

Исходные данные для расчета ТКЗ.

ПС Авторемзавод

Максимальный режим 1-2 сш. 6 кВ: 12650А

Минимальный режим 1-2 сш. 6 кВ: 11630А

Расчет производится в программе Energy-TKZ. В качестве исходных данных принимаются значения ТКЗ ПС (согласно данных "Белгородэнерго"). Расчет производится для максимального и минимального режимов.

Условные обозначения элементов расчетной схемы



$U_{ном}$ — номинальное напряжение узла .

I_{k3} — значение трехфазного тока короткого замыкания для узла

$I_{уд}$ — ударное значение тока КЗ в узле и в соответствующих ветвях

$Bt(t)$ — значение интеграла Джоуля для узла и для каждой из примыкающих к нему ветвей за время t , где t - заданное время отключения .

$I_{t1c}(t)$ — эквивалентный односекундный ток . Рассчитывается как корень квадратный из интеграла Джоуля . Применяется для проверки оборудования по термической стойкости по эквивалентному односекундному току

I_{k2} — значение двухфазного тока короткого замыкания для узла

31-052/17-РЭС-ЭС.РЗ

Реконструкция КЛ 6кВ РП 78 - Р-2301 ПС Белгород-110
Г-23, г. Белгород

Изм	Кол	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разработал		Каминский		<i>Каминский</i>	27.07.17
Проверил		Кузнецов		<i>Кузнецов</i>	27.07.17
ГИП		Александрова		<i>Александрова</i>	27.07.17
Н.контр.		Глуховченко		<i>Глуховченко</i>	27.07.17

Релейная защита

Расчет ТКЗ(начало)

Стадия	Лист	Листов
Р	1	

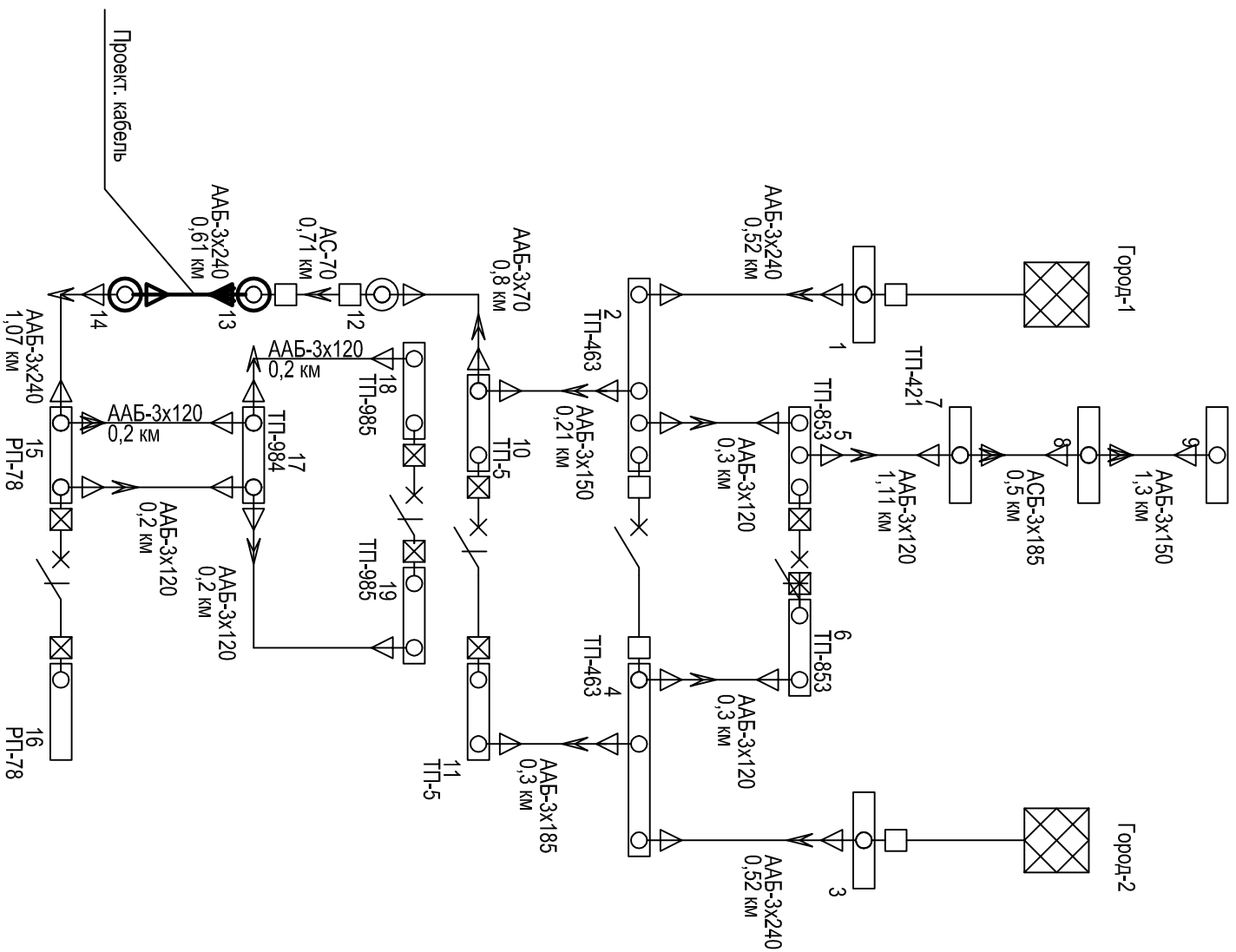


ООО "СК РЭС"

Согласовано

Инв.№ подл. Подпись и дата. Взам. инв.№

Город-1;2 ПС 110/6 Авторемзавод. Расчетная схема. Ремонтный режим.
Питание от яч. Город-1.



МАКСИМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ								
Номер узла	U _p , кВ	t _c	Iк3, кА	I _{дл} , кА	В _т , кА2/с	I _{тс} , кА	I _{экв} , кА	Iк2, кА
1	6	1	12,6	35,8	480	21,9	21,9	11
2	6	1	10,9	23,6	120	11	11	9,44
4	6	1	10,9	23,6	120	11	11	9,44
5	6	1	9,53	17,6	91,1	9,55	9,55	8,25
6	6	1	9,53	17,6	91,1	9,54	9,54	8,25
7	6	1	5,77	8,89	33,2	5,76	5,76	5
8	6	1	5,04	7,66	25,4	5,04	5,04	4,37
9	6	1	3,62	5,34	13	3,61	3,61	3,13
10	6	1	10,1	19,7	102	10,1	10,1	8,71
11	6	1	9,82	19	97	9,85	9,85	8,5
12	6	1	5,71	8,61	32,5	5,7	5,7	4,94
13	6	1	3,48	5,24	12,1	3,48	3,48	3,02
14	6	1	3,2	4,79	10,2	3,19	3,19	2,77
15	6	1	2,8	4,17	7,79	2,79	2,79	2,42
17	6	1	2,74	4,08	7,49	2,74	2,74	2,37
18	6	1	2,63	3,91	6,92	2,63	2,63	2,28
19	6	1	2,63	3,91	6,92	2,63	2,63	2,28
Значение на "конце линии"			2,63	3,91	6,92	2,63	2,63	2,28

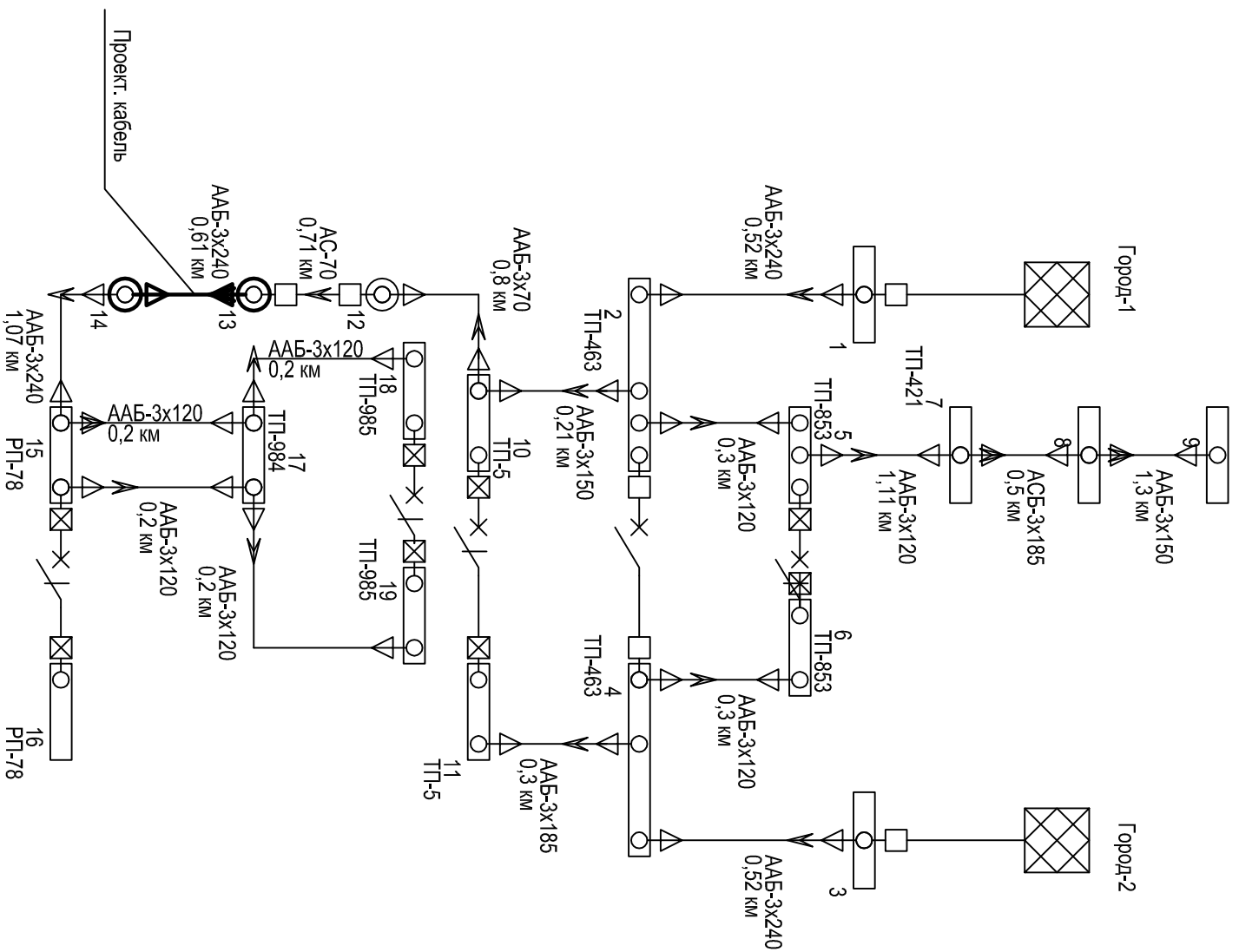
Номер узла	Up, кВ	t c	Ik3, кА	iyд, кА	Bt, кА2/с	Itc, кА	Ikкв, кА	Ik2, кА
1	6	1	11,6	32,9	406	20,1	20,1	10,1
2	6	1	10,1	22,3	104	10,2	10,2	8,79
4	6	1	10,1	22,3	104	10,2	10,2	8,79
5	6	1	8,98	16,9	81	9	9	7,78
6	6	1	8,98	16,9	81	9	9	7,78
7	6	1	5,61	8,72	31,4	5,6	5,6	4,86
8	6	1	4,93	7,54	24,2	4,92	4,92	4,27
9	6	1	3,56	5,29	12,7	3,56	3,56	3,09
10	6	1	9,43	18,8	89,6	9,46	9,46	8,17
11	6	1	9,22	18,2	85,7	9,26	9,26	7,99
12	6	1	5,56	8,46	30,9	5,56	5,56	4,82
13	6	1	3,43	5,18	11,7	3,42	3,42	2,97
14	6	1	3,15	4,75	9,92	3,15	3,15	2,73
15	6	1	2,76	4,13	7,61	2,76	2,76	2,39
17	6	1	2,71	4,04	7,32	2,7	2,7	2,35
18	6	1	2,61	3,88	6,77	2,6	2,6	2,26
19	6	1	2,61	3,88	6,77	2,6	2,6	2,26
Значение на "конце линии"			2,61	3,88	6,77	2,6	2,6	2,26

			Согласовано			
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				

Условные обозначения:
Проектируемые объекты обозначены на схеме
утолщенной линией

[illegible]

Город-1;2 ПС 110/6 Авторемзавод. Расчетная схема. Ремонтный режим.
Питание от яч. Город-2.



Номер узла	U _p , кВ	t _c	I _{k3} , кА	i _{yl} , кА	B _t , кА2/с	I _{tlc} , кА	I _{экв} , кА	I _{k2} , кА
2	6	1	10,9	23,6	120	11	11	9,44
3	6	1	12,6	35,8	480	21,9	21,9	11
4	6	1	10,9	23,6	120	11	11	9,44
5	6	1	9,53	17,6	91,1	9,54	9,54	8,25
6	6	1	9,53	17,6	91,1	9,55	9,55	8,25
7	6	1	5,77	8,88	33,2	5,76	5,76	4,99
8	6	1	5,04	7,66	25,4	5,04	5,04	4,37
9	6	1	3,62	5,34	13	3,61	3,61	3,13
10	6	1	10,1	19,7	102	10,1	10,1	8,71
11	6	1	9,82	19,1	97	9,85	9,85	8,5
12	6	1	5,71	8,61	32,5	5,7	5,7	4,94
13	6	1	3,48	5,24	12,1	3,48	3,48	3,01
14	6	1	3,2	4,79	10,2	3,19	3,19	2,77
15	6	1	2,8	4,17	7,79	2,79	2,79	2,42
17	6	1	2,74	4,08	7,48	2,74	2,74	2,37
18	6	1	2,63	3,91	6,92	2,63	2,63	2,28
19	6	1	2,63	3,91	6,92	2,63	2,63	2,28
Значение на "конце линии"			2,63	3,91	6,92	2,63	2,63	2,28

МИНИМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ

Номер узла	U _p , кВ	t _c	I _{к3} , кА	I _{yД} , кА	B _t , кА2/с	I _{тс} , кА	I _{экв} , кА	I _{к2} , кА
2	6	1	10,1	22,3	104	10,2	10,2	8,79
3	6	1	11,6	32,9	406	20,1	20,1	10,1
4	6	1	10,1	22,3	104	10,2	10,2	8,79
5	6	1	8,98	16,9	81	9	9	7,78
6	6	1	8,98	16,9	81	9	9	7,78
7	6	1	5,61	8,72	31,4	5,6	5,6	4,86
8	6	1	4,93	7,54	24,2	4,92	4,92	4,27
9	6	1	3,56	5,29	12,7	3,56	3,56	3,09
10	6	1	9,43	18,8	89,6	9,46	9,46	8,17
11	6	1	9,23	18,2	85,7	9,26	9,26	7,99
12	6	1	5,56	8,46	30,9	5,56	5,56	4,82
13	6	1	3,43	5,18	11,7	3,42	3,42	2,97
14	6	1	3,15	4,75	9,92	3,15	3,15	2,73
15	6	1	2,76	4,13	7,61	2,76	2,76	2,39
17	6	1	2,71	4,04	7,32	2,7	2,7	2,35
18	6	1	2,61	3,88	6,77	2,6	2,6	2,26
19	6	1	2,61	3,88	6,77	2,6	2,6	2,26
Значение на "конце линии"			2,61	3,88	6,77	2,6	2,6	2,26

31-052/17-P3C-3C.P3

Реконструкция КЛ 6кВ РЛ 78 - Р-2301 ПС Белгород-110

Г-23, г. Белгород

Разработал	Каминский	27.07.17	Релейная защита	Стадия	Лист	Листов
Проверил	Кузнецов	27.07.17		Р	3	
ГИП	Александрова	27.07.17				
Н.контр.	Глуховченко	27.07.17				
Расчет ТКЗ(окончание)				ООО "СК РЭС"		

Расчет ТКЗ(окончание)



000 "CKPAC"

Формат А3

			Согласовано			
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				

Условные обозначения:

Проектируемые объекты обозначены на схеме утолщенной линией



1. Исходные данные для проверки

Таблица 1

Исходные данные		Значение
Параметр		
Наименование КЛ		КЛ-6 Город-1 ПС Авторемзавод
Напряжение сети, U, кВ		6
Тип прокладываемого кабеля		ААБл
Сечение жил прокладываемого кабеля, S _ф , мм.кв		240
Длина КЛ, L, км		0,61
Максимальный ток K3 на данном участке, I(3) _{к3} max, кА		3,48
Максимальный ток K3 на данном участке, I(2) _{к3} max, кА		3,03
Максимальный рабочий ток на данном участке, I _p max, А		159
Время срабатывания резервной защиты, t, с		1
Время срабатывания выключателя, t, с		0,1

2. Расчеты по проверке кабеля.

2.1. По нагреву в послепусковой режим.

Результаты расчетов приведены в табл. 2

Таблица 2

Согласовано			

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв.№

Таблица 1. Исходные данные для проверки

Исходные данные		Значение
Параметр		
Наименование КЛ	КЛ-6Город-1 ПС Авторемзавод	
Напряжение сети, U, кВ	6	
Тип прокладываемого кабеля	ААБл	
Сечение жил прокладываемого кабеля, Sф, мм.кв	240	
Длина КЛ, L, км	0,61	
Максимальный ток КЗ на данном участке, I(3)кз max, кА	3,48	
Максимальный ток КЗ на данном участке, I(2)кз max, кА	3,03	
Максимальный рабочий ток на данном участке, Ir max, А	159	
Время срабатывания резервной защиты, t, с	1	
Время срабатывания выключателя, t, с	0,1	

2. Расчеты по проверке кабеля.

2.1. По нагреву в послеаварийном режиме.
Результаты расчетов приведены в табл. 2

Таблица 2

Проверка кабеля по нагреву в послеаварийном режиме	
Параметр	
Допустимый длительный ток для кабелей с алюминиевыми жилами (табл. 1), Iдоп, [А]	422
Поправочные коэффициенты:	
на температуру земли зимой для Белгородской области для максимальна нагрузки, K1, (ПУЭ, табл. 1.3.13)	1,1
на удельное сопротивление почвы, K2, (ПУЭ, табл. 1.3.23)	0,87
на количество работающих кабелей лежащих рядом в земле, K3, (ПУЭ, табл. 1.3.26)	0,85
фактически допустимый длительный ток длительный ток, Iф = K1*K2*K3*Iдоп, [А]	343,2759
Для выбраного кабеля выполняется условие Ir max < Iф:	ДА
Вывод:	Выбранный кабель удовлетворяет условия проверки по нагреву в послеаварийном режиме

Для выбранных кабелей выполняется условие:

Iф>Ir

Выбранные кабели удовлетворяют условиям нагрева в послеаварийном режиме.

Таблица 3. Данные представлены ООО "Севкабель"

Ном. сечение жилы,мм	Токовые нагрузки, А					
	Медные жилы			Алюминиевые жилы		
	Прокладка в земле		Прокладка на воздухе	Прокладка в земле		Прокладка на воздухе
	В плоскости	треугольн иком	В плоскости	В плоскости	треугольн иком	В плоскости
50	250	225	290	240	195	170
70	310	275	360	300	240	210
95	336	326	448	387	263	253
120	380	370	515	445	298	288
150	416	413	574	503	329	322
185	466	466	654	577	371	364
240	531	537	762	677	426	422
300	590	604	865	776	477	476
400	633	677	959	891	525	541
500	697	759	1081	1025	587	614
630	762	848	1213	1166	653	695
800	825	933	1349	1319	719	780

2.2 По экономической плотности тока. Sэк - сечение жилы по

экономической плотности тока (мм²) - по нормальному режиму.
Jэк - 1,2 А/мм² - экономическая плотность тока (ПУЭ, изд. 6, табл. 1.3.36). Проверка представлена в табл. 4.

Таблица 4.

Проверка кабеля по экономической плотности тока	
Параметр	
Экономическая плотность тока. Jэк, А/мм	1,2
Минимальное сечение жилы, Sэк = Ir max/Jэк, мм.кв	132,5
Для выбраного кабеля выполняется условие Sф > Sэк:	ДА
Вывод:	Выбранный кабель удовлетворяет условия проверки по экономической плотности тока

Для выбранного кабеля выполняется условие:

Sф > Sэк

31-052/17-РЭС-ЭС.РЗ					
Реконструкция КЛ 6кВ РП 78 - Р-2301 ПС Белгород-110					
Г-23, г. Белгород					
Изм	Кол	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разработал	Кузнецов	Александров	27.07.17		
Проверил	Александров	Александров	27.07.17		
Н.контр.	Глуховченко	Глуховченко	27.07.17		
Расчет прокладываемого кабеля(начало)				Рейтинговая защита	Р
				Стадия	Лист
				Листов	4

Таблица 3. Данные представлены ООО "Севкабель"

Ном. сечение жилы, мм	Токовые нагрузки, А							
	Медные жилы				Алюминиевые жилы			
	Прокладка в земле		Прокладка на воздухе		Прокладка в земле		Прокладка на воздухе	
	В плоскости	треугольн иком	В плоскости	треугольн иком	В плоскости	треугольн иком	В плоскости	треугольн иком
50	250	225	290	240	195	170	225	185
70	310	275	360	300	240	210	280	230
95	336	326	448	387	263	253	349	300
120	380	370	515	445	298	288	403	346
150	416	413	574	503	329	322	452	392
185	466	466	654	577	371	364	518	450
240	531	537	762	677	426	422	607	531
300	590	604	865	776	477	476	693	609
400	633	677	959	891	525	541	787	710
500	697	759	1081	1025	587	614	900	822
630	762	848	1213	1166	653	695	1026	954
800	825	933	1349	1319	719	780	1161	1094

2.2 По экономической плотности тока. Сэк - сечение жилы по

экономической плотности тока (мм^2) - по нормальному режиму.


жак - 1,2 А/мм² - экономическая плотность тока (пVЭ, изд. 6, табл. 1.3.36). Проверка представлена в табл. 4.

Таблица 4.

Проверка кабеля по экономической плотности тока	
Параметр	
Экономическая плотность тока. $J_{э\text{к}}$, А/мм	1,2
Минимальное сечение жилы, $S_{э\text{к}} = I_p \text{ max} / J_{э\text{к}}$, мм.кв	132,5
Для выбранного кабеля выполняется условие $S_f > S_{э\text{к}}$:	ДА
Вывод:	Выбранный кабель удовлетворяет условия проверки по экономической плотности тока

Для выбранного кабеля выполняется условие:

$$S_{\phi} \succ S_{\exists K}$$

							Реконструкция КЛ 6кВ РП 78 - Р-2301 ПС Белгород-110 Г-23, г. Белгород
Изм	Коп	Лист	№ док	Подпись	Дата		
Разработал		КАМИНСКИЙ		<i>G.Kamirsky</i>	27.07.17		
Проверил		КУЗНЕЦОВ		<i>A.Kuznetsov</i>	27.07.17		
ГИП		Александрова		<i>O.Alexandrova</i>	27.07.17		
Н.контр.		ГЛУХОВЧЕНКО		<i>I.Glukhovchenko</i>	27.07.17		
Расчет прокладываемого кабеля(начало)							 ООО "СК РЭС"

2.3. По термической устойчивости.
см. таблицу 5.

Таблица 5.

Проверка кабеля по термической устойчивости	
Параметр	
Постоянное значение для кабелей с алюминиевыми жилами до 10 кВ, С	95
Минимальное сечение кабеля по термической устойчивости. $S_{min}=I(3)_{кз} \max \cdot \sqrt{t/C}$, мм.кв	38,4
Для выбранного кабеля выполняется условие $S\phi > S_{min}$:	ДА
Вывод:	Выбранный кабель удовлетворяет условия проверки по термической устойчивости

Для выбранного кабеля выполняется условие: $S\phi > S_{min}$

2.4. По потерям напряжения.
см. таблицу 6.

Таблица 6.

Проверка кабеля по потере напряжения	
Параметр	
$\Delta U_{табл}$ - удельная величина потери напряжения, [мВт*км]	0,208
$P_{норм}$ - максимальная мощность на участке линии в нормальном режиме, [мВт]	2,2
$P_{рем}$ - максимальная мощность на участке линии в ремонтном режиме, [мВт]	3,20
$\Delta U_{норм} = \Delta U_{табл} * P * L$ [%]	0,28
$\Delta U_{рем} = \Delta U_{табл} * P * L$ [%]	0,41

Для выбранного кабеля выполняется условие: $5\% > U_{рем}$

2.6. Выводы:

1. Кабель ААБл 3х240 пригоден к прокладке на КЛ-6 кВ Город-1 ПС Авторемзавод.

31-052/17-РЭС-ЭС.РЗ

Реконструкция КЛ 6кВ РП 78 - Р-2301 ПС Белгород-110
Г-23, г. Белгород

Изм	Кол	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разработал		Каминский		<i>Каминский</i>	27.07.17
Проверил		Кузнецов		<i>Кузнецов</i>	27.07.17
ГИП		Александрова		<i>Александрова</i>	27.07.17
Н.контр.		Глуховченко		<i>Глуховченко</i>	27.07.17

Релейная защита

Расчет прокладываемого
кабеля(окончание)

Стадия	Лист	Листов
Р	5	



ООО "СК РЭС"

Проверка чувствительности защит РЗА ПС

Параметр				Значения			
				Город-1 ПС 110/6 Авторемзавод		Город-2 ПС 110/6 Авторемзавод	
Номинальное напряжение, U_n , [кВ]				6		6	
ТКЗ максимальный в месте установки защиты, $I(kз3)_{max}$, [А]				12650		12650	
ТКЗ минимальный в месте установки защиты, $I(kз3)_{min}$, [А]				11630		11630	
Ток в линии, $I_{реж.max}$, [А]				174		174	
ТКЗ максимальный в конце защищаемого участка, $I(kз3)_{max}$, [А]				2630		2630	
ТКЗ минимальный в конце защищаемого участка, $I(kз2)_{min}$, [А]				2260		2260	
коэффициент надежности отстройки, K_n				1,1		1,1	
коэффициент схемы, $K_{сх}$				1		1	
коэффициент самозапуска, $K_{сз}$				1,5		1,5	
коэффициент возврата максимальных реле тока, K_v				0,95		0,95	
Степень	Параметр срабатывания	Условие выбора	Расчет	Расчетное значение	Принятое значение	Расчетное значение	Принятое значение
1 ступень - ТО	$I_{сз}(ТО)$		$I_{сз} = K_n \cdot I_{кз\ max}$, А	2893	4000	2893	4000
	Определение коэффициента чувствительности ТО		$K_{чув(max)} = I_{кз(3)max} / I_{сз}(ТО)$	3,16	> 1,2	3,2	> 1,2
2 ступень - МТЗ	$I_{сз}(МТЗ)$		$K_n \cdot K_{сзп} \cdot I_{нагр} / K_v$	302	600	302	800
	Определение коэффициента чувствительности МТЗ в конце линии		$K_{чув(мин)} = I_{кз(2)min} / I_{сз}(МТЗ)$	3,8	> 1,5	2,8	> 1,5

Проверка чувствительности защит РЗА РП-78


Параметр				Значения			
				РП-78: ОЛ ТП-984		РП-78: ОЛ ТП-983	
Номинальное напряжение, U_n , [кВ]				6		6	
ТКЗ максимальный в месте установки защиты, $I(kз3)_{max}$, [А]				2800		2800	
ТКЗ минимальный в месте установки защиты, $I(kз3)_{min}$, [А]				2760		2760	
ТКЗ максимальный в конце защищаемого участка, $I(kз3)_{max}$, [А]				2630		2630	
ТКЗ минимальный в конце защищаемого участка, $I(kз2)_{min}$, [А]				2260		2260	
коэффициент надежности отстройки, K_n				1,1		1,1	
коэффициент схемы, $K_{сх}$				1		1	
коэффициент самозапуска, $K_{сз}$				1,5		1,5	
коэффициент возврата максимальных реле тока, K_v				0,95		0,95	
Степень	Параметр срабатывания	Условие выбора	Расчет	Расчетное значение	Принятое значение	Расчетное значение	Принятое значение
1 ступень - ТО	$I_{сз}(ТО)$		$I_{сз} = K_n \cdot I_{кз\ max}$, А		600		1200
	Определение коэффициента чувствительности ТО		$K_{чув(max)} = I_{кз(3)max} / I_{сз}(ТО)$	4,67	> 1,2	2,3	> 1,2
2 ступень - МТЗ	$I_{сз}(МТЗ)$		$K_n \cdot K_{сзп} \cdot I_{нагр} / K_v$		500		800
	Определение коэффициента чувствительности МТЗ в конце линии		$K_{чув(мин)} = I_{кз(2)min} / I_{сз}(МТЗ)$	4,5	> 1,5	2,8	> 1,5

Выводы:

1. Существующие уставки в яч. Город-1;2 ПС 110/6 Авторемзавод не нуждаются в корректировке.
2. Существующие уставки РП-78 в яч. ТП-983;ТП-984 не нуждаются в корректировке.

31-052/17-РЭС-ЭС.РЗ

Реконструкция КЛ 6кВ РП 78 - Р-2301 ПС Белгород-110
Г-23, г. Белгород

Изм	Кол	Лист	№ док	Подпись	Дата			
Разработал	Каминский				27.07.17	Релейная защита	Стадия	Лист
Проверил	Кузнецов				27.07.17		Р	6
ГИП	Александрова				27.07.17			
Н.контр.	Глуховченко				27.07.17			
						Проверка уставок защит 6кВ	 ООО "СК РЭС"	

Общие выводы.

Согласно проведенного расчета были сделаны следующие выводы:


1. Кабель ААБл 3х240 пригоден к прокладке на КЛ-6 кВ Город-1 ПС
Авторемзавод.
2. Существующие уставки в яч. Город-1;2 ПС 110/6 Авторемзавод не нуждаются в корректировке.
3. Существующие уставки РП-78 в яч. ТП-983;ТП-984 не нуждаются в корректировке.

Согласовано		

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

						<div style="text-align: center;">31-052/17-РЭС-ЭС.РЗ</div> <div style="text-align: center;">Реконструкция КЛ 6кВ РП 78 - Р-2301 ПС Белгород-110 Г-23, г. Белгород</div>		
Изм	Кол	Лист	№ док	Подпись	Дата			
Разработал		Каминский		<i>Каминский</i>	27.07.17			
Проверил		Кузнецов		<i>Кузнецов</i>	27.07.17			
ГИП		Александрова		<i>Александрова</i>	27.07.17	Релейная защита	Стадия	Лист
Н.контр.		Глуховченко		<i>Глуховченко</i>	27.07.17		Р	7
						Общие выводы		

Формат А3