

# 1 АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

. Началом эпохи нетканых материалов считаются 1930-е гг. Первые образы были созданы в Европе. Это были полотна из вискозных волокон, скрепленных между собой химическими связующими. Несколько позже были освоены и другие способы их получения, различающиеся как по виду сырья, так и по способу скрепления. Интерес к нетканым полотнам возник мгновенно. Выяснилось, что формирование текстильных полотен нетрадиционными способами и возможность использования в них всех известных видов волокон как индивидуально, так и в самых разных сочетаниях (зачастую невозможных при классических способах получения тканей и трикотажа) наряду со свойствами, присущими тканым изделиям, придают им совершенно новые качества.

Разнообразные, порой уникальные свойства нетканых материалов позволили применять их в самых разных областях от медицины до строительства зданий, сооружений, автострад. Само собой разумеется, что одновременно стало разрабатываться и оборудование для их производства. Пионером здесь выступила Франция. В 1936 г. французская фирма A.Thibeau & Cie создала первую кардочесальную машину для производства вискозных комплексных нитей, служащих основой для нетканых полотен, упроченных специальными смолами. Спрос на новый вид текстиля рос такими темпами\*, что машиностроители не успевали за разработчиками новых видов и способов производства нетканых изделий. Это заставило многие фирмы наряду с разработкой специального оборудования модернизировать уже имеющееся с учетом требований к нетканым материалам и особенностей технологических процессов их производства. Надо отметить, что Франция по сей день остается ведущим производителем оборудования для выпуска нетканых материалов. Французским машиностроителям принадлежит 37%, а по отдельным позициям доля этой страны достигает 60% мирового рынка специального оборудования.

					1231.445000.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9



Выпуск нетканых изделий медицинского назначения, широко используемых в зарубежной лечебной практике и вытеснивших традиционные бинты и вату, у нас до сих пор чрезвычайно мал.

### 1.1 Общая характеристика хозяйства

ООО «Фабрика нетканых материалов» расположено в г.Туймазы Республики Башкортостан.

Фабрика является одним из ведущих производителей нетканых материалов в России. Фабрика была создана в 1983 году. Установленный парк технологического оборудования содержит полный цикл производства, включая заключительную отделку полотен для придания специальных свойств, позволяющий производить нетканые материалы для различных отраслей промышленности.

Предприятие производит нетканые материалы, из них, вырабатываемые по вязально-прошивной технологии - холстопрошивные и нитепрошивные полотна, а также иглопробивные полотна, широко используемые в различных сферах деятельности человека.

ООО «Фабрика нетканых материалов» имеет 2 отделения:

- отделения №1;
- отделения №2.

Для данной территории характерен умеренно-континентальный климат со средней температурой воздуха в январе -19 С, в апреле +4 С, в июле + 17 °С, в октябре+4 °С.

Общее снижение объемов на фабрике нетканых материалов повлекло за собой уменьшение энергетических мощностей хозяйства. В 2004 г. количество тракторов сократилось по сравнению с 2002 г. на три единицы (5,6%) в связи со списанием старой техники.

					1231.445000.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

ности — на 292 кВт (8,9%). Это сокращение связано с износом и старением электрооборудования, обслуживающего технологические процессы.

Протяженность воздушных линий 0,38 кВ уменьшилась на 30 км (40%), что связано с передачей их на баланс районных электрических сетей.

Данные по потреблению электроэнергии на фабрике отражены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 Потребление электроэнергии

Показатели	Единица измерения	Годы			2008 г. 2006г., %
		2006	2007	2008	
Общее потребление					
активное	тыс. кВт·ч	3468	3470	3895	112,3
реактивное	тыс. кВАр·ч	979	1031	1204	122,9
полное	тыс. кВА	3604	3620	4076	113,1
в т.ч. на производство					
активное	тыс. кВт·ч	1491	1267	908	60,9
реактивное	тыс. кВАр·ч	422	376	280	66,4
полное	тыс. кВА	1550	1322	950	61,3
в т.ч. на коммунально-бытовые нужды					
активное	тыс. кВт·ч	1977	2203	2987	151,1
реактивное	тыс. кВАр·ч	557	655	924	165,9
полное	тыс. кВА	2054	2298	3126	152,2
Реализация на сторону	кВт·ч	-	-	-	-
Потери в линиях и ТП	тыс. кВА				
Энерговооруженность	тыс.кВт·ч /чел.	6,48	5,89	4,22	65,2
Электрообеспеченность	тыс. кВт·ч/100 га	28,7	24,4	17,5	60,8

На основании данных таблицы 1.2 следует, что вся электроэнергия, поступающая от районных электрических сетей, расходуется только произ-

форматорных подстанций;

- замена проводов на перегруженных линиях;
- изменение схемы снабжения воздушных линий 0,38 кВ.

#### Выводы по главе

В данной главе провели анализ деятельности предприятия ООО «Фабрика нетканых материалов» г.Туймазы Республики Башкортостан, после чего была поставлена задача и произведено обоснование темы проекта.

					1231.445000.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

Исходными данными проекта служат существующая схема электропитания 6 и 0,38 кВ, а также карта-схема ООО «Фабрика нетканых материалов»; нормативные документы, ГОСТы, СНиПы и другие технические законодательные документы.

Большинство исходных данных приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 Нагрузки на вводе потребителей

Номер потребителя	Наименование потребителя	Нагрузка			
		активная, кВт		реактивная, кВАр	
		$P_{дi}$	$P_{вi}$	$Q_{дi}$	$Q_{вi}$
1-14	Коттедж с электроплитой, водонагревателем и электроотоплением	5,1	8,5	2,1	2,87
38-41	Жилой дом старый без газа	0,6	1,8	0,3	0,7
15-37 42-320	Жилой дом новый без газа	0,9	2,5	0,4	0,9
60, 190, 275	Магазин	2	4	-	-
63	Школа	7	2		
61	Водонапорная башня	5,6	5,6	4,2	4 2
87	Пекарня	70	1	30	-
88	Узел связи, медпункт	5	2	1,8	1,5
112	Правление	12	6	-	-
113	Детские ясли-сад	23	14	7	4
117	Котельная на участке	64	64	49	49
118	Автогараж и мастерская	15	5	12	4
119	Клуб	3	10	1,5	6

$$P_B = P_{B \text{ наиб}} + \sum_{i=1}^{n-1} \Delta P_{Bi} \quad (2.6)$$

$$Q_D = Q_{D \text{ наиб}} + \sum_{i=1}^{n-1} \Delta Q_{Di} \quad (2.7)$$

где  $P_{D \text{ наиб}}$  - наибольшая дневная нагрузка из всех слагаемых нагрузок потребителей;

$\Delta P_{Di}$  - добавка к наибольшей нагрузке от активной нагрузки  $i$ -го потребителя.

Определение нагрузок линии 0,38 кВ и ТП-1.

К линии Л1, участку  $l_{4.5}$  подключено два коттеджа с электроплитой, водонагревателем и электроотоплением. Нагрузки одного коттеджа составляют

$$P_{Di} = 5,1 \text{ кВт};$$

$$P_{Bi} = 8,5 \text{ кВт};$$

$$Q_{Di} = 2,1 \text{ кВАр};$$

$$Q_{Bi} = 2,87 \text{ кВАр}.$$

Рассчитаем нагрузку участка  $l_{4.3}$

$$P_D = k_0 \sum P_{Di} = 0,75 (2 \cdot 5,1) = 7,65 \text{ кВт};$$

$$P_B = k_0 \sum P_{Bi} = 0,75 (2 \cdot 8,5) = 12,75 \text{ кВт};$$

$$Q_D = k_0 \sum Q_{Di} = 0,75 (2 \cdot 2,1) = 3,15 \text{ кВАр};$$

$$Q_B = k_0 \sum Q_{Bi} = 0,75 (2 \cdot 2,87) = 4,3 \text{ кВАр}.$$

Для участков линий 0,38 кВ и трансформаторных подстанций рассчитываем полные мощности, токи и коэффициенты мощности

$$S_D = \sqrt{P_D^2 + Q_D^2}, \quad (2.8)$$

$$S_B = \sqrt{P_B^2 + Q_B^2}, \quad (2.9)$$

					1231.637000.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20





### 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Компенсация реактивной мощности

Определяем величину реактивной мощности  $Q_K$ , которую необходимо компенсировать до  $\cos\varphi = 0,95$  по выражению:

$$Q_K = Q_{\text{ест}} - 0,33 P, \quad (3.1)$$

где  $Q_{\text{ест}}$  - естественная реактивная мощность.

$$Q_{KD} = 75 - 0,33 \cdot 123 = 34 \text{ кВАр}$$

$$Q_{KB} = 81 - 0,33 \cdot 165 = 27 \text{ кВАр}$$

Выбираем мощность конденсаторных батарей  $Q_{BK}$

$$Q_K \leq Q_{BK} \leq Q_{\text{ест}} \quad (3.2)$$

Выбираем мощность конденсаторной батареи  $Q_{BK} = 50 \text{ кВАр}$

$$34 < 50 < 75$$

Определяем некомпенсированную реактивную мощность

$$Q = Q_{\text{ест}} - Q_{BK} \quad (3.3)$$

$$Q_D = Q_{\text{ест}} - Q_{BK} = 75 - 50 = 25 \text{ кВАр}$$

$$Q_B = Q_{\text{ест}} - Q_{BK} = 81 - 50 = 31 \text{ кВАр}$$

					1231.445000.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

### 3.2 Выбор потребительских трансформаторов

Номинальная мощность трансформаторов 6/0,4 кВ выбирается по экономическим интервалам нагрузок в зависимости от расчетной полной мощности, среднесуточной температуры охлаждающего воздуха и вида нагрузки. Для всех ТП выбираем трансформаторы и выписываем их основные технические данные (таблица 3.2).

Таблица 3.2 Основные технические данные трансформаторов 6/0,4 кВ

№ ТП	S <sub>расч</sub> , кВ·А	ТИП	S <sub>тном</sub> , кВ·А	U <sub>вн ном</sub> кВ	U <sub>нн ном</sub> кВ	ΔP <sub>х</sub> , кВт	ΔP <sub>к</sub> , кВт	U <sub>к</sub> ,	ПБВ, %	ΔW, кВт·ч/год
1	113	ТМ	250	6	0,4	0,82	3,7	4,5	±2·2,5	8090
2	133	ТМ	250	6	0,4	0,82	3,7	4,5	±2·2,5	9536
3	168	ТМ	250	6	0,4	0,82	3,7	4,5	±2·2,5	10525
4	101	ТМ	160	6	0,4	0,565	2,65	4,5	±2·2,5	6217
5	232	ТМ	400	6	0,4	1,05	5,5	4,5	+ 2·2,5	11973
6	100	ТМ	100	6	0,4	0,365	1,97	4,5	±2·2,5	5758
Итого			1410							52099

Потери энергии в трансформаторах

$$\Delta W_T = \Delta P_x \cdot 8760 + \Delta P_k (S_{расч} / S_{тном})^2 \cdot \tau \quad (3.6)$$

### 3.3 Электрический расчет воздушной линии напряжением 6 кВ

Электрический расчет воздушных линий ВЛ производится с целью выбора марки и сечения проводов и определения потерь напряжения и энергии.

$\Delta U_{\text{доп}}$  в линиях 0,38 кВ. Таблицу составляем для ближней расчетной и удаленной трансформаторных подстанций.

Отклонение напряжения в любой точке электропередачи

$$V_k = \Sigma V + \Sigma \Delta U, \quad (3.11)$$

где  $\Sigma V$  и  $\Sigma \Delta U$  - сумма надбавок и сумма потерь напряжения от ГПП до рассматриваемой точки с учетом знака.

В качестве минимального рассматривается режим 25%-й нагрузки; в этом режиме потери напряжения принимаем как  $j$  часть максимальных потерь.

В потребительских трансформаторах рассчитываются потери напряжения, %

$$\Delta U = \frac{PR_T + Qx_T}{U_{\text{ном}}^2} 100, \quad (3.12)$$

где  $P$  и  $Q$  - мощности, протекающие через трансформатор (дневные или вечерние);

$U_{\text{ном}}$  - номинальное напряжение трансформатора;

$R_T$  и  $x_T$  — сопротивление трансформатора.

$$R_T = \frac{\Delta P_k}{S_{T\text{ном}}} \cdot \frac{U_{T\text{ном}}}{S_{T\text{ном}}}, \quad (3.13)$$

$$x_T = \frac{U_p \%}{100} \cdot \frac{U_{T\text{ном}}^2}{S_{T\text{ном}}} \quad (3.14)$$

где  $U_{T\text{ном}}$  — номинальное напряжение трансформатора;

$S_{T\text{ном}}$  - номинальная мощность трансформатора;

$U_p$  - составляющая падения напряжения в реактивных сопротивлениях.

$$U_p \% = \sqrt{(U_k \%)^2 - \left( \frac{\Delta P_k}{S_{T\text{ном}}} 100 \right)^2} \quad (3.15)$$

									Лист
									28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	1231.445000.000ПЗ				

(3.19)

где  $Q$   $\Delta U_p = \frac{Q \cdot x_0 \cdot l_0}{U_{ном}^2} 100$ , - реактивная мощность, ВАр;

$x_0$  — реактивное сопротивление 1 км провода;

$l$  - длина участка, км;

$U_{ном}$  — номинальное напряжение сети, В.

$$\Delta U_{p0-1} = \frac{66000 \cdot 0,4 \cdot 0,02}{380^2} 100 = 0,37\%$$

Определим допустимую составляющую потери напряжения в активных сопротивлениях

$$\Delta U_{а доп} = \Delta U_{доп} - \Delta U_p \quad (3.20)$$

$$\Delta U_{а доп} = 1,61 - 0,37 = 1,24\%$$

Расчетное сечение провода

$$F_{расч} = \frac{P \cdot l \cdot 100}{\gamma \cdot \Delta U_{доп} \cdot U_{ном}^2}, \quad (3.21)$$

где  $\gamma = 32$  м/Ом-мм<sup>2</sup> - удельная проводимость алюминия;

$P$  - активная мощность участка, Вт.

$$F_{расч0-1} = \frac{112800 \cdot 20 \cdot 100}{32 \cdot 1,24 \cdot 380^2} = 39,3 \text{ мм}^2$$

Выбираем стандартное сечение провода

$$F_{станд} \geq F_{расч} \quad (3.22)$$

Выбираем провод АС-50

$$50 \text{ мм}^2 > 39,3 \text{ мм}^2$$

Определяем фактические потери напряжения

										Лист
										30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	1231.445000.000ПЗ					

линий, трансформаторы и их мощности, мощность системы в режиме короткого замыкания. На схему наносим точки к.з.: на шинах 6 кВ ГПП К1, на шинах 6 кВ подстанции ТП-2 К2, на шинах 6 кВ расчетной подстанции ТП-4 К8, на шинах 0,4 кВ ТП-4 К9, в конце линий 0,38 кВ К10, К13, К14, на шинах 6 кВ расчетной подстанции ТП-3 К5, на шинах 0,4 кВ ТП-3 К6, в конце линии 0,38 кВ К7, К11, К12, удаленная точка ВЛ 6 кВ точка 8, самый мощный трансформатор имеет ТП-5.

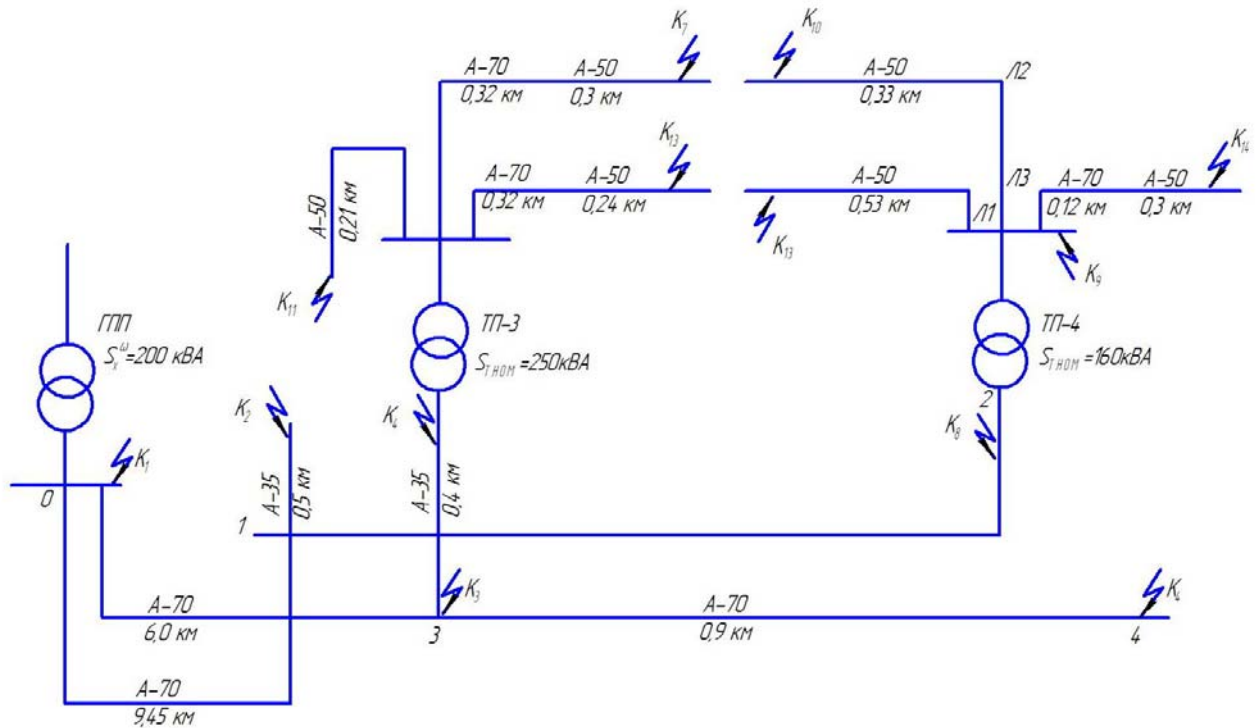


Рисунок 3.2 – Исходная схема для расчета токов короткого замыкания

По исходной схеме составляем схему замещения (рисунок 3.3), на которой показываем индуктивные и активные сопротивления основных элементов электропередачи, системы, линий, трансформаторов. На схеме расставляем точки к.з., наносим обозначения сопротивлений и их условные значения, приведенные к базисным условиям.

За базисное напряжение принимаем среднономинальное напряжение ступени 6 кВ. Примем  $U_6 = 6,3$  кВ, т.к. количество сопротивлений на стороне 6 кВ больше, чем на стороне 0,38 кВ.

$$U_p = \sqrt{(U_k \%)^2 - \left( \frac{DP_k \cdot 100}{S_{\text{ТНОМ}}} \right)^2} = \sqrt{4,5^2 - \left( \frac{3,7}{250} \cdot 100 \right)^2} = 4,25;$$

$$x_{\text{тб}} = \frac{4,25}{100} \cdot \frac{6300^2}{250000} = 6,7 \text{ Ом.}$$

Сопротивление линии

$$r_{\bar{6}} = r_0 \cdot 1 \cdot \left( \frac{U_{\bar{6}}}{U_{\text{сНОМ}}} \right)^2, \quad (3.26)$$

$$x_{\bar{6}} = x_0 \cdot 1 \cdot \left( \frac{U_{\bar{6}}}{U_{\text{сНОМ}}} \right)^2. \quad (3.27)$$

$$r_{\bar{6}0-3} = 0,412 \cdot 6 \cdot \left( \frac{6,3}{6,0} \right)^2 = 2,47 \text{ Ом}$$

$$x_{\bar{6}0-3} = 0,37 \cdot 6 \cdot \left( \frac{6,3^2}{6,0} \right) = 2,22 \text{ Ом}$$

$$r_{\bar{6}3-4} = 0,37 \text{ Ом}$$

$$x_{\bar{6}3-4} = 0,33 \text{ Ом}$$

$$r_{\bar{6}0-1} = 0,98 \text{ Ом}$$

$$x_{\bar{6}0-1} = 3,5 \text{ Ом}$$

$$r_{\bar{6}1-2} = 0,8 \text{ Ом}$$

$$x_{\bar{6}1-2} = 0,72 \text{ Ом}$$

$$r_{\bar{6}3-5} = 0,31 \text{ Ом}$$

$$x_{\bar{6}3-5} = 0,16 \text{ Ом}$$

										Лист
										34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	1231.445000.000ПЗ					

Для точек к.з., в которых  $U_{с ном} = U_{\phi}$ , выражение (3.29) примет вид

$$I_k^{(3)} = \frac{U_{\phi}}{\sqrt{3}Z_y} \quad (3.30)$$

Токи двухфазного к.з.

$$I_k^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} I_k^{(3)} \approx 0,87 I_k^{(3)} \quad (3.46)$$

Ударные токи

$$i_y = \sqrt{2} \cdot k_y \cdot I_k^{(3)}, \quad (3.31)$$

где  $k_y$  – ударный коэффициент.

$$k_y = 1 + e^{\frac{-0,01}{T_a}} = 1 + e^{\frac{-3,14R_y}{X_y}} \quad (3.32)$$

Мощность к.з.

$$S_k^{(3)} = \sqrt{3} \cdot U_{с ном} \cdot I_k^{(3)} \quad (3.33)$$

Для проверки защиты на чувствительность рассчитываем минимальные токи к.з. Это токи однофазного к.з., которые определяются по упрощенной формуле, рекомендуемой ПУЭ

$$I_k^{(1)} = \frac{U_{\phi \min}}{\frac{1}{3}Z_{\tau}^{(1)} + Z_n}, \quad (3.34)$$

Результаты расчета токов к.з. сводим в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 Результаты расчета токов к.з.

Точки к.з.	U <sub>сн</sub> , кВ	Сопrotивление, Ом			к <sub>у</sub>	Токи, кА				S <sub>к</sub> <sup>(3)</sup> , МВА
		R <sub>Σ</sub>	X <sub>Σ</sub>	Z <sub>Σ</sub>		I <sub>к</sub> <sup>(3)</sup>	I <sub>к</sub> <sup>(2)</sup>	i <sub>у</sub>	I <sub>к</sub> <sup>(1)</sup>	
K1	6,3	0	0,2	0,2	2	18,19	15,75	51,5	-	199
K2	6,3	3,89	3,5	5,23	1,03	0,696	0,603	1,24	-	7,58
K3	6,3	2,47	2,22	3,32	1,03	1,096	0,95	1,6	-	11,96
K4	6,3	2,84	2,55	3,82	1,03	0,95	0,82	1,38	-	10,48
K5	6,3	2,78	2,38	3,66	1,03	0,99	0,86	1,44	-	10,8
K6	0,4	5,13	9,08	10,4	1,17	5,5	4,7	9Д	-	3,82
K7	0,4	70,43	50,18	86,48	1,012	0,66	0,57	0,95	0,308	7,2
K8	6,3	4,69	4,22	6,3	1,03	0,58	0,5	0,85	-	6,3
K9	0,4	8,79	14,59	17	1,15	3,3	2,86	5,4	-	2,29
K10	0,4	55,99	41,19	69,5	1,014	0,82	0,71	1,18	0,365	8,95
K11	0,4	35,1	25,98	43,7	1,014	1,31	1,14	1,88	0,574	14,3
K12	0,4 -	72,1	53	89,7	1,014	0,64	0,55	0,92	0,29	6,98
K13	0,4	84,5	57,3	102	1,01	0,56	0,49	0,8	0,253	6,11
K14	0,4	63,9	48	80	1,015	0,72	0,62	1,034	0,32	7,9

### 3.8 Защита от токов короткого замыкания

Защиту линии Л1 ТП-3 выполняем на автоматическом выключателе типа АЕ-2000, имеющем тепловой и электромагнитный расцепитель.

Корпус выключателя типа АЕ-2050

$$U_{ав ном} = 600В > U_{сети ном} = 380 В, \quad (3.37)$$

$$I_{ав ном} = 100 А > I_{рmax} = 35,2 А \quad (3.38)$$

										Лист
										38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	1231.445000.000ПЗ					



## Чувствительность токовой отсечки

$$K_{ч \text{ расч}} = \frac{I_{к6}^{(3)}}{I_{с эм}} = \frac{5500}{480} = 11,5 > K_{ч \text{ доп}} = 1,2$$

Окончательно Л1 ТП-3 будет защищена автоматическим выключателем типа АЕ-2050 с  $I_{\text{расц ном}} = 40 \text{ А}$ ,  $I_{с эм} = 480 \text{ А}$ .

Защиту линии Л2 ТП-3 выполняем на автоматическом выключателе типа А3700 селективном. Эти выключатели имеют характеристики в зоне перегрузки, схожие с характеристикой теплового расцепителя, а в зоне к.з. регулируется время работы токовой отсечки в пределах  $0,1.. 0,4 \text{ с} / 13/$

Выбираем корпус автоматического выключателя А3724Б по току нагрузки, напряжению и отключающей способности

$$U_{\text{ав ном}} = 600 \text{ В} > U_{\text{сети ном}} = 380 \text{ В};$$

$$I_{\text{ав ном}} = 250 \text{ А} > I_{\text{р max}} = 198 \text{ А};$$

$$I_{\text{ав 0 ном}} = 80 \text{ кА} > I_{к7}^{(3)} = 5,5 \text{ А}.$$

Выбираем ток номинальный расцепителя

$$I_{\text{расц ном}} \geq I_{\text{р max}} = 198;$$

$$I_{\text{расц ном}} > I_{\text{расц ном потр}} = 250 \text{ А}.$$

Самый большой автоматический выключатель стоит на вводе в котельную, им может быть выключатель А3714Б с  $I_{\text{расц ном}} = 80 \text{ А}$ ,  $I_{с пер} = 80 \text{ А}$ ,  $I_{с кз} = 640 \text{ А}$ .

Принимаем  $I_{\text{расц ном}} = 200 \text{ А}$ .

Оценим чувствительность защиты

					1231.445000.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

где  $\kappa_H = 1,2$  - коэффициент надежности;

$I_{\text{нес}}$  - ток несимметрии;

$\kappa_{\text{нес}} = 0,1 \dots 0,5$  - коэффициент несимметрии.

$$I_{c3}^{(1)} = 1,2 \cdot 0,4 \cdot 198 = 95A$$

Действительный ток срабатывания защиты  $I_y = 120 A$ .

Чувствительность защиты

$$K_{\text{ч}}^{(1)} = \frac{I_{\kappa 7}^{(1)} - I_{\text{нес}}}{I_{c3}} \quad (3.46)$$

$$K_{\text{ч}}^{(1)} = \frac{308 - 0,4 \cdot 198}{120} = 2,0 > \kappa_{\text{ч доп}} = 1,2$$

Защита чувствительна и принимается к использованию.

Оцениваем возможность установки мгновенной защиты, т.е. ТО, в виде электромагнитного расцепителя

$$I_{co} \geq \kappa_H \cdot I_{\kappa 7}^{(3)} \quad (3.47)$$

$$I_{co} \geq 1,2 \cdot 640 = 768, I_{c3\text{эм}} = 770 A$$

Чувствительность отсечки

$$K_{\text{ч расч}} = \frac{I_{\kappa 6}^{(3)}}{I_{co}} \quad (3.48)$$

$$K_{\text{ч расч}} = \frac{5500}{770} = 7,14 > \kappa_{\text{ч доп}} = 1,2$$

					1231.445000.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Ток срабатывания защиты от междуфазных к.з. по условию отстройки от тока нагрузки

$$I_{сз}^{(2)} \geq \kappa_n \cdot \kappa_з \cdot I_{p\max} = 1,25 \cdot 1 \cdot 94 = 118 A$$

Действительный ток срабатывания защиты

$$I_y^{(2)} = I_{сз}^{(2)} = 160 A > I_{сз\text{ расч}} = 118 A$$

Чувствительность защиты

$$I_{ч\text{ расч}}^{(2)} = \frac{I_{\kappa\min}^{(2)}}{I_{сз}^{(2)}} = \frac{I_{\kappa12}^{(2)}}{I_y^{(2)}} = \frac{550}{160} = 3,4 > \kappa_{ч\text{ доп}} = 1,5$$

Ток срабатывания защиты в однофазных к.з.

$$I_{сз}^{(1)} \geq \kappa_n \cdot \kappa_{нес} \cdot I_{p\max} = 1,2 \cdot 0,4 \cdot 94 = 45 A$$

Действительный ток срабатывания защиты

$$I_{сз}^{(1)} = I_y^{(1)} = 80 A$$

Чувствительность защиты

$$I_{ч}^{(1)} = \frac{I_{\kappa12}^{(1)} - I_{нес}}{I_{сз}} = \frac{290 - 37,8}{80} = 31 > \kappa_{ч\text{ доп}} = 1,2$$

Защита чувствительна и принимается к исполнению.

					1231.445000.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

К Л1 подключены только жилые дома , принимаем  $I_{расц ном} = 63 \text{ А}$

Чувствительность защиты

$$I_{ч расч} = \frac{I_{к13}^{(1)}}{I_{расч ном}} = \frac{255}{63} = 4.0 > \kappa_{ч доп} = 3$$

Оценим целесообразность установки дополнительной защиты, т.е. электромагнитного расцепителя

$$I_{с эм} > \kappa_n \cdot I_{к13}^{(1)} = 1,2 \cdot 560 = 672 \text{ А}, I_{эл м} = 63 \cdot 12 = 756 \text{ А}$$

Чувствительность токовой отсечки

$$\kappa_{ч расч} = \frac{I_{к9}^{(3)}}{I_{с эм}} = \frac{3300}{756} = 4,4 > \kappa_{ч доп} = 1,2$$

Окончательно Л1 будет защищена автоматическим выключателем типа АЕ-2050 с  $I_{расц ном} = 63 \text{ А}$ ,  $I_{с эм} = 756 \text{ А}$ .

Защиту линии Л2 ТП-4 выполняем на автоматическом выключателе типа АЕ-2000.

Корпус выключателя типа АЕ-2050

$$U_{ав ном} = 600 \text{ В} > U_{сети ном} = 380 \text{ В};$$

$$I_{ав ном} = 100 \text{ А} > I_{р max} = 32,5 \text{ А};$$

$$I_{ав 0 ном} = 6 \text{ кА} > I_{к10}^{(3)} = 0,365 \text{ кА}.$$

Номинальный ток расцепителя

					1231.445000.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

## Номинальный ток расцепителя

$$I_{\text{расц ном}} > I_{\text{рmax}} = 94 \text{ А};$$

$$I_{\text{расц ном}} > I_{\text{расц ном потр.}}$$

К ЛЗ подключены только многоквартирные жилые дома, принимаем  $I_{\text{расц ном}} = 100 \text{ А}$ .

### Чувствительность защиты

$$I_{\text{ч расч}} = \frac{I_{\kappa 14}^{(1)}}{I_{\text{расц ном}}} = \frac{320}{100} = 3,2 > \kappa_{\text{ч доп}} = 3$$

Защита чувствительна и принимается к исполнению.

Оцениваем целесообразность установки дополнительной защиты

$$I_{\text{с эм}} \geq \kappa_n \cdot I_{\kappa 14}^{(3)} = 1,2 \cdot 720 = 864 \text{ А}, I_{\text{с эм}} = 1200 \text{ А};$$

$$I_{\text{ч расч}} = \frac{I_{\kappa 9}^{(3)}}{I_{\text{с эм}}} = \frac{3300}{1200} = 2,75 > \kappa_{\text{ч доп}} = 1,2$$

Окончательно ЛЗ будет защищена автоматическим выключателем типа АЕ-2050 с  $I_{\text{расц ном}} = 100 \text{ А}$ ,  $I_{\text{с эм}} = 1200 \text{ А}$ .

### 3.9 Защита трансформаторов 6/0,4 кВ.

Защиту трансформатора ТП-3 6/0,4 кВ выполняем плавкими предохранителями типа ПКТ-10.

$$U_{\text{п ном}} = 10 \text{ кВ} \geq U_{\text{сети ном}} = 6 \text{ кВ}, \quad (3.50)$$

					1231.445000.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Выбранная плавкая вставка обеспечивает термическую стойкость трансформатора. Окончательное значение тока плавкой вставки принимается после построения графика согласования защит.

Защиту трансформатора ТП-4 выполняем плавкими предохранителями типа ПКТ-10

$$U_{\text{п ном}} = 10 \text{ кВ} \geq U_{\text{сети ном}} = 6 \text{ кВ};$$

$$I_{\text{п ном}} = 200 \text{ А} \geq I_{\text{рmax}} = 10,3 \text{ А}.$$

Выбираем ток плавкой вставки

$$I_{\text{пв ном}} \geq k_{\text{м}} \cdot I_{\text{рmax вн}} = 1,25 \cdot 10,3 = 12,9 \text{ А}$$

$$I_{\text{пв ном}} \geq 2 \frac{160}{\sqrt{3} \cdot 6} = 30,8 \text{ А}$$

К ТП-4 крупных электродвигателей не подключено, поэтому выбираем  $I_{\text{пв ном}} = 32 \text{ А}$ .

Проверяем термическую стойкость трансформатора

$$t_{\text{т доп}} = 1500 \left( \frac{I_{\text{т ном}}}{I_{\text{к9 вн}}^{(2)}} \right)^2 = 1500 \left( \frac{10,3}{190,7} \right)^2 = 4,4 \text{ с}$$

Выбранная плавкая вставка обеспечивает термическую стойкость трансформатора.

Окончательное значение тока плавкой вставки принимается после построения графика согласования защит.

					1231.445000.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

$$I_{cp} = \frac{1}{15} \cdot 280 = 18,6 \text{ A}$$

Установка тока на реле

$$I_y \geq I_{cp} = 18,6 \text{ A} \quad (3.58)$$

$$I_y = 20 \text{ A} > I_{cp}$$

Действительный ток срабатывания защиты

$$I_{сзл} = \frac{K_I}{K_{сх}} \cdot I_y = \frac{15}{1} \cdot 20 = 300 \text{ A} \quad (3.59)$$

Чувствительность защиты

$$K_{ч\text{ расч}} = \frac{I_{кч}^{(2)}}{I_{сзл}} = \frac{820}{300} = 2,7 > K_{ч\text{ доп}} = 1,5$$

Расчет токовой отсечки на реле РТМ производим по двум условиям:

- при отстройке от максимального тока к.з. у ближайшей потребительской подстанции

$$I'_{со\text{ расч}} = K_n \cdot I_{кз}^{(3)} = 1,5 \cdot 1096 = 1644 \text{ A} \quad (3.60)$$

- при отстройке от броска тока намагничивания трансформатора

$$I''_{со\text{ расч}} = 5 \frac{YS_{т\text{ ном}}}{\sqrt{3}U_{ном}} = 5 \frac{750}{\sqrt{3} \cdot 6} = 361 \text{ A} \quad (3.61)$$

										Лист
										52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	1231.445000.000ПЗ					





I, A	250	270	300	400	500	800	1200	4000
t, c	8	5	3	1,2	0,8	0,6	0,3	0,3

Защита линии ЛЗ ТП-3 выполнена на ЗТ-0,4,  $t_y^{(2)} = 0,3$  с,  $I_y^{(2)} = 160$  А.

Для построения характеристики защиты заполняем вспомогательную таблицу 3.6.

Таблица 3.6 Токовременные характеристики защиты линии ЛЗ ТП-3

I, A	160	180	200	300	400	500	700
t, c	8	6	4	1,2	0,7	0,5	0,3

Значение тока плавкой вставки трансформатора 6/0,4 кВ  $I_{пв} = 50$  А пересчитываем на напряжение 0,38 кВ. Строим характеристику этой вставки (таблица 3.7).

Таблица 3.7 Токовременные характеристики защиты трансформатора 96/0,4 кВ

t, c	2000	1000	500	200	100	50	20	10
I, A	105	113	125	130	150	155	165	175
$I_{нн}$ , A	1575	1700	1875	1950	2250	2325	2475	2625
t, c	5	2	1	0,5	0,2	0,1	0,05	0,01
I, A	190	225	250	350	425	550	620	1096
$I_{нн}$ , A	2850	3375	3750	5250	6375	8250	9375	16440

Защита выполнена в Л 6 кВ ф. Кальтяево на реле РТВ и РТМ.

Ток согласования  $I_{согл} = I_{кз}^{(3)} = 1096$  А.

Кратность согласования  $k_{согл} = \frac{I_{согл}}{I_{сзд}} = \frac{1096}{300} = 3,65$ .

Расчетное время срабатывания МТЗ при токе согласования

									Лист
									56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	1231.445000.000ПЗ				

Защита линии ЛЗ ТП-4 выполнена на автоматическом выключателе АЕ 2050 с  $I_{расч\ ном} = 100\text{А}$ ,  $I_{СЭМ} = 1200\text{ А}$ ,  $t_{с\ эм} = 0,04\text{ с}$ . Переносим характеристику выключателя в таблицу 3.11.

Таблица 3.11 Токовременные характеристики защиты линии ЛЗ ТП-4

$K = \frac{I}{I_{расч\ ном}}$	1,25	1,5	3	4	8	12	12	-
I, А	125	150	300	400	800	1200	1200	3300
t, с	1200	300	45	25	6	2	0,04	0,04

Значение тока плавкой вставки трансформатора ТП-4 6/0,4 кВ  $I_{пв} = 32\text{ А}$  пересчитываем на напряжение 0,38 кВ. Строим характеристику этой вставки (таблица 3.12).

Таблица 3.12 Токовременные характеристики защиты трансформатора ТП-4 6/0,4 кВ

t, с	2000	1000	500	200	100	50	20	10
I, А	67	72	80	83	96	99	105	112
$I_{нн},\text{ А}$	1005	1080	1200	1245	1440	1485	1575	1680
t, с	5	2	1	0,5	0,2	0,1	0,05	0,01
I, А	120	144	160	224	272	352	400	960
$I_{нн},\text{ А}$	1800	2160	2400	3360	4080	5280	6000	14400

Ток согласования защиты ВЛ 6 кВ ф. Шардак  $I_{согл} = I_{к.з.}^{(3)} = 1096\text{ А}$ .

Кратность согласования  $K_{согл} = \frac{I_{согл}}{I_{сзд}} = \frac{1096}{150} = 7,3$ .

Расчетное время срабатывания МТЗ при токе согласования

$$T_{расч} = t_{пв} + \Delta t = 0,01 + 1 \approx 1\text{ с.}$$

					1231.445000.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

## 4 НАДЕЖНОСТЬ РАБОТЫ

При анализе и оценке надежности, в том числе, конкретные технические устройства именуется обобщенным понятием "объект". Объект - это предмет определенного целевого назначения, рассматриваемый в периоды проектирования, производства, эксплуатации, изучения, исследования и испытаний на надежность. В нашем случае объектом является электроснабжение фабрики нетканых материалов.

В соответствии с ГОСТ 27.002-89 "Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения" надежность трактуется как свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования. Как видно из определения, надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его пребывания может включать безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость или определенное сочетание этих свойств [33, 35].

Безотказность - свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки.

Долговечность - свойство объекта сохранять работоспособное состояние при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Ремонтпригодность - свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта.

Сохраняемость - свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции, в течение и после хранения и (или) транспортирования.

Указанные важнейшие свойства надежности характеризуют определенные технические состояния объекта. Различают пять основных видов техниче-

					1231.445000.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

казом.

В ГОСТ 15467-79 введено еще одно понятие, отражающее состояние объекта - дефект. Дефектом называется каждое отдельное несоответствие объекта установленным нормам или требованиям. Дефект отражает состояние отличное от отказа. В соответствии с определением отказа, как события, заключающегося в нарушении работоспособности, предполагается, что до появления отказа объект был работоспособен. Отказ может быть следствием развития неустранимых повреждений или наличия дефектов: царапин; потертости изоляции; небольших деформаций.

В теории надежности, как правило, предполагается внезапный отказ, который характеризуется скачкообразным изменением значений одного или нескольких параметров объекта. На практике приходится анализировать и другие отказы, к примеру, ресурсный отказ, в результате которого объект приобретает предельное состояние, или эксплуатационный отказ, возникающий по причине, связанной с нарушением установленных правил или условий эксплуатации.

При расчетах и анализе надежности широко используются термины "элемент" и "система". Под элементом понимается часть сложного объекта, которая имеет самостоятельную характеристику надежности, используемую при расчетах и выполняющую определенную частную функцию в интересах сложного объекта, который по отношению к элементу представляет собой систему, [31,33, 35].

#### 4.1 Показатели надежности

В соответствии с ГОСТ 27.002-89 для количественной оценки надежности применяются количественные показатели оценки отдельных ее свойств: безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости, а также комплексные показатели, характеризующие готовность и эффективность использования технических объектов.

					1231.445000.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

Из определения вероятности безотказной работы видно, что эта характеристика является функцией времени, причем она является убывающей функцией и может принимать значения от 1 до 0.

График вероятности безотказной работы объекта изображен на рисунке 4.1.

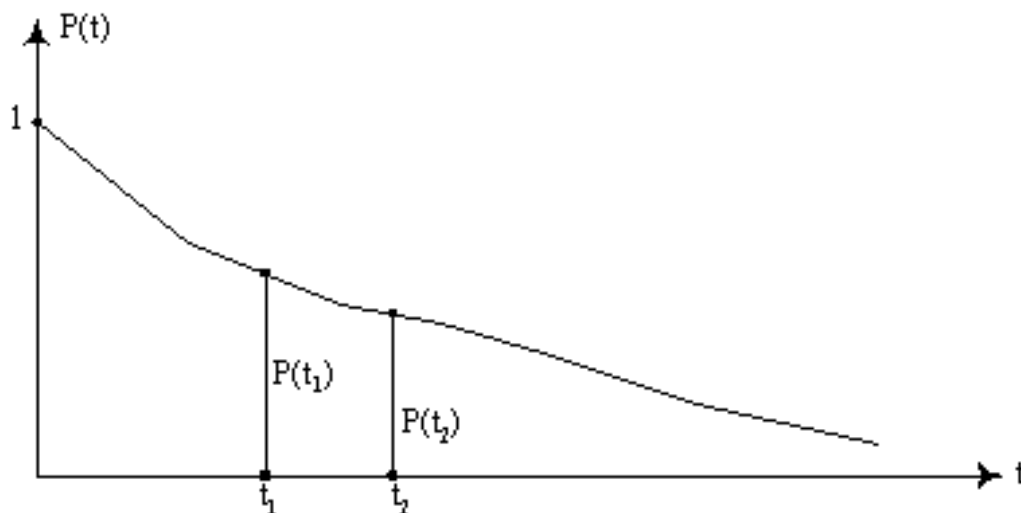


Рисунок 4.1 –График вероятности безотказной работы объекта

Как видно из графика, функция  $P(t)$  характеризует изменение надежности во времени и является достаточно наглядной оценкой. На испытания поставлено 100 образцов однотипных элементов, то есть  $N_0 = 100$  подшипников используемых в устройстве при вращении вала привода.

При испытании отказавшие элементы не заменялись исправными. За время  $t$  отказал 1 подшипник. Следовательно  $P(t) = 0,99$  и наша уверенность состоит в том, что любой подшипник из данной выборки не откажет за время  $t$  с вероятностью  $P(t) = 0,99$ .

Иногда практически целесообразно пользоваться не вероятностью безотказной работы, а вероятностью отказа  $Q(t)$ . Поскольку работоспособность и отказ являются состояниями несовместимыми и противоположными, то их вероятности [24,33] связаны зависимостью:

$$P(t) + Q(t) = 1, \quad (4.2)$$

уже наступило.

$$P(t_1, t_2) = \frac{P(t_2)}{P(t_1)} \quad (4.7)$$

По известным статистическим данным можно записать:

$$\hat{P}(t_1, t_2) = \frac{N(t_2)}{N(t_1)}, \quad (4.8)$$

где  $N(t_1)$ ,  $N(t_2)$  - число объектов, работоспособных соответственно к моментам времени  $t_1$  и  $t_2$ :

$$N(t_1) = N_0 - n(t_1); \quad N(t_2) = N_0 - n(t_2), \quad (4.9)$$

Отметим, что не всегда в качестве наработки выступает время (в часах, годах). К примеру, для оценки вероятности безотказной работы коммутационных аппаратов с большим количеством переключений (вакуумный выключатель) в качестве переменной величины наработки целесообразно брать количество циклов "включить" - "выключить". При оценке надежности вращающихся объектов наработку целесообразно брать в количествах оборотов. Суть математических выражений оценки  $P(t)$ ,  $Q(t)$ ,  $f(t)$  при этом остается неизменной [25, 33, 39].

#### Выводы по главе

В главе рассмотрены основные понятия, связанные с теорией надежности. Определили вероятность безотказной работы электроснабжения применяемого на фабрике нетканых материалов.

## 5 АВТОМАТИКА И РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА

### 5.1 Релейная защита трансформатора

В процессе эксплуатации системы электроснабжения возникают повреждения отдельных ее элементов. Наиболее опасными и частыми видами повреждений являются КЗ между фазами электрооборудования и однофазные КЗ на землю в сетях с большими токами замыкания на землю. В электрических машинах и трансформаторах наряду с междуфазными КЗ и замыканиями на землю имеют место витковые замыкания. Вследствие возникновения КЗ нарушается нормальная работа системы электроснабжения, что создает ущерб для промышленного предприятия.

При протекании тока КЗ элементы системы электроснабжения подвергаются термическому и динамическому воздействию. Для уменьшения размеров повреждения и предотвращения развития аварии устанавливают совокупность автоматических устройств, называемых релейной защитой и обеспечивающих с заданной степенью быстродействия отключение поврежденного элемента или сети.

Основные требования, предъявляемые к релейной защите, следующие: надежное отключение всех видов повреждений, чувствительность защиты, избирательность (селективность) действия – отключение только поврежденных участков, простота схем, быстродействие, наличие сигнализации о повреждениях.

Устройства релейной защиты для силовых трансформаторов предусматривают от следующих видов повреждений и ненормальных режимов работы: многофазных замыканий в обмотках и на выводах, присоединенных к сети с глухозаземленной нейтралью; витковых замыканий в обмотках; токов в обмотках, обусловленных перегрузкой; понижения уровня масла.

#### 1) Дифференциальная защита

					1231.445000.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

замыкаясь, действует на отключение выключателя 10 кВ трансформатора и отключение выключателя 110 кВ.

#### 4) Защита от перегрузок

На трансформаторах номинальной мощностью 400 кВА и более, подверженных перегрузкам, предусматривается максимальная токовая защита от токов перегрузки с действием на сигнал с выдержкой времени.

Защита выполняется на базе реле РТ-40 (КА5, КА6) с действием на сигнал, реле включается в цепь трансформатора тока со стороны низшего напряжения.

Определение первичных номинальных токов на сторонах силового трансформатора ( $I_{ном1}$  и  $I_{ном2}$ ):

$$I_{ном} = \frac{S_{номтт}}{\sqrt{3} \cdot U_n}, \text{ А}, \quad (6.1)$$

$$I_{ном1} = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 115} = 50,3 \text{ А},$$

$$I_{ном2} = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 6,6} = 874,7 \text{ А}$$

Коэффициенты трансформации трансформаторов тока:

$$n_{T1\Delta} = \frac{I_{ном1} \cdot \sqrt{3}}{5}, \text{ А}, \quad (6.2)$$

$$n_{T1\Delta} = \frac{50,3 \cdot \sqrt{3}}{5} = 17,4 \text{ А},$$

$$n_{T2Y} = \frac{I_{ном2} \cdot 1}{5}, \text{ А}$$

					1231.445000.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69



2) от максимального тока небаланса

$$I_{сз} = K_{отс} \cdot I_{нб} = K_{отс} \cdot (I'_{нб} + I''_{нб} + I'''_{нб}), \text{ А}, \quad (6.5)$$

где  $K_{отс}=1,3$  – коэффициент отсечки для РНТ-565.

Составляющая тока небаланса, обусловленная погрешностью (ток намагничивания) трансформаторов тока, питающих дифференциальную защиту определяется по формуле:

$$I'_{нб} = K_a \cdot K_{одн} \cdot \varepsilon \cdot I_{кмакс}, \text{ А}, \quad (6.6)$$

$$I'_{нб} = 1 \cdot 1 \cdot 0,1 \cdot 6,16 = 616 \text{ А}$$

где  $K_{одн}$  – коэффициент, учитывающий однотипность трансформаторов тока ( $K_{одн}=1$ );

$\varepsilon$  – коэффициент, учитывающий 10% погрешность трансформаторов тока ( $\varepsilon=0,1$ );

$K_a$  – коэффициент, учитывающий переходной режим (апериодическая составляющая), ( $K_a=1$  для реле с БНТ);

$I_{кмакс}$  – максимальное значение тока КЗ за трансформатором, приведенная к основной стороне трансформатора.

Составляющая тока небаланса, обусловленная регулированием напряжения защищаемого трансформатора:

$$I = \frac{\pm \Delta N}{100} \cdot I_{кмаксвн}^3, \text{ А}, \quad (6.7)$$

где  $\pm \Delta N = \pm 16$  – полный диапазон регулирования напряжения.

$$I = \frac{16}{100} \cdot 6160 = 985,6 \text{ А}$$

					1231.445000.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

$$I_{к.мин}=0,87 \cdot 6160=5359,2 \text{ А.}$$

Так как коэффициент чувствительности больше двух, то расчет можно продолжать.

Определяется ток срабатывания реле, отнесенный к стороне с большим током в плече (основной стороне)

$$I_{ср} = \frac{I}{K_T} \cdot K_{сх}, \text{ А,}$$

где  $K_T, K_{сх}$  – берется для основной стороны.

$$I_{ср} = \frac{2082}{120} \cdot 1 = 17,35 \text{ А}$$

Определяется расчетное число витков обмотки реле основной стороны

$$W_{осн.расч.} = \frac{F}{I_{ср}}, \text{ ВИТКОВ,}$$

$$W_{осн.расч.} = \frac{100}{17,35} = 5,7 \text{ витка.}$$

Полученное число витков обмотки округляем до ближайшего меньшего числа витков, которое можно установить на реле РНТ-565, т.е.

$W_{осн.расч.} = 5$  витков.

ж) Определяется число витков обмотки неосновной стороны

$$W_{неосн.расч.} = \frac{i_{н1}}{i_{н2}} \cdot W_{осн.расч.}, \text{ ВИТКОВ,}$$

где  $i_{н1}$  – вторичный номинальный ток основной стороны;

$i_{н2}$  – вторичный номинальный ток другого плеча защиты.

									Лист
									73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	1231.445000.000ПЗ				

Ток срабатывания МТЗ выбирается исходя из условия отстройки (несрабатывания) от перегрузки. Ток перегрузки обычно определяется из рассмотрения 2-х режимов:

1. отключение параллельно работающего трансформатора:

$$I_{нагр.макс} = 0,8 \cdot I_{ном.тр},$$

$$I_{нагр.макс} = 0,8 \cdot 50,3 = 40,2 \text{ А.}$$

2. автоматическое подключение нагрузки при действии АВР

$$I_{нагр.макс} = I_1 + I_2 = 0,8 \cdot (I_{ном.тр1} + I_{ном.тр2}),$$

$$I_{нагр.макс} = 0,8 \cdot (100,6 + 100,6) = 161 \text{ А.}$$

Ток срабатывания защиты выбирается по формуле:

$$I_{сз} = \frac{K_{отс} \cdot K_{зан}}{K_{воз}} \cdot I_{раб..макс}, \text{ А,}$$

где  $K_{отс} = 1,1-1,2$  для реле РТ-40;

$K_{воз} = 0,85$  – коэффициент возврата реле;

$K_{зан} = 2,5$  – коэффициент самозапуска обобщенной нагрузки;

$$I_{сз} = \frac{1,1 \cdot 2,5}{0,85} \cdot 161 = 520,9 \text{ А.}$$

Коэффициент чувствительности при двухфазном КЗ:

$$K_{ч}^2 = \frac{I_{кмин}}{I_{сз}} > 1,5,$$

где  $I_{к.мин}$  – минимальный ток двухфазного КЗ до трансформатора ГПП.

										Лист
										75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	1231.445000.000ПЗ					

$$t_{nep} = t_{mmz} + \Delta t, c$$

$$t_{nep} = 1,3 + 0,5 = 1,8 c.$$

### 5.3 Автоматика и сигнализация.

На подстанциях предусматривается следующая автоматика:

1) Автоматическое включение резерва (АВР). АВР питания или оборудования предусматривают во всех случаях, когда электроснабжение вызывает убытки, значительно превышающие стоимость установки устройства АВР. В случае повреждения одного из трансформаторов, происходит его отключение и автоматическое включение секционного выключателя, чем обеспечивается бесперебойное электроснабжение потребителей.

2) Автоматическое повторное включение (АПВ) трансформаторов предусматривается для автоматического восстановления их нормальной работы после аварийных отключений, не связанных с внутренними повреждениями трансформатора. АПВ трансформаторов является обязательным на односторонних подстанциях с односторонним питанием. На двухтрансформаторных подстанциях с односторонним питанием АПВ целесообразно устанавливать в том случае, если отключение одного трансформатора вызывает перегрузку другого и в связи с этим часть потребителей должна отключиться. АПВ позволяет без вмешательства обслуживающего персонала восстановить питание линии после кратковременных КЗ.

#### Выводы по главе

В главе даны рекомендации по рациональной организации автоматизированного управления и контроля.

					1231.445000.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

## 6 ОХРАНА ТРУДА

Охрана труда- система законодательных, социально-экономических, санитарно-гигиенических и организационных мероприятий, непосредственно направленных на обеспечение безопасных для жизни и здоровья человека условий труда.

Охрана труда и безопасность жизнедеятельности направлена на создание необходимых условий для безопасного труда.

На ООО «Фабрика нетканых материалов» ответственность за организацию работ по охране труда возлагается решением правления на председателя. Этим же решением правления ответственность за состояние охраны труда в отраслях производства возлагается на главных специалистов, в структурных подразделениях - на их руководителей. В хозяйстве имеется штатная должность специалиста по охране труда.

В соответствии с Трудовым кодексом РФ нормальная продолжительность рабочего времени для работников предприятия составляет 40 часов, а на работах с вредными условиями труда она сокращается до 36 часов в неделю. Ежегодно всем работникам хозяйства предоставляется оплачиваемый отпуск на период 28 календарных дней.

При приеме на работу с каждым работником специалист по охране труда проводит вводный инструктаж. В дальнейшем на рабочем месте непосредственные производители работ проводят первичный, на рабочем месте, повторный, внеплановый, целевой инструктажи в соответствии с Порядком обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций. Для прохождения вводных инструктажей имеется кабинет, оборудованный необходимым наглядным материалом и справочно-нормативной литературой.

При расположении объектов полностью соблюдены санитарно-защитные зоны и противопожарные разрывы. Ведется озеленение территории лиственными и хвойными породами деревьев. Освещение производственных помещений соответствует требованиям СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное ос-

					1231.445000.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

Таблица 5.1 Показатели производственного травматизма работников

Показатели	Годы		
	2006 г	2007 г.	2008 г.
Среднесписочное число работников за год, Р	185	192	189
Число травмированных работников с потерей трудоспособности за год, Т	2	1	2
Число дней временной нетрудоспособности, Д	42	48	62
Показатели травматизма:			
частоты $Kч = 1000 T/P$	10,8	5,2	10,6
тяжести $Kт = Д/Т$	21,0	48,0	31,0
потерь $Kо = 1000Д/Р$	227,0	250,0	328,0

Анализ таблицы 4.1 показывает, что в 2008 году по сравнению с 2007 годом коэффициент частоты увеличился в 2 раза; коэффициент тяжести уменьшился в 1,55 раза. Анализ причин травматизма показывает, что они в основном связаны с неисправностью машин и оборудования. В связи с этим предлагается провести следующие организационно - технические мероприятия:

- проведение периодических проверок состояния электрооборудования;
- контроль технического состояния инструмента, машин и оборудования. надёжности средств индивидуальной защиты;
- проведение планово - предупредительных ремонтов и технического обслуживания машин.

### 6.1 Метеорологические условия

В настоящее время основным нормативным документом, регламентирующим параметры микроклимата, является ГОСТ 12. 1.005-76 «ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования ». В соответствии с

- технических (уменьшение шума в источнике, своевременный ремонт и профилактика технологического оборудования);
- строительно-акустических (применение звукоизоляции, звукопоглощения, акустических экранов);
- организационных (выбор рационального режима труда и отдыха, сокращение времени нахождения в шумных условиях);
- использование дистанционного управления, средств индивидуальной защиты.

### 6.3 Эргономические требования

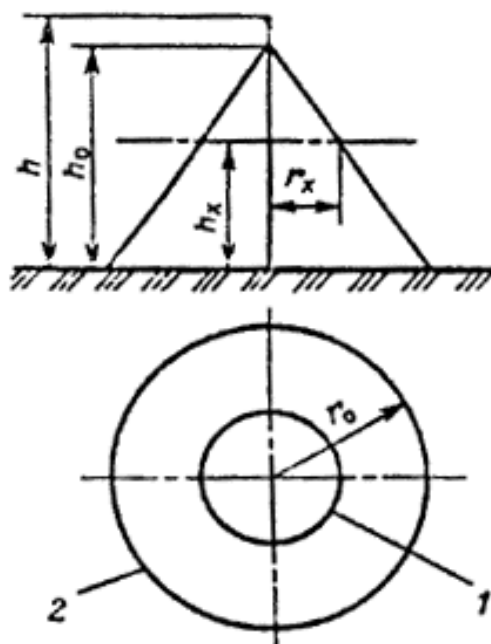
Эргономика (эрго- работа, номос- закон), возникшая на стыке технических наук, психологии, физиологии, гигиены и использующая данные анатомии, биомеханики, токсикологии, антропометрии, биофизики, ставит своей целью создание для работающих оптимальных условий, при которых труд становится высокопроизводительным, надёжным, безопасным, открывающим возможности для интеллектуального и физического развития. Исходя из условий создания оптимальной системы «человек - машина», эргономика формирует требования к проектированию рабочих мест; определяет зоны основных и вспомогательных рабочих движений и, соответственно, компоновку оборудования; обобщает антропометрические данные, необходимые для выявления оптимальных рабочих положений, а также разрабатывает рекомендации по конструированию инструментов и инвентаря [49].

Оценивая конструкцию микр ГЭС с позиции обеспечения требований предъявляемых человеческим фактором, следует исходить из антропометрических и физиологических требований, определяемых особенностью органов чувств - зрением, слухом, обонянием, осязанием. Комплекс внешних условий, влияющих на человеческий фактор, разделяют по четырём градациям:

- 1) невыносимые условия, в которых человеческий организм не может существовать без специальных устройств;
- 2) некомфортные условия, определяемые существенными отклонениями

					1231.445000.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

ляет собой круговой конус (рисунок 6.4), вершина которого находится на высоте  $h_0 < h$ . На уровне земли зона защиты образует круг радиусом  $r_0$ . Горизонтальное сечение зоны защиты на высоте защищаемого сооружения  $h_x$  представляет собой круг радиусом  $r_x$ .



1 — граница зоны защиты на уровне  $h_x$ , 2 -то же на уровне земли  
Рисунок 6.4 - Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода

Зоны защиты одиночных стержневых молниеотводов высотой 70 м имеют следующие габаритные размеры.

Зона А:

$$h_0 = 0,85h \quad (6.5)$$

$$h_0 = 0,85 \cdot 70 = 59,5 \text{ м}$$

$$r_0 = (1,1 - 0,002h)h, \quad (6.6)$$

$$r_0 = (1,1 - 0,002 \cdot 70) 70 = 67,2 \text{ м}$$

$$r_x = (1,1 - 0,002h)(h - h_x/0,85) \quad (6.7)$$



ваны. Сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 МОм; проверка производится не реже одного раза в три месяца.

Все рукоятки, маховички, кнопки управления, которые могут оказаться под опасным напряжением, должны быть выполнены из диэлектрического материала или надежно изолированы от корпуса.

Появление и накопление статического электричества на оборудовании может быть причиной пожара и взрыва, а также привести к тяжелому электротравматизму. Статическое электричество может происходить при движении жидкости или газа по системе, при движении пыли в воздухе, хождении людей и так далее. При этом напряжения могут достигать следующих величин:

- выпуск углекислого газа из баллона – 10000В;
- завихрение угольной пыли – 5400В;
- разбрызгивание красок – 10000В;
- хождение людей в обуви на резиновой подошве – 1000В.

К основным мероприятиям по защите от статического электричества относятся:

- отвод статических зарядов посредством заземления оборудования, коммуникаций и емкостей;
- применение материалов, увеличивающих электропроводность;
- общее и местное увлажнение воздуха до 75%;
- устройство полов с повышенной электропроводимостью и электропроводящих зон для снятия зарядов статического электричества с людей;
- изменение конфигурации и материала рабочих органов машин [49].

## 6.6 Пожаробезопасность

Пожаром считается неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб. Борьба с пожарами основывается на изучении процессов горения, причин и условий развития пожаров, и анализе пожарной опасности производства.

Исследования показали, что основными причинами возгорания, пожаров

					1231.445000.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

- создана сводная спасательная группа (48 человек), состоящая из звена управления разведки (3 человека), спасательных звеньев (10 человек), сандружины (24 человека), звена обеспечения (11 человек);
- имеется автоколонна для перевозки работников (10 человек и 10 машин);
- разработана система оповещения и связи в рабочее и вне рабочее время;
- имеется добровольная пожарная дружина.

#### 6.7 Разработка вопросов электробезопасности низковольтного электрооборудования (расчет зануления).

Основной мерой защиты от поражения электрическим током в сетях напряжением до 1000 В является зануление.

Цель зануления – быстро отключить электроустановку от сети при замыкании одной (или двух) фазы на корпус. Обеспечить безопасность прикосновения человека к зануленному корпусу в аварийный период.

К частям подлежащим занулению, относятся корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, выключателей светильников и т.п.; приводы электрических аппаратов: вторичные обмотки измерительных трансформаторов, металлических конструкций распределительных устройств, металлические оболочки и броня контрольных и силовых кабелей, контрольных и наладочных стендов, корпуса передвижных и переносных электроприемников, а также электрооборудование, размещенное на движущихся частях станков, машин и механизмов.

В электроустановках до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью с целью обеспечения автоматического отключения аварийного участка проводимость фазных и нулевых защитных проводников должна быть выбрана такой, чтобы при замыкании на корпус или на нулевой защитный проводник возникал ток короткого замыкания превышающий не менее чем в три раза номинальный ток

					1231.445000.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88



Расчет зануления участка механического цеха фабрики.

Исходные данные:

напряжение сети – 0,38 кВ;

мощность трансформатора – 1000 кВА;

мощность наиболее удаленного электроприемника (вентиляторы каллориферов дверей) 30кВт

длина кабеля от ТП до ШРА-3,  $L_1 = 40$  м;

длина шинпровода ШРА-3,  $L_2 = 36$  м;

длина провода от ШРА-3 до станка,  $L_3 = 5$  м.

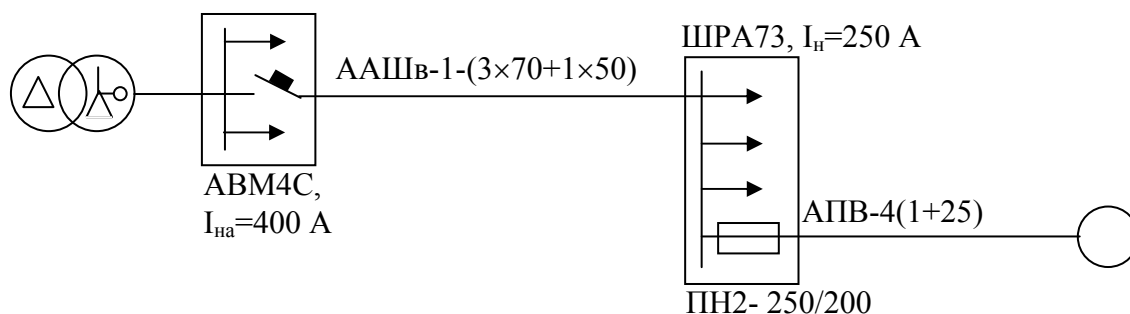


Рисунок 6.8 Схема замещения.

Определение токов нагрузки и выбор аппаратов защиты:

$$I_{\partial в} = \frac{P}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos \varphi} = \frac{30}{\sqrt{3} \times 0,38 \times 0,8} = 57 A$$

$$I_{рнв} = \frac{K_n \times I_{\partial в}}{K_m} = \frac{57 \times 5}{2} = 142 A$$

$$I_{нпв} 200 A; I_{на} = 250 A.$$

Определение полных сопротивлений элементов цепи:

а) сопротивление трансформатора для группы соединения Д/У<sub>0</sub>-11  
 $Z_T = 0,17$  Ом

б) сопротивление кабеля, при сечении фазной жилы 70 мм<sup>2</sup> и нулевой 50 мм<sup>2</sup>  $Z_{пф0} = 1,09$  Ом/км.

										Лист
										92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	1231.445000.000ПЗ					

Потенциал корпуса поврежденного оборудования:

$$U_{к1} = I_{к3} \times Z_{н1} = 4,46 \times 0,0224 = 99 \text{ В}$$

где  $Z_{н1}$  – сопротивление нулевой жилы кабеля,  $Z_{н1} = R_{н1}$ , так как величина внутреннего индуктивного сопротивления  $X_{н1}$  алюминиевого проводника сравнительно мала (около 0,0156 Ом/км).

$$R_{н1} = \frac{\rho \times L}{S} = \frac{0,028 \times 40}{50} = 0,0224 \text{ Ом},$$

где  $\rho$  - удельное сопротивление алюминиевой жилы принимается равной 0,028 Ом×мм<sup>2</sup>/м;

$S$  – сечение жилы, мм<sup>2</sup>;

$L$  – длина проводника, м.

$$U_{к2} = I_{к3} \times (Z_{н2} + Z_{н3}) = 2580 \times (0,0056 + 0,01) = 40,3 \text{ В},$$

где  $Z_{н3}$  – сопротивление нулевого провода,  $Z_{н3} = R_{н3}$

$$R_{н3} = \frac{\rho \times L}{S} = \frac{0,028 \times 5}{25} = 0,0056 \text{ Ом},$$

$$Z_{ун2} = 0,29 \text{ Ом/км} / 5/, \quad Z_{н2} = Z_{ун2} \times L_2 = 0,29 \times 0,036 = 0,01 \text{ Ом}.$$

Ток, проходящий через тело человека, равен:

$$I_{h1} = \frac{U_{к1}}{R_h} = \frac{99}{1000} = 99 \text{ мА},$$

$$I_{h2} = \frac{U_{к2}}{R_h} = \frac{40,3}{1000} = 41 \text{ мА}.$$

									Лист
									94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	1231.445000.000ПЗ				

разрушению системы связи, дорог, энергоснабжения, водоснабжения, уничтожению материальных ценностей, гибели людей. Кроме того, в условиях длительного отсутствия жизнеобеспечения нарушается нормальное функционирование объекта с последующими потерями получаемой продукции.

На случай наводнения на предприятии организуется противопаводковая комиссия. Регулярно проводятся замеры уровня воды в реке Юг с целью прогнозирования начала затопления.

В случае аварийных перерывов в электроснабжении объектов ООО «Фабрика нетканых материалов» в результате повреждения на линиях электропередач, из-за ураганных ветров необходимо устанавливать автономные источники питания на базе дизель-генераторов.

Соблюдение рекомендуемых мероприятий обеспечит сохранность жизни и здоровья людей, уменьшит степень разрушения объекта и улучшит состояние окружающей среды.

					1231.445000.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

## 7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 7.1 Экономическая эффективность реконструкции ВЛ 0,38 кВ

Одним из условий дальнейшего развития и совершенствования производства является увеличение нагрузки и повышение надежности электроснабжения. Реконструкция схем электроснабжения позволяет существенно увеличить уровень электровооруженности и повысить электромеханизацию производственных процессов.

В данном дипломном проекте были предложены технические мероприятия по разрешению задачи повышения экономичности электроснабжения ООО «Фабрика нетканых материалов». В частности было предложено изменить схему электроснабжения воздушных линий 0,38 кВ, питающихся от трансформаторных подстанций №3 и №4 и произвести замену проводов на перегруженных линиях. Эти мероприятия позволяют улучшить качество электроэнергии у потребителя и уменьшить потери электроэнергии в линиях.

Определим экономическую эффективность предполагаемых капитальных вложений на реконструкцию электроснабжения. Капиталовложения в питающие и распределительные линии электропередачи, в т.ч. и 0,38 кВ, определяются по формулам

$$K_{пл} = L_{пл} \cdot U_{пл} \quad (7.1)$$

$$K_{рл} = L_{рл} \cdot U_{рл}, \quad (7.2)$$

$$K_{нл} = L_{нл} \cdot U_{нл} \quad (7.3)$$

где  $L_{пл}$   $L_{рл}$   $L_{нл}$  - протяженность, соответственно, питающих распределительных и низковольтных линий, км;

					1231.445000.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

Поскольку в проекте была изменена схема электроснабжения без увеличения длины воздушных линий, разность базисных и проектных эксплуатационных издержек будем считать равной нулю.

Прирост прибыли будем считать по уменьшению в воздушных линиях потери электроэнергии. В результате реконструкции в линии уменьшается потеря электроэнергии.

$$\Delta W = 31149 \text{ кВт}\cdot\text{ч/год}$$

$$\Delta П = \Delta W \cdot Ц \quad (7.5)$$

$$\Delta П = 36249 \cdot 0,5 = 18125 \text{ руб.}$$

Определим срок окупаемости реконструкции

$$T = \frac{K_{\Sigma}}{\Delta П} \quad (7.6)$$

$$T = \frac{75000}{18125} = 4,1 \text{ года}$$

Исходя из срока окупаемости капиталовложений, проектируемая схема электроснабжения удовлетворяет требованиям эффективности.

## 7.2 Расчет себестоимости электроэнергии получаемой на микро ГЭС рукавного типа

Капитальные затраты на микро ГЭС ( $\Sigma K$ ) складываются из затрат на основное оборудование  $K_{\text{ГЭС}}$ , монтажные и трансформаторные работы  $K_{\text{м}}$  и дополнительные затраты  $K_{\text{доп}}$

$$\Sigma K = K_{\text{ГЭС}} + K_{\text{м}} + K_{\text{доп}}, \text{ МДж} \quad (7.7)$$

					1231.445000.000ПЗ	Лист
						99
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



$$U_a = \frac{4372 \cdot 16,3}{100} = 712,636 \text{ МДж/год}$$

Издержки на текущий ремонт составляют 80% от амортизационных отчислений

$$U_{\text{тр}} = \frac{U_a \cdot 80}{100} \quad (7.11)$$

$$U_{\text{тр}} = \frac{712,636 \cdot 80}{100} = 570,109 \text{ МДж/год}$$

Прочие издержки определяются

$$U_{\text{пр}} = 0,27 (U_a + U_{\text{тр}}) \quad (7.12)$$

$$U_{\text{пр}} = 346,341 \text{ МДж/год}$$

Тогда:

$$U = 712,636 + 570,109 + 346,341 = 1629 \text{ МДж/год.}$$

Определяем себестоимость электроэнергии у потребителя

$$C_e = \frac{U}{W}, \quad (7.13)$$

где  $W$  - количество вырабатываемой энергии за время работы.

$$W = P \cdot t, \quad (7.14)$$

где  $P$  – мощность вырабатываемая установкой, кВт;

$t$  – время работы установки в сезон, ч.

										Лист
										101
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	1231.445000.000ПЗ					

$$T = \frac{\Sigma K}{\mathcal{E}_r} \quad (7.17)$$

$$T = \frac{4372}{5211} = 0,8 \text{ года}$$

### Выводы по главе

Проведенные расчеты позволяют сделать вывод, что себестоимость электроэнергии, вырабатываемая микро ГЭС мала по сравнению с себестоимостью электроэнергии, получаемой традиционно.

					1231.445000.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		103