

ОГРАЖДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕЕЗДАХ

Ц е л ь р а б о т ы: ознакомиться с назначением, видами и расстановкой ограждающих устройств на железнодорожных переездах; изучить алгоритм работы ограждающих устройств.

1. Основные сведения

К ограждающим устройствам на переездах относятся заградительные светофоры, запрещающие движение поезду при возникновении аварийной ситуации на переезде (вынужденная остановка автомашины, развал груза и т. п.), и средства, запрещающие въезд на железнодорожное полотно автотранспорту при появлении поезда. К последним относятся автоматическая светофорная сигнализация без шлагбаумов, светофорная сигнализация с автоматическими или полуавтоматическими шлагбаумами, а также устройства заграждения переездов.

Тип ограждающих устройств на переезде выбирается в зависимости от его категории, определяемой интенсивностью движения. Общая схема размещения ограждающих устройств на переезде представлена на рис. 1, на этой схеме представлен переезд, оборудованный автоматическими шлагбаумами А и Б со светофорной сигнализацией, механизмами устройств заграждения переезда (УЗП) УЗ1 – УЗ4 с приборами контроля КЗ1 – КЗ4 и заградительными светофорами 31, 32. Дежурный по переезду располагается в служебном здании (на посту) ПП, в распоряжении дежурного имеется щиток автономного управления ограждающими устройствами. Аппаратура автоматики размещается в релейных шкафах РШП и РШРТ, а аккумуляторы – в батарейном шкафу БШ. Работа переездных устройств по известительным цепям увязана с сигнальными точками 6, 7 трехзначной автоблокировки.

Заградительные светофоры (31, 32) сигнализируют красным огнем и располагаются на расстоянии не менее 15 и не более 100 м от кромки переезда, эти светофоры включаются дежурным по переезду только в аварийной ситуации. На участках с автоблокировкой, кроме того, предусматриваются одновременное перекрытие ближайших к переезду проходных светофоров 6, 7 и срыв кодирования РЦ. На станциях в качестве заградительных допускается применять светофоры, расположенные на расстоянии не более 800 м от переезда.

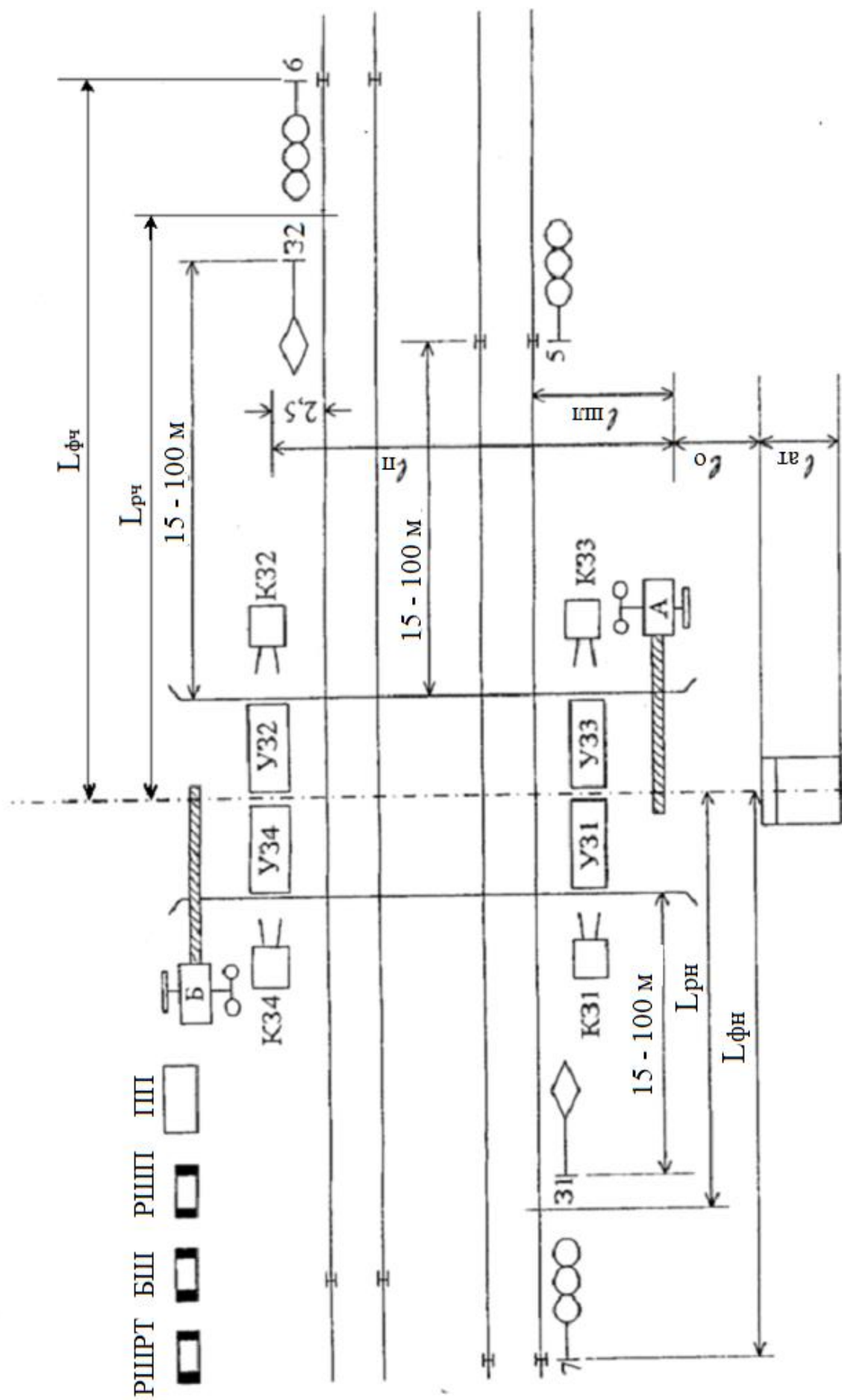


Рис. 1. Схема размещения ограждающих устройств на переезде

Места установки светофоров автоматической переездной сигнализации без автошлагбаумов с двумя головками красных огней определяются видимостью их с автомобильной дороги с таким расчетом, чтобы движущееся с максимальной скоростью транспортное средство могло остановиться за 5 м до переезда (ℓ_0). Огни переездных светофоров должны быть четко различимы на расстоянии не менее 50 м, а с транспортного средства поезд должен наблюдаться с расстояния не менее 100 м при скорости движения транспортного средства до 25 км/ч и 500 м – при скорости 121-140 км/ч. При отсутствии поезда красные огни переездных светофоров погашены и автотранспорту разрешается проезд через железнодорожное полотно. Для придания уверенности водителям в исправности средств сигнализации светофоры могут дополняться лунно-белым мигающим огнем. При подходе поезда к переезду срабатывает звонок, размещенный на мачте светофора, выключается лунно-белый огонь и включаются попеременно мигающие красные огни, запрещающие проезд переезда.

В случае оборудования переезда автошлагбаумом на его мачте крепятся две красные светофорные головки и звонок, движение автотранспорту преграждает брус, который в вертикальной плоскости перемещается электроприводом. Шлагбаум устанавливается на расстоянии не менее 6 м от ближнего рельса ($\ell_{шл}$). Брус должен перекрывать от 1/2 до 2/3 ширины проезжей части дороги, оставляя с левой стороны свободными не менее 3 м.

При отсутствии поезда брус автошлагбаума находится в вертикальном положении и автотранспорту разрешается движение через переезд. При появлении поезда на участке приближения включается звонковая сигнализация и светофорная в виде мигающих красных ламп, а затем с выдержкой времени (примерно 13 с) опускается брус автошлагбаума. Такой порядок работы ограждающих устройств обеспечивает возможность ухода из-под бруса автотранспортного средства, оказавшегося там до включения переездного светофора.

В настоящее время на сети железных дорог широко применяются шлагбаумы нового поколения с электроприводом переменного тока типа ПАШ-1 (переездной автоматический шлагбаум). По сравнению с предыдущими разработками они имеют ряд преимуществ:

- заградительный брус опускается под собственным весом, а его конструкция допускает поворот в горизонтальной плоскости на 90° вдоль направления движения автотранспорта, что исключает поломку шлагбаума при проезде машиной заграждения;

- существенно снижены габариты и масса электропривода;

- почти в два раза уменьшается количество аккумуляторов.

Электропривод шлагбаума включает в себя (рис. 2) асинхронный электродвигатель 1 типа АИР-56, работающий от однофазной сети с конденсаторным запуском; двухступенчатый редуктор 2–4; электромагнитную муфту 5–7; главный вал 8; фланцы 9, 10; гидрогаситель 11; контрольную систему на базе микропереключателей общепромышленного назначения 12, 13 и клеммные колодки 14. Все механизмы электропривода заключены в корпус 15 и закрыты крышкой 16. В днище корпуса предусмотрены кабельные вводы 17, 18. Заградительный брус шлагбаума монтируется консольно на вилкообразной раме

через механизм горизонтального поворота. Сама рама закрепляется с двух сторон во фланцах главного вала.

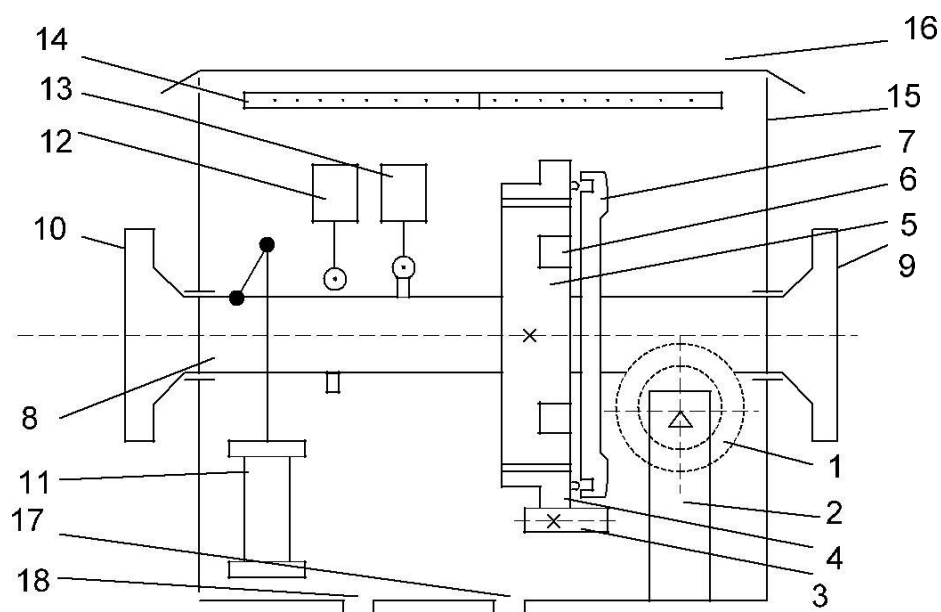


Рис. 2. Кинематическая схема электропривода ПАШ-1

Подъем заградительного бруса в вертикальное положение осуществляется следующим образом. После подачи напряжения на зажимы электродвигателя вращение его вала через червячную передачу 2 закрытой ступени редуктора передается на зубчатый цилиндр 3 и зубчатый венец колеса 4 открытой ступени редуктора. Поскольку колесо 4 насажено на ступицу 5 свободно (с зазором), то для вращения главного вала необходимо обеспечить между ними жесткую связь, ее создает электромагнитная муфта, состоящая из катушки 6, магнитопровода (ступицы) 5 и дискообразного якоря 7. Так как одновременно с запуском электродвигателя электрический ток протекает в катушке, то вокруг нее образуется магнитное поле. Якорь 7 притягивается, обеспечивая передачу вращения от колеса на ступицу и далее на главный вал. Для усиления сцепления с якорем зубчатый венец колеса имеет пальцы. Занятие брусом вертикального положения фиксируется микропереключателем 12, и электродвигатель выключается.

Для приведения бруса в заграждающее (горизонтальное) положение снимается электропитание с катушки электромагнитной муфты, удержание бруса прекращается, и он начинает опускаться с ускорением свободного падения. При этом увеличиваются угловая скорость бруса и его кинетическая энергия, которую необходимо погасить, чтобы не повредить брус в конце перевода. Защита бруса осуществляется с помощью гидрогасителя клапанного типа, шток которого связан с главным валом. Принцип работы этого гидрогасителя заключается в перемещении поршнем жидкости из одной полости цилиндра в другую. Жидкость перетекает через специальные щели, размер которых и, следовательно, сопротивление перемещению бруса (вверх или вниз) регулируются специальным

клапаном в зависимости от направления движения. Занятие брусом горизонтального положения фиксируется микропереключателем 13.

Железнодорожные переезды являются объектами повышенной опасности, требующими от участников движения строгого выполнения предписанных правил, однако регистрируются многочисленные случаи проезда машинами заградительного бруса автошлагбаумов. С целью усиления безопасности движения и недопущения выезда автотранспортного средства на железнодорожное полотно переезды в настоящее время стали дополняться комплексом УЗП, в состав которого входят (см. рис. 1) заградительные устройства (УЗ) в количестве четырех изделий и система контроля свободности зон УЗ от автотранспорта (КЗ). Основным элементом устройства УЗ является крышка, устанавливаемая горизонтально в полотно автодороги и управляемая обычным стрелочным электроприводом. Система КЗ построена на основе ультразвуковых датчиков.

При появлении поезда на участке приближения к переезду в обычном порядке срабатывает звонковая и светофорная сигнализация, опускаются брусья шлагбаумов, а через 3 с включаются электроприводы УЗ. При условии свободности контролируемых зон от транспортного средства крышки УЗ занимают заграждающее положение (приподнятым ребром в сторону автодороги). Kontakтами автопереключателя приводов снимается напряжение с электродвигателей. В случае работы электродвигателя на фрикцию (крышка УЗ не может быть поднята или опущена из-за наличия препятствия) предусматривается автоматическое его выключение с выдержкой 6–8 с. Если автотранспортное средство оказалось на переезде в момент поднятия крышек УЗ, то механизм позволяет крышке при наезде на нее опуститься вниз, а при освобождении вновь занять заграждающее положение.

После проследования поездом переезда приводы УЗП включаются и опускаются их крышки, после чего с электродвигателей снимается напряжение kontakтами автопереключателей приводов, поднимаются брусья автошлагбаумов и выключается звонковая и светофорная сигнализация.

Устройства ограждения переездов должны своевременно включаться в работу и выключаться, как только последние скаты поезда освободят переезд. Невыполнение первого условия ставит под угрозу безопасность движения поездов, а второго ведет к неоправданным задержкам автотранспорта. Существует несколько способов передачи информации о приближении поездов к переездам. Наиболее широкое распространение получила линейная цепь с известительным реле, фиксирующим вступление поезда на участок приближения. Длина такого участка рассчитывается по формуле, м:

$$L_p = 0,28 \cdot V_{\Pi} \cdot t_{p.и}, \quad (1)$$

где 0,28 – коэффициент перевода километров в час (км/ч) в метры в секунду (м/с);

V_{Π} – максимальная скорость движения поезда к переезду, 140 км/ч;

$t_{p.и}$ – расчетное время извещения, с,

$$t_{p.и} = t_{ат} + t_{пр} + t_r = [(\ell_{ат} + \ell_o + \ell_{п})/V_{ат}] + t_{пр} + t_r, \quad (2)$$

где $t_{ат}$ – время, необходимое для того, чтобы автотранспортное средство длиной $\ell_{ат}$, равной 24 м, находящееся перед переездным светофором на расстоянии ℓ_o , равном 5 м, проследовало по переезду на его другую сторону за 2,5 м от крайнего рельса со скоростью $V_{ат}$, равной 8 км/ч или 2,2 м/с (см. рис. 1);

$t_{пр}$ – время срабатывания приборов извещения (принимается равным 4 с в случае применения на участке приближения импульсных или кодовых РЦ);

t_r – гарантированное время (запас), принимаемое равным 10 с.

После подстановки нормативных значений величин в уравнение (1), получим, м:

$$L_p = 0,28V_{п}(0,46\ell_{п} + 27). \quad (3)$$

Найденное значение L_p сравнивается с фактическим значением длины известительной цепи $L_{ф}$, которая получается в результате применения приборов сигнальных точек автоблокировки. Чтобы обеспечить своевременное закрытие переезда при приближении поезда, необходимо выполнить соотношение: $L_{ф} \geq L_p$, поэтому в схеме, представленной на рис. 1, следует начало известительной цепи в нечетном направлении располагать в релейном шкафу сигнальной точки 7, а в четном направлении – сигнальной точки 6. Поскольку фактическое время

извещения $t_{ф} = \frac{L_{ф}}{0,28 V_{п}}$ получается больше расчетного $t_{p.и}$, для устранения простоя автотранспорта осуществляется задержка включения переездных устройств на время, равное разности времени извещения и расчетного ($t_z = t_{ф} - t_{p.и}$). Для этих целей применяется конденсатор, включенный параллельно обмотке известительного реле, его емкость определяется по формуле, мкФ:

$$C = \frac{t_z \cdot 10}{R \cdot \ln \frac{U}{U_{от}}}, \quad (4)$$

где R – сопротивление обмотки известительного реле, Ом;

U – напряжение источника питания известительной цепи, В;

$U_{от}$ – напряжение отпускания якоря известительного реле, В.

Задача по выключению переездных устройств после прохода поезда, как правило, решается с помощью аппаратуры РЦ, релейные концы которых располагаются вблизи переезда. Аппаратура релейных концов может располагаться в релейных шкафах сигнальных точек 5, удаленных от переезда не далее 100 м на двухпутных участках и 40 м – на однопутных. Поскольку такой вариант размещения аппаратуры встречается редко, то чаще всего для этих целей предусматриваются разрезные точки блок-участков (РШРТ).

При возникновении аварийной ситуации на регулируемом переезде (вынужденная остановка автомашины, развал груза и т.п.) будет зажжен красный огонь заградительного светофора, а на участках с трехзначной автоблокировкой, кроме того, предусматриваются одновременное перекрытие ближайших к переезду проходных светофоров и срыв кодирования РЦ. На нерегулируемом переезде, при возникновении аварийной ситуации, безопасность движения будет обеспечиваться работниками железной дороги (например, машинистом) и участниками дорожного движения.

В случае повреждения кабеля, соединяющего РШП с электроприводом шлагбаума, пропуск автотранспорта через переезд осуществляется с помощью специальной рукоятки, которая позволяет управлять электроприводом вручную.

5. Контрольные вопросы

1 Как обеспечивается безопасность движения поездов в случае аварийной ситуации на переезде?

2 Какие требования предъявляются к видимости огней переездных светофоров на переезде с автотранспортного средства?

3 В чем заключаются преимущества автошлагбаума с электроприводом переменного тока?

4 Как обеспечить пропуск автотранспорта через переезд в случае повреждения кабеля, соединяющего РШП с электроприводом?

5 Как будет работать электропривод УЗП, если его пуск состоялся при свободной зоне контроля, а затем на крышку УЗП наехало колесо машины?

6 Почему конденсатор, включенный параллельно обмотке реле, увеличивает время срабатывания реле?

Библиографический список

1. Перегонные устройства автоблокировки: Технические решения / ВНИИАС. М., 1999. 46 с.

2. Виноградова В. Ю. Автоблокировка и переездная сигнализация: Учебное пособие / В. Ю. Виноградова. М.: Маршрут, 2003. 19 с.

3. Тюпкин Ю. А. Новое в эксплуатации железнодорожных переездов / Учебное пособие / Ю. А. Тюпкин. М.: Маршрут, 1998. 24 с.

Данные для расчета.

Вариант 1

фактическая длина известительного участка $L_{\phi} = 1,5$ км;
расстояние между шлагбаумом и ближнем рельсом $\ell_{\text{шл}} = 7$ м;
расстояние между осями соседних путей $\ell_{\text{мок}} = 4,5$ м;
время срабатывания приборов извещения $t_{\text{пр}} = 4$ с;
гарантированное время (запас) при вычислении расчетного времени извещения $t_r = 10$ с;
сопротивление обмотки известительного реле $R = 4000$ Ом;
напряжение источника питания известительной цепи $U = 24$ В;
напряжение отпускания якоря известительного реле $U_{\text{от}} = 5$ В.

Вариант 2

фактическая длина известительного участка $L_{\phi} = 1,75$ км;
расстояние между шлагбаумом и ближнем рельсом $\ell_{\text{шл}} = 7$ м;
расстояние между осями соседних путей $\ell_{\text{мок}} = 4,5$ м;
время срабатывания приборов извещения $t_{\text{пр}} = 4$ с;
гарантированное время (запас) при вычислении расчетного времени извещения $t_r = 10$ с;
сопротивление обмотки известительного реле $R = 1000$ Ом;
напряжение источника питания известительной цепи $U = 12$ В;
напряжение отпускания якоря известительного реле $U_{\text{от}} = 2,3$ В.

Вариант 3

фактическая длина известительного участка $L_{\phi} = 2$ км;
расстояние между шлагбаумом и ближнем рельсом $\ell_{\text{шл}} = 7$ м;
расстояние между осями соседних путей $\ell_{\text{мок}} = 4,5$ м;
время срабатывания приборов извещения $t_{\text{пр}} = 4$ с;
гарантированное время (запас) при вычислении расчетного времени извещения $t_r = 10$ с;
сопротивление обмотки известительного реле $R = 12000$ Ом;
напряжение источника питания известительной цепи $U = 45$ В;
напряжение отпускания якоря известительного реле $U_{\text{от}} = 9$ В.