

Установки протекторной защиты.

Выбор материала протектора.

При рассмотрении нормальных равновесных потенциалов металлов (т.е. металлов, помещенных в раствор собственных солей с концентрацией ионов, равной молю в 1л), взятых при одинаковой температуре, видно, что металлы по величине электродного потенциала в растворе могут быть размещены в ряд по убывающей активности. Металлы, образующие более активные ионы, расположены сверху, менее активные – снизу ряда. Некоторые металлы образуют ионы различной активности. При соединении двух металлов, занимающих в ряду разные места, образуется гальванический элемент, в котором роль анода выполняет металл с большим электроотрицательным потенциалом (менее благородный металл). При этом потенциал более благородного металла смещается в отрицательную сторону, что может быть использовано для электрохимической защиты.

К сплаву, используемому в качестве материала протектора, предъявляются следующие основные требования:

-электродный потенциал материала протектора должен быть существенно более отрицательным, чем потенциал защищаемого сооружения;

-количество электричества, получаемое при электрохимическом растворении единицы массы протектора, должно быть как можно большим.

Для того чтобы удовлетворить современным высоким техническим требованиям, предъявляемым к протекторным сплавам, необходимо использовать основной материал высокой чистоты.

Для защиты стальных газопроводов принципиально могут быть использованы все металлы, расположенные в ряду выше железа и, следовательно, имеющие более отрицательный потенциал. Практически используют магний, алюминий, цинк и их сплавы, в очень ограниченных количествах – кальций, марганец и цирконий, вводимые в состав протекторных сплавов.

Для протекторов наиболее часто используют магний, алюминий и цинк.

В таблице 1 приведены некоторые электрохимические свойства магния, алюминия и цинка.

Таблица 1. Некоторые электрохимические свойства магния, алюминия и

Показатели	Магний	Алюминий	Цинк
Стандартный электродный потенциал (при 25 °С по отношению НВЭ), В	-2,363	-1,663	-0,763
Годовой расход (100 %), кг/А	3,95	2,94	10,69
Токоотдача, А-ч/кг	2200	2980	820
Токоотдача, А-ч/дм ³	3840	8050	5840
Коэффициент использования, %	50	85	90
Расход за 10 лет при отекании тока 0,1 А, кг	8	3,7	12
Стационарный потенциал в грунте, В	-1,4 до -1,6	-0,9 до -1,2	-0,9 до -1,1
Потенциал по отношению к катодно защищенному железу, В	-0,6	-0,2	-0,2

Хотя магний, алюминий и цинк имеют достаточно отрицательные потенциалы, чтобы их использовать для катодной защиты стали, чистые (нелегированные) металлы Mg, Al, Zn не получили

практического применения для защиты. Это объясняется тем, что магний имеет сравнительно низкую токоотдачу, а алюминий и цинк склонны к пассивации. Коэффициент использования, например, чистого магния на 10–20 % ниже, чем коэффициент использования специальных сплавов для протекторов, созданных на его основе. Введение добавок позволяет получить сплавы с более отрицательными, чем у основного металла, потенциалами, оставаться активными, равномерно корродировать и не становится пассивным в среде, где этот сплав используется для катодной защиты сооружения. При этом стремятся исключить или максимально ограничить содержание включений, приводящих к самокоррозии протекторов.

Для протекторных металлов и сплавов важна величина электрохимического эквивалента – тока, полученного при полном растворении 1 кг металла за единицу времени. Для магния эта величина составляет 2204 А*ч/кг, для цинка – 820 А*ч/кг, для алюминия – 2982 А*ч/кг. В процессе работы протектор не должен покрываться плотным слоем продуктов коррозии и снижать величину защитного тока. К протекторным сплавам предъявляют требования высокой токоотдачи, т.е. наибольшая часть тока растворяющегося протектора должна расходоваться на защиту газопровода.

Магниевые протекторные сплавы.

В магниевые сплавы для протекторов вводят добавки алюминия, цинка и марганца. Алюминий увеличивает эффективность сплава, улучшает его литейные свойства и повышает механические характеристики, хотя при этом потенциал немного снижается. Цинк облагораживает сплав и повышает эффективность, уменьшает вредное влияние таких примесей, как медь и никель, позволяя повышать их критическое содержание в сплаве. Марганец вводят при плавке сплава для осаждения примесей железа. Кроме того, он позволяет повысить токоотдачу и сделать более отрицательным потенциал протектора. Основными загрязняющими сплав примесями обычно являются железо, медь, никель, кремний, которые увеличивают собственную коррозию протекторов и тем самым снижают срок их службы. Наиболее вредной примесью является никель. Повышение его содержания резко влияет на токо-отдачу. Химический состав магниевых сплавов, используемых в СССР для изготовления протекторов, приведен в табл. 2.

Алюминиевые протекторные сплавы.

Образование плотной окисной пленки препятствует прохождению тока у технически чистого алюминия и обычных технических сплавов. Поэтому изготавливают специальные алюминиевые сплавы для протекторов, в которые вводят добавки цинка, олова, циркония, титана, ртути и индия.

Эти добавки позволяют сделать потенциал протектора более отрицательным. Ртуть предотвращает возникновение пассивной пленки на поверхности протектора, однако благодаря токсичности ртути эти протекторы могут загрязнять среду и поэтому предпочтительнее сплав с индием.

Химический состав алюминиевых сплавов, используемых в России для изготовления протекторов, приведен в табл. 3.

Таблица 2. Химический состав магниевых сплавов для протекторов, выпускаемых в России.

Марка сплава	Основные компоненты, %				
	Магний	Алюминий	Цинк	Марганец	
Мл 16	Остальное	7,5–9,0	2,0–3,0	0,15–0,5	
Мл16пч	»	7,5–9,0	2,0–3,0	0,15–0,5	
Мл16вч	»	7,5–9,0	2,0–3,0	0,15–0,5	
Мл4вч	»	5,0–7,0	2,0–3,0	0,15–0,5	
МП1	»	5,0–7,0	2,0–4,0	0,02–0,5	
Марка сплава	Примеси, не более, %				
	Железо	Медь	Никель	Кремний	Титан, не более
Мл 16	0,03	0,15	0,01	0,2	–
Мл16пч	0,005	0,01	0,001	0,06	–
Мл16вч	0,003	0,003	0,001	0,04	–
Мл4вч	0,003	0,004	0,001	0,05	–
МП1	0,003	0,004	0,001	0,04	0,04 *

Таблица 3. Химический состав алюминиевых сплавов для протекторов.

Марка сплава	Основные компоненты, %				Примеси, не более,		
	Алюминий	Цинк	Олово	Цирконий	Железо	Медь	Кремний
АП1	Остальное	4,0–6,0	–	–	0,1	0,01	0,10
АП2	»	1,0–1,2	–	0,001–0,1	0,1	0,01	0,10
АП3	»	4,0–6,0	–	0,001–0,1	0,1	0,01	0,1
АП4	»	4,0–6,0	0,05–0,1	–	0,1	0,01	0,1
АП5	»	9,5–10,5	–	–	0,1	0,01	0,1

Цинковые протекторные сплавы.

Для цинковых протекторов используется технически очень чистый цинк или специальные сплавы, так как из-за примесей и возникает пассивация их поверхности и снижение токоотдачи. Алюминий вводят в сплавы для достижения более равномерной коррозии протектора, которая наблюдается при отсутствии добавки. Кадмий добавляют для получения продуктов коррозии, которые крошатся под действием собственного веса и самоудаляются. Кремний добавляется для удаления железа в виде железокремниевой примеси. Ртуть добавляют в цинковые сплавы для поддержания постоянного потенциала в течение всего времени работы протектора. Эта добавка токсична, и такие протекторы могут загрязнять внешнюю среду.

Физико-химические характеристики сплавов, используемых в России для протекторов, приведены в табл. 4.

Вредной примесью является железо и оно должно быть в минимальном количестве для предотвращения самокоррозии протектора. В России для протекторов наиболее часто используют сплавы ЦП1 и ЦП2.

Таблица 4. Физико-химические характеристики протекторных сплавов.

Марка сплава	Плотность, г см ³	Рабочий потенциал по хлорсеребряному электроду сравнения, В	Токоотдача теоретическая, А.ч кг	Коэффициент полезного использования, %
Мл 16	1,85	-1,5	2200	52
Мл16пч	1,85	-1,5	2200	60
Мл16вч	1,85	-1,5	2200	62
Мл4вч	1,9	-1,46	2200	64
Мп1	1,8	-1,45	2200	65
АП1	2,8	-0,94	2880	75
АП2	2,7	-0,84	2960	70
АП3	2,8	-0,94	2880	85
АП4	2,8	-1,04	2880	85
АП5	2,7	-0,92	2700	70
ЦП1	7,1	-0,97	820	95
ЦП2	7,1	-0,97	820	95

Максимальную разность потенциалов относительно стальной катодно защищенной поверхности можно получить при использовании протекторов из магниевых сплавов (0,6В), поэтому основной областью применения магниевых литых протекторов является защита подземных металлических сооружений в грунтах с удельным сопротивлением $\rho \leq 50$ Ом•м. Стержневые магниевые протекторы используются в грунтах с удельным сопротивлением $\rho \leq 80$ Ом•м. В морской воде ($\rho \leq 0,26$ Ом•м) магниевые протекторы имеют токоотдачу до 1 А. Основная область применения алюминиевых анодов – катодная защита в морской воде. Разность потенциалов относительно стальной катодно защищенной поверхности невелика (0,3В). Цинковые протекторы применяют в основном в морской воде, однако цинковые аноды с активатором могут с успехом применяться при защите подземных сооружений в грунтах с удельным сопротивлением $\rho \leq 20$ Ом•м. Разность потенциалов относительно катодно защищенной стальной поверхности у них незначительна 0,2 В.

Протекторы для защиты подземных сооружений.

По конструктивному исполнению протекторы делятся на стержневые, плоские и прутковые, хотя принципиальной трудности в отливке протекторов любой другой формы нет.

Токоотдача протекторов зависит от их формы и размеров. За счет растворения металла поверхность протектора постоянно уменьшается. Используя магниевые протекторы в виде прутка или полосы, можно увеличить поверхность протекторов.

В России выпускаются магниевые протекторы типов ПМ, ПМУ и прутковые для подземных условий, для морских условий в соответствии с ОСТ 5.3078–75 выпускаются магниевые протекторы, неотключаемые линейные (П-НЛМ-14, П-НЛМ-63), неотключаемые концевые (П-НКМ-6; П-НКМ-12); регулируемые (отключаемые) одиночные (П-РОМ-1, П-РОМ-3, П-РОМ-6, П-РОМ-7); протекторы короткозамкнутые одиночные (П-КОМ-3, П-КОМ-3-2; П-КОМ-6; П-КОМ-6-2; П-КОМ-15); подвесные (вспомогательные) одиночные (П-ПОМ-4; П-ПОМ-10; П-ПОМ-30; П-ПОМ-60). Для морских протекторов приняты следующие обозначения. Первая буква П – протектор; вторая буква К –

короткозамкнутый; Н—неотключаемый; Р—регулируемый; П— подвесной; третья буква О — одиночный; Л — линейный; К — концевой; П — прутковый; четвертая буква А—алюминиевый сплав; М—магниевый сплав; Ц — цинковый сплав. Последние цифры — номинальная масса и исполнение.

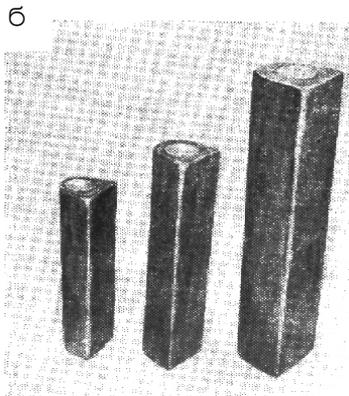
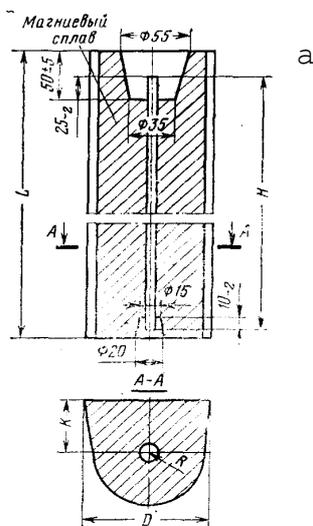


Рис. 1.
Конструкция протекторов типа ПМ:
а-разрез; б- внешний вид.

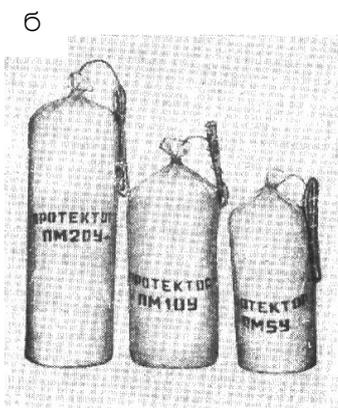
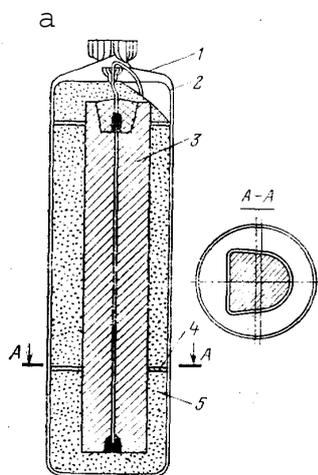


Рис. 2.
Конструкция протекторов типа ПМУ:
а- разрез; б- внешний вид.

Промышленностью выпускается несколько типов протекторов: ПМ5, ПМ10, ПМ20, ПМ5У, ПМ10У, ПМ20У из магниевых сплавов МГА. Протектор представляет собой отливку цилиндрической или Д-образной формы. В центре (по продольной оси) протектора имеется контактный сердечник из стального оцинкованного прутка диаметром 4–5 мм. Контактный сердечник предусмотрен для подключения кабеля к протектору. В верхнем торце протектора имеется воронка с выводом стального сердечника, служащего для подключения проводника. Изоляция места соединения проводника с сердечником производится в воронке.

Конструкция протекторов ПМ приведена на рис. 1.

Конструкция протекторов ПМУ приведена на рис. 2, она включает в себя протекторы типа ПМ с подключенным кабелем, помещенные вместе с активатором в хлопчатобумажный мешок.

Прутковые магниевые протекторы представляют собой биметаллический пруток с оболочкой из магниевых сплавов и стальным оцинкованным контактным стержнем диаметром 4 мм, проходящим по центру прутка. Форму сечения (круглую, эллипсовидную) прутковых магниевых протекторов определяет технология их изготовления. Прутковые магниевые протекторы поставляются смотанными на барабаны или в

бухты. Протекторы изготавливаются длиной до 1000 м.

Протекторная защита газопроводов осуществляется, как правило, в грунтах с удельным сопротивлением до 50 Ом-м. Магниевые сплавы обладают высокими электрохимическими эквивалентами, отрицательным потенциалом - 1,6 В по медносульфатному электроду сравнения, устойчивой во времени токоотдачей. В грунтах высоких сопротивлений применяют прутковые протекторы без активатора.

Протекторы ПМ5У, ПМ10У, ПМ20У представляют собой комплект, состоящий из магниевого протектора ПМ5, ПМ10, ПМ20 с подключенным к нему проводником и порошкообразного активатора, помещенных в хлопчатобумажный мешок. Активатор, или наполнитель служит для предотвращения образования на поверхности протектора слоя нерастворимых окислов, снижающих его токоотдачу, уменьшения сопротивления цепи "протектор-труба", а также для поддержания постоянного потенциала. На время складского хранения и транспортировки протектор дополнительно упаковывается в бумажный мешок, который снимается перед установкой его в грунт.

Срок службы протектора (в годах) вычисляют по формуле

$$T = \frac{G\eta\xi}{I_n \cdot 8760 \Delta U}$$

Где G - масса протектора; g - теоретическая токоотдача протектора; η - коэффициент полезного действия протектора (0,55-0,65); ξ - коэффициент использования протектора (0,95); I_n - ток в цепи «протектор-трубопровод».

Цинковые и алюминиевые сплавы не нашли широкого применения в практике защиты подземных газопроводов, так как при работе без специального наполнителя на поверхности цинка образуются нерастворимые карбонаты, снижающие токоотдачу протекторов, а на поверхности алюминия - плотные неэлектропроводные окисные пленки. Для повышения токоотдачи в алюминий необходимо добавлять магний и цинк, а протекторы устанавливать в специальные щелочные наполнители, в цинк следует добавлять ртуть.

Устройство установок протекторной защиты.

Защита подземных газопроводов может осуществляться с помощью одиночных или групповых протекторных установок. Если состояние изоляционного покрытия газопровода хорошее, применяют одиночные протекторы, которые располагают на расстоянии 3-7 м от газопровода. Глубина установки от поверхности земли до верха протектора должна быть не менее 2 м и ниже промерзания грунта на - 0,2 м. Групповые протекторные установки применяют при защите участков газопроводов с плохой изоляцией или неизолированных патронов на переходах газопроводов через шоссе и железные дороги для увеличения срока службы. Число протекторов в группе зависит от состояния изоляционного покрытия газопровода, удельного сопротивления грунта, диаметра газопровода. Групповые протекторные установки размещают на расстоянии 10-12 м от оси газопровода. Расстояние между протекторами в группе 5 м. Рекомендуется групповые протекторные установки располагать через 500-1000 м.

Одиночные протекторные установки, как правило, устанавливают без измерительной колонки (рис. 3). Для отыскания протектора на трассе ставят опознавательный знак. Групповые протекторные установки обычно имеют контрольно-измерительные колонки, которые необходимы для отыскания протекторных установок на трассе и проведения контроля эффективности их работы (рис. 4, а). В контрольно-измерительную колонку (рис. 4, в) выводят изолированные провода от

установки и дренажный провод от газопровода. Эти проводники контактными болтами крепят к панели, изготовленной из изоляционного материала. Наличие в колонке металлических перемычек позволяет соединять протекторы установки между собой и с газопроводом, а при необходимости контроля эффективности их работы - подключать контрольно-измерительные приборы.

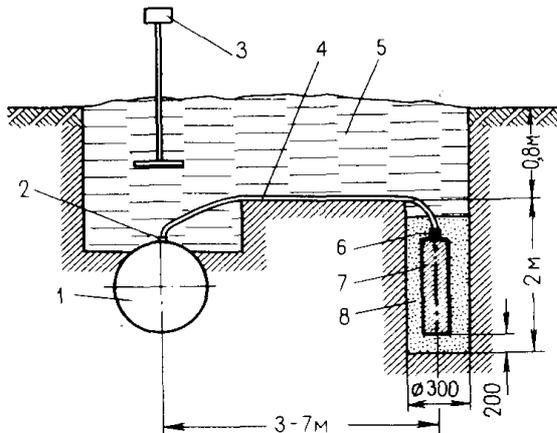


Рис. 3. Одиночная протекторная установка:

1 - газопровод; 2 - контакте газопроводом; 3 - опознавательный знак; 4 - изолированный провод; 5 - насыпной грунт; 6 - контакт протектора; 7 - протектор; 8 - наполнитель

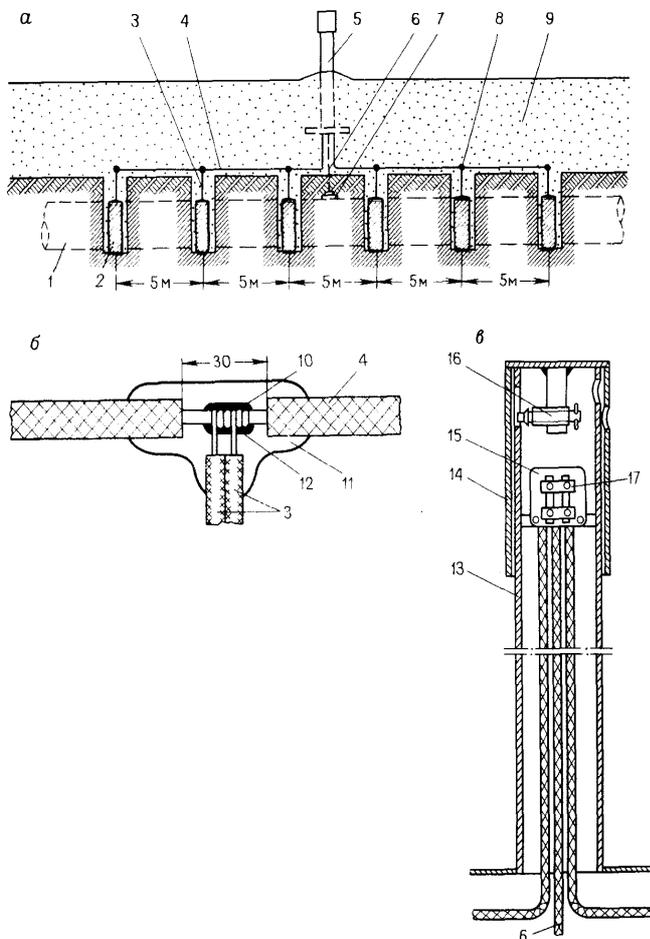


Рис.4. Групповая протекторная установка:

а - устройство установки; б - подключение протектора к соединительному кабелю; в - контрольно-измерительная колонка; 1 - газопровод; 2 - протектор упакованный; 3 - провод протектора; 4 - соединительный кабель протекторов; 5 - контрольно-измерительная колонка; 6 - кабель подключения газопровода; 7 - контакт с газопроводом; 8 - подключение протектора к соединительному кабелю; 9 - засыпка естественным грунтом; 10 - припой; 11 - изоляционная лента; 12 - изоляционная мастика; 13 - корпус колонки; 14 - крышка; 15 - измерительная панель; 16 - стопорный винт; 17 - электрическая перемишка

Протекторы располагают по одну сторону от защищаемого газопровода и с разных сторон от защищаемых патронов. Если защищают две параллельно проложенные трубы, протекторы устанавливают с внешней стороны каждой трубы. Протекторы могут устанавливаться вертикально в пробуренные для этого скважины или горизонтально в общей траншее.

Автоматические протекторные установки.

При определенных условиях устройство протекторной защиты не дает положительных результатов. Например, при монтаже протекторов вблизи действующей СКЗ ток защиты, стекающий с анодного заземления, через протектор попадает на газопровод. Уменьшается защитная зона СКЗ, т.е. падает эффективность ее работы. Не

рекомендуется применять протекторную защиту магистральных газопроводов в зонах действия блуждающих токов, так как наличие протекторов в катодной и знакопеременной зонах увеличивает плотность катодного тока, входящего в трубопровод, а следовательно, и стекающего анодного тока. Применение автоматических протекторных установок позволяет устранить эти отрицательные явления и дает возможность регулировать в определенных пределах потенциалы на поверхности защищаемого газопровода.

Конструктивно автоматическая протекторная установка представляет собой обычную систему металлических протекторов, присоединенных к защищаемому газопроводу через полупроводниковые элементы. Применяя односторонние поляризованные протекторы на диодах, в схему обычной протекторной установки (рис. 6, а) включают полупроводниковый диод в прямом направлении от газопровода к протектору.

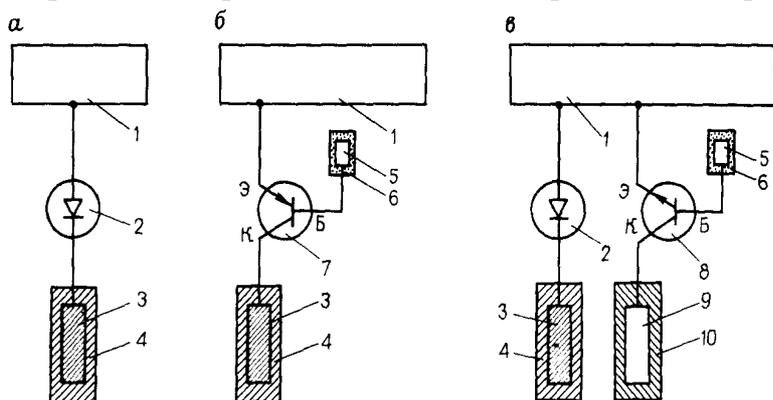


Рис. 5. Принципиальные схемы автоматических протекторных систем:

а — односторонне поляризованных протекторов на диодах; б — односторонне поляризованных протекторов на транзисторах с автоматическим регулированием защитного тока; в — сдвоенных поляризованных протекторов на диодах и транзисторах; 1 — защищаемое сооружение (газопровод, кабель); 2 — полупроводниковый диод; 3 — протектор (эффективный анод); 4 — наполнитель протектора (эффективного анода);

5 — управляющий электрод; 6 — наполнитель управляющего электрода; 7 — транзистор р-п-р; 8 — транзистор п-р-п; 9 — эффективный катод; 10 — наполнитель эффективного катода; Э — эмиттер; Б — база; К — коллектор

При отсутствии блуждающего тока в цепи "газопровод-протектор" протекает защитный ток $I_{заш}$, определяемый по формуле

$$I_{заш} = \frac{U_c - U_{пр}}{R_c + R_{пр} + R_{из} + R_{г} + R_{д}}$$

где U_c , $U_{пр}$ — потенциалы сооружения (газопровода) и протектора в разомкнутом состоянии; R_c , $R_{пр}$ — поляризационные сопротивления сооружения и протектора; $R_{из}$, $R_{г}$, $R_{д}$ — омические сопротивления соответственно изоляции сооружения, грунта и диода.

Из формулы следует, что с уменьшением внутреннего сопротивления диодов в прямом направлении защитный ток увеличивается, поэтому в данной системе целесообразно использовать диоды с малым внутренним сопротивлением. При появлении блуждающего тока катодного направления общий защитный ток остается постоянным до тех пор, пока потенциал, созданный этим током на сооружении в точке дренажа протектора, не станет по абсолютной величине больше потенциала протектора. В этом случае потенциал сооружения сдвигается в отрицательную область и при достижении потенциала отсечки $U_{отс}$ протектор выключается. Потенциал отсечки определяют по формуле

$$U_{отс} = U_{пр} - \Delta_{уд}$$

где $\Delta_{уд}$ — падение напряжения на диоде.

Таким образом, при катодном направлении блуждающих токов защитный ток протектора $I_{заш}$ всегда уменьшается и при потенциале $U_{отс}$ становится равным нулю.

При анодном направлении блуждающих токов потенциал сооружения сдвигается в положительную сторону, причем защитный ток протектора (непрерывно возрастает. Если потенциалы протектора и сооружения равны и имеют противоположные знаки в точке дренажа, то сооружение оказывается незаполяризованным $I_{заш} = 0$) и приобретает свой естественный потенциал. Протектор в этот момент нагружается током

$$I_{np} = \frac{U_c - U_{gh}}{R_{np} + R_c}$$

где R_c — омическое сопротивление сооружения.

Дальнейшее увеличение анодных блуждающих токов может сдвинуть потенциал сооружения в положительную область, однако ток протектора будет возрастать, что приведет к значительному торможению анодной поляризации сооружения. Анодный ток, который при отсутствии протекторов стекал с газопровода, разрушая его, в данном случае стекает в основном с протекторов.

Из анализа приведенных данных видно, что эффективность защиты поляризованными протекторами в знакопеременных зонах постоянных блуждающих токов тем выше, чем больше разность $U_c - U_{np}$ меньше сопротивление диода R_d и поляризационное сопротивление протектора $R_{пр}$ выше сопротивления изоляции $R_{из}$. Протектор с диодом обеспечивает автоматическое действие системы и регулирует направление, но не величину защитного тока.

При необходимости поддержания более положительного защитного потенциала, чем это может обеспечить потенциал протектора (например, при защите кабелей с алюминиевой оболочкой), можно стабилизировать защитный потенциал в заданном интервале, соединив протектор с сооружением через транзистор (рис. 5, б). Коллектор транзистора соединяют с протектором, а эмиттер — с защищаемым сооружением. Через цепь протекает защитный ток только в том случае, когда потенциал базы, задаваемый управляющим электродом, будет более отрицательным, чем потенциал сооружения. По мере сближения потенциалов управляющего электрода и сооружения ток в цепи базы уменьшается до тех пор, пока не установится минимальный разбаланс потенциалов вспомогательного электрода и сооружения. Такая схема соединения образует обратную связь между защитным потенциалом и током, что обеспечивает автоматическое регулирование. При этом уровень защитного потенциала устанавливается посредством выбора соответствующего управляющего электрода (цинк, алюминий, кадмий и др.) и заполнителя.

При защите сооружений в полях знакопеременных постоянных и переменных блуждающих токов промышленной частоты, если необходимо ограничение не только анодного, но и катодного потенциала сооружения (например, при электрохимической защите алюминиевых оболочек кабелей или предохранении изоляции стальных трубопроводов от разрушения при высоких катодных потенциалах), используют двоярные поляризованные протекторные установки на диодах и транзисторах (рис. 6, в). Такая установка состоит из двух односторонне поляризованных протекторов: эффективного анода и катода. Автоматическая работа устройства, заключающаяся в поддержании защитного интервала потенциалов, осуществляется за счет электрохимического источника опорного потенциала — управляющего электрода, имеющего в грунте (с соответствующим заполнителем) заданный и стабильный во времени потенциал.

Протекторная защита патронов и подземных емкостей.

В соответствии с действующими правилами переходы магистральных газопроводов через железные и шоссейные дороги I – IV категорий осуществляются в патронах (стальных трубах), диаметр которых на 100–200 мм больше диаметра газопровода. Патроны рассчитывают на рабочее давление газа в газопроводе и оборудуют предохранительными свечами. На концах патрона делают уплотнение, герметизирующее пространство между газопроводом и патроном. Переходы сооружают бестраншейным методом продавливания патрона под дорогой. Патроны не имеют изолирующего покрытия и по всей поверхности соприкасаются с коррозионной почвенной средой.

Патрон, поврежденный коррозией, не защищает от динамических нагрузок, создаваемых проходящим над газопроводом железнодорожным и автомобильным транспортом, а также не обеспечивает безопасности в случае разрыва стыка газопровода внутри него.

В связи с этим он должен быть надежно электрически изолирован от газопровода, в противном случае снижается эффективность катодной защиты. Замыкание патрона с газопроводом в зоне действия блуждающих токов приводит к следующему:

- возрастает коррозионная опасность на газопроводе за счет блуждающих токов, входящих через патрон (при расположении патрона на катодном участке);

- увеличивается опасность разрушения патрона блуждающими токами, стекающими с газопровода через патрон (при расположении его на анодном участке);

- увеличивается коррозионная опасность как на газопроводе, так и на патроне (при расположении последнего на участке знакопеременных потенциалов).

В связи с этим при строительстве переходов тщательно выполняют, а при эксплуатации систематически проверяют изоляцию патронов от газопровода, измеряя потенциал газопровода и патрона.

Патрон, изолированный от газопровода, вследствие небольшой протяженности не подвержен воздействию блуждающих токов и разрушается в основном под действием почвенной коррозии. Патрон защищают от коррозии катодной поляризацией его поверхности током гальванической пары "протектор–патрон". Для этого к нему подключают групповые установки протекторов с обеих сторон дороги (рис. 6, а). Необходимое число протекторов рассчитывают, исходя из потенциала или плотности тока с учетом поверхности патрона (диаметра и его длины) и удельного сопротивления грунта. При контакте действующего газопровода с патроном, если замыкание не может быть устранено, на анодных и знакопеременных участках протекторы будут работать одновременно и как токоотводы в связи с тем, что переходное сопротивление "протектор–заполнитель–земля" ниже переходного сопротивления "патрон–земля". Величины токов, стекающих с токоотводов–протекторов и патрона, обратно пропорциональны этим сопротивлениям. На знакопеременных участках в цепь протектора включают вентиль, рассчитанный на ток дренирования.

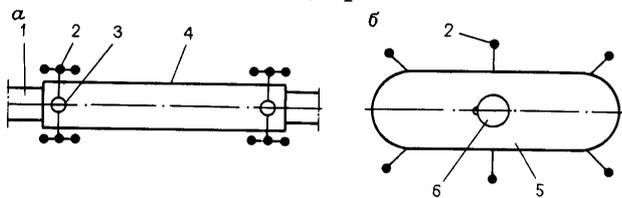


Рис. 6. Схемы протекторной защиты подземных сооружений:

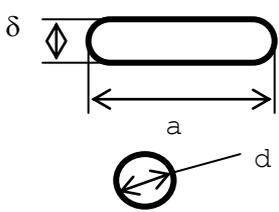
а – патрона газопровода; б – металлической емкости; 1 – газопровод; 2 – протекторная установка; 3 – контрольно-измерительная колонка; 4 – патрон; 5 – емкость; 6 – горловина.

Подземные металлические емкости (склады горюче-смазочных материалов, метанольные склады, емкости сбора конденсата) должны защищаться от действия почвенной коррозии. Блуждающие токи на подземные емкости практически не оказывают вредного влияния из-за их небольшой длины. Перед укладкой поверхность емкости изолируют, но одной этой меры оказывается недостаточно, поэтому по периметру на расстоянии 2-4 м от емкости устанавливают протекторы (рис. 4,б). Число их зависит от размеров поверхности защищаемой емкости и удельного сопротивления грунта. Обычно на каждом углу емкости подключают одиночный протектор, затем измеряют разность потенциалов "емкость - земля" и при необходимости устанавливают дополнительные протекторы до достижения полной электрохимической защиты емкости.

Прутковые (ленточные) магниевые протекторы применяют для защиты магистральных газопроводов от почвенной коррозии в грунтах с удельным электрическим сопротивлением до 300 Ом-м. Их изготавливают из магния Mg 95, содержащего 99,95 % этого металла. Поперечное сечение магниевых прутков прямоугольной и круглой формы. В середине прутка запрессован стержень из стальной оцинкованной проволоки, являющийся армирующим и используемый при устройстве контакта.

При изготовлении магниевые прутки наматывают на кабельные барабаны. Строительная длина прутка - 1 км. Протекторы укладывают в общую траншею с газопроводом или в отдельную траншею на расстоянии от газопровода, равном $(3\div 5)D$ трубы, ниже глубины промерзания и просыхания грунта в данной местности, затем их соединяют между собой и подключают к газопроводу через контрольно-измерительные колонки. Их можно также монтировать с диодами и транзисторами, создавая автоматические системы защиты.

Таблица 5. Размеры и масса прутковых магниевых протекторов.

Форма сечения	Площадь сечения, мм ²	Размеры, мм			Масса протектора длиной м, кг
		a	δ	d	
	200	20	10	-	0,35
	450	30	15	-	0,78
	310	-	-	20	0,7
	700	-	-	30	1,3
	1250	-	-	40	2,7

Выводы.

1. Для защиты стальных газопроводов принципиально могут быть использованы все металлы, расположенные в ряду выше железа и, следовательно, имеющие более отрицательный потенциал.

2. Свойства протектора определяются составом сплава, массой и формой, способом изготовления, электрохимическим эквивалентом, составом активатора, коэффициентом использования, стационарным потенциалом в грунте и др.

3. Практически используют магний, алюминий, цинк и их сплавы, в очень ограниченных количествах - кальций, марганец и цирконий, вводимые в состав протекторных сплавов.

4. Для протекторов наиболее часто используют магний, алюминий и цинк.

5. По конструктивному исполнению протекторы делятся на стержневые, плоские и прутковые.

6. В России выпускаются магниевые протекторы типов ПМ, ПМУ, прутковые и др.

7. Активатор служит для предотвращения образования на поверхности протектора слоя нерастворимых окислов, снижающих его токоотдачу, уменьшения сопротивления цепи «протектор-труба», а также для поддержания постоянного потенциала.

8. Защита подземных газопроводов может осуществляться с помощью одиночных или групповых протекторных установок.

9. В противоположность защите катодными станциями при протекторной защите соединительный провод между сооружением и протектором не подвергается анодному растворению, а катодно защищен.