

Калужский филиал ПГУПС

Методическая разработка

**Комплекс заданий для подготовки отчетов и
проведения практических занятий по МДК
01.02 Тема 2.4 «Электроснабжение ЭПС»**

Разработал:

Преподаватель

Наумов О.Ю.

2017 г.

Содержание

Пояснительная записка.....	3
Дополнительный материал к практическому занятию 1	4
Дополнительный материал к практическому занятию 2	6
Дополнительный материал к практическому занятию 3	8

Пояснительная записка

Данная методическая разработка подготовлена и написана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом и рабочей программы по МДК 01.02 Тема 2.4 «Электроснабжение ЭПС»

Данная разработка призвана для того, чтобы помочь студенту при проведении практических занятий и подготовке отчетов и их защите. Используя данную разработку, студент сможет самостоятельно подготовиться к практическому занятию, а также ответить на вопросы по ходу проведения занятия, что в целом является развивающей функцией данной разработки.

Весь учебный материал разбит на тематически закономерные блоки (согласно календарно-тематическому плану и рабочей программы), которые соответствуют тематике каждого блока теоретического материала. Каждый блок содержит в себе основные понятия и определения по данной теме и может быть использован при составлении отчета по практическому занятию как в качестве только лишь основы, так и представлять собой готовый бланк для написания дополнительных сведений.

Каждое практическое занятие по данной теме подразумевает подробное практическое изучение того или иного узла или детали. В связи с этим из-за большого объема информации в комплекс заданий включены лишь те задания, ответы и выполнение которых содержит необходимый минимум сведений, что есть познавательная функция разработки.

Материал собран из отдельных блоков раздаточного материала, которые могут также являться готовыми формами для дополнения студентами самостоятельно. Каждая форма или бланк выполнена согласно требованиям действующих стандартов ЕСКД, поэтому при оформлении отчетов студентами самостоятельно, также требуется соблюдение всех описанных стандартов в полном объеме, что в конечном итоге будет являться воспитательной целью данного методического пособия.

Дополнительный материал к практическому занятию 1

К линии электропередачи (ЛЭП) трёхфазного переменного тока 110 кВ 12 подключён понижающий трансформатор тяговой подстанции 11. Этим трансформатором первичное напряжение 110 кВ понижается до 10 кВ и подаётся на шины 10 распределительного устройства тяговой подстанции. К этим шинам подключён преобразовательный агрегат, состоящий из преобразовательного трансформатора 9 и выпрямителя 8. Пониженное до 3 кВ напряжение на выходе преобразовательного трансформатора 9 выпрямляется и подаётся на шины «плюс» 6 и «минус» 7 тяговой подстанции.

Тяговая сеть перегона между подстанциями образована контактной сетью 22 и рельсами 26. Контактная сеть 22 питающей линией (фидером контактной сети) 4 через выключатель 5 соединена с шиной «плюс» 6, а рельсы 26 питающей линией (рельсовым фидером) 1 с шиной «минус» 7 тяговой подстанции. Таким образом, если будет включён выключатель 5 фидера контактной сети, то в тяговую сеть перегона, то есть между контактной сетью 22 и рельсами 26, будет подано выпрямленное напряжение 3,3 кВ постоянного тока. Подняв на ЭПС токоприёмник 23 и включив выключатель 24, машинист соберёт цепь тока через тяговые двигатели 25, и ЭПС, потребляя энергию, начнёт двигаться. Через другие фидеры и выключатели тяговой сети с шиной «плюс» 3,3 кВ соединены: контактная сеть 2 станции А и контактная сеть перегона слева от станции. Участки контактной сети перегона 22 и станции 2 отделены друг от друга изолирующим сопряжением — воздушным промежутком 3, который, однако, обеспечивает непрерывный токосъём с контактной сети при проходе по нему токоприёмника ЭПС.

Аналогичным образом на этот же участок тяговой сети 22, 26 подаётся напряжение 3,3 кВ постоянного тока с подстанции П. Тем самым обеспечивается двусторонний подвод электрической энергии к ЭПС или, как говорят, его двустороннее питание. Существуют также другие, вспомогательные, линии электроснабжения участка. Чтобы обеспечить электрической энергией собственные нужды тяговой подстанции, а именно питать цепи управления, сигнализации, освещения, отопления и моторную нагрузку самой тяговой подстанции, на ней устанавливают трансформатор собственных нужд (T_{CH}) 13. Он понижает напряжение до 380/220 В переменного тока. Этими напряжениями и питаются цепи собственных нужд 14 (на схеме стрелки, отходящие от шин 380/220 В).

Вдоль трассы железной дороги расположено много нетяговых железнодорожных потребителей электрической энергии. К ним относятся установки, принадлежащие всем службам дороги, механизмы и инструменты, для работы которых необходима электроэнергия, а также освещение станций, поездов и других объектов. Кроме того, электрической энергией

снабжаются некоторые промышленные предприятия, расположенные по обе стороны железной дороги. Для питания всех перечисленных потребителей вдоль трассы железной дороги проложена трёхфазная воздушная линия (ВЛ) 10 кВ 17, подключённая к шинам 10 кВ 10 двух соседних подстанций I и II. В середине межподстанционной зоны ВЛ секционирована разъединителем 18, который нормально отключён. Благодаря этому каждая из подстанций питает только часть нетяговых потребителей, находящихся в межподстанционной зоне. При отключении любой из подстанций разъединитель 18 включают, и тогда все нетяговые потребители питаются от одной, неотключённой подстанции.

Важные потребители электроэнергии — устройства СЦБ (сигнализации, централизации, блокировки) и связи, которые расположены вдоль трассы железной дороги. К таким устройствам относятся светофоры. Они получают питание от путевых ящиков СЦБ 21 через отдельный понижающий трансформатор 20, который в свою очередь получает питание от трёхфазной ВЛ СЦБ 10 кВ, трасса которой проходит вдоль железной дороги. Напряжение в эту линию подаётся от повышающего трансформатора 15, подключённого к шинам 380/220 В собственных нужд 14 тяговой подстанции. ВЛ СЦБ также подключена к обеим подстанциям I и II и в середине межподстанционной зоны секционирована разъединителем 19. Благодаря этому устройства СЦБ могут получать питание сразу от двух подстанций (при разомкнутом разъединителе 19) или от одной из них, когда другая отключена и включён разъединитель 19.

Дополнительный материал к практическому занятию 2

На схеме приведён участок электрифицированной железной дороги длиной 40—50 км с двумя тяговыми подстанциями I и II, расположенными вблизи станций А и В. К линии электропередачи 12 трёхфазного переменного тока 110 кВ подключён понижающий трёхобмоточный трансформатор 10 тяговой подстанции. Этим трансформатором первичное напряжение 110 кВ понижается до 25 кВ, а также до 35 или 10 кВ. Напряжение 25 кВ подаётся на шины 7, 8 и 9 (соответственно фазы *b*, *a* и *c*) и используется для питания тяговой сети, а напряжение 35 (или 10) кВ — на шины 11 и используется для питания прилегающего к подстанции района (Рисунок 2, *a*).

Для равномерной загрузки всех трёх фаз системы внешнего электроснабжения (ей принадлежит ЛЭП 110 кВ) в тяговую сеть станции А и перегона слева от неё подаётся напряжение, отличающееся по фазе от напряжения, подаваемого в тяговую сеть перегона справа. Для этого участки контактной сети указанных перегонов и станции, а также рельсы, присоединены к разным фазам шин 27,5 кВ; контактная сеть перегона 26 через фидер контактной сети 4 и выключатель 5 подключена к шине фазы *b*, контактная сеть станции 1 и перегона слева от неё — к шине фазы *a*, а рельсы через рельсовый фидер 6 — к шине фазы *c*. При таком подключении к шинам 27,5 кВ соединение контактной сети слева от станции А с контактной сетью станции токоприёмниками движущегося ЭПС 27 возможно, так как они присоединены к одной и той же фазе *a*. Соединение же контактной сети 1 станции и контактной сети 26 перегона справа от подстанции недопустимо, так как они присоединены к двум разным фазам *a* и *b*. Такое соединение приведёт к короткому замыканию фаз *a* и *b* понижающего трансформатора 10. Поэтому участки контактной сети 1 станции и перегона слева от неё разделены воздушным промежутком 2, а станции и перегона справа — двумя воздушными промежутками 2 и нейтральной вставкой между ними 3. Наличие нейтральной вставки 3 исключает даже кратковременное замыкание фаз *a* и *b* трансформатора 10 токоприёмниками ЭПС при проходе ими этого участка тяговой сети.

Подача напряжения в тяговую сеть перегона происходит при включении выключателя 5 фидера контактной сети. После этого машинист ЭПС может, подняв токоприёмник 27 и включив выключатель 28, подать переменное напряжение на первичную обмотку понижающего тягового трансформатора 31. Напряжение на вторичной обмотке тягового трансформатора выпрямляется выпрямителем 32 и через сглаживающий реактор 29 подводится к тяговым двигателям 30. Через электродвигатели начинает протекать ток, который приводит их и ЭПС в движение.

В тяговую сеть перегона между подстанциями напряжение подаётся от двух подстанций I и II. При этом обеспечивается двусторонний подвод энергии к ЭПС. Для обеспечения двустороннего питания ЭПС и равномерной загрузки фаз ЛЭП 110 кВ понижающие трансформаторы двух соседних

подстанции I и II присоединены к ЛЭП 110 кВ неодинаково, а следуя специально разработанному правилу.

На рисунке также показаны другие вспомогательные линии электроснабжения участка. От шин тягового напряжения 27,5 кВ получают питание также нетяговые потребители. Для этого через выключатель 20 к шинам 7 и 8 подключают два провода, размещаемые на опорах контактной сети с полевой стороны. Понижающие трансформаторы потребителей 22 подключаются к этим проводам и рельсу. Такая система питания получила название ДПР (два провода — рельс). В середине линии ДПР установлен разъединитель 23. Нормально левая половина линии ДПР питается от подстанции I, а правая — от подстанции II, разъединитель 23 разомкнут. В случае необходимости (например, при отключении одной из подстанций) вся линия ДПР может получать питание от одной подстанции. При этом разъединитель 23 включается.

Энергию для собственных нужд тяговой подстанции (питание цепей управления, сигнализации, освещения, отопления, моторной нагрузки) получают от трансформатора собственных нужд (ТСН) 13 через шины собственных нужд 14 (на рисунке 2, а нагрузки собственных нужд обозначены стрелками). От шин собственных нужд 14 через трансформатор 15 напряжение подаётся в линию 16, предназначенную для питания устройств СЦБ и связи. От этой линии через маломощные понижающие трансформаторы 18 и релейные шкафы СЦБ 19 питаются светофоры. В середине линии 16 установлен разъединитель 17. Это даёт возможность питать линию от любой из двух подстанций I или II (при замкнутом разъединителе 17) или же каждую половину линии питать от своей подстанции (при разомкнутом разъединителе). Так как от работы устройств СЦБ непосредственно зависит выполнение графика движения поездов на участке, они должны иметь резервный источник питания. Устройства СЦБ получают резервное питание по линии 24 через понижающие однофазные трансформаторы 25 от линии ДПР 21.

Дополнительный материал к практическому занятию 3

1. Тяговая сеть состоит из *контактной* (питающей) и *рельсовой* (отсасывающей) сетей. Рельсовая сеть представляет собой рельсы, имеющие стыковые электрические соединения. Контактная сеть — это совокупность проводов, конструкций и оборудования, обеспечивающих передачу электрической энергии от тяговых подстанций к токоприемникам электрического подвижного состава.

В соответствии с назначением электрифицированных путей используют простые и цепные воздушные контактные сети. На второстепенных станционных и деповских путях при сравнительно небольшой скорости движения может применяться простая контактная подвеска, представляющая собой свободно висящий провод, который закреплен на опорах

При высокой скорости движения провисание контактного провода должно быть минимальным. Это обеспечивается конструкцией цепной подвески, в которой контактный провод между опорами подвешен не свободно, как в простой подвеске, а прикреплен к несущему тросу с помощью часто расположенных проволочных струн. Благодаря этому расстояние между поверхностью головки рельса и контактным проводом остается практически постоянным. Для цепной подвески в отличие от простой требуется меньше опор: они располагаются на расстоянии 70...75 м друг от друга.

В соответствии с ПТЭ высота контактного провода над поверхностью головки рельса на перегонах и станциях должна составлять не менее 5750 мм, а на переездах — 6000...6800 мм.

В горизонтальной плоскости контактный провод расположен зигзагообразно относительно оси пути с отклонением у каждой опоры на ± 300 мм. Благодаря этому обеспечиваются его ветроустойчивость и равномерное изнашивание контактных пластин токоприемников

Контактный провод изготавливают из твердотянутой электролитической меди. Он может иметь площадь сечения 85, 100 или 150 мм². Наиболее распространены медные фасонные (МФ) провода. Для увеличения срока службы контактных проводов используют различные технические решения (сухая графитовая смазка медных накладок на полوزه токоприемника и др.), снижающие их износ. крайнего пути до внутреннего края опор на прямых участках должно составлять не менее 3100 мм. На существующих линиях, оборудованных контактной сетью, и в особых случаях на электрифицируемых линиях допускается сокращение указанного расстояния до 2450 мм — на станциях и до 2750 мм — на перегонах.

Схема оснащения контактными проводами станционных путей зависит от их назначения и типа станции. Над стрелочными переводами контактная сеть имеет так называемые воздушные стрелки, образуемые пересечением двух контактных подвесок.

Надежное электроснабжение подвижного состава и безопасность работников, обслуживающих контактную сеть, обеспечиваются, в частности, ее секционированием (делением на отдельные участки) с помощью воздушных промежутков, нейтральных вставок (изолирующих соединений), а также секционных и врезных изоляторов.

Нейтральные вставки представляют собой несколько последовательно включенных воздушных промежутков, исключающих кратковременное электрическое соединение смежных секций контактной сети токоприемниками электрического подвижного состава в процессе его движения. Применение нейтральных вставок обязательно на участках переменного трехфазного тока с питанием секций от разных фаз.

Перегоны и промежуточные станции, а на крупных станциях группы электрифицированных путей выделяются в отдельные секции. Соединение или разъединение секций осуществляется посредством секционных разъединителей, размещаемых на опорах контактной сети.

Практическое занятие 1.

Тема: Устройство тяговой подстанции постоянного тока.

Цель работы: ознакомиться с конструкцией тяговой подстанции постоянного тока.

Оборудование: 1. Книги, плакаты.

Порядок выполнения занятия:

1. Описать конструкцию тяговой подстанции постоянного тока, изобразить схему

Выполнение занятия:

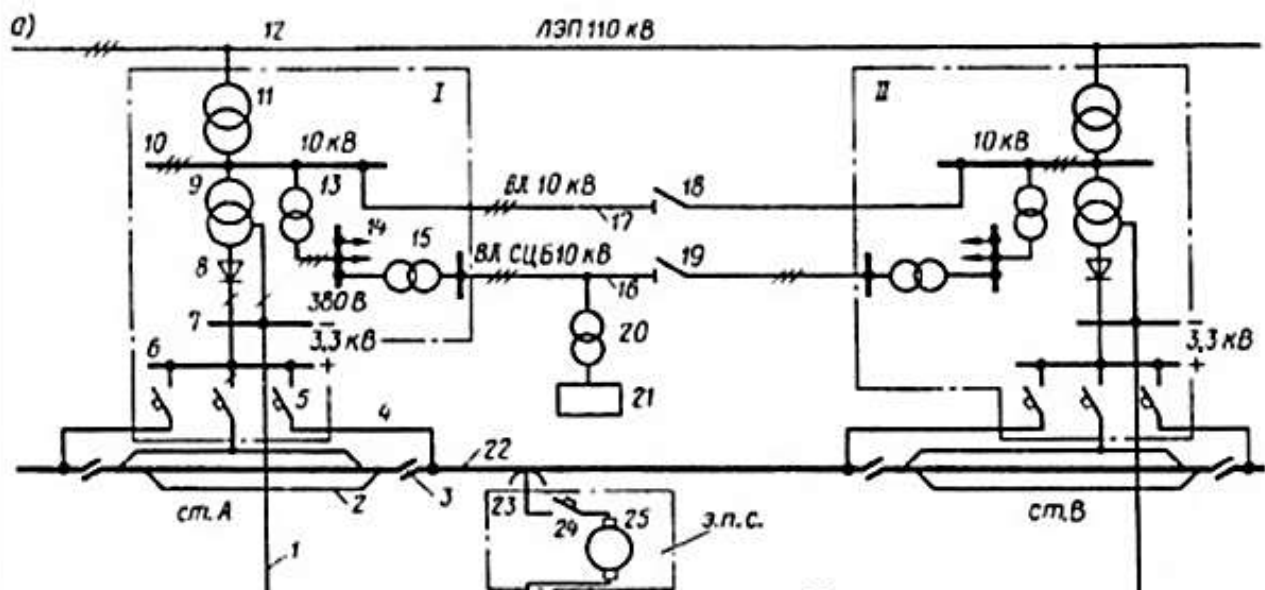


Рис. Упрощенная схема электрификации участка постоянным током 3000 ВОЛЬТ

Практическое занятие 2.

Тема: Устройство тяговой подстанции переменного тока.

Цель работы: ознакомиться с конструкцией тяговой подстанции переменного тока.

Оборудование: 1. Книги, плакаты.

Порядок выполнения занятия:

2. Описать конструкцию тяговой подстанции переменного тока, изобразить схему

3.

Выполнение занятия:

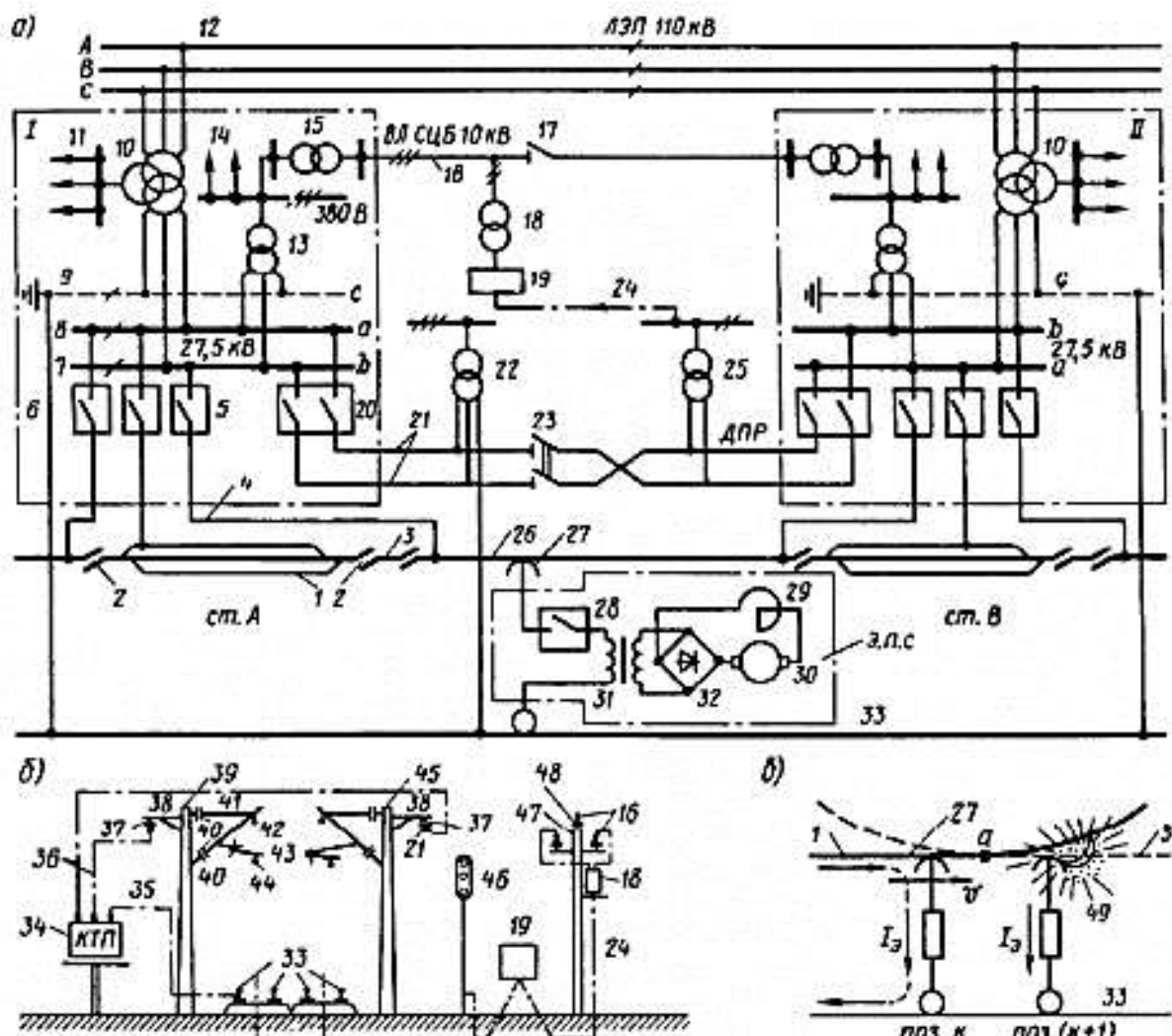
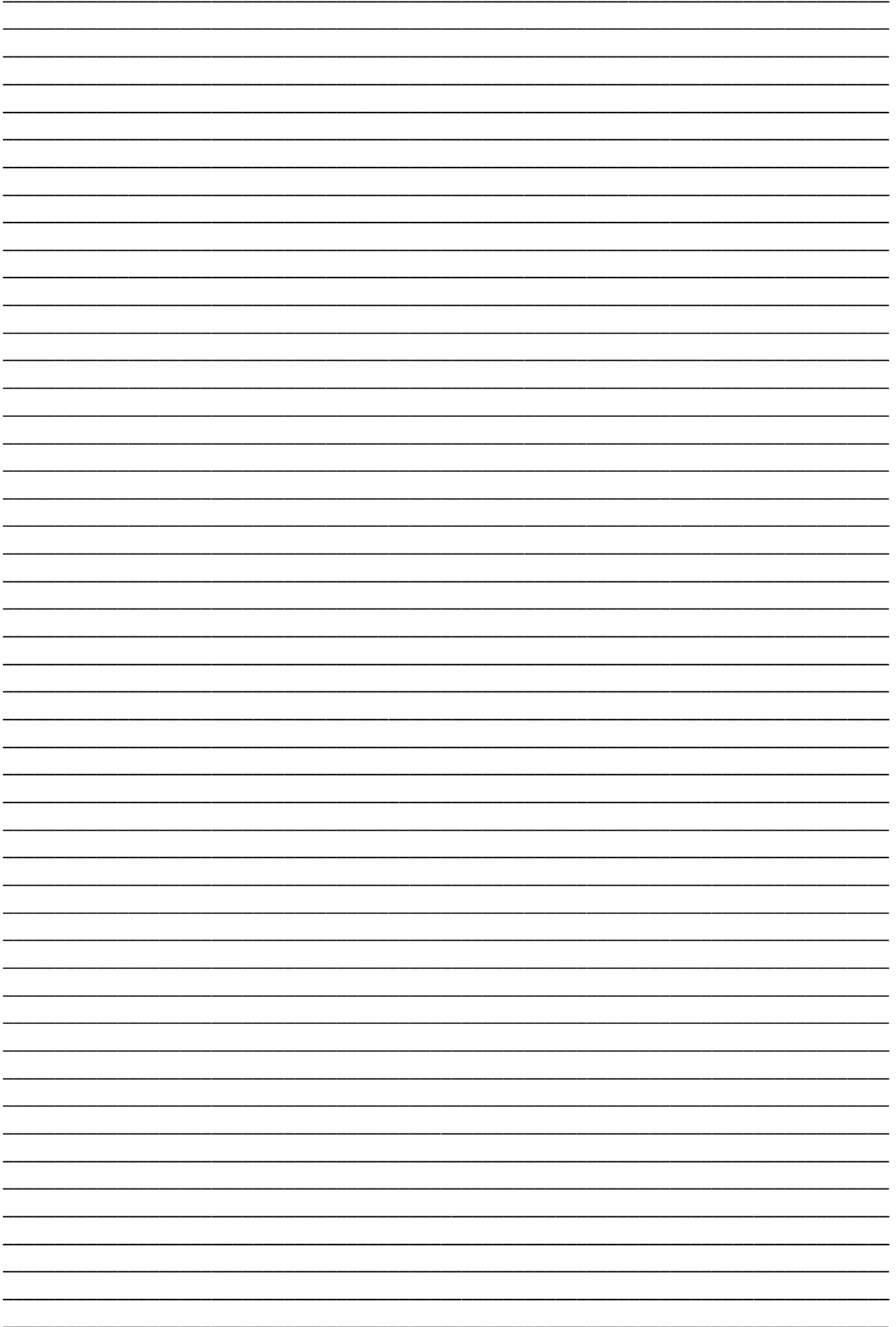
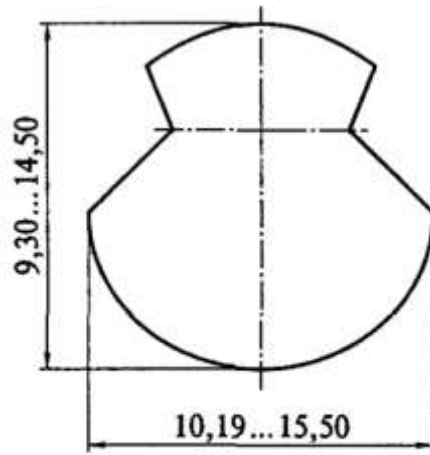


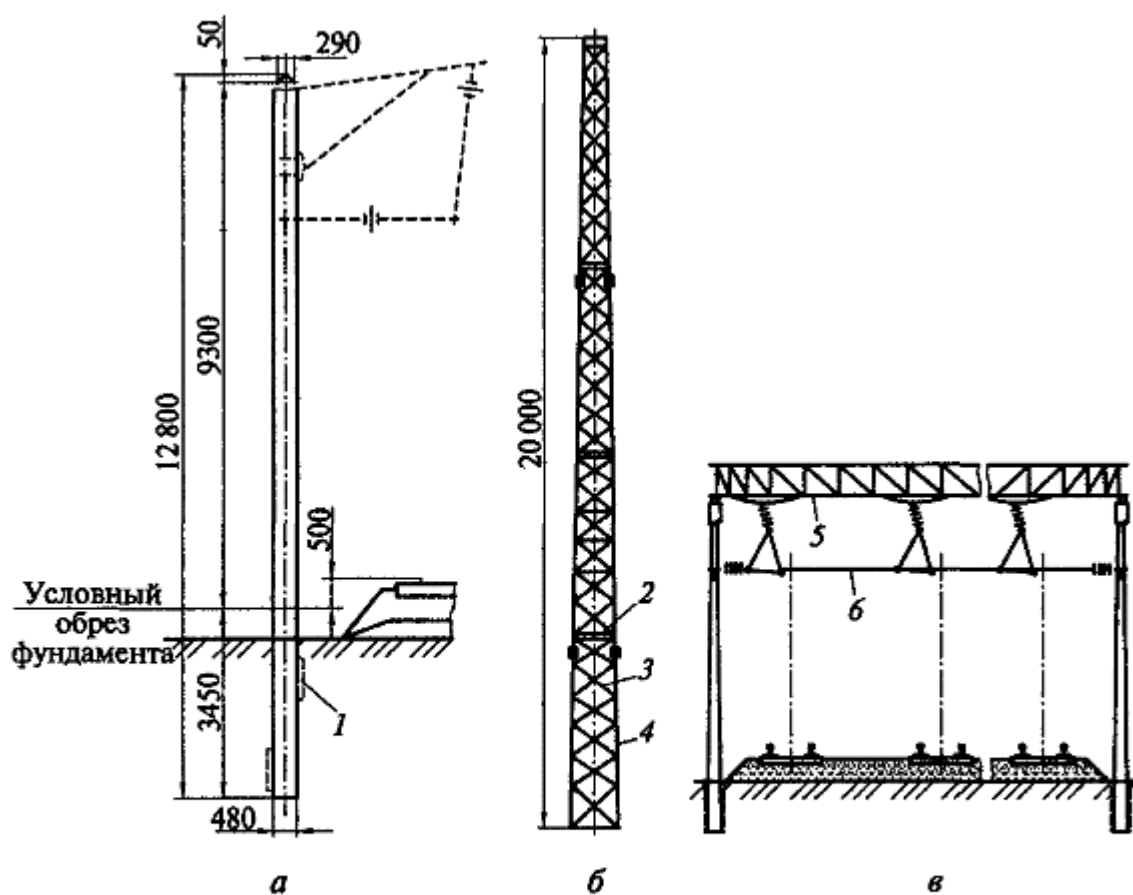
Рис. Упрощенная схема электрификации участка переменным током 25000
ВОЛЬТ



Вывод: _____



Профиль контактного провода МФ



Опоры контактной сети:

a — консольные железобетонные; *б* — металлические для гибких поперечин; *в* — железобетонные для жестких поперечин; 1 — лежень; 2 — диафрагма; 3 — раскос решетки; 4 — стойка; 5 — ригель; 6 — фиксирующий трос
