

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки)

Системы управления производственной, промышленной и экологической безопасностью

(направленность(профиль))

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему «Разработка программы аудита по промышленной безопасности для организаций, эксплуатирующей ОПО»

Студент

А.Н. Наумов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный  
руководитель

к.э.н., А.Н. Суетин

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2022

## Содержание

Введение.....	4
1. Безопасность и бесперебойность электроснабжения.....	6
1.1 Защита от вредного и опасного воздействия электричества.....	6
1.2 Применение защит.....	7
1.3 Выбор расцепителей.....	7
2. Методы исследования.....	10
2.1 Выбор типа координации для защиты электроустановок.....	10
2.2 Определение значений токов короткого замыкания на исследуемых линиях.....	11
2.2.1 Расчетный метод.....	11
2.2.2 Эмпирический метод.....	16
2.3 Селективность и резервная защита.....	22
3. Описание исследования.....	24
3.1 Выбор аппаратов защиты и сечения проводников для практического применения на объекте исследования.....	26
3.1.1 Выбор аппарата защиты по отключающей способности.....	26
3.1.2 Выбор уставок расцепителя АВ по току короткого замыкания.	31
3.1.3 Выбор уставок расцепителя АВ по току нагрузки.....	34
3.1.4 Выбор сечения проводников.....	35
3.2 Программа промышленного аудита в части электробезопасности..	91
3.2.1 Структура электроснабжения.....	91
3.2.2 Результаты обследования.....	91
3.2.3 Программа аудита.....	98
Заключение.....	105
Список используемых источников .....	107
Приложение А Протокол измерения полного сопротивления петли фаза-нуль.....	115

Приложение Б Однолинейные схемы исследуемых электрических сетей.....	120
Приложение В Тип ВА, отключающая способность ВА, значения уставок расцепителя ВА, сечение проводников.....	133
Приложение Г Выбор автоматических выключателей по допустимому длительному току (сечению проводника) и измеренному току однофазного короткого замыкания для действующих (существующих) кабелей.....	143
Приложение Д Выписка из протокола совещания филиала ООО «САФ НЕВА».....	152
Приложение Е Заявка по разработке рекомендаций.....	153

## Введение

Электробезопасность играет значительную роль в системе промышленной безопасности и регламентируются правовыми [55]-[58], нормативными [4]-[23] и техническими [50]-[54] документами.

Электрическая безопасность включает в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия. Своевременно проведение организационных мероприятий и применение технических средств, предотвращающих вредное и опасное воздействие электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества на работающих. Безаварийное электроснабжение обеспечивает непрерывное и надежное функционирование производства и снижает риски на опасных производственных объектах. Описание требований к аппаратам защиты рассмотрено в работах советских и российских авторов [1], [2], [24]-[39], [49], [59]-[64], также учитывалась информация, опубликованная в иностранной научной литературе [65]-[73].

Целью настоящей работы является разработка программы аудита по обеспечению безопасной эксплуатации существующей системы питающих, распределительных и групповых сетей электроснабжения производственных участков филиала ООО «САФ НЕВА» в г. Кургане с выдачей заключения о работоспособности и рекомендаций по улучшению защиты электрических линий от сверхтоков в связи с модернизацией производства и изменением потребляемой мощности электроустановки.

Неотъемлемой частью электробезопасности систем электроснабжения являются автоматические выключатели, которые работают как в номинальных режимах, оперативных коммутаций, так и в аварийных режимах, при перегрузках и коротких замыканиях [40]-[48]. С усложнением схем и увеличением потребляемой мощности, связанными с реконструкциями технологических процессов и установкой более

энергоёмкого оборудования, встал вопрос о перегруженности питающих электролиний. При увеличении нагрузки аппараты защиты в начале этих линий перестают выполнять свои функции по обеспечению безопасности, такие как время отключения защиты от токов перегрузки и коротких замыканий, поэтому значения уставок расцепителей автоматических выключателей, подобранные под конкретные нагрузки, нужно менять под новые условия работы. При использовании автоматов с нерегулируемыми уставками необходимо заменять автоматический выключатель. При этом замена автоматического выключателя возможна, если выполняется требования к сечению жил кабеля при новых условиях работы. В противном случае потребуется замена используемого кабеля на новый, с бóльшим сечением.

Номинал автоматического выключателя ( $I_n$ ) выбирают по току нагрузки токоприёмника, сечению и материалу проводника. Большинство применяемых на предприятии автоматических выключателей имеют тепловые и электромагнитные расцепители с нерегулируемыми уставками и составляют: для теплового –  $1 I_n$ , для электромагнитного –  $10 I_n$ . При заниженном значении  $I_n$  автоматического выключателя происходит ложное срабатывание защиты от номинальной нагрузки. Это относится к автоматическим выключателям расположенным как в начале, так в конце линии. Кроме того, усложняется обеспечение принципа селективности. Селективность защиты обеспечивает рабочий режим возможно большей части неповрежденной сети и отключение поврежденного её участка.

Одним из решений этой проблемы является установка автоматических выключателей с электронными расцепителями, с возможностью регулировки уставок расцепителя в широком диапазоне и по нагрузке, и по току короткого замыкания, от перегрузки –  $0,4-1 I_n$ , от короткого замыкания –  $1-12 I_n$ . Есть функция по защите от короткого замыкания с задержкой срабатывания по времени для настройки селективности.

## **1. Безопасность и бесперебойность электроснабжения**

### **1.1 Защита от вредного и опасного воздействия электричества**

В соответствии с требованиями Правил устройства электроустановок (ПУЭ) электробезопасность обеспечивается: конструкцией электроустановок, техническими способами и средствами защиты, организационными и техническими мероприятиями [50].

Проектирование и монтаж электрических установок должен осуществляться таким образом, чтобы они не представляли опасности возгорания или взрыва; люди должны быть соответствующим образом защищены от риска несчастного случая, вызываемого в результате непосредственного или косвенного контакта.

Разработка, проектирование и выбор материала и защитных устройств должны осуществляться на основе соответствия напряжению, внешним условиям и компетенции людей, имеющих доступ к отдельным частям установок. [25].

Большую значимость имеет время действия электрического тока на человека. Длительное действие электрического тока может привести к тяжелым, а иногда смертельным поражениям человека.

Электрические сети должны иметь защиту от токов короткого замыкания, обеспечивающую по возможности наименьшее время отключения и требования селективности [50].

Вероятность возникновения пожара от (в) электрического или другого единичного технологического изделия или оборудования при их разработке и изготовлении не должна превышать значения  $10^{-6}$  год. Значение величины допустимой вероятности пожара при применении изделий на объектах должно устанавливаться расчетом, исходя из требований п. 1.2 настоящего стандарта [4].

## **1.2 Применение защит**

При применении защит от повреждений электросетей необходимо учитывать:

- технические и экономические требования,
- нормативную документацию и правила безопасности персонала.

Применяемое оборудование для защиты должно:

- ограничивать негативное воздействие тока повреждений на электроустановку, а также обеспечивать надежное и бесперебойное электроснабжение,
- быть устойчивым к токам повреждений,
- возможность устранения повреждений с минимальными затратами по отношению к требуемым техническим характеристикам.

## **1.3 Выбор расцепителей**

Защита электрических линий обеспечивается различными видами устройств и отличаются по:

- назначению,
- принципу действия,
- конструктивному исполнению.

Защита направлена на предупреждение выхода электролинии из строя или предотвращения последствий неисправности. Выбор нужного типа автоматического выключателя производится в соответствии с времятоковыми характеристиками, определяющими алгоритм отключения при различных токовых нагрузках.

При коротком замыкании необходимо отключить участок линии, в которых возникла неисправность, практически мгновенно.

При перегрузке линии значение тока может быть недостаточным для срабатывания мгновенной отсечки, но в таком случае возможен перегрев

кабеля, который может привести к возгоранию и пожару.

Чаще всего для этих целей применяются автоматический выключатель с термоманитным расцепителем, который состоит из двух расцепителей - теплового и электромагнитного. Он гарантирует защиту как от перегрузки, так и от коротких замыканий.

Недостатки термоманитного расцепителя:

- потребляет электроэнергию,
- требователен к изменениям температуры окружающего воздуха,
- при перегреве от сторонних источников может ложно срабатывать,
- создаёт магнитное поле,
- не регулируется, заложены заводские настройки.

Для устранения этих недостатков нежно использовать электронный расцепитель, у которого минусом является высокая цена, но затраты окупаются безотказной работой аппарата.

Электронный расцепитель имеет измерительные трансформаторы тока, по одному на каждый защищаемый проводник, которые установлены в расцепителе и служат для обнаружения значения тока, который проходит в через автоматический выключатель. Электронной частью сравнивается сигнал от трансформаторов тока с заданными уставками. Если сигнал превышает максимальный порог, расцепитель автоматического выключателя воздействует на узел расщепления выключателя при помощи отключающей катушки [61], [62].

Возможность регулирования уставок расцепителя позволяет настраивать значения токов, при которых автоматический выключатель будет осуществлять расщепление главных контактов.

Достоинства:

- многообразный выбор настроек для пользователя,
- высокая точность выполнения требований программы,
- наличие индикаторов работоспособности и причины отключения,
- селективность с выше и нижестоящими выключателями.



## Выводы по разделу 1

В результате работы проведен анализ автоматических выключателей и кабельных линий, применяемых на предприятии, и соответствие их характеристик требованиям обеспечения защиты сетей электроснабжения. На основании этих данных было предложено заменить эксплуатируемые на предприятии автоматические выключатели с тепловыми и электромагнитными расцепителями на автоматические выключатели с электронными расцепителями, применение которых даст гарантированную защиту от токов перегрузки и токов короткого замыкания, с возможностью использования существующих кабельных линий без нарушений требований по электробезопасности. Кроме того, использование предложенной схемы обеспечит резервную защиту по предельной наибольшей отключающей способности автоматов [62].

Электронный расцепитель из-за моментальной скорости срабатывания идеально подходит для силовых сетей. Автоматические выключатели в литом корпусе с электронными расцепителями отличаются компактными размерами и исполнением в корпусе из терморезистивной пластмассы, их удобно монтировать на DIN-рейку. Отсутствие подвижных механических элементов повышают надежность расцепителя. Также электронный расцепитель обладает более гибкими настройками, позволяя настраивать параметры автоматического выключателя под конкретные требования защиты электросети [61].

## **2. Методы исследования**

### **2.1 Выбор типа координации для защиты электроустановок**

Выбор защиты кабельных линий является крайне важным условием как для обеспечения экономичной и функциональной работы электроустановки, так и для минимизации проблем, вызываемых работой электроустановки в случае возникновения аварийных ситуаций [63].

Координация различных устройств, предназначенными для защиты зон выполняется с целью:

- обеспечить безопасность для работников и электроустановки в любой момент времени,
- определить и быстро отключить только те зоны, в которых возникла аварийная ситуация, а не всю электроустановку или ее крупную часть,
- снизить действие повреждений на другие части электроустановки,
- снизить нагрузку на компоненты и предупредить повреждения в зоне неисправности,
- обеспечить непрерывность электроснабжения,
- обеспечить необходимое качество электроэнергии,
- обеспечить достаточное резервирование при возникновении какой-либо неисправности защитного аппарата,
- обеспечить работающий персонал и системы управления информацией, необходимой для быстрого возобновления эксплуатации с минимальным вмешательством в остальные части установки и сети,
- достичь оптимального компромисса между требуемой надежностью, простотой и экономической эффективностью.

Правильно разработанная система защиты электроустановки должна:

- распознать причину и место случившегося события, определяя

различие между аномальными, но допустимыми ситуациями, и ситуациями настоящего отказа в данной зоне воздействия, исключая ложные отключения исправной части электроустановки,  
– максимально быстро срабатывать для ограничения повреждения, при этом поддерживать непрерывную и стабильную подачу электропитания.

Поэтому к системам защиты электроустановок предъявляются одновременно два противоположных требования: точное распознавание аварии и быстрое отключение. Решение о выборе приоритета одного из требований носит компромиссный характер и целиком зависит от требований, которые предъявляются к каждой конкретной электроустановке.

## **2.2 Определение значений токов короткого замыкания на исследуемых линиях**

### **2.2.1 Расчетный метод**

Для определения значений уставок регулируемого электронного расцепителя, при которых выполняется условие по времени срабатывания защиты, нужно знать ток нагрузки и ток короткого замыкания в цепи [2], [28].

Если методика выбора электрических аппаратов по нагрузке описана подробно и не представляет больших сложностей, то определение параметров аппаратов защиты при однофазном токе короткого замыкания в каждой отдельной цепи вызывает затруднения.

Значение тока, который возникает в цепи фаза - нуль при однофазном коротком замыкании на корпус оборудования, рассчитывают по формуле [2]

$$I_k = \frac{U_\phi}{R_t/3 + R_\Pi} \quad , \quad (1)$$

где  $I_k$  – ток короткого замыкания, А;

$U_\phi$  - фазное напряжение сети, В;

$R_{t/3}$  - сопротивление трансформатора, Ом;

$$R_{\Pi} = \sqrt{(r_{\Phi} + r_{\Pi})^2 + x^2} \quad , \quad (2)$$

где  $R_{\Pi}$  - полное сопротивление цепи фаза-нуль, Ом;

$r_{\Phi}$  - активное сопротивление фазных проводников, Ом;

$r_{\Pi}$  - активное сопротивление зануляющих проводников, Ом;

$x$  - реактивное сопротивление, Ом (принимается только для электропроводок в стальных трубах).

Значения активного сопротивления жил проводов и кабелей и алюминиевой оболочки трехжильных кабелей, применяемой в качестве нулевого проводника, указаны в таблице 1. [2]. Сопротивления указаны при полной токовой нагрузке при температуре жил, допустимой по нормам (для проводов и кабелей с резиновой и пластмассовой изоляцией - 70° С, для кабелей с бумажной изоляцией - 80° С). [2]

Значения величин активных и реактивных сопротивлений стальных труб проводки, которые используются в качестве защитных проводников, указаны в таблице 2. [2]. Так как удельное сопротивление стальных труб зависит от численного значения величины протекающего по трубам тока, приведенные в таблице пределы активных и реактивных сопротивлений указаны по значению величины тока однофазного короткого замыкания, который может появиться в петле фаза – нулевой проводник при указанных в таблице сечениях проводников и диаметров труб.

Таблица 1 – Активное сопротивление жил проводов и кабелей и алюминиевой оболочки трехжильных кабелей [2]

Сеч. жил, мм <sup>2</sup>	Сопротивление, Ом/км					
	кабелей и проводов с пластмассовой и резиновой изоляцией		кабелей с бумажной изоляцией		алюминиевой оболочки трехжильных кабелей	
	алюминиевых	медных	алюминиевых	медных	алюминиевых	медных
1	-	22,2	-	23	-	-
1,5	-	14,7	-	15,3	-	-

Продолжение Таблицы 1

2,5	15	8,88	15,5	9,18	-	-
4	9,36	5,56	9,6	5,75	-	-
6	6,25	3,7	6,46	3,83	1,045	0,985
10	3,74	2,21	3,87	2,28	1,038	0,876
16	2,34	1,39	2,42	1,44	0,775	0,748
25	1,5	0,888	1,55	0,918	0,691	0,679
35	1,07	0,636	1,11	0,657	0,616	0,61
50	0,75	0,444	0,775	0,458	0,498	0,492
70	0,536	0,318	0,555	0,329	0,41	0,405
95	0,395	0,234	0,408	0,242	0,361	0,367

Таблица 2 – Сопротивление стальных труб [2]

Три одножильных провода сечением, мм <sup>2</sup>	Условный проход трубы, мм	Сопротивление, Ом/км		Три одножильных провода сечением, мм <sup>2</sup>	Условный проход трубы, мм	Сопротивление, Ом/км	
		активное r	реактивное x			активное r	реактивное x
2,5	15	4,04	2,42	10	20	2,30	1,38
2,5	20	3,10	1,86	16	25	1,50	0,90
4	15	3,10	1,86	25	25	1,15	0,69
4	20	2,68	1,6	35-50	40	1,05	0,63
6	15	2,60	1,56	70	50	0,85	0,57
6	20	2,30	1,38	95	70	0,54	0,32

Для определения размеров стальных полос в качестве защитных проводников используются данные, приведенные в таблице 3. В ней приведены данные сечений, эквивалентных по проводимости медным и алюминиевым проводникам.

Таблица 3 – Защитные проводники из полосовой стали [2]

Сеч. провода, мм <sup>2</sup>		Размеры стальной защитной полосы, мм, при фазном проводе		Сеч. провода, мм <sup>2</sup>		Размеры стальной защитной полосы, мм, при фазном проводе	
фазных	нулевых	алюминиевом	медном	фазных	нулевых	алюминиевом	медном
2,5	1,5	15×3	15×3	25	16	40×3	50×5
4	2,5	15×3	15×3	35	16	50×3	60×5
6	4	15×3	15×3	50	25	60×5	80×6

Продолжение Таблицы 3

10	6	15×3	20×4	70	35	80×6	80×6
16	10	20×4	40×4	95	35	80×8	100×8

Расчетные сопротивления трансформаторов  $R_{t/3}$  при напряжении 400/230 В приведены в таблице 4. [2]

Таблица 4 – Расчетные сопротивления трансформаторов [2]

Мощность трансформатора, кВ·А	Сопротивление $R_{t/3}$ , Ом, при соединении обмоток	
	звезда - звезда с выведенным нулем	треугольник - звезда с выведенным нулем
100	0,259	0,0754
160	0,162	0,047
250	0,104	0,030
400	0,065	0,019
630	0,043	0,014
1000	0,027	0,009
1600	0,018	0,0055

При определении однофазных коротких замыканий требуется учет сопротивлений в каждой конкретной цепи фазных и защитных проводников, в зависимости от сечения жилы, материала и длины проводника, переходных сопротивлений. Не исключена возможность применения в качестве защитных проводников стальных труб, а еще обрамлений кабельных каналов и другие строительные конструкции, а также использования нулевого проводника с проводимостью до 50% проводимости фазных проводников. Таким образом, в решении вопроса о сопротивлении каждой отдельной электрической цепи появляется много неопределенностей [28].

Значение тока однофазного короткого замыкания можно определить или расчетным путем, где при расчете полного сопротивления петли фаза-нуль часто возникают трудности из-за отсутствия исходных данных, или с помощью приборов измерить показания полного сопротивления петли фаза-нуль, где на точность результата влияет только погрешность прибора.

Расчет полного сопротивления проводников цепи фаза-нуль,  $R_{\Pi}$  выполняется по формуле:

$$R_{\Pi} = \frac{\rho \cdot L}{S}, \quad (3)$$

где  $R_{\Pi}$  – полное сопротивление цепи фаза-нуль, Ом;

$\rho$  - удельное сопротивление проводника, Ом×м;

$L$  - длина проводника, м;

$S$  - площадь поперечного сечения проводника, мм<sup>2</sup>.

Удельное сопротивление меди при 20°C,  $\rho = 1.68 \times 10^{-8}$ , (Ом×м) [70], [72].

Удельное сопротивление алюминия при 20°C,  $\rho = 2.65 \times 10^{-8}$ , (Ом×м) [67].

Удельное электрическое сопротивление проводника (удельное сопротивление проводника) – это физическая величина, которая характеризует способность материала сопротивляться прохождению электрического тока, измеряется в Ом·метр. Величина удельного сопротивления проводника зависит от температуры. С повышением температуры удельное сопротивление проводника возрастает.

Пример расчета тока однофазного короткого замыкания для кабельной линии от трансформаторной подстанции №558 ячейка 24 до электрощита ДЗШРЗ.

Расчет выполняется по формуле (1):

$$I_{\text{к}} = \frac{U_{\text{ф}}}{R_{\Pi} + R_{\text{т}}/3}, \quad \text{А}$$

От ячейки №24 до электрощита ДЗШРЗ электросеть выполнена кабелем марки КГ 3×70 + 1×35 длиной 130 м проложенным в лотке.

Определяем расчетное сопротивление  $R_{\text{т}}/3$  трансформатора по таблице 4 [2]. Мощность трансформатора составляет 1600 кВ·А, при соединении обмоток звезда - звезда с выведенным нулем сопротивление  $R_{\text{т}}/3$  будет равна 0,018 Ом.

Активное сопротивление жил при полной токовой нагрузке при температуре жил, допустимой по нормам выбираем по таблице 1. Реактивным сопротивлением пренебрегаем, так как оно незначительно.

Сопротивление для фазного проводника сечением 70 мм<sup>2</sup> составляет 0,318 Ом/км

Сопротивление нулевого проводника сечением 35 мм<sup>2</sup> составляет 0,636 Ом/км

Сопротивление на участке длиной 130 м (0,130 км):

фазной жилы 70 мм<sup>2</sup>

$$R_{70} = 0,318 \times 0,130 = 0,04134 \text{ Ом}$$

нулевой жилы 35 мм<sup>2</sup>

$$R_{35} = 0,636 \times 0,130 = 0,08268 \text{ Ом}$$

Полное сопротивление петли фаза-нуль:

$$R_{\Pi} = 0,04134 + 0,08268 + 0,018 = 0,14202 \text{ Ом}$$

Расчетный ток однофазного короткого замыкания составляет:

$$I_k = \frac{220}{0,14202} = 1549 \text{ ,}$$

где  $I_k$  – ток короткого замыкания, А

### 2.2.2 Эмпирический метод

Измерения проводятся по методике измерения полного сопротивления цепи фаза-нуль в электроустановках до 1000 В с системой TN.

Цель этих измерений - проверка соответствия автоматического выключателя или другого устройства, защищающего конкретный участок сети требованиям нормативных документов: «Правила устройства электроустановок, 7-е издание» [50], «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» [51] и РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования» и инструкциям завода-изготовителя [53].

При измерениях полного сопротивления петли фаза-нуль и измерениях тока однофазного короткого замыкания определяется быстрота и надежность отключения аппаратом защиты поврежденного участка сети от сверхтоков



при замыканиях жил фазных проводников на нейтральный проводник или открытые проводящие части.

В процессе измерений применяются средства испытаний с техническими характеристиками, гарантирующую требуемую точность измерений.

Порядок проведения испытаний и измерений:

- изучение проекта и документации,
- ознакомление с паспортами испытываемого электрооборудования,
- выполнение организационных и технических мероприятий при испытаниях и измерениях в действующих установках,
- проверка измерительных приборов на работоспособность в соответствии с инструкциями по эксплуатации,
- проведение измерений в объеме требований документации: «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» [51], «Правила устройства электроустановок, 7-е издание» [50] и РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования» [53].

Для измерения полного сопротивления цепи фаза-нуль в электроустановках до 1000 В с системой TN используются следующие методы измерения:

#### **2.2.2.1 Метод падения напряжения**

На рисунке 1 представлена схема измерения сопротивления петли фаза-нуль методом падения напряжения.

Примечание: Следует обратить особое внимание на трудности при применении этого метода.

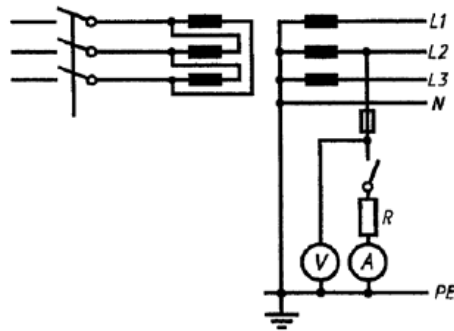


Рисунок 1 – Схема измерения сопротивления петли фаза-нуль методом падения напряжения

Напряжение в испытываемой цепи проверяют с включенным и выключенным сопротивлением нагрузки и сопротивление петли фаза-нуль рассчитывают по формуле:

$$R = \frac{U_1 - U_2}{I_R}, \text{ Ом} \quad (4)$$

где  $R$  – полное сопротивление петли фаза-нуль, Ом;

$U_1$  – напряжение, измеренное при отключенном сопротивлении нагрузки, В;

$U_2$  – напряжение, измеренное при включенном сопротивлении нагрузки, В;

$I_R$  – ток, который протекает через сопротивление нагрузки, А.

Примечание: разница между  $U_1$  и  $U_2$  должна быть большой.

### 2.2.2.2 Метод отдельного источника питания

На рисунке 2 представлена схема измерения сопротивления цепи фаза-нуль с помощью отдельного источника питания.

Измерение проводят при отключенной сети, причем первичная обмотка питающего трансформатора должна быть закорочена. В этом методе используется отдельный источник питания (рисунок 2). Полное сопротивление петли «фаза-нуль» рассчитывают по формуле:

$$R = U/I, \text{ Ом} \quad (5)$$

где  $R$  - сопротивление петли фаза-нуль, Ом;

$U$  - измеренное испытательное напряжение, В;

$I$  - измеренный испытательный ток, А.

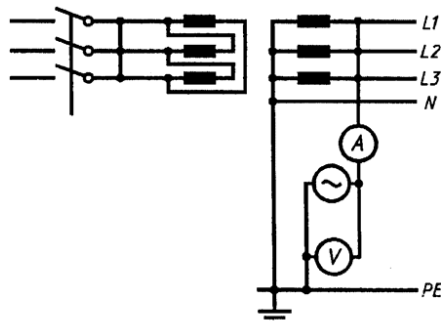


Рисунок 2 – Схема измерения с помощью отдельного источника питания

### 2.2.2.3 Метод проведения измерений приборами ИФН-200, ИФН-300

На рисунке 3 представлена схема проведения измерений приборами ИФН-200, ИФН-300

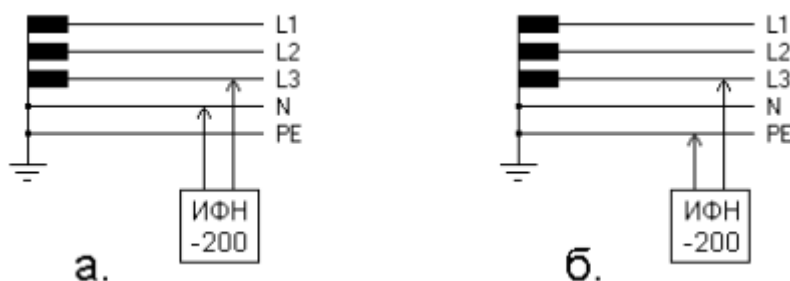


Рисунок 3 – Схема проведения измерений прибором ИФН-200

Режим измерения параметров цепи «фаза-нуль» выбирается нажатием кнопки «L-N/Ω/▼», на индикаторе прибора высвечивается буквы «L-N».

Провода для измерения соединяются с прибором в гнезда «\*» и «L-N». Другие концы проводов подключаются к проверяемой цепи «фаза-нуль» для измерения. При этом на индикаторной панели прибора высвечиваются действующее напряжение цепи ( $U$ ).

Для проведения измерения необходимо нажать кнопку «Rx/┘». В это время прибор проведет проверку целостности цепи незначительно малым током, не разрешая работу с цепями, где сопротивление более 1000 Ом (на индикаторе прибора высвечивается сообщение «Цепь повреждена!»), после этого проводится измерение.

Прибор определяет и пересчитывает следующие параметры: полное сопротивление петли фаза-нуль ( $Z$ ), активное сопротивление петли фаза-нуль ( $R$ ) и реактивное сопротивление петли фаза-нуль ( $X$ ), ведет расчёт значения тока короткого замыкания ( $I$ ) и угол сдвига фаз между напряжением и током ( $\varphi$ ) при коротком замыкании.

Циклический выбор этих параметров, осуществляется кнопкой «ДИСП/МЕНЮ/▲».

Когда при проведении длительной серии измерений параметров одной и той же цепи, показания прибора начинают значительно различаться друг от друга, в этом случае нужно очень тщательно проверить качество всех контактных соединений и провести серию из нескольких измерений, а после этого вычислить среднее значение определяемого параметра.

Измерение полного сопротивления петли фаза-нуль в установках, где основным аппаратом защиты является автоматический выключатель, реагирующий на дифференциальный ток, проводится между фазным проводом и защитным проводником после предварительного шунтирования устройства защитного отключения.

На основании полученных значений оформляется протокол испытаний или измерений утверждённой формы.

При проведении замеров цепи фаза-нуль в электроустановках до 1000 В с системой заземления TN необходимо руководствоваться требованиями Правил по ОТ ЭЭ.

Проверку цепи фаза-нуль в электроустановках до 1000 В с системой заземления TN разрешается выполнять двум специально обученным

работникам из числа электротехнического и административно-технического персонала, имеющих группы по электробезопасности III и IV.

Перед допуском к самостоятельной работе электротехнический персонал обязан пройти профессиональную подготовку, соответствующую характеру работы. Персонал должен пройти обучение по оказанию первой медицинской помощи при несчастных случаях и освоить приёмы по освобождению пострадавших от действия электрического тока. Электротехнический персонал проходит проверку своих знаний ежегодно. Вопросы проверки включают в себя: требования должностных инструкций, инструкций по оказанию первой помощи пострадавшим, при поражении электрическим током, инструкций по применению средств защиты, необходимых для безопасного выполнения работ, правил по ПУЭ, ОТ ЭЭ, ПТЭЭП в объеме, соответствующем своим должностным обязанностям, и других нормативно-технических документов.

Результаты измерений токов короткого замыкания оформляются протоколом измерения полного сопротивления петли фаза-нуль и приведены в Приложении А.

Сравнение токов короткого замыкания, полученных расчетным методом и эмпирическим методом, с помощью измерительных приборов, показывает, что с учетом поправок на температуру жил кабеля и погрешности прибора, значения токов практически одинаковы. Для исключения возможных ошибок при расчете токов коротких замыканий, в связи с трудностями по определению точных значений протяженности кабельной линии, при скрытой проводке и отсутствии проектной документации это сделать практически невозможно, предлагается применять данные токов коротких замыканий, полученные с помощью измерительных приборов.

Кроме того, проведение измерений с помощью приборов позволяет учесть переходные сопротивления контактов в цепи, в том числе автоматических выключателей и возможных скруток.

## 2.3 Селективность и резервная защита

Требования к защите электросетей обеспечиваются при координации рабочих характеристик для:

- обеспечения бесперебойного электроснабжения за счет отключения только поврежденного участка сети, т.е. срабатывает только автоматический выключатель поврежденного участка;
- обеспечения безопасного и увеличенного срока службы электроустановки путем ограничения тепловых и электродинамических воздействий [31], [60].

Применяются следующие виды и способы координации между выключателями:

- каскадное соединение (согласно ГОСТ Р 50030.2 - «резервная защита») [8];
- селективность.

Токоограничение - это принцип работы автоматического выключателя, который позволяет значительно уменьшить токи короткого замыкания и снизить электромагнитное, тепловое, механическое воздействие на электроустановку. Этот принцип является основой каскадного соединения.

Каскадное соединение позволяет использовать все преимущества токоограничения, уменьшая отрицательное воздействие тока короткого замыкания.

Каскадное соединение увеличивает отключающую способность аппаратов защиты, расположенных ниже токоограничивающего выключателя. Вышерасположенный выключатель ограничивает большое значение тока короткого замыкания, тем самым помогая нижерасположенному выключателю. При каскадном соединении появляется возможность использовать автоматический выключатель с отключающей способностью ниже, чем расчетный ожидаемый ток короткого замыкания в месте его установки.

При каскадном соединении согласно МЭК 60364 [15] требуется, чтобы вышерасположенный выключатель имел предельную отключающую способность  $I_{cu}$ , равную или большую, чем ожидаемый ток короткого замыкания в месте его установки. Значения предельной отключающей способности  $I_{cu}$  нижерасположенных выключателей усилена, благодаря координации с вышестоящим аппаратом

В электроснабжении под селективностью при сверхтоках понимают совместную работу последовательно включенных аппаратов защиты электрических цепей в случае возникновения аварийной ситуации [8].

## Выводы по разделу 2

Технически возможна реализация большого количества решений по координации защитных устройств в установке. Выбор типа координации в различных зонах установки строго зависит от конструкции установки и её проектных данных, а также основывается на ряде компромиссов, при которых намеченные цели в показателях надежности и работоспособности электроустановки достигаются при уменьшении стоимости и рисков в допустимых пределах.

Выбор принятия решения для различных зон электроустановки, который предлагает оптимальный баланс между техническими и финансовыми требованиями в соответствии с:

- требованиями по функциональности и безопасности (приемлемые уровни риска) и по надежности (работоспособность установки);
- номинальным значением электрических величин;
- стоимостью (оборудование, системы управления, соединительные элементы и т.д.);
- допустимой продолжительностью воздействия и размером ущерба при простое электрической системы;
- дальнейшим развитием системы.

### 3. Описание исследования

Согласно указаниям ПУЭ п.3.1.8 электрические сети должны иметь защиту от токов короткого замыкания, обеспечивающую по возможности наименьшее время отключения и требования селективности. Согласно указаниям ПУЭ п. 3.1.11 – защиту от тока перегрузки [50].

Проверка проводилась с помощью инструментальных измерений в соответствии с методикой по определению полного сопротивления цепи фаза-нуль, согласно указаниям ПТЭЭП прил.3 п.28.4 [51] «Проверка срабатывания защиты при системе питания с заземленной нейтралью (TN-C, TN-C-S, TN-S).

При замыкании на нулевой защитный проводник ток однофазного короткого замыкания должен составлять не менее:

- трехкратного значения номинального тока плавкой вставки предохранителя,
- трехкратного значения номинального тока нерегулируемого расцепителя автоматического выключателя с обратозависимой от тока характеристикой,
- трехкратного значения уставки по току срабатывания регулируемого расцепителя автоматического выключателя обратозависимой от тока характеристикой,
- 1,1 верхнего значения тока срабатывания мгновенно действующего расцепителя (отсечки)» [51].

Выбор автоматических выключателей проводился как по допустимым длительным токам нагрузки, так и измеренному току однофазного короткого замыкания.

При определении характеристик выбираемых аппаратов защиты, должное внимание уделялось обеспечению селективности и резервной защите автоматических выключателей .



Выбор системы защиты электроустановки является очень важным и для обеспечения как экономической так и функциональной работы всей электроустановки, и для сведения к минимизации проблем, которые вызваны работой установки при аварийных ситуациях.

В рассмотренном анализе анализируется координация между разными устройствами, которые предназначаются для защиты зон и определенных компонентов с конкретными целями:

- обеспечить безопасность персонал и оборудования в любой момент времени,
- определить и отключить те зоны, в которых возникла авария, а не всю электроустановку,
- снизить воздействие повреждений на другие части электроустановки (падение напряжения, утрата стабильной работы у электрооборудования),
- снизить нагрузку на компоненты и предупредить повреждения в зоне неисправности,
- обеспечить непрерывность энергоснабжения,
- обеспечить соответствующее качество электроэнергии,
- обеспечить соответствующее резервирование аппарата, отвечающего за отключение,
- обеспечить персонал, проводящий эксплуатацию электрооборудования, и системы управления информацией, необходимой для быстрого восстановления нормальной работы электросети с минимумом вмешательства в остальную часть электроустановки,
- достичь оптимального компромисса между надежностью, простотой и экономической эффективностью.

Таким образом, система защиты электроустановки должна:

- мгновенно определить причину и место аварийного события,
- различить ложный отказ от истинного в пределах своей зоны

действия, исключая неоправданных отключений, которые приведут к необоснованному выключению исправной части электроустановки, – максимально быстро сработать для ограничения повреждения, поддерживая непрерывность и стабильность подачи питания.

Значение тока, выше которого обеспечивается защита, называется током координации  $I_b$ .

Если проводимый анализ ограничен поведением аппаратов защиты с отключением, основанным на расцеплении от сверхтока, то методика, применяемая для координации аппаратов защиты в основном зависит от значений номинального тока ( $I_n$ ) и тока короткого замыкания ( $I_{кз}$ ) в рассматриваемой части установки.

Существуют нижеперечисленные типы координации:

- временная селективность,
- токовая селективность,
- энергетическая селективность,
- зонная селективность,
- резервная защита.

### **3.1 Выбор аппаратов защиты и сечения проводников для практического применения на объекте исследования**

#### **3.1.1 Выбор аппарата защиты по отключающей способности**

Расчет кабельной линии от ячейки № 24 до электрощита ДЗШРЗ [49]. На рисунке 4 представлена однолинейная схема щита ДЗШРЗ.

В качестве автоматического выключателя ВА выбираем по сечению кабеля тип автоматического выключателя - АВВ в литом корпусе Tmax T4S. Предельная коммутационная способность выключателя 50 кА. В зоне тока короткого замыкания выключатель работает с задержкой по времени, обеспечивая частичную селективность.

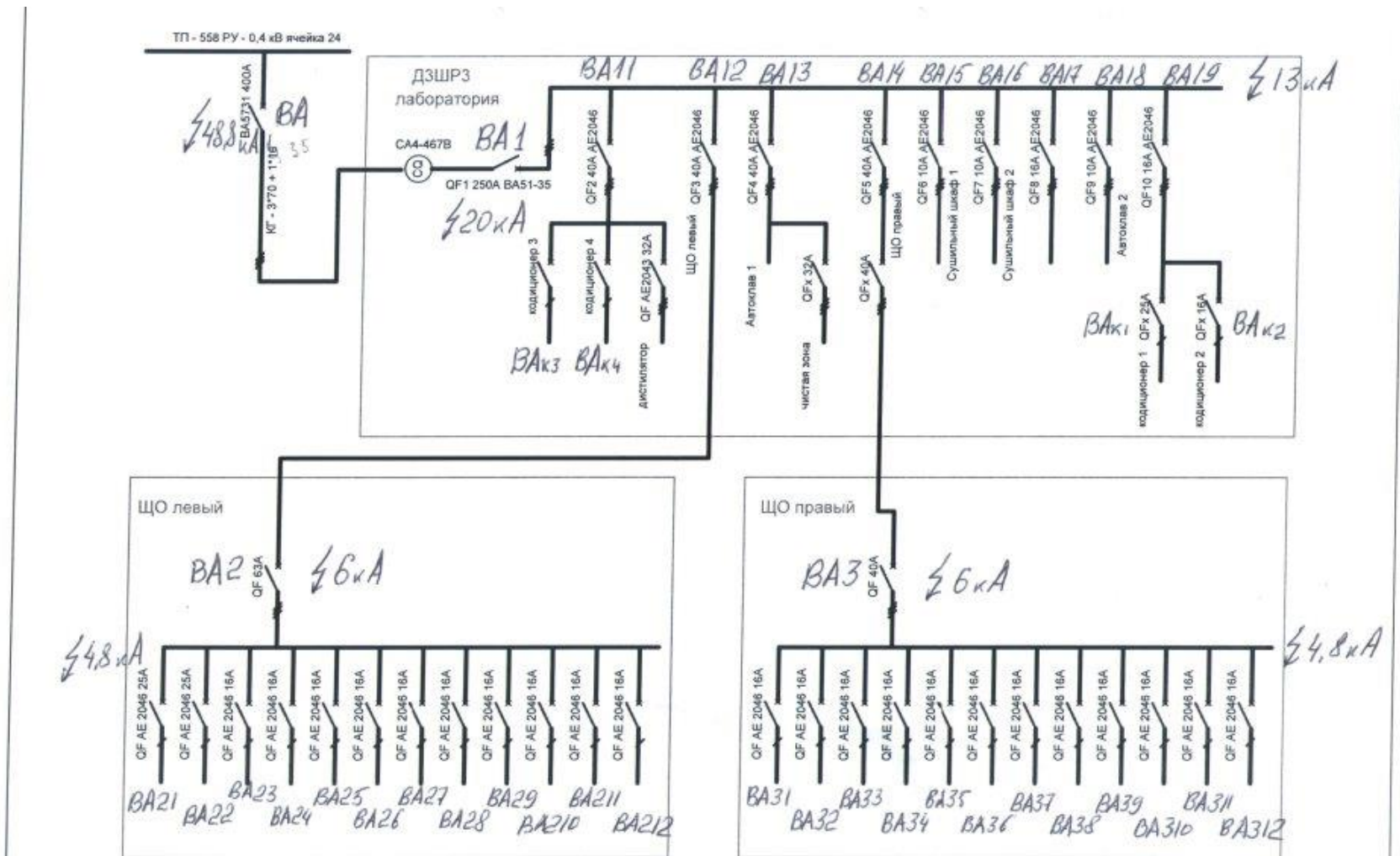


Рисунок 4 - Однолинейная схема щита ДЗШР3

Проведем расчет по выбору автоматических выключателей с учетом резервной защиты [23].

В качестве автоматического выключателя ВА1 выбираем выключатель Tmax T2N устойчивый к току короткого замыкания  $Tk3 = 20$  кА: предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=36$  кА. В зоне тока короткого замыкания автоматический выключатель работает без задержки по времени и обеспечивает максимальное быстроедействие защиты.

Автоматические выключатели ВА11-ВА19 выбраны по расчетному току электроприёмников. Ток короткого замыкания в начале линии равен 13кА.

Автоматический выключатель ВА11 – S200M 15 кА.

Автоматический выключатель ВА12 – S200M 15 кА.

Автоматический выключатель ВА13 – S200M 15 кА.

Автоматический выключатель ВА14 – S200M 15 кА.

Автоматический выключатель ВА15 – S200M 15 кА.

Автоматический выключатель ВА16 – S200M 15 кА.

Автоматический выключатель ВА17 – S200M 15кА.

Автоматический выключатель ВА18 – S200M 15 кА.

Автоматический выключатель ВА19 – S200M 15 кА.

Автоматический выключатель ВА1 является устойчивым к максимальным значениям тока короткого замыкания автоматических выключателей ВА11 – ВА19, так как отключающая способность  $I_{cu}=36$  кА больше максимального значения тока короткого замыкания защищаемых выключателей  $I_{cu}=6$  кА. Расцепитель выключателя действует без задержки по времени.

Ток уставки расцепителя выключателя ВА1 равен 0,48 кА ( $160 \text{ A} \times 3$ ) и меньше тока предельной коммутационной способности каждого из выключателей  $I_{cu}=15$ кА.

Автоматические выключатели ВА11 – ВА19 выбраны по расчетной нагрузке и являются устойчивыми к токам короткого замыкания.

В качестве автоматического выключателя ВА2 выбираем выключатель S200M устойчивый к току короткого замыкания  $TKЗ=6$  кА: предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=10$  кА. В зоне тока короткого замыкания автоматический выключатель работает без задержки по времени, обеспечивая максимальное быстродействие защиты.

Автоматические выключатели ВА21-ВА212 выбраны по расчетному току светильников:

- автоматический выключатель ВА21 – S200 20 кА,
- автоматический выключатель ВА22 – S200 20 кА,
- автоматический выключатель ВА23 – S200 20 кА,
- автоматический выключатель ВА24 – S200 20 кА,
- автоматический выключатель ВА25 – S200 20 кА,
- автоматический выключатель ВА26 – S200 20 кА,
- автоматический выключатель ВА27 – S200 20 кА,
- автоматический выключатель ВА28 – S200 20 кА,
- автоматический выключатель ВА29 – S200 20 кА,
- автоматический выключатель ВА210 – S200 20 кА,
- автоматический выключатель ВА211 – S200 20 кА,
- автоматический выключатель ВА212 – S200 20 кА.

Автоматический выключатель ВА2 является устойчивым к максимальным значениям тока короткого замыкания автоматических выключателей ВА21 – ВА212, так как отключающая способность  $I_{cu}=10$  кА больше максимальных значений токов короткого замыкания защищаемых автоматических выключателей  $I_{cu}=4,8$  кА. Расцепитель автоматического выключателя действует без задержки по времени.

Ток уставки расцепителя выключателя ВА2 равен  $0,4$  кА ( $40$  А $\times 10$ ) и меньше тока предельной коммутационной способности каждого из защищаемых выключателей  $I_{cu}=20$ кА.

Автоматические выключатели ВА21 – ВА212 выбраны по расчетной нагрузке и являются устойчивыми к току короткого замыкания.

В качестве автоматического выключателя ВА3 выбираем выключатель S200M устойчивый к току короткого замыкания  $TКЗ=6$  кА: предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=10$  кА. В зоне тока короткого замыкания выключатель работает без задержки по времени и обеспечивает максимальное быстродействие защиты.

Автоматические выключатели ВА31- ВА312 выбраны по расчетному току светильников:

- автоматический выключатель ВА31 – S200 20 кА,
- автоматический выключатель ВА32 – S200 20 кА,
- автоматический выключатель ВА33 – S200 20 кА,
- автоматический выключатель ВА34 – S200 20 кА,
- автоматический выключатель ВА35 – S200 20 кА,
- автоматический выключатель ВА36 – S200 20 кА,
- автоматический выключатель ВА37 – S200 20 кА,
- автоматический выключатель ВА38 – S200 20 кА,
- автоматический выключатель ВА39 – S200 20 кА,
- автоматический выключатель ВА310 – S200 20 кА,
- автоматический выключатель ВА311 – S200 20 кА,
- автоматический выключатель ВА312 – S200 20 кА.

Автоматический выключатель ВА3 является устойчивым к максимальным значениям тока короткого замыкания автоматических выключателей ВА31–ВА312, так как отключающая способность  $I_{cu}=10$  кА больше максимальных значений токов короткого замыкания защищаемых автоматических выключателей  $I_{cu}=4,8$ кА. Расцепитель выключателя действует без задержки по времени.

Ток уставки расцепителя выключателя ВА3 равен 0,4 кА ( $40$  А $\times 10$ ) и меньше тока предельной коммутационной способности каждого из защищаемых автоматических выключателей  $I_{cu}=20$ кА.

Автоматические выключатели ВА31 – ВА312 выбраны по расчетной нагрузке и являются устойчивыми к токам короткого замыкания.

Данные заносим в Таблицу 5.

### 3.1.2 Выбор уставок расцепителя ВА по току короткого замыкания

Выбор уставок автоматических выключателей ВА1, ВА11-ВА19 [49] на соответствие требованиям п. 3.1.4. ПУЭ.

Расчётные токи кондиционеров 3, 4 равны соответственно 10, 10 А. Кратность пускового тока для кондиционеров равна 7. Номинальные токи автоматических выключателей ВАК3, ВАК4 соответственно 10, 10 А, выбраны по расчетным токам электродвигателей и являются наименьшими из возможных с учетом шкалы номинальных токов. Значения уставок расцепителей (характеристика С) ВАК3=10; ВАК4=10.

Пусковой ток:

$$- K3=10 \times 7=70 \text{ А,}$$

$$- K4=10 \times 7=70 \text{ А.}$$

Кратность уставки расцепителя у выбранных автоматических выключателей равна:

$$- \text{ВАК3}=10 \times 10=100 \text{ А,}$$

$$- \text{ВАК4}=10 \times 10=100 \text{ А.}$$

Следовательно, 7-кратный пусковой ток электродвигателей не приводит к ложным отключениям защиты.

Расчётный ток дистиллятора = 16 А

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА11 равен 36 А. Номинальный ток расцепителя 50 А (ближайшее большее значение). Кратность уставки расцепителя равна 10. Ток срабатывания расцепителя 500 А (10×50А).

Максимальный ток в линии появляется при наложении на расчетный ток пускового тока электродвигателя ДК1, наибольшего из электродвигателей, получающих питание по этой линии:

$$36 \text{ А}+(10 \text{ А} \times 7)=106 \text{ А}$$

При этом токе для обеспечения максимальной чувствительности защиты при условии исключения от ложных отключений достаточно иметь

кратность уставки расцепителя, равную 2,1.

Измеренный ток электроламп ЩО левый равен 10 А, кратность пускового тока для электроламп равна 2. Номинальный ток автоматического выключателя ВА2 –13 А.

Значения уставки расцепителя (характеристика С) ВА12=10.

Пусковой ток ЩО левый = $10 \times 2 = 20$  А

Кратность уставки расцепителя у выбранного выключателя равна:

$ВА12 = 32 \text{ А} \times 10 = 320 \text{ А}$

Следовательно, 2-кратный пусковой ток электроламп не приводит к ложным отключениям защиты.

Расчётные токи автоклава 1 и чистой зоны Аа1, Ачз равны соответственно 9,7 и 16 А, кратность пускового тока равна 2 . Номинальный ток автоматического выключателя ВА13= 32 А. Значения уставок расцепителей (характеристика С) ВА13=10.

Пусковой ток  $I_{13} = 25,7 \times 2 = 51,4$  А

Кратность уставки расцепителя у выбранных выключателей равна:

$ВА13 = 25 \text{ А} \times 10 = 250 \text{ А}$

Следовательно, 2-кратный пусковой ток не приводит к ложным отключениям защиты.

Измеренный ток электроламп ЩО правый равен 10 А, кратность пускового тока для электроламп равна 2. Номинальный ток автоматического выключателя ВА3 – 13 А.

Значения уставок расцепителей ( характеристика С) ВА14=10.

Пусковой ток ЩО правый= $10 \times 2 = 20$  А

Кратность уставки расцепителя у выбранного выключателя равна:

$ВА14 = 32 \times 10 = 320 \text{ А}$

Следовательно, 2-кратный пусковой ток электроламп не приводит к ложным отключениям защиты.

Расчётный ток сушильного шкафа1 равен 1,6 А, кратность пускового тока равна 2. Номинальный ток автоматического выключателя ВА15=2А.



Значения уставок расцепителей (характеристика С) ВА15=10.

Пусковой ток: сушильный шкаф1= $1,6 \times 2 = 3,2$  А

Кратность уставки расцепителя у выбранного выключателя равна:  
ВА15= $2 \times 10 = 20$  А

Следовательно, 2-кратный пусковой ток сушильного шкафа не приводит к ложным отключениям защиты.

Расчётный ток сушильного шкафа 2 равен 1,6 А, кратность пускового тока равна 2. Номинальный ток автоматического выключателя ВА16=2А.

Значения уставки расцепителя (характеристика С) А16=10.

Пусковой ток: сушильный шкаф 2  $1,6 \times 2 = 3,2$  А

Кратность уставки расцепителя у выбранного выключателя равна:  
ВА16= $2 \times 10 = 20$  А

Следовательно, 2-кратный пусковой ток сушильного шкафа не приводит к ложным отключениям защиты.

Расчётный ток автоклава 2 равен 9,7 А. Кратность пускового тока равна 2. Номинальный ток автоматического выключателя ВА18=13 А.

Значения уставки расцепителя (характеристика С) ВА18=10.

Пусковой ток: автоклав 2= $9,7 \times 2 = 19,4$  А

Кратность уставки расцепителя у выбранного выключателя равна:  
ВА18= $13 \times 10 = 130$  А

Следовательно, 2-кратный пусковой ток сушильного шкафа не приводит к ложным отключениям защиты.

Расчётные токи кондиционеров 1, 2 равны соответственно 13 А, 8 А. Кратность пускового тока для кондиционеров равна 7. Номинальные токи автоматических выключателей ВАК1, ВАК2 соответственно – 16 А, 10 А, выбраны по расчетным токам кондиционеров и являются наименьшими из возможных. Значения уставок расцепителей (характеристика С) ВАК1=10; ВАК2=10.

Пусковой ток:

- I K1= $13 \times 7 = 91$  А,

$$- I_{K2} = 8 \times 7 = 56 \text{ А.}$$

Кратность уставки расцепителя у выбранных выключателей равна:

$$- \text{ВАК1} = 16 \times 10 = 160 \text{ А,}$$

$$- \text{ВАК2} = 8 \times 10 = 80 \text{ А.}$$

Следовательно, 7-кратный пусковой ток кондиционеров не приводит к ложным отключениям защиты.

Расчетный ток линии с автоматическим выключателем ВА19 равен 21 А. Номинальный ток расцепителя 32 А. Кратность уставки расцепителя равна 10. Ток срабатывания расцепителя 320 А ( $32 \text{ А} \times 10$ ).

Максимальное значение тока в линии появляется при наложении на расчетный ток пускового тока кондиционера К1:  $21 \text{ А} + (13 \text{ А} \times 7) = 112 \text{ А}$ .

При таком значении тока для обеспечения максимальной защиты при условии исключения от ложных отключений достаточно иметь кратность уставки расцепителя, равную 3,5.

Расчетный ток линии с автоматическим выключателем ВА1 равен 115,6 А.  $36 \text{ А} + 10 \text{ А} + 25,7 \text{ А} + 10 \text{ А} + 1,6 \text{ А} + 1,6 \text{ А} + 9,7 \text{ А} + 21 \text{ А} = 115,6 \text{ А}$ .

Номинальный ток расцепителя 160 А. Кратность уставки расцепителя равна 3. Ток срабатывания расцепителя 480 А ( $160 \times 3$ ).

Максимальный пик тока в линии появляется при наложении на расчетный ток А1 пускового тока кондиционера К1:

$$- 115,6 \text{ А} + (13 \text{ А} \times 7) = 206,6 \text{ А.}$$

При таком значении тока для обеспечения максимальной защиты при условии исключения от ложных отключений достаточно иметь кратность уставки расцепителя, равную 1,5.

Данные заносим в Таблицу 5.

### **3.1.3 Выбор уставок расцепителя ВА по току нагрузки**

Выбор номинального тока и уставок расцепителя автоматических выключателей ВА1, ВА [49] на соответствие требованиям главы 3.1.11. ПУЭ.

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА1 равен 115,6 А

Численное значение уставки расцепителя (функция L) автоматического выключателя  $BA1=0,72$  выбраны по расчетным токам электропотребителей и является наименьшим из возможных значений уставок расцепителей.  $I1=160 \times 0,72=115,2$  А

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА равен 115,6 А

Численное значение уставки расцепителя (функция L) автоматического выключателя  $BA = 0,48$  выбраны по расчетным токам электропотребителей и является наименьшим из возможных значений уставок расцепителей.  $I=250 \times 0,48=120$  А

Данные заносим в Таблицу 5.

### **3.1.4 Выбор сечения проводников**

Необходимая допустимая длительная токовая нагрузка проводника для линий А1, А должна быть не менее номинального тока расцепителя автоматического выключателя равная 120 А [49].

По таблице 1.3.6. ПУЭ выбираем проводник с медными жилами сечением  $S = 35$  мм<sup>2</sup> с допустимым длительным током равным 120 А, либо по таблице 1.3.7. ПУЭ проводник с алюминиевыми жилами сечением  $S = 70$  мм<sup>2</sup> с допустимым длительным током равным  $140 \text{ А} \times 0,92=128,8$  А

Сечение существующего проводника КГ-ХЛ  $3 \times 70+1 \times 35$  превышает расчетное. Допустимый длительный ток для существующего кабеля - 180 А.

Данные по типу ВА, отключающей способности ВА, значению уставок расцепителя ВА, сечению проводников занесены в Таблицу 5.

Таблица 5 – Тип ВА, отключающая способность ВА, значения уставок расцепителя ВА, сечение проводников в линии «ячейка №24 – ДЗШРЗ Лаборатория»

Адрес	Обозначение выключателя на схеме	Автоматический выключатель			Кратность уставки отсечки		Номинальный ток расцепителя, А		Расчетный ток, А	Номинальная предельная наибольшая отключающая способность, кА	Селективность к вышестоящему аппарату	Сечение проводника, мм <sup>2</sup>	
		Тип	Номинальный ток, А	Тип расцепителя	КЗ	Тепл.	КЗ	Тепл.				Cu	Al
Ячейка №24	ВА	TmaxT4S (проект)	250	электронный	2	0,48	500	120	115,6	50	Полная	35	70
		ВА51-39 (сущ.)	400	ТМ	10	1	4000	400	180	40	Частичная	70	-
ДЗШРЗ	ВА1	TmaxT2N (проект)	160	электронный	3	0,72	480	115,2	115,6	36	Частичная	25	35
		ВА51-39 (сущ.)	250	ТМ	10	1	2500	250	180	40	Частичная	50	-
ЩО	ВА2	S200M (проект)	10	ТМ	10	1	100	10	10	6	Полная	1.5	2.5
		ВА 47-29 (сущ.)	16	ТМ	10	1	160	16	15	4,5	Частичная	2.5	-
ЩО	ВА3	S200M (проект)	10	ТМ	10	1	100	10	10	6	Полная	1.5	2.5
		ВА 47-29 (сущ.)	16	ТМ	10	1	160	16	15	4,5	Частичная	2.5	-

Расчеты для остальных линий электропередачи.

Ячейка № 21 - Д2ШС3 Сепараторы WS

На рисунке Б.1 Приложения Б представлена однолинейная схема щита Д2ШС3. В качестве автоматического выключателя ВА выбираем автоматический выключатель АВВ в литом корпусе Tmax T5S. В зоне тока короткого замыкания автоматический выключатель работает с задержкой по времени и обеспечивает частичную селективность.

Этот автоматический выключатель удовлетворяют требованиям п. 3.1.3 ПУЭ, так как токи короткого замыкания в начале защищаемого участка электрической линии равны 27.76 кА (при подключении к ТП 558 - 48,8 кА) меньше предельной коммутационной способности автоматического выключателя  $I_{cu}=50$  кА.

В качестве автоматического выключателя ВА1 выбираем Tmax T5N устойчивый к току короткого замыкания равного 32 кА: предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=36$  кА. В зоне тока короткого замыкания выключатель работает с задержкой по времени, селективность не обеспечивается.

В качестве автоматического выключателя ВА11 выбран по расчётному току электродвигателя автоматический выключатель АВВ в литом корпусе TmaxT4N . Он является устойчивым к максимальному значению тока короткого замыкания, так как его предельная коммутационная способность  $I_{cu}= 36$  кА превышает значение максимального тока короткого замыкания в начале защищаемого ответвления (18 кА).

В качестве автоматического выключателя ВА12 выбран по расчётному току электродвигателя автоматический выключатель АВВ в литом корпусе TmaxT4N . Он является устойчивым к максимальному значению тока короткого замыкания, так как его предельная коммутационная способность  $I_{cu}=36$  кА превышает значение максимального тока короткого замыкания в начале защищаемого ответвления (18 кА).

В качестве автоматического выключателя ВА13 выбран по расчётному току электродвигателя автоматический выключатель АВВ в литом корпусе Тmax Т2N . Он является устойчивым к максимальному значению тока короткого замыкания, так как его предельная коммутационная способность  $I_{cu}=36$  кА превышает значение максимального тока короткого замыкания в начале защищаемого ответвления (18 кА).

Автоматический выключатель ВА1 является устойчивым к максимальным значениям тока короткого замыкания за выключателями ВА11, ВА12, ВА13, так как отключающая способность  $I_{cu}=36$  кА больше максимальных значений токов короткого замыкания защищаемых автоматических выключателей  $I_{cu}=18$ кА. Расцепитель выключателя действует без задержки по времени.

Ток уставки расцепителя выключателя ВА1 равен 2,52 кА ( $630 \text{ А} \times 4$ ) и меньше тока одноразовой предельной коммутационной способности каждого из защищаемых выключателей  $I_{cu}=36$ кА.

Автоматические выключатели ВА11, ВА12 и ВА13 выбраны по расчетной нагрузке и являются устойчивыми к токам короткого замыкания.

Выбор уставки расцепителя автоматических выключателей ВА11-ВА13, ВА1, ВА на соответствие требованиям п. 3.1.4. ПУЭ.

Расчётные токи электродвигателей Д11, Д12 и Д13 равны соответственно 180, 180 и 44 А, кратность пускового тока для электродвигателей равна 7. Номинальные токи автоматических выключателей А11, А12 и А13 соответственно равны 250, 250 и 63 А, выбраны по расчётным токам электродвигателей и являются наименьшими из возможных. Значения уставок расцепителей ( функция I) для ВА11, ВА12 и ВА13=6,5.

Пусковой ток:

-  $D_{11}=180 \times 7=1260 \text{ А}$ ,

-  $D_{12}=180 \times 7=1260 \text{ А}$ ,

-  $D_{13}=44 \times 7=308 \text{ А}$ .

Кратность уставок расцепителей выключателей равна:

$$- \text{BA11} = 250 \times 6,5 = 1625 \text{ A},$$

$$- \text{BA12} = 250 \times 6,5 = 1625 \text{ A},$$

$$- \text{BA13} = 63 \times 6,5 = 410 \text{ A}.$$

Следовательно, 7-кратный пусковой ток электродвигателей не приводит к ложным отключениям защиты.

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА1, ВА равен 404 А. Номинальный ток расцепителя 630 А. Кратность уставки расцепителя равна 4,5. Ток срабатывания расцепителя 2835 А ( $630 \text{ A} \times 4,5$ ).

Максимальный ток в электролинии появляется при наложении на расчетный ток пускового тока электродвигателя Д11:

$$404 \text{ A} + (180 \text{ A} \times 7) = 1664 \text{ A}.$$

При пике тока для обеспечения максимальной чувствительности защиты при условии исключения ложных отключений достаточно иметь кратность уставки расцепителя, равную 3.

Выбор уставки автоматических выключателей ВА11-ВА13, ВА1, ВА на соответствие требованиям главы 3.1.11. ПУЭ. Тип выбранных выключателей и их параметры приведены в таблице. Рисунок В.1 Приложение В.

Расчётные токи электродвигателей Д11, Д12 и Д13 равны соответственно 180, 180 и 44 А. Численные значения уставок расцепителей ( функция L) автоматических выключателей А11– 0,92, А12 – 0,92 и А13 – 0,68 выбраны по расчётным токам электродвигателей и являются наименьшими из возможных.

$$I_{\text{Д11}} = 250 \times 0,92 = 184 \text{ A}.$$

$$I_{\text{Д12}} = 250 \times 0,92 = 184 \text{ A}.$$

$$I_{\text{Д13}} = 63 \times 0,68 = 43 \text{ A}.$$

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА1, ВА равен 404 А.

Численное значение уставки расцепителя (функция L)

автоматического выключателя ВА1,  $ВА = 0,68$  выбраны по расчетным токам электродвигателей и является наименьшим из возможных значений уставок расцепителей.  $I_{ВА1} = 630 \times 0,68 = 428$  А

Необходимая допустимая длительная токовая нагрузка проводника для электролинии 11 должна быть не менее номинального тока расцепителя автоматического выключателя – 184 А. Согласно табл. 1.3.6 ПУЭ для четырехжильных кабелей сечением  $95 \text{ мм}^2$  длительно допустимый ток равен 220 А.

Выбранный для электролинии 11 проводник имеет сечение  $95 \text{ мм}^2$ , для линии 12 по аналогичной методике находим сечение равное  $95 \text{ мм}^2$ , для линии 13 сечение проводника равное  $10 \text{ мм}^2$ .

$$S_{11} = \text{ВВГ } 4 \times 95.$$

$$S_{12} = \text{ВВГ } 4 \times 95.$$

$$S_{13} = \text{ВВГ } 4 \times 10.$$

Требуемая допустимая длительная токовая нагрузка проводника для электролинии А должна быть не менее номинального тока расцепителя автоматических выключателей  $ВА1 = 428$  А.

По таблице 1.3.6. ПУЭ выбираем два проводника с медными жилами сечением  $S = 95 \text{ мм}^2$  с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 440 А либо по таблице 1.3.7. ПУЭ два проводника с алюминиевыми жилами сечением  $S = 150 \text{ мм}^2$  с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 432 А.

Сечение расчётного проводника превышает действующее (существующее) – АВВГ  $4 \times 95$  с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 157 А.

Данные по типу ВА, отключающей способности ВА, значению уставок расцепителя ВА, сечению проводников занесены в таблицу. Рисунок В.1  
Приложение В.

Ячейка № 23 – Д1ШР1, ДЗШР1

На рисунке Б.2 Приложения Б представлена однолинейная схема щитов



Д1ШР1, ДЗШР1 В качестве автоматического выключателя ВА выбираем по сечению кабельной линии автоматический выключатель АВВ в литом корпусе Tmax T5S. Предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=50$  кА.

В зоне тока короткого замыкания автоматический выключатель работает с задержкой по времени и обеспечивает частичную селективность.

В качестве автоматического выключателя ВА1 выбираем Tmax T4N устойчивый к току короткого замыкания равного 32 кА: предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=36$ кА. В зоне тока короткого замыкания автоматический выключатель работает без задержки по времени, обеспечивая максимальное быстродействие защиты.

Автоматические выключатели ВА11 - ВА15, ВА17 выбраны по расчетному току электродвигателей, автоматический выключатель ВА16 выбран по номинальному току электродвигателя, автоматические выключатели ВА18 - ВА110 выбраны по расчетному току электроприёмников. Ток короткого замыкания в начале линии равен 17 кА.

Автоматический выключатель ВА11 – TmaxT2N 36 кА.

Автоматический выключатель ВА12 – TmaxT2N 36 кА.

Автоматический выключатель ВА13 – TmaxT2N 36 кА.

Автоматический выключатель ВА14 – TmaxT2N 36 кА.

Автоматический выключатель ВА15 – TmaxT2N 36 кА.

Автоматический выключатель ВА16– TmaxT2N 36 кА.

Автоматический выключатель ВА17 – TmaxT2N 36 кА.

Автоматический выключатель ВА18 – S200M 25 кА.

Автоматический выключатель ВА19 – S200M 25 кА.

Автоматический выключатель ВА110 – S200M 25 кА.

Автоматический выключатель ВА1 является устойчивым к максимальным значениям тока короткого замыкания защищаемых выключателей ВА11 – ВА110, так как отключающая способность  $I_{cu}=36$  кА больше максимального значения токов короткого замыкания защищаемых

выключателей  $I_{cu}=6\text{кА}$ . Расцепитель выключателя действует без задержки по времени.

Ток уставки расцепителя выключателя ВА1 равен  $0,875\text{ кА}$  ( $250\text{ А}\times 3,5$ ) и меньше тока предельной коммутационной способности каждого из защищаемых выключателей ( $36\text{кА}$ ,  $25\text{кА}$ ).

Автоматические выключатели ВА11 – ВА15, ВА 17 – ВА110 выбраны по расчетной нагрузке, ВА 16 – по номинальному току и являются устойчивыми к токам короткого замыкания.

В качестве автоматического выключателя ВА2 выбираем  $T_{max} T2N$  устойчивый к току короткого замыкания равного  $32\text{ кА}$ : предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=36\text{кА}$ . В зоне тока короткого замыкания автоматический выключатель работает без задержки по времени, обеспечивая максимальное быстродействие защиты.

Автоматические выключатели ВА21 – ВА2110, ВА3 выбраны по расчетному току электроприёмников. Ток короткого замыкания в начале линии равен  $18\text{ кА}$ .

Автоматический выключатель ВА21 – S200P 25 кА.

Автоматический выключатель ВА22 – S200P 25 кА.

Автоматический выключатель ВА23 – S200P 25 кА.

Автоматический выключатель ВА24 – S200P 25 кА.

Автоматический выключатель ВА25 – S200P 25 кА.

Автоматический выключатель ВА26 – S200P 25 кА.

Автоматический выключатель ВА27 – S200P 25 кА.

Автоматический выключатель ВА28 – S200P 25 кА.

Автоматический выключатель ВА29 – S200P 25 кА.

Автоматический выключатель ВА210 – S200P 25 кА.

Автоматический выключатель ВА3 – S200P 25 кА.

Автоматический выключатель ВА2 является устойчивым к максимальным значениям тока короткого замыкания защищаемых автоматических выключателей ВА21 – ВА210, ВА3, так как отключающая

способность  $I_{cu}=36\text{кА}$  больше максимальных значений токов короткого замыкания защищаемых выключателей  $I_{cu}=6\text{ кА}$ . Расцепитель выключателя действует без задержки по времени.

Ток уставки расцепителя выключателя ВА2 равен  $0,35\text{ кА}$  ( $100\text{ А}\times 3,5$ ) и меньше тока предельной коммутационной способности каждого из защищаемых выключателей  $I_{cu}=25\text{кА}$ .

Автоматические выключатели ВА21 – ВА210, ВА3 выбраны по расчетной нагрузке и являются устойчивыми к токам короткого замыкания.

В качестве автоматического выключателя ВА3 выбираем устойчивый к ТКЗ=18 кА выключатель S200P: предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=25\text{кА}$ . В зоне тока короткого замыкания выключатель работает без задержки по времени, обеспечивая максимальное быстродействие защиты.

Автоматические выключатели ВА31- ВА36 выбраны по расчетному току светильников. Ток короткого замыкания в начале электролинии равен  $8\text{ кА}$ .

Автоматический выключатель ВА31 – S200 20 кА.

Автоматический выключатель ВА32 – S200 20 кА.

Автоматический выключатель ВА33 – S200 20 кА.

Автоматический выключатель ВА34 – S200 20 кА.

Автоматический выключатель ВА35 – S200 20 кА.

Автоматический выключатель ВА36 – S200 20 кА.

Автоматический выключатель ВА3 является устойчивым к максимальным значениям тока короткого замыкания защищаемых автоматических выключателей ВА31 – ВА36, так как отключающая способность  $I_{cu}=20\text{кА}$  больше максимальных значений токов короткого замыкания защищаемых выключателей  $I_{cu}=5\text{ кА}$ . Расцепитель выключателя действует без задержки по времени.

Ток уставки расцепителя выключателя ВА3, равный  $0,63\text{ кА}$  ( $63\text{ А}\times 10$ ), меньше тока предельной коммутационной способности каждого из

защищаемых выключателей  $I_{cu}=20\text{кА}$ .

Автоматические выключатели ВА31 – ВА36 выбраны по расчетной нагрузке и являются устойчивыми к токам короткого замыкания.

Выбор уставок автоматических выключателей ВА1, ВА11-ВА110 на соответствие требованиям п. 3.1.4. ПУЭ.

Расчётные токи электродвигателей Д11, Д12, Д13, номинальный ток электродвигателя Д14 и расчётный ток на розетке Р15 равны соответственно 60, 11, 44, 41 и 37 А, кратность пускового тока для электродвигателей равна 7, розетки – 2. Номинальные токи автоматических выключателей ВА11, ВА12, ВА13, ВА14, ВА15 соответственно – 100, 25, 63, 63 и 63 А, выбраны по расчетным токам электродвигателей и являются наименьшими из возможных. Значения уставок расцепителей ( функция I) ВА11= 4,5; ВА12=3,5; ВА13=5,5; ВА14=5,5; ВА15=1,5.

Пусковой ток:

-  $D11=60 \times 7=420 \text{ А}$ ,

-  $D12=11 \times 7=77 \text{ А}$ ,

-  $D13=44 \times 7=308 \text{ А}$ ,

-  $D14=41 \times 7=287 \text{ А}$ ,

-  $P15=37 \times 2=74 \text{ А}$ .

Кратность расцепителя у выбранных выключателей равна:

-  $ВА11=100 \times 4,5=450 \text{ А}$ ,

-  $ВА12=25 \times 3,5=87,5 \text{ А}$ ,

-  $ВА13=63 \times 5,5=346,5 \text{ А}$ ,

-  $ВА14=63 \times 5,5=346,5 \text{ А}$ ,

-  $ВА15=63 \times 1,5=95 \text{ А}$ .

Следовательно, 7-кратный пусковой ток электродвигателей и 2-кратный розетки не приводит к ложным отключениям защиты.

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА1 равен 193А. Номинальный ток расцепителя 250 А. Кратность уставки расцепителя равна 3,5. Ток срабатывания расцепителя 875 А ( $250 \text{ А} \times 3,5$ ).

Максимальный ток в электролинии появляется при наложении на расчетный ток пускового тока электродвигателя Д11, наибольшего из электродвигателей в этой линии:  $193 \text{ A} + (60 \text{ A} \times 7) = 613 \text{ A}$ .

При таком пике тока для обеспечения максимальной чувствительности защиты при условии исключения от ложных отключений достаточно иметь кратность уставки расцепителя, равную 2,5.

Выбор уставки автоматических выключателей ВА3, ВА31-ВА36 на соответствие требованиям п. 3.1.4. ПУЭ. Тип выбранных выключателей и основные их параметры приведены в таблице. Рисунок В.2 Приложение В.

Расчётные токи электроламп Л31, Л32, Л33, Л34, Л35, Л36 равны соответственно 10, 8, 8, 20, 12, 8 А, кратность пускового тока для электроламп равна 2.

Номинальные токи автоматических выключателей ВА31, ВА32, ВА33, ВА34, ВА35, ВА36 соответственно – 16, 16, 16, 40, 25, 16 А. Значения уставок расцепителей ( характеристика В) А31 – А36 = 5.

Пусковой ток:

- Л31=8×2=20 А,
- Л32=8×2=16 А,
- Л33=8×2=16 А,
- Л34=20×2=40 А,
- Л35=10×2=20 А,
- Л36=8×2=16 А.

Кратность расцепителя у выбранных выключателей равна:

- А31=16×5=80 А,
- А32=16×5=80 А,
- А33=16×5=80 А,
- А34=40×5=200 А,
- А35=25×5=125 А,
- А36=16×5=80 А.

Следовательно, 2-кратный пусковой ток электроламп не приводит к ложным отключениям защиты.

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА3 равен 62 А. Номинальный ток расцепителя 63 А. Кратность уставки расцепителя равна 10. Ток срабатывания расцепителя 630 А ( $63 \times 10$ ).

Максимальный ток в электролинии появляется при наложении на расчетный ток пускового тока электроламп ЛЗ4, наибольшего из светильников в этой линии:  $62 \text{ А} + (40 \text{ А} \times 5) = 262 \text{ А}$

При таком пике тока для обеспечения максимальной чувствительности защиты при условии исключения от ложных отключений достаточно иметь кратность расцепителя, равную 5.

Выбор уставок расцепителей автоматических выключателей ВА2 на соответствие требованиям п. 3.1.4. ПУЭ.

Расчетный ток линии с автоматическим выключателем ВА2 с учётом ВА3 равен  $14 \text{ А} + 62 \text{ А} = 76 \text{ А}$ .

Номинальный ток расцепителя 100 А. Кратность уставки расцепителя равна 3,5. Ток срабатывания расцепителя 350 А ( $100 \times 3,5$ ).

Максимальный ток в электролинии появляется при наложении на расчетный ток ВА2 + ВА3 пускового тока электроламп ЛЗ4, наибольшего из светильников в этой линии:  $14 \text{ А} + 62 \text{ А} + (40 \text{ А} \times 5) = 276 \text{ А}$

При таком токе для обеспечения максимальной чувствительности защиты при условии исключения от ложных отключений достаточно иметь кратность уставки расцепителя, равную 3.

Выбор уставок расцепителей автоматических выключателей ВА на соответствие требованиям п. 3.1.4. ПУЭ.

Расчетный ток линии с автоматическим выключателем  $ВА = ВА1 + ВА2$ .  $ВА = 193 \text{ А} + 76 \text{ А} = 269 \text{ А}$ .

Номинальный ток расцепителя 400 А. Кратность расцепителя равна 3,5. Ток срабатывания расцепителя 1400 А ( $400 \text{ А} \times 3,5$ ).

Выбор уставок автоматических выключателей ВА1, ВА11-ВА15 на соответствие требованиям главы 3.1.11. ПУЭ.

Расчётные токи электродвигателей Д11, Д12, Д13, номинальный ток электродвигателя Д14 и расчётный ток на розетке Р15 равны соответственно 60, 11, 44, 41 и 37 А. Численные значения уставок расцепителей (функция L) автоматических выключателей ВА11– 0,6; ВА12 – 0,44; ВА13 – 0,68; ВА14 – 0,68; ВА15 – 0,6. выбраны по расчетным токам электродвигателей и являются наименьшими из возможных.

$$I_{Д11}=100 \times 0,6=60 \text{ А.}$$

$$I_{Д12}=25 \times 0,44=11 \text{ А.}$$

$$I_{Д13}=63 \times 0,68=43 \text{ А.}$$

$$I_{Д14}=63 \times 0,68=43 \text{ А.}$$

$$I_{Р15}=63 \times 0,6=37,8 \text{ А.}$$

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА1 равен 193 А.

Численное значение уставки расцепителя (функция L) автоматического выключателя ВА1=0,8 выбраны по расчетным токам электродвигателей и является наименьшим из возможных значений уставок расцепителей.  $I_1=250 \times 0,8=200 \text{ А.}$

Выбор уставок автоматических выключателей ВА3, ВА31-ВА36 на соответствие требованиям главы 3.1.11. ПУЭ.

Расчётные токи электроламп Л31, Л32, Л33, Л34, Л35, Л36 равны соответственно 8, 8, 8, 20, 10, 8 А. Численные значения уставок расцепителей (характеристика В) автоматических выключателей ВА31– 1; ВА32 – 1; ВА33 – 1; ВА34 – 1; ВА35 – 1; ВА36 – 1 выбраны по расчетным токам электроламп и являются единственным значением уставок расцепителей.

$$I_{Л31}=16 \times 1= 8 \text{ А.}$$

$$I_{Л32}=16 \times 1=16 \text{ А.}$$

$$I_{Л33}=16 \times 1=16 \text{ А.}$$

$$I_{Л34}=40 \times 1=40 \text{ А.}$$

$$I_{Л35}=25 \times 1=25 \text{ А.}$$

$$I_{Л36}=16 \times 1=16 \text{ А.}$$

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА3=62 А Численное значение уставки расцепителя (характеристика С) автоматического выключателя ВА3=1 выбран по расчетным токам электроламп и является единственной уставкой расцепителя.  $I_3=63 \times 1=63 \text{ А.}$

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА2 с учётом ВА3 равен  $14 \text{ А}+62 \text{ А}=76 \text{ А.}$

Численное значение уставки расцепителя (функция L) автоматического выключателя ВА2=0,76 выбраны по расчетным токам электроламп и электродвигателей и является наименьшим из возможных значений уставок расцепителей.  $I_2=100 \text{ А} \times 0,76=76 \text{ А}$

Выбор уставок автоматических выключателей ВА на соответствие требованиям п. 3.1.11. ПУЭ.

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем  $ВА=ВА1+ВА2.$

$$ВА=193 \text{ А}+76 \text{ А}=269 \text{ А.}$$

Номинальный ток расцепителя 400 А. Кратность расцепителя равна 0,68. Ток срабатывания расцепителя 272 А ( $400 \times 0,68$ ).

Необходимая допустимая длительная токовая нагрузка проводника для линии А должна быть не менее номинального тока расцепителей автоматических выключателей  $ВА1+ВА2=193 \text{ А}+76 \text{ А}=269 \text{ А.}$

По таблице 1.3.6. ПУЭ выбираем проводник с медными жилами сечением  $S = 150 \text{ мм}^2$  с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 305 А либо по таблице 1.3.7. ПУЭ два проводника с алюминиевыми жилами сечением  $S=95 \text{ мм}^2$  с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 312,8 А.

Действующий (существующий) кабель - АВВГ 2 (3×120) с допустимой длительной токовой нагрузкой – 400 А.



Данные по типу ВА, отключающей способности ВА, значению уставок расцепителя ВА, сечению проводников занесены в таблицу. Рисунок В.2 Приложения В.

#### Ячейка № 25 – Д2ШРЗ Лаборатория

На рисунке Б.3 Приложения Б представлена однолинейная схема щита Д2ШРЗ Лаборатория. В качестве автоматического выключателя ВА выбираем по сечению кабельной линии автоматический выключатель АВВ в литом корпусе Tmax T4S.

Предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=50$  кА.

В зоне тока короткого замыкания автоматический выключатель работает с задержкой по времени, обеспечивая частичную селективность.

В качестве автоматического выключателя ВА1 выбираем Tmax T2N устойчивый к току короткого замыкания равного 20 кА: предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=36$ кА. В зоне тока короткого замыкания автоматический выключатель работает без задержки по времени, обеспечивая максимальное быстродействие защиты.

Автоматические выключатели ВА11 – ВА110 выбраны по расчетному току типа S200M с предельной коммутационной способностью 15 кА. Максимальный ток короткого замыкания в начале защищаемого ответвления 13 кА.

Выбор уставок автоматических выключателей ВА1, ВА на соответствие требованиям п. 3.1.4. ПУЭ.

Расчётные токи ВА11-ВА110 равны 75 А. Номинальный ток расцепителя ВА1 = 100 А. Кратность уставки расцепителя равна 2. Ток сработки расцепителя 200 А ( $100 \times 2$ ).

Выбор номинального тока и уставки расцепителей автоматических выключателей ВА1, ВА на соответствие требованиям главы 3.1.11. ПУЭ.

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА1 равен 75 А.

Численное значение уставки расцепителя (функция L)

автоматического выключателя  $BA1=0,76$  выбраны по расчетным токам электропотребителей и является наименьшим из возможных значений уставок расцепителей.  $I1=100 \times 0,76=76$  А.

Расчетный ток линии с автоматическим выключателем ВА равен 75 А.

Численное значение уставки расцепителя (функция L) автоматического выключателя  $BA=0,48$  выбраны по расчетным токам электропотребителей и является наименьшим из возможных значений уставок расцепителей.  $I=160 \times 0,48=76,8$  А.

Необходимая допустимая длительная токовая нагрузка проводника для линий А1, А должна быть не менее номинального тока расцепителя автоматического выключателя равной 77 А.

По таблице 1.3.6. ПУЭ выбираем проводник с медными жилами сечением  $S = 25$  мм<sup>2</sup> с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 95 А либо по таблице 1.3.7. ПУЭ проводник с алюминиевыми жилами сечением  $S=35$  мм<sup>2</sup> с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 82,8 А.

Сечение действующего (существующего) проводника АВВГ 4×50 с допустимым длительным током равным 101 А.

Данные по типу ВА, отключающей способности ВА, значению уставок расцепителя ВА, сечению проводников занесены в таблицу. Рисунок В.3  
Приложение В.

Ячейка № 26 – Д1ШС15, ЩС

На рисунке Б.4 Приложения Б представлена однолинейная схема щитов Д1ШС15, ЩС. В качестве автоматического выключателя ВА выбираем по сечению кабельной линии автоматический выключатель АВВ в литом корпусе Tmax T5S. Предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=50$  кА.

В зоне тока короткого замыкания автоматический выключатель работает с задержкой по времени, обеспечивая частичную селективность.

В качестве автоматического выключателя ВА1 выбираем Tmax T4N устойчивый к току короткого замыкания равного 32 кА, предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=36\text{кА}$ . В зоне тока короткого замыкания автоматический выключатель работает без задержки по времени, обеспечивая максимальное быстродействие защиты.

Автоматические выключатели ВА11 – ВА13 выбраны по расчетному току электродвигателей, ВА14, ВА15 – по расчетному току электроприёмников:

- автоматический выключатель ВА11 – TmaxT2N 36 кА,
- автоматический выключатель ВА12 – TmaxT2N 36 кА,
- автоматический выключатель ВА13 – TmaxT2N 36 кА,
- автоматический выключатель ВА14 – S200 20 кА,
- автоматический выключатель ВА15 – S200 20 кА.

Автоматический выключатель ВА1 является устойчивым к максимальным значениям тока короткого замыкания защищаемых автоматических выключателей ВА11 – ВА15, так как отключающая способность  $I_{cu}=36\text{кА}$  больше максимальных значений токов короткого замыкания защищаемых автоматических выключателей  $I_{cu}=7,8\text{кА}$ . Расцепитель выключателя действует без задержки по времени.

Ток уставки расцепителя выключателя ВА1 равен 1,375 кА ( $250\text{ А}\times 5,5$ ) и меньше тока предельной коммутационной способности каждого из защищаемых выключателей (36кА, 20кА).

Автоматические выключатели ВА11 – ВА15 выбраны по расчетной нагрузке и являются устойчивыми к токам короткого замыкания.

В качестве автоматического выключателя ВА2 выбираем выключатель S500 устойчивый к току короткого замыкания равного 32 кА: предельная коммутационная способность выключателя равна  $I_{cu}=50\text{ кА}$ . В зоне тока короткого замыкания автоматический выключатель работает без задержки по времени, обеспечивая максимальное быстродействие защиты.

Автоматические выключатели ВА21 – ВА24 выбраны по расчетному току электроприёмников:

- автоматический выключатель ВА21 – S200P 25 кА,
- автоматический выключатель ВА22 – S200P 25 кА,
- автоматический выключатель ВА23 – S200P 25 кА,
- автоматический выключатель ВА24 – S200P 25 кА.

Автоматический выключатель ВА2 является устойчивым к максимальным значениям тока короткого замыкания защищаемых автоматических выключателей ВА21 – ВА24, так как отключающая способность  $I_{cu}=50$  кА больше максимальных значений токов короткого замыкания за защищаемыми выключателями  $I_{cu}=6,7$ кА. Расцепитель выключателя действует без задержки по времени.

Ток уставки расцепителя выключателя ВА2, равен 0,16 кА ( $16 \text{ A} \times 10$ ), меньше тока предельной коммутационной способности каждого из защищаемых выключателей (25кА).

Автоматические выключатели ВА21 – ВА24 выбраны по расчетной нагрузке и являются устойчивыми к токам короткого замыкания.

В качестве автоматического выключателя ВА3 выбираем выключатель Tmax T4S устойчивый к току короткого замыкания равного 32 кА, предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=36$ кА. В зоне тока короткого замыкания автоматический выключатель работает без задержки по времени, обеспечивая максимальное быстродействие защиты.

Автоматические выключатели ВА31 - ВА34 выбран по расчетному току электродвигателей:

- автоматический выключатель ВА31 – TmaxT2N 36 кА,
- автоматический выключатель ВА32 – TmaxT2N 36 кА,
- автоматический выключатель ВА33 – TmaxT2N 36 кА,
- автоматический выключатель ВА34 – TmaxT2N 36 кА.

Автоматический выключатель ВА3 является устойчивым к максимальным значениям тока короткого замыкания защищаемых

автоматических выключателей ВА31 – ВА34, так как отключающая способность  $I_{cu}=36$  кА превышает максимальные значения токов короткого замыкания защищаемых автоматических выключателей  $I_{cu}=20$ кА. Расцепитель выключателя действует без задержки по времени.

Ток уставки расцепителя выключателя ВА3, равный 0,48 кА ( $160 \text{ А} \times 3$ ), меньше тока предельной коммутационной способности каждого из защищаемых выключателей (36кА).

Автоматические выключатели ВА31 – ВА34 выбраны по расчетной нагрузке и являются устойчивыми к токам короткого замыкания.

Выбор уставок автоматических выключателей ВА1, ВА11-ВА15 на соответствие требованиям п. 3.1.4. ПУЭ.

Расчётные токи электродвигателей Д11, Д12 и светильников С15 равны соответственно 90, 90, 2,5 А. Кратность пускового тока для электродвигателей равна 7, светильников – 2. Номинальные токи автоматических выключателей ВА11, ВА12, ВА15 соответственно – 160, 160, 3 А, выбраны по расчетным токам электродвигателей и светильников и являются наименьшими из возможных. Значения уставок расцепителей ( функция I) ВА11=4,5; ВА12=4,5 (характеристика В) ВА15=5.

Пусковой ток:

- Д11= $90 \times 7 = 630$  А
- Д12= $90 \times 7 = 630$  А
- С15= $2,5 \times 2 = 5$  А

Кратность уставок расцепителей у выбранных выключателей равна:

- ВА11= $160 \times 4,5 = 720$  А,
- ВА12= $160 \times 4,5 = 720$  А,
- ВА15= $3 \times 5 = 15$  А.

Следовательно, 7-кратный пусковой ток электродвигателей и 2-кратный светильников не приводит к ложным отключениям защиты.

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА1 равен 182,5 А. Номинальный ток расцепителя 250 А. Кратность уставки расцепителя равна 3,5. Ток срабатывания расцепителя 1375 А ( $250 \times 5,5$ ).

Максимальный ток в электролинии появляется при наложении на расчетный ток пускового тока электродвигателя Д11 либо Д12, получающих питание по этой линии:  $182,5 \text{ А} + (90 \text{ А} \times 7) = 812,5 \text{ А}$ .

При таком токе для обеспечения защиты при условии исключения от ложных отключений достаточно иметь кратность уставки расцепителя, равную 3,5.

Выбор уставок расцепителей автоматических выключателей ВА2, ВА21-ВА24 на соответствие требованиям п. 3.1.4. ПУЭ.

Расчётные токи светильников С21 и двигателя Д21 равны соответственно 1, 13,2 А. Кратность пускового тока для электроламп равна 2, для электродвигателя - 7. Номинальные токи автоматических выключателей ВА23, ВА24 соответственно – 2, 16 А. Значения уставок расцепителей автоматических выключателей (характеристика В) ВА23=5, (характеристика С) А24=10.

Пусковой ток:

-  $C21 = 1 \times 2 = 2 \text{ А}$

-  $Д21 = 13,2 \times 7 = 92,4 \text{ А}$

Кратность расцепителей у выбранных автоматических выключателей равна:

-  $ВА23 = 2 \times 5 = 10 \text{ А}$ ,

-  $ВА24 = 16 \times 10 = 160 \text{ А}$ .

Следовательно, 2-кратный пусковой ток электроламп и 7-кратный пусковой ток электродвигателя не приводит к ложным отключениям защиты.

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА2 равен 14,2 А. Номинальный ток расцепителя 16 А. Кратность уставки расцепителя равна 10. Ток срабатывания расцепителя 160 А ( $16 \times 10$ ).

Максимальный ток в электролинии появляется при наложении на расчетный ток пускового тока электродвигателя Д21, получающего питание по этой линии:  $14,2 \text{ А} + (13,2 \text{ А} \times 7) = 106,6 \text{ А}$ .

При таком токе для обеспечения максимальной чувствительности защиты при условии исключения от ложных отключений достаточно иметь кратность уставки расцепителя, равную 7.

Выбор уставок автоматических выключателей ВА3, ВА31-ВА34 на соответствие требованиям п. 3.1.4. ПУЭ.

Расчётные токи электродвигателей Д31, Д32, Д33, Д34 равны соответственно 44; 44; 1,4; 44 А, кратность пускового тока для электродвигателей равна 7. Номинальные токи автоматических выключателей ВА31, ВА32, ВА33, ВА34 соответственно - 63, 63, 2, 63 А. Значения уставок расцепителей ( функция I) ВА31, ВА32, ВА34=5,5; ВА33=10 (характеристика С).

Пусковой ток:

-  $\text{Д23} = 44 \times 7 = 308 \text{ А}$ ,

-  $\text{Д26} = 44 \times 7 = 308 \text{ А}$ ,

-  $\text{Л27} = 1,4 \times 7 = 9,8 \text{ А}$ ,

-  $\text{Д29} = 44 \times 7 = 308 \text{ А}$ .

Кратность расцепителя у выбранных выключателей равна:

-  $\text{ВА31} = 63 \times 5,5 = 346,5 \text{ А}$ ,

-  $\text{ВА32} = 63 \times 5,5 = 346,5 \text{ А}$ ,

-  $\text{ВА33} = 2 \times 10 = 20 \text{ А}$ ,

-  $\text{ВА34} = 63 \times 5,5 = 346,5 \text{ А}$ .

Следовательно, 7-кратный пусковой ток электродвигателей не приводит к ложным отключениям защиты.

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА3 равен 133,4 А.

Номинальный ток расцепителя 160 А. Кратность уставки расцепителя равна 4,5. Ток срабатывания расцепителя выключателя 720 А ( $160 \times 4,5$ ).

Максимальный пик тока в линии появляется при наложении на расчетный ток  $A_3$  пускового тока электродвигателя Д31, либо Д32, либо Д34, получающих питание по этой электролинии:  $133,4 \text{ А} + (44 \text{ А} \times 7) = 441,4 \text{ А}$ .

При таком токе для обеспечения максимальной чувствительности защиты при условии исключения от ложных отключений достаточно иметь кратность уставки расцепителя равную 3.

Выбор уставок расцепителей автоматических выключателей ВА на соответствие требованиям п. 3.1.4. ПУЭ.

Расчётные токи автоматических выключателей ВА1, ВА2, ВА3 равны соответственно 182,5; 14,2; 133,4 А.

Максимальный ток в электролинии А появляется при наложении на расчетный ток  $A_1 + A_2 + A_3$  пускового тока электродвигателя Д11, наибольшего из электродвигателей, получающих питание по этой линии:  $182,5 \text{ А} + 14,2 \text{ А} + 133,4 + (90 \text{ А} \times 7) = 60,1 \text{ А}$

При таком токе для обеспечения максимальной чувствительности защиты при условии исключения от ложных отключений достаточно иметь кратность уставки расцепителя, равную 2,5. Выбор уставки автоматических выключателей ВА1, ВА11-ВА15 на соответствие требованиям главы 3.1.11. ПУЭ.

Расчётные токи электродвигателей и светильников Д11, Д12, С15 равны соответственно 90, 90, 2,5 А. Численные значения уставок расцепителей (функция L) автоматических выключателей А11 – 0,56; А12 – 0,56 (функция L); С15 – 1,0 (характеристика С), выбраны по расчетным токам электродвигателей и являются наименьшими из возможных.

$$I_{Д11} = 160 \times 0,56 = 90 \text{ А.}$$

$$I_{Д12} = 160 \times 0,56 = 90 \text{ А.}$$

$$I_{С13} = 3 \times 1 = 3 \text{ А.}$$

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА1 равен 182,5 А



Численное значение уставки расцепителя (функция L) автоматического выключателя ВА1 = 0,76 выбраны по расчетным токам электродвигателей и является наименьшим из возможных значений уставок расцепителей.  $I_1=250 \times 0,76=190 \text{ А}$ .

Выбор уставок автоматических выключателей ВА2, ВА21-ВА24 на соответствие требованиям главы 3.1.11. ПУЭ.

Расчётные токи светильников С21 и двигателя Д21 равны соответственно 1, 13,2 А. Численные значения уставок расцепителей (характеристика В) ВА23 = 1,0; (характеристика С) А24=1,0 выбраны по расчетным токам электроламп и двигателя и являются наименьшими из возможных значений уставок расцепителей.

$$I_{C21}=2 \times 1=2 \text{ А.}$$

$$I_{Д21}=16 \times 1=16 \text{ А.}$$

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА2=14,2 А Численное значение уставки расцепителя (характеристика С) автоматического выключателя А2=1 выбран по расчетным токам электроламп и электродвигателя и является единственной уставкой расцепителя.  $I_3=16 \times 1=16 \text{ А}$ .

Выбор уставок автоматических выключателей ВА3, ВА31-ВА34 на соответствие требованиям главы 3.1.11. ПУЭ.

Расчётные токи электродвигателей Д31, Д32, Д33, Д34 равны соответственно 44, 44, 2, 44 А. Значения уставок расцепителей (функция L) ВА31, ВА32, ВА34=0,72; (характеристика С) ВА33=1, выбраны по расчетным токам электродвигателей и являются наименьшими из возможных.

$$I_{Д31}=63 \times 0,72=45 \text{ А,}$$

$$I_{Д32}=63 \times 0,72=45 \text{ А,}$$

$$I_{Д31}=2 \times 1=2 \text{ А,}$$

$$I_{Д32}=63 \times 0,72=45 \text{ А.}$$

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА3 равен 133,4 А.

Численное значение уставки расцепителя (функция L) автоматического выключателя ВА3=0,84 выбраны по расчетным токам электродвигателей и является наименьшим из возможных значений уставок расцепителей.  $I_3=160 \times 0,84=134$  А

Необходимая допустимая длительная токовая нагрузка проводника для линии А должна быть не менее номинального тока расцепителя автоматического выключателя  $ВА1 + ВА2 + ВА3 = 340$  А.

По таблице 1.3.6. ПУЭ для ВА1 выбираем проводник с медными жилами сечением  $S = 95$  мм<sup>2</sup> с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 220 А, для ВА2 выбираем проводник с медными жилами сечением  $S = 50$  мм<sup>2</sup> с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 145 А, для ВА3 выбираем проводник с медными жилами сечением  $S = 1,5$  мм<sup>2</sup> с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 19 А.

Либо по таблице 1.3.7. ПУЭ для ВА1 - проводник с алюминиевыми жилами сечением  $S=150$  мм<sup>2</sup> с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 216,2 А, для ВА2 - проводник с алюминиевыми жилами сечением  $S=95$  мм<sup>2</sup> с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 156,4 А, для ВА3 - проводник с алюминиевыми жилами сечением  $S=2,5$  мм<sup>2</sup> с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 17,5 А.

Сечение действующего (существующего) проводника ПВЗ 4 (1×50) до ЩС вентиляционной камеры с допустимым длительным током равным 150 А, АВВГ 2 (4×25) до Д1ЩС15 с допустимым длительным током равным 138 А.

Данные по типу ВА, отключающей способности ВА, значению уставок расцепителя ВА, сечению проводников занесены в таблицу. Рисунок В.4  
Приложение В.

## Ячейка № 28 – Д2ШР1 СЧК, Д2ШР4

На рисунке Б.5 Приложения Б представлена однолинейная схема щитов. В качестве автоматического выключателя ВА выбираем по сечению кабельной линии автоматический выключатель АВВ в литом корпусе Tmax T4S. Предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=50$  кА.

В зоне тока короткого замыкания автоматический выключатель работает с задержкой по времени, обеспечивая частичную селективность.

В качестве автоматического выключателя ВА1 выбираем выключатель S200P устойчивый к току короткого замыкания  $I_{cu}=20$ кА: предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=25$ кА. В зоне тока короткого замыкания автоматический выключатель работает без задержки по времени, обеспечивая максимальное быстродействие защиты.

Автоматические выключатели ВАЩО1, ВАЩО2 выбираем - S200 с предельной коммутационной способностью 10 кА. Превышает значение максимального тока короткого замыкания в начале защищаемого ответвления 4,9 кА.

Автоматический выключатель ВА14 выбран по измеренному току - S200 с предельной коммутационной способностью  $I_{cu}=10$  кА превышает значение максимального тока короткого замыкания в начале защищаемого ответвления 8 кА.

Автоматический выключатель ВА16 выбран по расчетному току электродвигателя - S200M с предельной коммутационной способностью  $I_{cu}=15$ кА превышает значение максимального тока короткого замыкания в начале защищаемого ответвления 4,9 кА.

Автоматический выключатель ВА11 – S200 10 кА.

Автоматический выключатель ВА12 – S200 10 кА.

Автоматический выключатель ВА13 – S200 10 кА.

Автоматический выключатель ВА15 – S200 10 кА.

Автоматический выключатель ВА17 – S200 10 кА.

Автоматический выключатель ВА18 – S200 10 кА.

Автоматический выключатель ВА1 является устойчивым к максимальным значениям тока короткого замыкания защищаемых автоматических выключателей ВА11 – ВА18, так как отключающая способность  $I_{cu}=25\text{кА}$  больше максимальных значений тока короткого замыкания защищаемых автоматических выключателей  $I_{cu}=4\text{кА}$ . Расцепитель выключателя действует без задержки по времени.

Ток уставки расцепителя выключателя ВА1, равный  $0,63\text{ кА}$  ( $63\text{ А}\times 10$ ), меньше тока однократной предельной коммутационной способности каждого из защищаемых выключателей ( $10\text{кА}$ ).

Автоматические выключатели ВА11 – ВА13, ВА15 – ВА18 выбраны по расчетной нагрузке, ВА 14 - по измеренному току и являются устойчивыми к токам короткого замыкания.

В качестве автоматического выключателя ВА2 выбираем выключатель S200P устойчивый к току короткого замыкания равного  $20\text{ кА}$ : предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=25\text{кА}$ . В зоне тока короткого замыкания автоматический выключатель работает без задержки по времени, обеспечивая максимальное быстродействие защиты.

Автоматический выключатель ВА21–S200 предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=20\text{ кА}$  при значении максимального тока короткого замыкания в начале защищаемого ответвления  $8\text{ кА}$ .

Автоматический выключатель ВА22 – S200  $I_{cu}=20\text{ кА}$

Автоматический выключатель ВА2 является устойчивым к максимальным значениям тока короткого замыкания защищаемых автоматических выключателей ВА21 – ВА22, так как отключающая способность  $I_{cu}=20\text{кА}$  больше максимальных значений тока короткого замыкания защищаемых автоматических выключателей  $I_{cu}=8\text{кА}$ . Расцепитель выключателя действует без задержки по времени.

Ток уставки расцепителя выключателя ВА2, равен  $0,16\text{ кА}$  ( $16\text{ А}\times 10$ ), меньше тока однократной предельной коммутационной способности каждого из защищаемых выключателей ( $20\text{кА}$ ).

Автоматические выключатели ВА21 – ВА22 выбраны по расчетной нагрузке и являются устойчивыми к токам короткого замыкания.

В качестве автоматического выключателя ВА3 выбираем выключатель S200P устойчивый к току короткого замыкания равного 20 кА: предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=25\text{кА}$ . В зоне тока короткого замыкания выключатель работает без задержки по времени, обеспечивая максимальное быстродействие защиты.

Автоматические выключатели ВА31 – ВА310 выбираем S200 с предельной коммутационной способностью 20 кА. Максимальный ток короткого замыкания в начале защищаемого ответвления 8 кА.

Автоматический выключатель ВА3 является устойчивым к максимальным значениям тока короткого замыкания защищаемых автоматических выключателей ВА31 – ВА310, так как отключающая способность  $I_{cu}=25\text{кА}$  превышает максимальные значения тока короткого замыкания защищаемых автоматических выключателей  $I_{cu}=4,9\text{кА}$ . Расцепитель выключателя действует без задержки по времени.

Ток уставки расцепителя выключателя ВА3, равный 0,16 кА ( $16\text{ А}\times 10$ ), меньше тока одноразовой предельной коммутационной способности каждого из защищаемых выключателей (20кА).

Автоматические выключатели ВА31 – ВА310 выбраны по расчетной нагрузке и являются устойчивыми к токам короткого замыкания.

Выбор уставок автоматических выключателей ВА1, ВА14, ВА16 на соответствие требованиям п. 3.1.4. ПУЭ.

Измеренные токи АЩО1+АЩО2 равны 11,4 А. Кратность пускового тока для светильников – 2.

Расчётный ток сирены ВА16 равен 3 А. Кратность пускового тока для электродвигателя - 7.  $11,4\text{ А}+3\text{ А}=14,4\text{ А}$ .

Номинальный ток автоматического выключателя ВА14<sub>ном</sub>=16 А, выбран по измеренному току светильников и является наименьшими из возможных. Значения уставок расцепителей (характеристика С) ВА14=10.

Номинальный ток автоматического выключателя ВА16 ном=4 А, выбран по расчетному току сирены и является наименьшими из возможных. Значения уставок расцепителей (характеристика С) ВА16=10.

Пусковой ток:

$$-A14=11,4 \times 2=22,8 \text{ А,}$$

$$- A16=3 \times 7=21 \text{ А.}$$

Кратность расцепителя у выбранных выключателей равна:

$$- \text{ВА14}=13 \times 10=130 \text{ А,}$$

$$- \text{ВА16}=4 \times 10=40 \text{ А.}$$

Следовательно, 7-кратный пусковой ток электродвигателей и 2-кратный светильников не приводит к ложным отключениям защиты.

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА1 равен 52 А. Номинальный ток расцепителя 63 А. Кратность уставки расцепителя равна 10. Ток срабатывания расцепителя 630 А ( $63 \text{ А} \times 10$ ).

Максимальный ток в электролинии появляется при наложении на расчетный ток пускового тока электроламп А14, получающих питание по этой линии:  $52 \text{ А} + (11,4 \text{ А} \times 2) = 74,8 \text{ А}$ .

При таком токе для обеспечения максимальной чувствительности защиты при условии исключения от ложных отключений достаточно иметь кратность уставки расцепителя, равную 1,2.

Выбор уставок расцепителей автоматических выключателей ВА2 на соответствие требованиям п. 3.1.4. ПУЭ..

Измеренный ток А2 равен 12 А. Кратность пускового тока для электроламп равна 2. Номинальный ток автоматического выключателя ВА2 ном=16 А. Значения уставок расцепителей (характеристика С) А2=10.

$$\text{Пусковой ток } A2=12 \times 2=24 \text{ А.}$$

Кратность уставки расцепителя у выбранного выключателя равна:  
 $\text{ВА2}=12 \times 10=120 \text{ А}$

Следовательно, 2-кратный пусковой ток электроламп не приводит к ложным отключениям защиты.

Выбор уставки расцепителя автоматического выключателя ВА3 на соответствие требованиям п. 3.1.4. ПУЭ.

Расчётный ток  $A3$  равен 12 А, кратность пускового тока равна 2. Номинальный ток автоматического выключателя ВА3 ном =16 А. Значения уставок расцепителей  $A3=10$  (характеристика С).

Пусковой ток:  $A3=12 \times 2=24$  А.

Кратность расцепителя равна  $ВА3=16 \times 10=160$  А

Следовательно, 2-кратный пусковой ток электродвигателей не приводит к ложным отключениям защиты.

Выбор уставок автоматических выключателей ВА1, АВ11-ВА18 на соответствие требованиям главы 3.1.11. ПУЭ.

Измеренные токи ЩО1, ЩО2 и расчетный ток сирены АЩО1+ АЩО2, А сирена равны соответственно 11,4 А , 3 А. Численные значения уставок расцепителей автоматических выключателей ВА14=1,0, ВА16=1,0 (характеристика С), выбраны по измеренным токам электроламп, расчетному току электродвигателя и являются единственной уставкой расцепителя.

$I_{A14}=16 \times 1,0=16$  А.

$I_{A16}=4 \times 1,0=4$  А.

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем А1 равен 52 А.

Численное значение уставки расцепителя (характеристика С) автоматического выключателя ВА1=1 является единственной уставкой расцепителя.  $I_{A1}=63 \times 1=63$  А.

Выбор уставки расцепителей автоматических выключателей ВА2 на соответствие требованиям главы 3.1.11. ПУЭ.

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА2=12А. Численное значение уставки расцепителя (характеристика С)

автоматического выключателя ВА2=1 выбран по расчетным токам электроламп и является единственной уставкой расцепителя.

$$I_{A2}=16 \times 1=16 \text{ А.}$$

Выбор уставок расцепителей автоматических выключателей ВА3 на соответствие требованиям главы 3.1.11. ПУЭ.

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА3 равен 12 А.

Численное значение уставки расцепителя (характеристика С) автоматического выключателя ВА3=1 выбран по расчетным токам электроламп и является единственной уставкой расцепителя.

$$I_{A3}=16 \times 1=16 \text{ А}$$

Необходимая допустимая длительная токовая нагрузка проводника для линии А должна быть не менее номинального тока расцепителя автоматических выключателей  $ВА1+ВА2+ВА3=52 \text{ А}+12 \text{ А}+12 \text{ А}=76 \text{ А}$ .

По таблице 1.3.6. ПУЭ выбираем проводник с медными жилами сечением  $S = 25 \text{ мм}^2$  с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 95 А либо по таблице 1.3.7. ПУЭ проводник с алюминиевыми жилами сечением  $S=35 \text{ мм}^2$  с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 82,8 А.

Сечение действующего (существующего) проводника АВБШВ  $3 \times 50+1 \times 25$  с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 101 А.

Данные по типу ВА, отключающей способности ВА, значению уставок расцепителя ВА, сечению проводников занесены в таблицу. Рисунок В.5  
Приложение В.

Ячейка № 29 – ДЗШС1

На рисунке Б.6 Приложения Б представлена однолинейная схема щита. В качестве автоматического выключателя ВА выбираем по сечению кабельной линии автоматический выключатель АВВ в литом корпусе Tmax T4S. Предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=50 \text{ кА}$ .



В зоне тока короткого замыкания автоматический выключатель работает с задержкой по времени, обеспечивая частичную селективность.

В качестве автоматического выключателя ВА1 выбираем выключатель Tmax T2N устойчивый к току короткого замыкания равного 20 кА: предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=36\text{кА}$ . В зоне тока короткого замыкания автоматический выключатель работает без задержки по времени, обеспечивая максимальное быстродействие защиты.

Автоматические выключатели ВА11 – ВА18 выбраны по расчетному току:

- автоматический выключатель ВА11 – S200M 15 кА,
- автоматический выключатель ВА12 – S200M 15 кА,
- автоматический выключатель ВА13 – S200M 15 кА,
- автоматический выключатель ВА14 – S200M 15 кА,
- автоматический выключатель ВА15 – S200M 15 кА,
- автоматический выключатель ВА16 – S200M 15 кА,
- автоматический выключатель ВА17 – S200M 15 кА,
- автоматический выключатель ВА18 – S200M 15 кА.

Автоматический выключатель ВА1 является устойчивым к максимальным значениям тока короткого замыкания защищаемых автоматических выключателей ВА11 – ВА18, так как отключающая способность  $I_{cu}=36\text{кА}$  больше максимальных значений тока короткого замыкания защищаемых автоматических выключателей  $I_{cu}=13\text{кА}$ . Расцепитель автоматического выключателя действует без задержки по времени.

Ток уставки расцепителя выключателя ВА1, равный 0,35 кА ( $100\text{А}\times 3,5$ ), меньше тока одноразовой предельной коммутационной способности каждого из защищаемых выключателей (15кА).

Автоматические выключатели ВА11 – ВА18 выбраны по расчетной нагрузке и являются устойчивыми к токам короткого замыкания.

Выбор уставки автоматических выключателей ВА1, ВА11-ВА18 на

соответствие требованиям п. 3.1.4. ПУЭ.

Расчётные токи электродвигателей Д11, Д12, Д13, Д14, Д15, Д16, Д17, Д18 равны соответственно 4,4А; 3А; 6А; 11А; 22А; 15А; 15А; 15А.

Кратность пускового тока для электродвигателей равна 7. Номинальные токи автоматических выключателей:

-  $BA11=6A$ ,

-  $BA12=4A$ ,

-  $BA13=8A$ ,

-  $BA14=16A$ ,

-  $BA15=32A$ ,

-  $BA16=20A$ ,

-  $BA17=20A$ ,

-  $BA18=20A$

выбраны по расчетным токам электродвигателей и являются наименьшими из возможных.

Пусковой ток:

-  $Д11=4,4 \times 7=30,8 A$ ,

-  $Д12=3 \times 7=21 A$ ,

-  $Д13=6 \times 7=42 A$ ,

-  $Д14=11 \times 7=77 A$ ,

-  $Д15=22 \times 7=154 A$ ,

-  $Д16=15 \times 7=105 A$ ,

-  $Д17=15 \times 7=105 A$ ,

-  $Д18=15 \times 7=105 A$ .

Значения уставок расцепителей (характеристика D)  $BA11 - BA18 = 20$ .

$BA11=6 \times 20=120 A$ .

$BA12=4 \times 20=80 A$ .

$BA13=8 \times 20=160 A$ .

$BA14=16 \times 20=320 A$ .

$BA15=32 \times 20=640 A$ .

$$BA16=20 \times 20=400 \text{ A.}$$

$$BA17=20 \times 20=400 \text{ A.}$$

$$BA18=20 \times 20=400 \text{ A.}$$

Следовательно, 7-кратный пусковой ток электродвигателей не приводит к ложным отключениям защиты.

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА1 равен 91,4 А. Номинальный ток расцепителя 100 А. Кратность уставки расцепителя равна 3,5. Ток срабатывания расцепителя 350 А ( $100 \times 3,5$ ).

Максимальный ток в электролинии появляется при наложении на расчетный ток пускового тока электродвигателя Д15, получающих питание по этой линии:  $91,4 \text{ A} + (22 \text{ A} \times 7) = 245,4 \text{ A}$ .

При таком токе для обеспечения максимальной чувствительности защиты при условии исключения от ложных отключений достаточно иметь кратность уставки расцепителя, равную 2,5.

Выбор уставки автоматических выключателей ВА1, ВА11-ВА18 на соответствие требованиям главы 3.1.11. ПУЭ.

Расчётные токи электродвигателей Д11, Д12, Д13, Д14, Д15, Д16, Д17, Д18 равны соответственно 4,4А; 3А; 6А; 11А; 22А; 15А; 15А; 15А. Численные значения уставок расцепителей (характеристика D) автоматических выключателей ВА11– ВА18 = 1.

$$I_{Д11}=6 \times 1=6 \text{ A.}$$

$$I_{Д12}=4 \times 1=4 \text{ A.}$$

$$I_{Д13}=8 \times 1=8 \text{ A.}$$

$$I_{Д14}=16 \times 1=16 \text{ A.}$$

$$I_{Д15}=32 \times 1=32 \text{ A.}$$

$$I_{Д16}=20 \times 1=20 \text{ A.}$$

$$I_{Д17}=20 \times 1=20 \text{ A.}$$

$$I_{Д18}=20 \times 1=20 \text{ A.}$$

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА1 равен 91,4 А.

Численное значение уставки расцепителя (функция L) автоматического выключателя  $BA1=0,92$  выбраны по расчетным токам электродвигателей и является наименьшим из возможных значений уставок расцепителей.  $I1=100 \times 0,92=92$  А.

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА равен 91,4 А.

Численное значение уставки расцепителя (функция L) автоматического выключателя  $BA1=0,6$  выбраны по расчетным токам электродвигателей и является наименьшим из возможных значений уставок расцепителей.  $I=160 \times 0,6=96$  А.

Необходимая допустимая длительная токовая нагрузка проводника для линии А должна быть не менее номинального тока расцепителя автоматического выключателя  $BA1 = 92$  А.

По таблице 1.3.6. ПУЭ выбираем проводник с медными жилами сечением  $S = 25$  мм<sup>2</sup> с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 95 А либо по таблице 1.3.7. ПУЭ проводник с алюминиевыми жилами сечением  $S=50$  мм<sup>2</sup> с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 101,2 А.

Сечение действующего (существующего) проводника: ВВГ 4×35 с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 120 А.

Данные по типу ВА, отключающей способности ВА, значению уставок расцепителя ВА, сечению проводников занесены в таблицу. Рисунок В.6  
Приложение В.

Ячейка № 30 – ДЗШР2, венткамера

На рисунке Б.7 Приложения Б представлена однолинейная схема щитов. В качестве автоматического выключателя ВА выбираем по сечению кабельной линии автоматический выключатель АВВ в литом корпусе Tmax T2S. Предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=50$  кА.

В зоне тока короткого замыкания автоматический выключатель работает с задержкой по времени, обеспечивая селективность.

В качестве автоматического выключателя ВА1 выбираем выключатель S200M устойчивый к току короткого замыкания равного 14 кА: предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=15\text{кА}$ . В зоне тока короткого замыкания автоматический выключатель работает без задержки по времени, обеспечивая максимальное быстродействие защиты.

Автоматические выключатели ВА11 – ВА110 выбраны по расчетному току:

- автоматический выключатель ВА12 – S200 10 кА,
- автоматический выключатель ВА12 – S200 10 кА,
- автоматический выключатель ВА13 – S200 10 кА,
- автоматический выключатель ВА14 – S200 10 кА,
- автоматический выключатель ВА15 – S200 10 кА,
- автоматический выключатель ВА16 – S200 10 кА,
- автоматический выключатель ВА17 – S200 10 кА,
- автоматический выключатель ВА18 – S200 10 кА,
- автоматический выключатель ВА19 – S200 10 кА,
- автоматический выключатель ВА110 – S200 10 кА.

Автоматический выключатель ВА3 выбран по расчетному току электродвигателя S200 с предельной коммутационной способностью  $I_{cu}=10\text{ кА}$ . Значение максимального тока короткого замыкания в начале защищаемого ответвления 6 кА.

Автоматический выключатель ВА1 является устойчивым к максимальным значениям тока короткого замыкания защищаемых автоматических выключателей ВА11 – ВА110, ВА 3, так как отключающая способность  $I_{cu}=36\text{кА}$  больше максимальных значений тока короткого замыкания защищаемых автоматических выключателей  $I_{cu}=4,9\text{кА}$ . Расцепитель выключателя действует без задержки по времени.

Ток уставки расцепителя выключателя ВА1, равный 0,5 кА ( $25\text{ А}\times 20$ ), меньше тока одноразовой предельной коммутационной способности каждого из защищаемых выключателей (10кА).

Автоматические выключатели ВА11 – ВА110, ВА 3 выбраны по расчетной нагрузке и являются устойчивыми к токам короткого замыкания.

Выбор уставки автоматических выключателей ВА1, ВА11-ВА110, ВА 3 на соответствие требованиям п. 3.1.4. ПУЭ.

Расчётные токи электродвигателей Д31, Д32, Д33 равны соответственно 2,8А; 4,4А; 2,2А. Кратность пускового тока для электродвигателей равна 7.

Расчетный ток ВА 3=9,4А

Номинальный ток автоматического выключателя ВА 3=13А выбран по расчетным токам электродвигателей и являются наименьшими из возможных.

Пусковой ток:

- Д31=2,8×7=19,6 А,

- Д32=4,4×7=30,8 А,

- Д33=2,2×7=15,4 А.

Значения уставок расцепителей (характеристика D) ВА 3=20.

ВА 3=13×20=260 А

Следовательно, 7-кратный пусковой ток электродвигателей не приводит к ложным отключениям защиты.

Максимальный ток в электролинии появляется при наложении на расчетный ток пускового тока электродвигателя Д12, получающих питание по этой линии: 9,4 А+(4,4 А×7)=40,2 А.

При таком токе для обеспечения максимальной чувствительности защиты при условии исключения от ложных отключений достаточно иметь кратность уставки расцепителя, равную 3.

Расчётные токи линий 11, 16, 18 равны соответственно 0,8А; 8А; 9,4А. Номинальные токи автоматических выключателей:

- ВА11=2А,

- ВА16=10А,

- ВА18=13А

выбраны по расчетным токам электродвигателей и являются наименьшими из возможных. Значения уставок расцепителей (характеристика С) ВА11, ВА16, = 10. Значения уставок расцепителей (характеристика D) ВА18 = 20.

Пусковой ток:

- $I_{Д11}=0,8 \times 2=1,6 \text{ А}$ ,
- $I_{Д16}=8 \times 2=16,0 \text{ А}$ ,
- $I_{Д18}=9,4 \times 7=65,8 \text{ А}$ .

Кратность расцепителя у выбранных выключателей:

- $I_{ВА11}=2 \times 10=120 \text{ А}$ ,
- $I_{ВА16}=10 \times 10=100 \text{ А}$ ,
- $I_{ВА18}=32 \times 20=640 \text{ А}$ .

Следовательно, 7-кратный пусковой ток электродвигателей не приводит к ложным отключениям защиты.

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА1 равен 18,2 А. Номинальный ток расцепителя 25 А. Кратность уставки расцепителя равна 20. Ток срабатывания расцепителя 500 А ( $25 \text{ А} \times 20$ ).

Максимальный ток в электролинии появляется при наложении на расчетный ток пускового тока электродвигателя Д32, получающих питание по этой линии:  $18,2 \text{ А} + (4,4 \text{ А} \times 7) = 49 \text{ А}$ .

При таком токе для обеспечения максимальной чувствительности защиты при условии исключения от ложных отключений достаточно иметь кратность уставки расцепителя, равную 11.

Выбор уставки автоматических выключателей ВА1, ВА11-ВА110, ВА 3 на соответствие требованиям главы 3.1.11. ПУЭ.

Численные значения уставок расцепителей (характеристики С, D) автоматических выключателей ВА1, ВА11, ВА16, ВА18, ВА 3 = 1

$$I_{ВА1}=25 \times 1=25 \text{ А}.$$

$$I_{ВА11}=2 \times 1=2 \text{ А}.$$

$$I_{ВА16}=10 \times 1=10 \text{ А}.$$

$$I_{ВА18}=13 \times 1=13 \text{ А}.$$

$$I_{BA3} = 32 \times 1 = 32 \text{ А.}$$

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА1 равен 18,2 А.

Численное значение уставки расцепителя (функция L) автоматического выключателя ВА1=1 выбраны по расчетным токам электропотребителей и является наименьшим из возможных значений уставок расцепителей.  $I_1 = 63 \times 1 = 63 \text{ А.}$

Необходимая допустимая длительная токовая нагрузка проводника для линии А должна быть не менее номинального тока расцепителя автоматического выключателя ВА1 = 63 А.

По таблице 1.3.6. ПУЭ выбираем проводник с медными жилами сечением  $S = 16 \text{ мм}^2$  с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 75 А либо по таблице 1.3.7. ПУЭ проводник с алюминиевыми жилами сечением  $S = 25 \text{ мм}^2$  с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 69 А.

Сечение действующего (существующего) проводника: КГ 3×35+1×16 с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 120 А.

Данные по типу ВА, отключающей способности ВА, значению уставок расцепителя ВА, сечению проводников занесены в таблицу. Рисунок В.7  
Приложение В.

Ячейка № 31 – Д1ШС4, Д1ЩО1

На рисунке Б.8 Приложения Б представлена однолинейная схема щитов. В качестве автоматического выключателя ВА выбираем по сечению кабельной линии автоматический выключатель АВВ в литом корпусе Tmax T5S. Предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu} = 50 \text{ кА.}$

В зоне тока короткого замыкания выключатель работает с задержкой по времени, обеспечивая частичную селективность.

В качестве автоматического выключателя ВА1 выбираем выключатель Tmax T4N устойчивый к току короткого замыкания равного 32 кА: предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu} = 36 \text{ кА.}$  В зоне



тока короткого замыкания автоматический выключатель работает без задержки по времени, обеспечивая максимальное быстродействие защиты.

Селективность к вышестоящему автомату частичная.

Автоматический выключатель ВА11 – S200P 25 кА.

Автоматический выключатель ВА12 – S200P 25 кА.

Автоматический выключатель ВА13 – S290 20 кА.

Автоматический выключатель ВА14 – S290 20 кА.

Автоматический выключатель ВА2 выбран по расчетному току электродвигателя - S290, с предельной коммутационной способностью 15 кА. Значение максимального тока короткого замыкания в начале защищаемого ответвления 8 кА.

Автоматический выключатель ВА1 является устойчивым к максимальным значениям тока короткого замыкания защищаемых автоматических выключателей ВА11 – ВА14, так как отключающая способность  $I_{cu}=36\text{кА}$  больше максимальных значений тока короткого замыкания защищаемых автоматических выключателей (8 кА). Расцепитель выключателя действует без задержки по времени.

Ток уставки расцепителя выключателя ВА1, равный 0,875 кА ( $250\text{ А}\times 3,5$ ), меньше тока одноразовой предельной коммутационной способности каждого из защищаемых выключателей (20, 25кА).

Автоматические выключатели ВА11 – ВА14 выбраны по расчетной нагрузке и являются устойчивыми к токам короткого замыкания.

Выбор уставки автоматических выключателей ВА1, ВА11-ВА14, ВА2, ВА3 на соответствие требованиям п. 3.1.4. ПУЭ.

Расчётные токи электродвигателей Д11, Д12, Д13 равны соответственно 37А; 37А; 37А. Кратность пускового тока для электродвигателей равна 7.

Пусковой ток:

- Д11= $37\times 7=259\text{ А}$ ,

- Д12= $37\times 7=259\text{ А}$ ,

-  $D_{13}=37 \times 7=259$  А.

Расчетный ток ВА 13=74 А.

Номинальный ток автоматического выключателя ВА 13=100А выбран по расчетным токам электродвигателей и являются наименьшими из возможных.

Значения уставок расцепителей (характеристика D) ВА13 = 20.  
ВА 3=100×20=2000 А

Следовательно, 7-кратный пусковой ток электродвигателей не приводит к ложным отключениям защиты.

Максимальный ток в электролинии появляется при наложении на расчетный ток пускового тока одного из электродвигателей, получающих питание по этой линии:  $74 \text{ А}+(37 \text{ А} \times 7)=333 \text{ А}$ .

При таком токе для обеспечения максимальной чувствительности защиты при условии исключения от ложных отключений достаточно иметь кратность расцепителя, равную 6.

Расчётные токи электродвигателя Д21= 60 А.

Номинальный ток автоматического выключателя:

- ВА2=80А,

- ВА14=100А

выбраны по расчетному току электродвигателя и являются наименьшими из возможных. Значения уставок расцепителей (характеристика D) ВА2 = 20, ВА14=20.

Пусковой ток:  $D_{21}=60 \times 7=420$  А

Кратность расцепителя у выбранных выключателей:

- ВА2=80×20=1600 А,

- ВА14=1000×20=20000 А.

Следовательно, 7-кратный пусковой ток электродвигателя не приводит к ложным отключениям защиты.

Измеренные токи линий 11, 12 равны соответственно 0,2А; 15А.

Номинальные токи автоматических выключателей:

-  $I_{BA3}=2A$ ,

-  $I_{BA12}=16A$

выбраны по измеренным токам электроламп и являются наименьшими из возможных. Значения уставок расцепителей  $I_{BA12}=10$  (характеристика C),  $I_{BA3}=5$  (характеристика B).

Пусковой ток:

-  $I_1=0,2 \times 2=0,4 A$ ,

-  $I_2=15 \times 2=30,0 A$ .

Кратность уставки расцепителя у выбранных выключателей:

-  $I_{BA3}=2 \times 5=10 A$ ,

-  $I_{BA12}=16 \times 10=160 A$ .

Следовательно, 2-кратный пусковой ток электроламп не приводит к ложным отключениям защиты.

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем BA1 равен  $149,2 A$ .  $0,2A+15A+74A+60A=149,2 A$ .

Номинальный ток расцепителя  $250 A$ . Кратность уставки расцепителя равна  $3,5$ . Ток срабатывания расцепителя  $875 A$  ( $250 A \times 3,5$ ).

Максимальный ток в электролинии появляется при наложении на расчетный ток пускового тока электродвигателя Д21, получающих питание по этой линии:  $149,2 A+(60 A \times 7)=569,2 A$ .

При таком токе для обеспечения максимальной чувствительности защиты при условии исключения от ложных отключений достаточно иметь кратность расцепителя, равную  $2,5$ .

Выбор уставки автоматических выключателей BA1, BA11-BA14, BA 2, BA 3 на соответствие требованиям главы 3.1.11. ПУЭ.

Численные значения уставок расцепителей автоматических выключателей BA1, BA11, BA12, BA13, BA14, BA 2:

-  $I_{BA11}=16 \times 1=16 A$ ,

-  $I_{BA12}=16 \times 1=16 A$ ,

-  $I_{BA13}=100 \times 1=100 A$ ,

$$- I_{BA14} = 100 \times 1 = 100 \text{ А.}$$

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА1 равен 149,2 А.

Численное значение уставки расцепителя (функция L) автоматического выключателя ВА1=0,6 выбраны по расчетным токам электропотребителей и является наименьшим из возможных значений уставок расцепителей.  $I_{BA1} = 250 \times 0,6 = 150 \text{ А.}$

Расчетный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА равен 149,2 А.

Численное значение уставки расцепителя (функция L) автоматического выключателя ВА=0,4 выбраны по расчетным токам электропотребителей и является наименьшим из возможных значений уставок расцепителей.  $I_{BA1} = 400 \times 0,4 = 160 \text{ А.}$

Необходимая допустимая длительная токовая нагрузка проводника для линии А должна быть не менее номинального тока расцепителя автоматического выключателя ВА1=150 А.

По таблице 1.3.6. ПУЭ выбираем проводник с медными жилами сечением  $S=70 \text{ мм}^2$  с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 180 А либо по таблице 1.3.7. ПУЭ проводник с алюминиевыми жилами сечением  $S=95 \text{ мм}^2$  с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 156,4 А.

Сечение расчётного проводника превышает действующее (существующее) АВВГ 4×50 с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 101А.

Данные по типу ВА, отключающей способности ВА, значению уставок расцепителя ВА, сечению проводников занесены в таблицу. Рисунок В.8 Приложение В.

Ячейка № 32 – Д2ШР5, Д2ШР5 – кларификатор новый, ЩУ воздуходувка, 5В, ЩУ хран.дрож.молочка, кларификатор стар. Д2ШР5

В качестве автоматического выключателя ВА1 выбираем выключатель Tmax T5S устойчивый к току короткого замыкания равного 48.8 кА: предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=50$  кА. В зоне тока короткого замыкания автоматический выключатель работает с задержкой по времени, обеспечивая частичную селективность к вышестоящему автомату ВА - Tmax T6S 800А.

Выбор уставки расцепителя автоматического выключателя ВА1 на соответствие требованиям п. 3.1.11. ПУЭ.

Расчётный ток электролинии от ВА1=288 А.

Численное значение уставки расцепителя (функция L) автоматического выключателя ВА1=0,92 выбрано по номинальному току электроприёмников и является наименьшим из возможных значений уставок расцепителей.  $I_{VA1}=400 \times 0,72=288$  А.

Выбор уставки автоматического выключателя ВА на соответствие требованиям п. 3.1.11. ПУЭ.

Численное значение уставки расцепителя (функция L) автоматического выключателя ВА=0,4 выбрано по номинальному току электроприёмников и является наименьшим из возможных значений уставок расцепителей.  $I_{VA}=800 \times 0,4=320$  А.

Кларификатор новый

На рисунке Б.9 Приложения Б представлена однолинейная схема щита. В качестве автоматического выключателя ВА2 выбираем выключатель Tmax T4N устойчивый к току короткого замыкания равный 32 кА: предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=36$ кА. В зоне тока короткого замыкания автоматический выключатель работает без задержки по времени, обеспечивая максимальное быстродействие защиты.

Автоматический выключатель ВА21 выбран по расчётному току электродвигателя - Tmax T2N, с предельной коммутационной способностью  $I_{cu}=36$ кА. Значение максимального тока короткого замыкания в начале защищаемого ответвления 18 кА.

Ток уставки расцепителя выключателя ВА2 равен 1,04 кА (160 А х 6,5) и меньше тока предельной коммутационной способности защищаемого выключателя (36кА).

Автоматический выключатель ВА21 выбран по расчётной нагрузке и является устойчивым к току короткого замыкания.

Выбор уставок расцепителя автоматических выключателей ВА2, ВА21 на соответствие требованиям п. 3.1.4. ПУЭ.

Расчётный ток электродвигателя Д21 равен 74 А. Кратность пускового тока для электродвигателей равна 7.

Пусковой ток:  $Д21=74 \text{ А} \times 7=518 \text{ А}$ .

Номинальный ток автоматического выключателя ВА21=100А выбран по расчётному току электродвигателя и является наименьшими из возможных.

Значения уставок расцепителей (функция I)  $ВА21=5,5$ .  
 $ВА21=100 \text{ А} \times 5,5=550 \text{ А}$ .

Следовательно, 7-кратный пусковой ток электродвигателя не приводит к ложным отключениям защиты.

Номинальный ток автоматического выключателя ВА2=160А  
Значения уставок расцепителей (функция I)  $ВА2 = 6,5$ .  
 $ВА2=160 \text{ А} \times 6,5=1040 \text{ А}$ .

Выбор уставки автоматических выключателей ВА2, ВА21 на соответствие требованиям главы 3.1.11. ПУЭ.

Расчетный ток электролинии с автоматическими выключателями ВА2, ВА21 равен 74 А.

Численное значение уставки расцепителя (функция L) автоматического выключателя  $ВА2=0,48$  выбраны по номинальному току электродвигателя и является наименьшим из возможных значений уставок расцепителей.  $I_{ВА2}=160 \times 0,48=77 \text{ А}$

Численное значение уставки расцепителя (функция L) автоматического выключателя  $ВА21 = 0,76$  выбраны по расчётному току

электродвигателя и является наименьшим из возможных значений уставок расцепителей.  $I_{BA21}=100 \times 0,76=76 \text{ А}$

ЩУ воздуходувка

На рисунке Б.10 Приложения Б представлена однолинейная схема щита. В качестве автоматического выключателя ВА3 выбираем выключатель Tmax T4N устойчивый к току короткого замыкания равному 32 кА: предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=36\text{кА}$ . В зоне тока короткого замыкания автоматический выключатель работает без задержки времени, обеспечивая максимальное быстродействие защиты.

Автоматический выключатель ВА31 выбран по номинальному току электродвигателя - Tmax T2N, с предельной коммутационной способностью  $I_{cu}=36\text{кА}$ . Значение максимального тока короткого замыкания в начале защищаемого ответвления 18 кА.

Ток уставки расцепителя выключателя ВА3 равен 1,12 кА ( $160 \text{ А} \times 7$ ) и меньше тока предельной коммутационной способности защищаемого выключателя  $I_{cu}=36\text{кА}$ .

Автоматический выключатель ВА31, выбранный по расчётной нагрузке, являются устойчивым к току короткого замыкания.

Выбор уставки автоматических выключателей ВА3, ВА31 на соответствие требованиям п. 3.1.4. ПУЭ.

Номинальный ток электродвигателя Д31 равен 87 А. Кратность пускового тока для электродвигателей равна 7.

Пусковой ток  $I_{Д31}=87 \text{ А} \times 7=609 \text{ А}$ .

Номинальный ток автоматического выключателя ВА31 = 100А выбран по номинальному току электродвигателя и является наименьшими из возможных.

Значения уставок расцепителей (функция I)  $BA31=9$ .  
 $BA31=100 \text{ А} \times 9=900 \text{ А}$ .

Следовательно, 7-кратный пусковой ток электродвигателей не приводит к ложным отключениям защиты.

Номинальный ток автоматического выключателя ВА3=160А.

Значения уставок расцепителей (функция I) ВА3=7.

$I_{ВА3}=160 \text{ А} \times 7=1120 \text{ А}$ .

Выбор уставки автоматических выключателей ВА3, ВА31 на соответствие требованиям главы 3.1.11. ПУЭ.

Номинальный ток линии с автоматическими выключателями ВА3, ВА31=87 А.

Численное значение уставки расцепителя (функция L) автоматического выключателя ВА3=0,56 выбраны по номинальному току электродвигателя и является наименьшим из возможных значений уставок расцепителей.  $I_{ВА3}=160 \times 0,56=89,6 \text{ А}$ .

Численное значение уставки расцепителя (функция L) автоматического выключателя ВА31 = 0,88 выбраны по номинальным токам электропотребителей и является наименьшим из возможных значений уставок расцепителей.

$I_{ВА31}=100 \times 0,88=88 \text{ А}$ .

#### Щит 5В

На рисунке Б.11 Приложения Б представлена однолинейная схема щита. В качестве автоматического выключателя ВА4 выбираем выключатель Tmax T2S устойчивый к току короткого замыкания равного 32 кА: предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=36 \text{ кА}$ . В зоне тока короткого замыкания автоматический выключатель работает без задержки времени, обеспечивая максимальное быстродействие защиты.

Автоматический выключатель ВА41 выбран по номинальному току электродвигателя - S200P, с предельной коммутационной способностью  $I_{cu}=25 \text{ кА}$ . Значение максимального тока короткого замыкания в начале защищаемого ответвления 17 кА.

Автоматические выключатели ВА411 – ВА 413 выбраны по номинальному току электродвигателей. Значение максимального тока короткого замыкания в начале защищаемого ответвления 6,9 кА.



ВА411 – S200 10кА.

ВА411 – S200 10кА.

ВА411 – S200 10кА.

Автоматический выключатель ВА4 является устойчивым к максимальным значениям тока короткого замыкания защищаемых автоматических выключателей ВА41, ВА411 – ВА413, так как отключающая способность  $I_{cu}=36кА$  больше максимальных значений тока короткого замыкания защищаемых автоматических выключателями (10 кА).

Ток уставки расцепителя выключателя ВА40 равен 1,36 кА (160 А x 8,5) и меньше тока предельной коммутационной способности каждого из защищаемых выключателей (10кА).

Автоматические выключатели ВА411 – ВА413, выбранные по номинальной нагрузке, являются устойчивыми к токам короткого замыкания.

Выбор уставок расцепителей автоматических выключателей ВА4, ВА41, ВА411, ВА412, ВА413 на соответствие требованиям п. 3.1.4. ПУЭ.

Номинальные токи электродвигателей Д41, Д42, Д43 равны соответственно 34А; 8,5А; 4,9А. Кратность пускового тока для электродвигателей равна 7.

Пусковой ток:

- Д41=34 А×7=238 А,

- Д42=8,5 А×7=59,5 А,

- Д43=4,9 А×7=34,3 А.

Номинальные токи автоматических выключателей и значения уставок расцепителей (характеристика D).

ВА411=40 А×20=800 А.

ВА412=10 А×20=200 А.

ВА413=6 А×20=120 А.

Следовательно, 7-кратный пусковой ток электродвигателей не приводит к ложным отключениям защиты.

Значения уставок расцепителей (характеристика D) ВА41=20.

$$I_{BA41} = 63 \text{ A} \times 20 = 1260 \text{ A}.$$

Максимальный ток в электролинии появляется при наложении на номинальный ток пускового тока электродвигателя Д41, получающий питание по этой линии:  $47,4 \text{ A} + (34 \text{ A} \times 7) = 285,4 \text{ A}$ .

При таком токе для обеспечения максимальной чувствительности защиты при условии исключения от ложных отключений достаточно иметь кратность расцепителя, равную 4,4.

$$I_{BA4} = 160 \text{ A}$$

Значения уставок расцепителей (функция I)  $I_{BA4} = 8,5$ .

$$I_{BA4} = 160 \text{ A} \times 8,5 = 1360 \text{ A}$$

Выбор уставок автоматических выключателей ВА4, ВА41, ВА411, ВА412, ВА413 на соответствие требованиям главы 3.1.11. ПУЭ.

Номинальный ток электролинии с автоматическим выключателем  $I_{BA411} = 34 \text{ A}$ .

Численное значение уставки расцепителя (характеристика D) автоматического выключателя  $I_{BA411} = 1$ .  $I_{BA411} = 40 \text{ A} \times 1 = 40 \text{ A}$

Номинальный ток электролинии с автоматическим выключателем  $I_{BA412} = 8,5 \text{ A}$ .

Численное значение уставки расцепителя (характеристика D) автоматического выключателя  $I_{BA412} = 1$

$$I_{BA412} = 10 \text{ A} \times 1 = 10 \text{ A}$$

Номинальный ток линии с автоматическим выключателем  $I_{BA413} = 4,9 \text{ A}$ .

Численное значение уставки расцепителя (характеристика D) автоматического выключателя  $I_{BA413} = 1$ .  $I_{BA413} = 6 \text{ A} \times 1 = 6 \text{ A}$ .

Номинальный ток эл.линии с автоматическим выключателем  $I_{BA41} = 47,4 \text{ A}$ .

Численное значение уставки расцепителя (характеристика D) автоматического выключателя  $I_{BA41} = 1$ .  $I_{BA41} = 63 \text{ A} \times 1 = 63 \text{ A}$ .

Численное значение уставки расцепителя (функция L) автоматического выключателя ВА4=0,4 выбраны по номинальным токам электродвигателей и является наименьшим из возможных значений уставок расцепителей.  $I_{BA4}=160 \times 0,4=64$  А.

#### ЩУ хранения дрожжевого молочка

На рисунке Б.12 Приложения Б представлена однолинейная схема щита. В качестве автоматического выключателя ВА5 выбираем выключатель Tmax T2S устойчивый к току короткого замыкания равного 32 кА: предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}=36$ кА. В зоне тока короткого

замыкания автоматический выключатель работает без задержки времени, обеспечивая максимальное быстродействие защиты.

Автоматический выключатель ВА51 выбран по расчётному току светильников и электродвигателей - S200P, с предельной коммутационной способностью 25 кА. Значение максимального тока короткого замыкания в начале защищаемого ответвления 17 кА.

Автоматические выключатели ВА511 – ВА 5113 выбраны по расчётному току электродвигателей. Значение максимального тока короткого замыкания в начале защищаемого ответвления 6,9 кА.

ВА511 – S200 10кА,  
ВА512 – S200 10кА,  
ВА513 – S200 10кА,  
ВА514 – S200 10кА,  
ВА515 – S200 10кА,  
ВА516 – S200 10кА,  
ВА517 – S200 10кА,  
ВА518 – S200 10кА,  
ВА519 – S200 10кА,  
ВА5110 – S200 10кА,  
ВА5111 – S200 10кА,

ВА5112 – S200 10кА,

ВА5113 – S200 10кА.

Автоматический выключатель ВА52 выбран по расчётному току светильников - S200, с предельной коммутационной способностью  $I_{cu}=10$  кА. Значение максимального тока короткого замыкания в начале защищаемого ответвления 2,2 кА.

Автоматический выключатель ВА5 является устойчивым к максимальным значениям тока короткого замыкания защищаемых автоматических выключателей ВА51, ВА511 – ВА5113, ВА52, так как отключающая способность  $I_{cu}=36$  кА больше максимальных значений тока короткого замыкания защищаемых автоматических выключателей  $I_{cu}=10$ кА.

Ток уставки расцепителя выключателя ВА5 равен 1,36 кА ( $160 \text{ А} \times 8,5$ ) и меньше тока предельной коммутационной способности каждого из защищаемых выключателей (10кА).

Автоматические выключатели ВА511 – ВА5113, ВА52, выбранные по расчётной нагрузке, являются устойчивыми к токам короткого замыкания.

Выбор уставки автоматических выключателей ВА5, ВА51, ВА511 – ВА5113, ВА52 на соответствие требованиям п. 3.1.4. ПУЭ.

Расчётные токи электроприёмников ЩО и электродвигателей Д51, Д52, Д53, Д54, Д55, Д56, Д57, Д58, Д59, Д510 равны соответственно 4А; 3А; 3А; 3А; 3А; 3А; 5А; 3А; 11А; 3А. Кратность пускового тока для электроприёмников равна 2, электродвигателей равна 7.

Пусковой ток:

- ЩО= $4 \text{ А} \times 2=8 \text{ А}$ ,

- Д51= $3 \text{ А} \times 7=21 \text{ А}$ ,

- Д52= $3 \text{ А} \times 7=21 \text{ А}$ ,

- Д53= $3 \text{ А} \times 7=21 \text{ А}$ ,

- Д54= $3 \text{ А} \times 7=21 \text{ А}$ ,

- Д55= $3 \text{ А} \times 7=21 \text{ А}$ ,

- Д56= $3 \text{ А} \times 7=21 \text{ А}$ ,

- Д57=5 А×7=35 А,
- Д58=3 А×7=21 А,
- Д59=11 А×7=77 А,
- Д510=3 А×7=21 А.

Номинальные токи автоматических выключателей и значения уставок расцепителей.

(Характеристика В):

- ВА52=4 А×5=20 А.

(Характеристика С):

- ВА511=10 А×10=100 А.

(Характеристика D):

- ВА512=3 А×20=60 А,
- ВА513=3 А×20=60 А,
- ВА514=3 А×20=60 А,
- ВА515=3 А×20=60 А,
- ВА516=3 А×20=60 А,
- ВА517=3 А×20=60 А,
- ВА518=6 А×20=120 А,
- ВА519=3 А×20=60 А,
- ВА5110=13 А×20=260 А,
- ВА5112=3 А×20=60 А.

Следовательно, 2-кратный пусковой ток электроприёмников и 7-кратный пусковой ток электродвигателей не приводит к ложным отключениям защиты.

Расчётный ток линии 51=44 А.

Значения уставок расцепителей (характеристика D) ВА51=20.

ВА51=63 А×20=1260 А.

Максимальный ток в электролинии появляется при наложении на номинальный ток пускового тока электродвигателя Д59, получающий питание по этой линии: 44 А+(11 А×7)=121 А.

При таком токе для обеспечения максимальной чувствительности защиты при условии исключения от ложных отключений достаточно иметь кратность расцепителя, равную 10,4.

Номинальный ток автоматического выключателя  $I_{BA5}=160\text{A}$

Значения уставок расцепителей (функция I)  $I_{BA5}=8,5$ .

$I_{BA5}=160\text{ A}\times 8,5=1360\text{ A}$ .

Выбор уставки автоматических выключателей  $BA5$ ,  $BA51$ ,  $BA511$  –  $BA5113$ ,  $BA52$  на соответствие требованиям главы 3.1.11. ПУЭ.

Расчётный ток электролинии с автоматическим выключателем  $BA511$ ,  $BA52 = 4\text{ A}$ .

Численное значение уставки расцепителя (характеристика C) автоматического выключателя  $BA511=1$

$I_{BA511}=10\text{ A}\times 1=10\text{ A}$

Численное значение уставки расцепителя (характеристика B) автоматического выключателя  $BA52=1$

$I_{BA511}=4\text{ A}\times 1=4\text{ A}$

Расчётный ток электролиний с автоматическими выключателями  $BA512$  –  $BA517$ ,  $BA519$ ,  $BA5112 = 3\text{ A}$ .

Численное значение уставки расцепителя (характеристика D) автоматических выключателей = 1.

$I_{BA512}=3\text{ A}\times 1=3\text{ A}$ .

$I_{BA513}=3\text{ A}\times 1=3\text{ A}$ .

$I_{BA514}=3\text{ A}\times 1=3\text{ A}$ .

$I_{BA515}=3\text{ A}\times 1=3\text{ A}$ .

$I_{BA516}=3\text{ A}\times 1=3\text{ A}$ .

$I_{BA517}=3\text{ A}\times 1=3\text{ A}$ .

$I_{BA519}=3\text{ A}\times 1=3\text{ A}$ .

$I_{BA5112}=3\text{ A}\times 1=3\text{ A}$ .

Расчётный ток электролинии с автоматическим выключателем  $BA518=5\text{ A}$ .

Численное значение уставки расцепителя (характеристика D) автоматического выключателя ВА518=1.

$$I_{\text{ВА518}}=6 \text{ А} \times 1=6 \text{ А.}$$

Расчётный ток электролинии с автоматическим выключателем ВА5110=11 А.

Численное значение уставки расцепителя (характеристика D) автоматического выключателя ВА5110=1.  $I_{\text{ВА5110}}=13 \text{ А} \times 1=13 \text{ А.}$

Расчётный ток электролинии 51=44 А.

Численное значение уставки расцепителя (характеристика D) автоматического выключателя ВА51=1  $I_{\text{ВА51}}=63 \text{ А} \times 1=63 \text{ А.}$

Численное значение уставки расцепителя (функция L) автоматического выключателя ВА5=0,4 выбраны по расчётным токам электродвигателей, электроламп и является наименьшим из возможных значений уставок расцепителей.  $I_{\text{ВА5}}=160 \times 0,4=64 \text{ А.}$

Кларификатор старый

На рисунке Б.13 Приложения Б представлена однолинейная схема щита. В качестве автоматического выключателя ВА6 выбираем выключатель Tmax T2S устойчивый к току короткого замыкания равного 32 кА: предельная коммутационная способность выключателя  $I_{\text{сш}}=36 \text{ кА}$ . В зоне тока короткого замыкания автоматический выключатель работает без задержки времени, обеспечивая максимальное быстродействие защиты.

Автоматический выключатель ВА61 выбран по номинальному току электродвигателя - S200P, с предельной коммутационной способностью 25 кА. Значение максимального тока короткого замыкания в начале защищаемого ответвления 17 кА.

Автоматический выключатель ВА6 является устойчивым к максимальным значениям тока короткого замыкания защищаемых выключателей ВА61, так как отключающая способность  $I_{\text{сш}}=36 \text{ кА}$  больше максимальных значений тока короткого замыкания защищаемых выключателей (10 кА).

Ток уставки расцепителя выключателя ВА6, равный 1,36 кА ( $160\text{А} \times 8,5$ ), меньше тока предельной коммутационной способности защищаемого выключателя (25кА).

Автоматический выключатель ВА61 выбран по номинальной нагрузке и является устойчивым к токам короткого замыкания.

Выбор уставки автоматических выключателей ВА6, ВА61 на соответствие требованиям п. 3.1.4. ПУЭ.

Номинальный ток электродвигателя Д61 равен 35 А. Кратность пускового тока для электродвигателей равна 7.

Пусковой ток  $Д61 = 35\text{ А} \times 7 = 245\text{ А}$

Номинальный ток автоматического выключателя ВА61=40А выбран по номинальному току электродвигателя и является наименьшими из возможных.

Значения уставок расцепителей (характеристика D) ВА61=20.

$ВА61 = 40\text{ А} \times 20 = 800\text{ А}$

Следовательно, 7-кратный пусковой ток электродвигателя не приводит к ложным отключениям защиты.

Номинальный ток автоматического выключателя ВА6=160А

Значения уставок расцепителей (функция I) ВА6=8,5.

$ВА6 = 160\text{ А} \times 8,5 = 1360\text{ А}$

Выбор уставки автоматических выключателей ВА6, ВА61 на соответствие требованиям главы 3.1.11. ПУЭ.

Номинальный ток линии равен 35 А.

Численное значение уставки расцепителя (характеристика D) автоматического выключателя ВА61=1.  $ІВА61 = 40\text{ А} \times 1 = 40\text{ А}$

Численное значение уставки расцепителя (функция L) автоматического выключателя ВА6 = 0,4 выбраны по номинальному току электродвигателя и является наименьшим из возможных значений уставок расцепителей.  $ІВА6 = 160 \times 0,4 = 64\text{ А}$



Требуемая допустимая длительная токовая нагрузка проводника для электролиний А1 должна быть не менее номинального тока расцепителя автоматического выключателя  $ВА1=288\text{ А}$ .

По таблице 1.3.31. ПУЭ выбираем в качестве проводника медную шину размером  $25\times 3\text{ мм}$  с допустимой длительной токовой нагрузкой равной  $340\text{ А}$  либо алюминиевую шину размером  $30\times 4\text{ мм}$  с допустимой длительной токовой нагрузкой равной  $365\text{ А}$ .

#### Ячейка № 33

Номинальный ток линии равен  $1818\text{ А}$ . В качестве автоматического выключателя ВА1 выбираем выключатель Tmax T7S устойчивый к току короткого замыкания равен  $48,8\text{ кА}$ : предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}$  равна  $50\text{ кА}$ . В зоне тока короткого замыкания автоматический выключатель работает с задержкой по времени, селективность к вышестоящему автомату не обеспечивается.

В качестве автоматического выключателя ВА2 выбираем устойчивый к ТКЗ= $48,8\text{ кА}$  выключатель Tmax T6S: предельная коммутационная способность выключателя  $I_{cu}$  равна  $50\text{ кА}$ . В зоне тока короткого замыкания выключатель работает с задержкой по времени, селективность к вышестоящему автомату не обеспечивается.

Выбор уставки расцепителя автоматического выключателя ВА1 на соответствие требованиям п. 3.1.11. ПУЭ.

Расчётный ток электролинии от ВА1= $909\text{ А}$ .

Численное значение уставки расцепителя (функция L) автоматического выключателя ВА1= $0,76$  выбрано по номинальному току электроприёмников и является наименьшим из возможных значений уставок расцепителей.  $I_{ВА1}=1250\times 0,76=950\text{ А}$ .

Выбор уставки расцепителя автоматического выключателя ВА2 на соответствие требованиям п. 3.1.11. ПУЭ.

Расчётный ток электролинии от ВА2= $909\text{ А}$ .

Численное значение уставки расцепителя (функция L) автоматического выключателя  $BA2=0,76$  выбрано по номинальному току электроприёмников и является наименьшим из возможных значений уставок расцепителей.

$$I_{BA2}=1250 \times 0,76=950 \text{ А.}$$

Необходимая допустимая длительная токовая нагрузка проводника для линий A1 должна быть не менее номинального тока расцепителя автоматического выключателя  $BA=950 \text{ А}$ .

По таблице 1.3.6. ПУЭ выбираем три кабеля медными жилами сечением  $S=185 \text{ мм}^2$  с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 1050 А либо по таблице 1.3.7. ПУЭ четыре кабеля с алюминиевыми жилами сечением  $S=185 \text{ мм}^2$  с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 993,6 А.

Необходимая допустимая длительная токовая нагрузка проводника для линий A2 должна быть не менее номинального тока расцепителя автоматического выключателя  $BA=950 \text{ А}$ .

По таблице 1.3.6. ПУЭ выбираем три кабеля медными жилами сечением  $S=185 \text{ мм}^2$  с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 1050 А либо по таблице 1.3.7. ПУЭ четыре кабеля с алюминиевыми жилами сечением  $S=185 \text{ мм}^2$  с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 993,6 А.

Необходимая допустимая длительная токовая нагрузка проводника для линий A1 должна быть не менее номинального тока расцепителя автоматического выключателя  $BA=920 \text{ А}$ .

По таблице 1.3.31. ПУЭ выбираем в качестве проводника медную шину размером  $50 \times 6 \text{ мм}$  с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 955 А либо алюминиевую шину размером  $80 \times 6 \text{ мм}$  с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 1150 А.

Необходимая допустимая длительная токовая нагрузка проводника для линий A2 должна быть не менее номинального тока расцепителя

автоматического выключателя ВА=920 А.

По таблице 1.3.31. ПУЭ выбираем в качестве проводника медную шину размером 50×6 мм с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 955 А либо алюминиевую шину размером 80×6 мм с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 1150 А.

Данные по типу ВА, отключающей способности ВА, значению уставок расцепителя ВА, сечению проводников занесены в таблицы. Рисунки В.9, В.10 Приложение В.

### **3.2 Программа аудита промышленной безопасности в части электробезопасности**

#### **3.2.1 Структура электроснабжения**

Питание электрооборудования производственных участков осуществляется от двух трансформаторов подстанции мощностью 1600 кВА. В отношении обеспечения надежности электроснабжения электроустановка относится ко II категории. Установленные автоматические выключатели имеют нерегулируемые термоманитные расцепители. Передача электроэнергии производится кабельными линиями, проложенные в металлических лотках и трубах.

#### **3.2.2 Результаты обследования**

В результате проведенных расчетов и измерений проводим анализ состояния электросетей и их защит.

Результат обследования. Линия 21 до щита Д2ШСЗ

Кабель марки АВВГ 4×95 защищен автоматическим выключателем А3796Н. Номинальный ток - 630 А. Уставки расцепителей теплового – 725 А, электромагнитного - 6300 А. Номинальная предельная наибольшая отключающая способность 70 кА.

Выводы:

- номинальный ток установленного автоматического выключателя

завышен,

- значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и короткого замыкания повышены,
- номинальная предельная наибольшая отключающая способность превышает расчетную,
- селективность частичная.

Результат обследования. Линии от щита Д2ШС3 до электроприемников  
Линия 1.

Кабель ВВГ 4×120 защищен автоматическим выключателем ВА 51-39. Номинальный ток - 200 А. Уставки расцепителей теплового – 200 А, электромагнитного - 2000 А. Номинальная предельная наибольшая отключающая способность 40 кА.

Выводы:

- номинальный ток установленного автоматического выключателя повышен,
- значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и короткого замыкания повышены,
- номинальная предельная наибольшая отключающая способность достаточна,
- селективность полная.

Линия 2.

Кабель ВВГ 4×120 защищен автоматическим выключателем ВА 51-39. Номинальный ток - 200 А. Уставки расцепителей теплового – 200 А, электромагнитного - 2000 А. Номинальная предельная наибольшая отключающая способность 40 кА.

Выводы:

- номинальный ток установленного автоматического выключателя повышен,
- значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и короткого замыкания повышены,

- номинальная предельная наибольшая отключающая способность достаточна,
- селективность полная.

Результат обследования. Линия 23 до щитов Д1ШР1, Д3ШР1

Два кабеля марки АВВГ 3×120 защищены автоматическим выключателем А 31-44. Номинальный ток - 500 А. Уставки расцепителей теплового – 625 А, электромагнитного - 3500 А. Номинальная предельная наибольшая отключающая способность 50 кА.

Выводы:

- номинальный ток установленного автоматического выключателя завышен,
- значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и короткого замыкания завышены,
- номинальная предельная наибольшая отключающая способность достаточна,
- селективность частичная.

Результат обследования. Линия от щита Д3ШР1 до ЩО

Кабель марки ВВГ 4 × 25 защищен автоматическим выключателем ТИР WIS 400М. Номинальный ток - 400 А. Уставки расцепителей теплового – 250 А, электромагнитного - 2200 А. Номинальная предельная наибольшая отключающая способность 40 кА.

Выводы:

- номинальный ток установленного автоматического выключателя завышен,
- значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и короткого замыкания завышены,
- номинальная предельная наибольшая отключающая способность достаточна,
- селективность не обеспечивается.

Результат обследования. Линия 24 до щита Д3ШР3

Кабель марки КГ-ХЛ 3×70+1×35 защищен автоматическим выключателем ВА 51-39. Номинальный ток - 400 А. Уставки расцепителей теплового – 400 А, электромагнитного - 4000 А. Номинальная предельная наибольшая отключающая способность 40 кА.

Выводы:

- номинальный ток установленного автоматического выключателя завышен,
- значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и короткого замыкания завышены,
- номинальная предельная наибольшая отключающая способность недостаточна,
- селективность частичная.

Результат обследования. Линия от щита ДЗШРЗ до ЩО

Кабель марки ВВГ 4 × 25 защищен автоматическим выключателем ВА 51-39. Номинальный ток - 250 А. Уставки расцепителей теплового–250 А, электромагнитного - 2500 А. Номинальная предельная наибольшая отключающая способность 40 кА.

Выводы:

- номинальный ток установленного автоматического выключателя завышен,
- значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и короткого замыкания завышены,
- номинальная предельная наибольшая отключающая способность достаточна,
- селективность частичная.

Результат обследования. Линия 25 до щита Д2ШРЗ

Кабель марки АВВГ 4×50 защищен автоматическим выключателем ВА 51-39. Номинальный ток - 400 А. Уставки расцепителей теплового – 400 А, электромагнитного - 4000 А. Номинальная предельная наибольшая отключающая способность 40 кА.

Выводы:

- номинальный ток установленного автоматического выключателя превышен,
- значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и короткого замыкания превышены,
- номинальная предельная наибольшая отключающая способность недостаточна,
- селективность частичная.

Результат обследования. Линия 26 до Д1ШС15

Два кабеля марки АВВГ 4×25 защищены автоматическим выключателем ВА 51-39. Номинальный ток - 400 А. Уставки расцепителей теплового – 400 А, электромагнитного - 4000 А. Номинальная предельная наибольшая отключающая способность 40 кА.

Выводы:

- номинальный ток установленного автоматического выключателя достаточен,
- значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и короткого замыкания превышены,
- номинальная предельная наибольшая отключающая способность достаточна,
- селективность частичная.

Результат обследования. Линия 26 до ЩС

Четыре провода марки ПВЗ 1×50 защищены автоматическим выключателем ВА 51-39. Номинальный ток - 400 А. Уставки расцепителей теплового – 400 А, электромагнитного - 4000 А. Номинальная предельная наибольшая отключающая способность 40 кА.

Выводы:

- номинальный ток установленного автоматического выключателя достаточен,
- значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты

- от перегрузок и короткого замыкания завышены,
- номинальная предельная наибольшая отключающая способность достаточна,
- селективность частичная.

Результат обследования. Линия 28 до щита Д2ШР1

Кабель марки АВБбШв 3×50+1×25 защищен автоматическим выключателем А3726. Номинальный ток - 250 А. Уставки расцепителей теплового – 290 А, электромагнитного - 2500 А. Номинальная предельная наибольшая отключающая способность 35 кА.

Выводы:

- номинальный ток установленного автоматического выключателя завышен,
- значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и короткого замыкания завышены,
- номинальная предельная наибольшая отключающая способность недостаточна,
- селективность полная.

Результат обследования. Линия 29 до щита ДЗШС1

Кабель марки ВВГ 4×35 защищен автоматическим выключателем А3726. Номинальный ток - 250 А. Уставки расцепителей теплового – 290 А, электромагнитного - 2500 А. Номинальная предельная наибольшая отключающая способность 35 кА.

Выводы:

- номинальный ток установленного автоматического выключателя завышен,
- значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и короткого замыкания завышены,
- номинальная предельная наибольшая отключающая способность недостаточна,
- селективность полная.



Результат обследования. Линия 30 до щита ДЗШР2

Кабель марки КГ 3×35+1×16 защищен автоматическим выключателем А3144. Номинальный ток - 600 А. Уставки расцепителей теплового – 750 А, электромагнитного - 4200 А. Номинальная предельная наибольшая отключающая способность 50 кА.

Выводы:

- номинальный ток установленного автоматического выключателя завышен,
- значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и короткого замыкания завышены,
- номинальная предельная наибольшая отключающая способность достаточна,
- селективность частичная.

Результат обследования. Линия 31 до щита Д1ШС4, Д1ЩО1

Кабель марки АВВГ 4×50 защищен автоматическим выключателем ВА 57-39. Номинальный ток - 500 А. Уставки расцепителей теплового – 500 А, электромагнитного - 5000 А. Номинальная предельная наибольшая отключающая способность 44 кА.

Выводы:

- номинальный ток установленного автоматического выключателя завышен,
- значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и короткого замыкания завышены,
- номинальная предельная наибольшая отключающая способность достаточна,
- селективность частичная.

Результат обследования занесены в таблицы. Рисунки Г.1-Г.9

Приложение Г.

### 3.2.3 Программа аудита

Необходимо привести электроустановку в соответствии с требованиями нормативной документации (НД), выполнив следующие мероприятия по модернизации электрической сети:

Линия 21 до щита Д2ШС3.

Заменить существующий кабель АВВГ 4×95 с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 157 А на кабель с бóльшим сечением - два кабеля с медными жилами сечением  $S = 95 \text{ мм}^2$  с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 440 А либо два кабеля с алюминиевыми жилами сечением  $S=150 \text{ мм}^2$  с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 432 А.

В ячейке №21 заменить автоматический выключатель А3796Н на Tmax T5S с электронным расцепителем. Номинальный ток ( $I_{ном}$ ) – 630 А. Номинальная предельная наибольшая отключающая способность ( $I_{cu}$ ) - 50 кА. Для обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок расцепителя по тепловой защите – 0,68, по короткому замыканию – 4,5. Установить DIN переключатель в положение S (селективность).

В щите Д2ШС3 заменить вводной автоматический выключатель Moeller NZM10 на Tmax T5N с электронным расцепителем.  $I_{ном}$  – 630 А.  $I_{cu}$  – 36 кА. Для обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок расцепителя по тепловой защите – 0,68, по короткому замыканию – 4,5. Установить DIN переключатель в положение I.

В щите Д2ШС3 заменить автоматические выключатели с  $I_{ном}$  – 200 А распределительных и групповых линий на Tmax T4N с электронным расцепителем.  $I_{ном}$  – 250 А. Для обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок расцепителя по тепловой защите – 0,92, по короткому замыканию – 6,5. Установить DIN переключатель в положение I.

В щите Д2ШС3 заменить автоматический выключатель с  $I_{ном}$  – 43 А групповой линии на Tmax T4N с электронным расцепителем.  $I_{ном}$  – 63 А. Для обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок

расцепителя по тепловой защите – 0,68, по короткому замыканию – 6,5.  
Установить DIN переключатель в положение I.

Линия 23 до щитов Д1ШР1, Д3ШР1

Заменить существующий трехжильный кабель АВВГ 3×120 на четырехжильный кабель с медными жилами сечением  $S = 150 \text{ мм}^2$  с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 305 А либо два кабеля с алюминиевыми жилами сечением  $S=95 \text{ мм}^2$  с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 312,8 А.

В ячейке №23 заменить автоматический выключатель А3144 на Tmax T5S с электронным расцепителем. Номинальный ток ( $I_{ном}$ ) – 400 А. Номинальная предельная наибольшая отключающая способность ( $I_{сн}$ ) – 50 кА. Для обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок расцепителя по тепловой защите – 0,68, по короткому замыканию – 3,5. Установить DIN переключатель в положение S (селективность).

В щите Д1ШР1 заменить вводной автоматический выключатель ВА5139 на Tmax T4N с электронным расцепителем.  $I_{ном}$  – 250 А.  $I_{сн}$  – 36 кА. Для обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок расцепителя по тепловой защите – 0,8, по короткому замыканию – 3,5. Установить DIN переключатель в положение I.

В щите Д1ШР1 установить на распределительные и групповые линии автоматические выключатели Tmax T2N с электронным расцепителем.  $I_{ном}$  – 100 А,  $I_{ном}$  – 63 А,  $I_{ном}$  – 25 А.

В щите Д3ШР1 заменить вводной автоматический выключатель ТИР WIS 400М с  $I_{ном}$  – 400 А на Tmax T2N с электронным расцепителем.  $I_{ном}$  – 100 А. Для обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок расцепителя по тепловой защите – 0,76, по короткому замыканию – 3,5. Установить DIN переключатель в положение I.

Линия 24 до щита Д3ШР3

Заменить существующий кабель КГ-ХЛ 3×70+1×35 на кабель с медными жилами сечением  $S = 35 \text{ мм}^2$  с допустимым длительным током

равным 120 А, либо на кабель с алюминиевыми жилами сечением  $S = 70 \text{ мм}^2$  с допустимым длительным током равным 128,8 А.

В ячейке №24 заменить автоматический выключатель А5139 на Tmax T4S с электронным расцепителем. Номинальный ток ( $I_{ном}$ ) – 250 А. Номинальная предельная наибольшая отключающая способность ( $I_{cu}$ ) – 50 кА. Для обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок расцепителя по тепловой защите – 0,48, по короткому замыканию – 2. Установить DIN переключатель в положение S (селективность).

В щите ДЗШРЗ заменить вводной автоматический выключатель ВА5139 на Tmax T2N с электронным расцепителем.  $I_{ном}$  – 160 А. Для обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок расцепителя по тепловой защите – 0,72, по короткому замыканию – 3. Установить DIN переключатель в положение I.

Линия 25 до щита Д2ШРЗ

В ячейке №25 заменить автоматический выключатель А5139 на Tmax T4S с электронным расцепителем. Номинальный ток ( $I_{ном}$ ) – 160 А. Номинальная предельная наибольшая отключающая способность ( $I_{cu}$ ) – 50 кА. Для обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок расцепителя по тепловой защите – 0,48, по короткому замыканию – 1,5. Установить DIN переключатель в положение S (селективность).

В щите Д2ШРЗ заменить вводной автоматический выключатель ВА8835 на Tmax T2N с электронным расцепителем.  $I_{ном}$  – 100 А. Для обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок расцепителя по тепловой защите – 0,76, по короткому замыканию – 2. Установить DIN переключатель в положение I.

Линия 26 до щита Д1ШС15

Заменить существующий провод ПВЗ 4 (1×50) на кабель с медными жилами сечением  $S = 95 \text{ мм}^2$  с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 220 А.

В ячейке №26 заменить автоматический выключатель А5139 на Tmax T4S с электронным расцепителем. Номинальный ток (Iном) – 400 А. Номинальная предельная наибольшая отключающая способность (Icu) – 50 кА. Для обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок расцепителя по тепловой защите – 0,84, по короткому замыканию – 5,5. Установить DIN переключатель в положение S (селективность).

В щите Д1ШС15 заменить вводной автоматический выключатель NSX 250В на Tmax T4N с электронным расцепителем. Iном – 250 А. Для обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок расцепителя по тепловой защите – 0,76, по короткому замыканию – 5,5. Установить DIN переключатель в положение I.

Линия 28 до щита Д2ШР1

В ячейке №25 заменить автоматический выключатель А3726 на Tmax T4S с электронным расцепителем. Номинальный ток (Iном) – 100 А. Номинальная предельная наибольшая отключающая способность (Icu) – 50 кА. Для обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок расцепителя по тепловой защите – 0,76, по короткому замыканию – 6,5. Установить DIN переключатель в положение S (селективность).

В щите Д2ШР1 заменить вводной автоматический выключатель ВА5289 с Iном – 630 А на S200P с Iном – 63 А.

Линия 29 до щита Д3ШС1

В ячейке №29 заменить автоматический выключатель А3726 на Tmax T4S с электронным расцепителем. Номинальный ток (Iном) – 160 А. Номинальная предельная наибольшая отключающая способность (Icu) – 50 кА. Для обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок расцепителя по тепловой защите – 0,6, по короткому замыканию – 2,5. Установить DIN переключатель в положение S (селективность).

В щите Д3ШС1 заменить вводной автоматический выключатель VL160X на Tmax T2N с электронным расцепителем. Iном – 100 А. Для обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок

расцепителя по тепловой защите – 0,92, по короткому замыканию – 3,5.  
Установить DIN переключатель в положение I.

Линия 30 до щита ДЗШР2

В ячейке №30 заменить автоматический выключатель А3144 на Tmax T2S с электронным расцепителем. Номинальный ток ( $I_{ном}$ ) – 63 А. Номинальная предельная наибольшая отключающая способность ( $I_{cu}$ ) – 50 кА. Для обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок расцепителя по тепловой защите – 0,4, по короткому замыканию – 9. Установить DIN переключатель в положение S (селективность).

В щите ДЗШР2 заменить вводной автоматический выключатель ВА8835 с  $I_{ном}$  – 250 А на S200M с  $I_{ном}$  – 25 А.

Линия 31 до щита Д1ШС4

Заменить существующий кабель АВВГ 4×50 на кабель с медными жилами сечением  $S=70$  мм<sup>2</sup> с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 180 А либо на кабель с алюминиевыми жилами сечением  $S=95$  мм<sup>2</sup> с допустимой длительной токовой нагрузкой равной 156,4 А.

В ячейке №31 заменить автоматический выключатель А5739 на Tmax T5S с электронным расцепителем. Номинальный ток ( $I_{ном}$ ) – 400 А. Номинальная предельная наибольшая отключающая способность ( $I_{cu}$ ) – 50 кА. Для обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок расцепителя по тепловой защите – 0,4, по короткому замыканию – 2,5. Установить DIN переключатель в положение S (селективность).

В щите Д1ШС4 заменить вводной автоматический выключатель EZC250N на Tmax T4N с электронным расцепителем.  $I_{ном}$  – 250 А. Для обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок расцепителя по тепловой защите – 0,6, по короткому замыканию – 3,5. Установить DIN переключатель в положение I.

Щит Д2ШР5

В щите Д2ШР5 заменить вводной автоматический выключатель ВА5039 на Tmax T5S с электронным расцепителем.  $I_{ном}$  – 400 А. Для

обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок расцепителя по тепловой защите – 0,72, по короткому замыканию – 3,5. Установить DIN переключатель в положение I.

В щите Д2ШР5 заменить автоматические выключатели распределительных линий:

- ВА8835 на Tmax T4N с электронным расцепителем. Ином – 160 А. Для обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок расцепителя по тепловой защите – 0,48, по короткому замыканию – 6,5. Установить DIN переключатель в положение I;

- IZ1250 на Tmax T2N с электронным расцепителем. Ином – 100 А. Для обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок расцепителя по тепловой защите – 0,76, по короткому замыканию – 5,5. Установить DIN переключатель в положение I;

- ВА0435 на Tmax T4N с электронным расцепителем. Ином – 160 А. Для обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок расцепителя по тепловой защите – 0,56, по короткому замыканию – 7. Установить DIN переключатель в положение I;

- NSX 250F на Tmax T2N с электронным расцепителем. Ином – 100 А. Для обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок расцепителя по тепловой защите – 0,88, по короткому замыканию – 9. Установить DIN переключатель в положение I;

- ВА0431 на Tmax T2N с электронным расцепителем. Ином – 160 А. Для обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок расцепителя по тепловой защите – 0,4, по короткому замыканию – 8,5. Установить DIN переключатель в положение I;

- Ic60H на S200P. Ином – 63 А;

- ВА0431 на Tmax T2N с электронным расцепителем. Ином – 160 А. Для обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок расцепителя по тепловой защите – 0,4, по короткому замыканию – 8,5. Установить DIN переключатель в положение I;

- EZC 100F на S200P. Ином – 63 А;

- ВА0431 на Tmax T2N с электронным расцепителем. Ином – 160 А.

Для обеспечения безопасности выставить расчетные значения уставок расцепителя по тепловой защите – 0,4, по короткому замыканию – 8,5.

Установить DIN переключатель в положение I.

Результаты работ занесены в таблицы. Рисунки В.1 - В.10 Приложения В, рисунки Г.1 - Г.9 Приложения Г.

### Выводы по разделу 3

В результате проведенных расчетов и измерений проведен анализ состояния электросетей и их защит. Сделаны заключения о соответствии существующих кабельных линий и аппаратов защиты требованиям правил и норм.

Разработана программа аудита по устранению замечаний результатов обследования с перечнем мероприятий по модернизации электрической сети и рекомендациями по выбору автоматических выключателей, уставок регулируемых расцепителей, сечения проводников, необходимых для защиты электролиний.



## Заключение

После проведенного анализа применяемых на предприятии автоматических выключателей и кабельных линий и соответствие их характеристик требованиям обеспечения защиты сетей электроснабжения было предложено применить автоматические выключатели с электронными расцепителями, работа которых обеспечит гарантированную защиту от токов перегрузки и токов короткого замыкания, с возможностью настройки расцепителей для дальнейшей эксплуатации существующих кабельных линий без нарушений требований по электробезопасности. Кроме того, использование предложенной схемы обеспечит резервную защиту по предельной наибольшей отключающей способности автоматов. Электронный расцепитель из-за мгновенной скорости срабатывания идеально подходит для силовых электросетей. Автоматические выключатели в литом корпусе с электронными расцепителями отличаются компактными размерами и исполнением в корпусе из термореактивной пластмассы, их очень удобно монтировать на DIN-рейку. Отсутствие подвижных механических элементов значительно повышают надежность расцепителя. Кроме того электронный расцепитель обладает широким диапазоном настроек, позволяя выбирать параметры автоматического выключателя под конкретные требования защиты электрической цепи.

В процессе исследований были рассчитаны номинальные токи автоматических выключателей, численные значения уставок электронных расцепителей, сечения жил кабелей. После этого было проведено сравнение полученных данных с результатами измерений, как по токовым нагрузкам, так и по току однофазного короткого замыкания. Инструментальные замеры параметров электрической цепи проводились для сравнения значений сопротивления кабельных линий, полученных методом расчетов, учитывая переходные контактные соединения. Полученные данные по выбору

автоматического выключателя и значению уставок расцепителя, после сравнения методов, отображены в приложении В.

Разработан алгоритм расчетов безопасной работы линий при сверхтоках с учетом селективности и резервной защиты.

Разработана программа аудита. Рекомендуемые значения параметров автоматических выключателей и кабелей занесены в таблицы.

При изменении мощности электроустановки, связанных с увеличением количества потребляемой электроэнергии, при условии резерва по сечению кабеля, необходимые параметры автоматического выключателя для обеспечения безопасности настраиваются по скорректированным значениям уставок регулируемого электронного расцепителя и не потребует замены дорогостоящих аппаратов и кабелей.

Работы были проведены по решению руководства предприятия (Приложение Д) и заявке (Приложение Е).

Работа оформлена в соответствии с требованиями методических указаний по выполнению и оформлению выпускных квалификационных работ [3], [24], [26].

## Список используемых источников

1. Абрамов М.Б. Алиев И.И. Электрические аппараты: Справочник - М.: РадиоСофт, 2004
2. Бунич Я. М., Глазков А. Н., Кастовский К. А. Электрооборудование промышленных предприятий – М., Стройиздат, 1981
3. Выполнение и оформление выпускных квалификационных работ, научно-исследовательских работ, курсовых работ магистров и отчетов по практикам [Электронный ресурс] : методические указания / М. Б. Быкова, Ж. А. Гореева, Н. С. Козлова, Д. А. Подгорный. - Электрон. текстовые данные. - М. : Издательский Дом МИСиС, 2017. - 76 с. - 2227-8397. - <http://www.iprbookshop.ru/72577.html>
4. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность Общие требования
5. ГОСТ Р 12.1.009-2009 "Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Термины и определения"
6. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
7. ГОСТ Р 50030.1-2007 (МЭК 60947-1:2004) Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 1. Общие требования
8. ГОСТ Р 50030.2-2007 (МЭК 60947-1:2004) Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 2. Автоматические выключатели
9. ГОСТ Р 50030.3-99 (МЭК 60947-3-99) Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 3. Выключатели, разъединители, выключатели-разъединители и комбинации их с предохранителями
10. ГОСТ Р 50030.4.1-2002 (МЭК 60947-4-1-2000) Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 4-1. Контактторы и пускатели. Электромеханические контактторы и пускатели

11. ГОСТ Р 50030.5.1-2005 (МЭК 60947-5-1:2003) Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 5. Аппараты и коммутационные элементы цепей управления. Глава 1. Электромеханические аппараты для цепей управления

12. ГОСТ Р 50031-2012 (МЭК 60934-98) Автоматические выключатели для оборудования (АВО)

13. ГОСТ Р 50571.3-94 / МЭК 364-4-41-92) Электроустановки зданий. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током - Москва : Издательство стандартов, 1995 – 22 с.

14. ГОСТ Р 50571.8-94 / МЭК 364-4-47-81 Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Общие требования по применению мер защиты для обеспечения безопасности. Требования по применению мер защиты от поражения электрическим током - Москва : Издательство стандартов, 1995 – 4 с.

15. ГОСТ Р 50571.5.53—2013 / МЭК 60364-5-53:2002 Электроустановки зданий. Часть 5. Выбор и монтаж электрооборудования. Коммутационная аппаратура и аппаратура управления : национальный стандарт Российской Федерации / Москва : Стандартиформ , 2015 – 26 с.

16. ГОСТ Р 50345—2010 (МЭК 60898-1:2003) Аппаратура малогабаритная электрическая Автоматические выключатели для защиты сверхтоков бытового и аналогичного назначения Часть 1 Автоматические выключатели для переменного тока : введен в действие Приказом Федерального агентства Российской Федерации по техническому регулированию и метрологии от 30 ноября 2010 г. - Москва : Стандартиформ , 2011 – 104 с.

17. ГОСТ Р 50030.2 —2010 (МЭК 60947-2: 2006) Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 2. Автоматические выключатели : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 ноября 2010 г. N 711-ст - Москва : Стандартиформ , 2012 – 152 с.

18. ГОСТ Р 54127-2-2011. Сети электрические распределительные низковольтные напряжением до 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока. Электробезопасность. Аппаратура для испытания, измерения или контроля средств защиты. Часть 2. Сопротивление изоляции

19. ГОСТ Р 54127-3-2011. Национальный стандарт Российской Федерации. Сети электрические распределительные низковольтные напряжением до 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока. Электробезопасность. Аппаратура для испытания, измерения или контроля средств защиты. Часть 3. Полное сопротивление контура

20. ГОСТ Р 54127-4-2011. Национальный стандарт Российской Федерации. Сети электрические распределительные низковольтные напряжением до 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока. Электробезопасность. Аппаратура для испытания, измерения или контроля средств защиты. Часть 4. Сопротивление заземления и эквипотенциального соединения.

21. ГОСТ IEC/TR 61912-2—2013 Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления Устройства защиты от сверхтоков Часть 2 Селективность в условиях сверхтоков : межгосударственный стандарт : внесен Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 5 ноября 2013 г. N 61-П) / подготовлен Автономной некоммерческой организацией "Научно-технический центр "Энергия" (АНО НТЦ "Энергия") на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного документа, указанного в пункте 5 - Москва: Стандартинформ, 2014 – 28 с.

22. ГОСТ IEC 60947-1—2017 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Ч а с т ь 1 Общие правила : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 30 ноября 2017 г.) - Москва: Стандартинформ , 2018 – 196 с.

23. ГОСТ 61912-2-2012 Устройства защиты от сверхтоков Часть 2  
Селективность в условиях сверхтоков

24. Даниленко, О.В. Теоретико-методологические аспекты подготовки и защиты научно-исследовательской работы [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / О.В. Даниленко, И.Н. Корнева, Тихонова Я.Г.. - Электрон. дан. - Москва : ФЛИНТА, 2016. – 182с.  
<https://e.lanbook.com/book/83895>

25. Дзержбицки С., Вальчук Е. Токоограничивающие выключатели переменного тока. – Л.: Энергоиздат, 1982. – 116с.

26. Егоров А.Г. Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста: учебно-методическое пособие / А.Г. Егоров, В.Г. Виткалов, Г.Н. Уполовникова, И.А. Живоглядова - Тольятти, 2012, - 135с.

27. Кабышев А.В., Тарасов Е.В. Низковольтные автоматические выключатели. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 346с.

28. Кабышев А.В. Электроснабжение объектов. Ч.2. Расчет токов короткого замыкания в электроустановках до 1000 В. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 168с.

29. Кабышев А.В., Обухов С.Г. Расчет и проектирование систем электроснабжения объектов и установок. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2006. – 248с.

30. Краснов А.В., Горина Л.Н. «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА В СЕМЕСТРЕ» по направлению подготовки 20.04.01 «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»: учебно-методическое пособие / А.В. Краснов, Л.Н. Горина. – Тольятти: Изд-во ТГУ. 2017, - 238 с.

31. Кривые характеристик срабатывания защиты и техническая информация. АВВ.

32. Лихачев В.Л. Электротехника. Справочник. Том 1./В.Л. Лихачев. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003.

33. Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации. Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок: Приказ Минтруда России от 15.12.2020 № 903н : зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации 30 декабря 2020 года, регистрационный N 61957 - URL: [www.pravo.gov.ru](http://www.pravo.gov.ru) 30.12.2020 : текст электронный

34. Модульные автоматические выключатели. System pro M compact®. Подробные технические характеристики. АВВ.

35. МЭК 1200-53. Электроустановки зданий. Выбор и монтаж электрооборудования.

36. Набатов К.А., Афонин В.В.. Электрические аппараты. Тамбов : Изд-во Тамбовского государственного технического университета, 2009 –28 с.

37. Намитков, К.К. Плавкие предохранители / К.К. Намитков. – М. : Энергия, 1979

38. Научная деятельность студентов: системный анализ : монография / В.В. Байлук. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 145 с. — (Научная мысль). — <http://znanium.com/catalog/product/948030>

39. Низковольтное оборудование. Tmax низковольтные автоматические выключатели на номинальный ток до 1600 А. Технический каталог. АВВ.

40. Патент Нидерландов на изобретение NL3119 (опубликован 28.12.1916г.)

41. Патент Российской Федерации RU 2094887 (опубликован 27.10.1997г.)

42. Патент Российской Федерации RU 2117357 (опубликован 10.08.1998 г.)

43. Патент Российской Федерации RU 2277270 (опубликован 27.05.2006г.)

44. Патент Польши на изобретение PL2263246 (опубликован 31.05.2012г.)

45. Патент Российской Федерации RU 2464665 (опубликован 20.10.2012г.)

46. Патент Турции на изобретение TR201815239 (опубликован 21.11.2018)

47. Полезная модель RU37278 (U1) (опубликована 10.04.2004г.)

48. Полезная модель RU76161 (U1) (опубликована 10.09.2008г.)

49. Пособие к главе 3.1 ПУЭ «Защита электрических сетей напряжением до 1 к В» ТЯЖПРОМЭЛЕКТРОПРОЕКТ имени Ф. Б. ЯКУБОВСКОГО, М., 1991.

50. Правила устройства электроустановок. ПУЭ-6 и ПУЭ-7. Седьмой выпуск. – Новосибирск: Изд-во Сиб.унив., - 2007. – 607с.

51. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. - М.: НЦ ЭНАС, 2007. - 304 с.

52. Правительство Российской Федерации. О Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору от 30 июля 2004 г. № 401: утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации – Москва

53. РД 34.45-51.300-97 Объем и нормы испытаний электрооборудования: 6-е издание, с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.03.2001 г.: У т в е р ж д е н о РАО "ЕЭС России" (08.05.1997) / Разработано АО "Фирма ОРГРЭС" 105023, Москва, Семеновский пер., д. 15 АО ВНИИЭ АО "Уралтехэнерго" – М.: Атомиздат, 1978

54. РД153-34.3-35.613-00 Правила технического обслуживания устройств релейной защиты и электроавтоматики электросетей 0,4 – 35кВ : 3-е издание, переработанное и дополненное : вводится в действие с 22.12.2000 / Разработано Открытым акционерным обществом "Фирма по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей ОРГРЭС" – М. : ОРГРЭС, 2000 – 72 с.

55. Приказ Минобрнауки России от 06.03.2015 № 172 "Об утверждении



федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность (уровень магистратуры)"(Зарегистрировано в Минюсте России 27.03.2015 № 36609) – Министерство образования и науки Российской Федерации.: 2015.

56. Российская Федерация. Об электроэнергетике : Федеральный закон № 35-ФЗ от 26.03.2003 (ред. от 11.06.2021):принят Государственной Думой 21 февраля 2003 года одобрен Советом Федерации 12 марта 2003 года. - Москва : Кремль

57. Российская Федерация. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.2008 (ред. от 30.04.2021): принят Государственной Думой 4 июля 2008 года одобрен Советом Федерации 11 июля 2008 года. – Москва: Кремль

58. Российская Федерация. Об основах охраны труда в Российской Федерации : Федеральный закон №181-ФЗ от 17 июля 1999 года (ред. от 09.05.2005, с изм. от 26.12.2005) : принят Государственной Думой 23 июня 1999 года одобрен Советом Федерации 2 июля 1999 года. – Москва : Кремль

59. Сагирова И.С. Автоматические выключатели общего применения до 630 А. Справочник - М.: Информэлектро, 1996 – 184с.

60. Сибирцев В.К. Анализ и построение карты селективности защищаемого оборудования. Магистерская диссертация – Томск, 2017

61. Справочник по электрооборудованию. Том 1. Устройства защиты и управления. 5-е издание. Опубликовано АВВ via Baioni, 35 - 24123 Bergamo (Italy) (Италия) Март 2007.

62. Справочник по электрооборудованию. Том 2. Электрические устройства. 5-е издание. Опубликовано АВВ via Baioni, 35 - 24123 Bergamo (Italy) (Италия) Март 2007.

63. Федосеев А.М., Федосеев М.А. Релейная защита электроэнергетических систем: Учеб. для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1992.-528 с.: ил.

64. Чунихин, А.А. Электрические аппараты / А.А. Чунихин. – М. : Энергоатомиздат, 1988
65. Copyright © 2014 by Department of Electrical Engineering, University of Moratuwa, Katubedda, Sri Lanka.
66. David Beltran ITER Electrical Design Handbook Electromagnetic Compatibility (EMC)
67. Douglas Giancoli (2009) [1984]. «25 Electric Currents and Resistance». In Jocelyn Phillips (ed.). Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics (4th ed.). Upper Saddle River, New Jersey.
68. IEEE Std 551-2006 [The Violet Book]: Recommended Practice for Calculating AC Short-Circuit Currents in Industrial and Commercial Power Systems.
69. IEEE Std C37.5-1979: ANSI Guide for Calculation of Fault Currents for Application of AC High-Voltage Circuit Breakers Rated on a Total Current Basis. (1979).
70. IEEE Std C37.04-2018: IEEE Standard for Ratings and Requirements for AC High-Voltage Circuit Breakers with Rated Maximum Voltage Above 1000 V. (2018).
71. Low voltage circuit breakers. Working with trip characteristic curves. Power and productivity for a better world. Catalog ABB.
72. Matula, R.A. (1979). «Electrical resistivity of copper, gold, palladium, and silver». Journal of Physical and Chemical Reference Data.
73. Raymond A. Serway (1998). Principles of Physics (2nd ed.). Fort Worth, Texas; London: Saunders College.

## Приложение А

### Протокол измерения полного сопротивления петли фаза-нуль

ООО «АЛВА»  
г.Курган, ул.Галкинская, 71/117  
Тел. 8-3522-44-17-44  
8-909-170-10-23

ЭТЛ зарегистрирована в Уральском управлении  
Федеральной службы по экологическому,  
технологическому и атомному надзору,  
Регистрационный № 21-00-38-ЭТЛ 308  
от 17 мая 2013 г.

Общество с ограниченной  
ответственностью «АЛВА»  
**ЭЛЕКТРОЛАБОРАТОРИЯ**  
г. Курган  
Основана в 2001 году

Протокол № 3  
Измерения полного сопротивления петли "фаза-нуль"

Заказчик    ООО «Саф-Нева», филиал ООО «Саф-Нева» в г. Кургане  
Объект        ТП 558  
Адрес        г.Курган, ул.Куйбышева,122.

Дата проведения измерений 15 декабря 2015г.

Климатические условия при проведении измерений

Температура воздуха, С	Влажность воздуха, %	Атмосферное давление, мм.рт.ст.
19	61	739

Цель измерений (испытаний)                      Контрольные испытания

Нормативные и технические документы, на соответствие требованиям которых  
проведены измерения (испытания)                      ПТЭЭП приложение 3. п.28.4., ПУЭ п.1.7.79.

#### 1. Контрольные приборы

№	Наименование	Тип	Заводской №	Сведения о поверке
1	Измеритель сопротивления цепи «фаза-нуль»	М 417	36562	№45428/1 от 13.11. 2015г.
2	Измеритель параметров цепей «фаза-нуль» и «фаза-фаза»	MZC 200	165939	

#### 2. Фактические результаты измерений :

№ п/п	Наименование оборудования	Автоматический выключатель (предохранитель)				Данные измерения		Крат. тока К.З.	Заключение
		Тип	In авт.выкл. / In плав.вст., А	Расцепитель		Z петли Ом	I к.з. А		
				Макс., А	Тепл., А				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ТП 558 Ячейка 1 - Д1ШС3 В9	ВА 57-39	500	5000	500	0,12	1810	0,36	Не соответствует
2	ТП 558 Ячейка 2 - Д1ШС2 Отд.В 1, 8	ВА 57-39	500	5000	500	0,1	2180	0,44	Не соответствует
3	Д1ШС2 Ввод	EZC 250N	250	2500	250	0,1	2180	0,87	Не соответствует
4	ТП 558 Ячейка 3 - Д1ШС5 С1Р 6	ВА 57-39	500	5000	500	0,09	2570	0,51	Не соответствует
5	Д1ШС5 Legrand DPX 630 – Schneider NSX 250F	Legrand DPX 630	630	6300	630	0,09	2570	0,41	Не соответствует
6	Д1ШС5 Schneider NSX 250F – Отд.В 3,4 ВА 04-55	Schneider NSX 250F	250	1250	250	0,1	2110	1,69	Соответствует

страниц 5                      страниц 1

Рисунок А.1 – Ячейки 1 – 3

## Продолжение Приложения А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	Отд.В 3,4 ВА 04-55 Ввод	ВА 04-55	160	2000	160	0,1	2110	1,1	Соответствует
8	ТП 558 Ячейка 10 – Д1ШС16 механический	ПР1	250	-	250	0,13	1740	6,9	Соответствует
9	ТП 558 Ячейка 11 – К1ШУ10 насос лед.вод	ПН2	250	-	250	0,3	750	3,0	Соответствует
10	ТП 558 Ячейка 11 – Д1ЩО5 раздевалка	ПН2	250	-	250	0,6	330	1,32	Не соответствует
11	ТП 558 Ячейка 12 – Д1ШС7 вент., тельфер воздуходув. отд.	ПР1	250	-	250	0,13	1660	6,6	Соответствует
12	ТП 558 Ячейка 14 – Д1ШС8 Воздуходувка 2	A3144	600	4200	750	0.08	2720	0,65	Не соответствует
13	Д1ШС8 Ввод	ПР2	800	-	800	0.08	2720	3,4	Соответствует
14	ТП 558 Ячейка 15 - Д1ШС17 Воздуходувка 3	A3144	600	4200	750	0.1	2220	0,53	Не соответствует
15	Д1ШС17 Ввод	ПР2	800	-	800	0.1	2220	2,8	Не соответствует
16	ТП 558 Ячейка 16 - Д1ШС10 Воздуходувка 4	A3144	300	2100	375	0.08	2750	1,3	Соответствует
17	Д1ШС10 Ввод	ПР2	800	-	800	0,08	2750	3,4	Соответствует
18	ТП 558 Ячейка 17 - Д1ШС11 Воздуходувка 5	A3144	250	1750	312,5	0.08	2760	1,6	Соответствует
19	Д1ШС11 Ввод	ПР2	800	-	800	0.08	2760	3,5	Соответствует
20	ТП 558 Ячейка 18 - Д1ШС12 Воздуходувка 6	A3144	600	4200	750	0.07	2950	0,7	Не соответствует
21	Д1ШС12 Ввод	ПР2	800	-	800	0.07	2950	3,7	Соответствует
22	ТП 558 Ячейка 19 - Д1ШС13 Воздуходувка 7	A3144	600	4200	750	0.1	2110	0,5	Не соответствует
23	Д1ШС13 Ввод	ПР2	800	-	800	0.1	2110	2,64	Не соответствует
24	ТП 558 Ячейка 20 - Д1ШС18 Воздуходувка 8	A3144	500	3500	625	0.09	2340	0,67	Не соответствует
25	Д1ШС18 Ввод	ПР2	800	-	800	0.09	2340	2,93	Не соответствует
26	ТП 558 Ячейка 21 - Д2ШС3 Сепаратор WS	A3796 Н	630	6300	725	0.12	1850	0,3	Не соответствует
27	Д2ШС3 Ввод	MOELLER NZM10 630N	630	3780	315	0.12	1850	0,49	Не соответствует

страниц 5

страница2

Рисунок А.2 – Ячейки 10 – 12, 14 – 21

## Продолжение Приложения А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
28	ТП 558 Ячейка 23 - ДЗШР1(освещ.) 8В	A3144	500	3500	625	0,17	1310	0,37	Не соответс твует
29	ДЗШР1 (освещ.) 8В Ввод	ТП WIS 400 М	400	2200	250	0,17	1310	0,6	Не соответс твует
30	ТП 558 Ячейка 23 - Д1ШР1 Высотка насосы 6В	A3144	500	3500	625	0,13	1740	0,5	Не соответс твует
31	Д1ШР1 Ввод	ВА 5139	630	6300	630	0,13	1740	0,28	Не соответс твует
32	Д1ЩС10 - Ввод 6В	ВА 88-33	125	1250	125	0,14	1570	1,26	Соответ ствует
33	Д1ШР1 - Д1ЩС10 ЧК 2	ВА 5139	630	6300	630	0,17	1320	0,21	Не соответс твует
34	Д1ЩС10 - Ввод ЧК 2	ВА 88-33	63	630	63	0,17	1320	2,1	Соответ ствует
35	Д1ШР1 - Д1ЩС10 ЧК 4	ВА 5139	630	6300	630	0,14	1520	0,24	Не соответс твует
36	Д1ЩС10 - Ввод ЧК 4	ВА 88-33	125	1250	125	0,14	1520	1,2	Соответ ствует
37	Д1ШР1 - Д1ЩС10 ЧК 3	ВА 5139	630	6300	630	0,13	1640	0,26	Не соответс твует
38	Д1ЩС10 - Ввод ЧК 3	ВА 88-33	100	1000	100	0,13	1640	1,64	Соответ ствует
39	Д1ШР1 - Д1ЩС10 резерв	ВА 5139	630	6300	630	0,14	1550	0,25	Не соответс твует
40	Д1ШР1 - Д1ЩС10 розеточный пост	ВА 5139	630	6300	630	0,14	1550	0,25	Не соответс твует
41	Д1ЩС10 - розеточный пост	ВА 88-33	100	1000	100	0,22	991	0,99	Не соответс твует
42	ТП 558 Ячейка 24 - ЩС Лаборатория	ВА 5139	400	4000	400	0,13	1630	0,41	Не соответс твует
43	ЩС Лаборатория Ввод	ВА 5139	250	2500	250	0,13	1630	0,65	Не соответс твует
44	ТП 558 Ячейка 25 - Д2ШР3 Освещение 3В, 4В	ВА 5139	400	4000	400	0,11	1980	0,5	Не соответс твует
45	Д2ШР3 Ввод	ВА 88-35	160	1600	160	0,11	1980	1,24	Соответ ствует
46	ТП 558 Ячейка 26 - Д1ЩС15 возд.компрессорная	ВА 5139	400	4000	400	0,1	2130	0,53	Не соответс твует
47	Д1ЩС15 Ввод	Schneider NSX 250В	250	1250	250	0,1	2130	1,7	Соответ ствует
48	ТП 558 Ячейка 26 - Д1ЩС15 возд.компрессорная ЩС вент.камера.	ВА 5139	400	4000	400	0,15	1500	0,38	Не соответс твует
49	ЩС вент. камера В1-В4 Ввод	A3134	200	1400	250	0,15	1500	1,1	Соответ ствует

страниц 5

страница 3

Рисунок А.3 – Ячейки 23 – 26

## Продолжение Приложения А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50	ТП 558 Ячейка 28 Д2ШР4 отд.дрож.молочка	A3726	250	2500	290	0,13	1640	0,66	Не соответс твует
51	Д2ШР4 Ввод	BA 5139	630	6300	630	0.13	1640	0,26	Не соответс твует
52	ТП 558 Ячейка 29 - Д3ШС1 Заторы (уч.пригот.мелассы)	A3726	250	2500	290	0.14	1600	0,64	Не соответс твует
53	Д3ШС1 Ввод	SIEMENS VL 160 X	125	1250	125	0.14	1600	1,28	Соответ ствует
54	ТП 558 Ячейка 30 - Д3ШР2 Вент.камера лаборатории	A3144	600	4200	750	0,17	1320	0,31	Не соответс твует
55	Д3ШР2 Ввод	BA 88-35	250	2500	250	0,17	1320	0,53	Не соответс твует
56	ТП 558 Ячейка 31 - Д1ШС4 Насосная арт.воды	BA 57-39	500	5000	500	0.12	1900	0,38	Не соответс твует
57	Д1ШС4 Ввод	EZC 250N	250	2500	250	0.12	1900	0,76	Не соответс твует
58	ТП 558 Ячейка 32 - Д2ШР5 ТП 558	BA 08- 0805AH	800	9600	800	0.12	1900	0,2	Не соответс твует
59	Д2ШР5 Ввод	BA 5039 63 0H	630	6300	630	0.12	1900	0,30	Не соответс твует
60	Д2ШР5 - ЩУ Кларификатор нов.	BA 04- 35 250C	125	1250	125	0.12	1860	1,49	Соответ ствует
61	Д2ШР5 - ЩУ Воздуходувка ЧК2	BA 04- 35 250C	125	1250	125	0,16	1420	1,14	Соответ ствует
62	ЩУ Воздуходувка ЧК2 Ввод	Schneider NSX 250F	250	1250	250	0,16	1420	1,14	Соответ ствует
63	Д2ШР5 - ЩУ 5В	BA 04- 31 100C	100	1000	100	0,18	1250	1,25	Соответ ствует
64	ЩУ 5В Ввод	Schneider IC60H D63A	63	756	63	0,18	1250	1,65	Соответ ствует
65	Д2ШР5 - ЩУ хранен.дрож.молочка	BA 04- 31 100C	100	1000	100	0,14	1520	1,52	Соответ ствует
66	ЩУ хранен.дрож.молочка Ввод	Schneider EZC100F C80A	80	800	80	0,14	1520	1,9	Соответ ствует
67	Д2ШР5 - ЩУ Кларификатор стар.	BA 04- 31 100C	80	800	80	0.13	1650	2,1	Соответ ствует
68	ЩУ Кларификатор стар. Ввод	OEZ D63A	63	1008	63	0.13	1650	1,6	Соответ ствует

страниц 5

страница4

Рисунок А.4 – Ячейки 28 – 32

## Продолжение Приложения А


### 3. Заключение :

3.1. Кратность тока к.з. не соответствуют уставкам предохранителей и автоматических выключателей поз.№№ 1-5, 10, 12, 14, 15, 20, 22-31, 33, 35, 37, 39-44, 46, 48, 50-52, 54-59.

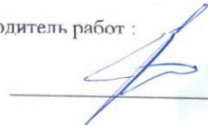
3.2. Кратность тока по времятоковым паспортным характеристикам автоматических выключателей не обеспечивает время срабатывания защиты в соответствии с ПУЭ п.1.7.79. поз.№№ 1-5, 10, 12, 14, 15, 20, 22-31, 33, 35, 37, 39-44, 46, 48, 50-52, 54-59.



Измерения произвели :


  
\_\_\_\_\_  
( А.Н.Наумов)  
  
\_\_\_\_\_  
(Е.В.Комиссаров)

Руководитель работ :

  
\_\_\_\_\_  
( А.Н.Наумов)

Объем работ, месторасположение и перечень оборудования указан представителем заказчика  
Измерения проводились в присутствии представителя заказчика инженера-электрика А.Н.Кучина

Достоверность информации подтверждаю: инженер-электрик

  
\_\_\_\_\_  
( А.Н.Кучин)



Приложение Б  
**Однолинейные схемы исследуемых электрических сетей**

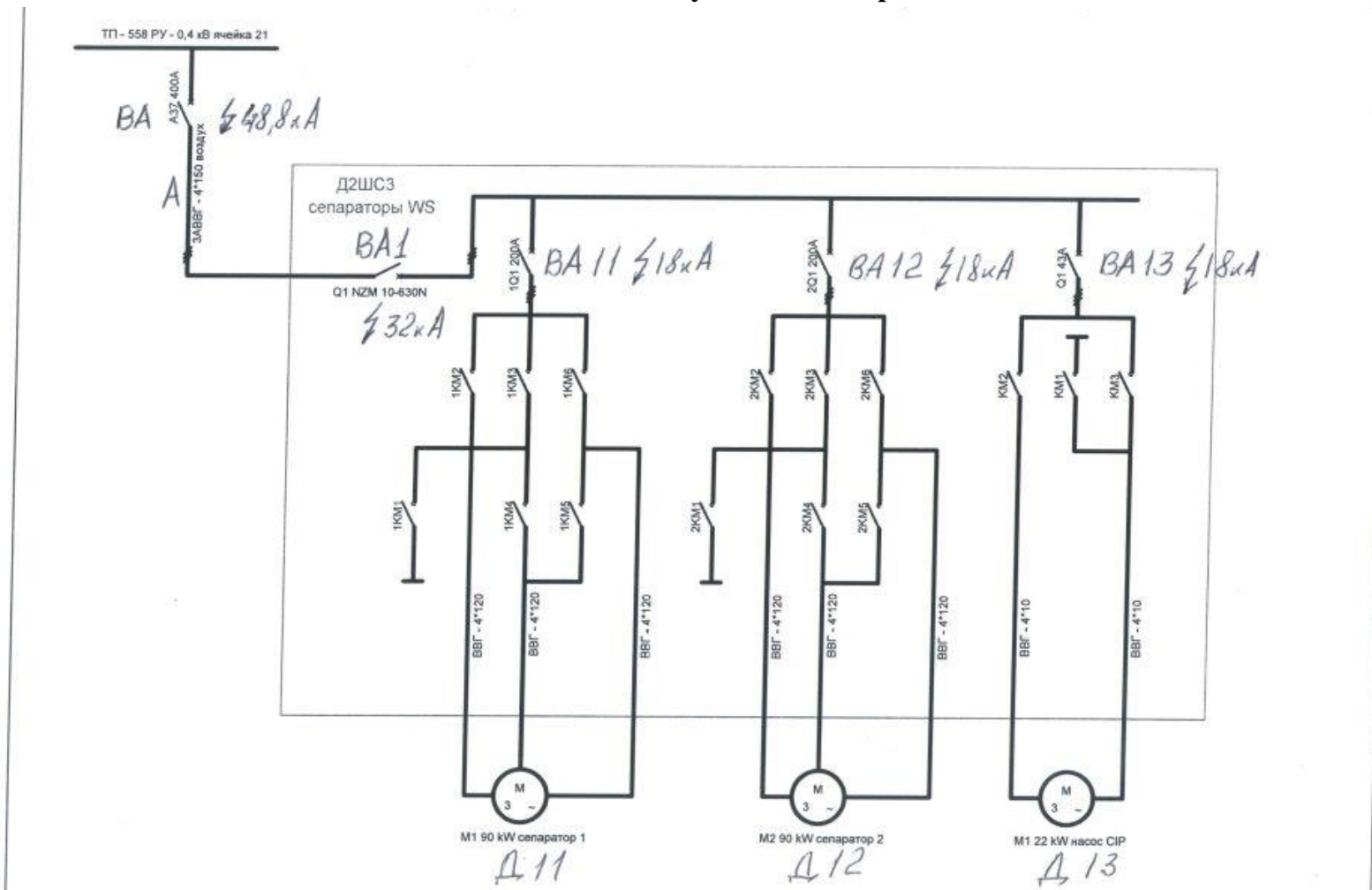


Рисунок Б.1 - Однолинейная схема щита Д2ШС3 – Сепараторы WS



Продолжение Приложения Б

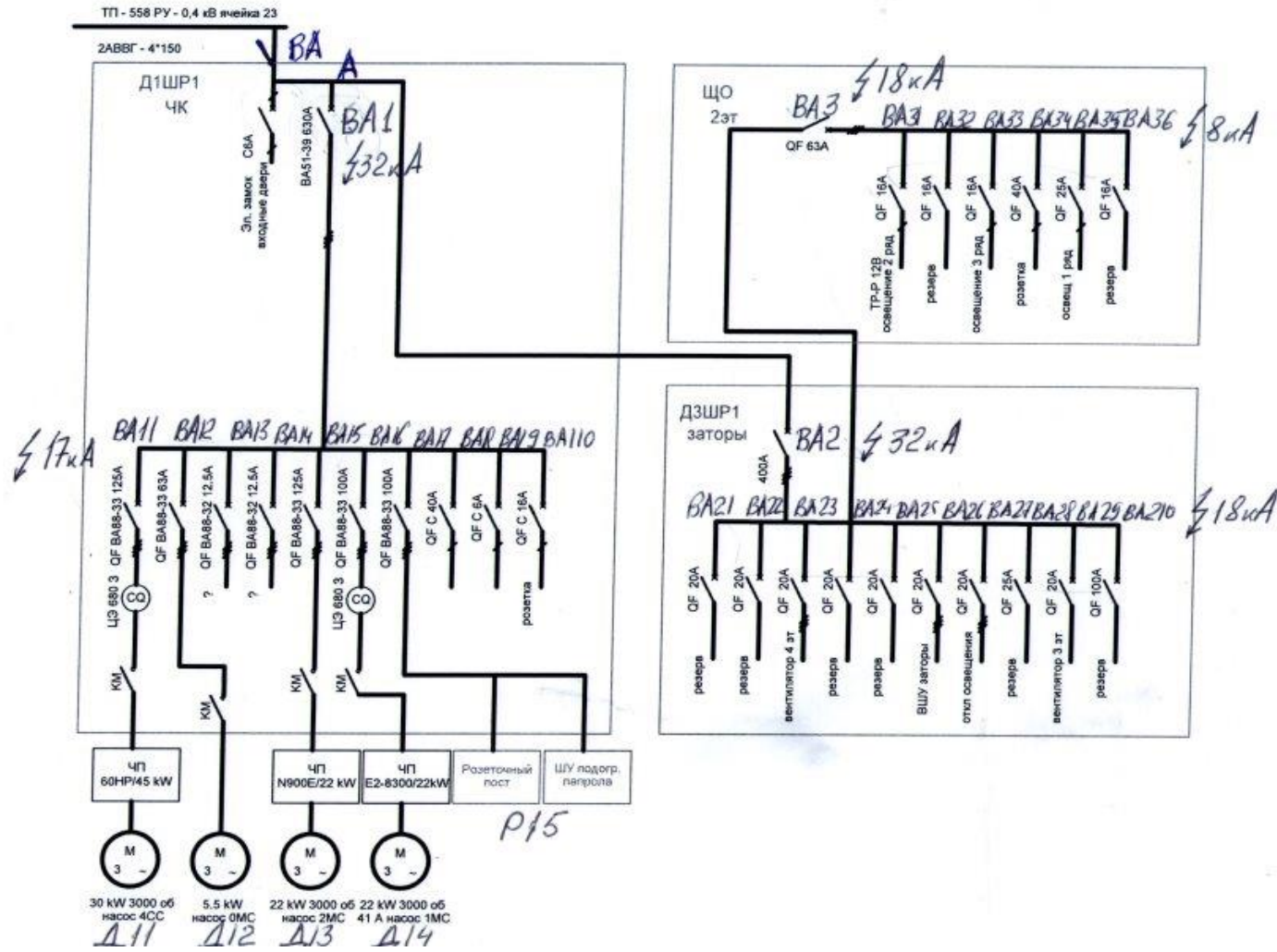


Рисунок Б.2 - Однолинейная схема щитов Д1ШР1, Д3ШР1

Продолжение Приложения Б

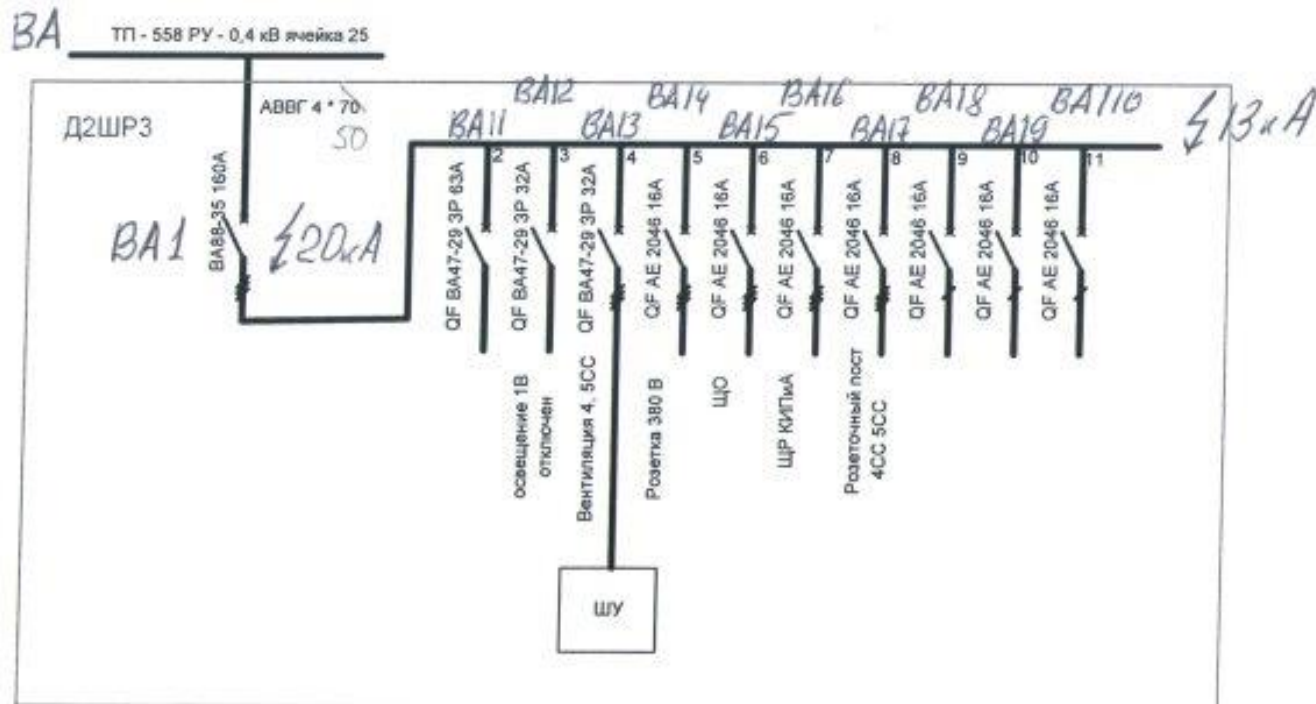


Рисунок Б.3 - Однолинейная схема щита Д2ШР3 Лаборатория

Продолжение Приложения Б

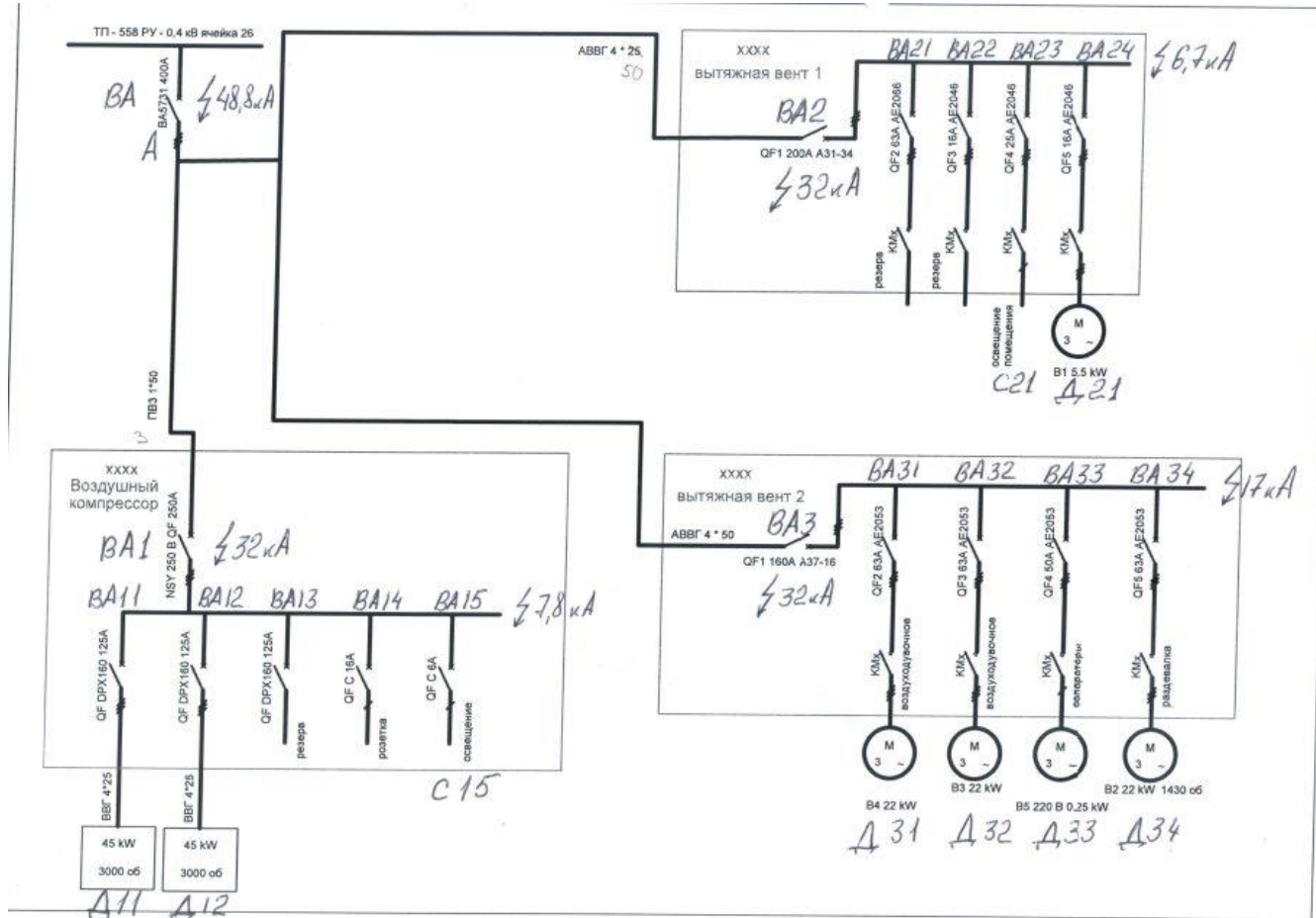


Рисунок Б.4 - Однолинейная схема щитов Д1ШС15, ЩС

Продолжение Приложения Б

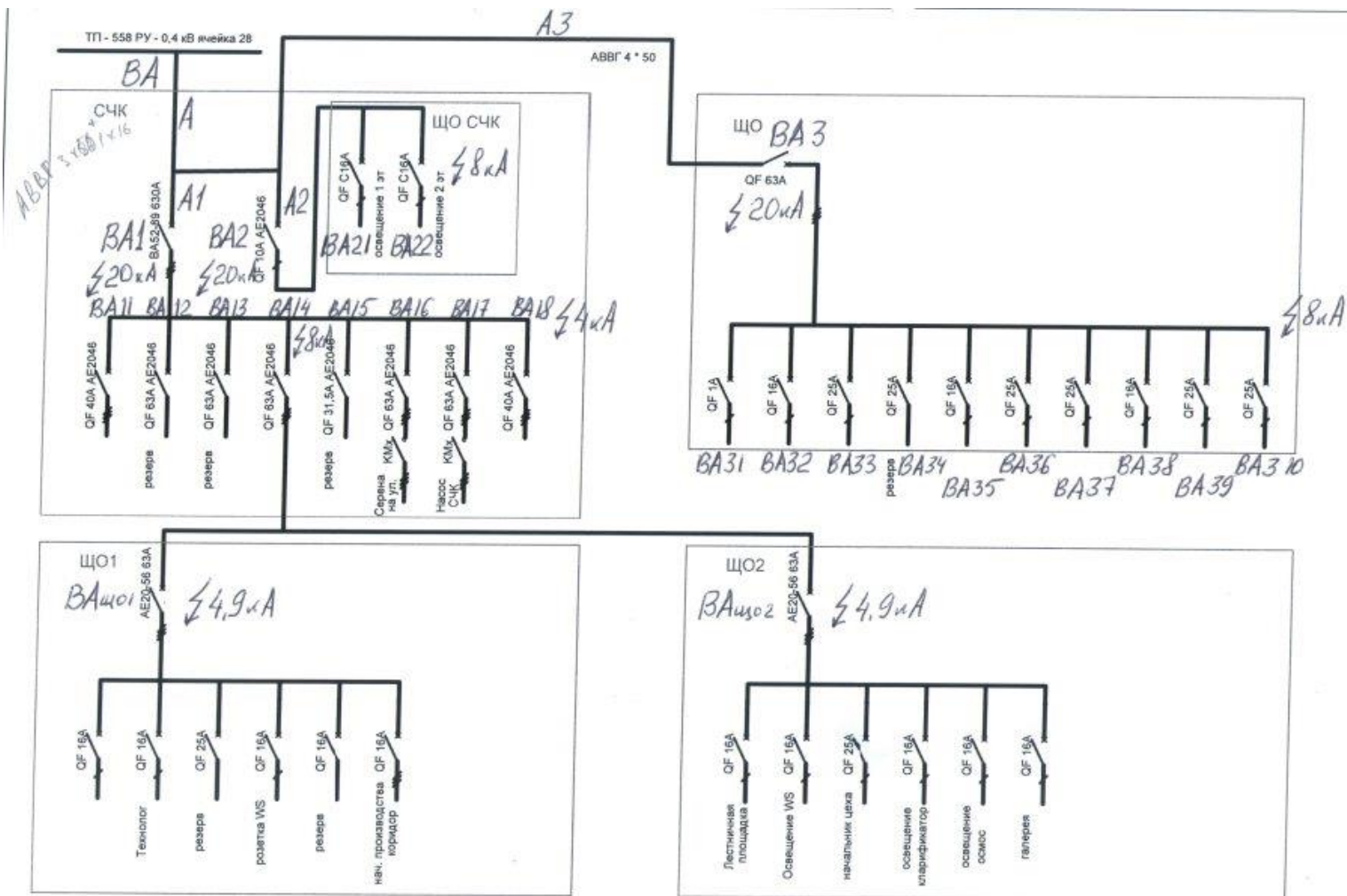


Рисунок Б.5 - Однолинейная схема щитов Д2ШР1 СЧК, Д2ШР4

Продолжение Приложения Б

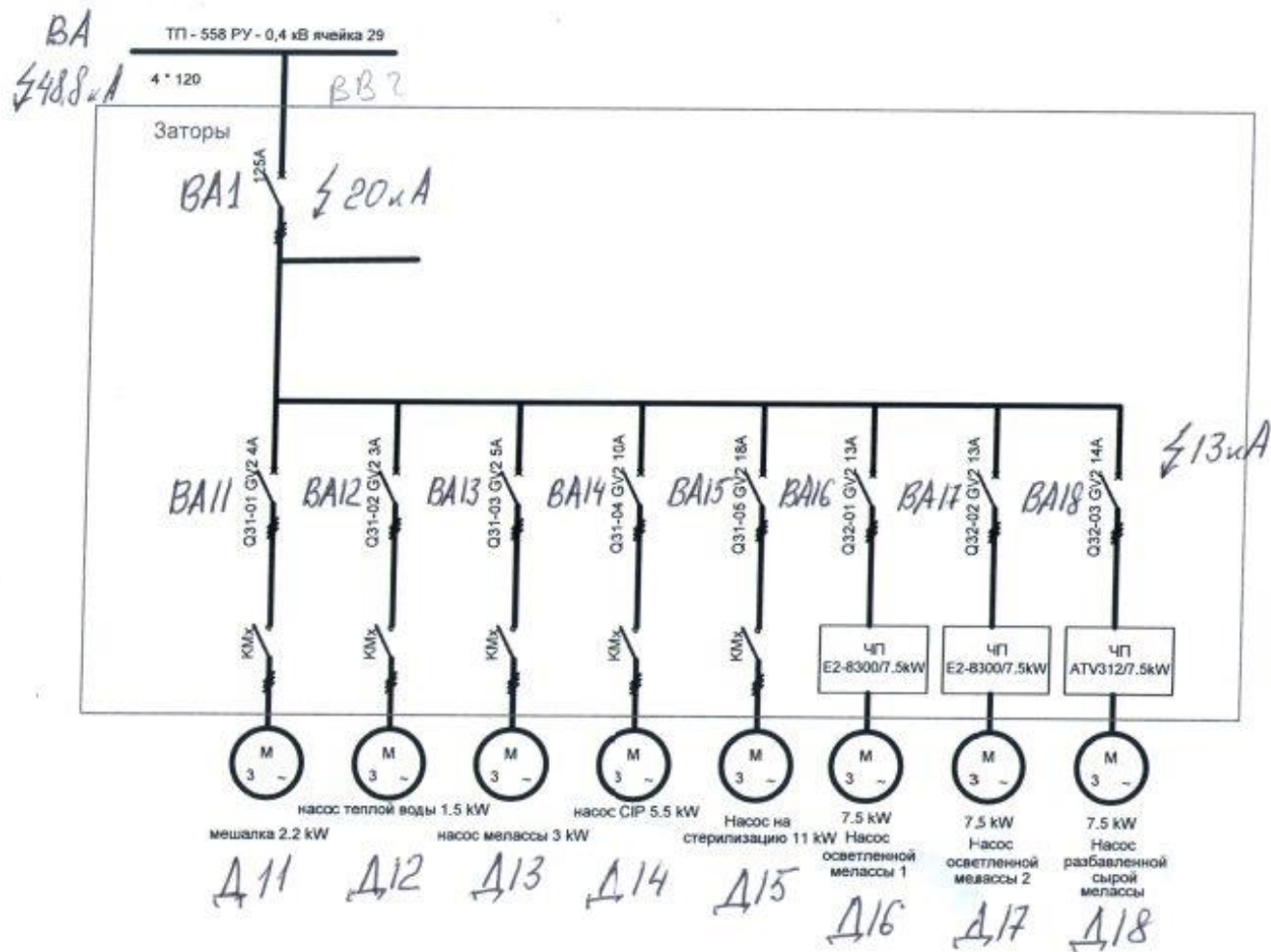


Рисунок Б.6 - Однолинейная схема щита ДЗШС1

Продолжение Приложения Б

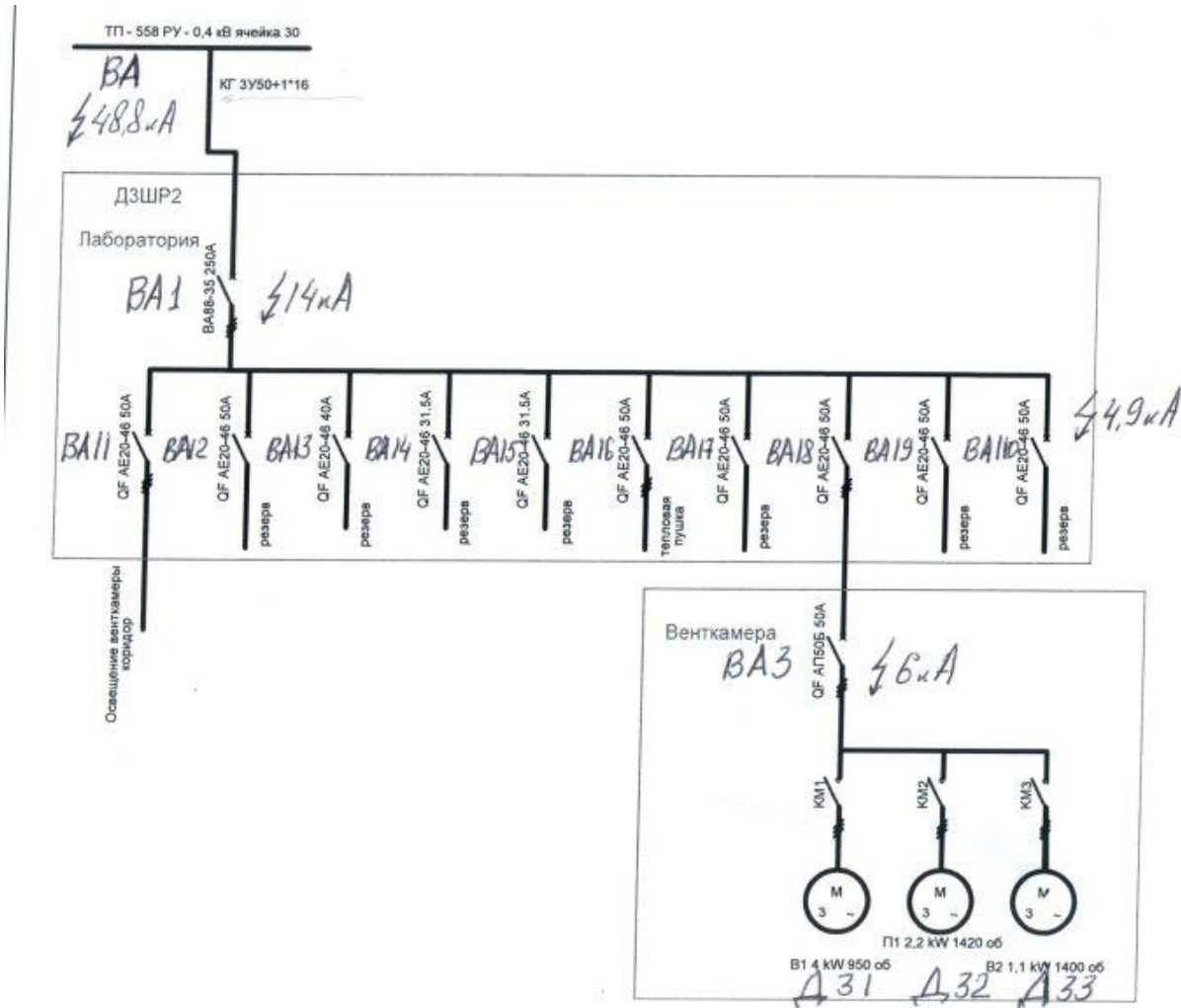


Рисунок Б.7 - Однолинейная схема щитов ДЗШР2, венткамера



## Продолжение Приложения Б

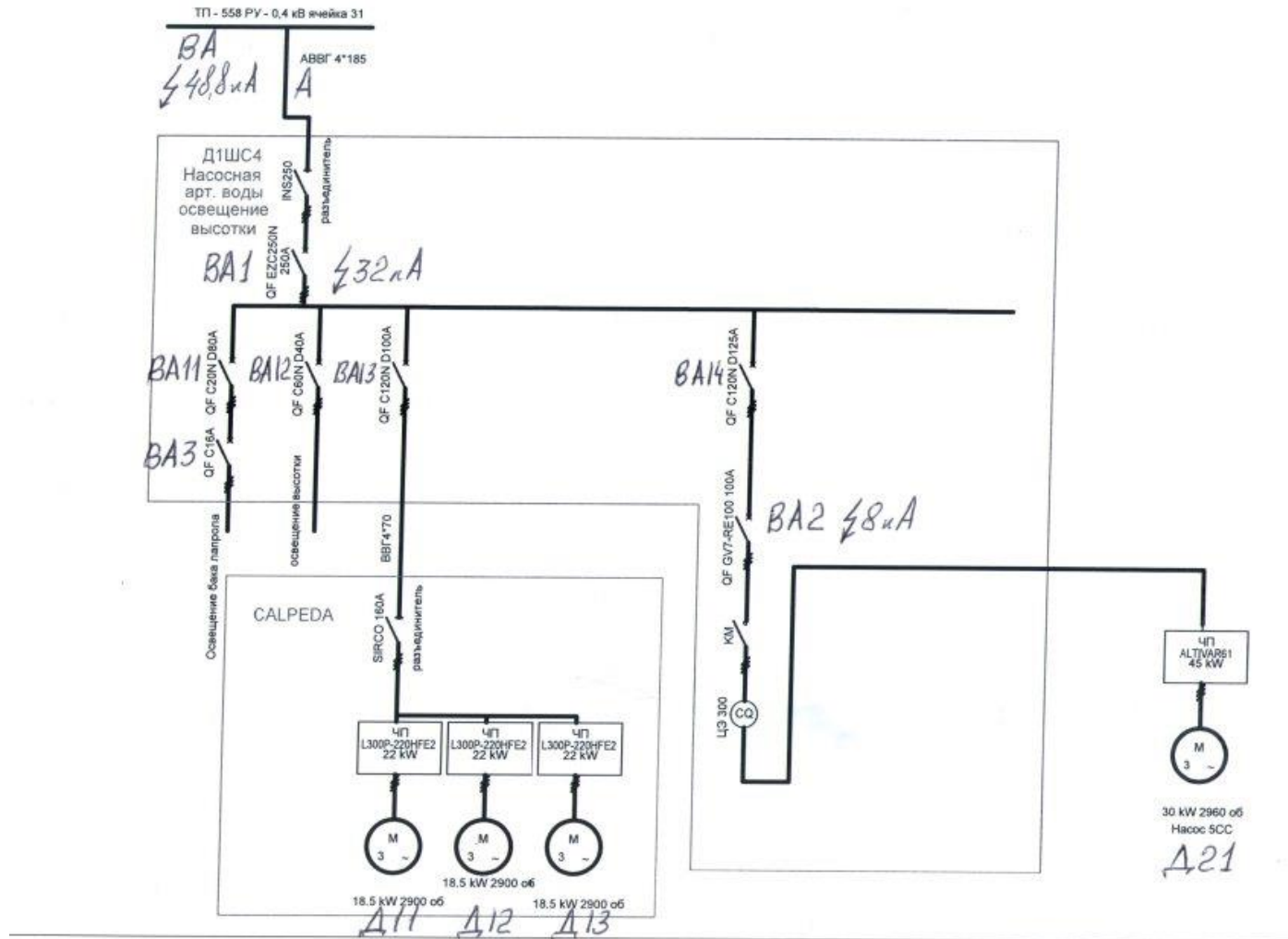


Рисунок Б.8 - Однолинейная схема щитов Д1ШС4, Д1ЩО1

Продолжение Приложения Б

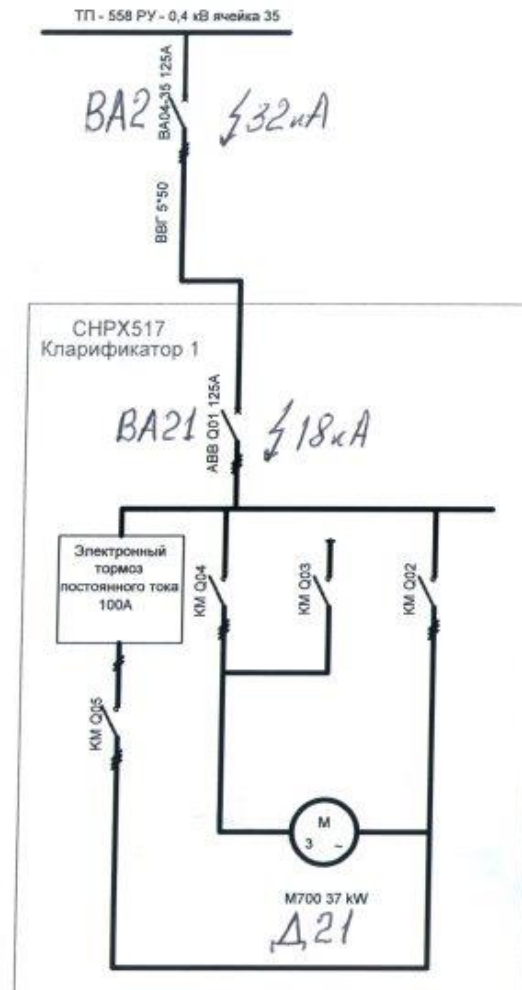


Рисунок Б.9 - Однолинейная схема щита Кларификатор 1



Продолжение Приложения Б



Рисунок Б.10 - Однолинейная схема щита Воздуходувка ОМС

Продолжение Приложения Б

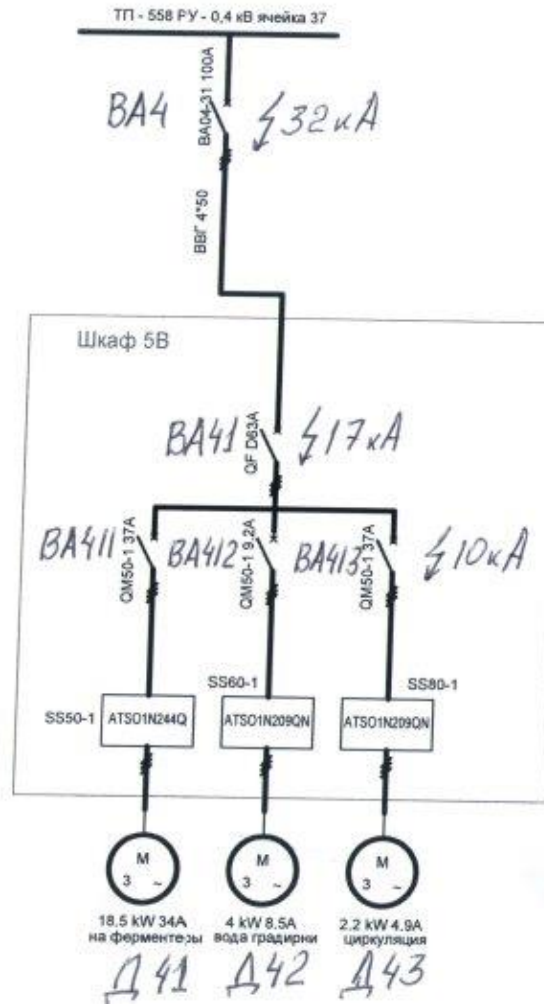


Рисунок Б.11 - Однолинейная схема щита Щкаф 5В

Продолжение Приложения Б

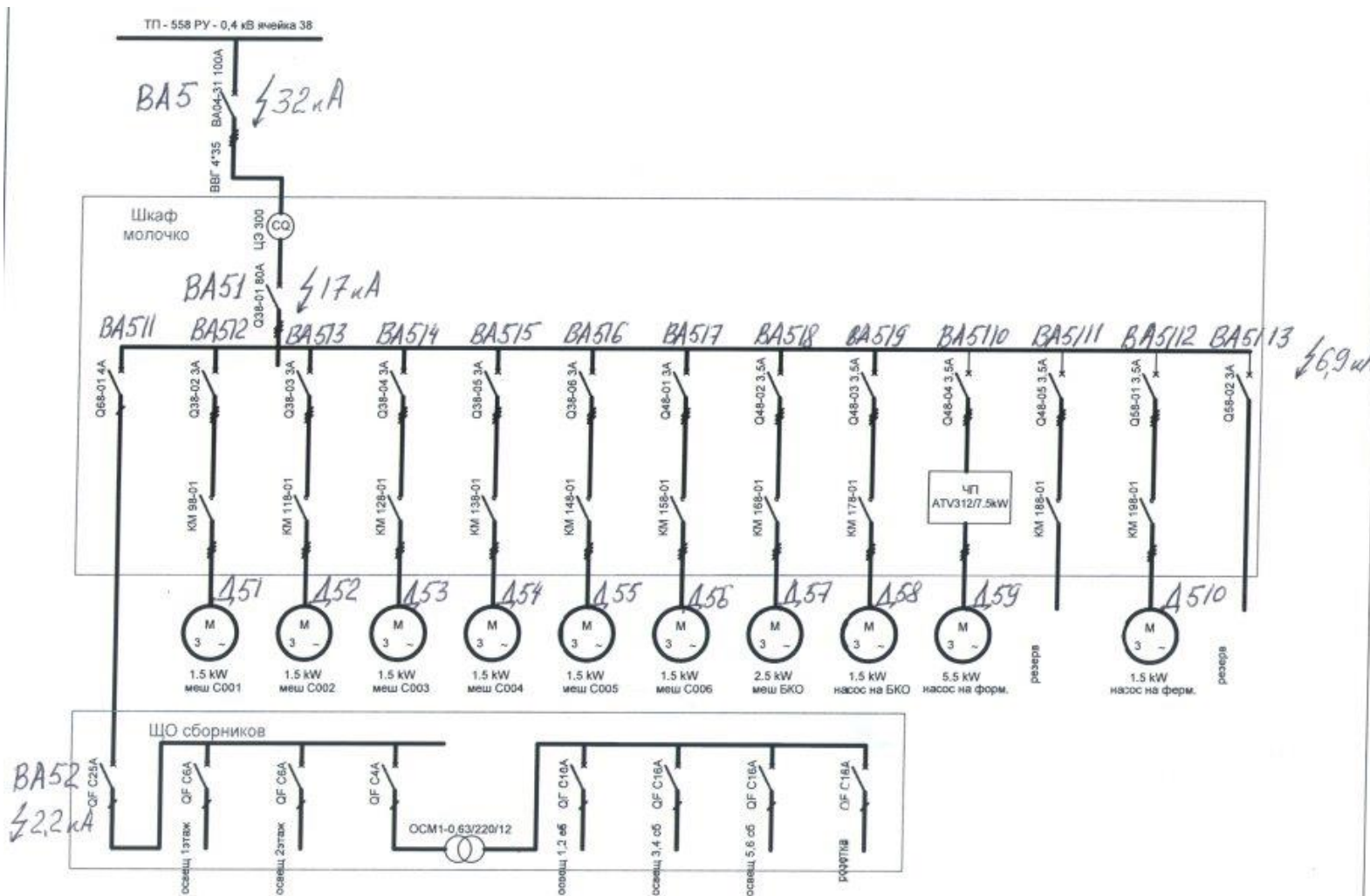


Рисунок Б.12 - Однолинейная схема щита Шкаф молочко

Продолжение Приложения Б

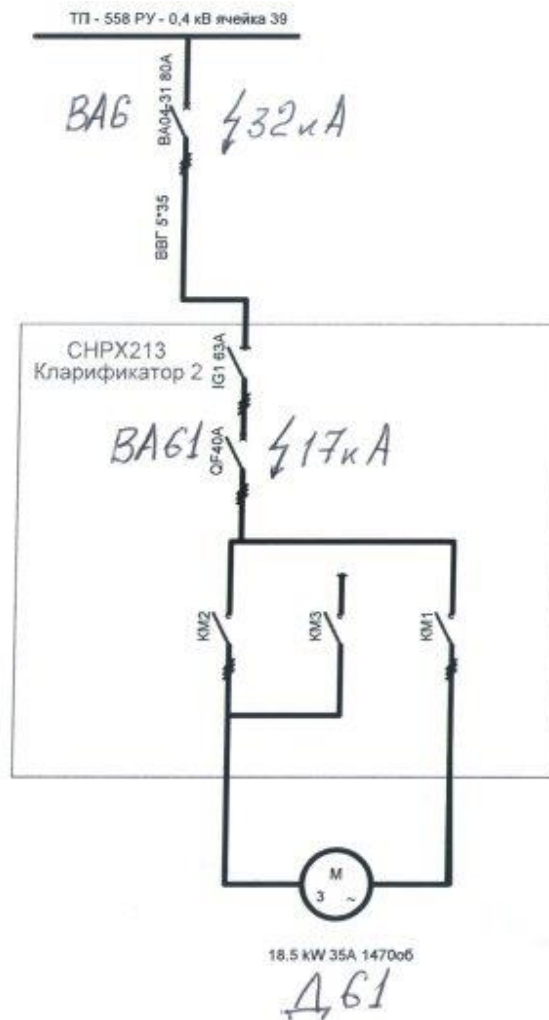


Рисунок Б.13 - Однолинейная схема щита Кларификатор 2

**Приложение В**  
**Тип ВА, отключающая способность ВА, значения уставок расцепителя ВА, сечение проводников**

УТВЕРЖДАЮ:  
 Главный энергетик филиала ООО «Саф-Нева» в г. Кургане

  
 А.В. Каневский

**Ячейка № 21 - Д2ШСЗ - Сепараторы WS**

Таблица 1.

Адрес	Обозначение выключателя	Автоматический выключатель			Кратность уставки отсечки		Номинальный ток расцепителя, А		Расчётный ток, А	Номинальная предельная наибольшая отключающая способность, кА	Селективность к вышестоящему автомату	Сечение проводника, мм <sup>2</sup> [количество, шт]	
		тип	номинальный ток, А	тип расцепителей	э/м	тепл.	э/м	тепл.				Cu	Al
Ячейка № 21	ВА	Tmax T5S (A3796H)	630 (630)	Электронный (эм+тепл)	4,5 (10)	0,68 (-)	2835 (6300)	428 (725)	404 (648)	50 (70)	Полная (Частичная)	95 [2] (-)	150 [2] (150 [3])
Д2ШСЗ	BA1	Tmax T5N (MOELLER NZM10 630N)	630 (630)	Электронный (термомагнитный)	4,5 (6)	0,68 (0,5)	2835 (3780)	428 (315)	404 (157)	36 (25)	не обеспечивается (не обеспечивается)	95 [2] + 10 [1]	150 [2] + 16 [1]
		Tmax T4N (-)	250 (200)	Электронный (-)	6,5 (-)	0,92 (-)	1625 (-)	184 (-)	180 (-)	36 (-)	Частичная (Полная)	95 [1] (120 [1])	120 [1] (-)
	BA12	Tmax T4N (-)	250 (200)	Электронный (-)	6,5 (-)	0,92 (-)	1625 (-)	184 (-)	180 (-)	36 (-)	Частичная (Полная)	95 [1] (120 [1])	120 [1] (-)
	BA13	Tmax T2N (-)	63 (43)	Электронный (-)	6,5 (-)	0,68 (-)	410 (-)	43 (-)	44 (-)	36 (-)	Полная (Полная)	10 [1] (10 [1])	16 [1] (-)

Типы и номинальные токи автоматических выключателей, тип расцепителя, кратность уставки и токи расцепителей, расчётный ток, номинальная предельная наибольшая отключающая способность, селективность, сечение проводников, действующего (существующего) оборудования заключены в скобки, без скобок – расчётные значения.  
 (-) – информация отсутствует.

Разработал:  
 директор ООО «АЛБА»



Наумов А.Н.

Проверил:  
 инженер-электрик филиала ООО «Саф-Нева» в г. Кургане



Кучин А.Н.

99

Рисунок В.1 – Линия «Ячейка №21 – Д2ШСЗ – Сепараторы WS»



## Продолжение Приложения В

УТВЕРЖДАЮ:  
Главный энергетик филиала ООО «Саф-Нева» в г. Кургане

  
А.В. Каневский

**Ячейка № 23 – Д1ШР1 + ДЗШР1**

Таблица 1.

Адрес	Обозначение выключателя	Автоматический выключатель			Кратность уставки отсечки		Номинальный ток расцепителя, А		Расчётный ток, А	Номинальная предельная наибольшая отключающая способность, кА	Селективность к вышестоящему автомату	Сечение проводника, мм <sup>2</sup> [количество, шт]	
		тип	номинальный ток, А	тип расцепителей	э/м	тепл.	э/м	тепл.				Cu	Al
Ячейка № 23	ВА	Tmax T5S (A3144)	400 (500)	электронный (эм+тепл.)	3,5 (-)	0,68 (-)	1400 (3500)	272 (625)	269 (432)	50 (50)	Полная (Частичная)	150 [1] (-)	95 [2] (150 [2])
Д1ШР1	ВА1	Tmax T4N (BA5139)	250 (630)	электронный (эм+тепл.)	3,5 (10)	0,8 (1)	875 (6300)	200 (630)	193 (-)	36 (35)	частичная (не обеспечивается)	95 [1] (-)	150 [1] (-)
	ВА11	Tmax T2N (-)	100 (-)	Электронный (-)	4,5 (-)	0,6 (-)	450 (-)	60 (-)	60 (-)	36 (-)	Частичная (-)	16 [1] (-)	25 [1] (-)
	ВА12	Tmax T2N (-)	25 (-)	Электронный (-)	3,5 (-)	0,44 (-)	87,5 (-)	11 (-)	11 (-)	36 (-)	Частичная (-)	1,5 [1] (-)	4 [1] (-)
	ВА13	Tmax T2N (-)	63 (-)	Электронный (-)	5,5 (-)	0,68 (-)	346,5 (-)	43 (-)	44 (-)	36 (-)	Частичная (-)	10 [1] (-)	16 [1] (-)
	ВА14	Tmax T2N (-)	63 (-)	Электронный (-)	5,5 (-)	0,68 (-)	346,5 (-)	43 (-)	44 (-)	36 (-)	Частичная (-)	10 [1] (-)	16 [1] (-)
	ВА15	Tmax T2N (-)	63 (-)	Электронный (-)	1,5 (-)	0,6 (-)	95 (-)	37,8 (-)	37 (-)	36 (-)	Частичная (-)	6 [1] (-)	10 [1] (-)
ДЗШР1	ВА2	Tmax T2N (TIP WIS 400 M)	100 (400)	Электронный (эм+тепл.)	3,5 (-)	0,76 (-)	350 (2200)	76 (250)	75 (-)	36 (-)	Полная (не обеспечивается)	25 [1] (-)	35 [1] (-)
ЩО	ВА12	S200P (-)	63 (-)	эм+тепл. (-)	10 (-)	1 (-)	630 (-)	63 (-)	62 (-)	25 (-)	не обеспечивается (-)	16 [1] (-)	25 [1] (-)

Типы и номинальные токи автоматических выключателей, тип расцепителя, кратность уставки и токи расцепителей, расчётный ток, номинальная предельная наибольшая отключающая способность, селективность, сечение проводников, действующего (существующего) оборудования заключены в скобки, без скобок – расчётные значения.

(-) – информация отсутствует.

Разработал:  
директор ООО «АЛВА»



Наумов А.Н.

Проверил:  
инженер-электрик филиала ООО «Саф-Нева» в г. Кургане



Кучин А.Н.

67

Рисунок В.2 – Линия «Ячейка №23 – Д1ШР1 + ДЗШР1»

## Продолжение Приложения В

УТВЕРЖДАЮ:  
 Главный энергетик филиала ООО «Саф-Нева» в г. Кургане

 А.В. Каневский

### Ячейка № 25 – ДЗШРЗ Лаборатория

Таблица 1.

Адрес	Обозначение выключателя	Автоматический выключатель			Кратность установки отсечки		Номинальный ток расцепителя, А		Расчётный ток, А	Номинальная предельная наибольшая отключающая способность, кА	Селективность к вышестоящему автомату	Сечение проводника, мм <sup>2</sup> [количество, шт]	
		тип	номинальный ток, А	тип расцепителей	э/м	тепл.	э/м	тепл.				Cu	Al
Ячейка № 25	ВА	Tmax T4S (ВА 51-39)	160 (400)	электронный (эм+тепл)	1,5 (10)	0,48 (1)	240 (4000)	76,8 (400)	75 (101)	50 (40)	Полная (Частичная)	25 [1] (-)	35 [1] (50 [1])
ДЗШРЗ	ВА1	Tmax T2N (ВА 88-35)	100 (160)	Электронный (эм+тепл)	2 (10)	0,76 (1)	200 (1600)	76 (160)	75 (-)	36 (35)	Частичная (Полная)	25 [1] (-)	35 [1] (-)

Типы и номинальные токи автоматических выключателей, тип расцепителя, кратность установки и токи расцепителей, расчётный ток, номинальная предельная наибольшая отключающая способность, селективность, сечение проводников, действующего (существующего) оборудования заключены в скобки, без скобок – расчётные значения.  
 (-) – информация отсутствует.

Разработал:  
директор ООО «АЛВА»



Наумов А.Н.

Проверил:  
инженер-электрик филиала ООО «Саф-Нева» в г. Кургане



Кучин А.Н.

Рисунок В.3 – Линия «Ячейка №25 – ДЗШРЗ Лаборатория»

## Продолжение Приложения В

УТВЕРЖДАЮ:  
 Главный энергетик филиала ООО «Саф-Нева» в г. Кургане

  
 А.В. Каневский

### Ячейка № 26 – Д1ШС15 + ЩС

Таблица 1.

Адрес	Обозначение выключателя	Автоматический выключатель			Кратность уставки отсечки		Номинальный ток расцепителя, А		Расчётный ток, А	Номинальная предельная наибольшая отключающая способность, кА	Селективность к вышестоящему автомату	Сечение проводника, мм <sup>2</sup> [количество, шт]		
		тип	номинальный ток, А	тип расцепителей	э/м	тепл.	э/м	тепл.				Cu	Al	
Ячейка № 26	ВА	<i>СТАЛО</i> Tmax T5S	400	Электронный	5,5	0,84	2200	336	330	50	Полная	До Д1ШС15		
		(BA 51-39)	(400)	(эм+тепл)	(10)	(1)	(4000)	(400)	(101)	(40)		(Частичная)	95 [1] (50 [1])	150 [1] (-)
		<i>СТАЛО</i>												50 [1] + 1,5 [1]
Д1ШС15	ВА1	Tmax T4N (Schneider NSX 250B)	250 (250)	Электронный (термомагнитный)	5,5 (5)	0,76 (1)	1375 (1250)	190 (250)	182,5 (-)	36 (25)	Частичная (Частичная)	(-) (-)	(-) (-)	
ЩС1	ВА2	S500 (A31-34)	16 (200)	эм+тепл (эм+тепл)	10 (-)	1 (-)	160 (1400)	16 (250)	14,2 (-)	50 (30)	Полная (Частичная)	(-) (-)	(-) (-)	
ЩС2	ВА3	Tmax T4N (A37-16)	160 (160)	Электронный (эм+тепл)	4,5 (10)	0,84 (-)	720 (1600)	134 (185)	133,4 (-)	36 (5-75)	Частичная (Полная)	(-) (-)	(-) (-)	

Типы и номинальные токи автоматических выключателей, тип расцепителя, кратность уставки и токи расцепителей, расчётный ток, номинальная предельная наибольшая отключающая способность, селективность, сечение проводников, действующего (существующего) оборудования заключены в скобки, без скобок – расчётные значения.  
 (-) – информация отсутствует.

70

Разработал:  
 директор ООО «АЛВА»



Наумов А.Н.

Проверил:  
 инженер-электрик филиала ООО «Саф-Нева» в г. Кургане



Кучин А.Н.

Рисунок В.4 – Линия «Ячейка №26 – Д1ШС15 + ЩС»



## Продолжение Приложения В

УТВЕРЖДАЮ:  
 Главный энергетик филиала ООО «Саф-Нева» в г. Кургане

  
 А.В. Каневский

### Ячейка № 28 – Д2ШР1 СЧК + (Д2ШР4-?)

Таблица 1.

Адрес	Обозначение выключателя	Автоматический выключатель			Кратность уставки отсечки		Номинальный ток расцепителя, А		Расчётный ток, А	Номинальная предельная наибольшая отключающая способность, кА	Селективность к вышестоящему автомату	Сечение проводника, мм <sup>2</sup> [количество, шт]	
		тип	номинальный ток, А	тип расцепителей	э/м	тепл.	э/м	тепл.				Cu	Al
Ячейка № 28	ВА	Tmax T4S (A 3726)	100 (250)	электронный (эм+тепл)	6,5 (10)	0,76 (-)	650 (2500)	76 (290)	76 (101)	50 (35)	Полная (Полная)	25 [1] (-)	35 [1] (50 [1])
Д2ШР1	ВА1	S200P (BAS2-89)	63 (630)	эм+тепл (эм+тепл)	10 (10)	1 (1)	630 (6300)	63 (630)	52 (-)	25 (20)	Полная (не обеспечивается)	16 [1] (-)	25 [1] (-)
ЩО СЧК	ВА2	S200P (AE20-46)	16 (10)	эм+тепл (эм+тепл)	10 (12)	1 (1)	160 (120)	16 (10)	12 (-)	25 (1)	Полная (Полная)	1,5 (-)	2,5 (-)
ЩО	ВА3	S200P (-)	16 (63)	эм+тепл (-)	10 (-)	1 (-)	160 (-)	16 (-)	12 (-)	25 (-)	Полная (Полная)	1,5 (-)	2,5 (-)

Типы и номинальные токи автоматических выключателей, тип расцепителя, кратность уставки и токи расцепителей, расчетный ток, номинальная предельная наибольшая отключающая способность, селективность, сечение проводников, действующего (существующего) оборудования заключены в скобки, без скобок – расчётные значения.  
 (-) – информация отсутствует.

Разработал:  
 директор ООО «АЛБА»



Наумов А.Н.

Проверил:  
 инженер-электрик филиала ООО «Саф-Нева» в г. Кургане



Кучин А.Н.

Рисунок В.5 – Линия «Ячейка №28 – Д2ШР1 СЧК + (Д2ШР4)»

## Продолжение Приложения В

УТВЕРЖДАЮ:

Главный энергетик филиала ООО «Саф-Нева» в г. Кургане

 А.В. Каневский

### Ячейка № 29 – ДЗШС1

Таблица 1.

Адрес	Обозначение выключателя	Автоматический выключатель			Кратность установки отсечки		Номинальный ток расцепителя, А		Расчётный ток, А	Номинальная предельная наибольшая отключающая способность, кА	Селективность к вышестоящему автомату	Сечение проводника, мм <sup>2</sup> [количество, шт]	
		тип	номинальный ток, А	тип расцепителей	э/м	тепл.	э/м	тепл.				Cu	Al
Ячейка № 29	ВА	Tmax T4S (A 3726)	160 (250)	электронный (эм+тепл.)	2,5 (10)	0,6 (-)	400 (2500)	96 (290)	91,4 (260)	50 (35)	Полная (Полная)	25 [1] (120 [1])	50 [1] (-)
ДЗШС1	ВА1	Tmax T2N (SIEMENS VL 160 X)	100 (125)	Электронный (термоманитный)	3,5 (10)	0,92 (1)	350 (1250)	92 (125)	91,4 (-)	36 (40)	Частичная (Частичная)	25 [1] (-)	50 [1] (-)

Типы и номинальные токи автоматических выключателей, тип расцепителя, кратность установки и токи расцепителей, расчётный ток, номинальная предельная наибольшая отключающая способность, селективность, сечение проводников, действующего (существующего) оборудования заключены в скобки, без скобок – расчётные значения.

(-) – информация отсутствует.

Разработал:  
директор ООО «АЛВА»



Наумов А.Н.

Проверил:  
инженер-электрик филиала ООО «Саф-Нева» в г. Кургане



Кучин А.Н.

72

Рисунок В.6 – Линия «Ячейка №29 – ДЗШС1»

## Продолжение Приложения В

УТВЕРЖДАЮ:

Главный энергетик филиала ООО «Саф-Нева» в г. Кургане

 А.В. Каневский

### Ячейка № 30 – ДЗШР2 + венткамера

Таблица 1.

Адрес	Обозначение выключателя	Автоматический выключатель			Кратность уставки отсечки		Номинальный ток расцепителя, А		Расчётный ток, А	Номинальная предельная наибольшая отключающая способность, кА	Селективность к вышестоящему автомату	Сечение проводника, мм <sup>2</sup> [количество, шт]	
		тип	номинальный ток, А	тип расцепителей	э/м	тепл.	э/м	тепл.				Cu	Al
Ячейка № 30	ВА	Tmax T2S (A3144)	63 (600)	электронный (эм+тепл)	9 (-)	0,4 (-)	567 (4200)	25,2 (750)	18,2 (150)	50 (50)	Полная (Частичная)	16 [1] (50 [1])	25 [1] (-)
ДЗШР2	ВА1	S200M (BA88-35)	25 (250)	эм+тепл (эм+тепл)	20 (10)	1 (1)	500 (2500)	25 (250)	18,2 (-)	15 (35)	Полная (Частичная)	2,5 (-)	6 (-)
Венткамера	ВА3	S200 АП-50Б	13 (50)	эм+тепл (эм+тепл)	20 (10)	1 (1)	260 (500)	13 (50)	9,4 (-)	10 (5)	Полная (Полная)	1,5 (-)	2,5 (-)

Типы и номинальные токи автоматических выключателей, тип расцепителя, кратность уставки и токи расцепителей, расчётный ток, номинальная предельная наибольшая отключающая способность, селективность, сечение проводников, действующего (существующего) оборудования заключены в скобки, без скобок – расчётные значения.  
(-) – информация отсутствует.

Разработал:  
директор ООО «АЛВА»



Наумов А.Н.

Проверил:  
инженер-электрик филиала ООО «Саф-Нева» в г. Кургане



Кучин А.Н.



Рисунок В.7 – Линия «Ячейка №30 – ДЗШР2 + венткамера»

## Продолжение Приложения В

УТВЕРЖДАЮ:  
 Главный энергетик филиала ООО «Саф-Нева» в г. Кургане

  
 А.В. Кайевский

### Ячейка № 31 – Д1ШС4 + Д1ЩО1

Таблица 1.

Адрес	Обозначение выключателя	Автоматический выключатель			Кратность уставки отсечки		Номинальный ток расцепителя, А		Расчётный ток, А	Номинальная предельная наибольшая отключающая способность, кА	Селективность к вышестоящему автомату	Сечение проводника, мм <sup>2</sup> [количество, шт]	
		тип	номинальный ток, А	тип расцепителей	э/м	тепл.	э/м	тепл.				Cu	Al
Ячейка № 31	ВА	Tmax T5S (BA57-39)	400 (500)	Электронный (эм+тепл.)	2,5 (10)	0,4 (1)	1000 (5000)	160 (500)	149,2 (270)	50 (44)	полная (частичная)	70 [1] (-)	95 [1] (185 [1])
Д1ШС4+ Д1ЩО1	ВА1	Tmax T4N EZC 250N	250 (250)	Электронный (гермамагнитный)	3,5 (10)	0,6 (1)	875 (2500)	150 (250)	149,2 (-)	36 (50)	частичная (частичная)	70 [1] (-)	95 [1] (-)

Типы и номинальные токи автоматических выключателей, тип расцепителя, кратность уставки и токи расцепителей, расчётный ток, номинальная предельная наибольшая отключающая способность, селективность, сечение проводников, действующего (существующего) оборудования заключены в скобки, без скобок – расчётные значения.

(-) – информация отсутствует.

Разработал:  
директор ООО «АЛВА»



Наумов А.Н.

Проверил:  
инженер-электрик филиала ООО «Саф-Нева» в г. Кургане



Кучин А.Н.

Рисунок В.8 – Линия «Ячейка №31 – Д1ШС4 + Д1ЩО1»



## Продолжение Приложения В

УТВЕРЖДАЮ:

Главный энергетик филиала ООО «Саф-Нева» в г. Кургане



А.В. Каневский

### Ячейка № 32 – Д2ШР5

Д2ШР5 – ячейка 35 (кларификатор нов.), ячейка 36 (ЩУ воздухоудвка), ячейка 37 (5В), ячейка 38 (ЩУ хран.дрож.молочка), ячейка 39 (кларификатор стар.)

Таблица 1.

Адрес	Обозначение выключателя	Автоматический выключатель			Кратность уставки отсечки		Номинальный ток расцепителя, А		Расчётный ток, А	Номинальная предельная наибольшая отключающая способность, кА	Селективность к вышестоящему автомату	Сечение проводника, мм <sup>2</sup> [количество, шт]	
		тип	номинальный ток, А	тип расцепителей	э/м	тепл.	э/м	тепл.				Cu	Al
Ячейка № 32	ВА	Tmax T6S (BA 08-0805AH)	800 (800)	Электронный (электронный)	2 (2)	0,4 (0.76)	1600 (1600)	320 (608)	288 (610)	50 (30)	Частичная (Частичная)	70 [1] (150 [2])	95 [1] (-)
Д2ШР5	ВА1	Tmax T5S (BA50-39)	400 630	Электронный (эм+тепл)	3,5 (10)	0,72 (1)	1400 (6300)	288 (630)	288 (-)	50 (36)	Частичная (Частичная)	25 x 3 = 75 (-)	30x4=120 (-)
Д2ШР5 – Ячейка 35	ВА2	Tmax T4N (BA 04-35 250С)	160 125	Электронный (эм+тепл)	6,5 (10)	0,48 (1)	1040 (1250)	77 (125)	74 (150)	36 (10)	Частичная (Полная)	25 [1] (50 [1])	35 [1] (-)
Ячейка 35 Кларификатор нов.	ВА21	Tmax T2N ABB IZ 1250	100 125	Электронный (эм+тепл)	5,5 (10)	0,76 (1)	550 (1250)	76 (125)	74 (150)	36 (-)	Частичная (не обеспечивается)	25 [1] (50 [1])	35 [1] (-)
Д2ШР5 – Ячейка 36	ВА3	Tmax T4N (BA 04-35 250С)	160 125	Электронный (эм+тепл)	7 (10)	0,56 (10)	1120 (1250)	89,6 (125)	87 (120)	36 (10)	Частичная (Полная)	25 [1] (35 [1])	50 [1] (-)
Ячейка 36 ЩУ воздухоудвка	ВА31	Tmax T2N (Schneider NSX 250F)	100 (250)	Электронный (термомагнитный)	9 (5)	0,88 (1)	900 (1250)	88 (250)	87 (120)	36 (25)	Частичная (не обеспечивается)	25 [1] (35 [1])	50 [1] (-)
Д2ШР5 – Ячейка 37	ВА4	Tmax T2N (BA 04-31 100С)	160 (100)	Электронный (эм+тепл)	8,5 (10)	0,4 (1)	1360 (1000)	64 (100)	47,4 (150)	36 (10)	Полная (Полная)	16 [1] (50 [1])	25 [1] (-)
Ячейка 37 5В	ВА41	S200P (Schneider IC60H)	63 (63)	эм+тепл (эм+тепл)	20 (20)	1 (1)	1260 (1260)	63 (63)	47,4 (150)	25 (15)	Частичная (Частичная)	16 [1] (50 [1])	25 [1] (-)

Листов 2    Лист 1

Рисунок В.9 – Линия «Ячейка №32 – Д2ШР5»

## Продолжение Приложения В

Таблица 1.

Адрес	Обозначение выключателя	Автоматический выключатель			Кратность уставки отсечки		Номинальный ток расцепителя, А		Расчётный ток, А	Номинальная предельная наибольшая отключающая способность, кА	Селективность к вышестоящему автомату	Сечение проводника, мм <sup>2</sup> [количество, шт]	
		тип	номинальный ток, А	тип расцепителей	э/м	тепл.	э/м	тепл.				Cu	Al
Д2ШР5– Ячейка 38	ВА5	Tmax T2N (ВА 04-31 100С)	160 (100)	Электронный (эм+тепл)	8,5 (10)	0,4 (1)	1360 (1000)	64 (100)	44 (120)	36 (10)	Полная (Полная)	16 [1] (35 [1])	25 [1] (-)
Ячейка 38 ЩУ хран. дрож. молочка	ВА51	S200P (Schneider EZC100F)	63 (80)	эм+тепл (эм+тепл)	20 (10)	1 (1)	1260 (800)	63 (80)	44 (120)	25 (15)	Частичная (Частичная)	16 [1] (35 [1])	25 [1] (-)
Д2ШР5– Ячейка 39	ВА5	Tmax T2N (ВА 04-31 100С)	160 (80)	Электронный (эм+тепл)	8,5 (10)	0,4 (1)	1360 (800)	64 (80)	35 (120)	36 (10)	Полная (Полная)	16 [1] (35 [1])	25 [1] (-)
Ячейка 39 Классификатор стар.	ВА51	S200P (OEZ)	40 (63)	эм+тепл (эм+тепл)	20 (20)	1 (1)	800 (1260)	40 (63)	35 (120)	25 (15)	Полная (Частичная)	6 [1] (35 [1])	16 [1] (-)

Типы и номинальные токи автоматических выключателей, тип расцепителя, кратность уставки и токи расцепителей, расчётный ток, номинальная предельная наибольшая отключающая способность, селективность, сечение проводников, действующего (существующего) оборудования заключены в скобки, без скобок – расчётные значения.

(-) – информация отсутствует.

Разработал:  
директор ООО «АЛВА»



Наумов А.Н.

Проверил:  
инженер-электрик филиала ООО «Саф-Нева» в г. Кургане



Кучин А.Н.

## Приложение Г

### Выбор автоматических выключателей по допустимому длительному току (сечению проводника) и измеренному току однофазного короткого замыкания для действующих (существующих) кабелей

РАЗРАБОТАНО  
ООО «АЛВА»  
Электроработы  
г. Курган

Рекомендации и инструкции  
по улучшению защиты проводки распределительных систем  
ТП 558 филиала ООО «Саф-Нева» в г. Кургане

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор по общим вопросам  
филиала ООО «Саф-Нева» г. Кургане  
А.В.Новошаин  
«22» января 2016г.

Таблица 1 Выбор автоматических выключателей по допустимому длительному току (сечению проводника) и измеренному току однофазного короткого замыкания для действующих (существующих) кабелей на 01.01.2016г., отходящие линии ТП 558

№ нейки	Марка кабеля	Сечение, мм <sup>2</sup>	Допустимый длительный ток для кабеля, А	Измеренный ток однофазного короткого замыкания, А	Установленный автоматический выключатель Номинальный ток, А	Установленный расцепитель, А	Рекомендуемый автоматический выключатель ABB Номинальный ток, А	Расчётное значение уставки рекомендуемого расцепителя, А: Тепловой порог срабатывания – 1 ПУЭ-6 3.1.11. Порог срабатывания от токов КЗ 2 ПТЭЭП прил.3 28.4 3 ПУЭ-6 3.1.9. 4 ПУЭ-7 1.7.79.	Максимальное значение уставки рекомендуемого расцепителя по функциям защиты L – от перегрузок S/I – от короткого замыкания	Выводы Инструкции
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 - ЦШСЗ В9	ВВГ	4x120	260	1810	ВА 57-39 500А	Тепл. - 500 ЭМ - 5000	Tmax T55 4CO 320А	PR221DS L 320 x 0,8 = 256 L 320 x 1,0 = 320 S/I 320 x 3,5 = 1120 S/I 320 x 4,5 = 1440	L = 0,8 S/I = 3,5	Номинальный ток установленного автомата превышен. Значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и КЗ превышены

Листов 9      Лист 1

Рисунок Г.1 - Выбор автоматических выключателей по допустимому длительному току (сечению проводника) и измеренному току однофазного короткого замыкания для действующих (существующих) кабелей



## Продолжение Приложения Г

Таблица 1 Выбор автоматических выключателей по допустимому длительному току (сечению проводника) и измеренному току однофазного короткого замыкания для действующих (существующих) кабелей на 01.01.2016г., отходящие линии от ТП 558

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2 - ЦШС2 Отд. .В 1, 8	АВВГ	2х(4х120)	368	2180	ВА 57-39  500А	Тепл. - 500  ЭМ - 5000	Tmax T5S 400  400А	PR221DS L 400 x 0,92 = 368 L 400 x 1,0 = 400 S/I 400 x 3,5 = 1400 S/I 400 x 4,5 = 1800	L = 0,92  S/I = 3,5	Номинальный ток установленного автомата завышен. Значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и КЗ завышены
3 - ЦШС5 СТР 6	АВВГ	2х(4х120)	368	2570	ВА 57-39  500А	Тепл. - 500  ЭМ - 5000	Tmax T5S 400  400А	PR221DS L 400 x 0,92 = 368 L 400 x 1,0 = 400 S/I 400 x 3,5 = 1400 S/I 400 x 5,5 = 2200	L = 0,92  S/I = 3,5	Номинальный ток установленного автомата завышен. Значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и КЗ завышены
4 - ВРУ огенера ция	ВВГ	2х(5х70)	360	2210	Schneider NSX 400F  400А	Micrologic 2 I <sub>o</sub> = 360 I <sub>r</sub> = 1 x360 = 360 I <sub>sd</sub> = 5 x360 = 1800	Tmax T5S 400  400А	PR221DS L 400 x 0,88 = 352 L 400 x 1,0 = 400 S/I 400 x 3,5 = 1400 S/I 400 x 4,5 = 1800	L = 0,88  S/I = 3,5	Номинальный ток установленного автомата, значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и КЗ соответствуют требованиям
5 - СШР4	АВВГ	2х(4х240)	574	2160	ABB Tmax T6S 630  630А	PR221DS Перегрузка 63С x 1,0 = 630 КЗ 630 x 3,0 = 1890	Tmax T6S 630  630А	PR221DS L 630 x 0,88 = 554 L 630 x 1,0 = 630 S/I 630 x 3,5 = 2205 S/I 630 x 3,0 = 1890	L = 0,88  S/I = 3	Значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты должны быть не более: L = 0,88 S/I = 3

Листов 9

Лист 2

Рисунок Г.2 - Выбор автоматических выключателей по допустимому длительному току (сечению проводника) и измеренному току однофазного короткого замыкания для действующих (существующих) кабелей



## Продолжение Приложения Г

**Таблица 1** Выбор автоматических выключателей по допустимому длительному току (сечению проводника) и измеренному току однофазного короткого замыкания для действующих (существующих) кабелей на 01.01.2016г., отходящие линии от ТП 558

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6 – щс	ПВС	5x16	75	338	C100A	Перегрузка 100 x 1,0 = 100 кЗ 100 x 10 = 1000	Tmax XT2S 160  100A	Ekip LS/I L 100 x 0,72 = 72 S/I 100 x 3 = 300	L = 0,72  S/I = 3	Значения уставок установленного автомата по функциям защиты от перегрузок и КЗ завышены
7 – ШС конденсаторная установка №1	АВВГ	2x(4x240)	574	2350	ABB Tmax T6S 630  630A	PR221DS Перегрузка 630 x 1,0 = 630 кЗ 630 x 3,0 = 1890	Tmax T5S 630  630A	PR221DS L 630 x 0,88 = 554 L 630 x 1,0 = 630 S/I 630 x 3,5 = 2205 S/I 630 x 3,0 = 1890	L = 0,88  S/I = 3	Значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты должны быть не более: L = 0,88 S/I = 3
8 – ШС конденсаторная установка №2	АВВГ	2x(4x240)	574	2643	ABB Tmax T6S 630  630A	PR221DS Перегрузка 630 x 1,0 = 630 кЗ 630 x 3,5 = 2205	Tmax T5S 630  630A	PR221DS L 630 x 0,88 = 554 L 630 x 1,0 = 630 S/I 630 x 3,5 = 2205 S/I 630 x 3,5 = 2205	L = 0,88  S/I = 3,5	Значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты должны быть не более: L = 0,88 S/I = 3,5
9 – ШСР4	АВБбШв	2x(4x150)	432	2340	ABB Tmax T6S 630  630A	PR221DS Перегрузка 630 x 1,0 = 630 кЗ 630 x 3,0 = 1890	Tmax T6S 630  630A	PR221DS L 630 x 0,68 = 428 L 630 x 1,0 = 630 S/I 630 x 3,0 = 1890 S/I 630 x 3,0 = 1890	L = 0,68  S/I = 3	Значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты должны быть не более: L = 0,68 S/I = 3

Листов 9      Лист 3

Рисунок Г.3 - Выбор автоматических выключателей по допустимому длительному току (сечению проводника) и измеренному току однофазного короткого замыкания для действующих (существующих) кабелей

## Продолжение Приложения Г

**Таблица 1** Выбор автоматических выключателей по допустимому длительному току (сечению проводника) и измеренному току однофазного короткого замыкания для действующих (существующих) кабелей на 01.01.2016г., отходящие линии от ТП 558

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10 - цшс16	КГ-ХЛ	4x35	120	1740	ПР1 250А	-	Tmax T4S 250 160А	PR221DS L 160 x 0,72 = 115 L 160 x 1,0 = 100 S/I 160 x 3,0 = 480 S/I 160 x 9,0 = 1440	L = 0,72 S/I = 3	Номинальный ток установленного плавкого предохранителя для защиты от перегрузки и КЗ завышен In ≤ 108А
11 - цшс10 цшс05	АВБ6Шв	3x185	270	750	ПН2 250А	-	Tmax T4S 320 320А	PR221DS L 320 x 0,84 = 269 L 320 x 0,76 = 243 S/I 320 x 3,5 = 1120 S/I 320 x 2,0 = 640	L = 0,76 S/I = 2	Номинальный ток установленного плавкого предохранителя по функциям защиты: от перегрузок - завышен In ≤ 243А от КЗ - соответствует требованиям
	АВВГ	2x(2x6)	59	330	ПН2 250А	-	Tmax XT2S 160 63А	Ekip LS/I L 63 x 0,92 = 58 L 63 x 1,0 = 63 S/I 63 x 4,5 = 284 S/I 63 x 4,5 = 284	L = 0,92 S/I = 4,5	Номинальный ток установленного плавкого предохранителя для защиты от перегрузки и КЗ завышен In ≤ 53А
12 - цшс7	АВВГ	3x25 + 1x16	69	1660	ПР1 250А	-	Tmax T4S 250 100А	PR221DS L 100 x 0,68 = 68 L 100 x 1,0 = 63 S/I 100 x 3,0 = 300 S/I 100 x 10 = 630	L = 0,68 S/I = 3	Номинальный ток установленного плавкого предохранителя для защиты от перегрузки и КЗ завышен In ≤ 62А

Листов 9      Лист 4

Рисунок Г.4 - Выбор автоматических выключателей по допустимому длительному току (сечению проводника) и измеренному току однофазного короткого замыкания для действующих (существующих) кабелей

## Продолжение Приложения Г

Таблица 1 Выбор автоматических выключателей по допустимому длительному току (сечению проводника) и измеренному току однофазного короткого замыкания для действующих (существующих) кабелей на 01.01.2016г., отходящие линии от ТП 558

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13 - (ШПР)	АВВГ	4x240	287	2115	A3144 600A	Тепл. – 750 ЭМ - 4200	Tmax TSS 400 400A	PR221DS L 400 x 0,68 = 272 L 400 x 1,0 = 250 S/I 400 x 3,0 = 1200 S/I 400 x 4,5 = 1800	L = 0,68 S/I = 3	Номинальный ток установленного автомата завышен. Значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и КЗ завышены
14 - (ШС8)	АВВГ	2x(4x185)	497	2720	A3144 600A	Тепл. - 750 ЭМ - 4200	Tmax TSS 630 630A	PR221DS L 630 x 0,76 = 479 L 630 x 1,0 = 630 S/I 630 x 3,5 = 2205 S/I 630 x 3,5 = 2205	L = 0,76 S/I = 3,5	Номинальный ток установленного автомата завышен. Значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и КЗ завышены
15 - (ШС17)	АВВГ	2x(4x185)	497	2220	A3144 600A	Тепл. - 750 ЭМ - 4200	Tmax TSS 630 630A	PR221DS L 630 x 0,76 = 479 L 630 x 1,0 = 630 S/I 630 x 3,5 = 2205 S/I 630 x 3,0 = 1890	L = 0,76 S/I = 3	Номинальный ток установленного автомата завышен. Значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и КЗ завышены
16 - (ШС10)	АВВГ	2x(4x185)	497	2750	A3144 300A	Тепл. - 375 ЭМ - 2100	Tmax TSS 630 630A	PR221DS L 630 x 0,76 = 479 L 630 x 1,0 = 630 S/I 630 x 3,5 = 2205 S/I 630 x 3,5 = 2205	L = 0,76 S/I = 3,5	Номинальный ток установленного автомата занижен, значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и КЗ соответствуют требованиям
17 - (ШС11)	АВВГ	2x(4x185)	497	2760	A3144 250A	Тепл. – 312,5 ЭМ - 1750	Tmax TSS 630 630A	PR221DS L 630 x 0,76 = 479 L 630 x 1,0 = 630 S/I 630 x 3,5 = 2205 S/I 630 x 3,5 = 2205	L = 0,76 S/I = 3,5	Номинальный ток установленного автомата занижен. Значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и КЗ соответствуют требованиям

Листов 9      Лист 5

Рисунок Г.5 - Выбор автоматических выключателей по допустимому длительному току (сечению проводника) и измеренному току однофазного короткого замыкания для действующих (существующих) кабелей

## Продолжение Приложения Г

Таблица 1 Выбор автоматических выключателей по допустимому длительному току (сечению проводника) и измеренному току однофазного короткого замыкания для действующих (существующих) кабелей на 01.01.2016г., отходящие линии от ТП 558

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
18 - (ШС12)	АВВГ	2х(4х185)	497	2950	A3144 600А	Тепл. - 750 ЭМ - 4200	Tmax T5S 630 630А	PR221DS L 630 x 0,76 = 479 L 630 x 1,0 = 630 S/I 630 x 3,5 = 2205 S/I 630 x 3,5 = 2205	L = 0,76 S/I = 3,5	Номинальный ток установленного автомата завышен. Значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и КЗ завышены
19 - (ШС13)	АВВГ	2х(4х185)	497	2110	A3144 600А	Тепл. - 750 ЭМ - 4200	Tmax T5S 630 630А	PR221DS L 630 x 0,76 = 479 L 630 x 1,0 = 630 S/I 630 x 3,5 = 2205 S/I 630 x 3,0 = 1890	L = 0,76 S/I = 3	Номинальный ток установленного автомата завышен. Значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и КЗ завышены
20 - (ШС18)	АВВГ	2х(4х185)	497	2340	A3144 500А	Тепл. - 625 ЭМ - 3500	Tmax T5S 630 630А	PR221DS L 630 x 0,76 = 479 L 630 x 1,0 = 630 S/I 630 x 3,5 = 2205 S/I 630 x 3,0 = 1890	L = 0,76 S/I = 3	Номинальный ток установленного автомата завышен. Значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и КЗ завышены
21 - (ШС3)	АВВГ	4х95	157	1850	A3796H 630А	Тепл. - 725 ЭМ - 6300	Tmax T4S 250 160А	PR221DS L 160 x 0,96 = 154 L 160 x 1,0 = 160 S/I 160 x 3,5 = 560 S/I 160 x 10 = 1600	L = 0,96 S/I = 3,5	Номинальный ток установленного автомата завышен. Значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и КЗ завышены

Листов 9      Лист 6

Рисунок Г.6 - Выбор автоматических выключателей по допустимому длительному току (сечению проводника) и измеренному току однофазного короткого замыкания для действующих (существующих) кабелей



## Продолжение Приложения Г

Таблица 1 Выбор автоматических выключателей по допустимому длительному току (сечению проводника) и измеренному току однофазного короткого замыкания для действующих (существующих) кабелей на 01.01.2016г., отходящие линии от ТП 558

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
23 - ЭШР1, ЦШР1	АВВГ	2х(3х120)	400	1310	A3144 500А	Тепл. - 625 ЭМ - 3500	Tmax T6S 630 630А	PR221DS L 630 x 0,6 = 378 L 630 x 0,68 = 428 S/I 630 x 2,5 = 1575 S/I 630 x 1,5 = 945	L = 0,6 S/I = 1,5	Номинальный ток установленного автомата завышен. Значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и КЗ завышены
24 - ШС Лаборатория	КГ-ХЛ	3х25 + 1х16	95	1630	BA 51-39 400А	Тепл. - 400 ЭМ - 4000	Tmax T4S 250 100А	PR221DS L 100 x 0,92 = 92 L 100 x 1,0 = 100 S/I 100 x 3,5 = 350 S/I 100 x 10 = 1000	L = 0,92 S/I = 3,5	Номинальный ток установленного автомата завышен. Значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и КЗ завышены
25 - ЦШРЗ	АВВГ	4х50	101	1980	BA 51-39 400А	Тепл. - 400 ЭМ - 4000	Tmax T4S 250 160А	PR221DS L 160 x 0,6 = 96 L 160 x 1,0 = 160 S/I 160 x 2,5 = 400 S/I 160 x 10 = 1600	L = 0,6 S/I = 2,5	Номинальный ток установленного автомата завышен. Значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и КЗ завышены
26 - ШС15, ИС вент. камера	АВВГ	2х(4х25)	138	1500	BA 51-39 400А	Тепл. - 400 ЭМ - 4000	Tmax T4S 250 160А	PR221DS L 160 x 0,84 = 134 L 160 x 1,0 = 160 S/I 160 x 3,5 = 560 S/I 160 x 8,5 = 1360	L = 0,84 S/I = 3,5	Номинальный ток установленного автомата завышен. Значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и КЗ завышены
	ПВЗ	4х(1х50)	150	2130	BA 51-39 400А	Тепл. - 400 ЭМ - 4000	Tmax T4S 250 160А	PR221DS L 160 x 0,92 = 147 L 160 x 1,0 = 160 S/I 160 x 3,5 = 560 S/I 160 x 10 = 1600	L = 0,92 S/I = 3,5	Номинальный ток установленного автомата завышен. Значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и КЗ завышены

Листов 9      Лист 7

Рисунок Г.7 - Выбор автоматических выключателей по допустимому длительному току (сечению проводника) и измеренному току однофазного короткого замыкания для действующих (существующих) кабелей

## Продолжение Приложения Г

**Таблица 1** Выбор автоматических выключателей по допустимому длительному току (сечению проводника) и измеренному току однофазного короткого замыкания для действующих (существующих) кабелей на 01.01.2016г., отходящие линии от ТП 558

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
28 - цзшр4	АВБбШв	3x50 + 1x25	101	1640	A 3726  250А	Тепл. - 290  ЭМ - 2500	Tmax T4S 250  160А	PR221DS L 160 x 0,6 = 96 L 160 x 1,0 = 160 S/I 160 x 2,5 = 400 S/I 160 x 9 = 1440	L = 0,6  S/I = 2,5	Номинальный ток установленного автомата завышен. Значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и КЗ завышены
29 - цзшс1	ВВГ	4x35	120	1600	A 3726  250А	Тепл. - 290  ЭМ - 2500	Tmax T4S 250  160А	PR221DS L 160 x 0,72 = 115 L 160 x 1,0 = 160 S/I 160 x 3,0 = 480 S/I 160 x 9,0 = 1440	L = 0,72  S/I = 3	Номинальный ток установленного автомата завышен. Значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и КЗ завышены
30 - цзшр2	КГ	4x35	120	1320	A3144  600А	Тепл. - 750  ЭМ - 4200	Tmax T4S 250  160А	PR221DS L 160 x 0,72 = 115 L 160 x 1,0 = 160 S/I 160 x 3,0 = 480 S/I 160 x 7,5 = 1200	L = 0,72  S/I = 3	Номинальный ток установленного автомата завышен. Значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и КЗ завышены
31 - цшс4	АВВГ	4x50	101	1900	ВА 5739  500А	Тепл. - 500  ЭМ - 5000	Tmax T4S 250  160А	PR221DS L 160 x 0,6 = 100 L 160 x 1,0 = 100 S/I 160 x 2,5 = 400 S/I 160 x 10 = 1600	L = 0,6  S/I = 2,5	Номинальный ток установленного автомата завышен. Значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и КЗ завышены

Листов 9      Лист 8

Рисунок Г.8 - Выбор автоматических выключателей по допустимому длительному току (сечению проводника) и измеренному току однофазного короткого замыкания для действующих (существующих) кабелей

## Продолжение Приложения Г

Таблица 1 Выбор автоматических выключателей по допустимому длительному току (сечению проводника) и измеренному току однофазного короткого замыкания для действующих (существующих) кабелей на 01.01.2016г., отходящие линии от ТП 558

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
32 - д2ШР5	ВВГ	2х(4х150)	610	1900	ВА 08-0805АН 800А	$I_g/I_n = 0.3$ $I_R/I_n = 0.7$ (0.7х800 = 560) $I_{sd}/I_R = 3$ (3 х 560 = 1680) $I_i/I_R = \infty$ $I_c/I_R = 1.0$ $t_g = 0.4$ $t_R = 5$ $t_{(i)} = 2$ (на Отключение) $t_{sd} = 0.4$ (задержка срабатывания защиты от КЗ)	Тmax Т6S 800 800А	PR221DS L 800 х 0,76 = 608 L 800 х 0,76 = 608 S/I 800 х 3,0 = 2400 S/I 800 х 2,0 = 1600	L = 0,76 S/I = 2	Значения уставок установленного расцепителя по функциям защиты от перегрузок и КЗ соответствуют требованиям



Разработал:  
Директор ООО «АЛВА»

А.Н.Наумов

Проверил:  
Главный энергетик филиала ООО «Саф-Нева» в г. Кургане

А.В. Каневский

Листов 9      Лист 9

Рисунок Г.9 - Выбор автоматических выключателей по допустимому длительному току (сечению проводника) и измеренному току однофазного короткого замыкания для действующих (существующих) кабелей



## Приложение Д

### Выписка из протокола совещания филиала ООО «САФ НЕВА»

#### ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА

совещания, проводимого директором по общим вопросам филиала ООО «Саф Нева» в г.Кургане  
г.Курган 24.12.2015г.  
ул.Куйбышева, 122

Председатель: директор по общим вопросам – Новопашин Андрей Владимирович

Секретарь: главный энергетик – Каневский Алексей Владимирович

ПРИСУТСТВОВАЛИ:

главный инженер – Петров Александр Сергеевич

инженер-электрик – Кучин Алексей Николаевич

ПРИГЛАШЁННЫЕ:

директор ООО «АЛВА» – Наумов Алексей Николаевич

ПОВЕСТКА ДНЯ:

1. О принятии мер по устранению дефектов, выявленных в ходе проведения работ по договору №9 от 07.12.2015г. с ООО «АЛВА».

СЛУШАЛИ:

А.Н.Наумов – Информировал об итогах проведённых работ по договору. Рассказал о проведённом анализе технических характеристик автоматических выключателей и расцепителей к ним, применяемых в распределительных системах предприятия. Доложил о дефектах, обнаруженных в процессе испытаний электрооборудования, о не соответствии времятоковым характеристикам и принципу селективности автоматических выключателей по току короткого замыкания для распределительных систем.

А.С. Петров – Предложил разработать план мероприятий для устранения дефектов, обнаруженных при производстве работ электролабораторией ООО «АЛВА», включить в план реконструкции предприятия замену морально и физически устаревших автоматических выключателей, не отвечающих своими параметрами требованиям Правил и ГОСТов, на более современные.

ВЫСТУПИЛИ:

А. Н.Кучин – Предложил заменить устаревшие автоматические выключатели на новые производства компании АВВ с электронными расцепителями и подать заявку предприятию ООО «АЛВА» на разработку рекомендаций и инструкций по улучшению защиты проводки распределительных систем основываясь на результаты проведённых исследований.

РЕШИЛИ:

Включить в план реконструкции предприятия замену морально и физически устаревших автоматических выключателей на новые производства компании АВВ и подать заявку предприятию ООО «АЛВА» на разработку рекомендаций и инструкций по улучшению защиты проводки распределительных систем с использованием продукции компании АВВ.

Председатель

Секретарь

24.12.2015г.

А.В. Новопашин

А.В. Каневский





Приложение Е  
**Заявка по разработке рекомендаций**



*N 14-4  
от 25.12.15г*

Директору ООО «АЛВА»  
Наумову А.Н

заявка.

Прошу разработать рекомендации и инструкции по улучшению защиты проводки распределительных систем ТП- 558 и ТП «Восточная» с использованием автоматических выключателей компании АВВ с электронными расцепителями.

Директор по общим вопросам

А.В.Новопашин