

С.В. Бушуев – кандидат технических наук (НИЛ КСА)

К.В. Гундырев – научный сотрудник (НИЛ КСА)

О.В. Первухина – научный сотрудник (НИЛ КСА)

Е.С. Ходневич – научный сотрудник (НИЛ КСА)

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СХЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТРЕЛОК В СИСТЕМЕ ЭЦ-МПК

Принято считать, что железнодорожный транспорт не зависит от условий погоды, однако некоторые природные явления могут создать затруднения и в работе железных дорог. Серьезную опасность для движения поездов представляют обильные снегопады и вызываемые ими снежные заносы.

Вопрос об очистке пути от снега стоял еще на заре развития железных дорог. Актуальной проблема защиты стрелочных переводов от снежных заносов стала, когда началось строительство крупных железнодорожных узлов и массовое оборудование стрелок электрической централизацией.

В 30-х годах для очистки стрелок подгорочных путей была применена шланговая воздухообдувка. Воздух подавался от стационарных компрессоров, предназначенных для питания вагонных замедлителей. Позже был разработан проект пневматических устройств для очистки стрелок. Это предопределило на долгие годы использование сжатого воздуха для очистки стрелок на станциях.

Широкое применение на сети железных дорог Российской Федерации нашла пневматическая двухпрограммная автоматическая очистка стрелочных переводов от снега. Очистка производится обдувкой межрельсового пространства сжатым воздухом, подаваемым по специальной магистрали.

Технически это требует:

- строительства компрессорной;
- прокладки на станции трубопровода;
- установки на стрелочном переводе электропневматических клапанов (ЭПК) для управления подачей сжатого воздуха;
- схемы управления ЭПК на посту электрической централизации (ЭЦ).

Подача сжатого воздуха для очистки может производиться как выборочно для любой стрелки - выборочная очистка, так и последовательным включением от района к району и от стрелки к стрелке внутри района - циклическая очистка. По временному регламенту возможен выбор режима циклической обдувки: облегченный, нормальный, усиленный.

В существующих схемах релейной электрической централизации реализация мероприятий по очистке потребовала применения релейного распределителя, шагового искателя, последовательно управляющего ЭПК, и конденсаторной схемы, определяющей временной регламент работы схем очистки. Перечисленные схмотехнические решения имеют следующие недостатки:

- увеличение числа реле, приходящихся на одну централизованную стрелку;
- затруднительный поиск отказов в схеме управления;

- применение ненадежных в работе элементов (электролитические конденсаторы, шаговые искатели);
- высокие показатели материало- и энергоемкости.

Например, для станции 15-18 стрелок схема управления очисткой стрелок занимает отдельный статив реле I класса надежности [1].

Для совершенствования системы очистки стрелок необходимо пересмотреть схемы управления ЭПК, шире применять современную полупроводниковую программируемую элементную базу с высокой степенью надежности.

В настоящее время в ОАО «РЖД» идет массовое проектирование и строительство релейно-процессорной централизации на базе микроЭВМ и программируемых контроллеров ЭЦ-МПК разработки Центра компьютерных железнодорожных технологий Петербургского государственного университета путей сообщения. Нарастающая структура аппаратно-программных системы ЭЦ-МПК позволяет с минимумом капитальных затрат реализовать в ее составе различные вспомогательные подсистемы контроля и управления, к которым и можно отнести схемы управления очисткой стрелок.

Благодаря использованию в ЭЦ-МПК программируемой элементной базы, средств вычислительной техники, комплекса технических средств управления и контроля (КТС УК), при совместной деятельности ученых и инженеров ПГУ ПС и УрГУПС разработана более современная, лишенная вышеперечисленных недостатков, схема управления ЭПК стрелочных переводов.

Алгоритм работы схемы управления устройствами очистки стрелок с обеспечением требуемых временных интервалов реализован программным путем в КТС УК ЭЦ-МПК. Дежурный по станции на автоматизированном рабочем месте (АРМ ДСП) в процессе работы для каждой из стрелок может выбрать режим обдувки (нормальный, усиленный, облегченный), временные параметры которого формируются программным путем в соответствии с табл. 1.

Временные характеристики режимов очистки *Таблица 1*

Режим	Длительность дутья, с	Длительность интервала, с
Нормальный	4	2
Усиленный	5	0,6
Облегченный	4	6
При выборочной очистке стрелка очищается один раз в течении 6-8 с после набора номера		

Управление пневмоочисткой осуществляется: твердотельными интерфейсными реле КТС УК и устройством очистки стрелок (УОС). УОС выполнено на основе платы управляющего коммутатора УК-32/6 или УК-16/3. Модуль УОС располагается на кроссовом стативе и занимает место двух верхних клемм.

Управляющий коммутатор, предложенный в качестве основного устройства коммутации цепей пневмоочистки стрелок в ЭЦ МПК, имеет следующие технические характеристики:

- **габариты:** 75x100x100 мм (ШxГxB);
- **способ крепления на стативе:** на DIN рейку вместо 2-х смежных по горизонтали верхних клеммных колодок статива или на другое эквивалентное по размеру место;

- **питание:** от 10 до 30 В постоянного напряжения, потребляемая мощность не более 5 Вт при включенных 32-х управляющих ключах, не более 0,5 Вт при выключенных управляющих ключах;
- **управление коммутатором:** цифровой интерфейс стандарта RS-485;
- **управляющие ключи:** 32 или 16 твердотельных реле типа 5П19Б1 разбиты на 6 или 3 соответственно изолированных группы;
- **коммутирующая способность:** ± 400 В постоянного напряжения (амплитудное значение для переменного напряжения); ток, не более 0,7 А; рассеиваемая на контакте мощность не более 1 Вт; сопротивление выхода в активном состоянии, не более 5 Ом; время включения, не более 20 мс; время выключения, не более 5 мс.

В настоящее время в составе ЭЦ-МПК проектируется очистка стрелок по схеме, приведенной на рис. 1.

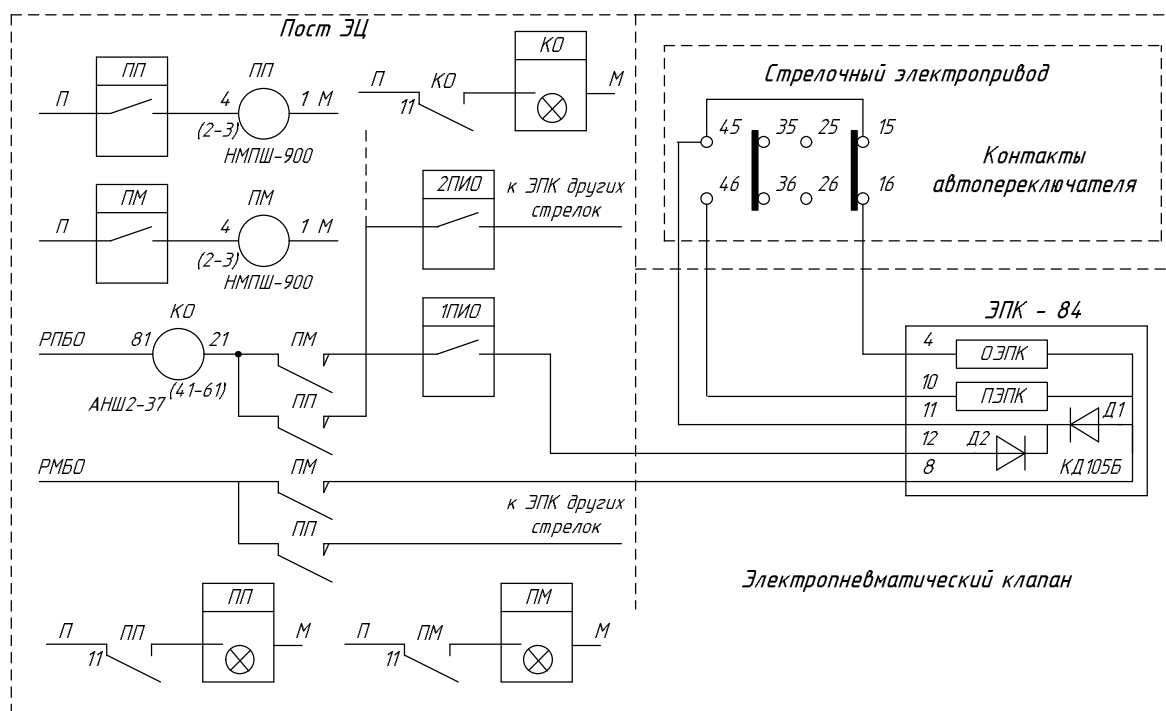


Рисунок 1. Принципиальная электрическая схема пневматической очистки стрелок в системе ЭЦ-МПК

Согласно схеме включение пневматической очистки стрелки происходит в два алгоритмических этапа. На первом этапе после подачи управляющего воздействия включаются соответствующие ключи 1ПИО, 2ПИО и др., которые подготавливают цепь включения ЭПК стрелки – замыкают бестоковую электрическую цепь. На втором этапе на определенное время срабатывают ключи ПП или ПМ, которые включают одноименные пусковые реле. Усиленными контактами пусковых реле ПП или ПМ осуществляется коммутация цепи питания соответствующего электропневматического клапана одной из двух стрелок, подключенных к активному ключу ...ПИО. Выбор клапана осуществляется еще и контактами автопереключателя стрелочного привода для обдува пространства только между отжатым острием и рамным рельсом. После включения

ЭПК происходит подача сжатого воздуха к месту назначения. В качестве электропневматических клапанов в схемах автоматической очистки стрелок с центральным питанием (напряжение питания в схемах ЭЦ 220 В) широкое применение получили ЭПК-84 и ЭПК-94 с номинальным напряжением срабатывания 160 В и сопротивлением обмотки постоянному току 3200 Ом.

Для определения возможности применения полупроводниковой техники в составе разработанных устройств коммутации, требований по электромагнитной совместимости в лаборатории «Компьютерных систем автоматики» УрГУПС были проведены исследования электронных ключей на макете, имитирующие реальные условия эксплуатации. Схема лабораторных испытаний приведена на рис.2.

Применяемый в испытаниях лабораторный автотрансформатор с выпрямителем и конденсатором $C1$ обеспечивает постоянное напряжение питания ЭПК и возможность регулировки его в диапазоне 0-600 В. Реле контроля очитки типа АНШ2-37 и модуль коммутации УК-32/6 включены в соответствии с принятой схемой очистки стрелок в ЭЦ-МПК (см. рис. 2). Для утяжеления условий работы испытуемых ключей пусковые реле в схеме испытаний не использовались, это дало возможность имитировать нарушение алгоритма очистки стрелок или отказ, эквивалентный включенному состоянию пускового реле в цепи очистки и выключению ключа ...ПИО. Емкость кабеля утяжеляет условия коммутации ключей, поэтому в цепь включена схема замещения кабельной линии, состоящая из RC цепочек.

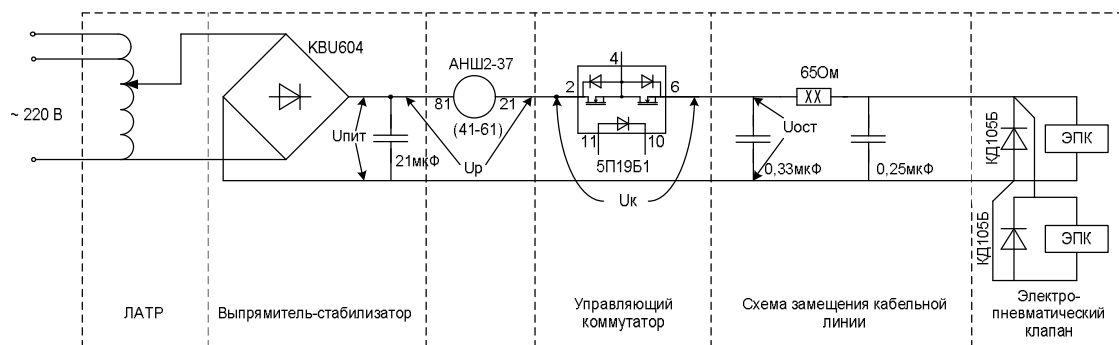


Рисунок 2. Принципиальная схема лабораторной установки с подключением двух ЭПК

Программа, исполняемая на ПЭВМ, отправляет по интерфейсу сопряжения команды включения/выключения ключей управляющего коммутатора УК-32/6 15 раз в минуту. Выбранная частота коммутации обеспечивает полное завершение переходных процессов.

В ходе проведения экспериментов проведено исследование зависимости напряжения на замкнутом контакте коммутатора U_K и остаточного напряжения $U_{ост}$ на нагрузке при разомкнутом контакте коммутатора от напряжения питания.

Результаты эксперимента по рис. 2 сведены в табл. 2.

Остаточное напряжение на нагрузке $U_{ост}$ при разомкнутом ключе с установленным варистором не превышает 0,3 В при $U_{пит}$ меньше номинального напряжения срабатывания защитного элемента (390 В для данного типа варистора). При дальнейшем увеличении $U_{пит}$ до 450 В, рассеиваемая варистором мощность (в непрерывном режиме) начинает приближаться к номинальной. Таким образом в статическом режиме защитный варистор с номинальным напряжением 390 В исключает срабатывание строенных диодов, что увеличивает срок службы ключа.

Таблица 2

$U_{num}, В$	$U_k, В$	$U_{ост}, В$
305	0	0,001
407	0	0,001
496	0	0,002
525	0,03	0,002
535	0,04	0,002
552	0,05	2
585	0,07	15
627	0,09	31

Остаточное напряжение $U_{ост}$ при разомкнутом ключе не превышает 0,002 В при U_{num} меньше 535 В (см. табл. 2). При дальнейшем увеличении U_{num} происходит открытие встречно включенного диода в управляющем ключе (эффект стабилитрона), при этом номинальная рассеиваемая мощность достигается за счет тока утечки 1,5-3мА. При снижении напряжения ниже порога срабатывания встроенного диода сопротивление разомкнутого ключа восстанавливается до прежнего уровня. Испытание других образцов ключей типа 5П19Б1 показали что, напряжение открытия встроенного встречно-включенного защитного диода от 450 В до 600 В.

Результаты эксперимента при подключении варистора (390 В) параллельно ключу сведены в табл. 3.

Таблица 3

$U_{num}, В$	$U_k, В$	$U_{ост}, В$
302	0	0,001
375	0	0,3
391	0	3,5
442	0	38

Падение напряжения на замкнутом ключе U_k в рабочем диапазоне напряжений питания U_{num} не зафиксировано (см. Табл. 1 и 2). **Вывод:** замкнутый ключ не вносит дополнительного падения напряжения в электрическую цепь включения ЭПК.

Постоянное напряжение питания ЭПК в схемах ЭЦ может формироваться с помощью двухполупериодного выпрямления переменного тока со сглаживающим конденсатором. Таким образом, при максимальном значении напряжения в сети переменного тока 253 В (230 В +10%), амплитуда постоянного напряжения не превысит 365 В.

Вывод: статические электрические характеристики ключа и защитных элементов в схеме УК-32/6 позволяют использовать его в схеме очистки стрелок с ЭПК-84, ЭПК-94 (160 В).

Также были произведены исследования формы напряжения на ключе управляющего коммутатора в момент коммутации. В результате испытаний были получены данные, которые показывают, что напряжение на контакте в процессе коммутации (см. рис. 3-6) имеет характерный вид. При размыкании наблюдается всплеск напряжения обусловленный индуктивностью ЭПК и реле КО, который поглощается защитным варистором (напряжение срабатывания 390 В). При включении оптрона процесс коммутации имеет вид, показанный на рис. 6.

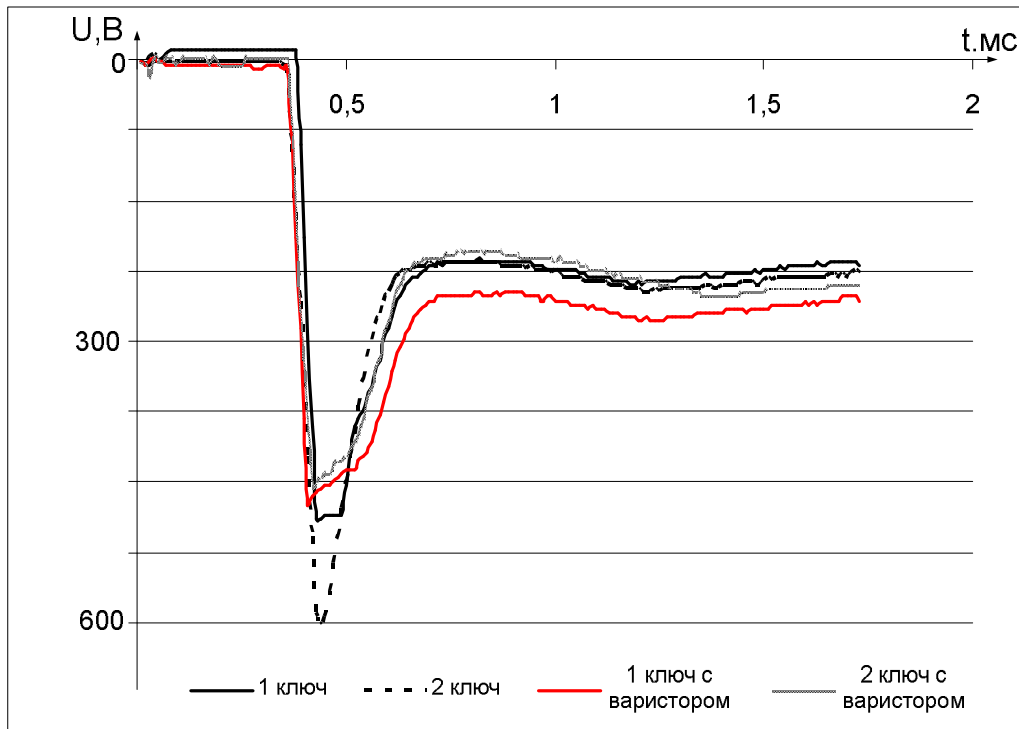


Рисунок 3. Характерный вид кривой напряжения на контакте коммутатора в момент размыкания. Напряжения питания 230В

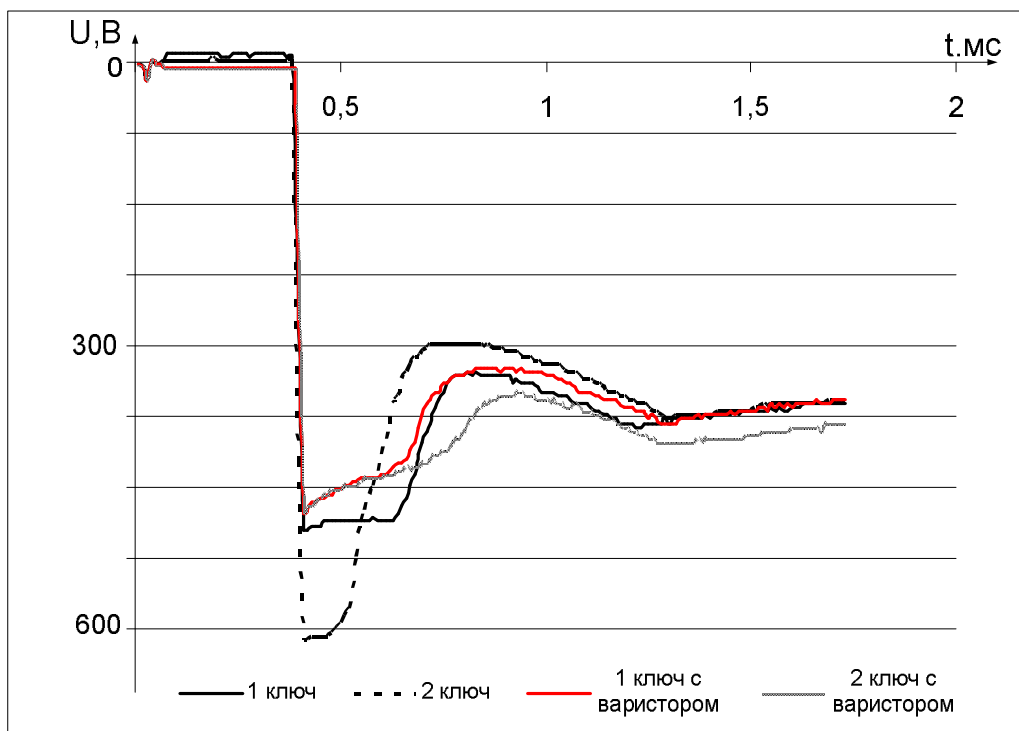


Рисунок 4. Характерный вид кривой напряжения на контакте коммутатора в момент размыкания. Напряжения питания 370В

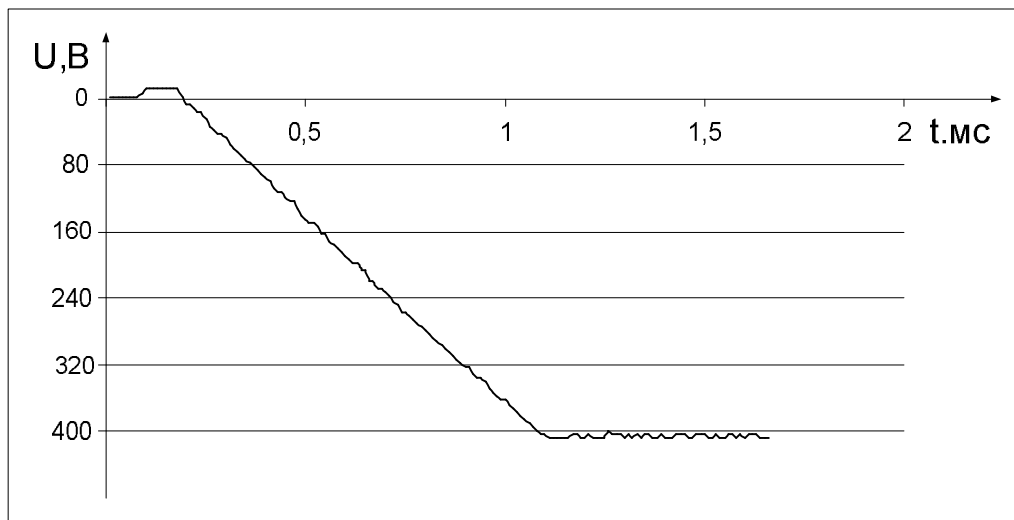


Рисунок 5. Характерный вид кривой напряжения на контакте коммутатора в момент размыкания при закороченной обмотке реле. Напряжения питания 400В

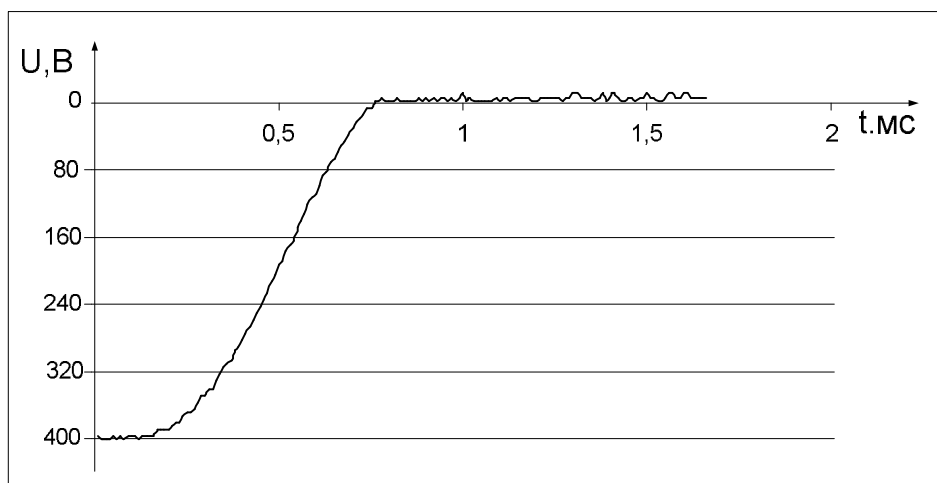


Рисунок 6. Характерный вид кривой напряжения на контакте коммутатора в момент замыкания

Напряжения на контакте коммутатора в момент размыкания при входном питании от 200 до 500 В ограничиваются на уровне 600 В. Это ограничение вызвано открытием диода внутри управляющего ключа. Как видно на осциллограммах пороговые свойства диодов в разных ключах могут сильно отличаться (от 430 до 700 В). Включение варистора параллельно ключу исключает работу встроенного диода в режиме стабилитрона, что увеличивает ресурс работы ключа в целом. Длительность импульса перенапряжения достигает 0,5 мс, поэтому выделяемая мощность на варисторе в моменты коммутации незначительна.

На рис. 5 изображен характерный вид кривой напряжения на контакте коммутатора в момент размыкания. В ходе эксперимента производилось шунтирование обмотки реле КО. При этом характерного броска напряжения на ключе не наблюдалось. То есть

можно сделать вывод, что перенапряжение на размыкающемся ключе вызвано именно индуктивностью реле, а не индуктивностью обмотки ЭПК.

Время закрытия ключа от максимального напряжения коммутации составило 1 мс (по паспорту не более 5 мс). На осциллограммах также наблюдается линейный участок в процессе увеличения падения напряжения на ключе, характерный для выключающегося полупроводника.

Открытие ключа происходит за время 0,75 мс, что намного быстрее паспортных данных в 20 мс (см. рис. 6).

Данные, полученные в результате проведенных экспериментов, говорят о возможности применения данного типа ключа в схеме управления автоматической очистки стрелок.

Дальнейшие пути совершенствования схемы управления автоматической очистки стрелок направлены на освобождение контактов автопереключателя стрелочного привода и повышение количества ЭПК, управляемых одним ключом коммутатора. Это потребовало введение полярного признака в группах управления ЭПК и изменение алгоритма очистки стрелок в программном обеспечении КТС УК.

Предлагаемая схема показана на рис. 7. При этом группы ЭПК выбирают два ключа, включенные в обратные провода схемы, полярность – управляемое реле ПМ, а сам ЭПК - ключ, включенный после реле контроля очистки КО.

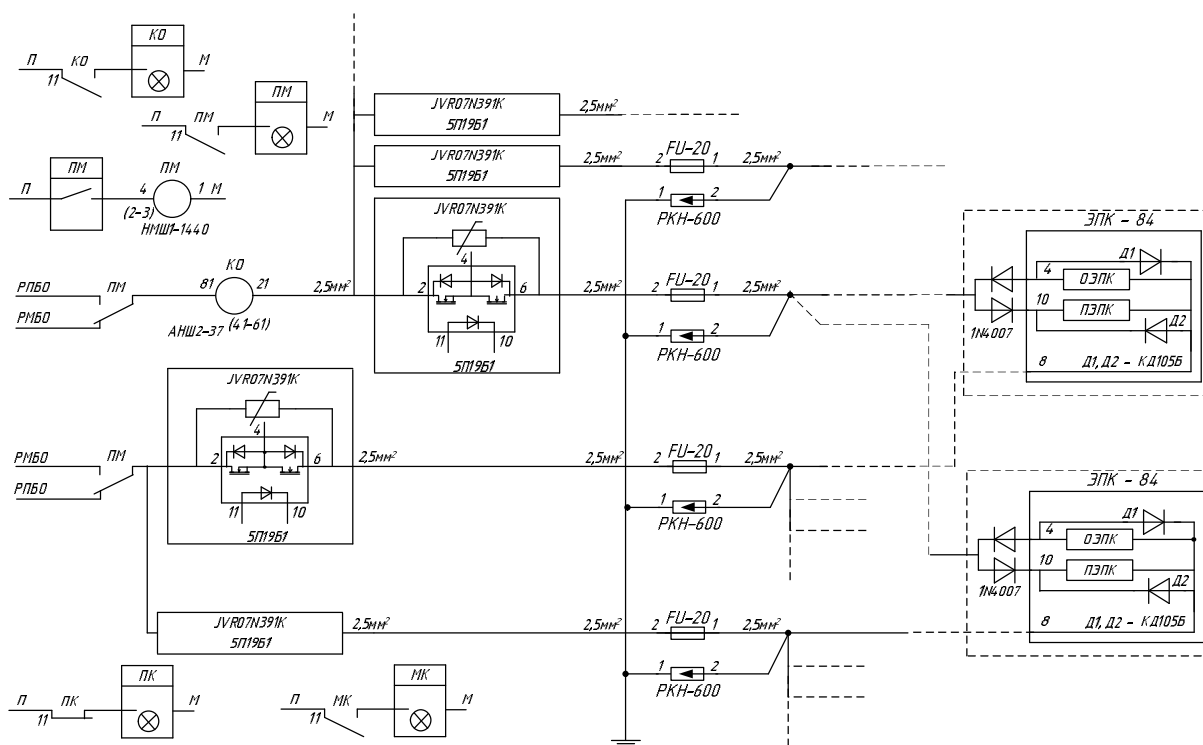


Рисунок 7. Принципиальная электрическая схема пневматической очистки стрелок в системе ЭЦ-МПК с применением полярного признака

По новому алгоритму включение пневматической очистки стрелки будет происходить также в два алгоритмических этапа. На первом этапе после подачи управляю-

шего воздействия включается или остается выключенным ключ ПМ, которые включает одноименное реле. Управление реле ПМ осуществляется на основе информации о положении стрелки (ПК - плюсовой контроль, МК – минусовой контроль), получаемой с помощью средств ЭЦ-МПК. Реле ПМ выбирает полярность тока для включения только одного из двух ЭПК стрелки для обдува пространства только между отжатым острием рамным рельсом. Включение одного из двух ЭПК достигается за счет установки дополнительных двух диодов. Контакты реле замыкают бестоковую электрическую цепь.

На втором этапе на определенное время срабатывают ключи управляющего коммутатора, которые включают цепи питания соответствующего электропневматического клапана. После включения ЭПК происходит подача сжатого воздуха к месту назначения.

Реализация функции автоматической очистки стрелок средствами ЭЦ-МПК исключает необходимость традиционной релейной схемы, а временной регламент обдувки формируется программным путем. Предложенная схема управления ЭПК позволяет отказаться от использования контактов стрелочного автопереключателя.

В схеме автоматической очистки стрелок ЭЦ-МПК имеется возможность отказа от пусковых реле ПП, ПМ, однако для принятия такого решения требуются более полные ресурсные испытания применяемых аппаратных средств коммутации.

Управляющий коммутатор УК-32/6 и его модификация УК-16/3 могут быть использованы в качестве устройства очистки стрелок на станциях с центральным питанием ЭПК (160 В) в составе системы ЭЦ-МПК. Широкий диапазон питающего напряжения и конструктив УК-32/6 (УК16/3) обеспечивает возможность размещения прибора прямо на кроссовом стативе. Используемая элементная база для реализации этой задачи не требует профилактического регламентного обслуживания устройств.

Литература

1. Кононов В.А., Лыков А.А., Никитин А.Б. Основы проектирования. Учебник для ВУЗов ж.д. транспорта. / Под ред. Дмитренко И.Е. М.: Транспорт, 1994. – 263с.
2. Белязо И.А., Ошурков И.С., Пестринов А.Н. Проектирование электрической централизации. – М.: Транспорт, 1969. – 256с.
3. Ошурков И.С., Баркаган Р.Р. Проектирование электрической централизации. – М.: Транспорт, 1980. – 295с.

Статья опубликована

С.В. Бушуев, К.В. Гундырев, О.В. Первухина, Е.С. Ходневич. Усовершенствование схемы автоматической очистки стрелок в системе ЭЦ-МПК // Молодые ученые – транспорту: Труды V научно-технической конференции. – Екатеринбург: УрГУПС, 2004. С. 164 – 172.