие пыль и волокна взрывоопасны, если их нижний концентрационный предел воспламенения не превышает 65 г/м³.

Согласно действующим ПУЭ [4] взрывоопасны смеси с воздухом горючих газов, паров ЛВЖ, горючих пыли или волокон с нижним концентрационным пределом воспламенения, не более 65 г/м³ при переходе их во взвешенное состояние, которые при определенной концентрации способны взорваться при возникновении источника инициирования взрыва. К взрывоопасным относится также смесь горючих газов и паров ЛВЖ с кислородом или другим окислителем.

ТАБЛИЦА 1. Категории взрывоопасных смесей

По ГОСТ 12.1.011—78		По ПИВРЭ и ПИВЭ	
категория	величина БЭМЗ, мм	категория	критический зазор, мм
II. Промышленные газы и пары			
IIА	Свыше 0,9	1	Свыше 1,0
IIВ	Свыше 0,5 до 0,9	2	Свыше 0,65 до 1,0
		3	Свыше 0,35 до 0,65
IIС	До 0,5	4	Менее 0,35

Примечания. 1. К категории I относится рудничный метан.

2. Указанные в таблице значения БЭМЗ не могут служить для контроля ширины зазора оболочки в эксплуатации.

ТАБЛИЦА 2. Группы взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом по температуре самовоспламенения

Температура самовоспламенения, $^{\circ}\text{C}$	Обозначение группы по		
	ГОСТ 12.1.011—78	ПИВРЭ	ПИВЭ
Свыше 450	T1	T1	A
> 300 до 450	T2	T2	B
> 200 до 300	T3	T3	—
> 135 до 200	T4	T4	Г (свыше 175 до 300)
> 100 до 135	T5	T5	Д (свыше 120 до 175)
> 85 до 100	T6	—	—

ТАБЛИЦА 3. Распределение взрывоопасных паровоздушных смесей лакокрасочных материалов, применяемых в окрасочных цехах, по категориям и группам

Категория взрывоопасной смеси		Группа взрывоопасной смеси			Растворители, образующие с воздухом взрывоопасную смесь
по ГОСТ 12.1.011-78	по ПИВРЭ и ПИВЭ	по ГОСТ 12.1.011-78	по ПИВРЭ	по ПИВЭ	
IIA	1	T1	T1	A	Дихлорэтан, метилацетат, растворители: P4, P5. Разбавитель PЭ-1, сольвент нефтяной, каменноугольный
		T2	T1	A	Циклогексанон
		T2	T2	Б	Амилацетат, растворители: № 646, 647, 648, 649, РС-2. Разбавители: РДВ, РКБ-1, РКБ-2. Спирты: бутиловый (третичный), изоамиловый, изобутиловый, изопропиловый
		T3	T3	Г	Спирт амиловый, уайт-спирит, скипидар, растворитель № 651
		T4, T5, T6	T4, T5	Д	—
		T1	T1	A	Ацетон, бензол, диэтиламин, изопропилбензол, ксилол, стирол, спирт ди-ацетоновый, толуол
	2	T2	T2	Б	Бензин B95/130, бутилацетат, спирты: бутиловый, этиловый
		T3	T3	Г	Бензины: А-66, А-72, Б-70, «галоша», бутил-метакрилат, керосин, этилмеркаптан
		T4	T4	Д	—
		T5	T5	—	—
IIB	1	T6	—	—	—
		T2	—	Б	Растворитель АМР-3 и АКР
		T3	T3	Г	—
		T4, T5	T4, T5	Д	—
	2	T6	—	—	—
		T1	T1	A	—
		T2	T2	Б	—
		T3	T3	Г	Этилцеллозольв
IIC	1	T4	T4	Д	Эфиры: дибутиловый, диэтиловый, этиленгликоль
		T1—T6	T1—T5	A	—
				Д	—

ТАБЛИЦА 4. Нижний концентрационный предел воспламенения, температуры воспламенения и самовоспламенения взрывоопасных пылей

Порошковая краска	Взвешенная пыль		Осевшая пыль	
	нижний концентрационный предел воспламенения, г/м ³	температура самовоспламенения, °С	температура воспламенения, °С	температура самовоспламенения, °С
П-ЭП-177, серый цвет (ТУ 6-10-1575—76)	20	560	308	475
П-ЭП-967, красно-коричневый цвет (ВТУ 3606—70)	37,1	848	308	538
ЭП-49-Д/2, коричневый цвет (ВТУ 605-1420—71)	33,6	782	318	508
ПВЛ-212, цвет слоновой кости (ТУ 6-10-855—75)	37,5	408	241	325
П-ЭП-1130У (ТУ 6-10-30-06—76)	20	633	314	395
П-ЭП-45 (ТУ 6-10-1752—80)	47,5	475	—	375
П-ЭП-219 (ТУ 6-10-1597—77)	20	—	—	—
П-ЭП-971 (ТУ 6-10-1604—77)	45	—	—	—
ПАК-1138 (ВТУ НЧ-27-17—72)	20	—	—	405

Различают верхний и нижний концентрационные пределы воспламенения. Это соответственно максимальная и минимальная концентрации горючих газов, паров ЛВЖ, пыли или волокон в воздухе, выше и ниже которых взрыва не произойдет даже при возникновении источника инициирования взрыва.

Концентрационные пределы взрываемости различны для взрывоопасных газов и паровоздушных смесей, содержащих разные горючие вещества, причем эти пределы могут изменяться в зависимости от температуры взрывоопасной смеси, ее давления, примесей к ней инертных газов, а также от размеров реакционного сосуда (в котором происходит воспламенение).

Температурные пределы воспламенения паров ЛВЖ, так же как и концентрационные пределы воспламенения (взрываемости) взрывоопасных смесей, различны для паров разных ЛВЖ: они зависят от мощности источника зажигания, давления паровоздушной смеси, содержания в ней паров негорючих газов и др.

В основу классификации взрывоопасных смесей положено два параметра: температура самовоспламенения и величина безопасного экспериментального максимального зазора — БЭМЗ (или, по старой терминологии, — критической щели, критического зазора между плоскими фланцами), определяемая при зажигании газо- или паровоздушной смеси в стандартной оболочке и передаче взрыва через щель в окружающую среду с вероятностью (частотой) 50%.

В настоящее время классификация взрывоопасных смесей по категориям и группам выполняется в соответствии с

ГОСТ 12.1.011—78. До введения в действие стандартов на взрывозащищенное электрооборудование последнее разрабатывалось и маркировалось по ПИВРЭ [9]. Кроме того, в эксплуатации имеется электрооборудование, разработанное и маркированное по «Правилам изготовления взрывозащищенного электрооборудования» (ПИБЭ) [15].

В табл. 1 и 2 приведены сравнительные данные по классификации взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом по категориям и группам согласно ГОСТ 12.1.011—78, ПИВРЭ [9] и ПИБЭ [15].

Категории и группы некоторых взрывоопасных паровоздушных смесей, применяемых в окрасочных цехах, приведены в табл. 3.

В табл. 4 дана характеристика некоторых взрывоопасных пылей порошковых полимерных материалов, применяемых в окрасочных цехах.

КЛАССИФИКАЦИЯ ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОН

Взрывоопасными зонами согласно ПУЭ [4], называются помещение или ограниченное пространство в помещении или наружной установке *, в которых имеются или могут образоваться взрывоопасные смеси. Классификация взрывоопасных зон, расположенных в помещениях, приведена ниже:

- | | |
|------|---|
| В-1 | Зоны, в которых выделяются горючие газы или пары ЛВЖ в таких количествах и с такими свойствами, что они могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы, например при загрузке или разгрузке технологических аппаратов, хранения или переливании ЛВЖ, находящихся в открытых емкостях, и т. п. |
| В-1а | Зоны, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом (независимо от нижнего концентрационного предела воспламенения) не образуются, а появляются только в результате аварий или неисправностей. |
| В-1б | То же, что и для В-1а, но горючие газы в этих зонах обладают высоким нижним концентрационным пределом воспламенения (15% и более) и резким запахом при предельно допустимых концентрациях. К этому же классу относятся зоны лабораторных и других помещений, в которых горючие газы и ЛВЖ имеются в небольших количествах, недостаточных для создания взрывоопасной смеси в зоне, превышающей 5% свободного объема помещения, и в которых работа с горючими газами и ЛВЖ производится без применения открытого пламени. Эти зоны не относятся к взрывоопасным, если работа с горючими газами и ЛВЖ проводится в вытяжных шкафах или под вытяжными зонтами |

* Характеристика взрывоопасных наружных установок (зон класса В-1г) не рассматривается.

- В-II** Зоны, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна в таких количествах и с такими свойствами, что они способны образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы (например, при загрузке или разгрузке технологических аппаратов)
- В-IIа** Зоны, в которых опасные состояния, указанные для зон класса В-II, не имеют места при нормальной эксплуатации, а возможны только в результате аварий или неисправностей

Класс взрывоопасной зоны, в соответствии с которым производится выбор электрооборудования, определяют технологи совместно с электриками проектной или эксплуатирующей организации.

При определении класса взрывоопасных зон принимается:

1) взрывоопасная зона в помещении занимает весь объем помещения, если объем взрывоопасной смеси превышает 5% свободного объема помещения;

2) взрывоопасной считается зона в помещении в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от открытых проемов технологического аппарата или емкостей с ЛВЖ, из которых возможно выделение горючих газов или паров ЛВЖ, если объем взрывоопасной смеси равен или менее 5% свободного объема помещения. Помещение за пределами взрывоопасной зоны следует считать невзрывоопасным, если нет других факторов, создающих в нем взрывоопасность.

Для взрывоопасной паровоздушной смеси учитывается время образования смеси.

Классификация по взрывопожароопасности технологических установок окрасочных цехов (отделений, участков) регламентируется отраслевыми нормативными материалами. В настоящее время действуют «Правила и нормы техники безопасности, пожарной безопасности и производственной санитарии для окрасочных цехов» (ПНТБО) [13], разработанные Всесоюзным научно-исследовательским институтом охраны труда ВЦСПС совместно с НПО «Лакокраспокритие» и ЦК профсоюза рабочих машиностроения. В основу ПНТБО положены материалы исследований условий труда при окрашивании и сушке изделий в камерах и помещениях окрасочных цехов.

В соответствии с [13 и 14] технологическое оборудование окрасочных цехов классифицируется по взрывоопасности следующим образом:

Класс взрыво-
опасности по ПУЭ

Окрасочные камеры разных типов для пневматического и безвоздушного распыления с гидрочисткой отсасываемого воздуха и механической вытяжной вентиляцией при применении лакокрасочных материалов на органических растворителях

В-Iа

Участки, оборудованные напольными вытяжными решетками для бескамерной окраски изделий

В-Iа

Установки окраски окупанием (ванны объемом более 1 м³) и лаконоливные машины	В-Ia
Установки струйного облива	В-Ia
Краскозаготовительное отделение	В-Ia
Оборудование для приготовления лакокрасочных материалов в краскозаготовительном отделении	В-Ia
Окрасочные камеры для нанесения лакокрасочных материалов в электрическом поле высокого напряжения до 140 кВ с номинальным током до 5 мА (при условии выполнения требований примечания 1)	В-Iб
Участки (зоны) окраски с применением ручных электрораспылителей напряжением до 100 кВ и током короткого замыкания до 1 мА (при условии выполнения требований примечания 2)	В-Iб
Сушильные камеры всех типов для сушки лакокрасочных покрытий на органических растворителях	В-Iб
Установки для нанесения порошковых полимерных материалов в электрическом поле высокого напряжения	В-IIa
Сушильные камеры для формирования и сушки порошковых покрытий	В-IIa

Примечания. 1. При окраске в электрическом поле изделий нитроцеллюлозными, полиэфирными и перхлорвиниловыми эмалями электроокрасочную камеру необходимо оборудовать искропредупреждающим устройством, блокированным с источником высокого напряжения, и автоматической предупредительной сигнализацией.

Для других лакокрасочных материалов камеры оборудуют искрогасящими устройствами (защита от искровых разрядов между распылителями и изделиями по низкой стороне напряжения).

2. Не допускается при электроокраске ручными электростатическими распылителями применять нитроцеллюлозные, перхлорвиниловые и токопроводящие лакокрасочные материалы.

3. При применении водоразбавляемых материалов окрасочно-сушильное оборудование следует относить к невзрыво- и непожароопасному при отсутствии легколетучих растворителей.

Зоны внутри окрасочных и сушильных камер приравниваются к зонам, расположенным внутри технологических аппаратов.

В том случае, когда окрасочные и сушильные камеры располагаются в общем технологическом потоке производства (при условии соблюдения требований ГОСТ 12.3.005—75), при применении для окраски жидких лакокрасочных материалов, которые могут образовать взрывоопасные смеси, зона относится к взрывоопасной в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от открытых проемов камер (при бескамерной окраске — от края решетки и от окрашиваемого изделия), если общая их площадь не превышает 200 м² при общей площади помещения до 2000 м² или 10% при общей площади помещения более 2000 м². Если общая площадь помещения окрасочных и сушильных камер или решеток превышает 200 м² при общей площади помещения до 2000 м² или 10% при общей площади более 2000 м², размеры взрывоопасной зоны определяются в соответствии с п. 1, 2, стр. 75.

При этом необходимо применять блокировку, обеспечивающую включение подачи сжатого воздуха к краскораспылителям только при работе вытяжной вентиляции и блокировке с системами автоматического пожаротушения на участках окраски (см. также гл. 2).

Работы с применением открытого огня (сварочные и т. п.) допускается проводить не ближе 15 м от открытых проемов окрасочных и сушильных камер; при этом места сварки следует ограждать защитными экранами (металлическими листами и т. п.). Если окрасочно-сушильное оборудование выгорожено в специальные помещения (окрасочные цехи, отделения, участки и т. п.), эти помещения, как правило, относят к взрывоопасным класса В-Іб при применении лакокрасочных материалов на органических легковоспламеняющихся растворителях, и к В-Іа — при применении полимерных порошковых красок. В этом случае при выборе электрооборудования необходимо учитывать 5-метровые зоны от открытых проемов технологических установок, отнесенных по взрывоопасности к более высокому классу, т. е. к В-Іа.

Для повышения безопасности в помещениях окрасочных цехов (отделений) необходимо предусматривать установку автоматических газосигнализаторов (типа СВК-3МІ, СТХ-3 и т. п.), действующих при возникновении в воздухе помещения концентрации паров растворителей, не превышающей 20% нижнего концентрационного предела воспламенения, а для вредных взрывоопасных газов — также при приближении их концентрации к предельно допустимой по ГОСТ 12.3.005—75. Число сигнальных приборов, их расположение, а также система их резервирования должны обеспечить безотказное действие сигнализации.

Зоны в помещениях вытяжных вентиляторов, обслуживающих взрывоопасные зоны любого класса, хотя бы и изолированные от них, относятся к взрывоопасным того же класса, что и обслуживаемые ими зоны.

Зоны в помещениях приточных вентиляторов, обслуживающих взрывоопасные зоны любого класса, не относятся к взрывоопасным, если приточные воздуховоды оборудованы самозакрывающимися обратными клапанами, не допускающими проникновения взрывоопасных смесей в помещения приточных вентиляторов при прекращении подачи воздуха. Обратные клапаны должны быть установлены в местах пересечения воздуховодов со стенами и перекрытиями. При отсутствии обратных клапанов помещения приточных вентиляторов имеют взрывоопасные зоны того же класса, что и обслуживаемые ими зоны.

В производственных помещениях без взрывоопасной зоны, отделенных стенками от взрывоопасной зоны смежных помещений, следует принимать взрывоопасной зону до 5 м по

горизонталь и вертикаль от проема двери. Класс ее определяется в зависимости от класса взрывоопасной зоны:

Класс взрывоопасной зоны	B-I	B-Ia	B-Iб	B-II	B-IIa
Класс зоны смежного помещения	B-Ia	B-Iб	Невзрыво- и непожаро-опасна	B-IIa	Невзрыво- и непожаро-опасна

Зона помещения, смежного с взрывоопасной зоной другого помещения, отделенного от нее стеной (перегородкой) с тамбуршлюзами, невзрыво- и непожароопасна.

Двери в тамбурах должны быть противопожарными, с пределами огнестойкости не менее 0,6 ч, и открываться в сторону менее опасного помещения. При этом они должны быть уплотнены и снабжены устройствами для самозакрывания. В тамбурах и коридорах должен быть обеспечен постоянный приток свежего воздуха.

Если тамбур предназначен для пропуска конвейеров, транспортеров и т. п. и не имеет дверей (открытый проем) или в случае необходимости транспортировки длинных изделий, не помещающихся в тамбуре, когда обе двери тамбура содержатся открытыми, класс зоны помещения, смежного с помещениями с взрывоопасными зонами, определяется так же, как для помещений, отделенных от взрывоопасных стеной с дверью. В этом случае тамбур должен быть оборудован системой вентиляции, обеспечивающей невозможность перехода взрывоопасных смесей из взрывоопасного в смежное помещение. Такой тамбур не должен использоваться для прохода людей.

КЛАССИФИКАЦИЯ И МАРКИРОВКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПО ИСПОЛНЕНИЮ ЗАЩИТНЫХ ОБОЛОЧЕК

Взрывозащищенным называется электрооборудование, в котором предусмотрены конструктивные меры по устранению или затруднению возможности воспламенения окружающей взрывоопасной среды, утвержденное государственной испытательной организацией — Всесоюзным научно-исследовательским, проектно-конструкторским и технологическим институтом взрывозащищенного и рудничного электрооборудования (ВНИИВЭ).

В соответствии с ГОСТ 12.2.020—76, ГОСТ 22782.0—81, а также [4, 9, 15] взрывозащищенное электрооборудование подразделяется по уровням и видам взрывозащиты, группам и температурным классам.

Установлены следующие уровни взрывозащиты электрооборудования:

	По ГОСТ 12.2.020—76	По ПИВРЭ и ПИВЭ
Электрооборудование повышенной надежности против взрыва	2	Н
Электрооборудование взрывобезопасное	1	В
Электрооборудование особо-взрывобезопасное	0	0

Взрывозащищенное электрооборудование может иметь следующие виды взрывозащиты:

	По ГОСТ 12.2.020—76	По ПИВРЭ и ПИВЭ
Взрывонепроницаемая оболочка	d	В
Заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением защитным газом	p	П
Искробезопасная электрическая цепь	i	И
Кварцевое заполнение оболочки с токоведущими частями	q	К
Масляное заполнение оболочки с токоведущими частями	o	М
Специальный вид защиты	s	С
Защита вида «е» (повышенная надежность против взрыва)	e	Н
Автоматическое отключение от источника электроэнергии	—	А

Виды взрывозащиты, обеспечивающие различные уровни взрывозащиты, различаются средствами и мерами обеспечения взрывобезопасности, оговоренными стандартами на соответствующие виды взрывозащиты.

Взрывозащищенное электрооборудование в соответствии с ГОСТ 12.2.020—76 в зависимости от области применения подразделяется на две группы:

Рудничное, предназначенное для подземных выработок, шахт и рудников	I
Для внутренней и наружной установки (кроме рудничного)	II

Электрооборудование группы II, имеющее виды взрывозащиты: «взрывонепроницаемая оболочка» и (или) «искробезопасная электрическая цепь», подразделяется на три подгруппы:

Знак группы (подгруппы)	II	IIA	IIВ	IIС
Категория взрывоопасной смеси, для которой электрооборудование является взрывозащищенным	IIA, IIВ, IIС	IIA	IIA, IIВ	IIA, IIВ, IIС

Электрооборудование группы II в зависимости от значения предельной температуры подразделяется на шесть температурных классов, соответствующих группам взрывоопасных смесей (табл. 5).

ТАБЛИЦА 5. Температурные классы электрооборудования группы II по ГОСТ 12.2.020—76

Знак температурного класса электрооборудования	Предельная температура *, °С	Группа взрывоопасной смеси, для которой электрооборудование является взрывозащищенным	Знак температурного класса электрооборудования	Предельная температура *, °С	Группа взрывоопасной смеси, для которой электрооборудование является взрывозащищенным
T1	450	T1	T4	135	T1—T4
T2	300	T1, T2	T5	100	T1—T5
T3	200	T1—T3	T6	85	T1—T6

* Предельная температура—наибольшая температура поверхностей взрывозащищенного электрооборудования, безопасная в отношении воспламенения окружающей среды.

При выборе электрооборудования с маркировкой по взрывозащите по ПИВРЭ и по ПИВЭ взрывозащищенность электрооборудования определяется с учетом приведенных ниже категорий и групп взрывоопасных смесей:

Категория взрывоопасной смеси по ПИВРЭ и ПИВЭ	1	2	3	4
Категория взрывоопасной смеси по ГОСТ 12.1.011—78, для которой электрооборудование является взрывозащищенным	IIA	IIA	IIA, IIB	IIA, IIB, IIC

Группа взрывоопасной смеси по ПИВРЭ	T1	T2	T3	T4	T5
по ПИВЭ	A	B	—	Г	Д
Группа взрывоопасной смеси по ГОСТ 12.1.011—78, для которой электрооборудование является взрывозащищенным	T ₁	T1, T2	T1—T3	T1—T4	T1—T5

Взрывозащищенное электрооборудование имеет маркировку по взрывозащите. В маркировку входят следующие обозначения:

	По ГОСТ 12.2.020—76	По ПИВРЭ	По ПИВЭ
Знак уровня взрывозащиты электрооборудования	2, 1, 0	H, B, O	—
Знак, указывающий на соответствие электрооборудования стандартам на взрывозащищенное электрооборудование	Ex	—	—
Знак вида взрывозащиты	d, p, i, q, o, s, e	B, П, И, К, М, А, С, Н*	B, П, И, К, М, С, Н
Знак группы или подгруппы электрооборудования или высшей категории взрывоопасной смеси	II, IIA, IIB, IIC	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4
Знак температурного класса электрооборудования или высшей группы взрывоопасной смеси	T1, T2, T3, T4, T5, T6	T1, T2, T3, T4, T5	A, B, Г, Д

* В круглой рамке в конце маркировки.

Примеры маркировки. По ГОСТ 12.2.020—76: для уровня взрывозащиты «взрывобезопасное» (1) при виде взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» (d), для подгруппы электрооборудования IIA, для температурного класса электрооборудования T3 электрооборудование имеет маркировку:

IExdIIAT3 .

По ПИВРЭ: для уровня взрывозащиты «повышенной надежности против взрыва» (H), при виде взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» (B), при наличии смесей, имеющих категорию 3, группу T4, электрооборудование имеет маркировку: **H3T4** **ⓑ** .

По ПИВЭ: для вида взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» при наличии смесей, имеющих категорию 3, группу Г, электрооборудование имеет маркировку: ВЗГ.

Маркировка выполняется в виде выпуклых условных знаков на корпусе или крышке оболочки. Условные знаки могут быть либо отлиты заодно с этими частями оболочки, либо отлиты и выштампованы (выпукло-рельефно) на отдельной пластине, которую приклепывают или приваривают к оболочке.

Как следует из табл. 6 и 7, во взрывоопасных зонах может применяться и электрооборудование общего назначения, отвечающее определенным требованиям по исполнению оболочек. Электрооборудование общего назначения — это электрооборудование, выполненное без учета специфических требований, характерных для определенной отрасли народного хозяйства или для определенного назначения.

Исполнение оболочек электрооборудования общего назначения регламентируется ГОСТ 14254—80, который распространяется на электрооборудование с номинальным напряжением не более 72,5 кВ.

Защита оболочек электрооборудования от внешней среды характеризуется а) степенью защиты персонала от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями внутри оболочки, и оборудования, встроенного в оболочку, от попадания твердых посторонних тел и б) степенью защиты электрического оборудования, расположенного внутри оболочки, от проникновения воды.

Степени защиты оболочек электрооборудования по ГОСТ 14254—80 соответствуют СТЭСВ 778—77 и публикации МЭК 529 и приняты странами-участниками СЭВ. Обозначение и характеристика этих степеней защиты приведены ниже:

Степени защиты персонала от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями внутри оболочки и степени защиты встроенного в оболочку оборудования от попадания твердых посторонних тел

0 — Специальная защита отсутствует.

1 — Защита от проникновения внутрь оболочки большого участка поверхности человеческого тела, например руки, и от проникновения твердых тел размером более 50 мм.

- 2 — Защита от проникновения внутрь оболочки пальцев или предметов длиной не более 80 мм и от проникновения твердых тел размером более 12 мм.
- 3 — Защита от проникновения внутрь оболочки инструментов, проволоки и т. п. диаметром или толщиной более 2,5 мм и от проникновения твердых тел размером более 2,5 мм.
- 4 — Защита от проникновения внутрь оболочки проволоки и от проникновения твердых тел размером более 1,0 мм.
- 5 — Проникновение внутрь оболочки пыли не предотвращено полностью. Однако пыль не может проникать в количестве, достаточном для нарушения работы изделия.
- 6 — Проникновение пыли предотвращено полностью.

Степени защиты электрооборудования, расположенного внутри оболочки, от проникновения воды

- 0 — Специальная защита отсутствует.
- 1 — Капли воды, вертикально падающие на оболочку, не должны оказывать вредного воздействия на изделия.
- 2 — Капли воды, вертикально падающие на оболочку, не должны оказывать вредного воздействия на изделие при наклоне его оболочки на любой угол до 15° относительно нормального положения.
- 3 — Дождь, падающий на оболочку под углом 60° от вертикали, не должен оказывать вредного действия на изделие.
- 4 — Вода, разбрызгиваемая на оболочку в любом направлении, не должна оказывать вредного действия на изделие.
- 5 — Струя воды, выбрасываемая в любом направлении на оболочку, не должна оказывать вредного действия на изделие.
- 6 — Вода при волнении не должна попадать внутрь оболочки в количестве, достаточном для повреждения изделия.
- 7 — Вода не должна проникать в оболочку, погруженную в воду при определенных условиях давления и времени, в количестве, достаточном для повреждения изделия.
- 8 — Изделия пригодны для длительного погружения в воду при условиях, установленных изготовителем.

Для обозначения степеней защиты применяются начальные буквы английских слов International Protection — IP, указы-

вающие на международную систему обозначений. Следующие за ними две цифры означают: первая — степень защиты персонала от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями внутри оболочки, а также оборудования, встроенного в оболочку, от попадания твердых посторонних тел; вторая — степень защиты электрического оборудования, расположенного внутри оболочки, от проникновения воды.

Если в данных условиях применения электрооборудования нет необходимости в одном из видов защиты, то вместо его цифрового обозначения допускается ставить знак «Х». Например, при применении электрооборудования со степенью защиты оболочки IP44 в зонах класса В-1б в окрасочных цехах, как правило, нет необходимости в защите электрооборудования от попадания воды. В этом случае возможно применение электрооборудования со степенью защиты IP4X.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВЫБОРЕ ИСПОЛНЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ, АППАРАТУРЫ И ПРИБОРОВ ДЛЯ ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОН

Основными причинами, вызывающими взрывы газо-, паро- или пылевоздушных смесей при работе электрооборудования, являются электрические искры и дуги, зажигающие при определенных условиях взрывоопасные смеси, а также нагрев элементов электрооборудования до температур самовоспламенения смесей. По опасности возможного искрения все электрооборудование можно разделить на две группы:

нормально искрящее по условиям работы (например, пускатели, реле, кнопочные посты управления, конечные выключатели и др.);

нормально неискрящее по условиям работы (например, измерительные приборы, трансформаторы, зажимы, а также электродвигатели с короткозамкнутым ротором).

Электрооборудование, особенно с частями, искрящими при нормальной работе, рекомендуется по возможности выносить за пределы взрывоопасных зон, если это не вызывает особых затруднений при эксплуатации и не сопряжено с неоправданным увеличением затрат.

В случае установки электрооборудования, аппаратуры и приборов в пределах взрывоопасной зоны оно должно удовлетворять требованиям, предъявляемым к электрооборудованию ГОСТ 12.2.020—76 или ГОСТ 14254—80.

Взрывозащищенное электрооборудование, используемое в химически агрессивных, влажных и пыльных средах, должно быть также защищено соответственно от воздействия химически агрессивной среды, сырости и пыли.

Взрывозащищенное электрооборудование, предназначенное для работы во взрывоопасной смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом, сохраняет свои свойства, если находится в среде с взрывоопасной смесью той категории и группы, для

которых выполнена его взрывозащита, или в среде с взрывоопасной смесью, отнесенной к менее опасным категориям и группам.

Во взрывоопасных зонах любого класса могут применяться электрические машины с классом напряжения до 10 кВ при условии, что уровень их взрывозащиты или степень защиты оболочки по ГОСТ 14254—80 соответствуют табл. 6 или являются более высокими. Если отдельные части машины имеют

ТАБЛИЦА 6. Допустимые уровень взрывозащиты или степень защиты оболочки электрических машин (стационарных и передвижных) в зависимости от класса взрывоопасной зоны

Класс взрывоопасной зоны	Уровень взрывозащиты
B-Ia	Повышенной надежности против взрыва
B-Iб	Без средств взрывозащиты. Оболочки со степенью защиты не менее IP44. Искрящие части машины (например, контактные кольца) должны быть заключены в оболочку также со степенью защиты не менее IP44
B-II	Взрывобезопасное (при соблюдении требований примечания к таблице)
B-IIa	Без средств взрывозащиты (при соблюдении требований примечания к таблице). Оболочки со степенью защиты IP54. Искрящие части машины (например, контактные кольца) должны быть заключены в оболочку также со степенью защиты IP54 (до освоения промышленностью машин со степенью защиты оболочки IP54 разрешается применять машины со степенью защиты IP44)

Примечание. Во взрывоопасных зонах классов B-II и B-IIa рекомендуется применять электрооборудование, специально предназначенное для взрывоопасных зон со смесями горючих пылей или волокон с воздухом. При отсутствии такого электрооборудования допускается во взрывоопасных зонах класса B-II применять взрывозащищенное электрооборудование, предназначенное для работы в средах с взрывоопасными смесями газов и паров с воздухом, а в зонах класса B-IIa — электрооборудование общего назначения (без взрывозащиты), но имеющее соответствующую защиту от проникновения пыли.

Применение взрывозащищенного электрооборудования, предназначенного для работы в средах взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом, и электрооборудования общего назначения с соответствующей степенью защиты оболочки допускается при условии, что температура поверхности, на которую могут осесть горючие пыли или волокна (при работе электрооборудования с номинальной нагрузкой и без наслоения пыли), будет не менее чем на 50 °С ниже температуры тления пыли для тлеющих пылей или не более 2/3 температуры самовоспламенения для нетлеющих пылей.

различные уровни взрывозащиты или степени защиты оболочки, то все они должны быть не ниже указанных в табл. 6.

Во взрывоопасных зонах могут применяться электрические аппараты или приборы при условии, что уровень их взрывозащиты или степень защиты оболочки по ГОСТ 14254—80 соответствуют табл. 7 или являются более высокими.

Во взрывоопасных зонах любого класса штепсельные соединения могут применяться при условии, если они удовлетворяют требованиям табл. 7 для аппаратов, искрящих при нормальной работе. Во взрывоопасных зонах классов B-Iб и B-IIa допускается применять штепсельные соединения в оболочке со степенью защиты IP54 при условии, что разрыв у них происходит внутри закрытых розеток.

Установка штепсельных соединений допускается только для включения периодически работающих электроприемников (например, переносных светильников в окрасочных камерах и передвижных насосов в краскоприготовительных отделениях). Число штепсельных соединений должно быть ограничено только необходимым минимумом, и они должны быть расположены вне

ТАБЛИЦА 7. Допустимые уровень взрывозащиты или степень защиты оболочки электрических аппаратов и приборов в зависимости от класса взрывоопасной зоны

Класс взрыво- опасной зоны	Уровень взрывозащиты
Установки стационарные	
В-Ia	Повышенной надежности против взрыва — для аппаратов и приборов, искрящих или подверженных нагреву выше 80 °С. Без средств взрывозащиты — для аппаратов и приборов, не искрящих и не подверженных нагреву выше 80 °С. Оболочка со степенью защиты не менее IP54 *
В-Iб	Без средств взрывозащиты. Оболочка со степенью защиты не менее IP44 *
В-II	Взрывобезопасное (при соблюдении требований примечания к табл. 6). Особовзрывобезопасное
В-IIa	Без средств взрывозащиты (при соблюдении требований примечания к табл. 6). Оболочка со степенью защиты не менее IP54 *
Установки передвижные или являющиеся частью передвижных и ручные переносные	
В-Ia	Взрывобезопасное. Особовзрывобезопасное
В-Iб, В-Iг	Повышенной надежности против взрыва
В-II	Взрывобезопасное (при соблюдении требований примечания к табл. 6). Особовзрывобезопасное
В-IIa	Без средств взрывозащиты (при соблюдении требований примечания к табл. 6). Оболочка со степенью защиты не менее IP54 *

* Степень защиты оболочки аппаратов и приборов от проникновения воды (вторая цифра обозначения) допускается изменять в зависимости от условий среды, в которой они устанавливаются.

окрасочно-сушильного оборудования в тех местах помещения, где образование взрывоопасных смесей наименее вероятно. Искробезопасные цепи могут коммутироваться штепсельными соединениями общего назначения.

Сборки зажимов для цепей управления и сигнализации рекомендуется выносить за пределы взрывоопасных зон; их также рекомендуется устанавливать вне окрасочного оборудования. Однако устанавливать сборки зажимов в окрасочных цехах необходимо для уменьшения количества кабельных связей между аппаратурой, установленной по месту, и щитами управления, располагаемыми в специальных щитовых помещениях.

При этом по исполнению сборки зажимов должны удовлетворять требованиям табл. 7 для стационарных аппаратов, не искрящих при работе.

ТАБЛИЦА 8. Рекомендуемые типы и исполнение электрооборудования,

Технологическое оборудование	Класс взрывоопасности оборудования по ПНТБО	Минимально допустимое исполнение электрооборудования по ПУЭ		Ре	
		уровень / взрывозащиты	вид взрывозащиты или степень защиты по ГОСТ 14254-80	электродвигатели	
Агрегаты подготовки поверхности, сушильные установки после агрегатов подготовки, камеры охлаждения (при установке в зонах класса В-І6)	—	Без средств взрывозащиты	ІР44	АО2; 4А (см. примечание 1)	
Установки окраски в электрическом поле, сушильные после окраски	В-І6	То же	ІР44	То же	
Установки для нанесения, формирования и сушки полимерных порошковых покрытий	В-Іа »	»	ІР54	»	
Установки окраски пневмораспылением, безвоздушным распылением, окунанием при объеме ванн более 1 м³, струйным обливом, бакелитирования; лаконоливные машины; оборудование и отделение краскозаготовительные	В-Іа	Повышенной надежности против взрыва — для электрических аппаратов и приборов искрящих и имеющих температуру более 80 °С Без средств взрывозащиты — для аппаратов и приборов неискрящих и имеющих температуру до 80 °С	Продуваемое; защита вида «е» (повышенной надежности против взрыва); искрящие части — во взрывонепроницаемой оболочке ІР54	ВАО; В, ВР	

Примечания. 1. Так как в установках сушильных, окраски в электрическом поле ных, как правило, используются вентиляторы в искробезопасном исполнении, в комплекте 2. Датчики реле перепада напряжения ДПН-100 используются в специальном кожухе со НКС-2Н или УКС-1.

3. Кабели КРПТ и КРПСН предназначены для присоединения к электроприемникам.

4. Кабели, предназначенные для применения во взрывоопасных зонах высших классов, случае учитывать экономическую и техническую целесообразность.

аппаратуры и приборов для применения в окрасочных цехах

комендуемые типы электрооборудования, аппаратуры и приборов-датчиков					Рекомендуемые типы кабелей	
кнопки, переключатели управления	конечные выключатели	светильники, световоры	приборы-датчики	клеммные коробки	конструкция	марки
ПКУ-15; ПКЕ-622; ПКЕ-722; УП5400	ВК-300Г; ВК-200Г; ВПК	—	Преобразователи термомоэлектрические; сигнализатор уровня ЭРСУ-3; ДПН-100, ДН, ДТ (см. примечание 2) ¹	У614; У615	Небронированные, с алюминевыми жилами. Прокладка открытая по конструкциям. Провод с алюминевой жилой. Прокладка в трубах	АВВГ; АВРГ; АНРГ; АКВВГ; КРПТ АПВ; АПРТО
То же	То же	—	То же	То же	То же	То же

КУ-90; КУ-700; УП5800	ВКМ-ВЗГ; ВК-700; ВПВ; ВП-700	НОГЛ; НОДЛ; ВЗГ-200; ССВ-15М	Преобразователи термомоэлектрические + приборы с искробезопасным входом; сигнализатор напора СНСВ; сигнализатор уровня МЭСУ-1В	То же	Бронированные, с медными жилами. Прокладка открытая по конструкциям Провод с медной жилой. Прокладка в трубах с проверкой на плотность	ВБВ; ВВБГ; ВРБГ; НРБГ; КВВБГц; КРПСН ПВ; ПРТО
-----------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	--	-------	---	--

высокого напряжения, формирования и сушки полимерных порошковых покрытий, вытяжки с ними применяются электродвигатели взрывозащищенные серии ВАО, В, ВР и т. п. степенью защиты IP54 или в комплекте с реле с искробезопасными входами типа РИ-2, установленным на передвижных механизмах.

допускается применять в зонах низших классов. При этом следует в каждом отдельном

Согласно [12, с. 117] в качестве клеммных коробок для цепей управления, устанавливаемых во взрывоопасных зонах В-1а, В-1б, В-1аа, рекомендуются коробки типов У614, У615 со степенью защиты оболочки IP54.

При применении различных датчиков контроля и регулирования технологических процессов во взрывоопасных зонах, в том числе и в окрасочных цехах, необходимо руководствоваться следующим:

1. Цепь, состоящая из серийно выпускаемого термоэлектрического преобразователя (термопары) общего назначения и прибора (милливольтметра, гальванометра), является искробезопасной для любой взрывоопасной среды при условии, что прибор не содержит в себе других, неискробезопасных электрических цепей, в том числе и подсвета шкалы.

2. В искробезопасные цепи могут включаться серийно выпускаемые переключатели, ключи, сборки зажимов и т. п. общего назначения при условии, что выполняются следующие требования:

вследствие их введения в искробезопасную цепь емкость, индуктивность или сопротивление не превысят допустимых пределов, оговоренных техническими условиями или инструкцией по монтажу и эксплуатации изделия, к которому эта цепь присоединена;

к ним не подключены другие, искроопасные цепи;

они закрыты крышкой и опломбированы;

их изоляция рассчитана на трехкратное номинальное напряжение искробезопасной цепи, но не менее чем на 500 В.

3. В искробезопасные цепи могут включаться серийно выпускаемые датчики общего назначения, не имеющие собственного источника тока, индуктивности и емкости и удовлетворяющие п. 2. К таким датчикам относятся серийно выпускаемые термопреобразователи сопротивления, термоэлектрические преобразователи (термопары), переключатели разных типов, термисторы, фотоэлементы и т. п., выполненные в защитных корпусах.

В окрасочных цехах находят применение термоэлектрические преобразователи общего назначения с подключением их к вторичным приборам (например, к потенциометрам типов КСПЗ, КСП4) с искробезопасными входами.

Применение контактных датчиков в невзрывозащищенном исполнении во взрывоопасных зонах возможно в комплекте с искробезопасными реле (например, типа РИ-2, ИКС-2Н, УКС-1).

В табл. 8 приведены типы электрооборудования, аппаратуры и приборов, рекомендуемые для установки в окрасочных цехах в зависимости от класса взрывоопасности технологического оборудования.

АППАРАТУРА И ПРИБОРЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ОКРАСОЧНЫХ ЦЕХАХ

В окрасочных цехах широко используется пусковая и коммутационная аппаратура (автоматические выключатели, предохранители, магнитные пускатели, реле и т. п.), а также приборы контроля и регулирования общего назначения. Они выносятся из взрывоопасных зон в отдельные, изолированные от взрывоопасного производства, помещения, специально предназначенные для установки щитов управления и щитов КИП.

Непосредственно на технологических агрегатах, находящихся во взрывоопасных зонах, устанавливаются устройства оперативного управления как агрегатами в целом, так и индивидуально каждым электроприводом, а также датчики и приборы местного контроля и регулирования (температуры, давления, уровня, вязкости и т. д.).

В данной главе приводятся краткие сведения об электрической аппаратуре управления и приборах, нашедших наибольшее применение в окрасочных цехах.

Маркировка взрывозащищенной аппаратуры приведена на основании паспортов заводов-изготовителей этой аппаратуры и базируется на ПИВРЭ [9].

АППАРАТУРА УПРАВЛЕНИЯ И СИГНАЛИЗАЦИИ

Кнопочные посты управления серии КУ-90-ВЗГ (рис. 23) предназначены для дистанционного управления магнитными пускателями, контакторами и другими аппаратами управления при напряжении цепей переменного тока 380 В частотой 50 Гц (ток до 10 А) и постоянного тока до 220 В (ток 5 А).

Посты имеют взрывозащищенное исполнение ВЗГ (по обозначениям ПИВРЭ — ВЗТЗ) и могут применяться в помещениях и наружных установках всех классов взрывоопасности по классификации ПУЭ, где возможно образование взрывоопасных

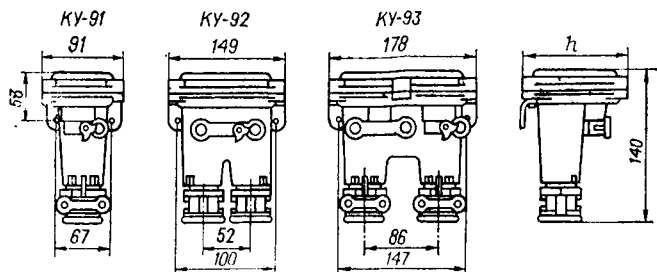


Рис. 23. Взрывонепроницаемые посты управления серии КУ-90-ВЗГ.

Размер h равен: для КУ-91 — 107; для КУ-92 — 123 и для КУ-93 — 126 мм.

парогазовоздушных смесей, отнесенных по классификации ПИВРЭ к категориям 1—3, группам Т1—Т3.

Серия кнопочных постов управления КУ-90-ВЗГ включает три типоразмера:

Однокнопочные
Двухкнопочные
Трехкнопочные

КУ-91-ВЗГ
КУ-92-ВЗГ
КУ-93-ВЗГ

Каждый кнопочный элемент имеет один размыкающий (Р) и один замыкающий (З) контакты с двойным разрывом цепи.

Оболочка кнопочных постов управления, а также отдельные узлы и детали обеспечивают длительную работу аппарата при

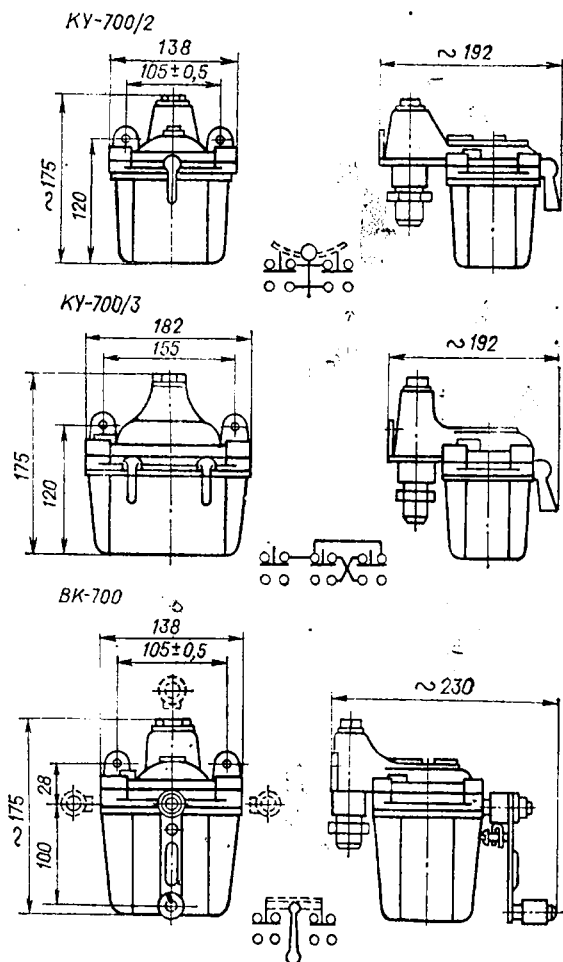


Рис. 24. Кнопочные посты управления серии КУ-700 и конечные выключатели серии ВК-700.

наличии в окружающей среде не только взрывоопасных смесей, но и химически активных веществ.

Кнопочные посты можно устанавливать в любом положении, принимая меры для предупреждения скапливания влаги в штуцере.

Вводные устройства кнопочных постов рассчитаны на ввод бронированных и гибких кабелей, а также проводов, проложенных в стальных трубах.

Габаритные размеры кнопочных постов КУ-90-ВЗГ приведены на рис. 23.

На кнопочных постах возможна установка фиксатора рукоятки управления с надписью «стоп» для фиксации элемента в нажатом положении (оговаривается в заказе).

Кнопочные посты управления с масляным наполнением серии КУ-700 и конечные выключатели ВК-700 (рис. 24) служат для коммутирования цепей переменного тока до 500 В, 5 А, 50—60 Гц при температуре от -30 до $+35^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности не более 95%.

Исполнение всех аппаратов по взрывозащите — взрывобезопасное, маслонеполненное, маркировка ВЗТ4-М.

Каждый пост управления состоит из соответствующего числа кнопочных элементов, бачка, заполняемого трансформаторным маслом, крышки с вводным устройством и рукояток управления.

Кнопочный элемент, выполняемый с одним размыкающим и одним замыкающим контактами, представляет собой изоляционную колодку с двумя неподвижными контактами внизу, двумя сверху и подвижным контактным мостиком, надетым на стержень толкателя. При повороте рукоятки управления рычаг, закрепленный на валике управления, нажимает на толкатель, размыкает верхние контакты и замыкает нижние. При освобождении рукоятки подвижный мостик перемещается под действием пружины вверх — нижние контакты размыкаются, верхние замыкаются.

Техническая характеристика

	КУ-700/2	КУ-700/3	ВК-700
Число кнопочных элементов	2	3	2
Число контактов	23	33	23
	2Р	3Р	2Р
Способ управления	Рукоятка	Рукоятка	Рычаг
Объем масла, дм^3	0,5	0,75	0,5
Масса, кг	3	4,2	3

Кнопочные посты управления серии ПКУ-15 общепромышленного назначения применяются для коммутации электрических цепей управления переменного тока напряжением до 500 В частоты 50—60 Гц и постоянного тока напряжением до 220 В.

Структура обозначения поста управления приведена ниже.

Структура условного обозначения поста управления

ПКУ - 15 - 00 000 - 00 00

Буквенное обозначение серии _____

Номер разработки _____

Величина номинального тока: _____
 17—4 А
 19—6 А

Число вертикальных рядов встраиваемых аппаратов _____

Число горизонтальных рядов встраиваемых аппаратов _____

Способ управления приводом: _____
 1—непосредственное
 2—посредством тросика

Степень защиты: _____
 40—IP40
 54—IP54

Климатическое исполнение и категория размещения _____

Посты изготавливаются в климатических исполнениях по ГОСТ 15150—69 У, Т, ХЛ категории 3 со степенью защиты IP40 и категории 2 со степенью защиты IP54, но для рабочих температур от -40 до $+40^{\circ}\text{C}$. Посты со степенью защиты IP54 могут эксплуатироваться во влажных и пыльных помещениях, а также во взрывоопасных зонах классов В-1б, В-1а (см. гл. 6).

В посты могут встраиваться следующие аппараты:

кнопки управления с цилиндрическим толкателем, с самовозвратом, с 1Р и 1З, или 2З, или 2Р контактами;

кнопки управления с грибовидным толкателем, с самовозвратом или фиксацией, с 1Р и 1З, или 2З, или 2Р контактами;

переключатели управления на два и три положения с самовозвратом или фиксацией положения;

светосигнальная арматура с пристроенным трансформатором или без трансформатора.

Компоновка аппаратов, встраиваемых в пост,—любая и производится в соответствии с заказом.

Габариты постов управления серии ПКУ-15 (мм):

На 1 встроенный аппарат	90×90
» 2 встроенных аппарата	150×90
» 3 » »	265×90
» 4 » »	258×90
» 6 » »	205×170
» 9 » »	205×230
Глубина постов всех модификаций — 81 мм.	

Взрывозащитные универсальные переключатели серии УП5800 (рис. 25) являются маслonaполненными командоаппаратами. Они предназначены для ручного дистанционного переключения цепей управления постоянного тока напряжением до 440 В и переменного напряжением до 500 В частотой 50 Гц.

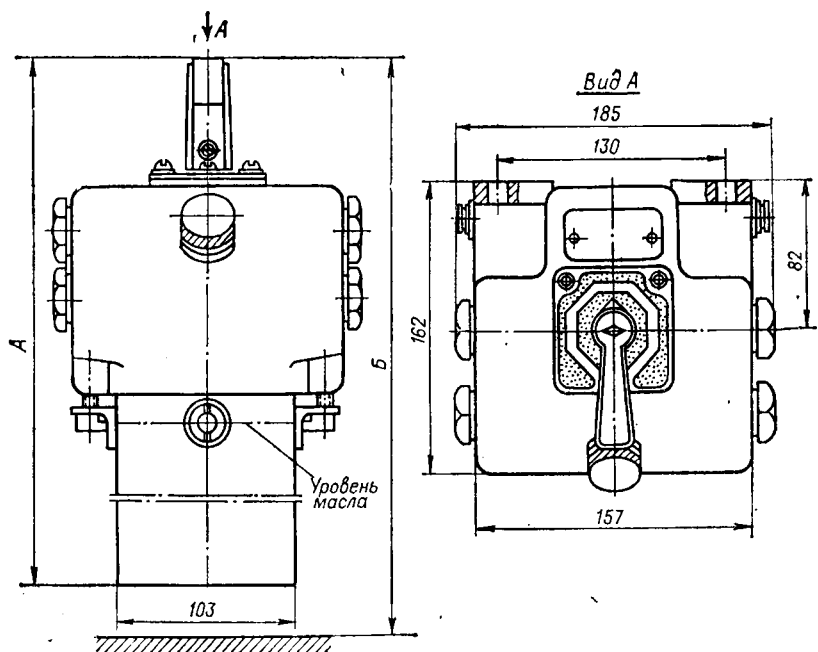


Рис. 25. Взрывозащищенный универсальный переключатель серии УП5800.

Переключатели применяются также в качестве коммутационных аппаратов для переключения силовых цепей многоскоростных электродвигателей небольшой мощности.

Аппараты могут работать в помещениях и зонах, где выделяются газы или пары легковоспламеняющихся жидкостей, образующие с воздухом взрывоопасные смеси категорий 1—4, групп Т1—Т4.

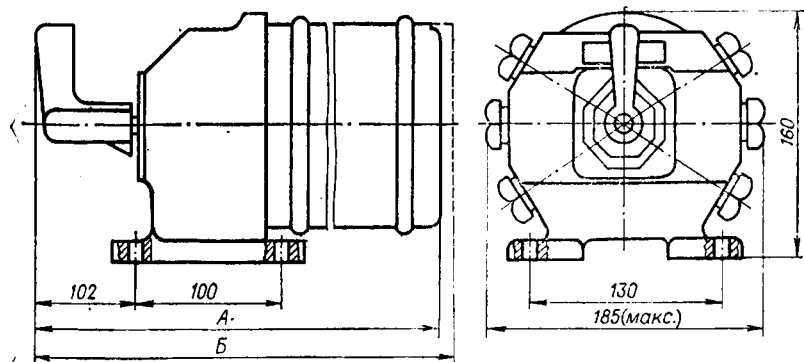


Рис. 26. Универсальный переключатель серии УП5400.

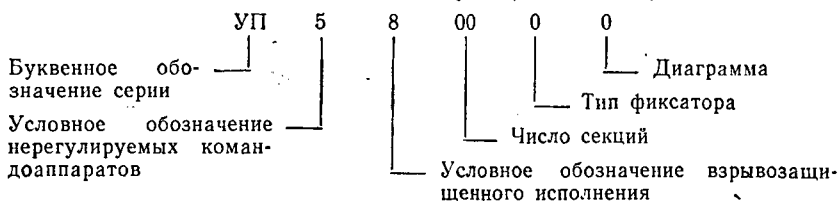
Переключатели рассчитаны для работы в сухих незапыленных помещениях при следующих условиях:

Температура окружающей среды, °С	От -10 до +35
Относительная влажность воздуха, %, не более	80
Высота над уровнем моря, м, не более	1000

Не допускается устанавливать аппараты на открытом воздухе, в местах, заливаемых водой, или в химически активной среде.

Взрывозащищенные универсальные переключатели различных типов отличаются числом секций, диаграммой замыканий контактов, числом фиксированных положений и углом поворота рукоятки. Аппараты изготавливаются на 2, 4, 6, 8, 10 и 14 секций.

Структура условного обозначения универсального переключателя



Контакты универсальных переключателей серии УП5800 допускают длительную нагрузку постоянным и переменным током до 10 А, кратковременную не более 10 с — до 50 А и кратковременную до 3 с — до 150 А.

Габаритные размеры переключателя — см. табл. 9 и рис. 25.

Универсальные переключатели серии УП5800 состоят из набора секций, встроенных в оболочку, представляющую собой чугунный корпус и стальной кожух, в месте разъема которых имеется резиновое уплотнение.

На корпусе укрепляется пластмассовая розетка с указанием рабочих положений рукоятки. Переключатели могут поставляться со стандартными оговоренными в заказе надписями.

Для ввода проводников в аппарат предусмотрены сальники, не более двух на каждой из боковых сторон корпуса, с наибольшим диаметром проходного отверстия гнезда 20 мм.

Переключатели в зависимости от способов фиксации, числа положений рукоятки и секций имеют разные диаграммы переключений и соответствующие им монтажные схемы.

Универсальные переключатели серии УП5400 (рис. 26) в исполнении со степенью защиты IP55 по назначению и основным техническим характеристикам аналогичны переключателям УП5800. Они могут работать во влажных и пыльных помещениях, а также во взрывоопасных зонах классов В-Іб, В-ІІа (см. гл. 6, табл. 7).

Контакты универсальных переключателей серии УП5400 допускают длительную нагрузку постоянным и переменным током до 20 А, кратковременную (не более 10 с) — до 75 А.

ТАБЛИЦА 9. Габаритные и установочные размеры универсальных переключателей серий УП5800 и УП5400

Тип аппарата	Число секций	Размеры, мм		Масса, кг
		А	Б *	
УП5802	2	294	394	13,3
УП5804	4	334	474	13,9
УП5806	6	374	554	14,4
УП5808	8	414	634	14,9
УП5810	10	454	714	15,5
УП5814	14	534	874	16,7
УП5402	2	240	300	3,8
УП5404	4	280	380	4,25
УП5406	6	320	460	4,65
УП5408	8	360	540	5,1
УП5410	10	400	620	5,5
УП5412	12	440	700	5,9
УП5416	16	520	860	6,7

* С учетом снятия кожуха.

Габаритные размеры различных типов универсальных переключателей серии УП5400 приведены в табл. 9 и на рис. 26.

Взрывонепроницаемые малогабаритные конечные выключатели ВКМ-ВЗГ (рис. 27) предназначены для коммутации цепей управления и сигнализации электроприводов с напряжением сети переменного тока до 380 В частотой 50 Гц или постоянного тока 220 В с номинальным током 2,5 А при продолжительном режиме работы.

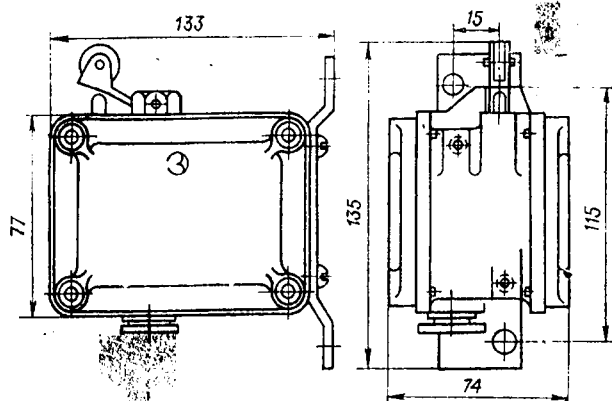


Рис. 27. Малогабаритный конечный выключатель типа ВКМ-ВЗГ во взрывозащищенном исполнении ВЗГ (ВЗТЗ); корпус из пластмассы.

Малогабаритные конечные выключатели могут применяться для работы во взрывоопасных помещениях всех классов, в которых может образоваться взрывоопасная концентрация газов или паров, относящихся к категориям 1—3, группам Т1—Т3, а также в наружных установках (под навесом) класса В-1г.

Конечные выключатели ВКМ-ВЗГ имеют два исполнения: ВКМ-1 — с нажимным рычагом с роликом и ВКМ-2 — с толкателем с полукруглой головкой.

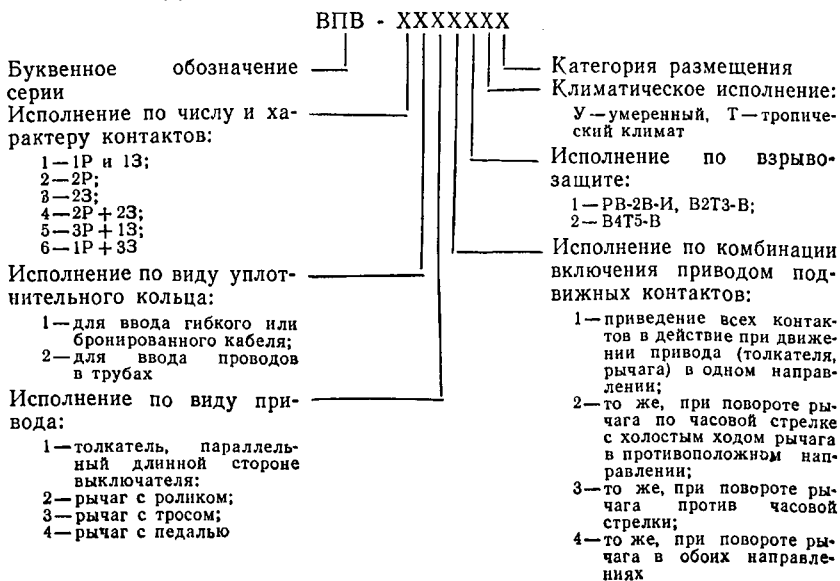
Усилие нажатия на приводной элемент конечного выключателя не более 20 Н. Ход штока приводного элемента для срабатывания микропереключателя — 1 мм (макс.). Ход штока после срабатывания (перезжим) — 4 мм. Установка выключателя — в любом положении.

Для подвода кабеля имеется один сальниковый ввод с отверстием под кабель с резиновым уплотнительным кольцом диаметром от 7 до 11 мм.

Габаритные размеры — см. рис. 27.

Выключатели путевые взрывонепроницаемые серии ВПВ (рис. 28) служат для коммутации электрических цепей переменного тока частотой 50—60 Гц, напряжением до 380 В и постоянного тока напряжением до 220 В, контроля и блокировки при дистанционном управлении электроприводами машин и механизмов в передвижных и стационарных установках, а также для сигнализации о состоянии отдельных элементов электроприводов. Выключатели приводятся в действие управляющими упорами (кулачками) в определенных точках пути контролируемого объекта.

Структура условного обозначения выключателя ВПВ



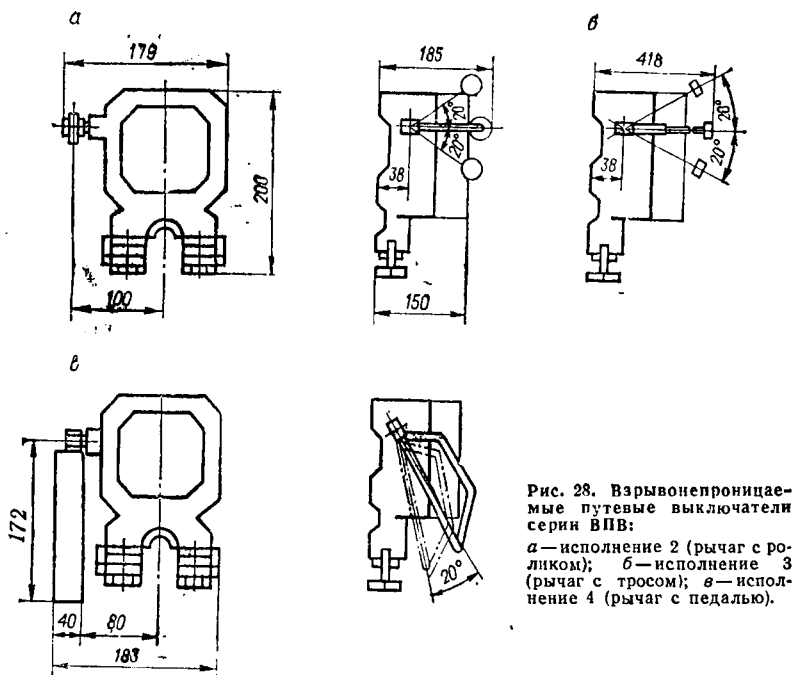


Рис. 28. Взрывонепроницаемые путевые выключатели серии ВПВ:

а — исполнение 2 (рычаг с роликом); б — исполнение 3 (рычаг с тросом); в — исполнение 4 (рычаг с педалью).

Нормальная работа выключателя обеспечивается при следующих условиях:

Температура окружающей среды, °С	От -40 до +40
Относительная влажность воздуха при 35 °С, %	До 98
Высота над уровнем моря, м, не более	2000

Выключатели серии ВПВ могут работать во взрывоопасной среде, которая содержит агрессивные газы и пары в предельно допустимых концентрациях, насыщена водяными парами, токопроводящей и непроводящей пылью; концентрация пыли до 1000 г/м^3 .

Допускается вибрация мест крепления выключателей с частотой до 100 Гц при ускорении не более 10 g.

Рабочее положение выключателя в пространстве — любое.

По уровню взрывозащиты выключатели ВПВ-1, ВПВ-2, ВПВ-3 выпускаются в едином исполнении РВ-2В-И и В2ТЗ-В, а выключатели ВПВ-4, ВП-5, ВП-6 — в двух исполнениях: РВ-2В-И, В2ТЗ-В и В4Т5-В. Выключатели в исполнении В2ТЗ-В применяются во взрывоопасных помещениях и наружных установках всех классов, в которых могут образоваться взрывоопасные смеси категорий 1 и 2, групп Т1—Т3 [9].

Выключатели в исполнении В4Т5-В используются во взрывоопасных помещениях и наружных установках всех классов, в которых могут образоваться взрывоопасные смеси категорий

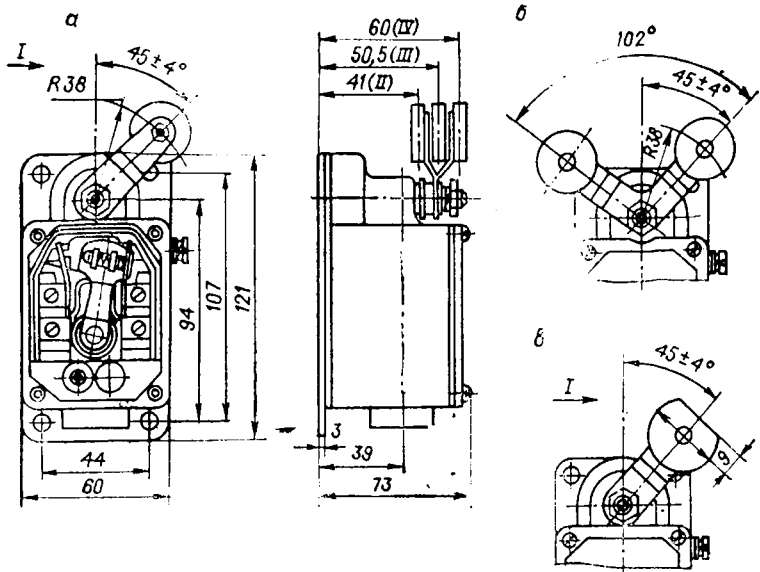


Рис. 29. Выключатели путевые конечные типа ВК-200ГА, ВК-300ГА:

а — исполнение 1; б — исполнение 2 (остальное — см. а); в — исполнение 3 (остальное — см. а); / — рабочий ход (вправо); II — 1-я ступень; III — 2-я ступень; IV — 3-я ступень.

1—4, групп Т1—Т5, в электрических цепях переменного тока частотой 50—60 Гц, напряжением до 440 В.

Вводные устройства рассчитаны на ввод бронированного или гибкого кабеля диаметром от 11 до 22 мм. Контактные зажимы выключателей приспособлены для одновременного подсоединения двух жил проводов сечением до 2,5 мм² или одной жилы провода сечением до 4 мм².

Контактные блоки выключателя снабжены механизмом мгновенного действия, обеспечивающим собственное время переброса подвижных контактов не более 0,04 с и контактное нажатие, не изменяемое при движении приводного элемента до точки срабатывания подвижных контактов.

Номинальный ток контактов 10 А.

Габаритные размеры выключателей — см. рис. 28.

Выключатели путевые (конечные) контактные мгновенного действия серии ВК-200Г, ВК-300Г (рис. 29) используются для коммутации электрических цепей управления под воздействием управляющих упоров (кулачков) в определенных точках пути контролируемого объекта.

Выключатели изготавливаются в исполнении У (для районов с умеренным климатом) или Т (для районов с тропическим климатом) и рассчитаны на работу в помещениях на стационарных установках.

Окружающая среда не должна содержать агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металл и изоляцию.

Выключатели не должны подвергаться непосредственному воздействию солнечной радиации.

Допускается вибрация мест крепления с частотой до 60 Гц при ускорении 1g, а для выключателей ВК-200Г, исполнение 1, и ВК-300Г, исполнение 1—2g.

Техническая характеристика

Номинальное напряжение, В	500
переменного тока частотой 50 и 60 Гц	220
постоянного тока	6
Номинальный ток, А	24
Допустимое минимальное напряжение, В	0,05
Допустимый минимальный рабочий ток, А	От -40 до +40
Температура окружающей среды, °С	
Относительная влажность, %	80
при 20 °С (исполнение У)	До 98
при 38 °С (исполнение Т)	2000
Высота над уровнем моря, м, не более	6,3
Износостойкость, млн. циклов	12±2
Рабочий ход приводного элемента, градусы	
Дополнительный ход, градусы	10
для исполнения 1	Не допускается
» » 2	4
» » 3	60
Усилие при рабочем ходе, Н, не более	
Габаритные размеры — см. рис. 29.	

Вводные устройства рассчитаны на ввод кабелей или проводов в трубах.

Контактные зажимы допускают присоединение к ним двух медных проводов сечением не более 1,5 мм² каждый или одного медного или алюминиевого провода сечением не более 2,5 мм².

Выключатели должны быть надежно заземлены проводом сечением не менее 2,5 мм². Заземление можно выполнить как снаружи корпуса, так и внутри.

Выключатели выпускаются в исполнениях со степенью защиты IP54 и IP67 (ГОСТ 14254—80), что дает возможность

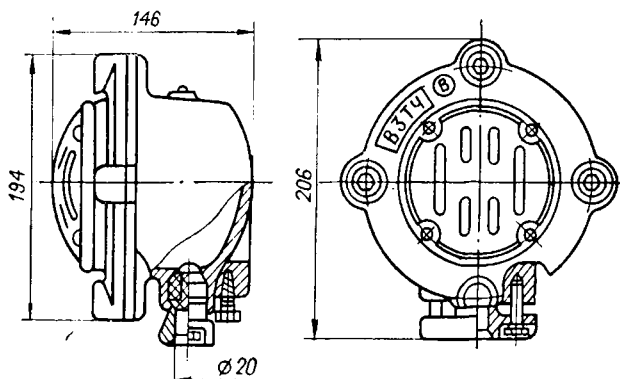


Рис. 30. Сирена сигнальная взрывозащищенная ВСС-3М.

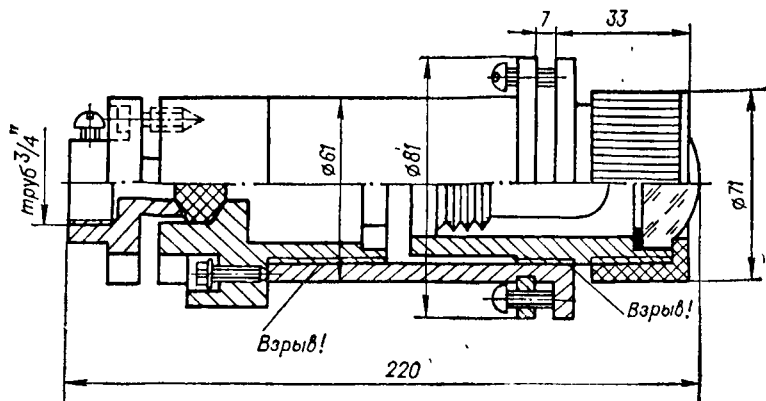


Рис. 31. Сигнал световой взрывозащищенный ССВ-15М.

устанавливать их во взрывоопасных зонах классов В-Іб и В-ІІа (см. табл. 7).

Взрывозащищенная сигнальная сирена типа ВСС-ЗМ (рис. 30) предназначена для подачи звуковых сигналов в подземных выработках, опасных по газу или пыли, а также во взрывоопасных помещениях класса В-І и В-Іа, где может находиться взрывоопасная смесь паров и газов с воздухом категорий 1—3, групп Т1—Т4.

Сирена может эксплуатироваться в условиях, нормированных для исполнения У категории 5 (ГОСТ 15150—69).

Место установки сирены должно быть защищено от попадания воды, масла, эмульсии и т. д. Недопустимо непосредственное воздействие солнечной радиации.

Рабочее положение в пространстве — любое.

Степень защиты сирены IP54 по ГОСТ 14254—80.

Техническая характеристика

Номинальное напряжение для помещений В-І и В-Іа	110; 220
Частота тока, Гц	50; 60
Потребляемая мощность, В·А, не более	60
Исполнение по взрывозащите для помещений класса В-І и В-Іа для угольных шахт	ВЗТ4-В РВ-2В
Температура окружающего воздуха, °С	От —40 (без выпадения иней и росы) до +40
Относительная влажность при 25 °С, %	До 98
Высота над уровнем моря, м, не более	1000

Сигнал световой взрывозащищенный типа ССВ-15М (рис. 31) в исполнении В4Т4 служит для подачи световых сигналов во взрывоопасных помещениях классов В-І, В-Іа, В-ІІ и В-ІІа с температурой воздуха не выше 50 °С, в которых возможно образование взрывоопасной смеси категорий 1—4, групп Т1—Т4.

В сигнале применяются лампы Ц127-15-1 и Ц220-25-1 (ГОСТ 5011—69). Линза из стекла матового, красного и желтого цвета.

Сигнал крепят на панели при помощи двух винтов. Масса 1,2 кг.

ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ

Термометры ТПП4-IV (рис. 32) используются для измерения температуры жидких и газообразных сред и рассчитаны на эксплуатацию во взрывоопасных зонах, в которых могут возникать взрывоопасные концентрации газов и паровоздушных смесей, относящихся к категориям 1—3, группам Т1—Т3.

Термометры ТПП4-IV имеют взрывозащищенное исполнение с взрывонепроницаемыми элементами и искробезопасной цепью; условное обозначение $\frac{\text{ИЗТЗ}}{\text{серный эфир}}$. Напряжение искробезопасной цепи равно 15 В, ток 5 мА.

Техническая характеристика

Пределы измерения, °С	—25 ÷ 35; —10 ÷ 50; 0—60; 0—100; 25—125; 100—200; 200—300
Длина дистанционного капилляра L , м	1,6; 2,5; 4; 6; 10; 16
Длина погружения термобаллона L_1 , мм	125; 160; 200; 250
Класс точности	
для первой трети шкалы	2,5
для последних двух третей	1,5
Питание от сети переменного тока	
напряжение В	220
частота, Гц	50
Давление измеряемой среды, МПа, не более	
без защитной гильзы	64
с защитной гильзой	250

Манометры, показывающие и сигнализирующие электроконтактные во взрывонепроницаемой оболочке типа ВЭ-16рб (рис. 33) предназначены для измерения избыточного давления жидкостей, газов, пара и управления внешними электрическими цепями путем включения и выключения контактов в схемах автоматики, блокировки и сигнализации технологических процессов.

Манометры изготавливаются с замыкающими и размыкающими контактами сигнального устройства, которые срабатывают при верхнем и нижнем заданных значениях давления.

Приборы предназначены для применения во взрывоопасных помещениях и зонах классов В-I, В-Ia, В-Iб и наружных установках класса В-Iг, в которых могут образоваться взрывоопасные смеси газов, паров с воздухом категорий 1—3, групп Т1—Т3.

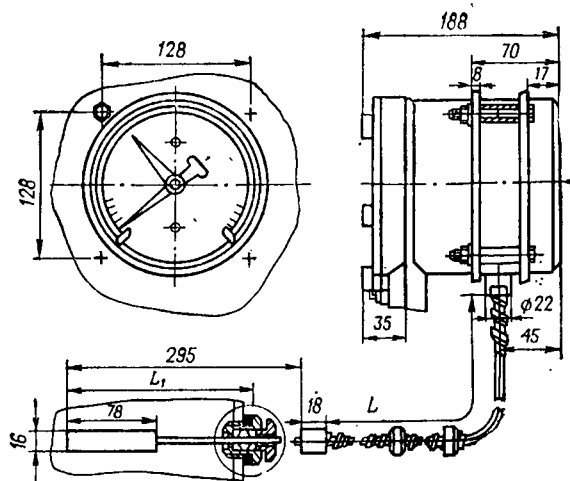


Рис. 32. Термометр ТПП-IV.

Для районов с умеренным климатом приборы изготавливаются в исполнении У категории 3; для районов с сухим и влажным тропическим климатом — в исполнении Т категории 3.

Рабочее напряжение электроконтактного устройства 220 В переменного или постоянного тока. Разрывная мощность контактов не более 10 В·А переменного или 10 Вт постоянного тока.

Погрешность включения контактов сигнализирующего устройства составляет $\pm 2,5\%$ от суммы абсолютных значений пределов измерения ВЭ-16рб, кгс/см²: 0—1; 0—1,6; 0—2,5; 0—4; 0—6; 0—10; 0—16; 0—25; 0—40; 0—60; 0—100; 0—160; 0—250; 0—400; 0—600; 0—1000; 0—1600.

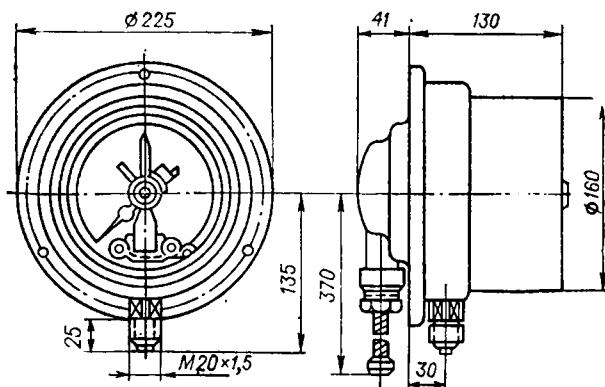


Рис. 33. Взрывозащищенный электроконтактный манометр ВЭ-16рб.

Разделители мембранные типа РМ моделей 5319, 5320, 5321, 5322, 5494 и 5497 служат для предохранения внутренней полости чувствительного элемента измерительного прибора (манометра) от попадания в нее измеряемой среды. Для сред кристаллизующихся, выделяющих осадки или содержащих взвешенные твердые частицы, применяются разделители моделей 5320 и 5322. Разделители модели 5494 используются для измерения избыточного давления вязких сред.

Мембранные разделители применяются в комплекте с приборами, имеющими следующие пределы измерения:

	кПа	кгс/см ²
Для измерения избыточного давления		
5319, 5320	25—2500	0,25—25
5321, 5322	4—60 МПа	40—600
5494	600—2500	6—25
Для измерения вакуумметрического давления		
5319, 5320	25—100	0,25—1

Основная погрешность комплектов (кроме комплектов с датчиками ГСП) не должна превышать пределов допустимой основной погрешности приборов, комплектуемых с разделителями, более чем на $\pm 1\%$.

Принцип действия комплекта приборов с разделителями состоит в том, что измеряемое давление передается от измеряемой среды через разделительную мембрану и разделительную жидкость на чувствительный элемент прибора, где преобразуется в показания или выходной сигнал.

Наибольшее применение для измерения давления лакокрасочных материалов и других аналогичных им жидкостей нашли разделители моделей 5320 и 5322.

В конструкции разделителя модели 5320 (рис. 34), в отличие от других моделей, отсутствует нижний фланец. Открытая мембрана не дает возможности кристаллизующимся средам и твердым осадкам скапливаться, что может затруднить или

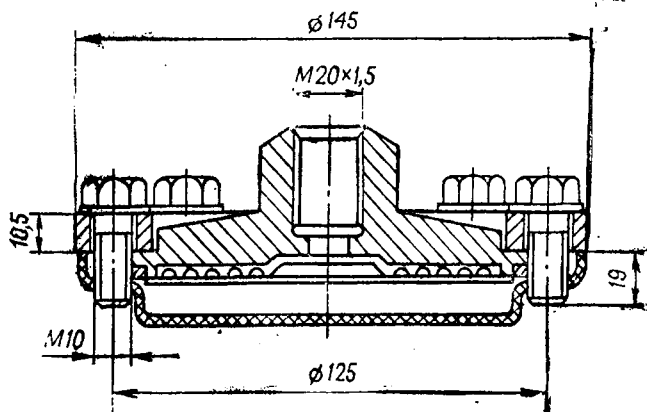


Рис. 34. Мембранный разделитель модели 5320.

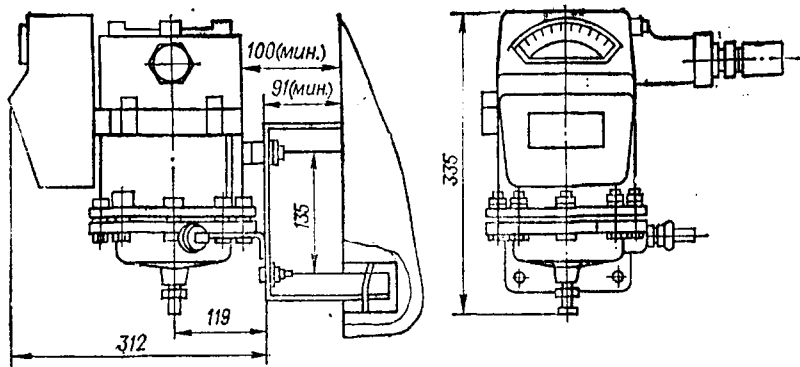


Рис. 35. Сигнализаторы напора и тяги сильфонные взрывозащищенные СНСВ, СТСВ.

совершенно прекратить передачу давления чувствительному элементу.

Внутреннее пространство пружины (сильфона) измерительного прибора, капилляр соединительного рукава и надмембранное пространство разделителя должны быть тщательно заполнены разделительной жидкостью.

Сигнализаторы напора и тяги сильфонные взрывозащищенные типа СНСВ, СТСВ (рис. 35) применяют для измерения избыточного или вакуумметрического давления неагрессивных газообразных сред и управления внешними электрическими цепями путем включения и выключения контактов в схемах сигнализации, автоматики и блокировки технологических процессов.

Приборы искробезопасного исполнения с взрывонепроницаемыми элементами маркировки ВЗТ4-ИВ могут применяться во взрывоопасных помещениях классов В-1, В-1а, В-1б, где могут образоваться взрывоопасные смеси газов и паров с воздухом категорий 1—3, групп Т1—Т4.

Ниже приведены пределы измерения этих приборов:

	кПа	кгс/м ²
Сигнализатор напора	0—1,6	0—160
сильфонный взрывозащищенный СНСВ	0—6	0—600
	5—11	500—1100
Сигнализатор тяги сильфонный взрывозащищенный СТСВ	0—1,6	0—160
	0—6	0—600
	0—16	0—1600
	40—100	4000—10 000,
		или 0,4—1 кгс/см ²

Предел допустимой погрешности показаний прибора $\pm 2,5\%$ от диапазона измерений.

Погрешность срабатывания сигнального устройства не должна превышать $\pm 2,5\%$ от диапазона измерений.

Приборы предназначены для работы при температуре окружающей среды от -30 до $+50$ °С и относительной влажности 30—80% во всем интервале температур.

Питание сигнального устройства должно осуществляться от сети переменного тока напряжением 220_{-33}^{+23} В частотой 50 ± 1 Гц.

Характер сигнализации в зависимости от давления измеряемой среды: «минимум», «норма», «максимум».

Разрывная мощность контактов реле сигнального устройства при омической нагрузке не более 40 В·А. При индуктивно-омической нагрузке сигнальное устройство работает на включение контактов переменного тока напряжением 220 В или постоянного тока напряжением 27 В с током питания обмотки 1,5 А.

Принцип действия приборов основан на уравнивании измеряемого давления силами упругой деформации сильфона диапазонных пружинных блоков. Движение дна сильфона, преобразованное в силовое перемещение рычагов, передается при помощи трибко-секторного механизма на показывающую и сигнализирующую части прибора.

В качестве датчика электрического сигнала используются обмотки генератора высокой частоты. Одна из них выдает сигнал минимального значения измеряемого давления, другая — максимального.

Датчики-реле напора ДН, тяги ДТ, давления ДД, напора и тяги ДНТ, перепада напора ДПН (рис. 36) используются в автоматизированных системах контроля, управления и регулирования вакуумметрического и избыточного давления (тяги и напора) от 0,04—40 кПа ($4\text{--}4000$ кгс/м²) (ДТ, ДН); разности давлений от —0,1 до 1 кПа (от —10 до 100 кгс/м²) (ДНТ, ДПН).

Условия работы приборов: температура окружающего воздуха от —30 до +50 °С, относительная влажность воздуха до 95% при 35 °С; контролируемая среда — воздух, газы и жидкости, пассивные к алюминиевому сплаву АЛ-9 и маслостой-

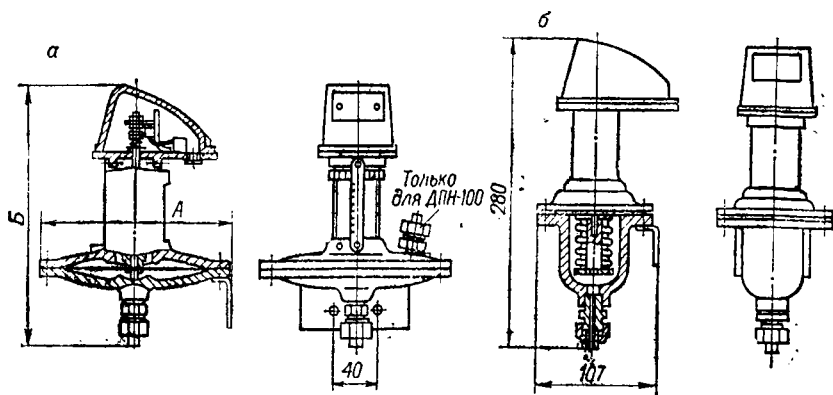


Рис. 36. Датчики-реле напора, тяги, перепада напора, давления:
а—ДН, ДТ, ДНТ, ДПН; б—ДД.

кой резине; вибрация с частотой до 25 Гц амплитудой до 0,1 мм.

Датчики-реле изготавливаются двух модификаций: 1 — с двухпозиционным выходным электрическим сигналом — ДН, ДТ, ДД, ДНТ, ДПН; 2 — с трехпозиционным выходным электрическим сигналом — ДН, ДТ, ДД.

В зависимости от модификации и исполнения по наличию шкал датчики-реле изготавливаются в сборках. Типоразмеры и

ТАБЛИЦА 10. Технические характеристики датчиков-реле ДН, ДТ, ДНТ, ДПН

Типоразмер	Пределы уставок		Максимальное статическое давление		Масса, кг *	Габаритные размеры, мм *	
	кПа	кгс/м ²	кПа	кгс/м ²		А	Б
Датчики-реле напора (тяги)							
ДН-40; ДТ-40	0,04—0,4	4—40	10	1000	$\frac{2,35}{2,5}$	233	$\frac{230}{260}$
ДН-100; ДТ-100	0,1—1,0	10—100	10	1000			
ДН-160; ДТ-160	0,16—1,6	16—160	10	1000			
ДН-250; ДТ-250	0,25—2,5	25—250	18	1800	$\frac{1,45}{1,6}$	170	$\frac{230}{260}$
ДН-400; ДТ-400	0,4—4,0	40—400	18	1800			
ДН-600; ДТ-600	0,6—6,0	60—600	18	1800			
ДН-1000; ДТ-1000	1,0—10	100—1000	30	3000	$\frac{1,0}{1,15}$	107	$\frac{230}{260}$
ДН-1600; ДТ-1600	1,6—16	160—1600	40	4000			
ДН-2500; ДТ-2500	2,5—25	250—2500	60	6000			
ДН-4000; ДТ-4000	4,0—40	400—4000	80	8000			
Датчики-реле напора и тяги							
ДНТ-100	—0,1 ÷ 1,0	—10 ÷ 100	10	1000	2,4	233	230
Датчики перепада напора							
ДПН-100	—0,1 ÷ 1,0	—10 ÷ 100	10	1000	2,4	233	230

* В числителе даны значения для сборок 11, 21, в знаменателе — для сборок 12, 22.

сборки датчиков-реле, их габаритные размеры и масса указаны в табл. 10—12 и на рис. 36.

Класс точности датчиков-реле (кроме бесшкальных) — 2,5.

Разрывная мощность контактов для ДН, ДТ, ДД составляет 500 В·А при напряжении 220 В для цепей переменного тока и безындукционной нагрузки или 60 Вт при напряжении 220 В для цепей постоянного тока.

Разрывная мощность контактов для датчиков-реле типа ДНТ, ДПН составляет 10 Вт при напряжении 24 В для цепей переменного и постоянного тока. Эти датчики-реле могут изготавливаться и с разрывной мощностью контактов 500 В·А

при напряжении 220 В с зоной нечувствительности 1—10% (оговаривается в заказе).

В эксплуатации в зависимости от внешнего подсоединения клеммной колодки контакты могут быть размыкающими и замыкающими.

Принцип действия датчика-реле основан на уравнивании силы, создаваемой давлением или разрежением контроли-

ТАБЛИЦА 11. Технические характеристики датчиков реле давления ДД*

Типоразмер	Пределы уставок		Максимальное статическое давление	
	МПа	кгс/см ²	МПа	кгс/см ²
ДД-0,6	0,006—0,1	0,06—0,6	0,6	6
ДД-1,0	0,01—0,1	0,1—1	0,6	6
ДД-1,6	0,016—0,16	0,16—1,6	0,6	6
ДД-2,5	0,025—0,25	0,25—2,5	1,0	10
ДД-4	0,04—0,4	0,4—4	1,0	10
ДД-6	0,06—0,6	0,6—6	2,0	20
ДД-10	0,1—1,0	1,0—10	2,0	20
ДД-1,6	0,16—1,6	1,6—16	2,0	20

* Масса 1,4 кг.

ТАБЛИЦА 12. Модификации сборок датчиков-реле

Модификация	Исполнение по наличию шкалы	Обозначение исполнения по наличию шкалы	Обозначение сборки
1	Бесшкальные	0	10
1	С оцифрованной шкалой установки и без шкалы зоны нечувствительности	1	11
1	С оцифрованной шкалой установки и с информационной шкалой зоны нечувствительности	2	12
2	Бесшкальные	0	20
2	С оцифрованной шкалой установки и без шкалы зоны нечувствительности	1	21
2	С оцифрованной шкалой установки и с информационной шкалой зоны нечувствительности	2	22

руемой среды на чувствительный элемент, силами упругих деформаций винтовой пружины. Перемещение иглы чувствительного элемента передается на переключающее устройство, замыкающее или размыкающее контакты электрической цепи.

В связи с тем что датчики-реле по своему исполнению непригодны для установки во взрывоопасных зонах, их применение возможно в комплекте с искробезопасными реле или с использованием кожуха со степенью защиты IP44 или IP54 (по типу показанного на рис. 12).

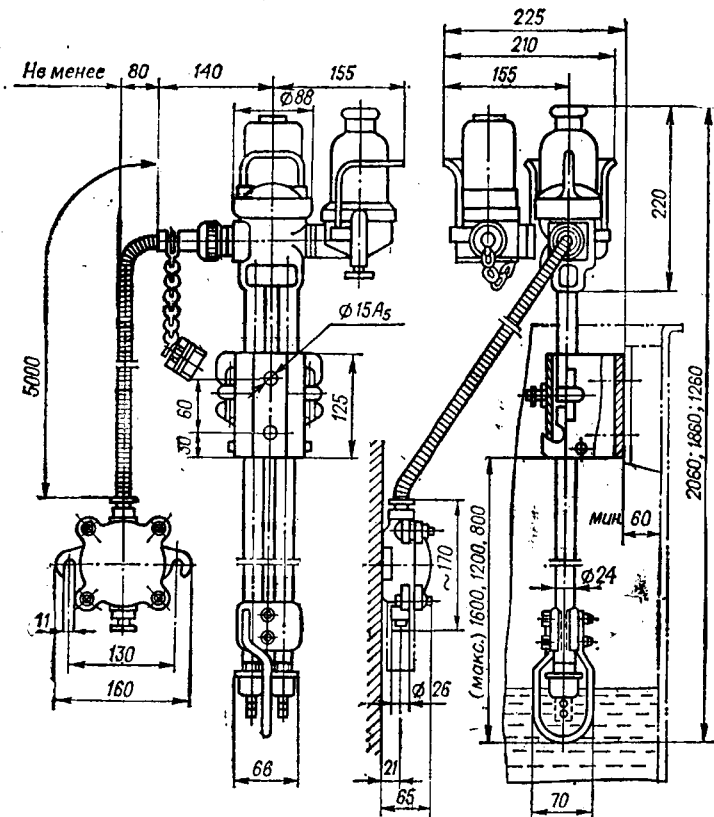


Рис. 37. Чувствительный элемент рН-метра типа ДПг-4М.

Датчики рН рассчитаны на работу в комплекте с промышленным преобразователем типа П-201 в системах контроля и автоматического регулирования величины рН. По конструктивному исполнению они подразделяются на погружные типа ДПг-4М (рис. 37) и магистральные типа ДМ-5М.

Датчики применяются в растворах, не оказывающих разрушающего действия на материалы, из которых они изготовлены, и не образующих пленки на электродах. Давление измеряемой среды не должно превышать 0,6 МПа (6 кгс/см²).

В комплект датчиков входят измерительные стеклянные электроды типа ЭСП-01-14 и ЭСП-04-14, а также вспомогательные хлорсеребряные (табл. 13).

Преобразователь П-201 (П-201И) (рис. 38) предназначен для преобразования э. д. с. электродных систем в пропорциональное ей значение постоянного тока. Преобразователь рассчитан на работу в комплекте с серийно выпускаемыми датчиками рН (например, ДПг-4М, ДМ-5М и др.) в системах непрерывного контроля и автоматического регулирования рН.

Прибор представляет собой вибропреобразователь, на вход которого подается постоянное напряжение электродной системы.

ТАБЛИЦА 13. Модификации датчиков рН

Тип и обозначение	Длина погружной или диаметр проточной части, мм *	Материал деталей, соприкасающихся с измеряемой средой		Марка резины сальников
		корпус	ключ	
ДМ-5М-1	Ø 30	Сталь Х18Н10Т	Полипропилен	ИРП-1257
ДМ-5М-2	То же	Титан ВТ1-1	Фторопласт-4	То же
ДМ-5М-3	»	Полипропилен	Полипропилен	»
ДМ-5М-4	»	Сталь Х18Н10Т	То же	ИРП-1064
ДМ-5М-5	»	Титан ВТ1-1	Фторопласт-4	То же
ДМ-5М-6	»	Полипропилен	Полипропилен	»
ДПг-4М-1	1200	Сталь Х18Н10Т	Фторопласт-4	ИРП-1257
ДПг-4М-2	1600	То же	То же	То же
ДПг-4М-3	2000	»	»	»
ДПг-4М-4	1200	Титан ВТ1-1	»	»
ДПг-4М-5	1600	То же	»	»
ДПг-4М-6	2000	»	»	»
ДПг-4М-7	1200	Сталь Х18Н10Т	Полипропилен	»
ДПг-4М-8	1600	То же	То же	»
ДПг-4М-9	2000	»	»	»
ДПг-4М-10	1200	Титан ВТ1-1	»	»
ДПг-4М-11	1600	То же	»	»
ДПг-4М-12	2000	»	»	»
ДПг-4М-13	1200	Сталь Х18Н10Т	Фторопласт-4	ИРП-1064
ДПг-4М-14	1600	То же	То же	То же
ДПг-4М-15	2000	»	»	»
ДПг-4М-16	1200	Титан ВТ1-1	»	»
ДПг-4М-17	1600	То же	»	»
ДПг-4М-18	2000	»	»	»
ДПг-4М-19	1200	Сталь Х18Н10Т	Полипропилен	»
ДПг-4М-20	1600	То же	То же	»
ДПг-4М-21	2000	»	»	»
ДПг-4М-22	1200	Титан ВТ1-1	»	»
ДПг-4М-23	1600	То же	»	»
ДПг-4М-24	2000	»	»	»

* Максимальная глубина погружения; минимальная — от 300 до указанной в таблице.

мы чувствительного элемента измерителя рН, и фазочувствительный каскад. В качестве вибропреобразователя напряжения использован статический фотоэлектронный модулятор.

Исполнение может быть невзрывозащищенным (П-201) и взрывобезопасным (П-201И); условное обозначение

Вход ИО
Сероуглерод. Преобразователь выпускается без показывающего прибора — П-201 (П-201И) и с показывающим прибором М325-П-201.2 (П-201.2И).

Показывающий прибор — узкопрофильный милливольтметр постоянного тока типа М1730А со световым указателем может монтироваться как на общей панели с преобразователем, так и отдельно от него.

Техническая характеристика

Диапазоны измерения pH	1: 2,5; 5; 10 и 15
Выход по напряжению, мВ	0—100
Выход по току, мА	0—5
Нагрузка токового выхода, кОм	До 2
Допустимая основная погрешность, % от размаха шкалы	
по выходному напряжению	± 1
по показывающему прибору	± 2
Максимальное расстояние от датчика до преобразователя, м	150
Напряжение питания, В	220^{+22}_{-33}
Частота, Гц	50 ± 1 (или 60 ± 1)
Потребляемая мощность, В	До 20
Масса, кг, не более	4
Габаритные размеры, мм	$120 \times 160 \times 360$

Кондуктометрические концентратомеры КК-2, КК-3 (рис. 39) служат для измерения и регистрации удельной электрической проводимости чистых (без механических примесей) водных растворов электролитов.

Концентратомер состоит из четырехэлектродного датчика и измерительной компенсационной системы, выходное напряжение которой измеряется электронным автоматическим мостом КСМ-3. Датчик имеет искробезопасное исполнение $\frac{II0}{\text{Водород}}$ и выпускается проточным (КК-2) и погружным (КК-3). Штанга погружного датчика изготавливается длиной 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000 мм (если длина в заказе не оговаривается, поставляется штанга длиной 1000 мм). Погружной датчик монтируется на контролируемой емкости; раствор должен интенсивно перемешиваться. Электрические соединительные линии прокладываются проводом КМВ-0,75.

Техническая характеристика

Контролируемая среда	Неагрессивные чистые растворы кислот, щелочей и солей
Диапазон измерения, См/см	
I поддиапазон	$1 \cdot 10^{-4} \div 1 \cdot 10^{-3}$
II поддиапазон	$1 \cdot 10^{-3} \div 1 \cdot 10^{-2}$
III поддиапазон	$1 \cdot 10^{-2} \div 1 \cdot 10^{-1}$
Выход по напряжению, В	$0 \div 0,5$
Выход по току, мА	0—5
(через преобразователь ПТ-ТП)	
Температура измеряемой среды, °С	1—110
Допустимое давление, МПа	0,5
Допустимая вязкость, Па·с, не более	0,1
Класс точности	2,5
Температура окружающего воздуха, °С	5—50
Относительная влажность, %	До 80
Максимальное расстояние от датчика до измерительного блока, м	50
Напряжение питания, В	220^{+22}_{-33}
Частота, Гц	50 ± 1
Потребляемая мощность, Вт	15
Масса комплекта, кг, не более	28

Вибрационный низкочастотный вискозиметр ВВН-3М (рис. 40) предназначен для автоматического непрерывного измерения вязкости ньютоновских и не-ньютоновских жидкостей в промышленных условиях. Он состоит из возбуждающей и приемной электромагнитных систем и вибратора, который проходит между разноименными полюсами магнитов обеих систем. Один конец вибратора находится в контролируемой среде. При выдаче перемен-

Рис. 38. Преобразователь П-201:
1 — показывающий прибор М1730А; 2 — преобразова-

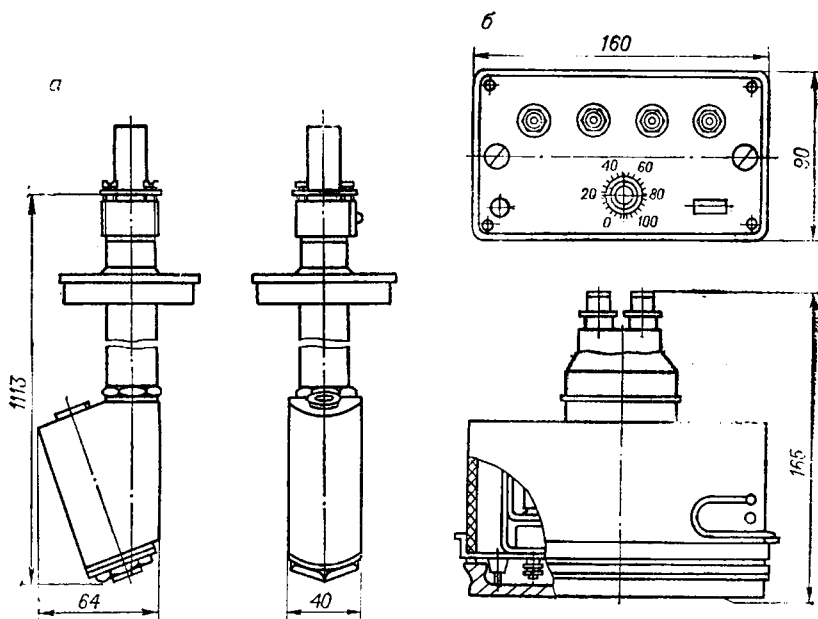
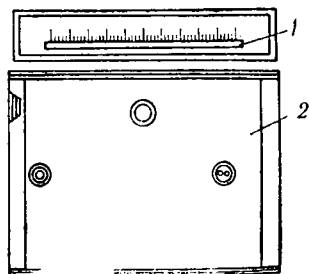


Рис. 39. Концентраторы КК-2, КК-3:
а — погружной датчик; б — измерительный блок.

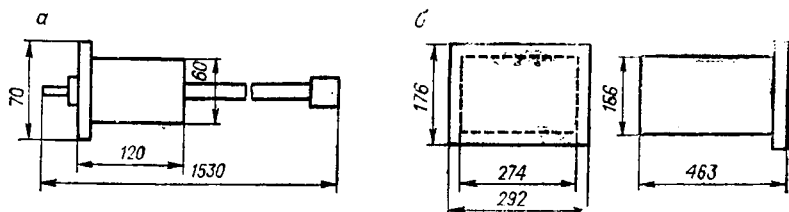


Рис. 40. Вискозиметр ВВН-3:
а — датчик ДВ-6; б — электронный блок БЭ-17.

ного напряжения с постоянной амплитудой на возбуждающую систему создается переменное магнитное поле, а вибратор приходит в колебательное движение. Колебание вибратора вызывает изменение величины магнитного потока в приемной системе, и в катушках ее наводится э. д. с., пропорциональная вязкости.

Чувствительный элемент датчика выполнен в виде стержня (вибратор) из упругой стали диаметром 4 мм. Напряжение возбуждения подается от автогенератора.

Диапазон измерения 1—40 000 сП обеспечивается 12 модификациями с различными пределами измерения.

Вискозиметр калибруется по смесям ньютоновских жидкостей (керосин, трансформаторное масло, октол-600). Контролируемая жидкость не должна содержать газовых и твердых примесей и разрушать стали X18H9T, ЭИ702.

В комплект вискозиметра ВВН-3М входят: измерительный преобразователь ПИ-8 во взрывонепроницаемом исполнении ВЗТ4-В, электронный блок БЭ-31, вторичный прибор на базе КСП-3П модели 1030, корпус для установки датчика на трубопроводе с внутренним диаметром 65 или 150 мм (поставляется по требованию).

Датчик может устанавливаться в помещениях всех классов, где возможно образование газопаровоздушных смесей категорий 1—3, групп Т1—Т4.

Электронный блок и вторичный прибор устанавливаются на щите во взрывобезопасном помещении. Недопустимо присутствие мощных источников электромагнитных полей. Датчик следует устанавливать на шунтовой линии так, чтобы поток был направлен вдоль вибратора.

Техническая характеристика

Диапазон измерения, сП	1—40 000
Пределы измерения соответственно для каждой из 12 модификаций (ВВН-3М; ВВН-3М-01÷ВВН-3М-11),	1—10; 2—20; 5—50; 10—100; 20—200; 50—500; 100—1 000; 200—2 000; 500—5 000; 1 000—10 000; 2 000—20 000; 4 000—40 000
Температура измеряемой среды, °С	0—135
Допустимое давление, МПа	1
Максимальное расстояние от датчика до электронного блока, м	150
Температура окружающего воздуха, °С	10—35
Относительная влажность, %	до 80
Напряжение питания, В	220 ⁺²² ₋₃₃
Частота, Гц	50±1
Потребляемая мощность, Вт	65
Основная погрешность, %	±4
Масса комплекта, кг	30
Габаритные размеры, мм	
измерительного преобразователя ПИ-8	Ø 70; длина 330
электронного блока БЭ-31	400×200×240
самопишущего прибора ПС-45 в комплекте КСПЗ-П	332×320×395

Газоанализатор — сигнализатор дозврывоопасных концентраций СВК-3МІ-У4 (рис. 41) представляет собой автоматический, стационарный, непрерывно действующий прибор промышленного типа, предназначенный для определения и автоматической сигнализации наличия в воздухе закрытых помещений и технологических агрегатов дозврывоопасных концентраций горючих газов, паров и их смесей, относящихся по взрывоопасности к категориям 1—3, группам Т1—Т3 и категории 4, группе Т1, а также ацетилена чистотой до 98% (ГОСТ 5457—75).

Ниже приведен перечень веществ, сигнализируемых сигнализаторами СВК-3МІ и СТХ-3У4, предназначенными для суммы горючих веществ:

Акрилметиловый эфир, метилакрилат	Магнитный лак
Акрилонитрил, нитрил акриловой кислоты	Метакрилметиловый эфир, метилметакрилат
Акролеин, акриловый альдегид	Метилизобутилкетон
Аллиловый спирт	Метан
Амиловый спирт, 1-пентанол	Метиламин
Ацетальдегид, уксусный альдегид	Метилаль, диметилацеталь
Ацетилен, этин *	Метиловый спирт, метанол, карбинол, древесный спирт
Ацетон, диметилацетон	2-Метилфуран, сильвен
Бензин А-66	Метилэтилкетон; этилметилкетон
Бензин А-72	Муравьинометиловый эфир, метилформиат
Бензин Б-70	Муравьинопропиловый эфир, пропиформиат
Бензин Б-95/130	Нефть
Бензин «галоша»	вагайская ^{3*}
Бензол	ромашкинская
Бутан	шаимская ^{3*}
Бутилен	Оксид пропилен
Бутиловый спирт, бутинол	Оксид углерода, угарный газ
Водород технический	Оксид этилена
Водяной газ	Пентан
n-Гексан	Петролейный эфир
Гептан	Пропан
Дивинил, бутадиен-1,3	Пропилен
Диизопропиловый эфир	Пропиловый спирт
Диметилдиоксан	Растворитель № 646
Диоксан, диэтилендиоксан	Светильный газ
Диэтиламин	Скипидар ^{8*}
Диэтиловый эфир, этиловый эфир, серный эфир	Сольвент каменноугольный
Изобутан	Сольвент нефтяной
Изобутилен	Стирол
Изобутиловый спирт, изобутанол	Тетрагидрофуран, оксид диэтилена
Изопентан	Толуол, метилбензол нефтяной, каменноугольный
Изопрен	Топливо Т-1
Изопропиловый спирт, изопропанол	
Коксовый газ ^{**}	
Ксилол	

* Только для СВК-3МІ-У4.

** Допускается вместо коксового газа применять смесь водорода и метана в соотношении 3 : 2.

^{8*} Только для СТХ-3У4.

Триметилкарбинол, трет-бутиловый спирт
Триэтиламин
Уайт-спирит
Уксусная кислота, этановая кислота
Уксуснобутиловый эфир, бутилацетат
Уксусовиниловый эфир, винилацетат
Уксусометиловый эфир, метилацетат
Уксуснопропиловый эфир, пропилацетат
Уксусноэтиловый эфир, этилацетат

Фурфурол
Циклогексан
Циклогексанон
Экстракционный бензин *
Этан
Этилбензол
Этилен
Этиловый спирт, этанол, винный спирт
Этилцеллозольв *

* Только для СТХ-ЗУ4.

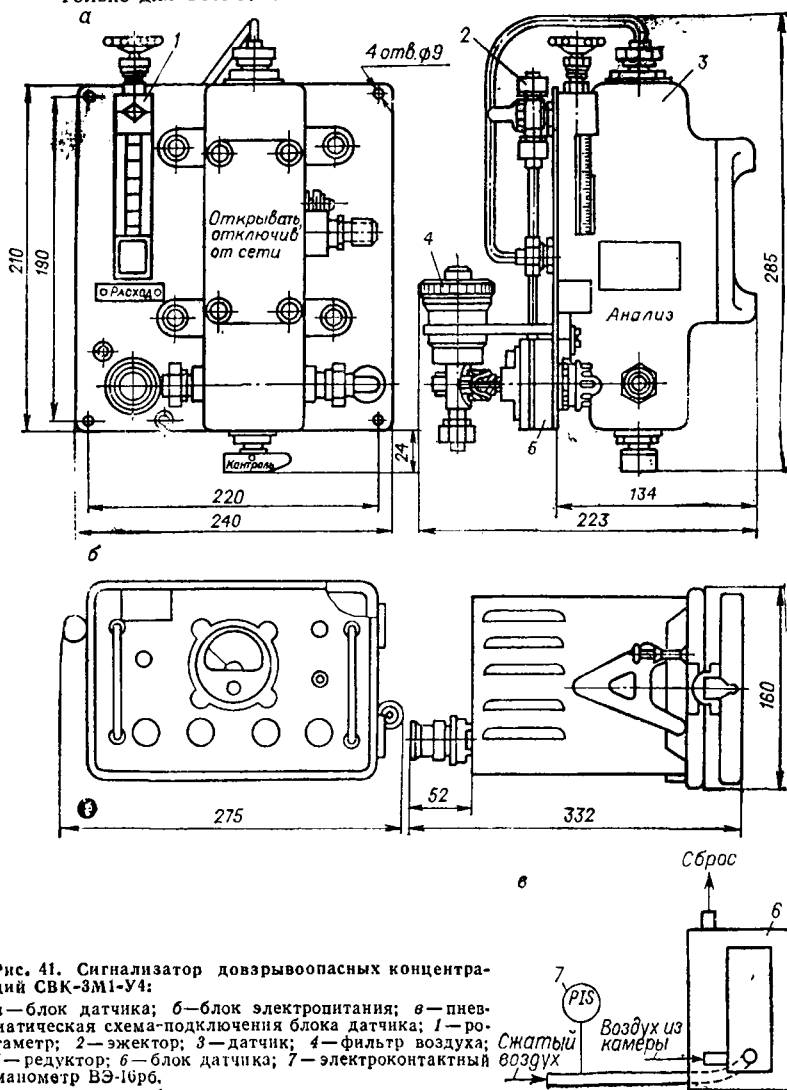


Рис. 41. Сигнализатор дозврывоопасных концентраций СВК-ЗМ1-У4:

а — блок датчика; б — блок электропитания; в — пневматическая схема-подключения блока датчика; 1 — ротаметр; 2 — эжектор; 3 — датчик; 4 — фильтр воздуха; б — редуктор; 6 — блок датчика; 7 — электроконтактный манометр ВЭ-16рб.

Сигнализатор конструктивно состоит из двух блоков: датчика и электропитания.

Блок датчика имеет исполнение по взрывозащищенности ВЗТ4—В4Т1 и может быть установлен во взрывоопасных помещениях всех классов.

Блок электропитания изготавливается в невзрывозащищенном исполнении и может быть установлен только в невзрывоопасных помещениях.

В анализируемой среде не должно быть агрессивных веществ, являющихся ядами для катализаторов платиновой группы: хлор-, серу-, фосфор-, циансодержащих соединений и других,— в концентрациях, превышающих санитарные нормы.

Для обеспечения надежной работы к датчику подводится сжатый воздух давлением 0,2—1 МПа (2—10 кгс/см²).

С помощью воздушного эжектора, ротаметра и редуктора давления устанавливается расход анализируемого воздуха через датчик, равный $16 \pm 1,5$ л/ч.

Блок датчика (рис. 41, а) состоит из датчика 3, ротаметра 1, воздушного эжектора 2, фильтра воздуха 4, редуктора давления 5 типа РДВ-5М, которые смонтированы на панели, имеющей четыре отверстия для крепления блока с помощью болтов в месте установки.

Устанавливается блок датчика стационарно, непосредственно в помещении, где необходимо контролировать наличие в воздухе довзрывоопасных концентраций горючих газов и паров. Отбор из технологических агрегатов должен осуществляться с помощью трубки длиной не более 0,5 м. Ротаметр должен занимать вертикальное положение по отвесу.

Прокладку линии связи между блоком датчика и блоком электропитания рекомендуется производить экранированным кабелем РПШЭ 4 × 2,5 мм². Для этой цели можно использовать также любой неэкранированный кабель или провода, проложенные в стальных трубах, где не допускается наличие других электрических линий.

Техническая характеристика

Сигнализируемые концентрации, % от НПВ горючих газов и их смесей	5—50
водородовоздушной смеси	5—20
Инерционность сигнализатора, с, не более (при длине отборной трубки до 0,5 м)	30
Максимальное расстояние от датчика до блока питания, м	500
Сопrotивление линии питания, Ом, не более	6
Напряжение, В	220 ⁺²² ₋₃₃
Потребляемая мощность, Вт, не более	45
Частота, Гц	50±1 или 60±2
Температура окружающего воздуха, °С	
для датчика	5—50
для блока электропитания	5—40

Относительная влажность при 20 °С, %	30—90
Давление окружающей среды, кПа	80—107
Содержание механических примесей, г/м³, не более	0,001
Масса, кг, не более	
блока электропитания	8
блока датчика	6
Габаритные размеры — см. рис. 41	

Сигнализатор СТХ-ЗУ4 предназначен для определения и автоматической сигнализации наличия в воздухе закрытых помещений дозврывоопасных концентраций горючих веществ и их смесей, приведенных на стр. 113.

Сигнализатор состоит из датчика и блока питания.

По защищенности от воздействия окружающей среды датчики ДТХ-108У4 и ДТХ-107У4 являются взрывозащищенными, относятся к взрывобезопасному электрооборудованию и имеют уровень взрывозащиты соответственно ВЗТ4-В4аТ1 и В4Т5. Они могут быть установлены во взрывоопасных помещениях класса В-І, В-Іа, В-Іб, в которых могут образоваться взрывоопасные смеси газов с воздухом категорий 1—4, групп Т1—Т5.

Блок питания БПС-107У4 имеет невзрывозащищенное исполнение и может быть установлен только в невзрывоопасных помещениях.

Техническая характеристика

Сигнализируемые концентрации, % от НПВ	5—50
Максимальное расстояние от датчика до блока питания, м	500
Сопrotивление линии питания, Ом, не более	20
Напряжение питания, В	220 ⁺²² ₋₃₃
Частота, Гц	50±1
Потребляемая мощность, Вт	35
Температура окружающего воздуха, °С	1—50
Относительная влажность, %	
при 25 °С	90
при >30 °С	70
Давление, кПа	80—107
Расход сжатого воздуха, потребляемого датчиком, нм³/ч, не более	0,25
Время прогрева после включения в сеть, мин, не более	30
Масса, кг	
ДТХ-107У4	0,4
ДТХ-108У4	2
БПС-107У4	7
Габаритные размеры, мм	
ДТХ-107У4	47×120×75
ДТХ-108У4	152×185×168
БПС-107У4	180×237×365

Газоанализатор ПГФ-2МІ-У4—переносной показывающий прибор периодического действия со стрелочным указателем — служит для количественного определения горючих газов и паров в воздухе взрывоопасных помещений всех классов.

ТАБЛИЦА 14. Техническая характеристика газоанализаторов

Тип прибора	Анализируемый компонент	Измеряемая концентрация, % (об.)	Допустимая абсолютная погрешность, % (об.)
ПГФ-2МІ-ІІАУ4	Метан	0,37—1,2	±0,15
		1,2—4,2	±0,50
ПГФ-2МІ-ІЗГУ4	Пропан	0,1—0,4	±0,10
		0,4—2	±0,30
	Этилен	0,05—0,25	±0,05
		0,25—2,0	±0,25
	Этиловый спирт	0,20—0,65	±0,15
		0,65—3,70	±0,50
	Диэтиловый эфир	0,08—0,4	±0,15
		0,40—2,2	±0,20
	Бензин Б-70	2,50—12,5 мг/л	±2,0 мг/л
		12,5—80 »	±12,5 »
	Этилированный бензин	2,50—12,5 »	±2,0 »
	Б-95/130	12,5—80 »	±12,5 »
	Коксовый газ	0,2—1,0	±0,1
		1,0—4,0	±0,5
	Пропилен	0,06—0,3	±0,05
		0,3—1,7	±0,25
	Метиловый спирт	0,35—1,1	±0,20
		1,1—5,5	±1,00
ПГФ-2МІ-І4АУ4	Водород	0,2—0,6	±0,10
		0,6—3,7	±0,50

Выпускается в следующих модификациях: ПГФ-2МІ-ІІАУ4 «Метан», ПГФ-2МІ-ІЗГУ4 «Эфир», ПГФ-2МІ-І4АУ4 «Водород»; исполнение взрывозащищенное (табл. 14).

Принцип действия газоанализатора основан на определении теплового эффекта окисления горючих газов и паров на каталитически активном плечевом элементе.

Прибор питается от двух сухих батарей напряжением 4,5 В и предназначен для эксплуатации в следующих условиях:

Температура окружающего воздуха, °С	—20 ÷ 40
Относительная влажность при 25 °С, %	До 80
Давление, кПа	80—107

Масса прибора — не более 3 кг, габаритные размеры — 240 × 132 × 100 мм.

Сигнализатор уровня малогабаритный взрывозащищенный электронный МЭСУ-ІВ (рис. 42) используется для дистанционного контроля и сигнализации достижения жидкими средами заданного уровня в резервуарах с выдачей сигнала на исполнительные механизмы.

В качестве контролируемых сред могут быть жидкости легковоспламеняющиеся, горючие, агрессивные, неагрессивные, проводящие и непроводящие. Скорость изменения уровня среды не более 1 м/мин.

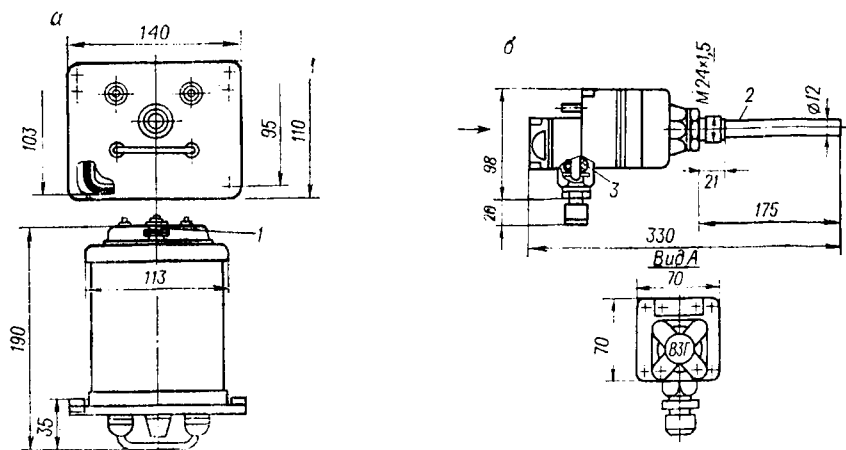


Рис. 42. Электронный сигнализатор уровня МЭСУ-1В:

а—силовой блок; б—электронный блок; 1—клемма «земля»; 2—емкостной датчик; 3—уплотнительная прокладка.

Сигнализатор состоит из электронного блока с емкостным датчиком и силового блока.

Электронный блок выполнен во взрывонепроницаемом исполнении, имеет уровень взрывозащиты ВЗТЗ и может эксплуатироваться во взрывоопасных помещениях классов В-I, В-Ia, В-Iб и наружных установках класса В-Iг, в которых могут образовываться взрывоопасные смеси паров и газов с воздухом категорий 1—3, групп Т1—Т3.

Силовой блок имеет невзрывозащищенное исполнение и не может эксплуатироваться во взрывоопасных помещениях и в помещениях, содержащих пары и газы, вызывающие коррозию отдельных деталей и узлов.

Эксплуатация силового блока на открытом воздухе не допускается.

Климатическое исполнение электронного блока с датчиком — У2, силового блока — У3.

Техническая характеристика

Диэлектрическая проницаемость среды, не менее	2
Вязкость, Па·с, не более	10
Максимальное расстояние от блока датчика до силового блока, м	200
Абсолютная погрешность сигнализации уровня при горизонтальном расположении датчика, мм, не более	± 10
Температура рабочей среды, °С	0—150
Температура окружающего воздуха, °С	$-25 \div +50$
Относительная влажность, %	80
Напряжение питания, В	220 ± 22
Частота, Гц	50 ± 1
Потребляемая мощность, Вт	25

Характеристика выходных контактов:	
разрывная мощность в цепи постоянного тока, Вт	50
разрывная мощность в цепи переменного тока, В·А	500
длительно пропускаемый ток, А, не более	5
Масса комплекта, кг, не более	5

Программатор электрических импульсов ПЭИ-25 (рис. 43) служит для управления по заданной программе работой электромагнитов, осуществляющих импульсную продувку сжатом воздухом рукавных фильтров-рекуператоров. Он позволяет в широких пределах менять частоту и длительность импульсов.

Техническая характеристика

Номинальное напряжение питания, В	220
Частота переменного тока, Гц	50
Коммутируемый ток, А	От 0,1 до 1,0
Длительность импульса плавная, с	От 0,05 до 0,6
Интервалы между импульсами ступенчатые, с	От 2 до 200
Износостойкость, млн. циклов	0,5
Число подключаемых электромагнитных клапанов	25
Потребляемая мощность, Вт, не более	50
Габаритные размеры — см. рис. 43.	

Электрическая схема программатора ПЭИ-25 (рис. 44) работает следующим образом. При включении тумблера *SA* питание подается на реле времени *KT* типа ВЛ-27 и одновременно через размыкающий контакт реле *KV*, диод *D*, замкнутый контакт *KT* на конденсатор *C*. Загорается сигнальная лампа *HL1*. Через установленное время выдержки размыкается контакт *KT* в цепи конденсатора *C* и замыкается контакт *KT* в цепи катушки промежуточного реле *KV*. Реле *KV* срабатывает и размыкает свой контакт в цепи реле *KT*, возвращая его в исходное состояние. Одновременно замыкается контакт *KV* в цепи, обеспечивающей питание катушки реле *KV* от конденсатора *C*. При замыкании контактов реле *KV* в цепи трансформатора подается напряжение на катушку шагового искателя *VA* типа ШИВ-25/4 и на контактную группу (кратковременно загорается лампа *HL2*).

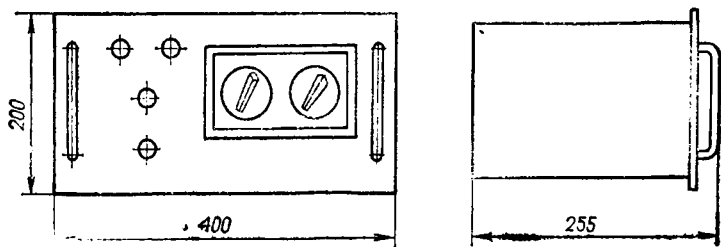


Рис. 43. Программатор электрических импульсов ПЭИ-25.

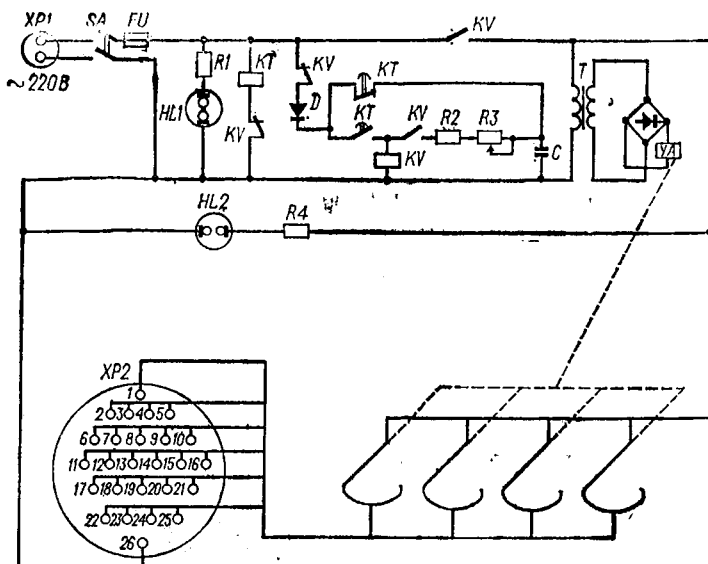


Рис. 44. Электрическая схема программатора ПЭИ-25.

Длительность импульса подачи сжатого воздуха зависит от времени разряда конденсатора C и регулируется резистором $R3$. Через промежуток времени, установленный резистором $R3$, реле отключается, замыкается размыкающий контакт в цепи питания KT и конденсатора C ; система приходит в исходное состояние.

Обратным ходом храповик шагового искателя перебрасывает подвижную ламель в следующее положение. После обегания подвижной ламелью всех контактов цикл повторяется.

Реле с искробезопасным входом типа РИ-2 предназначено для работы в качестве промежуточного реле в электрических цепях управления, сигнализации и блокировки совместно с электроконтактными датчиками невзрывозащищенного исполнения, не имеющими собственного источника питания и не обладающими сосредоточенными индуктивностью или емкостью.

Принцип действия реле с искробезопасным входом основан на работе двухкаскадного транзисторного усилителя мощности в режиме переключения, управляемого контактом электроконтактного датчика. Контакт включается во входную искробезопасную цепь, нагрузкой выходного каскада усилителя мощности является обмотка базового электромагнитного реле.

Реле искробезопасного контроля сопротивлений типа ИКС-2Н служит для контроля уровня резервуаров, заполненных различными жидкостями, и бункеров с сыпучими материалами. Реле имеет искробезопасный вход для возможности подключения двух электродных датчиков уровня, установленных

во взрывоопасных зонах; возможно также подключение контактных датчиков.

Техническая характеристика

Напряжение питания, В	127; 220; 380
Частота, Гц	50
Потребляемая мощность, Вт	5
Максимальное сопротивление цепи датчика, кОм	1000
Число контактов в цепи управления замыкающих	2
переключающих	2
Напряжение в цепях управления, В, не более	880
Допустимый ток в цепях управления, А, не более	5
Разрывная мощность контактов в цепях управления, В·А, не более	500
Габаритные размеры реле, мм	184×154×135

Реле состоит из релейного усилителя ИКС-2Н и датчика уровня ДУ (при контроле двух уровней возможна поставка двух датчиков).

Исполнение датчика уровня РИ для искробезопасных цепей, он может устанавливаться во взрывоопасных зонах.

Релейный усилитель имеет невзрывозащищенное исполнение и предназначен для установки на щитах управления. Конструкция релейного усилителя обеспечивает безопасную эксплуатацию благодаря отделению искробезопасных цепей от остальной части усилителя.

В искробезопасную цепь может быть подано постоянное напряжение 12, 36, 90, 127 В в зависимости от положения специального переключателя. Это соответствует наибольшему контролируруемому сопротивлению 50, 200, 500, 700 и 1000 кОм.

Устройство контроля сопротивления УКС-1 аналогично реле ИКС-2Н и предназначено для контроля уровня электропроводных материалов и жидкостей при помощи одного или двух электродных датчиков уровня. Оно может работать и от серийно выпускаемых контактных датчиков, удовлетворяющих требованиям ПУЭ.

Окружающая среда не должна содержать агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию.

Датчик уровня с маркировкой по взрывозащите $\frac{04T5}{И}$ в комплекте УКС-1 может устанавливаться во взрывоопасных помещениях и зонах классов В-I, В-Ia, В-Iб, в наружных установках класса В-Iг, в которых возможно образование взрывоопасных смесей газов или паров с воздухом категорий 1—4, групп Т1—Т5 согласно классификации ПИВРЭ [9].

Устройство с входными искробезопасными электрическими цепями имеет маркировку Вход $\frac{4T5}{И}$ и предназначается для установки вне взрывоопасных зон.

Степени защиты по ГОСТ 14254—80: устройства — IP32; датчика — IP54.

Техническая характеристика

Номинальное напряжение, В	220 ⁺²² ₋₃₃
Диапазон контролируемых сопротивлений, кОм	1—5000
Максимальное напряжение в искробезопасных цепях, В, не более	40
Максимальный ток в искробезопасных цепях, мА, не более	10
Потребляемая мощность, Вт	7
Число контактов реле замыкающих	3
размыкающих	2
Напряжение, коммутируемое контактами, В	380
Коммутируемая мощность, В·А, не более	100
Температура окружающей среды, °С	—40 ÷ +40
Масса, кг, не более устройства УКС-1	2
датчика ДУ	2
Габаритные размеры, мм	175×148×120

Электропневматический клапан ЭПКД-ВЗГ (рис. 45) предназначен для дистанционного управления кранами и исполнительными механизмами, снабженными реверсивным пневматическим поршневым приводом.

Клапан имеет взрывонепроницаемое исполнение ВЗГ (ВЗТЗ) и может устанавливаться в помещениях всех классов взрывоопасности, где по условиям технологического процесса возможно образование газопаровоздушных смесей, отнесенных к категориям 1—3, группам Т1—Т3.

Техническая характеристика

Максимальное давление сжатого осушенного воздуха, МПа (кгс/см ²)	0,8 (8)
Напряжение питания, В	127; 220±10%
Частота, Гц	59
Потребляемая мощность, Вт	Около 20
Диаметр отверстий золотниковых переключателей, мм	3
Температура окружающего воздуха, °С	От —40 до +40
Масса, кг	9,0

Клапан состоит из двух заключенных в общий корпус золотниковых переключателей, приводимых в действие двумя электромагнитами. При включении одного из электромагнитов соответствующий золотниковый переключатель подает сжатый воздух в присоединенную к нему рабочую полость поршневого привода, а при обесточивании сбрасывает сжатый воздух в атмосферу.

Клапан устанавливается на каркасах щитов и иных металлоконструкциях в таком положении, чтобы штуцер для ввода проводов был направлен книзу. Клапан крепится шпильками с гайками,

При обвязке пневматических соединений (см. рис. 45, в) к отверстию «Питание» подключается сжатый воздух от источника питания, к отверстию «Привод» — рабочие полости поршневого привода, причем к левому отверстию присоединяется полость, определяющая прямой ход привода, а к правому — полость обратного хода. Отверстие «Атмосфера» сообщается с атмосферой.

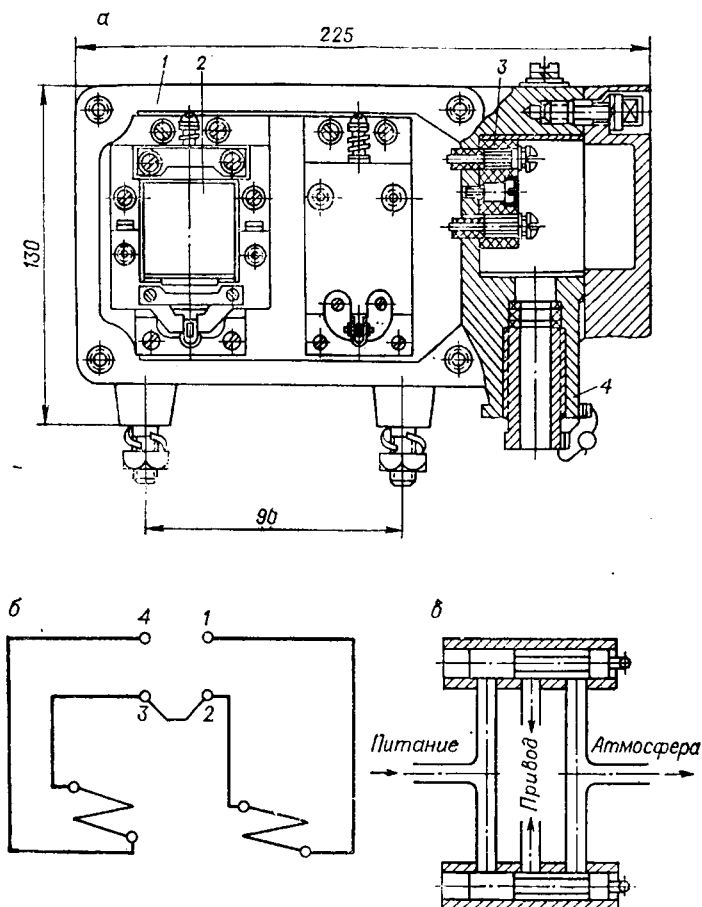


Рис. 45. Электропневматический клапан двойной ЭПКД-ВЗГ.

а — общий вид:

1 — корпус; 2 — золотниковые переключатели; 3 — клеммная панель; 4 — штуцер для ввода кабеля;

б — электрическая схема (1-4 — клеммы); в — пневматическая схема.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Условные обозначения транспортируемых веществ в схемах автоматизации, принятые в соответствии с ГОСТ 14202—69

Транспортируемое вещество	Обозначение
Вода	→ 1 —
горячая	→ 1.3 —
деминерализованная	→ 1.6 —
охлажденная	→ 1.9 —
сточная	→ 1.0 —
Пар	→ 2 —
насыщенный	→ 2.2 —
Воздух	→ 3 —
циркуляционный	→ 3.3 —
горячий	→ 3.4 —
смесь воздуха с парами	→ 3.9 —
отработанный	→ 3.0 —
сжатый	→ 3ж —
Газы горючие	→ 4 —
Щелочи	→ 7 —
обезжиривающий раствор	→ 7.7 —
концентрированный обезжиривающий раствор	→ 7.8 —
нейтрализатор	→ 7.9 —
Жидкости горючие	→ 8 —
лакокрасочный материал на органическом растворителе	→ 8.1 —
органический растворитель	→ 8.5 —

Транспортируемое вещество	Обозначение
Жидкости негорючие	→ 9 —
коагулирующий раствор	→ 9.2 —
пассивирующий раствор	→ 9.7 —
концентрированный пассивирующий раствор	→ 9.8 —
Прочие вещества	
порошкообразный материал	→ 0.1 —
смесь порошка с воздухом	→ 0.3 —
лакокрасочный материал водоразбавляемый	→ 0.5 —
лакокрасочный материал нерастворенный	→ 0.7 —
ультрафильтрат	→ 0.8 —

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Условные обозначения приборов
в схемах автоматизации, принятые в соответствии с ОСТ 36.27—77**

Обозначение	Название прибора
	Датчик температуры: преобразователь термоэлектрический (термопара), термопреобразователь сопротивления; термобаллон манометрического термометра и т. п.
	Прибор для измерения температуры показывающий, установленный по месту: термометр манометрический; термометр ртутный
	Прибор для измерения температуры показывающий, установленный на щите: милливольтметр; логометр; потенциометр; автоматический мост и т. п.
	Термометр показывающий электроконтактный, установленный по месту

Обозначение

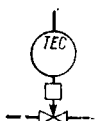
Название прибора



Прибор для измерения температуры, регистрирующий, регулирующий, установленный на щите: самопишущий и регулирующий потенциометр; автоматический мост и т. п.



Прибор для измерения температуры с автоматическим обегашим устройством, показывающий, регистрирующий, регулирующий, установленный на щите: многоточечный показывающий самопишущий регулирующий потенциометр; автоматический мост и т. п.



Регулятор температуры прямого действия: регулятор температуры РТ



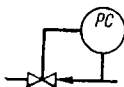
Прибор для измерения давления (разрежения) показывающий, установленный по месту: манометр; тягомер; напоромер и т. п.



Прибор для измерения давления с контактным устройством, установленный по месту: реле давления; датчик-реле давления и т. п.



Прибор для измерения давления (разрежения) показывающий, с контактным устройством, установленный по месту: электроконтактный манометр



Регулятор давления, работающий без использования постороннего источника энергии (регулятор давления прямого действия) «до себя»



Прибор для измерения перепада давления показывающий, установленный по месту: дифманометр показывающий



Прибор для измерения расхода показывающий, установленный по месту: дифманометр; ротаметр показывающий



Прибор для измерения расхода показывающий, интегрирующий, установленный по месту: счетчик

Обозначение	Название прибора
	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения уровня, установленный по месту: датчик электрического или емкостного уровнемера
	Прибор для измерения уровня с контактным устройством, установленный по месту: реле уровня
	Прибор для измерения уровня, бесшкальный, регулирующий, с контактным устройством, установленный по месту: электрический регулятор-сигнализатор. Буква H означает блокировку по верхнему уровню; L — по нижнему уровню
	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения качества продукта, установленный по месту
	pH — датчик pH-метра; пары — датчик анализатора паров растворителя
	Z — датчик концентромера
	Прибор для измерения качества продукта показывающий с контактным устройством, установленный на щите: вторичный прибор сигнализатора взрывоопасных концентраций
	Вторичный прибор для измерения качества продукта (Z — концентрация раствора) показывающий, установленный на щите: концентратомер
	Датчик вискозиметра, установленный по месту
	Вторичный прибор для измерения вязкости, показывающий, установленный на щите: вискозиметр

Обозначение	Название прибора
	Прибор для контроля погасания факела, бесшкальный, с контактным устройством, установленный на щите: вторичный прибор запально-защитного устройства
	Указатель положения электрического исполнительного механизма, установленный на щите
	Прибор для управления процессом по временной программе, установленный на щите: командный прибор; многоцепное реле
	Преобразователь сигнала, установленный на щите. Входной сигнал — электрический, выходной — пневматический
	Пусковая аппаратура для управления электродвигателем, установленная на щите: магнитный пускатель, контактор, в знаменателе — обозначение и порядковый номер пускового аппарата
	Аппаратура, предназначенная для ручного управления электроприводами, установленная по месту: кнопка управления; ключ управления. В знаменателе — обозначение и порядковый номер аппарата
	То же, установленная на щите
	Ключ управления, предназначенный для выбора режима управления, установленный на щите. В знаменателе — обозначение и порядковый номер аппарата
	Дозатор энергии, установленный на щите: ступенчатый импульсный преобразователь сигнала
	Исполнительный механизм, который при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала оставляет регулирующий орган в неизменном положении
	Исполнительный механизм, открывающий регулирующий орган при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала
	Исполнительный механизм, закрывающий регулирующий орган при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала