

19/10/4

Одобрено кафедрой
«Автоматика и телемеханика
на железнодорожном транспорте»

АВТОМАТИКА И ТЕЛЕМЕХАНИКА НА ПЕРЕГОНАХ

Задание на курсовой проект
с методическими указаниями
для студентов VI курса заочного обучения

специальности
**190402 (210700) АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНИКА И СВЯЗЬ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ (АТС)**

специализации
210701 АВТОМАТИКА И ТЕЛЕМЕХАНИКА (АТ)



ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Для заданного участка железной дороги, расположенного вне пригородной зоны, с преимущественно грузовым движением поездов разработать проектные решения (на примере межстанционного перегона и промежуточной станции):

- 1) автоблокировки и путевых устройств АЛСН;
- 2) автоматических ограждающих устройств на переезде;
- 3) устройств автоматического диспетчерского контроля с учетом контроля состояния основных узлов автоблокировки и переездной сигнализации.

В проекте предусмотреть:

- а) кодирование маршрутов приема и отправления по главному пути и маршрута отправления с бокового (для безостановочного пропуска поездов) пути промежуточной станции для одного из направлений движения поездов: четного, если последняя цифра шифра является четной, и нечетного, если последняя цифра — нечетная;
- б) анализ работы станционных кодирующих устройств для заданных условий;
- в) расчет элементов настройки и регулировки и анализ работоспособности проектируемой схемы смены направления в нештатной ситуации;
- с) увязку устройств АБ и АЛСН перегона с электрической централизацией (ЭЦ) заданной станции;
- д) расчет на ПЭВМ мощности перегонных сигнальных и переездных установок, при этом одна из установок по выбору студента должна быть рассчитана вручную.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Основные исходные данные для проектирования перегонных устройств автоматики и телемеханики представлены в табл. 1, 2 и 3, их варианты заданы двумя последними цифрами учебного шифра. Если шифр состоит из одной цифры, то последней цифрой считается 0.

Составитель — канд. техн. наук, доц. Ю.Г. Боровков

АВТОМАТИКА И ТЕЛЕМЕХАНИКА НА ПЕРЕГОНАХ

Задание на курсовой проект
с методическими указаниями

Редактор *Г. В. Тимченко*
Компьютерная верстка *Ю. А. Варламова*

П е р е и з д а н и е

Тип. зак.	Изд. зак. 162	Тираж 500 экз.
Подписано в печать 28.11.05	Гарнитура Times.	Офсет
Усл. печ. л. 3,5		Формат 60х90 _{1/16}

Издательский центр РГОТУПС,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Участок оперативной печати РГОТУПС, 125993, Москва, Часовая ул., 22/2

© **Российский государственный открытый технический университет путей сообщения, 2005**

Исходные данные для анализа работы схем кодирования станционных путей представлены ниже в виде перечня вопросов, номера которых для ответа выбирают по сумме двух последних цифр учебного шифра.

Т а б л и ц а 1
Род тяги поездов и условия электроснабжения участка железной дороги

Вариант (последняя цифра учебного шифра)	Род тяги поездов	Ближайшая перспектива реконструкции тяги поездов	Пункты питания ВВЛ АБ (основные и резервные)	ЛЭП про-дольного электро-снабжения
4; 5; 7	Электро-тяга пере-менного тока	—	тяговые под-станции	ДПР-27кВ (на опорах контактной сети)
0; 6; 8	Электро-тяга по-стоянного тока	—	тяговые под-станции	ЛЭП-10кВ (на опорах контактной сети)
1; 2	Тепловоз-ная тяга	—	трансфор-маторные подстанции электросетей для электро-приемников 2-й катего-рии	ЛЭП-10кВ (на опорах контактной сети)
3; 9	Тепловоз-ная тяга	Перевод на электротягу переменного тока	трансфор-маторные подстанции электросетей для электро-приемников 2-й катего-рии	ЛЭП-10кВ (на опорах контактной сети)

Т а б л и ц а 2
Ординаты мест установки путевых светофоров

Вариант (предпоследняя цифра учебного шифра)	Условное на-звание стан-ций, ограни-чивающих перегон	Номера светофоров	Ординаты светофоров, км + м	
1; 0	“А”	Н, НД	116 + 365	
		1, 6	117 + 400	
		3, 4	119 + 400	
		-, 2	121 + 450	
		5, -	121 + 900	
2; 9	“Б”	Ч, ЧД	122 + 900	
		“В”	Н, НД	123 + 600
			1, 4	125 + 100
			3, -	126 + 700
			5, 2	127 + 700
Ч, ЧД	129 + 150			
3; 8	“Д”	Н, НД	138 + 260	
		-, 6	137 + 600	
		1, -	137 + 060	
		3, 4	135 + 200	
		5, 2	132 + 700	
4; 7	“Е”	Ч, ЧД	131 + 550	
		“Ж”	Н, НД	223 + 470
			1, 4	224 + 970
			-, 2	226 + 764
			3, -	227 + 470
Ч, ЧД	228 + 230			
5; 6	“И”	Н, НД	265 + 780	
		-, 4	266 + 300	
		1, -	266 + 800	
		-, 2	267 + 800	
		3, -	268 + 660	
	“К”	Ч, ЧД	269 + 300	

Характеристика переезда

Вариант (последняя цифра учебного шифра)	Ординаг переезда, км+м	Категория переезда		Ширина переезда, м	Максимальная скорость приближения поездов к переезду, км/ч в направлении	
		по интенсивности движения	наличие дежурного обслуживающего персонала		четном	нечетном
1	121 + 460	I	имеется	12	120	90
2	125 + 080	II	“_”	8	110	110
3	133 + 600	III	отсутствует	6	120	80
4	226 + 000	III	“_”	6	100	100
5	267 + 400	II	“_”	8	110	110
6	267 + 200	III	“_”	6	80	110
7	225 + 500	I	имеется	11	140	120
8	135 + 700	I	“_”	7	130	130
9	127 + 715	II	“_”	9	140	90
0	117 + 800	III	отсутствует	6	110	110

Для промежуточной станции, схематический план которой выбирается из рис. 1 по последней цифре шифра студента, следует произвести расстановку станционных светофоров и разбивку путей и стрелок на изолированные секции. На разработанном одностороннем плане станции необходимо отразить размещение питающих и релейных концов рельсовых цепей (РЦ) буквами Р и Т, принятыми в электрических схемах для условного обозначения, соответственно, релейного и питающего трансформаторов. На плане станции следует показать также размещение поста ЭЦ, нормальное положение и нумерацию стрелок. Марки крестовин стрелочных переводов использовать на главных путях — 1/11, а на боковых путях — 1/9. При этом, боковые пути, по которым предусматривается безостановочный пропуск поездов, определяются студентом по собственному усмотрению

с учетом возможности организации маршрутов отправления поездов с них в заданном направлении движения.

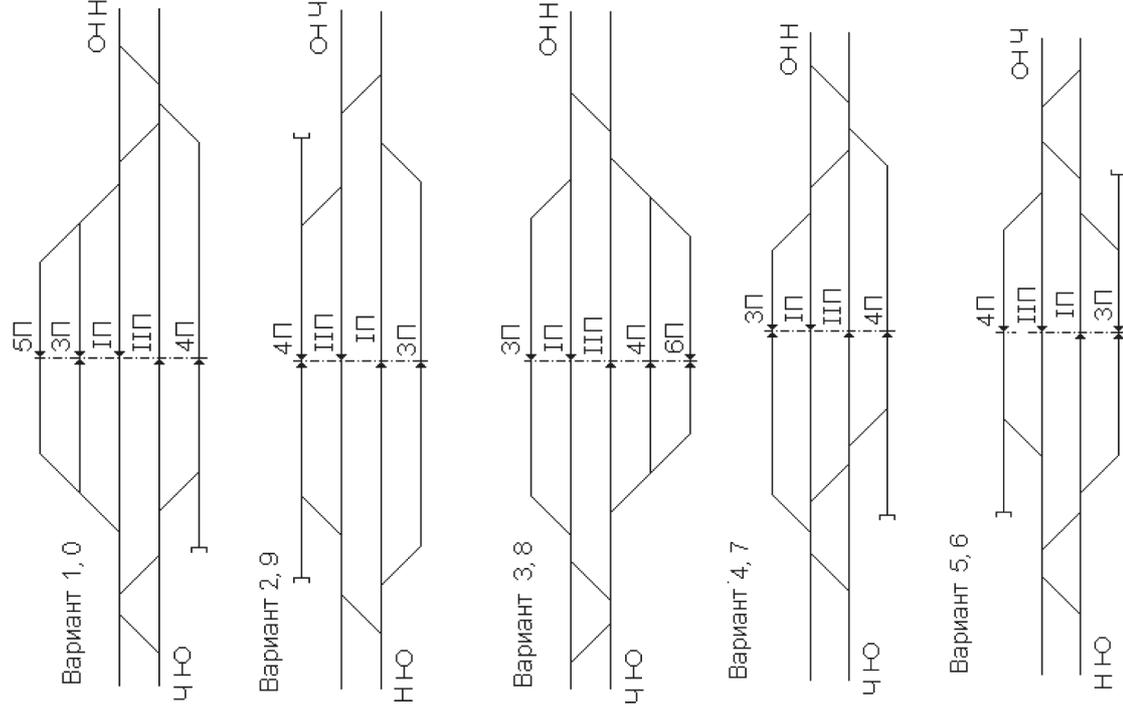


Рис.1

ВАРИАНТЫ ВОПРОСОВ ПО СХЕМАМ КОДИРОВАНИЯ СТАНЦИОННЫХ Р.Ц.

0. При каких начальных условиях в случае установки маршрута приема по главному пути срабатывает групповое кодвключающее реле? На схеме кодирования контакты реле, контролирующего выполнение данного условия для заданного направления движения поездов, должны находиться в соответствующем положении.

1. В каком случае и посредством контакта какого реле выключается и приходит в исходное состояние схема кодирования Р.Ц. маршрута приема на главный путь? Отразить на схеме кодирования положение контакта искомого реле для данного случая.

2. Контактom какого реле обрывается цепь группового кодвключающего реле при приеме поезда на боковой путь по установленному маршруту? Отразить на схеме кодирования положение контакта искомого реле для данного случая.

3. Чем объясняется обесточенное состояние группового кодвключающего реле, если входной светофор открыт для приема поезда на главный путь станции и схема кодирования исправна?

4. Каким образом в схемах кодирования маршрутов приема и отправления по главному пути осуществляется контроль занятия маневровым составом со стороны бокового пути негабаритного стрелочного участка, примыкающего к главному пути?

5. При подходе поезда к входному светофору желтый огонь последнего перекрывается на красный. Сохранится ли включенной схема кодирования Р.Ц. установленного ранее маршрута, если прием данного поезда на главный путь станции производится далее по пригласительному сигналу?

6. Kontakтами какого реле в цепях секционных кодвключающих или индивидуальных трансмиттерных реле производится кодирование секций, участвующих в маневровых маршрутах на главный или с главного пути?

7. Пoсредством изменения состояния каких реле обеспечивается поочередное срабатывание секционных кодвключающих

щих (индивидуальных трансмиттерных) реле в процессе следования поезда при приеме его на главный путь?

8. Какие меры защиты предусмотрены в схемах кодирования Р.Ц. от неблагоприятных последствий при переклочении фидеров питания на посту ЭЦ станции? К каким неблагоприятным последствиям может привести переклочение фидеров питания при отсутствии соответствующих мер защиты?

9. Включится ли кодирование Р.Ц. бокового пути, предназначенного для безостановочного пропуска поездов, в случае его занятия маневровым составом? Ответ должен быть доказательным, а не односложным утвердительным или отрицательным.

10. Включится ли кодирование Р.Ц. главного пути при вступлении на него локомотива, следующего по установленному маневровому маршруту на данный путь?

11. Пoсредством изменения положения контакта какого реле выключается групповое (индивидуальное главного пути) трансмиттерное реле при освобождении главного пути поездом, следующим без остановки по установленному маршруту сквозного прохода по главному пути?

12. Каким образом предотвращается прием разрешающих кодовых сигналов локомотивом, стоящим на боковом пути и готовым к отправлению в том же направлении, что и поезд, вступивший на первую изолированную стрелочную секцию установленного маршрута отправления с главного пути, при сходе изолирующих стыков Р.Ц. занятого локомотивом бокового пути, выходящего на данную секцию?

13. При использовании ускоренного кодирования пояснить, как оно обеспечивается в маршрутах приема и отправления с главного пути на примере спроектированной схемы кодирования. Аналогичное дать пояснение, если проектом предусмотрено применение предварительного кодирования станционных рельсовых цепей.

14. Из-за небрежности при выполнении текущих путевых работ на одном из свободных главных путей станции допущено замыкание металлическим предметом рельсовых нитей данного пути, что привело к выключению путевого реле и, как след-

стве, привело к посылке в Р.Ц. кодовых сигналов КЖ. Пояснить, каким образом в спроектированной схеме кодирования обеспечивается восстановление нормального режима Р.Ц. после удаления с пути постороннего шунта?

15. Пояснить, почему посылка кодов во все Р.Ц. маршрутов приема (отправления) на главные пути не осуществляется от одного общего контакта группового трансмиттерного реле?

16. Для случая организации на перегоне временного двустороннего движения по нечетному перегонному пути ИПП пояснить, как предотвращается срабатывание группового кодовключающего реле и, следовательно, кодирование Р.Ц. стрелочных секций в нечетной горловине станции при установке маршрута отправления с четного главного пути?

17. Для случая организации на перегоне временного двустороннего движения по четному пути ПУ пояснить, включится ли кодирование Р.Ц. стрелочных секций в нечетной горловине станции при отвлечении поезда с четного бокового пути после выхода его на главный путь?

18. Пояснить, чем отличается кодирование станционных Р.Ц. с питающего и релейных концов? В каких случаях организуется двустороннее кодирование с обоих концов?

Расчет элементов настройки и регулировки спроектированной схемы смены направления следует выполнять на основе решения задачи, номер которой выбирается по предпоследней цифре учебного шифра. В качестве справочных данных в прил. 1 приведены типы реле схемы направления и их электрические характеристики, в прил. 2 приведены электрические характеристики преобразователей напряжения типа ППШ-3 и ДСНП-2, в прил. 3 даны электрические параметры проводных линий, которые могут быть использованы для организации сигнальных цепей автоблокировки.

При выполнении расчетов необходимо исходить из наилучших условий передачи электроэнергии по линейным цепям и выбирать путь двухпутного перегона с наибольшим числом сигнальных установок. Расстояние от входных светофоров до помещений ДСП на станциях определять, как $(1 + 0,2 \times \text{Ш})$ км, где Ш — последняя цифра учебного шифра студента.

ВАРИАНТЫ ЗАДАЧ ПО РАСЧЕТУ СХЕМЫ СМЕНЫ НАПРАВЛЕНИЯ

0. Рассчитать допустимую длину линейной цепи контроля перегона, если она организуется по свободным сигнальным жилам кабеля марки МКПАБ-74×1,05+5×2×0,7+1×0,7 двухкабельной магистрали связи, проложенной вдоль полотна железной дороги, а в качестве источника питания используется преобразователь типа ППШ-3. На основе сравнения допустимой и фактической длин линейной цепи оценить возможность использования преобразователя ППШ-3 в качестве источника питания и при отрицательном результате дать свои предложения.

1. Рассчитать допустимое число сигнальных установок на перегоне, если линейная цепь смены направления организуется по проводам (Н, ОН) в сигнально-блокировочном кабеле типа СБПБ-9×2, проложенном между станциями вдоль полотна железной дороги, а в качестве источника питания используется преобразователь типа ППШ-3. На основе сравнения допустимого и фактического числа сигнальных установок оценить возможность использования в качестве источника питания преобразователя ППШ-3 и при отрицательном результате дать свои предложения.

2. Рассчитать требуемую ЭДС источника питания линейной цепи смены напряжения и осуществить выбор типа преобразователя напряжения (ППШ-3 или ДСНП-2), если линейная цепь организуется по проводам, которые расположены в пределах перегона на воздушной линии со стальными проводами диаметром 4 мм, а на станциях от входных светофоров до помещений ДСП в кабеле СБПБ-24×2.

3. Для пути двухпутного перегона с минимальным числом сигнальных установок оценить перегрузку реле КП, Н и СН посредством определения фактических значений токов (напряжений) перегрузки в режиме контроля перегона и сравнения их с паспортными (нормативными) данными. Питание линейной цепи смены направления, организованной по проводам (Н, ОН) в проложенном между станциями сигнально-блокировочном кабеле типа СБПБ-9×2, осуществляется от

преобразователя ППШ-3, отрегулированного на максимальное выходное напряжение постоянного тока. В случае недопустимой перегрузки указать меры по ее снижению и подтвердить их соответствующим расчетом.

4. Для пути двухпутного перегона с максимальным числом сигнальных установок оценить устойчивость работы цепи контроля перегона путем определения фактического значения тока в линейной цепи при снижении напряжения в сети переменного тока до его минимального значения и сравнения его с током срабатывания реле КП. Питание линейной цепи смены направления, организованной по проводам (Н, ОН) в проложенном между станциями сигнально-блокировочном кабеле типа СБПБ-9×2, осуществляется от преобразователя ДСНП-2, отрегулированного на максимальное выходное напряжение постоянного тока. В случае неустойчивой работы реле КП дать предложения по ее обеспечению и подтвердить их соответствующим расчетом.

5. Для пути двухпутного перегона с минимальным числом сигнальных установок проверить защитные свойства схемы включения преобразователя ППШ-3, отрегулированного на выходное напряжение 77В, от короткого замыкания (КЗ) линейной цепи смены направления. Проверку осуществить посредством расчета тока перегрузки преобразователя, а также переменного тока по цепи питания 12В (через КПД преобразователя) в случае отсутствия лампы накаливания на выходе преобразователя и при ее наличии. Определить, насколько лампа накаливания снизит ток перегрузки преобразователя и перегорит ли предохранитель номиналом 1А, установленный на входе преобразователя в цепи переменного тока 12В?

Расчет следует выполнить с учетом колебаний напряжения переменного тока 12В для наиболее неблагоприятного случая возникновения КЗ в начале (при вводе) линейной цепи смены направления, которая организуется по проводам (Н, ОН) в сигнально-блокировочном кабеле СБПБ-9×2.

6. На основе расчета определить продолжительность прямого импульса смены направления при снижении напряжения

источника питания (24 В) стационарных приборов схемы смены направления на 10% и емкости оксидного (электролитического) конденсатора номиналом 1000 мкФ в RC-цепи реле КП на 60%. Сопротивление резистора в RC-цепи составляет 47 Ом. Результаты расчета сравнить с нормативной длительностью прямого импульса и пояснить, к чему приведет в данном случае попытка изменения направления движения на станции, находящейся в положении «Прием»?

Время перебрасывания поляризованного якоря стационарного реле направления (нормативная продолжительность прямого импульса) составляет 0,75 с, индуктивность высокоомной обмотки реле КП — 105 Гн.

7. Выполнить условия задачи 6 для случая сохранения номинальной емкости конденсатора в RC-цепи реле КП и ошибочной установки в этой цепи резистора сопротивлением 100 Ом.

8. На основе расчета определить продолжительность обратного импульса смены направления при снижении напряжения источника питания (24 В) стационарных приборов схемы смены направления на 10% и емкости оксидного конденсатора 1000 мкФ в RC-цепи вспомогательного реле В на 50%. Сопротивление резистора в RC-цепи реле В — 47 Ом. Результаты расчета следует сравнить с нормативной длительностью обратного импульса и пояснить причину нарушения (при его наличии) работы схемы смены направления.

Время перебрасывания поляризованного якоря стационарного реле направления типа КШ1-280 составляет 0,75 с (нормативная длительность обратного импульса). Замедление на отпадение якоря реле контроля перегона КП с учетом наличия РС-контура может находиться в пределах от 1,4 с до 1,8 с, а нормативное время отпускания якоря повторителя реле контроля перегона — КП составляет 0,2 с. Индуктивность каждой из обмоток вспомогательного реле В типа НМШ1-1800 при притяннутом якорю составляет 65 Гн, а их активное сопротивление — 900 Ом.

9. Произвести расчет продолжительности импульса сместного (последовательного) включения источников питания линейной цепи смены направления обеих станций при номинальном напряжении 24В источника питания станции

ных приборов схемы смены направления и максимальном выходном напряжении источников питания линейной цепи типа ДСНП-2

Индуктивность каждой из обмоток вспомогательного реле В при притяннутом якоре составляет 65 Гн, а при последовательно включенных его обмотках и опущенном якоре — 230 Гн. Время замедления на отпадение якоря реле контроля перегона КП принять равным 1,8 с. По результатам расчета сравнить продолжительность импульса удвоенной амплитуды с нормативным временем перебрасывания поляризованных якорей перегонных реле направления Н (0,75 с) и сделать вывод о степени работоспособности схемы направления движения при заданных условиях ее работы.

Исходные данные для анализа работы схемы смены направления в нештатной ситуации представлены в виде перечня возможных повреждений отдельных элементов схемы смены направления. Характер нештатной ситуации выбирается из нижеприведенного перечня по последней цифре учебного шифра.

На основе анализа необходимо построить временную диаграмму работы схемы смены направления для станций, ограничивающих перегон, на которой отразить состояние схемы на момент, предшествующий появлению нештатной ситуации, и при ее наличии.

ВАРИАНТЫ НЕШТАТНЫХ СИТУАЦИЙ СХЕМЫ СМЕНЫ НАПРАВЛЕНИЯ

0. Обрыв замедляющего РС-контура вспомогательного реле В на станции приема при свободности перегона. Какие изменения произойдут в состоянии схемы смены направления на станции приема при попытке сменить направление движения?

1. На станции приема производят смену направления движения. При передаче по линейной цепи сигнала постоянного тока удвоенной амплитуды происходит обрыв замедляющего РС-контура вспомогательного реле В на станции, производящей смену направления. Какие изменения произойдут в состоянии схем смены направления на станциях приема и отправления, ограничивающих перегон?

2. В процессе смены станцией приема направления движения одна из перегонных рельсовых цепей во время действия в линейной цепи импульса тока удвоенной амплитуды показала ложную занятость. Пояснить на примере временной диаграммы, какие изменения произойдут в состоянии схем смены направления на станциях, ограничивающих перегон.

3. В процессе смены станцией приема направления движения произошел обрыв линейной цепи во время действия в ней импульса тока удвоенной амплитуды. Показать на временной диаграмме изменение состояния схем смены направления на станциях, ограничивающих перегон.

4. При нахождении отправившегося с одной из станций поезда в пределах ее стрелочной горловины происходит короткое замыкание линейных проводов в середине перегона. Отразить на временной диаграмме состояние схемы смены направления после прибытия поезда на станцию приема при попытке сменить направление движения и привести соответствующие пояснения.

5. При занятии перегоне на станции приема происходит обрыв замедляющего РС-контура реле контроля перегона КП. Отразить на временной диаграмме состояние схемы смены направления после прибытия поезда на станцию приема при попытке сменить направление движения и привести соответствующие пояснения.

6. На станции отправления произошел переборс поляризованного якоря реле направления СН, вызванный прозовым разрядом во время приближения поезда к входному световому станции приема. Используя временную диаграмму, пояснить, какие изменения произойдут в состоянии схемы смены направления на станции отправления после прибытия поезда на станцию приема?

7. При движении по перегону легкой подвижной единицы с большой скоростью произошла кратковременная потеря сигнала длительностью 4 с. Отразить на временной диаграмме состояние схем смены направления на обеих станциях, ограничивающих перегон, при случайном нажатии дежурным по станции

приема в указанный промежуток времени кнопки смены направления и дать соответствующие пояснения.

8. Во время свободного состояния перегона произошел обрыв цепи питания вспомогательного реле В на станции отправления. Используя временную диаграмму, пояснить, какие изменения произойдут в состоянии схем смены направления на станциях, ограничивающих перегон?

9. При нахождении поезда на перегоне произошел обрыв нити нагрева термоэлемента вспомогательного реле контроля перегона КПВ на станции приема. Используя временную диаграмму, пояснить, какие изменения произойдут в состоянии схем смены направления на станциях, ограничивающих перегон?

СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из чертежей и расчетно-пояснительной записки.

Расчетно-пояснительная записка должна включать следующие разделы:

- наименование темы проекта, задание и исходные данные, соответствующие шифру студента, разрабатывающего проект;
- введение;
- характеристику системы электропитания перегонных устройств автоматики и телемеханики;
- выбор систем автоматической блокировки (АБ) и автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа (АЛСН);
- выбор автоматических ограждающих устройств для перегода;
- расчет длин участков приближения и времени задержки раскрытия переезда;
- разработку проекта путевого плана перегона с переездом;
- электрические схемы перегонных сигнальных установок;
- электрические схемы переездной сигнализации;
- расчет мощности сигнальных и переездных установок;
- разработку проекта одностороннего плана промежуточной станции и схем станционных рельсовых цепей переменного тока;

- проектирование схем кодирования станционных путей и стрелочных путевых участков;

- проектирование схем увязки перегонных и станционных устройств автоматики и телемеханики;

- анализ работоспособности схемы смены направления;

- автоматический диспетчерский контроль движения поездов.

Перечень чертежей курсового проекта:

- схема путевого плана перегона с переездом;

- электрические схемы сигнальных установок АБ и автоматических ограждающих устройств на переезде;

- схематический план с осигнализированием промежуточной станции;

- схемы станционных рельсовых цепей и фазирования питающих преобразователей частоты;

- схемы кодирования станционных приемопередаточных путей и стрелочных путевых участков;

- схемы увязки перегонных и станционных устройств автоматики и телемеханики, включая схему смены направления;

- временная диаграмма работы схемы смены направления в нестандартной ситуации для заданных условий;

- структурная схема станционных устройств диспетчерского контроля.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Для успешного выполнения проекта необходимо предварительно изучить основные разделы курса «Автоматика и телемеханика на перегонах». Список рекомендуемой для изучения литературы приведен в конце данной методической разработки. При выполнении курсового проекта рекомендуется руководствоваться типовыми проектными решениями и руководящими материалами для проектных организаций ОАО «РЖД» РФ, приведенными в прил. 4.

1. Введение

Во введении к курсовому проекту следует отметить место и роль перегонных устройств автоматики и телемеханики в решении задач железнодорожного транспорта в современных условиях и основные направления их совершенствования на ближайшую перспективу. При выполнении данного раздела проекта рекомендуется познакомиться с материалами, посвященными анализу состояния и перспектив развития систем железнодорожной автоматики и телемеханики, опубликованными в журналах «Автоматика, связь, информатика» и «Железнодорожный транспорт» за последние два года.

2. Характеристика системы электропитания перегонных устройств автоматики и телемеханики

В пояснительной записке по данному пункту задания следует проанализировать заданные условия электроснабжения проектируемого участка железной дороги и выбрать соответствующую систему электропитания устройств автоблокировки (АБ) и переездной сигнализации, как потребителей электрической энергии, относящихся к I категории электроприемников.

Учитывая, что основным источником электропитания перегонных устройств автоматики и телемеханики независимо от рода тяги является высоковольтно-воздушная линия автоблокировки (ВВЛ АБ), необходимо указать тип сооружаемой ВВЛ АБ по профилю (одноцепная или двухцепная). В пояснительной записке необходимо дать обоснование выбора и краткую

характеристику системы электропитания устройств автоблокировки на заданном участке железной дороги, отразив при этом особенности электропитания устройств автоматики на переезде, которые являются местом повышенной опасности.

Более подробную информацию об электропитающих устройствах автоматики и телемеханики железнодорожного транспорта можно получить из [5; 6].

3. Выбор систем автоматической блокировки (АБ) и автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа (АЛСН)

При выборе проектируемой системы АБ следует учитывать следующие эксплуатационно-технические условия ее функционирования: характер путевого развития перегона и организации движения поездов по нему, местонахождение участка железной дороги и категории обрабатываемых на нем поездов, род тяги и способ организации связи между светофорами, способ размещения аппаратуры системы, род тока резервного источника питания, тип проектируемых Р.Ц., наличие или отсутствие проходных светофоров.

Конкретные эксплуатационно-технические условия функционирования проектируемой системы АБ определяют требуемую совокупность ее характерных признаков из множества следующих возможных признаков:

однопутная или двухпутная АБ;

односторонняя или двусторонняя АБ;

трехзначная или четырехзначная АБ;

проводная или беспроводная АБ;

АБ с централизованным или с децентрализованным размещением аппаратуры;

АБ постоянного или переменного тока;

АБ с импульсными Р.Ц. постоянного тока, числовая АБ с импульсными (кодowymi) Р.Ц. переменного тока частотой 25 и 50 Гц или частотная АБ с тональными Р.Ц. (АБТ).

АБ с проходными светофорами или без проходных светофоров. Необходимо отметить, что ряд признаков взаимосвязаны, например, выбор АБТ с децентрализованным размещением

аппаратуры с проходными светофорами однозначно определит тип применяемых рельсовых цепей, в то же время признак «проводная» может относиться как к АБ постоянного тока, так и к децентрализованной АБТ с проходными светофорами.

В пояснительной записке следует обосновать выбор совокупности характерных признаков проектируемой системы АБ, связанных с конкретными эксплуатационно-техническими условиями функционирования перегонных устройств автоматики. Учитывая повышение надежности пунктов питания в настоящее время на участках железной дороги с автономной тягой, не рекомендуется на данных участках проектировать смешанную систему питания и, соответственно, АБ постоянного тока, как морально устаревшую систему. Студент вправе самостоятельно принять обоснованное решение о том, использовать ли в этом случае в качестве резервной линии электропитания существующую ЛЭП с заданными характеристиками или проектировать двухцепную ВВЛ АБ.

Выборную систему АБ следует дополнить путевыми устройствами АЛСН. При должном обосновании допускается применение на участке путевых устройств АЛС-ЕН.

В данном разделе пояснительной записки указать предусмотримые меры по организации движения поездов на время производства ремонтных работ с закрытием для движения одного из путей перегона.

Более полную информацию по теме данного раздела можно получить в [1; 2].

4. Выбор автоматических ограждающих устройств для перегода

К основным системам автоматического ограждения перегодов относятся:

- 1) автоматическая перегодная светофорная сигнализация (АПС);
- 2) автоматическая перегодная сигнализация с автошлагбаумами (АПШ).

В соответствии с действующими нормативами [3] системами АПС оборудуются необслуживаемые дежурным перегонными и станционные перегоды; обслуживаемые дежурным перегонными перегоды оборудуются системами АПШ.

Системы перегодной сигнализации на обслуживаемых дежурным перегодом дополняются заградительной сигнализацией с использованием заградительных или проходных светофоров в зависимости от расстояния до последних. При проектировании автоматических ограждающих устройств рекомендуется учитывать требования Инструкции [3], согласно которой перегодная сигнализация может дополняться указателями направления приближения поезда, на охраняемых перегодах допускается устанавливать проблесковый маячок красного света и сирену, а также применять новый тип автошлагбаума ПАШ-1, на необслуживаемых может добавляться лунно-белый огонь.

В пояснительной записке по данному разделу достаточно указать выбранную систему ограждения перегода и привести обоснование произведенного выбора. Кроме того, следует пояснить порядок работы ограждающих устройств перегода на время капитального ремонта одного из путей перегона и закрытия его для движения.

5. Расчет длин участков приближения и времени задержки закрытия перегода

Расчетная длина участка приближения к перегоду L_p , м, определяется по формуле:

$$L_p = 0,28 \cdot V \cdot t_{п} \quad (1)$$

где $V_{п}$ — максимальная скорость движения поездов на участке местоахождения перегода, км/ч;

$t_{п}$ — время извещения о приближении поезда к перегоду, с;
0,28 — коэффициент перевода единиц в метрическую систему СИ.

Время извещения при автоматической светофорной сигнализации, в том числе с автошлагбаумами, должно быть не менее времени освобождения автотранспортного перегода, но, в то же время, не менее 30 с [3]:

$$t_{п} = t_{м} + t_{сп} + t_{р} \quad (2)$$

где t_m — время прохода автопоезда длиной 24 м через переезд с момента включения светофорной сигнализации и одновременно вступления головы автопоезда в зону невидимости показаний переездных светофоров;
 $t_{сп}$ — время срабатывания приборов схемы управления светофорной сигнализацией (принимается равным 4 с);
 t_t — гарантийное время для повышения безопасности движения автотранспорта на переезде, учитывающее случайные отклонения его движения от расчетных условий (принимается равным 10 с).

Время, необходимое для проследования автопоезда через переезд, определяется, как

$$t_m = (L_n + L_m + L_o) / V_m, \quad (3)$$

где L_n — длина переезда, м;
 L_m — расчетная длина автопоезда (принимается равной 24 м);
 L_o — максимальное расстояние автотранспорта до переезда от светофора, при котором не обеспечивается видимость его показаний (принимается равной 5 м);
 V_m — расчетная скорость движения автопоезда через переезд (принимается равной 8 км/ч).

Длина переезда L_n на двухпутном участке железной дороги составляет:

$$L_n = L_c + L_k + L_{пм} + L_p \quad (4)$$

где L_c — расстояние от крайнего рельса до наиболее удаленного переездного светофора (полушлагбаума), м;
 L_k — ширина рельсовой колеи, м;
 $L_{мп}$ — ширина междупутья (расстояние между осями путей двухпутных линий), м;
 L_t — габаритное расстояние от крайнего рельса (зона безопасности), гарантирующее безопасную остановку машины за переездом (составляет 2,5 м [3]).

Для контроля приближения поездов к переезду используются действующие Р.Ц. АБ. Так как для получения участка приближения расчетной длины разрезная точка на пути не делает-

ся, то извещение о приближении поезда к переезду передается только с того блок-участка, минимальное расстояние релейного конца рельсовой цепи которого до переезда (фактическая длина участка приближения $L_{ф}$) равно или более расчетной длины участка приближения L_p . Поэтому фактическое время извещения $t_{иф}$, как правило, будет превышать расчетное время t_m , что при отсутствии специальных мер приведет к преждевременному закрытию переезда и, как следствие, к неоправданной задержке автотранспорта.

Для исключения преждевременного закрытия переезда при получении извещения о приближении поезда предусматривается задержка его включения на время t_3 , значение которого определяется разностью расчетного и фактического значений времени извещения.

В пояснительной записке по данному разделу проекта необходимо привести расчетные формулы, исходные данные и результаты расчета L_p , $t_{ф}$, $L_{ф}$, $t_{иф}$, t_3 для каждого пути двухпутного участка. При выполнении расчетов, следует руководствоваться инструктивным материалом [3] с учетом возможных официальных изменений некоторых его положений.

6. Разработка проекта путевого плана перегона с переездом

Путевой план перегона является основным документом проекта АБ. Он разрабатывается на основе выбранной системы АБ и представляет собой немасштабный чертеж, на котором показывается все основное путевое, сигнальное и линейное оборудование АБ, а также ординаты их местонахождения и длина блок-участков (Р.Ц. при наличии на них разрезных точек). При разработке путевого плана перегона следует его совместить с путевым планом переезда, на котором аналогичным образом показывается путевое и сигнальное оборудование переезда. При этом деление сигнальных установок на транзитные и не-транзитные в курсовом проекте можно не учитывать.

На чертеже путевого плана перегона необходимо указать типы перегонных и переездных сигнальных установок. К числу наиболее характерных типов перегонных сигнальных установок относятся:

О [O] — одиночная сигнальная установка;

О_и [O_и] — одиночная сигнальная установка со схемой извещения к станции или переезду за два участка приближения;

О_{п1} [O_{п1}] — одиночная сигнальная установка перед переездом со схемой извещения к нему за один участок приближения;

О_{п2} [O_{п2}] — одиночная сигнальная установка перед переездом, извещение на который передается за два участка приближения;

ОМ [OM] — одиночная предвходная сигнальная установка с дополнительным сигнальным показанием в виде желтого мигающего огня;

О_{мп1} [OM] — одиночная предвходная сигнальная установка с мигающим желтым огнем перед переездом со схемой извещения к нему за один участок приближения;

О_{мп2} [OM] — одиночная предвходная сигнальная установка с желтым мигающим огнем перед переездом, извещение на который передается за два участка приближения;

Р — разрезная сигнальная установка.

Примечание: в квадратных скобках указана латинская транскрипция условных обозначений типов сигнальных установок, которой следует пользоваться при вводе исходных данных в процессе машинного расчета на ПЭВМ мощности сигнальных установок.

На спаренных сигнальных установках двухпутной АБ у каждого светофора устанавливается отдельный релейный шкаф, содержащий приборы и оборудование одиночной сигнальной установки соответствующего типа. В случае совмещения сигнальных установок О_и и О_{п1} (О_{п2}), проектируется установка типа О_{п1} (О_{п2}).

Схемы переездной сигнализации по аналогии со схемами АБ типизированы. Типы устанавливаемых на перегонах переездных установок зависят от используемой системы автоматических ограждающих устройств, числа участков извещения и местоположения переезда относительно сигнальных точек АБ. При этом следует иметь в виду, что совмещение переезда с сигнальной установкой АБ не вызывает изменения ее типа.

Обозначение типа переездной установки ПС соответствует использованию только устройств автоматической переездной светофорной сигнализации (без автошламбаумов), ПШ — автоматической переездной сигнализации с автошламбаумами. Индексы при обозначении типа переездных установок характеризуют особенности месторасположения переезда. На двухпутных участках, оборудованных АБ, применяются следующие типы переездных установок:

ПС, ПШ [PC, PS] — переездные установки, расположенные между проходными светофорами с извещением от первого или второго участков приближения, а также расположенные между входным и предвходным светофорами, но имеющие извещение со стороны перегона от второго участка приближения;

ПСч, ПШч [PCT, PST] — переездные установки, расположенные между четным входным и предвходным светофорами, имеющие извещение со стороны перегона в четном направлении от первого участка приближения (с предвходной сигнальной установки АБ);

ПСн, ПШн [PCN, PSN] — переездные установки, расположенные между нечетным входным и предвходным светофорами, имеющие извещение со стороны перегона в нечетном направлении от первого участка приближения (с предвходной сигнальной установки АБ);

ПСо, ПШо [PCO, PSO] — переездные установки, расположенные на перегоне и совмещенные в одном из направлений с одиночной сигнальной установкой АБ, имеющие в противоположном направлении извещение за один или два блок-участка перед переездом, а также переездные установки, расположенные между входным и предвходным светофорами с извещением со стороны перегона за два блок-участка, но в противоположном направлении совмещенные с одиночной сигнальной установкой АБ;

ПСо1, ПШо1 [PCO1, PSO1] — переездные установки, расположенные между входным и предвходным светофорами с извещением со стороны перегона за один блок-участок, совмещенные в противоположном направлении с одиночной сигнальной установкой АБ;

ПСс, ПШс [PCC, PSC]- переездные установки, совмещенные со спаренной сигнальной установкой АБ, т.е. с двумя оди-ночными сигнальными установками.

Примечание: в квадратных скобках указана латинская транскрип-ция условных обозначений типов переездных установок, когорой следует пользоваться при вводе исходных данных в процессе машин-ного расчета на ПЭВМ мощности сигнальных установок.

Переездные установки следует считать совмещенными с сиг-нальными, если расстояние между ними не превышает 30 м.

Схемы переездной сигнализации состоят из двух частей: схемы включения ограждающих устройств (светофоров, звон-ков, автошламбаумов) и схемы управления переездной сигна-лизацией. Первая схема зависит только от типа переездной установки (ПС или ПШ), а вторая — от типа устройств АБ и месторасположения переезда на перегоне.

Соответственно, устройства переездной установки размеща-ются в двух релейных шкафах: в одном — устройства управления, а в другом — устройства включения переездной сигнализации. Поэтому при обозначении первого шкафа в числителе указыва-ется тип переездной установки, а в знаменателе — тип размещен-ных в нем устройств управления: 1П, 1Пч, 1Пн, 1По, 1По1.

В обозначении второго шкафа указывается тип ограждаю-щих устройств: светофорная сигнализация — 2С, сигнализа-ция с автошламбаумами — 2Ш. Устройство переездной сигна-лизации, совмещенные со спаренной сигнальной установкой АБ, размещаются в одном шкафу — ПСс или ПШс.

В целях уменьшения длины участка приближения переезд-ные светофоры устанавливаются на максимально близком рас-стоянии от пути, но не ближе 6 м от крайнего рельса [3]. Ми-нимальное расстояние автошламбаумов до ближайшего рельса на 2 м должно превышать длину их брусев, которые должны перекрывать не менее половины проезжей части автодороги, и от ширины которой, следовательно, зависит требуемая дли-на брусев автошламбаумов [3]. При ширине проезжей части до 6 м включительно длина брусев должна составлять 4 м, свыше 6 м до 10 м включительно — 6 м, свыше 10 м — 8 м.

При разработке кабельной сети сигнальных установок жиль-ность кабелей к светофорам и кабельным ящикам сигналь-ных цепей, между релейными шкафами спаренной установки предварительно определяется по принципиальным схемам с учетом необходимого числа запасных жил (1 запасная жила на 10 рабочих), после чего следует выбрать соответствующий ка-бель ближайшей стандартной жилыности по справочнику, на-пример, [7]. Жилыность силовых кабелей и для подключения аппаратуры рельсовых цепей можно предусмотреть без дубли-рования жил. При этом длина кабелей определяется местными условиями и может приниматься ориентировочно по усмотре-нию студента. При определении количества аккумуляторов в батарее следует исходить из того, что максимальное напряже-ние батареи для питания двигателей автошламбаумов с учетом падения напряжения в проводах не должно превышать 28 В, для питания ламп переездных светофоров — 14 В.

В пояснительной записке следует указать назначение путе-вого плана, содержание его чертежа с обоснованием выбора типа сигнальных и переездных установок, тип и длину рельсо-вых цепей, пояснить принятый порядок чередования кодовых путевых трансмиттеров КППШ-515 и КППШ-715 на перегоне, обосновать выбор вида линии связи (воздушная, магистраль-ный кабель) для организации сигнальных цепей, привести рас-чет потребного числа аккумуляторов в батарейном шкафу.

7. Электрические схемы перегонных сигнальных установок

Схемы перегонных сигнальных установок включают в себя схемы АБ, диспетчерского контроля ДК и путевых кодирую-щих устройств АЛСН в качестве единого целого. Они должны учитывать возможность организации временного двусторон-него движения поездов по одному из путей перегона, а также быть рассчитаны для увязки с совмещенными переездами.

Каждый тип сигнальной установки в типовых проектных решениях состоит из двух принципиальных схем — схемы сиг-нальной установки и схемы Р.Ц., включающей также схему ДК и электропитания установки. Так как схемы Р.Ц. являются едиными для всех типов сигнальных установок перегона, то в

курсовом проекте достаточно привести схему Р.Ц. для одного из типов сигнальной установки. В то же время, схемы примененных в проекте сигнальных установок разного типа должны быть представлены в виде отдельных чертежей или на одном чертеже удлинённого формата с отражением их взаимосвязей и увязки предвходного и входного светофоров. На одной из этих схем (желательно на схеме предвходной сигнальной установки) дешифратор ДА должен быть показан в развернутом виде. Для спаренных сигнальных установок необходимо привести схему соединения их релейных шкафов.

При описании работы схемы Р.Ц. необходимо обратить внимание на то, что при организации двустороннего движения подключение импульсного путевого реле к рельсам задерживается посредством реле ПДТ на время, достаточное для рассасывания электромагнитной энергии, запасенной в индуктивных элементах Р.Ц.

В пояснительной записке по данному разделу проекта следует дать краткое пояснение назначения основных элементов приведенных схем и дополнительно следующих вопросов:

- а) принципы работы схем сигнальных установок в направлении управления движением при временном двустороннем движении поездов;
- б) особенности работы схемы дешифратора ДА и кодирования Р.Ц. на предвходной сигнальной установке;
- в) принципы формирования и передачи на станцию извещительных сигналов ДК, вырабатываемых генератором ГКШ на сигнальных установках.

8. Электрические схемы переездной сигнализации

В курсовом проекте достаточно привести выполненные на отдельных чертежах принципиальную схему управления переездной сигнализацией вместе со схемой извещения для одного из направлений движения, схему включения переездной сигнализации (без или с автошлагбаумами) с учетом наличия устройств ДК, электропитания и увязки с сигнальной установкой АБ, если последняя совмещена с переездом, и схему аппаратуры Р.Ц. на разрезной точке блок-участка с переездом.

В пояснительной записке к данному разделу курсового проекта требуется дать краткие пояснения к чертежам, осветив при этом несколько подробнее следующие вопросы:

- а) назначение термоэлемента и реле КТ в схеме управления переездной сигнализацией;
- б) особенности работы устройств переездной сигнализации при коротком замыкании изолирующих стыков на разрезной точке и свободном состоянии блок-участка с переездом;
- в) выключение кодовых сигналов АЛСН в Р.Ц. перед переездом при включении заградительной сигнализации, если в проекте предусмотрено применение светофорной сигнализации с автошлагбаумом.

9. Расчет мощности сигнальных и переездных установок

При проектировании АБ в общем случае производится расчет мощности перегонных установок с целью определения суммарной нагрузки на ВВЛ АБ и требуемой по условиям обеспечения допустимых потерь электроэнергии жилыности питающих (силовых) кабелей, в том числе — для выбора типа линейных трансформаторов ОМ по мощности. В настоящем разделе курсового проекта расчет мощности достаточно выполнить лишь для целей выбора типа линейных трансформаторов.

Для питания сигнальных и переездных установок АБ от ВВЛ АБ используются силовые однофазные трансформаторы ОМ номинальной мощности 0,63 и 1,25 кВт [6]. Трансформаторы ОМ допускают сверх номинальной мощности перегрузку 10-15% постоянно, 30% — в течение 1 ч, 60% — в течение 45 мин, 100% — в течение 10 мин и 200% — в течение 1,5 мин.

Нагрузка на линейные трансформаторы определяется суммарной мощностью отдельных потребителей электроэнергетики перегонных установок (ламп светофоров, релейной аппаратуры, Р.Ц. и т.д.). Однако потребители различаются по потребляемой в среднем мощности. Часть из них отличается постоянной нагрузкой по величине во времени, а часть включается только в периоды технологического обслуживания (освещение релейных шкафов и электроинструменты) или их нагрузка периодически изменяется под воздействием внешних факторов.

Так, например, питание кодовых Р.Ц. осуществляется импульсами переменного тока и характеризуется резко меняющейся нагрузкой на источник питания в зависимости от свободного или занятого их состояния. Перечень и значения мощностей постоянных и технологических нагрузок, воздействующих максимально продолжительное время на линейный трансформатор, при двухпутной кодовой АБ (без учета Р.Ц.) приведены в прил. 5 и 6. Расчетные мощности кодовых Р.Ц. 50 и 25 Гц приведены в приложениях, соответственно, 7 и 8.

Значения мощности кодовых Р.Ц. 50 Гц приведены с учетом потерь в путевом (питающем) трансформаторе ПОБС-3А и соответствуют нагрузке Р.Ц. на линейный трансформатор. Приведенные значения мощности кодовых Р.Ц. 25 Гц соответствуют нагрузке их на преобразователи частоты ПЧ-50/25-100, которые, в свою очередь, создают нагрузку на линейный трансформатор, но уже на частоте 50 Гц. Соответствие между отдаваемой ПЧ мощностью на частоте 25 Гц и потребляемой от линейного трансформатора на частоте 50 Гц представлено в прил. 8.

Выбор типа линейного трансформатора ОМ производится по максимальным значениям нагрузок и поэтому, при расчете следовало бы учитывать мощности занятых Р.Ц. Однако, поскольку питание Р.Ц. носит импульсный характер, создающий облегченный режим работы трансформаторов или ПЧ, то вместо максимального значения мощности занятой Р.Ц. — $S_{\text{рц макс}}$ следует использовать ее среднее значение — $S_{\text{рц}}$, которое определяется из следующего соотношения:

$$S_{\text{рц}} = k_{\text{см}} \cdot S_{\text{рц макс}}$$

где $k_{\text{см}} = 0,58$ — коэффициент усреднения мощности [6].

Так как проектом АБ предусматривается временное двустороннее движение поездов по одному из путей перегона, то мощность Р.Ц. на одиночной сигнальной установке (независимо от наличия или отсутствия на ее блок-участке переезда) определяется из условия занятости Р.Ц. до (посылка в занятую рельсовую цепь предыдущего блок-участка кода КЖ вслед за удаляющемуся поезду) и за сигнальной точкой (посылка кодов

АЛС с релейного конца навстречу другому поезду, движущемуся в это же время в том же неправильном направлении).

На спаренных сигнальных установках учет занятости всех четырех рельсовых цепей, включая кодирование Р.Ц. на ремонтируемом пути с релейного конца, следует производить только при наличии на данном блок-участке переезда, когда при занятии последнего осуществляется кодирование Р.Ц. вслед поезду. Считается, что такое совпадение возможно только в течение одного часа. В течение этого времени допускается перегрузка трансформатора ОМ, если она не превышает 30% [6].

В то же время, на спаренных сигнальных установках при отсутствии на блок-участке переезда, мощность Р.Ц. определяется с учетом занятости трех рельсовых цепей: двух Р.Ц. по рабочему пути, одна из которых при организации двухстороннего движения кодируется с релейного конца, и одной по ремонтному пути, занятой, например, строительно-монтажным поездом Р.Ц., питающий конец которой расположен на данной сигнальной установке.

Мощность Р.Ц. на сигнальных установках, совмещенных с переездом, определяется так же, как на установках, не связанных с переездом, при этом на переездах, совмещенных с одиночными сигнальными установками, мощность Р.Ц. разрезного пути определяется по Р.Ц., расположенной перед переездом.

Мощность Р.Ц. на разрезных установках переезда, не совмещенного с сигнальными установками, определяется по сочетанию наиболее длинных Р.Ц., работающих либо в режиме питания, либо одна в режиме питания, а вторая (по другому пути) — в режиме кодирования с релейного конца.

При расчете мощностей постоянных и технологических нагрузок в релейных шкафах следует руководствоваться следующими предпосылками:

- 1) на спаренных сигнальных установках паяльник и освещение одновременно в обоих шкафах не включаются;
- 2) на сигнальных и переездных установках при включении в релейном шкафу освещения обогрева шкафа выключается;
- 3) на переездных (с двумя шкафами) установках учитываются одновременное освещение обоих шкафов с включением одной переносной лампы и одного электропаяльника.

Активная и реактивная составляющие расчетной мощности нагрузок сигнальной (P_c, Q_c) или переездной (P_p, Q_p) установок определяются:

$$P_{c(n)} = \sum_{i=1}^n P_i + \sum_{j=1}^m (P_{\text{рл макс } j} \cdot k_{\text{см } j}); \quad (5)$$

$$Q_{c(n)} = \sum_{i=1}^n Q_i + \sum_{j=1}^m (Q_{\text{рл макс } j} \cdot k_{\text{см } j}), \quad (6)$$

где P_p, Q_p — активная и реактивная составляющие расчетной мощности i -й постоянной или технологической нагрузки установки;

n — число постоянных и технологических нагрузок установки;

$P_{\text{рл макс } j}, Q_{\text{рл макс } j}$ — активная и реактивная составляющие максимальной мощности j -ой Р.Ц. на сигнальной (переездной) установке (для Р.Ц. 25 Гц — составляющие мощности ПЧ, потребляемой от линейного трансформатора);

m — расчетное количество Р.Ц. на установке;

$k_{\text{см}}$ — коэффициент усреднения мощности кодовой (импульсной) Р.Ц.

Полная мощность нагрузок сигнальной (переездной) установки:

$$S_{c(n)} = \sqrt{(P_{c(n)}^2 + Q_{c(n)}^2)}. \quad (7)$$

При передаче электроэнергии от линейного трансформатора к устройствам сигнальной (переездной) установки активные потери ΔP_k в кабеле составляют 3% от полной мощности нагрузок S_c (п) установок [6], т.е.:

$$\Delta P_k = 0,03 \cdot S_c \text{ (п)}. \quad (8)$$

Полная мощность нагрузки линейного трансформатора $S_{\text{ом макс}}$ в этом случае составит:

$$S_{\text{ом макс}} = \sqrt{(P_{c(n)} + \Delta P_k)^2 + Q_{c(n)}^2}. \quad (9)$$

По полученному значению полной мощности с учетом допустимой перегрузки выбирается тип линейного трансформатора ОМ. Если полная нагрузка $S_{\text{ом макс}}$ превышает номинальную мощность выбранного типа трансформатора $S_{\text{ом}}$, то необходимо определить значение коэффициента перегрузки K_p в % и сравнить его с допустимым его значением:

$$K_p = 100 \cdot (S_{\text{ом макс}} - S_{\text{ом}}) / S_{\text{ом}}. \quad (10)$$

В ряде случаев, главным образом, на совмещенных переездных установках при значительных нагрузках может предусматриваться установка двух трансформаторов ОМ: один — для питания устройств переездной сигнализации, а другой — для питания устройств сигнальной установки.

Расчет мощности всех сигнальных и переездных установок и выбор типов ОМ выполняется в лабораторных условиях на ПЭВМ с использованием прикладной программы. При этом расчет одной из установок по выбору студента должен быть выполнен вручную и с краткими пояснениями методики и выбора исходных данных расчета приведен в пояснительной записке к данному разделу проекта совместно с распечаткой машинного расчета.

10. Разработка проекта однопутного плана промежуточной станции и схем станционных рельсовых цепей переменного тока

При разработке проекта однопутного плана станции рекомендуется руководствоваться основными положениями, изложенными в [9]. При этом, в целях сокращения объема работ ordinate расположения стрелок и сигналов можно не определять, ограничившись разработкой лишь схематического плана станции с осигнализацией.

Тип станционных Р.Ц. выбирается в зависимости от рода тяги поездов и условий внешнего электроснабжения. При на-дежном электроснабжении рекомендуется применение двухпутных фазочувствительных Р.Ц. 25 Гц или тональных Р.Ц. независимо от рода тяги. Частота тока АЛС для кодирования станционных путей используется та же, что и частота сигнального тока перегонных Р.Ц. кодовой АБ.

В проекте следует привести схемы всех типов Р.Ц., применяемых на станции с указанием наименования путей, стрелочных и бесстрелочных изолированных путевых участков, оборудованных данными Р.Ц.

На однопутном плане необходимо также показать размещение питающих и релейных концов Р.Ц с указанием кодирующих концов. При их размещении следует руководствоваться нормами: РЦ 25-05С (станционные Р.Ц. 25 Гц при электро-тяге переменного тока), РЦ25-12 (станционные Р.Ц. 25 Гц при электротяге постоянного тока), РЦ25-10 (станционные Р.Ц. 25 Гц при автономной тяге и кодовой АБ 25 Гц), РЦ25-11 (станционные Р.Ц. 25 Гц при автономной тяге и кодовой АБ 50 ГЦ). Необходимо обратить внимание, что в случае использования схем Р.Ц. по нормам РЦ25-11, кодирование станционных главных путей и стрелочных участков в маршрутах приема и отправления поездов по главным путям осуществляется с релейного конца.

Особенностью фазочувствительных Р.Ц. 25 Гц является использование отдельных преобразователей частоты ПЧ-50/25 для питания местных элементов путевых реле (ПМ) и для путевых (кодовых) трансформаторов Р.Ц. (ПП). Для обеспечения нормальной работы Р.Ц. эти преобразователи включаются по схеме, обеспечивающей принудительную блокировку их выходов по фазе [1]. При этом, следует обратить внимание, что при автономной тяге и электротяге переменного тока преобразователи ПП и ПМ включаются противофазно для обеспечения сдвига фаз их выходных напряжений на 90° , а при электротяге постоянного тока — синфазно для обеспечения сдвига фаз на 0° или 180° , но одновременно с использованием в последнем случае фазосдвигающей цепочки в выходной цепи ПП.

В пояснительной записке к данному разделу необходимо привести краткое обоснование выбранных схем Р.Ц. и изложить принципы фазирования питающих преобразователей с использованием приведенной в проекте схемы их включения.

11. Проектирование схем кодирования станционных путей и стрелочных путевых участков

Устройства кодирования оборудования Р.Ц. главных, а также боковых путей станции, по которым предусматривается безостановочный пропуск поездов. При этом кодирование специализированных боковых путей производится только в направлении безостановочного пропуска. Стрелочные и бесстрелочные изолированные участки в горловинах станции устройства кодирования оборудуются только по маршрутам главных путей. В маршрутах приема на боковые пути стрелочные участки не кодируются, а в маршрутах отправления с боковых путей — только при выходе на главные пути.

Схемы кодирования станционных Р.Ц. состоят из схем, предназначенных для избирания кодовых сигналов и включения кодово-включающих реле, и схем посылки кодов АЛС в релейные линии Р.Ц.

При анализе работы станционных кодирующих устройств следует учесть следующие особенности кодирования станционных путей по сравнению с перегонами:

- 1) кодирование приемо-отправочных путей при отсутствии приотправленного маршрута приема или отправления может осуществляться только при нахождении на них подвижной единицы;
- 2) кодирование стрелочных и бесстрелочных участков горловин станции может осуществляться только при установленном поездном маршруте с момента вступления поезда на предыдущую секцию (предварительное кодирование) или непосредственно на кодируемую секцию с использованием в последнем случае предварительного (ускоренного) кодирования;
- 3) при одинаковых частотах кодового тока и непрерывного питания Р.Ц. может использоваться только предварительный принцип кодирования;
- 4) для повышения устойчивости работы АЛСН при следовании поездов с повышенной скоростью по коротким Р.Ц. в стрелочных горловинах станции кодирование Р.Ц. в установленном маршруте производится от одного (общего) трансмиттера типа КППШ-515 с использованием группового трансмиттерного

реле ГТ и секционных кодвключающих реле СКВ, за исключением секционных Р.Ц. 25 Гц при применении АБ 50 Гц на участках с автономной тягой. В этом случае для кодирования каждой секции используются индивидуальные секционные трансмиттерные реле, работающие от общего трансмиттера;

5) для исключения возможности попадания разрешающих кодовых сигналов под приемные катушки локомотива, находящегося перед закрытым выходным светофором бокового пути, в случае короткого замыкания изолирующих стыков между ланым боковым путем и кодируемой Р.Ц. главного пути, а также в случае проезда локомотивом закрытого выходного светофора и выхода его на кодируемый стрелочный участок маршрута приема или отправления, подача кодов в стрелочные секции, примыкающие к боковым путям, производится с проверкой занятия предыдущей секции маршрута; для этой же цели устанавливается специальный кодовый трансмиттер, вырабатывающий защитный код КЖ с продолжительностью импульса 1,2 с и интервала 0,4 с;

6) для включения группового кодвключающего реле по отправлению ОКВ при вступлении поезда, следующего с бокового пути, на главный путь служит вспомогательное кодвключающее реле ВОКВ;

7) при организации временного двухстороннего движения и отправлении поезда по неправильному пути (например, при отправлении поезда четного направления в нечетной горловине станции по нечетному пути) кодирование Р.Ц. в стрелочной горловине не предусматривается;

8) для восстановления непрерывного питания Р.Ц. приемных отправочных путей и участвующих в установленном маршруте следования поезда стрелочных участков, кодируемых с питающего конца с использованием ускоренного кодирования, после случайного наложения и снятия шунта в цепях питания указанных Р.Ц. используются фронтные контакты основного путевого реле, а в цепях кодвключающих реле — его повторители; для устойчивого срабатывания путевого реле данных Р.Ц. от импульса кодового сигнала КЖ устанавливается дополнительный трансмиттер типа КПТШ-715, продолжительность

импульса которого составляет 30 мс, в то время как у КПТШ-515 она равна 23 мс;

9) для защиты индивидуальных (секционных) кодвключающих реле СКВ от преждевременного срабатывания при восстановлении питания Р.Ц. после переключения фидеров питания на посту ЭЦ станции используется медленнодействующий на отпадание обратный повторитель ОЛУ путевого реле ЛУ, тыловые контакты которого включены в цепь питания кодвключающих реле и тем самым обеспечивают задержку срабатывания последних по отношению к срабатыванию путевых реле.

В курсовом проекте достаточно ограничиться разработкой схемы кодирования маршрута безостановочного пропуска (приема и отправления) по одному из главных и боковых путей станции в направлении, указанном в задании на проектирование. При разработке схем кодирования с использованием станционных Р.Ц. 25 Гц рекомендуется использовать типовые технические решения, представленные в альбоме ЭЦ-11-87.

В пояснительной записке следует указать функции, выполняемые схемами кодирования, и кратко пояснить назначение их реле. На основе анализа спроектированной схемы кодирования дать ответ на поставленный в исходных данных вопрос.

12. Проектирование схем узязки перегонных и станционных устройств автоматики и телемеханики

В комплекс схем узязки перегонных и станционных устройств автоматики и телемеханики входят следующие схемы узязки АБ с устройствами ЭЦ станции:

- 1) контроль и индикация на пульг-табло ДСП состояния блок-участков удаления и приближения к станции;
- 2) кодирование Р.Ц. первого (ближнего к станции) участка приближения с поста ЭЦ;
- 3) узязка сигнальных показаний предвходного светофора с входным;
- 4) схема смены направления для организации временного двухстороннего движения поездов по одному из путей перегона при капитальном ремонте другого пути;

5) кодирование (с релейного конца) Р.Ц. участка удаления при следовании поезда по неправильному пути.

Для защиты станционной Р.Ц. от влияния граничащей с ней перегонной Р.Ц. при коротком замыкании изолирующих стыков кодирование последней осуществляется от станционного источника питания. Достигается такая защита за счет соблюдения чередования фаз мгновенных значений напряжений в смежных Р.Ц. Защита станционной Р.Ц. от перегонной участка удаления осуществляется за счет установки на станционной Р.Ц. питающего (путевого) трансформатора. Перегонные Р.Ц. в результате использования непрерывного питания станционных Р.Ц. защищены от влияния непрерывного питания станционных Р.Ц. при сходе изолирующих стыков.

Для кодирования Р.Ц. участков приближения (удаления) на посту ЭЦ устанавливаются отдельные трансмиттеры и трансмиттерные реле.

Схема смены направления предусматривается двухпроводная, общая для организации двухстороннего движения по лобному пути перегона с соответствующей для этого настройкой.

Проектируемые схемы увязки АБ с устройствами ЭЦ должны соответствовать условиям заданной станции. При проектировании схем увязки рекомендуется использовать типовые проектные решения, содержащиеся в альбомах ЭЦ-11-87. С описанием типовых схем смены направления можно также ознакомиться в [9].

В пояснительной записке по данному разделу проекта следует дать краткие пояснения к приведенной на чертеже схеме увязки АБ с ЭЦ, отметив при этом основные особенности ее построения.

13. Анализ работоспособности схемы смены направления

В данном разделе проекта необходимо на основе анализа спроектированной схемы смены направления движения выделить расчет ее элементов настройки и регулировки.

Ввод схемы смены направления в действие производится ключами-жезлами ЧКСН и НКСН, нормально хранящимися у ДСП станций, ограничивающих перегон. Схема настраивается

для организации движения по одному из путей перегона — четному ИП или нечетному ИП. Для этого используются штепсельные перемычки-дужки панели НКРН и четыре настроенных реле. Нормально при одностороннем движении по обоим путям перегона штепсельные дужки устанавливаются так, чтобы на обеих станциях под током находились реле Д1ПР и Д2УР. Применение этих реле исключает необходимость установки перемычек в схемах замыкания маршрутов.

При переводе любого из путей перегона на двустороннее движение в той горловине станции, которая ранее была специализирована на прием поездов только с данного перегонного пути, устанавливается лишь штепсельная перемычка для возбуждения реле Д1П. В горловине же станции, которая ранее была специализирована на отправление поездов на данный путь перегона, штепсельная перемычка устанавливается так, чтобы обеспечить возбуждение реле Д2У. Окончательный ввод в действие схемы смены направления после ее регулировки осуществляется путем изъятия соответствующих перемычек из гнезд панелей с целью обесточения реле Д1ПР на одной из станций (реле Д1П возбуждено, реле Д2У обесточено) и Д2УР — на другой станции (реле Д1П обесточено, Д2У — возбуждено).

В качестве источников тока линейной цепи используются полупроводниковый преобразователь типа ППШ-3, обеспеченный аккумуляторным резервом, или блок ДСНП-2, рассчитанный на питание только от сети переменного тока. Электрические характеристики указанных источников тока приведены в прил. 2.

На длинных перегонах, когда питание цепи смены направления не обеспечивается от одного источника тока по причине наличия существенных потерь в линейных проводах, предусматривается дублирование последних. При отсутствии такой возможности рекомендуется установка двух источников питания, соединенных последовательно.

Для защиты ППШ-3 (ДСНП-2) от короткого замыкания во внешней цепи подключения нагрузки к источнику питания производится через лампу накаливания общего назначения мощностью 100 Вт при напряжении 220 В. Вольфрамовая нить

накала лампы является нелинейным элементом, сопротивление которого зависит от величины протекаемого тока. При малом токе сопротивление нити мало и она не разогревается, в результате чего лампа находится практически в холодном состоянии. При возрастании тока нить лампы нагревается, при этом с повышением температуры нагрева ее сопротивление резко увеличивается, вызывая накал лампы.

Нелинейная зависимость сопротивления лампы $R_{\text{л}}$ от тока лампы $I_{\text{л}}$ (в А) может быть представлена аналитически с достаточной степенью точностью в виде следующей функции гиперболического синуса:

$$R_{\text{л}} = 310 \cdot \operatorname{sh}(3,4 \cdot I_{\text{л}}), \text{ Ом.} \quad (11)$$

При выполнении расчетов с лампой, как нелинейным элементом, рекомендуется при известном токе нагрузки $I_{\text{л}}$, протекающим через лампу и равном соответственно току лампы $I_{\text{л}}$, воспользоваться простейшим графо-аналитическим методом расчета нелинейных цепей постоянного тока, который заключается в построении на одном графике в одном масштабе предварительно рассчитанных нагрузочной характеристики эквивалентного генератора и вольтамперной характеристики (ВАХ) лампы. В данном случае, внутренним сопротивлением $R_{\text{эГ}}$ эквивалентного генератора с ЭДС $E_{\text{эГ}}$ численно равной значению ЭДС E источника питания линейной цепи, является суммарное сопротивление R_{Σ} всех элементов линейной цепи схемы смены направления движения для расчетной фазы ее работы ($R_{\text{эГ}} = R_{\Sigma}$) за исключением сопротивления лампы $R_{\text{л}}$, которая является нагрузкой эквивалентного генератора. Для построения нагрузочной характеристики используют метод холостого хода и короткого замыкания, согласно которому на оси ординат (оси I) откладывают в масштабе значение тока короткого замыкания эквивалентного генератора: $I = E/R_{\Sigma}$, а на оси абсцисс (оси U) — значение выходного напряжения $U_{\text{хх}}$ эквивалентного генератора при холостом ходе: $U_{\text{хх}} = E_{\text{эГ}} = E$. Точки $I_{\text{кз}}$ и $U_{\text{хх}}$ соединяются между собой отрезком прямой линии. На этом же графике в том же масштабе необходимо построить ВАХ

лампы в виде нелинейной зависимости: $I_{\text{л}} = f(U_{\text{л}}) = f(I_{\text{л}} \cdot R_{\text{л}})$, где $R_{\text{л}}$ следует вычислять по формуле (11), задаваясь произвольными значениями тока $I_{\text{л}}$ в диапазоне от 0 до $I_{\text{кз}}$.

В ряде задач требуется произвести электрический расчет цепи смены направления с целью определения напряжения источника питания, при котором в линии устанавливается ток, достаточный для надежного срабатывания на станции отправления станционного реле направления СН, а на станции приема — реле контроля перегона КП, в том числе — для надежного переброса поляризованных якорей перегонных реле направления Н.

В тех случаях, когда по условиям задачи имеет место повышение напряжения источника питания или уменьшение сопротивления цепи смены направления, необходимо проверить, чтобы максимальный рабочий ток в цепи не превышал допустимый ток перегрузки реле.

Независимо от условий задачи расчет следует начинать с составления расчетной электрической схемы замещения цепи смены направления на начальный момент ее восстановления после освобождения перегона и прибытия поезда на станцию приема, на которой источник питания представляется в виде генератора напряжения с внутренним сопротивлением $R_{\text{Г}}$ и ЭДС $E_{\text{Г}}$, а обмотки реле, линейные провода и лампа — в виде сосредоточенных сопротивлений. При этом необходимо учитывать, что реле КП включается в линейную цепь низковольтной обмоткой (100 Ом), а реле СН на время его срабатывания включается по цепи, состоящей из последовательного соединения двух его обмоток (2×140 Ом), в то время, как в стационарном возбужденном состоянии одна из его обмоток шунтируется собственным контактом. При введении условных обозначений элементов цепи обязательно следует в тексте дать их словесную расшифровку.

В тех случаях, когда необходимо определить допустимую длину линии или возможное количество включаемых в линию перегонных реле направления и при этом известно, на какое выходное напряжение отрегулирован источник питания, то вначале следует определить его ЭДС $E_{\text{Г}}$ с учетом внутреннего

сопротивления R_r при известном регулировочном токе нагрузки, данные о которых приведены в прил. 2. В этих случаях задача решается в два этапа. На первом этапе определяется допустимое сопротивление, например, проводов линейной цепи, как разность между максимально возможным сопротивлением всей линейной цепи и суммарным сопротивлением известных ее элементов. На втором этапе определяется допустимая длина линейной цепи при известном удельном сопротивлении проводов постоянного току, которое выбирается из данных электрических параметров проводных линий, приведенных в прил. 3.

При известном токе в линии за расчетное напряжение (ЭДС) источника питания принимается его номинальное значение.

Учитывая, что работа схемы смены направления носит временный характер, регулировочные реостаты (400 Ом) в линейную цепь не включают, если это не связано с превышением допустимой перегрузки реле.

Так как сопротивление изоляции между линейными проводами в общем случае достаточно велико (см. прил. 3), то расчет линейной цепи при отсутствии ее обрыва можно вести на основе применения методов расчета электрических цепей с сосредоточенными параметрами. Имеющая место в действительности незначительная утечка тока через изоляцию линии компенсируется за счет 20% запаса расчетного тока линии, который необходимо предусматривать при выполнении расчетов, за исключением тех случаев, когда требуется по условиям задачи осуществить проверку на отсутствие ложного контроля свободы перегона при обрыве линейной цепи или на наличие устойчивой работы цепи контроля при понижении напряжения в сети переменного тока до минимального значения.

При определении сопротивления проводов воздушной линии необходимо обратить внимание на их диаметр. Диаметр сигнальных жил кабеля, как правило, указывается в его марке, при этом для сигнально-блокировочных кабелей используется единый диаметр жил [7]. В прил. 3 приведены электрические параметры проводных линий связи и СЦБ.

В расчетах, связанных с перегрузкой реле, необходимо обратить внимание на колебания питающего напряжения в сети

переменного тока и в качестве расчетного принимать его максимальное значение. Для защиты преобразователя ППШ-3 от перегрузок и короткого замыкания, кроме лампы накаливания, служат плавкие предохранители, устанавливаемые в цепи переменного тока 12 В на номинальный ток 1 А, а в цепи постоянного тока 12 В — на 2 А.

Известно, что в цепях с постоянной нагрузкой номинальный ток предохранителя приравнивается к длительному расчетному току нагрузки [6].

Предельный ток, равный 1,5-кратному значению номинального тока, предохранитель выдерживает в течение 20 мин. При токе плавления, который принимается равным удвоенному значению номинального тока, вставка предохранителя перестает за время не более 10 с.

При решении вопросов, связанных с проверкой тока в линейной цепи в процессе изменения направления движения, следует учитывать, что присылке прямого импульса смены направления (от момента возбуждения вспомогательного реле В до момента замыкания фронтных контактов реле КП) на станции приема выключается из цепи низкоомная обмотка реле КП, но в то же время включается в нее резистор типа ПЭ номиналом 100 Ом на 7,5 Вт. Окончание прямого импульса смены направления совпадает по времени с окончанием действия в линейной цепи прямого импульса удвоенной амплитуды.

В процессе обратного импульса смены направления движения с момента замыкания тылового контакта повторителя реле контроля перегона КПП замедление на отпадание якоря вспомогательного реле В должно обеспечить срабатывание реле СН на станции, переходящей на отправление. Так как цепь питания реле В на станции приема при смене направления движения обрывается фронтным контактом реле КПП, то время замедления на отпадение якоря реле В (время трогания $t_{тр}$) для обеспечения нормальной работы схемы смены направления должно быть не менее суммы времени перелета контакта реле КПП при отпадании его якоря $t_{дв}$ КПП и времени срабатывания $t_{ср}$ СН стационного реле направления СН при смене полярности питающего тока:

$$t_{\text{тр}} \geq t_{\text{дв}} \text{ КПП} + t_{\text{сп}} \text{ СН.}$$

При расчетах временных характеристик схем направления следует руководствоваться известными методами исследования переходных процессов в электрических цепях [8]. В частности, для расчета замедления реле на отпадание при разряде конденсатора емкостью C на обмотку реле с активным сопротивлением R и индуктивностью L через резистор сопротивлением r , можно воспользоваться следующими соотношениями:

$$p_1 \cdot t_{\text{сп}} = \ln\left(\frac{U_0}{U_{\text{п}}}\right) \left[RL(p_1 - p_2) / (p_1 L + R)^2 \right], \quad (12)$$

где p_1, p_2 — корни характеристического уравнения однородного дифференциального уравнения второго порядка;

$t_{\text{сп}}$ — время трогания на отпадание якоря реле, равное времени снижения напряжения на реле со значения $U_{\text{п}}$ до значения U_0 , с;

U_0 — напряжение отпадания якоря реле, В;

$U_{\text{п}}$ — напряжение источника питания стационарных бортов (24 В).

Переходные процессы, которые происходят в цепи разряда конденсатора, описываются следующим однородным дифференциальным уравнением второго порядка, выраженным через напряжение на конденсаторе u_c :

$$(d^2 u_c / dt^2) + (R + r) / L (du_c / dt) + u_c / (LC) = 0. \quad (13)$$

Характеристическое уравнение для выражения (13) имеет вид:

$$p^2 + (R + r)p / L + 1 / (LC) = 0, \quad (14)$$

откуда:

$$p_1 = \frac{(R+r)/(2L) + \sqrt{[(R+r)/(2L)]^2 - 1/(LC)}}{2}, \quad (15)$$

$$p_2 = \frac{(R+r)/(2L) - \sqrt{[(R+r)/(2L)]^2 - 1/(LC)}}{2}.$$

Время трогания $t_{\text{сп}}$ на отпадание якоря тех реле, у которых в качестве замедляющего элемента используется конденсатор, рассчитывается с использованием формул (12) и (15).

У нормально-действующих реле при отсутствии специальных мер по регулированию их временных параметров, время отпускания t_0 может быть определено по следующему соотношению [8]:

$$t_0 = t_{\text{тр}} + t_{\text{дв}} = 1,2(L/R) \ln(U_{\text{п}}/U_0), \quad (16)$$

где $t_{\text{тр}}$ — время трогания якоря реле (интервал времени от момента выключения тока в обмотке реле до размыкания фронтных контактов), с;

$t_{\text{дв}}$ — время движения якоря реле с момента замыкания фронтных до момента замыкания тыловых контактов, с.

Коэффициент 1,2 в правой части выражения (16) учитывает время перелета якоря реле. В общем случае это время может приниматься равным 0,02 с. Аналогичным образом может быть определено время срабатывания (время полного подъема якоря) $t_{\text{сп}}$ реле по следующей формуле:

$$t_{\text{сп}} = t'_{\text{тр}} + t'_{\text{дв}} = 1,2(L'/R) \ln[U_{\text{п}} / (U_{\text{п}} - U_{\text{сп}})], \quad (17)$$

где $t'_{\text{тр}}$ — время трогания якоря реле при срабатывании (от момента включения тока до момента замыкания тыловых контактов), с;

$t'_{\text{дв}}$ — время движения якоря при срабатывании с момента замыкания тыловых до момента замыкания фронтных контактов реле, с;

L' — индуктивность обмотки реле при опущенном якоре, Г;

$U_{\text{сп}}$ — напряжение срабатывания реле, В.

В расчетах время перелета контактов при притяжении якоря можно принять равным времени их перелета при обесточивании реле.

Анализ работы схемы смены направления в нештатной ситуации, которая задается шифром студента, необходимо пояснить временной диаграммой с использованием произвольного масштаба времени. На временной диаграмме применительно к организации временного двухстороннего движения по одному из путей (по выбору студента) должны быть отражены состояние следующих реле как для станции, установленной на

прием, так и для станции, установленной на отправление: В, КР, ПКВ (отдельно состояние нейтрального якоря и контакта термоэлемента), КР, СН (отдельно состояния нейтрального и поляризованного якорей), ПСН, и СНП. На временной диаграмме следует также отразить состояния (цвет) следующих сигнальных лампочек индикации на пультах управления обеих станций: ПП, ПО, ПКП, УО, УП, УКП. Для каждого реле (кроссе СН и ПКВ) и элемента индикации, в том числе для линейной цепи смены направления, на временной диаграмме должна быть выделена отдельная временная ось, на которой отражаются их состояние. На временной диаграмме возбужденное состояние реле представляется заштрихованным прямоугольником, замедление на отпадение (время трогания якоря реле) — незаштрихованным прямоугольником, замедление на срабатывание (время трогания якоря реле) — утолщенной линией, перелет контактов при срабатывании — заштрихованным прямоугольным треугольником, а при отпадании якоря реле — незаштрихованным прямоугольным треугольником, один из катетов которых, пропорциональный времени перелета, размещается на оси времени. Для каждого из реле СН и ПКВ отводятся по две временные оси. Начало и конец нештатной ситуации показываются вертикальными стрелками. Временная диаграмма должна отражать последовательно во времени четыре следующие фазы возможного состояния смены смены направления: исходное заданное состояние, предшествующее появлению нештатной ситуации; состояние в течение действия нештатной ситуации; состояние схемы после завершения действия нештатной ситуации или, в противном случае, после прибытия поезда на станцию, установленную на прием; состояние схемы при попытке смены направления движения нажатием кнопки СН при нахождении схемы в состоянии, соответствующем третьей фазе.

При расчете продолжительности импульса совместного (последовательного) включения источников питания линейной цепи смены направления обеих станций (задача 9) необходимо учитывать, что началу импульса соответствует момент замыкания фронтных контактов реле ПСН станции отправления,

ления, а окончанию — момент размыкания фронтного контакта реле КР станции приема. При этом питание реле ПСН получает при размыкании фронтного контакта реле В, цепь питания которого обрывается с момента начала перелета поляризованного якоря реле СН, на обмотку которого поступает прямой импульс тока из линии с момента замыкания на станции приема фронтного контакта реле В, тыловым контактом которого предварительно была разомкнута цепь питания реле КР. На временной диаграмме импульс удвоенной амплитуды в линейной цепи должен быть показан более высоким прямоугольником, чем прямой импульс одинарной амплитуды.

В пояснительной записке дать краткие пояснения к решению задач и привести используемый при их решении графический материал.

14. Автоматический диспетчерский контроль движения поездов

Проектируемая система частотного диспетчерского контроля (ЧДК) включает в себя устройства, устанавливаемые на перегонах, станциях и центральном диспетчерском посту.

Перегонные устройства ЧДК являются составной частью схем перегонных сигнальных и переездных установок и поэтому должны найти свое отражение в соответствующих разделах курсового проекта. Станционные устройства ЧДК в курсовом проекте достаточно показать в виде структурной схемы на отдельном чертеже. Устройства ЧДК центрального поста можно не приводить, ограничившись лишь кратким пояснением их назначения.

В пояснительной записке следует дать краткую характеристику и пояснение принципов передачи информации с перегонов на станции и со станций на центральный пост, а также указать элементы и приборы сигнальных и переездных установок, информация о состоянии которых передается устройствами ЧДК на станцию.

Студент вправе самостоятельно вместо системы ЧДК предусмотреть проектирование современной системы диспетчерского контроля, такой как АПК-ДК или АСДК. В последнем случае в данном разделе можно ограничиться лишь приведением

ем и описанием функций и структурной схемы проектируемой системы, а в соответствующих разделах при описании сигнальных точек привести схемы включения АКСТ-СЧМ.

Рекомендуемая литература

1. Системы железнодорожной автоматики и телемеханики /Под ред. Ю.А. Кравцова. — М.: Транспорт, 1996.
2. Шлягин Д.В., Цыбуля Н.А., Боровков Ю.Г. Автоматика, телемеханика и связь: Уч. пос. Ч. 1. Автоматика и телемеханика. — М.: РГОТУПС, 2003.
3. Инструкция по эксплуатации железнодорожных переэздов МПС России ЦП/483. — М.: Транспорт, 1997.
4. Петров А.Ф. Переезды, переезды, переезды! (Новые требования, новые схемы) // Автоматика, связь, информатика. — № 2, 1998.
5. Багуц В.П., Ковалев Н.П., Костромин А.М. Электропитание устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. — М.: Транспорт, 1991.
6. Михайлов А.Ф., Частодов Л.А. Электропитающие устройства и линейные сооружения автоматики, телемеханики и связи железнодорожного транспорта. — М.: Транспорт, 1987.
7. Асс Э.Е. Кабели и провода для устройств СЦБ и связи: Справочник. — М.: Транспорт, 1992.
8. Сапожников В.В., Кравцов Ю.А., Сапожников В.В. Теоретические основы железнодорожной автоматики и телемеханики. — М.: Транспорт, 1995.
9. Станционные системы автоматики и телемеханики /Под ред. Вл. В. Сапожникова. — М.: Транспорт, 1997.

Электрические характеристики реле схемы смены направления

Наименование	Реле	Тип	Напряжение (ток), В (мА)				перегрузки
			номинальное	полного подьема	отпуска	пускания	
ЧКП (НКП)	НМШМ4-100/1100 по обмотке 1100 Ом по обмотке 100 Ом		24	16 45 (мА)	5 16 (мА)	45 135 (мА)	
ЧВ (НВ)	НМШ1-1800		24	16	6-9	45	
ЧПСН(НПСН)	НМШ1-1800		- "	- "	- "	- "	
ЧСНП(НСНП)	НМШ1-1800		- "	- "	- "	- "	
ДПП(ДППР)	НМШ1-1800		- "	- "	- "	- "	
Д2У(Д2УР)	НМШ1-1800		- "	- "	- "	- "	
ЧКСН(НКСН)	НМШ2-4000		24	16	5	45	
ЧКЖ (НКЖ)	НМШ2-4000		- "	- "	- "	- "	
ЧКПВ(НКПВ)	НМШТ-1800		24	16	5	45	
ЧКП1(НКП1)	НМШМ2-1500		24	16	5	45	
ЧСН(НСН)	КШ1-280 нейтральный якорь поляризованный якорь (перевосывание)			6,5 2,1-3,9	1,4	20	
Н	КШ1-80 нейтральный якорь поляризованный якорь (перевосывание)			45(мА) 15- 27(мА)	8(мА)	160 (мА)	

Примечание. Характеристики реле соответствуют последовательному соединению их обмоток

Электрические характеристики преобразователя ПППШ-3

Номинальное постоянное напряжение на выходе преобразователя при токе нагрузки 77 мА, В..... 22; 55; 77.
 Максимальный ток нагрузки, мА..... 77; 77; 77.
 Внутреннее сопротивление преобразователя, Ом..... 30; 70; 150.

Примечание: 1. При изменении питающих напряжений на $\pm 10\%$ от их номинальных значений выходные напряжения преобразователя изменяются в пределах $\pm 15\%$ первоначальных значений.

2. КПД преобразователя при питании переменным током составляет 50%, постоянным током — 40%.

Электрические характеристики блока ДСНП-2

Номинальное постоянное напряжение на выходе блока при холостом ходе (ЭДС), В..... 37; 75; 115.
 Внутреннее сопротивление блока, Ом..... 113; 133; 200.
 Ток номинальной нагрузки, мА..... 150; 150; 150.
 Постоянное напряжение при номинальной нагрузке, В..... 20; 55; 85.

Примечание: При изменении входного напряжения на $\pm 10\%$ от номинального значения выходное напряжение блока изменяется в пределах $\pm 10\%$.

Электрические параметры проводных линий

Вид линии	Диаметр провода (жилы), мм	Электрическое сопротивление постоянному току провода (жилы), Ом/км
Кабельная	0,70	55,0
	0,90	28,5
	1,00	23,5
	1,05	21,2
	1,20	16,4
Воздушная (стальные провода)	4,00	11,0
	5,00	7,0

Примечание: 1. Диаметр токопроводящих жил во всех сигнально-блокировочных кабелях составляет 1,0 мм.

2. Сопротивление изоляции жил в кабелях связи должно составлять 10 000 МОм · км, в сигнально-блокировочных кабелях — 5 000 МОм · км.

3. Нормативная проводимость изоляции проводов воздушной линии при постоянном токе составляет: для сухой погоды — $0,01 \cdot 10^{-6}$ См/км, для сырой погоды — $0,5 \cdot 10^{-6}$ См/км.

Перечень альбомов типовых проектных решений

Наименование альбомов	Шифр ГТСС
Двухпутная кодовая АБ переменного тока 25 и 50 Гц для участков с электро-тягой	АБ-2-К-25-50-ЭТ-82
Переездная сигнализация для участков с двухпутной кодовой АБ переменного тока 25 и 50 Гц с электротягой	ПС-2-К-25-50-ЭТ-82
Двухпутная кодовая АБ переменного тока 50 Гц для участков с автономной тягой	АБ-2-К-50-АТ-82
Переездная сигнализация для участков с двухпутной кодовой АБ переменного тока 50 Гц для участков с автономной тягой	ПС-2-К-50-АТ-82
Схемы кодирования путей на станциях с электрической централизацией	ЭЦ-11-87
Автоблокировка с тональными рельсовыми цепями и централизованным размещением оборудования	АБТЦ — 2000
Автоблокировка с рельсовыми цепями тональной частоты для двухпутных участков при всех видах тяги	АБТ-2-92
Частотный диспетчерский контроль	ЧДК-80
Автоматизированные системы диспетчерского контроля АСДК	И-252-97
Система диспетчерского контроля АПК-ДК	И-352-01

Постоянные и технологические нагрузки на линейный трансформатор от оборудования кодовой автоблокировки переменного тока 50 и 25 Гц

Наименование нагрузок	Потребляемая мощность		
	P, Вт	Q, вар	S, В·А
Дешифратор автоблокировки типа ДА с учетом подогрева	31,7	14,8	35,0
Кодовый трансмиттер типа КППШ	22,0	-	22,0
Светофорная лампа	15,0	-	15,0
Генератор диспетчерского контроля ГКШ	2,0	-	2,0
Блок питания типа БППШ	22,0	10,0	24,2
Аварийные реле типа АСП2-220	7,0	-	7,0
Потери в трансформаторе типа СОБС-2А (при нагрузке: ДА, ГКШ, светофорная лампа)	6,6	6,3	9,1
Обогрев шкафа с учетом потерь в трансформаторе типа СОБС-2А	53,7	6,0	54,0
Освещение шкафа и переносная лампа	90,0	-	90,0
Электропаяльник	90,0	-	90,0

Постоянные и технологические нагрузки на линейный трансформатор от оборудования переездных установок на участках железных дорог с кодовой автоблокировкой

Наименование нагрузок	Максимально длительная мощность	
	P, Вт	Q, вар
1. Автоматическая светофорная сигнализация		
Лампы переездных светофоров	30,0	-
Аварийное реле типа АСП2-12	10,5	-
Потери в трансформаторе типа СОБС-2А (при нагрузке лампы-ми переездных светофоров и реле АСП2-12)	10,3	6,3
Аварийные реле типа АСП2-220	7,0	-
РТА в совокупности с потерями в трансформаторе типа ПОБС-2А (аккумуляторная батарея 14 В)	262,0	51,3
Сигнальный выпрямитель ВАК-13Б	8,0	18,0
Освещение двух релейных шкафов и переносная лампа	165,0	-
Электропаяльник	90,0	-
2. Автошлабгаум		
Лампы на брусках шлабгаумов	40,0	-
Лампы щитка управления	10,0	-
РТА в совокупности с потерями в обоих трансформаторах типа ПОБС-2А (аккумуляторная батарея 28 В)	524,0	102,6
Потери в трансформаторе ПОБС-5А	19,0	46,0

Расчетная мощность кодовых и релейных цепей 50 Гц

Длина релейной цепи, м	Мощность занятой релейной цепи при кодировании с питающего конца			релейного конца		
	P, Вт	Q, вар	S, В·А	P, Вт	Q, вар	S, В·А
Рельсовые цепи с дроссель-трансформаторами						
До 500	17	59	61	18	62	65
501-1000	24	78	81	31	102	107
1001-1500	34	115	120	57	187	195
1501-2000	59	196	204	107	363	379
2001-2250	79	266	277	133	434	454
2251-2500	111	370	386	157	507	531
2501-2600	126	425	443	181	586	612
Рельсовые цепи без дроссель-трансформаторов						
До 500	18	45	49	20	44	50
501-1000	24	43	49	27	42	50
1001-1500	36	39	53	43	36	56
1501-2000	62	30	69	80	24	83
2001-2250	86	22	89	113	13	113
2251-2500	121	10	122	163	-4	163
2501-2600	141	4	141	189	-13	189

ПРИЛОЖЕНИЕ 8
Расчетная мощность Р.Ц. 25 Гц, потребляемая от ПЧ-50/25

Длина рельсовой цепи, Гц	Мощность занятой рельсовой цепи при кодировании с питающего конца			релейного конца		
	<i>P</i> , Вт	<i>Q</i> , вар	<i>S</i> , В·А	<i>P</i> , Вт	<i>Q</i> , вар	<i>S</i> , В·А
До 500	6	-0,5	6	5	0,5	5
501-1000	14	-1	14	12	1	12
1001-1500	29	-2	29	26	2	26
1501-2000	59	-4	59	53	4	53
2001-2250	83	-6	83	75	5	76
2251-2500	116	-8	116	106	9	106

**Расчетная мощность нагрузки ПЧ-50/25
на линейный трансформатор 50 Гц**

Нагрузка Р.Ц. 25 Гц на ПЧ-50/25, <i>В·А</i>	Нагрузка ПЧ на линейный трансформатор 50 Гц		
	<i>P</i> , Вт	<i>Q</i> , вар	<i>S</i> , В·А
0 (холостой код)	40	175	180
20	65	176	190
40	85	177	200
60	110	180	210
80	130	200	240
100	160	220	270
120	185	245	306