

РОСЖЕЛДОР
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»
(ФГБОУ ВО РГУПС)
ТЕХНИКУМ
(Техникум ФГБОУ ВО РГУПС)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по выполнению курсового проекта
профессионального модуля
ПМ.01 Техническое обслуживание оборудования
электрических подстанций и сетей
МДК 01.04. КОНТАКТНАЯ СЕТЬ

для специальности 13.02.07. Электроснабжение (по отраслям)
по теме: **«Проект участка контактной сети переменного
(постоянного) тока»**

Базовая подготовка профессионального образования

Ростов-на-Дону

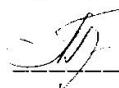
2016

2016

Рассмотрена
Предметной (цикловой)
комиссией «Электроснабжение»

Методические рекомендации по
выполнению курсового проекта
профессионального модуля
разработаны на основе Федерального
государственного образовательного
стандарта (далее ФГОС) по специальности
профессионального среднего образования
(далее СПО) 13.02.07
«Электроснабжение» (по отраслям)

Принято 30.03.2016
Председатель:

 Е.А. Бурякова

Заместитель директора по УР

 Е.А. Богуславская

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| 1 Пояснительная записка | 05 |
| 2 Задание на курсовой проект | 09 |
| 3 Исходные данные | 13 |
| 4 Методические рекомендации по выполнению расчетной части курсового проекта | 15 |
| 5 Список использованных источников | 20 |
| 6 Вопросы для подготовки к защите курсового проекта | 20 |
| 7 Методические рекомендации выполнения графической части проекта | 22 |
| 8 Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта | 33 |

1 Пояснительная Записка

Данные методические рекомендации разработаны в соответствии с требованиями ФГОС СПО и рабочей программой профессионального модуля ПМ.01. «Техническое обслуживание оборудования электрических подстанции и сете», МДК 01.04 «Контактная сеть»

Методические рекомендации предназначены для студентов специальности 13.02.07. «Электроснабжение» (по отраслям) для темы: Проект участка контактной сети переменного (постоянного) тока. Методические рекомендации не ограничивают инициативы преподавателей по тематике и содержанию курсового проекта.

Курсовое проектирование – один из видов промежуточной аттестации, цель которого:

- закрепить, систематизировать и комплексно обобщить знания студентов по пройденному материалу междисциплинарного курса;
- развить навыки самостоятельной творческой работы;
- научить студентов пользоваться современной справочной литературой, существующими стандартами ОАО РЖД, типовыми проектными решениями и другими нормативно-техническими документами.
- обучение студентов практическому применению полученных знаний теоретического материала курса в решении технических задач по проектированию контактной сети.

Задача преподавателя – обеспечить подготовленность студентов к курсовому проектированию, поэтому необходимо ориентировать их на самостоятельное принятие решений по составлению схемы питания и секционирования контактно сети станции и прилегающего перегона, выбор современного оборудования – опор, поддерживающих устройств, изоляторов, консолей, фиксаторов и т.д.

Преподаватель должен выполнять функции консультанта, направляя студентов при решении конкретных задач.

В результате выполнения курсового проекта по МДК 01.04 «Контактная сеть» студенты должны

иметь практический опыт:

- составления схемы питания и секционирования контактной сети заданной станции и прилегающего перегона;
- составления монтажной схемы трассировки контактно сети заданной станции;
- составления монтажной схемы трассировки контактной сети заданного перегона;
- выбора необходимого оборудования и материалов;
- составления сметы на строительные и монтажные работы при электрификации заданного участка перегона;
- применения инструкций, норм и правил.

уметь:

- разрабатывать схемы питания и секционирования (продольного и поперечного) контактной сети заданной станции и прилегающих перегонов;
- выполнять схемы трассировки контактной сети на станции и перегоне;
- использовать нормативно-техническую документацию;
- оформлять курсовой проект в соответствии с требованиями нормоконтроля.

знать:

- устройство контактной сети на станции и перегоне;
- графические обозначения оборудования на схемах питания и секционирования контактной сети станции и перегона;
- основные положения Правил устройства и технической эксплуатации контактной сети;
- условные обозначения, применяемые в схемах трассировки контактной сети станции и перегона;
- принципы организации работ на контактной сети в соответствии с требованиями безопасности обслуживающего персонала (электробезопасности), а также обеспечения безопасности движения поездов при выполнении работ на контактной сети в зависимости от категории работ по мерам безопасности.

На выполнение курсового проекта учебным планом предусмотрено 30 часов.

Результатом выполнения курсового проекта по МДК 01.04 «Контактная сеть» является овладение обучающимися видом профессиональной деятельности, в том числе профессиональными и общими компетенциями:

ПК 1.1 Читать и составлять электрические схемы питания и экранирования контактной сети

ПК 1.2 Выполнять основные виды расчетов стоимости сооружения контактной подвески на станции и перегоне

ПК 1.3 Разрабатывать и оформлять технологическую и отчетную документацию

ОК 1 Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес

ОК 2 Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество

ОК 3 Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность

ОК 4 Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития

ОК 5 Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности

ОК 6 Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями

ОК 7 Брать на себя ответственность за работу членов команды, за результат выполнения задания

ОК 8 Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации

ОК 9 Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности

Настоящие документ содержат основные требования и рекомендации по выполнению курсового проекта:

- содержание задания;
- исходные данные;
- методику выполнения расчетной части курсового проекта;
- методику выполнения графической части курсового проекта;
- рекомендации по экономической части курсового проекта;
- методику по разработке специальной части курсового проекта;
- список рекомендуемой литературы;
- вопросы для подготовки к защите курсового проекта;
- требования к оформлению курсового проекта.

2 Задание на курсовой проект

В задании указана тема курсового проекта, а также исходные данные для расчетов.

Образец оформления задания, а также таблица для определения варианта и таблица технических данных контактного провода и несущего троса представлена на следующей странице.

Исходные данные для выполнения расчетной части курсового проекта приведены в приложении №2. в тридцати вариантах. Выбор варианта производится в соответствии с порядковым номером студента по журналу.

РОСЖЕЛДОР
Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение
высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)
Т Е Х Н И К У М
(ТЕХНИКУМ ФГБОУ ВО РГУПС)

Рассмотрено предметной комиссией
«Электроснабжение»

УТВЕРЖДАЮ:
Зам. директора по учебной части

Председатель _____

_____ 20__ г.

_____ 20__ г

ЗАДАНИЕ (вариант №1)
на курсовой проект по МДК 01.04 «Контактная сеть»
специальности 13.02.07. «Электроснабжение» (по отраслям)

Студенту _____ Группа _____

ТЕМА ПРОЕКТА:

«Проект участка контактной сети переменного тока».

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА:

1.1 Характеристика цепной подвески:

1.1.1 на перегоне и главных путях станции

| | |
|----------------------------------|------------------------------------|
| Несущий трос + контактный провод | <u>ПБСМ-95 + МФ-100</u> |
| Тип подвески на перегоне | <u>компенсированная</u> |
| Тип подвески на станции | <u>полукомпенсированная</u> |
| Конструктивная высота | <u>2 м</u> |

1.1.2 на боковых путях станции

| | |
|----------------------------------|------------------------------------|
| Несущий трос + контактный провод | <u>ПБСМ-70 + МФ-85</u> |
| Тип подвески | <u>полукомпенсированная</u> |
| Конструктивная высота | <u>2 м</u> |

1.2 Метеорологические условия:

1.2.1 Ветровой район **3-й**

1.2.2 Район территории по гололеду **3-й**

(Гололед – цилиндрической формы с удельным весом 0,9 г/см)

2 ДАННЫЕ ДЛЯ ТРАССИРОВКИ К. СЕТИ ПЕРЕГОНА:

| | | | |
|------|--|-----------------------|-----------|
| 2.1 | Входной сигнал заданной станции | 32 км | ПК 1 + 20 |
| 2.2 | Ось переезда шириной 6м | - « - | ПК 3 + 50 |
| 2.3 | Начало кривой R1 (центр слева по ходу километров) | 33 км | ПК 5 + 75 |
| 2.4 | Радиус кривой R1 | $R1 = 400 \text{ м}$ | |
| 2.5 | Конец кривой R1 | 34 км | ПК 0 + 55 |
| 2.6 | Начало выемки глубиной до 7м | - « - | ПК 6 + 50 |
| 2.7 | Конец выемки | - « - | ПК 9 + 50 |
| 2.8 | Начало насыпи высотой более 5м | 35 км | ПК 4 + 50 |
| 2.9 | Ось моста через реку с ездой «по низу» | - « - | ПК 6 + 30 |
| 2.10 | Длина моста | $L = 130 \text{ м}$ | |
| 2.11 | Конец насыпи | - « - | ПК 7 + 80 |
| 2.12 | Начало кривой R2 (центр справа по ходу километров) | 36 км | ПК 8 + 80 |
| 2.13 | Радиус кривой R2 | $R2 = 2400 \text{ м}$ | |
| 2.14 | Ось ВЛ-110кВ, пересекающей пути под углом 90° | 37 км | ПК 4 + 60 |
| 2.15 | Конец кривой R2 | - « - | ПК 7 + 00 |
| 2.16 | Последняя анкерная опора трехпролетного неизолирующего сопряжения | 38 км | ПК 2 + 30 |

3 СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА:

Курсовой проект, выполненный в полном объеме, состоит из расчетно-пояснительной записки объемом 18-25 страниц и графической части.

3.1 Расчетно-пояснительная записка:

3.1.1 Введение

3.1.2 Расчет нагрузок, действующих на контактную подвеску

3.1.3 Расчет максимально допустимых длин пролетов между опорами контактной сети

3.1.4 Разработка и описание схемы питания и секционирования контактной сети заданной станции и прилегающих перегонов

3.1.5 Подбор типовых опор и поддерживающих конструкций

3.1.6 Обоснование трассировки контактной сети станции

3.1.7 Обоснование трассировки контактной сети на проектируемом участке перегона

3.1.8 Экономическая часть – подсчет стоимости сооружения контактной сети на проектируемом участке перегона

3.1.9 Специальная часть проекта - Обеспечение безопасности выполнения работ на контактной сети и безопасности движения поездов при выполнении работ по заданной технологической карте. Технологическая карта № 1.1.10. Осмотр электротяговой рельсовой цепи.

3.1.10 Список используемой литературы.

3.2 Графическая часть:

3.2.1 Схема питания и секционирования контактной сети станции (формат А4, без масштаба);

3.2.2 Монтажный план контактной сети заданной станции (на миллиметровой бумаге высотой – 297 мм, шириной - по необходимости, в масштабе 1:1000).

3.2.3 Монтажный план контактной сети проектируемого участка перегона (на миллиметровой бумаге высотой – 297 мм, шириной - по необходимости, в масштабе 1:2000).

4 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

4.1 Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Контактная сеть» для студентов заочного отделения техникума РГУПС». Техникум РГУПС, 2016.

4.2 Бондарев Н.А., Чекулаев В.Е. Контактная сеть. М, «Маршрут» 2006

4.3 Технологические карты на работы по содержанию и ремонту устройств контактной сети электрифицированных железных дорог – книги 1-2-3. М.»Трансиздат», 2010

4.4 Правила безопасности при эксплуатации контактной сети и устройств электроснабжения автоблокировки, (№ 103) М. «Трансиздат» 2010

4.5 Инструкция по безопасности для электромонтеров контактной сети. М; «Трансиздат» 2010 (№ 104)

7 Правила устройства и технической эксплуатации контактной сети электрифицированных железных дорог – (ПУТЭКС). М; «Трансиздат» 2002

Дата выдачи задания:

Срок выполнения:

Руководитель курсового проекта

3 Исходные данные по вариантам

| № варианта | Несущий трос | Контактный провод | Род тока | Метеоусловия | | Радиусы кривых | |
|------------|--------------|-------------------|----------|-----------------------|------------------------|----------------|----------------|
| | | | | гололедный район (мм) | ветровой район (м/сек) | Кривая № 1 (м) | Кривая № 2 (м) |
| 1 | ПБСМ-95 | МФ-100 | перем | 3 (20 мм) | 3 (32 м/сек) | 400 | 2400 |
| 2 | М-95 | 2МФ-100 | пост | 3 (20 мм) | 2 (29 м/сек) | 450 | 2350 |
| 3 | ПБСМ-95 | МФ-120 | перем | 3 (20 мм) | 2 (29 м/сек) | 500 | 2300 |
| 4 | М-95 | МФО-100 | перем | 1 (10 мм) | 4 (36 м/сек) | 550 | 2250 |
| 5 | ПБСМ-95 | МФО-100 | перем | 2 (15 мм) | 2 (29 м/сек) | 600 | 2200 |
| 6 | М-95 | МФ-150 | перем | 2 (15 мм) | 2 (29 м/сек) | 650 | 2150 |
| 7 | ПБСМ-95 | 2МФ-100 | пост | 2 (15 мм) | 4 (36 м/сек) | 700 | 2100 |
| 8 | МСН-95 | МФ-120 | пост | 3 (20 мм) | 2 (29 м/сек) | 750 | 2000 |
| 9 | МСН-95 | МФ-100 | перем | 3 (20 мм) | 1 (25 м/сек) | 800 | 1950 |
| 10 | МСН-95 | МФО-100 | пост | 3 (20 мм) | 2 (29 м/сек) | 400 | 1900 |
| 11 | ПБСМ-95 | МФ-150 | пост | 1 (10 мм) | 4 (36 м/сек) | 450 | 1850 |
| 12 | М-95 | МФ-100 | перем | 2 (15 мм) | 3 (32 м/сек) | 500 | 1800 |
| 13 | МСН-95 | МФ-120 | перем | 1 (10 мм) | 2 (29 м/сек) | 550 | 1750 |
| 14 | ПБСМ-95 | МФ-100 | перем | 3 (20 мм) | 3 (32 м/сек) | 600 | 1700 |
| 15 | М-95 | МФО-100 | перем | 3 (20 мм) | 4 (36 м/сек) | 650 | 1650 |
| 16 | М-95 | МФ-150 | перем | 2 (15 мм) | 2 (29 м/сек) | 700 | 1600 |
| 17 | МСН-95 | МФО-100 | перем | 3 (20 мм) | 1 (25 м/сек) | 750 | 1550 |
| 18 | ПБСМ-95 | МФ-100 | перем | 4 (25 мм) | 2 (29 м/сек) | 800 | 1500 |
| 19 | М-95 | 2МФ-100 | пост | 3 (20 мм) | 3 (32 м/сек) | 400 | 1450 |
| 20 | МСН-95 | 2МФ-100 | пост | 4 (25 мм) | 1 (25 м/сек) | 450 | 1400 |
| 21 | ПБСМ-95 | БрФ-100 | перем | 3 (20 мм) | 3 (32 м/сек) | 500 | 1350 |
| 22 | ПБСМ-95 | МФ-100 | пост | 3 (20 мм) | 1 (25 м/сек) | 550 | 1300 |
| 23 | М-95 | МФ-120 | перем | 1 (10 мм) | 3 (32 м/сек) | 600 | 1250 |
| 24 | МСН-95 | МФО-100 | пост | 2 (15 мм) | 2 (29 м/сек) | 650 | 1200 |
| 25 | ПБСМ-95 | МФ-100 | перем | 3 (20 мм) | 4 (36 м/сек) | 700 | 1150 |
| 26 | М-95 | МФ-100 | пост | 2 (15 мм) | 3 (32 м/сек) | 750 | 1100 |
| 27 | ПБСМ-95 | МФ-120 | пост | 3 (20 мм) | 1 (25 м/сек) | 800 | 1050 |
| 28 | МСН-95 | МФ-100 | перем | 1 (10 мм) | 2 (29 м/сек) | 850 | 1000 |
| 29 | М-95 | МФО-100 | пост | 4 (25 мм) | 3 (32 м/сек) | 400 | 2010 |
| 30 | ПБСМ-95 | МФО-100 | перем | 1 (10 мм) | 1 (25 м/сек) | 450 | 1900 |

Технические данные контактных проводов и несущих тросов

| | Марка проводов и тросов | Расчетное сечение S мм | Высота сечения провода-Н (диаметр троса - d), мм | Ширина сечения провода A мм | Нагрузка от силы тяжести g_т, g_к Н/м | Коэффициент | Коэффициент | Натяжение троса, (контактн. провода) Н |
|--------------------|-------------------------|-------------------------------|--|------------------------------------|--|---------------------|-------------|--|
| | | | | | | 24α | αES | |
| Несущие тросы | ПБСМ-70 | 69.9 | 11.0 | - | 6.0 | $319 \cdot 10^{-6}$ | 138.2 | 15000 |
| | ПБСМ-95 | 90.6 | 12.5 | - | 7.8 | $319 \cdot 10^{-6}$ | 179.3 | 16000 |
| | М-70 | 67.7 | 10.7 | - | 6.1 | $408 \cdot 10^{-6}$ | 126.3 | 13000 |
| | М-95 | 94.0 | 12.6 | - | 8.4 | $408 \cdot 10^{-6}$ | 173.8 | 14500 |
| | М-120 | 117.0 | 14.0 | - | 10.6 | $408 \cdot 10^{-6}$ | 219.8 | 18000 |
| | МСН-70 | 70.0 | 11.0 | - | 6.2 | $408 \cdot 10^{-6}$ | 126.3 | 15000 |
| | МСН-95 | 95.0 | 12.5 | - | 8.0 | $408 \cdot 10^{-6}$ | 179.3 | 17000 |
| | МСН-120 | 120.0 | 14.0 | - | 11.1 | $408 \cdot 10^{-6}$ | 219.8 | 18000 |
| Контактные провода | МФ-85 | 85 | 10.8 | 11.7 | 7.6 | $408 \cdot 10^{-6}$ | 18.78 | 8500 |
| | НЛЮлФ-85 | 85 | 10.8 | 11.7 | 7.6 | $408 \cdot 10^{-6}$ | 187.8 | 8500 |
| | БрМгФ-85 | 85 | 10.8 | 11.7 | 7.6 | $408 \cdot 10^{-6}$ | 187.8 | 8500 |
| | МФ-100 | 100 | 11.8 | 12.8 | 8.9 | $408 \cdot 10^{-6}$ | 221 | 10000 |
| | МФО-100 | 100 | 10.5 | 14.9 | 8.9 | $408 \cdot 10^{-6}$ | 221 | 10000 |
| | НлФ-100 | 100 | 11.8 | 12.8 | 8.9 | $408 \cdot 10^{-6}$ | 221 | 10000 |
| | НлФО-100 | 100 | 10.5 | 14.9 | 8.9 | $408 \cdot 10^{-6}$ | 221 | 10000 |
| | БрФ-100 | 100 | 11.8 | 12.8 | 8.9 | $408 \cdot 10^{-6}$ | 221 | 10000 |
| | БрФО-100 | 100 | 10.5 | 14.9 | 8.9 | $408 \cdot 10^{-6}$ | 221 | 10000 |
| | МФ-120 | 120 | 12.9 | 13.9 | 10.7 | $408 \cdot 10^{-6}$ | 265 | 12000 |
| | МФ-150 | 150 | 14.5 | 15.5 | 13.4 | $408 \cdot 10^{-6}$ | 331.5 | 15000 |
| | БрФ-150 | 150 | 14.5 | 15.5 | 13.4 | $408 \cdot 10^{-6}$ | 331.5 | 15000 |

4 Методика выполнения расчетной части курсового проекта

4.1 При написании введения необходимо отразить значение контактной сети в системе электрифицированного транспорта, а также основные требования к её проектированию, монтажу и эксплуатации.

4.2 При расчете нагрузок, действующих на провода контактной подвески необходимо определить погонные нагрузки на провода заданной контактной подвески с учетом заданных климатических условий на главных и боковых путях станции, а также с учетом особенностей плана пути на перегоне.

В курсовом проекте следует использовать расчеты, выполненные в практической работе № 18.

4.3 При выполнении расчетов максимально допустимых длин пролетов между опорами контактной сети для разных участков рельефа местности, а также прямых и кривых участков пути следует использовать данные практического занятия № 19.

4.4 Для составления и обоснования (описания) схемы питания и секционирования контактной сети заданно станции и прилегающих перегонов следует воспользоваться навыками, полученными при выполнении практических занятий № 16 и 17.

Схемы станций даны в задании в 10 вариантах.

Схема питания и секционирования вычерчивается без масштаба в графическом редакторе, Visio, на стандартном листе курсового проекта с маленьким штампом. На схеме должно быть предусмотрено питание контактной сети станции и прилегающих перегонов, продольное секционирование (отделение контактной сети станции от контактной сети перегона) и поперечное секционирование (выделение группы путей в отдельные секции).

При электрификации участка на переменном токе в той горловине станции, где расположена тяговая подстанция, должна быть предусмотрена нейтральная вставка.

При составлении схемы секционирования контактной сети на станции число секций должно быть выбрано в соответствии с работой станции, а также условиями обеспечения надежности работы сети и удобствами ее обслуживания.

Излишнее дробление контактной сети на секции снижает ее надежность, усложняет и удорожает ее устройство. Поэтому на малых станциях с небольшим развитием путей допускается объединение контактной сети главного пути с контактной сетью отдельных станционных путей. Иногда допускается объединение всех путей станции в одну секцию.

Независимо от путевого развития станции электрически отделяются: главные пути — друг от друга, погрузочно-разгрузочные пути и тупики, а также пути и тупики, на которых производится экипировка пассажирских вагонов или осмотр крышевого оборудования подвижного состава, — от других путей (поперечное секционирование).

Для обеспечения безопасности работ секционные разъединители на этих путях должны иметь заземляющие ножи.

Подача и снятие напряжения с отдельных секций контактной сети осуществляется секционными разъединителями.

При секционировании желательно обходиться минимальным числом разъединителей, располагать их группами, а не размещать по всей территории станции.

Установка двух разъединителей с обоих концов секции не допускается, так как это усложняет оперативность действий и не обеспечивает безопасность.

4.5 При подборе типовых опор и поддерживающих конструкций учитываются рекомендации инструкционных карт по выполнению практических работ № 21 (по расчету изгибающего момента и подбору типовой опоры), а также практической работы № 10 по выбору поддерживающих устройств (консолей, фиксаторов, поперечин) на контактной сети.

4.6. Обоснование трассировки контактной сети станции

Лучшим вариантом трассировки считается тот, который при соблюдении всех

технических условий требует меньшего количества опор и меньшей суммарной длины нерабочих ветвей проводов.

4.7 Обоснование трассировки контактной сети на перегоне

План заданного перегона быть выполнен в масштабе 1:2000. В соответствии с заданием на план перегона нанесены искусственные сооружения (ось железобетонной трубы, участок, где возможно возникновение автоколебаний проводов, железнодорожный мост с ездой «по низу», переезд, места выемки и насыпи, а также три кривых участка пути заданного радиуса. Ниже линий, отражающих оси путей, отображен спрямленный план пути.

На план перегона между входным светофором и первой стрелкой станции с соблюдением всех расстояний, на которых устанавливаются необходимые сигнальные знаки, перенесено с плана станции изолирующее сопряжение.

Перегон разбит на анкерные участки в соответствии с необходимостью расстановки анкерных и переходных опор с таким условием, чтобы неизолирующие сопряжения, преимущественно, разместились на прямых участках пути, а места средних анкерровок были расположены целесообразно (т.е. не на мосту, не на переходных участках кривых и прямых).

Длины пролетов между опорами средних анкерровок уменьшены на 10 %. Далее на расстояниях, соответствующих принятым длинам пролетов расставлены консольные опоры, а также анкерные и переходные опоры сопряжений.

На кривых участках пути расстояние между опорами уменьшено в соответствии с расчетными данными для соответствующих радиусов.

От края железобетонной трубы а также металлического моста опоры установлены на расстоянии не ближе 5 метров.

Опоры у переезда расположены таким образом, чтобы устанавливаемыми анкерами и оттяжками не пересекать установленные габариты переезда.

Габарит установки промежуточных опор на прямых участках пути составляет 3.3 м, для анкерных опор – 3.5 м, для опор за выемкой – 4.9 м, на кривых – в зависимости от радиуса и места расположения опоры.

Далее была выполнена разбивка зигзагов, вначале на кривых, а потом на прилегающих прямых участках пути. При этом на прямых участках пути зигзаги направлены в разные стороны от оси пути, а на кривых – направлены от центра кривой. В местах, где рядом располагаемые зигзаги получают направленными в одну сторону, один из зигзагов, устраивается «нулевым», т.е. с креплением в центре оси пути.

На металлическом мосту принято крепление контактной подвески к фермам моста, где также указаны направления зигзагов.

4.8 Экономическая часть проекта.

Для расчета стоимости сооружения проектируемого участка перегона, на чертежах трассировки размещают спецификации:

- анкерных участков, куда вносят длину несущего троса и контактного провода каждого анкерного участка и, затем общую длину проводов;
- опорных конструкций, куда вносят все типы опор, применяемые в проекте, а также фундаменты, анкера и оттяжки;
- оборудования и материалов. Сюда вносят изоляторы всех типов, применяемых на участке, секционные разъединители и секционные изоляторы, разрядники, привода разъединителей и т.д.

На основании этих спецификаций и составляется смета на строительные и монтажные работы по сооружению проектируемого участка перегона или станции. Смета должна учитывать накладные и другие расходы при выполнении работ. При составлении сметы следует пользоваться данными практического занятия № 25.

4.9 Специальная часть проекта - Обеспечение безопасности выполнения работ на контактной сети и безопасности движения поездов при выполнении работ по заданной технологической карте.

При выполнении специальной части проекта необходимо осветить вопросы обеспечения требований техники безопасности, безопасности движения поездов (по пункта «Правил...» № 103 и «Инструкции...» № 104, а также охраны труда при

выполнении работ по заданной технологической карте на работы по содержанию и ремонту устройств контактной сети.

Полностью привести заданную технологическую карту необходимо в приложении.

В ответе на задание необходимо привести требования к организационным и техническим мероприятиям в соответствии с работой по заданной технологической карте. Кроме того, необходимо привести требования по обеспечению безопасности движения поездов при выполнении заданной работы.

5 Список использованных источников

Список источников следует привести в соответствии требованиями «Правил оформления курсовых и дипломных проектов»

6 Вопросы для подготовки к защите курсового проекта

Ответы на вопросы должны быть максимально полными.

Например:

Какие расстояния между опорами приняты в Вашем проекте на прямых и на кривых участках пути?

Пример ответа:

По расчетным условиям в соответствии с ___ районом по гололеду и ___ ветровым районом в моем варианте пролеты на прямом участке пути получились ___ м, при этом на насыпях - ___ м, Правила устройства и технической эксплуатации контактной сети (ПУТЭКС) регламентируют максимально допустимую длину пролета на прямом участке пути от 40 до 70 м, в зависимости от места расположения контактной подвески. Поскольку расчеты не ограничивают допустимую длину пролета, в проекте приняты пролеты длиной ___ м на прямых участках пути, ___ м на выемках глубиной до 7 м, а на насыпях, высотой от 5 до 10 м ___ м.

На первой кривой радиусом ___ м, по расчетам длина пролета получилась ___ м, но согласно требованиям ПУТЭКС принята длина ___ м. на второй кривой радиусом ___ м, расчетная величина ___ м, в соответствии с требованиями ПУТЭКС принята ___

1. Что ограничивает максимальную длину пролета между опорами?

2. Как влияют значения района по гололеду и ветрового района на длины пролетов?
3. А как влияет на длины пролетов наличие насыпи или выемки?
4. Какие опоры применяются на контактной сети, и в каких случаях? Какие типы опор используются в Вашем проекте?
5. По какому принципу выбираются опоры на контактной сети?
6. Чем отличаются анкерные опоры от промежуточных? Что такое оттяжки и какие они бывают?
7. Каких требований к габаритам опор Вы придерживались при расстановке опор на перегоне? Какие требования предъявляются к габаритам опор на кривой?
8. Какие типы консолей Вы знаете, какие применяли в своем проекте и почему?
9. Вы применили на двухпутном участке однопутные консоли. Почему не двухпутные?
10. Расскажите о жестких и гибких поперечинах. Применяете ли Вы их в своем проекте? В каких случаях их применение целесообразно на перегоне?
11. Расскажите о порядке трассировки контактной сети на станции.
12. Расскажите о порядке трассировки контактной сети на перегоне.
13. Покажите в Вашем проекте нейтральную вставку и расскажите о ее назначении и устройстве.
14. Покажите на Вашем чертеже сопряжения. Расскажите об их назначении и устройстве.
15. Назовите нагрузки, действующие на контактную подвеску?
16. Контактная подвеска какого типа принята в Вашем проекте? Какие еще типы подвесок Вы знаете? Назовите их основные различия.
17. Назовите основные марки контактного провода и несущего троса. Укажите область их применения.
18. Укажите разновидности и назначение струн на контактной сети.
19. Расскажите о продольных, поперечных и обводных электрических соединителях. Покажите их на своем чертеже.

20. Расскажите о назначении средней анкеровки, укажите эти места на Вашем чертеже и объясните особенности ее выполнения при компенсированной и при полукомпенсированной подвеске.
21. Что такое воздушные стрелки и применяете ли Вы их в своем проекте.
22. Что такое фиксаторы, для чего они применяются, какие бывают и есть ли они на Вашем чертеже?
23. Какие изоляторы применяются на контактной сети, и какие из них Вы применяете в своем проекте?
24. Расскажите о принципах секционирования контактной сети на станциях постоянного и переменного тока
25. Расскажите о секционных разъединителях и их приводах, Где применяются секционные разъединители в Вашем проекте?
26. Какими сигналами и как ограждается нейтральная вставка?
27. Какие существуют способы прохода контактной сети на мостах с ездой «По низу»?
28. У Вас на чертеже показан входной светофор станции. Какие требования к опорам контактной сети предъявляются в связи с наличием светофора?
29. Какие разъединители применяются на контактной сети переменного тока? Используете ли Вы их в Вашем проекте и для чего?
30. Какие разъединители применяются на контактной сети постоянного тока? Используете ли Вы их в Вашем проекте и для чего?
31. Чем различаются контактные подвески постоянного и переменного тока?

7 Методические рекомендации выполнения графической части проекта

При выполнении трассировки контактной сети станции и перегона следует пользоваться установленными условными обозначениями.

При разбивке опор на станции необходимо обеспечить нормальное расположение контактного провода относительно оси пути, надежную фиксацию места изгиба проводов на воздушных стрелках и при отводе провода на анкеровку.

Следует учесть также перспективное развитие станции и расположить опоры так, чтобы укладка новых путей не вызывала значительных переустройств контактной сети.

Для того чтобы не допустить ошибок в трассировке контактной сети, необходимо правильно начертить план станционных путей в масштабе 1:1000 и хорошо представлять устройство воздушных стрелок и фиксацию контактных проводов.

Данные для вычерчивания плана станции приведены на заданных схемах станций (указаны центры стрелочных переводов, расстояние от пассажирского здания. Поскольку линии на чертеже представляют собой оси путей, математический центр стрелки (точка пересечения прямой и наклонной линий) будет находиться на расстоянии около 10 м от острия стрелки в сторону крестовины.

План станции вычерчивается на миллиметровой бумаге, которой должна быть на 200—300 мм больше масштабируемого расстояния между входными светофорами.

В первую очередь на листе проводят прямую продольную линию – ось главного пути, наносят ось пассажирского здания станции и от нее в обе стороны через каждые 100 м, проводят тонкие вертикальные линии, обозначающие условные станционные пикеты. Потом параллельно главному пути на расстоянии заданных междупутий проводят линии остальных путей парка. При откладывании размеров междупутий в масштабе следует округлять их до целых миллиметров, например, для 5,3 м брать 5 мм; 5,5 м — 6 мм и т. д.

Точки пересечения наклонной и параллельных линий будут определять центры переводов. Заданные пикеты острия стрелок не должны совпадать с этими точками.

Аналогично наносятся и все остальные стрелки и пути станции. Следует помнить, что стрелки и стрелочные улицы, не примыкающие к главному пути, имеют марки крестовин 1/9, а на съездах, соединяющих главный путь и станционный, обе стрелки делаются 1/11.

Очертание пассажирского здания показывается на листе произвольно, пешеходный мостик наносится на план станции в соответствии с указаниями задания на проект, здание тяговой подстанции находится на расстоянии 50 м от главного пути.

Трассировку контактной сети на станции надо начинать с размещения опор в обеих горловинах станции и у пешеходного мостика. При этом очень важно обеспечить правильную фиксацию проводов на воздушных стрелках. От этого зависит надежность работы контактной сети и плавный безыскровый проход токоприемника во всех направлениях.

Наилучшие условия прохода токоприемника по одиночной воздушной стрелке создаются тогда, когда точка пересечения контактных проводов расположена симметрично относительно осей прямого и примыкающего путей и находится на расстоянии 360—400 мм от них, там, где расстояние между внутренними гранями головок соединительных рельсов крестовины равно 730—800 мм. В этом случае наиболее удобное место расположения фиксирующей опоры будет находиться на расстоянии 1-1,5 м от точки пересечения в сторону центра перевода или от остряка стрелки на расстоянии $A = 17,5$ м для марки крестовины 1/11 и 17—16 м для марки 1/9 см.

В случае необходимости место расположения фиксирующей (или промежуточной) опоры можно сместить на 4—5 м в сторону остряка и не более 1 м в сторону крестовины.

Размещение опор в горловинах станции удобнее начинать с наметки мест, где необходима фиксация контактных проводов. Такими местами являются все стрелочные переводы, над которыми должны быть смонтированы воздушные стрелки, и все пункты, где контактный провод должен изменить свое направление (например, на стрелочных кривых).

Место фиксации провода на стрелочной кривой целесообразно намечать в ее середине. Каждое место, где необходима фиксация контактных проводов, следует

наметить вертикальной пунктирной линией и определить его пикет, т. е. расстояние от пассажирского здания.

После того как все пункты, где необходима фиксация контактных проводов, намечены, производится выбор тех мест, где рационально установить несущие и анкерные опоры. При этом должны быть рассмотрены варианты расположения опор с учетом возможности выполнения отдельных воздушных пересечений без фиксации.

Нефиксированные стрелки могут быть выполнены или путем смещения анкерной опоры на такое расстояние, чтобы анкеруемый провод проходил без изгиба, или путем закрепления пересекающихся проводов на фиксирующем тросе поперечно поддерживающей конструкции так, чтобы эти провода не изгибались и были прямолинейными.

Следует избегать устройства воздушной стрелки с двойным пересечением контактных проводов, а также использования для фиксации контактной подвески специально натянутых тросов или нерабочих ветвей проводов, идущих на анкеровку. В этом случае, как правило, целесообразнее установить фиксирующую опору.

При размещении опор в горловинах станции надо учитывать возможность анкеровок всех проводов с путей, заканчивающихся в горловинах, без установки специальных (дополнительных) анкерных опор и следить, чтобы два соседних пролета не отличались друг от друга более чем на 25% от величины большего пролета. Металлические опоры могут быть применены только в качестве анкерных в тех случаях, когда необходимо разместить анкеровки с двух сторон опоры или анкеровки двух подвесок с одной стороны.

Из всех возможных вариантов выбирается тот, при котором будет установлено наименьшее количество несущих и фиксирующих опор. Фиксирующие опоры устанавливаются в тех местах, где нефиксированные стрелки не могут быть осуществлены, а установка несущих опор привела бы к значительному уменьшению длины пролетов и, следовательно, к значительному удорожанию сети.

Когда опоры в горловинах станции уже намечены, целесообразно, приступить к размещению опор в местах сопряжения анкерных участков станции и перегонов.

Сопряжение анкерных участков станции и перегона должно осуществляться с одновременным секционированием сети (воздушным промежутком) и конструктивно выполняться в трех или четырех пролетах.

Изолирующее сопряжение должно располагаться между входным сигналом и первым стрелочным переводом станции. При этом анкерная опора изолирующего сопряжения (со стороны перегона) должна располагаться не далее 300 м от последней стрелки станции, но так, чтобы она не выходила за входной сигнал.

Допускается установка анкерной опоры воздушного промежутка на перегоне перед входным сигналом. В случае невозможности размещения воздушного промежутка между входным сигналом и первой стрелкой станции сигнал должен быть перенесен в сторону перегона на необходимое расстояние.

Длина пролета между переходными опорами воздушного промежутка должна составлять не более 75% максимально допускаемой длины пролета на станции. Видимость сигналов не должна быть ухудшена, что должно быть учтено при выборе габаритов установки опор у сигналов.

После размещения опор на обоих концах станции производится размещение их в средней части станции. При этом разбивку опор следует производить по возможности равными пролетами, стремясь к установке минимального числа опор, нигде не превышая при этом максимально допускаемой величины пролета.

На пассажирских платформах должно устанавливаться минимальное число опор. При наличии одного или двух параллельно расположенных путей следует применять опоры с однопутными консолями. Установку опор с двухпутными консолями применять не следует.

При параллельном расположении от трех до восьми путей рекомендуется применять опоры с жесткой поперечиной (ригелем), а при большем количестве путей - конструкцию из двух жестких поперечин, устанавливаемых на рядом стоящих опорах, либо гибкую поперечную конструкцию.

Опоры, располагаемые у складских помещений, желательно устанавливать по краям этих помещений. При невозможности такого решения опоры и стойки жестких

поперечин могут быть установлены в междупутьях, если ширина их не менее 6 м у главных путей и не менее 5,4 м между другими станционными путями.

Проход контактной подвески под пешеходным мостиком может быть осуществлен с пропуском подвески под мостиком без закрепления на нем изолятора несущего троса.

В первом случае мостик должен рассматриваться как опора и ближайшие к нему соседние опоры должны располагаться на расстоянии, равном или близком к максимально допускаемой величине пролета на станции.

Во втором случае независимо от выбранного способа прохода подвески под мостиком (проход без разанкеровки несущего троса или с его разанкеровкой) ближайшие к мостику опоры должны располагаться так, чтобы мостик был в середине пролета.

Когда расстановка опор на станции закончена, производят окончательную наметку мест анкеровки контактных подвесок путей станции и приступают к составлению плана контактной сети.

На плане контактной сети условными обозначениями должны быть ясно показаны все анкеровки, пересечения и воздушные стрелки.

Контактная сеть каждого анкерного участка на плане должна легко просматриваться, поэтому рабочие ветви контактной подвески обозначаются более толстыми линиями, чем нерабочие, отходящие на анкеровку. Длина анкерного участка не превышает 1600 м, и только в исключительных случаях допускается 1800 м), у каждой анкерной опоры указывается номер и длина анкерного участка. Если длина анкерного участка не превышает 800 м, устраивается односторонняя компенсация натяжения контактного провода. На участках длиной более 800 м устраивается двусторонняя компенсация контактного провода и в середине среднего пролета анкерного участка отмечается устройство средней анкеровки. Величины пролетов, в которых размещаются средние анкеровки, должны быть на 10% меньше максимально допускаемых.

Затем по ходу километров производится нумерация всех опор, начиная с первой анкерной опоры левого воздушного промежутка и кончая последней анкерной опорой правого воздушного промежутка. При этом необходимо, чтобы опоры с одной стороны путей имели четные номера, а с другой стороны – нечетные (в соответствии с нумерацией направлений движения поездов). Номера опор указываются непосредственно около их обозначения.

Габарит каждой опоры должен быть указан в таблицах внизу чертежа. Нормальный габарит опоры, в соответствии с требованиями ПУТЭКС должен быть равен 3,3 м. Кроме того, для тех опор, которые устанавливаются вблизи пассажирского здания (на расстоянии 150 - 200 м в обе стороны), принимается увеличенный габарит установки опор. Габарит опор для улучшения видимости сигналов может быть также увеличен. Опоры перед светофором должны располагаться не ближе 20—25 м от сигнала и иметь габарит 3,5 м.

Места установки обратных фиксаторов показываются соответствующими условными обозначениями.

В соответствии с принятой схемой секционирования на плане станции показываются места установки всех секционных изоляторов, а также изоляторов, включенных в фиксирующие тросы поперечин и в нерабочие ветви подвески.

Все секционные разъединители также должны быть указаны на плане станции у тех опор, на которых они будут устанавливаться.

Продольные секционные разъединители устанавливаются на ближайших к оси станции переходных опорах воздушных промежутков.

Поперечные секционные разъединители устанавливаются на опорах, расположенных как можно ближе к тяговой подстанции.

Трассировка питающих линий

Питающие и отсасывающие линии от тяговых подстанций к контактной сети выполняются воздушными линиями. В данном курсовом проекте должна быть произ-

ведена трассировка воздушных питающих линий, а отсасывающие линии выполняются кабельными.

Как правило, воздушные питающие линии подвешиваются на опорах контактной сети, и только для подвода линий от здания тяговой подстанции до ближайших опор контактной сети устанавливаются специальные опоры.

Непосредственно у зданий тяговых подстанций устанавливаются или типовые ригельные опоры высотой 7,2 м, или в тех случаях, когда эта высота недостаточна для соблюдения габаритных расстояний от проводов питающих линий до земли (или до головки рельса при переходе через пути), типовые опоры контактной сети высотой 10—15 м.

Подвеска проводов питающих линий должна осуществляться таким образом, чтобы можно было производить работы на контактной сети без отключения питающих линий и работу на питающих линиях без отключения контактной сети. Для этого расстояние между проводами различных питающих линий или между проводами питающей линии и контактной сети должно быть не менее 2 м.

На опорах с гибкой поперечной подвеской высотой 15 м с полевой стороны могут быть размещены две различные питающие линии, крепление которых осуществляется в промежутке между креплениями поперечно-несущих и верхних фиксирующих тросов. На опорах контактной сети высотой до 10 м могут быть подвешены две различные питающие линии.

На консольных или специальных опорах высотой до 10 м может быть осуществлена анкеровка только одной питающей линии (с одной стороны опоры). На опорах высотой 15 м можно осуществить с одной стороны анкеровку двух различных питающих линий, расположив их на разных высотах. С применением специального анкерного кронштейна, дающего возможность разместить анкеровки двух различных линий на одной высоте, указанное выше количество анкеровок питающих линий на опорах может быть удвоено.

Запрещается подвешивать питающие провода над пассажирской платформой. В этом случае необходимо подвешивать их с противоположной стороны пассажирского здания.

Переходы проводов питающих линий через контактные сети путей должны производиться как можно ближе к середине пролета между опорами контактной сети и под углом, близким к 90° . Переход осуществляется при помощи специальных опор высотой не менее 15 м, установленных с обеих сторон путей с анкерровкой проводов питающих линий на этих опорах. В этом случае на каждой опоре может быть заанкеровано не более двух различных питающих линий.

Переход можно осуществить также и по жесткой поперечине, но для этого надо на ригеле закрепить специальные стойки.

Присоединение стационарной питающей линии к контактной сети производится через соответствующие секционные разъединители в месте, наиболее близко расположенном к тяговой подстанции.

Присоединения перегонных питающих линии к контактной сети при расположении тяговой подстанции в пределах станции осуществляется в местах изолирующих сопряжений анкерных участков на ближайших к станции переходных опорах. При расположении тяговой подстанции за пределами изолирующего сопряжения анкерных участков присоединение одной из перегонных питающих линий к контактной сети может быть осуществлено непосредственно у тяговой подстанции.

Трассировка контактной сети на перегоне

План перегона вычерчивается на листе № 2, в масштабе 1 : 2000.

Данные для составления плана перегона приведены в табл. 2. задания на курсовой проект. Заданный перегон примыкает к станции справа и начинается от входного светофора.

Таким образом, перегон является продолжением станции и расположение опор на станции и перегоне должно быть увязано между собой. План перегона подготавливается для последующей работы в виде прямой линии, ниже которой

помещается его спрямленный план и еще ниже - таблица того же вида, что и для станции.

Пикеты на плане перегона обозначаются по ходу километров в соответствии с заданием на проект. Кривые участки пути отмечаются только на линии спрямленного плана с указанием направления поворота радиуса и длины кривой.

Все искусственные сооружения, а также границы расположения насыпей и выемок наносятся на условную прямую линию соответствующими обозначениями с указанием высоты насыпей или глубины выемок.

Размещение опор контактной сети на перегоне производится на прямой линии плана перегона и начинается с переноса на эту линию опор изолирующего сопряжения между входным светофором и первой стрелкой станции, к которому прилегает перегон (при постоянном токе), или нейтральной вставки перед входным светофором станции при переменном токе.

Привязка опор производится по входному светофору, который обозначен и на плане станции и на плане перегона.

При этом надо иметь в виду, что на плане станции пикет «О» показан условный (от оси пассажирского здания), а на перегоне — действительный.

Далее выполняют предварительную разбивку перегона на анкерные участки, для чего наносят место расположения четырех опор неизолирующих сопряжений. Затем намечаются места средних анкерровок, так как при компенсированной подвеске средняя анкерровка выполняется и для несущего троса и для контактного провода, а пролеты между опорами, соседними с опорой средней анкерровки, должны выполняться укороченными на 10 % по сравнению с соседними.

Далее пролетами, по возможности равными максимально допускаемой длине пролета для соответствующего участка пути, производится расстановка всех опор как промежуточных. При этом разница в длине двух смежных пролетов не должна превышать 25% длины большего пролета.

Длины пролетов, расположенных частично на прямых и частично на кривых участках пути, должны приниматься равными максимально допускаемым длинам пролетов для кривых участков,

На однопутных участках все опоры располагаются с одной стороны пути. Опоры, располагаемые у искусственных сооружений и переездов должны отстоять от края этого сооружения или от обочины переезда на расстояние не менее 5 м.

При подходе к расположенному на перегоне мосту через реку следует прекратить расстановку опор примерно за 500 м до моста и установить способ прохода цепной подвески через мост.

При выборе способа прохода моста простой подвеской в случае применения на перегоне одинарного контактного провода следует на мосту добавить второй контактный провод. В этом случае, а также в случае применения цепной подвески малой конструктивной высоты с анкеровкой несущего троса на порталах моста ближайшие к мосту опоры устанавливаются на расстоянии, равном половине максимально допускаемой длины пролета для данного участка пути.

В случае применения цепной подвески малой конструктивной высоты без анкеровки несущего троса на порталах моста опоры, ближайшие к мосту, устанавливаются так, чтобы разница длин двух соседних пролетов не превышала 25% длины большего пролета (при необходимости должны быть применены переходные пролеты соответствующей длины).

После размещения опор у моста производится их привязка к ранее установленным опорам и заканчивается разбивка опор за мостом до конца перегона.

Все длины пролетов обозначаются в соответствующих местах цифрами, подчеркнутыми снизу одной чертой.

По окончании размещения всех опор как промежуточных производится разбивка перегона на анкерные участки. Длины анкерных участков должны определяться с учетом конкретного расположения кривых в их пределах (желательно, чтобы кривые участки пути были расположены ближе к середине анкерного участка).

Размещая анкерные участки, необходимо исходить из следующих соображений:

- количество анкерных участков на перегоне должно быть минимальным;
- длина анкерных участков цепной подвески, расположенной полностью на кривой, не должно превышать величин, регламентируемых ПУТЭКС;
- длина анкерного участка, расположенного частично на прямых и частично на кривых участках пути зависит от длины и радиуса кривых, а также расположения их в пределах анкерного участка. В таких случаях можно принимать среднюю величину;
- сопряжения анкерных участков рекомендуется, как правило, следует устраивать на прямых участках пути. Не допускается устраивать сопряжения на кривых, радиусом менее 1200м;
- если участок расположен частично на прямом и частично на кривом участке пути, среднюю анкеровку следует сместить на один-два пролета в сторону кривого участка (либо в сторону кривой меньшего радиуса, если анкерный участок охватывает две кривые различного радиуса).

Одновременно с разбивкой опор следует заносить их пикетаж в соответствующую графу таблицы, а также производить расстановку зигзагов, поскольку от их величины и направления зависит длина пролета.

На прямых участках пути зигзаги величиной 0.3 м должны быть поочередно направлены под каждой из опор то в одну, то в другую сторону от оси пути. На кривых участках зигзаги контактного провода величиной 0.4 м направляют от центра кривой. В местах перехода с прямого участка пути на кривой необходимо выполнять «увязку» зигзагов, т.е. у опоры, смежной с опорой на кривой выставить нулевой зигзаг, то есть контактный провод закрепить над осью пути.

8 Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта

8.1 Пример выполнения титульного листа пояснительно записки курсового проекта

8.2 Пример заполнения листа расчетно-пояснительной записки

8.3 Примеры библиографических записей использованных источников