

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

Институт энергетики и электротехники

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Электроснабжение
(направленность (профиль))

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему «Электроснабжение корпуса механосборочного производства
автозавода»

Студент(ка)

И.А. Шувалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.П. Тараканов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор В.В. Вахнина

«_____» _____ 2016 г.

Тольятти 2016

Аннотация

В выпускной квалификационной работе рассмотрено электроснабжение корпуса механосборочного производства автозавода.

Выполнена краткая характеристика объекта проектирования, расчет ожидаемых электрических нагрузок, выбор трансформаторов на ГПП 110/10/10 кВ и ТП 10/0,4 кВ, выбор схемы электроснабжения, расчет токов короткого замыкания, выбор аппаратов и токоведущих частей, выбрана релейная защита и автоматика силовых трансформаторов ГПП, выполнено технико-экономическое обоснование всех принятых решений.

Пояснительная записка выполнена в объеме 62 страницы, графическая часть представлена чертежами формата А1 в количестве 6 штук.

Содержание

	Введение	5
1	Краткая характеристика технологического процесса	7
2	Расчет ожидаемых электрических нагрузок корпуса	9
2.1	Расчет электрических нагрузок	9
2.2	Расчет нагрузок электрического освещения	10
3	Выбор и обоснование трансформаторов цеховых ТП и ГПП	35
3.1	Выбор и обоснование места сооружения ТП и ГПП	35
3.2	Выбор числа и мощности трансформаторов ТП с учётом компенсации реактивной мощности	35
3.3	Выбор числа и мощности трансформаторов ГПП	39
4	Выбор и обоснование схемы электроснабжения корпуса	45
5	Выбор напряжения цеховой сети корпуса	46
6	Расчет токов короткого замыкания	47
7	Выбор электрических аппаратов и токоведущих частей схемы электроснабжения корпуса	52
7.1	Выбор электрооборудования ГПП-6	52
7.2	Выбор электрооборудования 0,4 кВ	56
7.3	Выбор кабелей на стороне 10 кВ и 0,4 кВ	56
8	Расчет молниезащиты ГПП	58
	Заключение	59
	Список использованных источников	60

Введение

Совершенствование структуры машиностроительного комплекса страны, которое включает в себя энергетическое машиностроение, электротехническую промышленность, приборостроение, автомобилестроение и станкоинструментальную промышленность, является предпосылкой повышения эффективности производства. Намеченный рост объемов продукции требует надежного обеспечения технологических процессов всеми видами энергии и топлива [1, 24].

Рациональное использование электроэнергии является важнейшей задачей всех отраслей хозяйства. Экономия электроэнергии на промышленном предприятии можно обеспечить путем создания оптимальных режимов работы подстанций, рациональным построением схемы подстанции. Снижение потерь электроэнергии достигается внедрением в проекты следующих рациональных решений:

1. Приближение цеховых подстанций к центрам электрических нагрузок и сокращение числа трансформаций электроэнергии (при этом значительно уменьшится потребность в кабельной продукции).

2. Осуществление на крупных энергоемких предприятиях глубоких вводов напряжением 110 - 330 кВ. Успешному решению этой задачи способствует применение элегазового электрооборудования, обладающего технико-экономическим преимуществом.

3. Замена многоступенчатых схем распределения электроэнергии в цехах магистральными схемами питающей и распределительной сетей 0,4 кВ, что экономит десятки миллион кВт • ч электроэнергии в год.

4. Питание электрических сетей промышленных предприятий на напряжение 10 кВ вместо 6 кВ для распределения электроэнергии по промышленным площадкам; 660 В вместо 380В в цехах 35 кВ - для крупных термических установок и электродвигателей. Для этого необходимо скорейшее освоение электротехнической промышленности

трансформаторного оборудования преобразовательных установок на напряжение 660 кВ.

5. Компенсация реактивной мощности.

Для создания системы электроснабжения промышленных предприятий и рационального выбора средств конструктивного решения сетей на территории предприятия необходимо подробно изучить специфические особенности технологии производства. Важнейшее условие создания системы - обоснованное решение технико-экономических задач, связанных с этой системой.

Решение о проектировании и строительстве промышленного предприятия и его составляющей системы электроснабжения должно приниматься на основе заранее разработанных перспективных планов развития данного экономического района.

Цель работы - проектирование электроснабжения корпуса механосборочного производства автозавода с учетом технологических особенностей работы электрооборудования для обеспечения их надежного функционирования.

Задачи работы:

- краткая характеристика технологического процесса;
- расчет ожидаемых электрических нагрузок корпуса;
- выбор числа и мощности трансформаторов ТП с учетом компенсации реактивной мощности;
- выбор числа и мощности трансформаторов ГПП;
- выбор и обоснование схемы электроснабжения корпуса механосборочного производства и основного электрооборудования схемы электроснабжения.

1 Краткая характеристика технологического процесса

В корпусе изготавливаются детали двигателя, коробки передач и рулевого механизма для автомобилей.

Изготавливается девять наименований пластин. Они проходят шлифовальную и сверлильную обработку с последующей мойкой водным раствором, в качестве охлаждающей жидкости применяется эмульсия Тосол ОИЗ-2%. Изготавливает алюминиевые детали двигателя внутреннего сгорания, которые проходят фрезерную и токарную обработку.

При изготовлении вилки выключения сцепления выполняются следующие операции; шлифовальная, токарная - в качестве охлаждающей жидкости применяется эмульсия ВЭЛС-1 2-3%, индукционная закалка и самоотпуском лапок, зачистка заусенец. Далее детали проходят через фосфатацию и покрываются антикоррозийным слоем. Деталь обезжиривается через вводный раствор NaOH, Na₃PO₄, Na₂CO₃, Na₂SiO₃, проходит через раствор КФЭ-1, затем через масляную ванную с маслом Ф-78, так же изготавливаются наконечники рулевых тяг. Они проходят токарную, сверлильную, резьбонарезную обработку с последующей мойкой водным раствором. В качестве охлаждающей жидкости применяется эмульсия ВЭЛС-1 4-5%, при нарезании резьбы - используется масло ЛЗСОЖ-1Т.

В корпусе так же производится сборка тяг рулевой трапеции. Для смазки трущихся поверхностей узлов применяется смазка ШРБ-4. Изготавливаются: крышка головки цилиндра, корпус натяжителя цепи, втулки направляющие клапанов, кронштейны. Они проходят токарные, фрезерные, сверлильные операции. На токарных станках по обработке втулки направляющие клапанов в качестве охлаждающей жидкости используется масло В И-4, на остальных операциях используется эмульсия Укринол-1М 1,5-2% и ВЭЛС-1 4-5%.

Изготавливаются звездочки коленвала, распредвала и шестерню привода маслонасоса. При токарной обработке шестерни привода

маслонасоса и используется масло РЖ-8, на звездочках - ВЭЛС-1 4-5%, При протяжке звездочки коленвала используется масло ЛЗ СОЖ 1СГТ, на шестерне привода масляного насоса эмульсия Укринол-1М 8-10%, На операциях зуборезки и шевинговки используется масло И12А - 80% и ЛЗ 26СО - 20%, Кроме того звездочка каленвала проходит индукционную закалку зубьев на глубину 0,3-0,8мм в среде охлаждения эмульсией с последующим отпуском в печи при температуре 160 - 190 С, на остальных операциях используется эмульсия 2-3% ВЭЛС-1.

Электроприемники корпуса относятся ко II и III категории надежности, имеются электроприемники I категории надежности – эвакуационное освещение, система приточной и вытяжной вентиляции, насосы системы пожаротушения [2].

2 Расчет ожидаемых электрических нагрузок корпуса

2.1 Расчет электрических нагрузок

Расчет производим по методу упорядоченных диаграмм [7-10]. Исходными данными для расчета являются спецификация технологического оборудования, режимы работы электроприемников, коэффициенты $K_{и}$ и $\cos\varphi$, которые определяются по справочникам [11].

Этапы выполнения расчета:

1. Все электроприемники разбивают на характерные группы и объединяют по месту подключения.

2. Для каждой характерной группы определяют среднюю активную и реактивную нагрузки

$$P_{см} = P_{ном} \cdot K_{и};$$

$$Q_{см} = P_{см} \cdot \operatorname{tg} \varphi,$$

где $\operatorname{tg} \varphi$ - коэффициент реактивной мощности, определяется через известное значение $\cos\varphi$.

3. Определяется средневзвешенный коэффициент использования для группы однотипных электроприёмников по формуле

$$K_{иср} = \frac{\sum_{i=1}^m P_{ном i} \cdot n_i \cdot K_{и i}}{\sum_{i=1}^m P_{ном i} \cdot n_i}.$$

5. Определяется эффективное число электроприемников в группе

$$n_{э} = (\sum P_n)^2 / \sum P_n^2.$$

6. По расчетным кривым [7] определяется коэффициент максимума

$$K_M = f(n_{э}, K_{иср}).$$

7. Вычисляются расчётные нагрузки:

$$P_p = K_M \cdot P_{ср};$$

$$Q_p = 1,1 \cdot Q_{cp}, \text{ если } n_{\text{э}} \leq 10;$$

$$Q_p = Q_{cp}, \text{ если } n_{\text{э}} > 10.$$

8. Определяется полная расчётная нагрузка:

$$S_p \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}.$$

9. Определяется расчётный ток:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{л}}}.$$

Основные данные и расчётные величины нагрузки корпуса механосборочного производства сведены в таблице 2.1.

2.2 Расчет нагрузок электрического освещения

В данном разделе произведен выбор осветительных приборов производственных и вспомогательных помещений. Выбор мощности светильников производится в соответствии с нормами проектирования искусственного освещения [7]. Расчет производится методом коэффициента использования светового потока [7,14].

При расчете осветительной нагрузки методом коэффициента использования световой поток ламп в каждом светильнике, необходимый для создания заданной минимальной освещенности E_H , определяется по формуле

$$\Phi = \frac{E_H \cdot K_{\text{зан}} \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta};$$

где $K_{\text{зан}}$ – коэффициент запаса;

S – площадь освещаемой поверхности м^2 ;

$z = E_{CP} / E_H$ – коэффициент минимальной освещенности, E_{CP} – средняя освещенность;

N – число светильников;

η – коэффициент использования светового потока источника света.

Для расчетов принимаем следующие коэффициенты отражения потолка, стен и рабочей поверхности: $\rho_n = 50\%$; $\rho_c = 30\%$; $\rho_{нов} = 10\%$ [14].

По значению Φ выбирается стандартная лампа так, чтобы световой поток отличался от расчетного значения Φ на -10...+20%. При невозможности выбора источника света с таким приближением корректируется число светильников.

Коэффициент использования светового потока η является функцией индекса помещения i

$$i = \frac{A \cdot B}{h(A + B)},$$

где A - длина помещения;

B – ширина помещения;

h – расчетная высота подвеса светильника.

мощностью 400 Вт.

Активная и реактивная мощность освещения определяется по формулам:

$$P_{осв} = 1,1 N P_{л};$$

$$Q_{осв} = P_{осв} \operatorname{tg} \varphi.$$

В корпусе устанавливаем светильники типа СПОГ-700 с лампами ДРИ-700 [18].

Количество светильников $N = 1134$.

Общая мощность осветительной нагрузки корпуса $P_{осв} = 1058,4$ кВт.

Таблица 2.1 - Расчет нагрузок корпуса механосборочного производства

Наименование ЭП	n	Приведённая к ПВ=100% установленная мощность		m	Ки	cosφ	tgφ	Средняя нагрузка		n _э	Км	Максимальная нагрузка			
		Мощн. одного наиб. и наим. ЭП, кВт	Суммарная мощность, кВт					Рс кВт	Qс квар			Р _р кВт	Q _р квар	S _р кВА	I _р А
ШРА 29/2-1															
Агрегатный станок	1	3	3		0,16	0,55	1,52	0,48	0,729						
Токарный станок	3	20,2-38,2	96,6		0,16	0,55	1,52	15,46	23,47						
Обдел. шлифовальный станок	2	21	42		0,16	0,55	1,52	6,72	10,2						
Контрольное оборудование	1	60	60		0,12	0,4	2,29	7,2	16,5						
Зуборезный станок	1	15,5	15,5		0,16	0,55	1,52	2,48	3,766						
Моечная машина	1	20	20		0,7	0,85	0,62	14	8,676						
Фрезерный станок	7	7,5-15	60		0,16	0,55	1,52	9,6	14,58						
Протяжной стан	1	22	22		0,16	0,55	1,52	3,52	5,345						
Шлифовальный станок	2	14,7-35	49,7		0,16	0,55	1,52	7,952	12,07						
Контрольное оборудование	1	3	3		0,12	0,4	2,29	0,36	0,825						
Всего:	20	3,0-60	371,8	>3	0,18		1,42	67,77	96,16	15,9	1,67	113,17	96,165	148,5	213,38
ШРА 29/2-2															
Обдел. шлифовальный станок	2	15-15,9	30,9		0,16	0,55	1,52	4,944	7,507						
Токарный станок	3	18-38	76,2		0,16	0,55	1,52	12,19	18,51						
Шлифовальный станок	6	13	78		0,16	0,55	1,52	12,48	18,95						
Межоперационный транспорт	5	4,1-6	26,3		0,55	0,75	0,88	14,47	12,76						
Моечная машина	6	8,5-15	59		0,7	0,85	0,62	41,3	25,6						
Всего:	22	4,1-38	270,4	>3	0,32		0,98	85,38	83,32	14,2	1,44	122,95	83,324	148,5	213,4
ШМА 29/2	42	3,0-60	642,2					153,1	179,5			236,12	179,49	297	426,77
ШРА 29/4-1															
Токарный станок	3	22-25	69		0,16	0,55	1,52	11,04	16,76						
Фрезерный станок	1	10	10		0,16	0,55	1,52	1,6	2,43						

Расточный станок	2	19,1	38,2		0,16	0,55	1,52	6,112	9,281						
Протяжной станок	2	24,1-35	59,1		0,16	0,55	1,52	9,456	14,36						
Шлифовальный станок	4	12,3-25	77,3		0,16	0,55	1,52	12,37	18,78						
Шлифовальный станок	7	5,0-13	57		0,16	0,55	1,52	9,12	13,85						
Межоперационный транспорт	1	12	12		0,55	0,75	0,88	6,6	5,821						
Межоперационный транспорт	2	21	42		0,55	0,75	0,88	23,1	20,37						
Межоперационный транспорт	1	15	15		0,55	0,75	0,88	8,25	7,276						
Моечная машина	1	14	14		0,7	0,85	0,62	9,8	6,073						
Всего:	24	5,0-35	393,6	>3	0,25		1,19	97,45	115	22,5	1,38	134,48	115	176,9	254,23
ШРА 29/4-2															
Обдел. шлифовальный станок	2	15	30		0,16	0,55	1,52	4,8	7,289						
Токарный станок	3	20	60		0,16	0,55	1,52	9,6	14,58						
Малый пресс простого действия	6	3,0-7,0	26		0,16	0,6	1,33	4,16	5,547						
Всего:	11	3,0-20	116	>3	0,16			18,56	27,41	11,6	2	37,12	27,413	46,14	66,3
ШРА 29/4-3															
Токарный станок	8	20-25	169		0,16	0,55	1,52	27,04	41,06						
Фрезерный станок	2	7,5	15		0,16	0,55	1,52	2,4	3,644						
Расточный станок	1	19,1	19,1		0,16	0,55	1,52	3,056	4,64						
Зуборезный станок	1	25	25		0,16	0,55	1,52	4	6,074						
Шлифовальный станок	1	25	25		0,16	0,55	1,52	4	6,074						
Шлифовальный станок	4	4,0-12	40		0,16	0,55	1,52	6,4	9,718						
Накатный станок	1	46	46		0,17	0,65	1,17	7,82	9,143						
Межоперационный транспорт	1	19,5	19,5		0,55	0,75	0,88	10,73	9,459						
Моечная машина	1	14	14		0,7	0,85	0,62	9,8	6,073						
Всего:	20	4,0-6	372,6	>3	0,2		1,27	75,24	95,89	16,2	1,58	118,88	95,885	152,7	219,44
ШРА 29/4-4															
Моечная машина	3	8,0-12,8	32,8		0,7	0,85	0,62	22,96	14,23						
Шлифовальный станок	1	15	15		0,16	0,55	1,52	2,4	3,644						
Агрегатный станок	2	10,2-13	23,2		0,16	0,55	1,52	3,712	5,637						
Токарный станок	1	20,2	20,2		0,16	0,55	1,52	3,232	4,908						
Шлифовальный станок	2	11	22		0,16	0,55	1,52	3,52	5,345						
Всего:	9	8,0-20,2	113,2	<3	0,32		0,94	35,82	33,76	8,6	1,65	59,11	37,139	69,81	100,3
ШМА 29/4															

Всего:	64	30-46	995,4	>3				227,1	272,1		1,4	349,59	275,44	445,6	640,27
ШРА 29/6-2															
Местное освещение	2	3	6		0,6	0,7	1,02	3,6	3,673						
Искровая обработка металла	1	16	16		0,25	0,7	1,02	4	4,081						
Дуговые сварочные машины	1	19	19		0,35	0,6	1,33	6,65	8,867						
Агрегатный станок	6	11-26,3	97,1		0,17	0,65	1,17	16,51	19,3						
Токарный станок	1	40	40		0,17	0,65	1,17	6,8	7,95						
Сверлильный станок	1	3	3		0,16	0,55	1,52	0,48	0,729						
Шлифовальный станок	2	36	72		0,16	0,55	1,52	11,52	17,49						
Специальные станки	1	7	7		0,16	0,55	1,52	1,12	1,701						
Малый пресс простого действия	2	3	6		0,16	0,6	1,33	0,96	1,28						
Моечная машина	1	14	14		0,7	0,85	0,62	9,8	6,073						
Всего:	18	30-40	280,1	>3	0,22		1,16	61,44	71,15	14	1,64	100,76	71,145	123,3	177,22
ШРА 29/6-3															
Агрегатный станок	2	11,47	22,94		0,16	0,55	1,52	3,67	5,573						
Протяжной стан	1	18,35	18,35		0,16	0,55	1,52	2,936	4,458						
Шлифовальный станок	1	15	15		0,16	0,55	1,52	2,4	3,644						
Всего:	4	11,47-18,35	56,29	<3	0,16		1,52	9,006	13,68	4	3	27,02	15,044	30,92	44,432
ШМА 29/6															
Автоматическая линия	3	145,2-200	495,2		0,55	0,7	1,02	272,4	277,9						
Малый пресс простого действия	2	3,5	7		0,16	0,6	1,33	1,12	1,493						
Неподвижная сварочная машина	2	190	380		0,25	0,7	1,02	95	96,92						
Всего:	7	3,5-200	882,2	>3	0,42		1,02	368,5	376,3	8,82	1,46	537,98	413,9	678,8	975,26
Итого по ШМА 29/6:	29	30-200						438,9	461,1			665,76	500,09	833	1196,9
ШРА 29/7-1															
Межоперационный транспорт	2	4	8		0,55	0,75	0,88	4,4	3,88						
Местное освещение	2	1	2		0,6	0,8	0,75	1,2	0,9						
Фрезерный станок	3	27-30	86		0,17	0,65	1,17	14,62	17,09						
Агрегатный станок	4	7,0-25	74		0,16	0,55	1,52	11,84	17,98						
Всего:	11	1,0-30	170	>3	0,19		1,24	32,06	39,85	8,25	1,91	61,23	39,852	73,06	104,97
ШРА 29/7-2															
Специальная установка	1	15	15		0,55	0,75	0,88	8,25	7,276						
Агрегатный станок	4	20	80		0,16	0,55	1,52	12,8	19,44						

Всего:	5	15-20	95	<3	0,22		1,26	21,05	26,71	5	2,34	49,26	29,384	57,36	82,407
ШРА 29/7-3															
Искровая обработка металла	1	16	16		0,25	0,7	1,02	4	4,081						
Дуговые сварочные машины	1	22	22		0,35	0,6	1,33	7,7	10,27						
Агрегатный станок	4	85-25	95		0,16	0,55	1,52	15,2	23,08						
Сверлильный станок	1	5	5		0,16	0,55	1,52	0,8	1,215						
Шлифовальный станок	1	33,5	33,5		0,16	0,55	1,52	5,36	8,139						
Малый пресс простого действия	10	30-7	48		0,16	0,6	1,33	7,68	10,24						
Многоточечная сварочная машина	1	1,91	1,91		0,35	0,6	1,33	0,669	0,891						
Контрольное оборудование	6	1,74	10,44		0,12	0,4	2,29	1,253	2,871						
Всего:	25	1,74-33,5	231,9	>3	0,18			42,66	57,91	19,5	1,53	65,27	57,914	87,26	125,37
ШМА 29/7															
Автоматическая аппаратура	3	130	390		0,55	0,75	0,88	214,5	189,2	3	1,7	364,65	208,09	419,8	915,98
Итого по ШМА 29/7:	44	1,0-200						310,3	313,6			540,41	335,24	637,5	1228,7
ШРА 29/8-1															
Расточный станок	2	7,0-15,5	22,5		0,16	0,55	1,52	3,6	5,467						
Зуборезный станок	2	25-35	60		0,17	0,65	1,17	10,2	11,93						
Протяжной стан	1	22	22		0,16	0,55	1,52	3,52	5,345						
Шевинговальный станок	2	12	24		0,16	0,55	1,52	3,84	5,831						
Шлифовальный станок	2	60-12	18		0,16	0,55	1,52	2,88	4,373						
Накатный станок	2	15-46	61		0,17	0,65	1,17	10,37	12,12						
Контрольное оборудование	1	1	1		0,12	0,4	2,29	0,12	0,275						
Межоперационный транспорт	1	19,5	19,5		0,55	0,75	0,88	10,73	9,459						
Межоперационный транспорт	2	15	30		0,55	0,75	0,88	16,5	14,55						
Межоперационный транспорт	1	15	15		0,55	0,75	0,88	8,25	7,276						
Межоперационный транспорт	1	14	14		0,55	0,75	0,88	7,7	6,791						
Всего:	17	1,0-46	287	>3	0,27			77,71	83,42	12,5	1,6	124,33	83,417	149,7	215,11
ШРА 29/8-2															
Агрегатный станок	3	13-74	100		0,17	0,65	1,17	17	19,88						
Токарный станок	7	19-20,2	140		0,16	0,55	1,52	22,4	34,01						
Всего:	10	13-74	240	>3	0,16			39,4	53,89	9,39	2,14	84,32	59,278	103,1	148,09
ШМА 29/8															
Малый пресс простого действия	1	3	3		0,16	0,6	1,33	0,48	0,64	1	3,5	1,68	0,704	1,822	2,6172

Итого по ШМА 29/8:	28	1,0-74						117,6	137,9			210,32	143,4	254,6	365,82
Итого по ТП 29	207							1247	1364			2002,2	1433,7	2468	3858,5
ШРА 30/2-1															
Токарный станок	3	20-22	64		0,16	0,55	1,52	10,24	15,55						
Протяжной стан	1	30	30		0,17	0,65	1,17	5,1	5,963						
Всего:	4	20-30	94	<3	0,16			15,34	21,51	4	3,02	46,33	23,663	52,02	74,742
ШРА 30/2-10															
Межоперационный транспорт	1	1,6	1,6		0,55	0,75	0,88	0,88	0,776						
Моечная машина	4	21-25,25	92,5		0,7	0,85	0,62	64,75	40,13						
Всего:	5	1,6-25,2	94,1	>3	0,7			65,63	40,9	7,47	1,205	79,08	44,995	90,99	130,73
ШРА 30/2-11															
Шлифовальный станок	4	20-50	165		0,16	0,55	1,52	26,4	40,09						
Протирочный станок	1	45	4,5		0,16	0,55	1,52	0,72	1,093						
Плоскошлифовальный станок	1	30	30		0,35	0,65	1,17	10,5	12,28						
Контрольное оборудование	2	1,0-2	3		0,6	0,7	1,02	1,8	1,836						
Межоперационный транспорт	1	1	1		0,55	0,75	0,88	0,55	0,485						
Межоперационный транспорт	1	4	4		0,55	0,75	0,88	2,2	1,94						
Всего:	10	1,0-50	207,5	>3	0,2			42,17	57,72	8,3	1,96	82,65	63,491	104,2	149,75
ШРА 30/2-2															
Зуборезный станок	2	36-50	86		0,17	0,65	1,17	14,62	17,09						
Шлифовальный станок	2	281	5,62		0,16	0,55	1,52	0,899	1,365						
Всего:	4	281-50	91,62	>3	0,17			15,52	18,46	3	2,7	41,90	20,304	46,56	66,899
ШРА 30/2-3															
Портальный манипулятор	1	36	36		0,6	0,8	0,75	21,6	16,2						
Межоперационный транспорт	1	5	5		0,55	0,75	0,88	2,75	2,425						
Шевинговальный станок	2	11	22		0,16	0,55	1,52	3,52	5,345						
Межоперационный транспорт	1	8	8		0,55	0,75	0,88	4,4	3,88						
Всего:	5	5,0-36	71	>3	0,45			32,27	27,85	3,94	1,67	53,89	30,636	61,99	89,066
ШРА 30/2-4															
Токарный станок	4	28	112		0,17	0,65	1,17	19,04	22,26						
Расточный станок	2	22	44		0,16	0,55	1,52	7,04	10,69						
Специальные станки	2	1,2	2,4		0,16	0,55	1,52	0,384	0,583						
Межоперационный транспорт	1	3	3		0,55	0,75	0,88	1,65	1,455						

Всего:	9	1,2-28	161,4	>3	0,17			28,11	34,99	7,17	2,29	64,38	34,989	73,27	105,28
ШПА 30/2-5															
Зуборезный станок	2	22^2	64		0,17	0,55	1,52	10,88	16,52						
Обдел. шлифовальный станок	3	281-12	17,62		0,16	0,55	1,52	2,819	4,281						
Межоперационный транспорт	1	10	10		0,55	0,75	0,88	5,5	4,851						
Всего:	6	28-42	91,62	>3	0,21			19,2	25,65	4,36	2,53	48,57	28,218	56,18	80,712
ШПА 30/2-6															
Установка фосфотирования	1	23,5	23,5		0,5	0,7	1,02	11,75	11,99						
Моечная машина	1	29,75	29,75		0,7	0,85	0,62	20,83	12,91						
Шевинговальный станок	2	11,0-15	26		0,16	0,55	1,52	4,16	6,317						
Межоперационный транспорт	1	5	5		0,55	0,75	0,88	2,75	2,425						
Всего:	5	5,0-29,75	84,25	>3	0,47			39,49	33,64	5,66	1,63	64,36	36,999	74,24	106,66
ШПА 30/2-7															
Токарный станок	5	20	100		0,16	0,55	1,52	16	24,3						
Фрезерный станок	1	66	6,6		0,16	0,55	1,52	1,056	1,604						
Шлифовальный станок	1	30	30		0,16	0,55	1,52	4,8	7,289						
Всего:	7	6,6-30	136,6	>3	0,16			21,86	33,19	6,99	2,4	52,45	36,507	63,91	91,822
ШПА 30/2-8															
Межоперационный транспорт	1	4	4		0,55	0,75	0,88	2,2	1,94						
Агрегатный станок	1	24,85	24,85		0,16	0,55	1,52	3,976	6,037						
Зуборезный станок	3	32	96		0,17	0,65	1,17	16,32	19,08						
Межоперационный транспорт	1	8	8		0,55	0,75	0,88	4,4	3,88						
Всего:	6	40-32	132,9	>3	0,2			26,9	30,94	8,3	1,96	52,72	34,032	62,75	90,154
ШПА 30/2-9															
Токарный станок	1	20	20		0,16	0,55	1,52	3,2	4,859						
Шевинговальный станок	2	11,0-15	26		0,16	0,55	1,52	4,16	6,317						
Обдел. шлифовальный станок	3	30-23	33,5		0,16	0,55	1,52	5,36	8,139						
Межоперационный транспорт	1	4	4		0,55	0,75	0,88	2,2	1,94						
Моечная машина	1	22	22		0,7	0,85	0,62	15,4	9,544						
Всего:	8	30-22	105,5	>3	0,29			30,32	30,8	9,59	1,62	49,12	33,879	59,67	85,732
ШМА 30/2	69	1,0-50						336,8	355,6			635,46	387,71	745,8	1071,5
ШПА 30/4-1															
Токарный станок	8	19	152		0,16	0,55	1,52	24,32	36,93						

Протяжной стан	1	22	22		0,16	0,55	1,52	3,52	5,345						
Шлифовальный станок	2	40	80		0,16	0,55	1,52	12,8	19,44						
Межоперационный транспорт	1	10	10		0,4	0,75	0,88	4	3,528						
Всего:	12	10,0-40	264	>3	0,17			44,64	65,24	10,6	1,8	80,35	65,239	103,5	148,71
Ш РА 30/4-13															
Шлифовальный станок	1	11	11		0,16	0,55	1,52	1,76	2,673						
Плоскошлифовальный станок	1	67	67		0,35	0,65	1,17	23,45	27,42						
Контрольное оборудование	3	1,6-3	6,2		0,12	0,4	2,29	0,744	1,705						
Межоперационный транспорт	2	5	10		0,4	0,75	0,88	4	3,528						
Всего:	7	1,6-67	94,2	>3	0,32			29,95	35,32	2,81	2,4	71,89	38,853	81,72	117,41
ШРА 30/4-2															
Зуборезный станок	4	20	80		0,16	0,55	1,52	12,8	19,44						
Шлифовальный станок	2	40	80		0,16	0,55	1,52	12,8	19,44						
Межоперационный транспорт	1	7	7		0,4	0,75	0,88	2,8	2,469						
Моечная машина	1	16	16		0,7	0,85	0,62	11,2	6,941						
Всего:	8	7,0-40	183	>3	0,22			39,6	48,28	9,15	1,85	73,26	53,112	90,49	130,01
ШРА 30/4-3															
Моечная машина	3	20-29,75	69,75		0,7	0,85	0,62	48,83	30,26						
Шевинговальный станок	1	10	10		0,16	0,55	1,52	1,6	2,43						
Контрольное оборудование	1	3	3		0,12	0,4	2,29	0,36	0,825						
Межоперационный транспорт	1	11	11		0,4	0,75	0,88	4,4	3,88						
Межоперационный транспорт	1	6	6		0,4	0,75	0,88	2,4	2,117						
Всего:	7	30-29,75	99,75	>3	0,4			57,59	39,51	6,71	1,64	94,44	43,462	104	149,37
ШРА 30/4-4															
Токарный станок	4	38-73	222		0,17	0,65	1,17	37,74	44,12						
Центровочный станок	1	32	32		0,17	0,65	1,17	5,44	6,36						
Межоперационный транспорт	1	12	12		0,4	0,75	0,88	4,8	4,233						
Всего:	6	12,0-73	266	>3	0,21			47,98	54,72	7,29	2,06	98,84	60,188	115,7	166,27
ШРА 30/4-5															
Накатный станок	2	36,5	73		0,17	0,65	1,17	12,41	14,51						
Моечная машина	2	22-29,75	51		0,7	0,85	0,62	35,7	22,12						
Всего:	4	22-36,5	124	<3	0,39			48,11	36,63	4	1,9	91,41	40,297	99,9	143,53
ШРА 30/4-6															

Шевинговальный станок	2	10,5	21		0,16	0,55	1,52	3,36	5,102						
Межоперационный транспорт	2	30-40	70		0,4	0,75	0,88	28	24,69						
Контрольное оборудование	8	3	24		0,12	0,4	2,29	2,88	6,599						
Контрольное оборудование	2	1	2		0,12	0,4	2,29	0,24	0,55						
Моечная машина	3	14	48		0,7	0,85	0,62	33,6	20,82						
Сборочный стенд	1	5	5		0,16	0,55	1,52	0,8	1,215						
Всего:	18	1,0-40	170	>3	0,35			68,88	58,98	8,5	1,61	110,90	64,881	128,5	184,6
ШПА 30/4-7															
Межоперационный транспорт	1	30	30		0,4	0,75	0,88	12	10,58						
Протирочный станок	1	1,6	1,6		0,16	0,55	1,52	0,256	0,389						
Моечная машина	1	30	30		0,7	0,85	0,62	21	13,01						
Шлифовальный станок	4	5,0-36	67		0,16	0,55	1,52	10,72	16,28						
Всего:	7	1,6-36	128,6	>3	0,34			43,98	40,26	7,14	1,71	75,20	44,291	87,27	125,39
ШМА 30/4															
Автоматическая аппаратура	2	130	260		0,55	0,75	0,88	143	126,1	2	1,78	254,54	138,73	289,9	416,51
Итого по ШМА 30/4:	71	1,0-130						523,7	505,1			950,82	549,05	1101	1581,8
ШПА 30/6-1															
Токарный станок	4	20	80		0,16	0,55	1,52	12,8	19,44						
Зуборезный станок	2	36	72		0,17	0,65	1,17	12,24	14,31						
Шевинговальный станок	2	10,0-15	25		0,16	0,55	1,52	4	6,074						
Контрольное оборудование	1	1	1		0,12	0,4	2,29	0,12	0,275						
Малый пресс простого действия	1	5	5		0,16	0,6	1,33	0,8	1,067						
Всего:	10	1,0-36	183	>3	0,16			29,96	41,16	8,1	2,28	68,31	41,162	79,75	114,59
ШПА 30/6-2															
Межоперационный транспорт	1	20	20		0,55	0,7	1,02	11	11,22						
Шлифовальный станок	6	28-37	202		0,16	0,55	1,52	32,32	49,08						
Всего:	7	20-37	222	<3	0,2			43,32	60,3	7	2,1	90,97	66,33	112,6	161,76
ШПА 30/6-3															
Токарный станок	4	20	80		0,16	0,55	1,52	12,8	19,44						
Фрезерный станок	1	10	10		0,16	0,55	1,52	1,6	2,43						
Расточный станок	1	19,1	19,1		0,16	0,55	1,52	3,056	4,64						
Протяжной стан	2	35-93,5	128,5		0,17	0,65	1,17	21,85	25,54						
Шлифовальный станок	8	12,3-41	272,3		0,16	0,55	1,52	43,57	66,16						

Обдел. шлифовальный станок	3	12	36		0,16	0,55	1,52	5,76	8,746						
Накатный станок	1	10	10		0,16	0,55	1,52	1,6	2,43						
Малый пресс простого действия	1	20	20		0,16	0,6	1,33	3,2	4,267						
Межоперационный транспорт	2	7	14		0,55	0,75	0,88	7,7	6,791						
Межоперационный транспорт	1	21	21		0,55	0,75	0,88	11,55	10,19						
Межоперационный транспорт	1	4	4		0,55	0,75	0,88	2,2	1,94						
Межоперационный транспорт	1	10	10		0,55	0,75	0,88	5,5	4,851						
Моечная машина	1	14	14		0,7	0,85	0,62	9,8	6,073						
Всего:	27	493,5	638,9	>3	0,2			130,2	163,5	13,7	1,69	220,00	163,49	274,1	393,82
ШМА 30/6															
Автоматическая аппаратура	1	130	130		0,55	0,75	0,88	71,5	63,06	1	1,8	128,70	69,363	146,2	210,06
Итого по ШМА 30/6:	45	1,0-130						275	328			507,98	340,34	612,6	880,22
Итого по ТП 30	185							1135	1189			2094,3	1277,1	2459	3533,6
ШРА 31/2-1															
Токарный станок	4	11,0-15	48		0,16	0,55	1,52	7,68	11,66						
Шлифовальный станок	2	55	110		0,16	0,55	1,52	17,6	26,73						
Всего:	6	11,0-55	158	>3	0,16			25,28	38,39	5	2,8	70,78	42,226	82,42	118,42
ШРА 31/2-2															
Агрегатный станок	9	6,0-5	205		0,17	0,55	1,52	34,85	52,92						
Моечная машина	1	13,2	13,2		0,7	0,85	0,62	9,24	5,726						
Расточный станок	1	19	19		0,16	0,55	1,52	3,04	4,616						
Агрегатный станок	1	30	30		0,17	0,65	1,17	5,1	5,963						
Шлифовальный станок	2	38,7	77,4		0,16	0,55	1,52	12,38	18,8						
Протяжной станок	1	18	18		0,16	0,55	1,52	2,88	4,373						
Всего:	15	60-45	362,6	>3	0,19			67,49	92,4	14	1,65	111,37	92,402	144,7	207,91
ШРА 31/2-3															
Моечная машина	1	29	29		0,7	0,85	0,62	20,3	12,58						
Агрегатный станок	4	12,5-35	107,5		0,17	0,55	1,52	18,28	27,75						
Шлифовальный станок	2	34,5	69		0,16	0,55	1,52	11,04	16,76						
Установка для индукционной	1	20	20		0,75	0,35	2,68	15	40,15						
Всего:	8	12,5-35	225,5	<3	0,43			64,62	97,24	8	1,48	95,63	106,97	143,5	206,15
ШРА 31/2-5															
Токарный станок	5	15,0-40	125		0,17	0,65	1,17	21,25	24,84						

Моечная машина	1	15,2	15,2		0,7	0,85	0,62	10,64	6,594						
Машина для искровой обработки	1	16	16		0,25	0,7	1,02	4	4,081						
Всего:	7	15,0-40	156,2	<3	0,23			35,89	35,52	7	2	71,78	39,071	81,72	117,42
ШМА 31/2															
Автоматическая линия	2	95-170	265		0,55	0,7	1,02	145,8	148,7						
Установка для индукционной	2	50-75	125		0,75	0,35	2,68	93,75	250,9						
Всего:	4	50-170	390	>3	0,61			239,5	399,6	4,59	1,43	342,49	439,57	557,2	800,63
Итого по ШМА 31/2:	40	6-170						432,8	663,2			692,04	720,24	1010	1450,5
ШРА 31/4-1															
Токарный станок	11	38	418		0,16	0,55	1,52	66,88	101,6						
Фрезерный станок	2	47	9,4		0,16	0,55	1,52	1,504	2,284						
Центровочный станок	1	36	36		0,16	0,55	1,52	5,76	8,746						
Всего:	14	4,7-38	463,4	>3	0,16			74,14	112,6	13	1,54	114,18	112,59	160,4	230,39
ШРА 31/4-2															
Токарный станок	4	30-78	216		0,16	0,55	1,52	34,56	52,48						
Протяжной станок	4	23,1-65	152,7		0,16	0,55	1,52	24,43	37,1						
Шлифовальный станок	3	37-49	124,7		0,16	0,55	1,52	19,95	30,3						
Всего:	11	23,1-78	493,4	>3	0,16			78,94	119,9	12,7	1,87	147,63	119,87	190,2	273,23
ШРА 31/4-3															
Центровочный станок	3	17-36	70		0,16	0,55	1,52	11,2	17,01						
Токарный станок	7	18,5-75	225		0,17	0,65	1,17	38,25	44,72						
Шлифовальный станок	6	37,85	227,1		0,17	0,65	1,17	38,61	45,14						
Всего:	16	17-75	522,1	>3	0,2			88,06	106,9	13,9	1,8	158,50	106,86	191,2	274,66
ШРА 31/4-4															
Моечная машина	2	26	52		0,7	0,85	0,62	36,4	22,56						
Зуборезный станок	2	37	74		0,17	0,65	1,17	12,58	14,71						
Всего:	4	26-37	126	<3	0,3			48,98	37,27	4	2,14	104,82	40,993	112,5	161,71
ШМА 31/4															
Агрегатный станок	1	126	126		0,16	0,65	1,17	20,16	23,57						
Установка для индукционной	2	51	102		0,75	0,35	2,68	76,5	204,7						
Всего:	3	51-126	228	>3	0,42			96,66	228,3	3,62	1,7	164,32	251,15	300,1	431,22
Итого по ШМА 31/4:	48	4,7-126						386,8	604,9			689,45	631,47	954,4	1371,2
ШРА 31/6-2															

Шлифовальный станок	9	83,462	230,2		0,16	0,55	1,52	36,83	55,93						
Моечная машина	5	14,026	81,4		0,7	0,85	0,62	56,98	35,31						
Всего:	14	83,462	311,6	>3	0,3			93,81	91,24	13,5	1,47	137,90	91,242	165,4	237,58
ШРА 31/6-3															
Центровочный станок	4	36	144		0,17	0,55	1,52	24,48	37,17						
Агрегатный станок	6	5,1-25	83,8		0,16	0,55	1,52	13,41	20,36						
Накатный станок	2	18	36		0,16	0,55	1,52	5,76	8,746						
Спец. установка	6	25-18	45,62		0,16	0,55	1,52	7,299	11,08						
Шлифовальный станок	1	85	8,5		0,16	0,55	1,52	1,36	2,065						
Межоперационный транспорт	2	5,0-10	15		0,55	0,7	1,02	8,25	8,417						
Портальный манипулятор	7	6	42		0,6	0,7	1,02	25,2	25,71						
Всего:	28	5,1-36	374,9	<3	0,23			85,76	113,6	28	1,3	111,48	124,91	167,4	240,55
ШРА 31/6-4															
Обдел. шлифовальный станок	1	15	15		0,16	0,55	1,52	2,4	3,644						
Агрегатный станок	1	76	76		0,17	0,55	1,52	12,92	19,62						
Сборочная автоматическая линия	1	22	22		0,55	0,7	1,02	12,1	12,34						
Моечная машина	1	13	13		0,7	0,85	0,62	9,1	5,64						
Всего:	4	13-76	126	>3	0,29			36,52	41,25	3,32	1,9	69,39	45,372	82,91	119,12
ШРА 31/6-5															
Местное освещение	6	1,5	9		0,6	0,8	0,75	5,4	4,05						
Сборочный стенд	2	1,5-8	19,2		0,16	0,55	1,52	3,072	4,665						
Всего:	8	1,5-8	28,2	>3	0,3			8,472	8,715	7,05	1,8	15,25	9,5863	18,01	25,88
ШРА 31/6-6															
Местное освещение	3	1,5	4,5		0,6	0,8	0,75	2,7	2,025	3	1,5	4,05	2,2275	4,622	6,641
ШРА 31/6-7															
Автоматическая линия	2	32-85	134		0,55	0,7	1,02	73,7	75,19	2	1,6	117,92	82,708	144	206,95
ШМА31/6															
Автоматическая линия	2	85-296	381		0,55	0,7	1,02	209,6	213,8	2	1,4	293,37	235,16	376	540,21
Итого по ШМА 31/6:	61	1,5-296						510,5	545,8			749,37	591,21	958,3	1376,9
ШРА 31/7-1															
Шлифовальный станок	7	7,5-20	91,5		0,16	0,55	1,52	14,64	22,23						
Моечная машина	3	3,72-13,2	29		0,7	0,85	0,62	20,3	12,58						
Обдел. шлифовальный станок	1	8	8		0,16	0,55	1,52	1,28	1,944						

Всего:	11	3,72-20	128,5	>3	0,28			36,22	36,76	12,9	1,51	54,69	36,755	65,9	94,677
ШРА 31/7-2															
Токарный станок	3	25-30	85		0,17	0,65	1,17	14,45	16,89						
Расточный станок	1	19	19		0,16	0,55	1,52	3,04	4,616						
Моечная машина	1	12	12		0,7	0,85	0,62	8,4	5,206						
Шлифовальный станок	1	3,5	3,5		0,16	0,55	1,52	0,56	0,85						
Протяжной станок	1	8	8		0,16	0,55	1,52	1,28	1,944						
Установка для индукционной заковки	1	30	30		0,75	0,35	2,68	22,5	60,22						
Всего:	8	3,5-30	157,5	>3	0,32			50,23	89,73	10,5	1,52	76,35	89,73	117,8	169,28
ШРА 31/7-3															
Токарный станок	4	22-36	130		0,17	0,65	1,17	22,1	25,84						
Расточный станок	1	7	7		0,16	0,55	1,52	1,12	1,701						
Моечная машина	1	12	12		0,7	0,85	0,62	8,4	5,206						
Протяжной станок	1	20,4	20,4		0,16	0,55	1,52	3,264	4,956						
Шлифовальный станок	1	10	10		0,16	0,55	1,52	1,6	2,43						
Сверлильный станок	1	1,7	1,7		0,16	0,55	1,52	0,272	0,413						
Всего:	9	1,7-36	181,1	>3	0,2			36,76	40,54	10,1	1,84	67,63	40,543	78,85	113,29
ШРА 31/7-4															
Автоматическая линия	2	73-90	163		0,55	0,7	1,02	89,65	91,46	2	1,7	152,41	100,61	182,6	262,38
ШРА 31/7-5															
Автоматическая линия	1	192	192		0,55	0,7	1,02	105,6	107,7						
Балансировочный станок	1	18	18		0,16	0,55	1,52	2,88	4,373						
Всего:	2	18-192	210	>3	0,52			108,5	112,1	2,19	2,1	227,81	123,32	259	372,19
ШРА 31/7-6															
Токарный станок	2	47,4	94,8		0,17	0,65	1,17	16,12	18,84						
Зуборезный станок	5	12,5-16	73		0,16	0,55	1,52	11,68	17,74						
Агрегатный станок	2	44-7,5	12		0,16	0,55	1,52	1,92	2,915						
Шлифовальный станок	2	19	38		0,16	0,55	1,52	6,08	9,232						
Всего:	11	4,4-47,4	217,8	>3	0,16			35,8	48,73	9,5	2,12	75,89	53,598	92,91	133,49
ШРА 31/7-7															
Зуборезный станок	10	16	160		0,16	0,55	1,52	25,6	38,87						
Расточный станок	2	19	38		0,16	0,55	1,52	6,08	9,232						
Всего:	12	16-19	198	<3	0,16			31,68	48,11	12	1,98	62,73	52,916	82,07	117,91

ШМА31/7															
Автоматическая линия	2	90-128	218		0,55	0,7	1,02	119,9	122,3	2	1,6	191,84	134,55	234,3	336,67
Всего:	2	90-128	218	>3	0,55			119,9	122,3	2	1,6	191,84	134,55	234,3	336,67
Итого по ШМА 31/7:	57	1,7-128						508,7	589,7			909,34	632,02	1114	1599,9
ШРА 31/8-1															
Зуборезный станок	6	9,6-16	78,2		0,16	0,55	1,52	12,51	19						
Шевинговальный станок	4	5,0-12	39		0,16	0,55	1,52	6,24	9,475						
Моечная машина	1	12	12		0,7	0,85	0,62	8,4	5,206						
Протяжной станок	2	13-42	55		0,17	0,65	1,17	9,35	10,93						
Всего:	13	5,0-42	184,2	>3	0,2			36,5	44,61	8,77	1,92	70,08	49,073	85,56	122,93
ШРА 31/8-2															
Токарный станок	7	14-37	145,5		0,17	0,65	1,17	24,74	28,92	7	2,2	54,42	31,81	63,03	90,564
ШРА 31/8-4															
Зуборезный станок	6	11,0-16	109,3		0,16	0,55	1,52	17,49	26,56	6	2,6	45,49	29,221	54,06	77,677
ШРА 31/8-5															
Установка для термической обработки	1	36	36		0,8	0,95	0,33	28,8	9,466						
Фрезерный станок	1	7,5	7,5		0,16	0,55	1,52	1,2	1,822						
Агрегатный станок	1	28,5	28,5		0,17	0,65	1,17	4,845	5,664						
Всего:	3	7,5-36	72	>3	0,48			34,85	16,95	4	1,65	57,49	18,648	60,44	86,843
ШРА 31/8-6															
Автоматическая линия															
с транспортным устройством	1	112	112		0,55	0,7	1,02	61,6	62,84						
Специальные станки	2	1,5	3		0,16	0,55	1,52	0,48	0,729						
Межоперационный транспорт	2	3,0-6,5	9,5		0,55	0,75	0,88	5,225	4,608						
Всего:	5	3,0-112	124,5	>3	0,54			67,31	68,18	2,22	2,08	139,99	75	158,8	228,19
ШРА 31/8-7															
Местное освещение	2	1,5	3		0,6	0,8	0,75	1,8	1,35	2	1,4	2,52	1,485	2,925	4,2026
ШМА 31/8															
Установка для индукционной	2	85	170		0,75	0,35	2,68	127,5	341,2						
Всего:	2	85-228	170	>3	0,75			127,5	341,2	1,49	1,4	178,50	375,37	415,6	597,2
Итого по ШМА 31/8:	38	1,5-228						310,2	527,8			548,49	580,61	840,5	1207,6
Итого по ТП 31	244							2149	2931			3588,7	3155,5	4876	7006,2

ШРА 32/2-1															
Специальные станки	1	4,62	4,62		0,16	0,55	1,52	0,739	1,122						
Шлифовальный станок	3	36,49	134		0,16	0,55	1,52	21,44	32,56						
Токарный станок	2	36	72		0,17	0,65	1,17	12,24	14,31						
Всего:	6	4,62*9	210,6	>3	0,16			34,42	47,99	8,6	2,1	72,28	52,788	89,5	128,6
ШРА 32/2-2															
Малый пресс простого действия	1	5	5		0,16	0,6	1,33	0,8	1,067						
Моечная машина	1	13,2	13,2		0,7	0,85	0,62	9,24	5,726						
Установка фосфотирования	1	30	30		0,5	0,7	1,02	15	15,3						
Установка для гальв. обработок	1	19,3	19,3		0,5	0,7	1,02	9,65	9,845						
Всего:	4	5,0-30	67,5	>3	0,51			34,69	31,94	4,5	1,6	55,50	35,135	65,69	94,382
ШРА 32/2-3															
Токарный станок	10	5	50		0,16	0,55	1,52	8	12,15						
Моечная машина	3	16-18	52		0,7	0,85	0,62	36,4	22,56						
Шлифовальный станок	3	32	96		0,16	0,55	1,52	15,36	23,32						
Портальный манипулятор	1	25	2,5		0,6	0,8	0,75	1,5	1,125						
Всего:	17	2,5-18	200,5	<3	0,31			61,26	59,16	22,3	1,31	80,25	59,155	99,7	143,24
ШМА 32/2															
Автоматическая линия															
с транспортным устройством	2	100-270	370		0,55	0,7	1,02	203,5	207,6						
Установка для индукционной заправки	2	58-70	128		0,75	0,35	2,68	96	256,9						
Всего:	4	58-270	498	>3	0,6			299,5	464,5	3,69	1,46	437,27	511	672,6	966,31
Итого по ШМА 32/2:	31	1,5-228						429,9	603,6			645,3	658,08	927,4	1332,5
ШРА 32/4-1															
Плоскошлифовальный станок	3	64	192		0,35	0,65	1,17	67,2	78,57						
Сверлильный станок	1	6,6	6,6		0,16	0,55	1,52	1,056	1,604						
Всего:	4	6,6-64	198,6	>3	0,34			68,26	80,17	6,21	1,72	117,40	88,186	146,8	210,97
ШРА 32/4-2															
Плоскошлифовальный станок	2	64	128		0,35	0,65	1,17	44,8	52,38						
Агрегатный станок	2	58-11	16,8		0,16	0,55	1,52	2,688	4,082						
Сверлильный станок	1	6,1	6,1		0,16	0,55	1,52	0,976	1,482						
Моечная машина	1	25,25	25,25		0,7	0,85	0,62	17,68	10,95						
Всего:	6	5,8-64	176,2	>3	0,38			66,14	68,89	5,5	1,78	117,73	75,784	140	201,16

ШРА 32/4-3															
Сборочный стенд	11	4	44		0,16	0,55	1,52	7,04	10,69						
Специальные установки	1	4	4		0,16	0,55	1,52	0,64	0,972						
Токарный станок	4	12,0-40	108		0,17	0,65	1,17	18,36	21,47						
Шлифовальный станок	2	35-125	16		0,16	0,55	1,52	2,56	3,887						
Сверлильный станок	1	0,6	0,6		0,16	0,55	1,52	0,096	0,146						
Моечная машина	1	132	13,2		0,7	0,85	0,62	9,24	5,726						
Всего:	20	40-40	185,8	>3	0,2			37,94	42,89	9,29	1,88	71,32	47,175	85,51	122,86
ШМА 32/4	30	40-64	560,6	>3				172,3	192			306,45	211,15	372,4	534,99
ШРА 32/6-1															
Фрезерный станок	1	1425	14,25		0,16	0,55	1,52	2,28	3,462						
Агрегатный станок	3	53-98	21,1		0,16	0,55	1,52	3,376	5,126						
Токарный станок	1	22	22		0,16	0,55	1,52	3,52	5,345						
Моечная машина	1	132	13,2		0,7	0,85	0,62	9,24	5,726						
Всего:	6	66-64	70,55	>3	0,26			18,42	19,66	2,2	2,4	44,20	21,626	49,21	70,698
ШРА 32/6-2															
Фрезерный станок	2	40-30	34		0,17	0,65	1,17	5,78	6,758						
Агрегатный станок	6	125-26,9	164,2		0,16	0,55	1,52	26,27	39,89						
Моечная машина	1	20	20		0,7	0,85	0,62	14	8,676						
Местное освещение	1	0,16	0,16		0,6	0,8	0,75	0,096	0,072						
Токарный станок	1	7,5	7,5		0,16	0,55	1,52	1,2	1,822						
Всего:	11	58-64	225,9	>3	0,21			47,35	57,22	7,06	2,1	99,43	62,944	117,7	169,08
ШМА 32/6															
Автоматическая линия	2	60-228	288		0,55	0,7	1,02	158,4	161,6						
Шлифовальный станок	4	60-118	356		0,17	0,65	1,17	60,52	70,76						
Плоскошлифовальный станок	3	76	228		0,35	0,65	1,17	79,8	93,3						
Всего:	7	60-228	872	>3	0,34			298,7	325,7	7,65	1,61	480,94	358,22	599,7	861,62
Итого по ШМА 32/6:	24	58-228						364,5	402,5			624,57	442,79	766,6	1101,4
Итого по ТП 32	85							966,7	1198			1576,3	1312	2066	2968,9
ШРА 33/2-1															
Автоматическая линия															
с транспортным устройством	2	37,2-66	103,2		0,55	0,7	1,02	56,76	57,91						
Моечная машина	2	35	70		0,7	0,85	0,62	49	30,37						
Малый пресс простого действия	2	15	30		0,16	0,6	1,33	4,8	6,4						

Всего:	6	15-66	203,2	>3	0,54			110,6	94,67	6,16	1,51	166,95	104,14	196,8	282,71
ШРА 33/2-2															
Накатный станок	2	85	170		0,17	0,65	1,17	28,9	33,79						
Специальная установка к станку	1	30	30		0,6	0,8	0,75	18	13,5						
Всего:	3	30-85	200	<3	0,23			46,9	47,29	3	2,08	97,55	52,017	110,6	158,84
ШРА 33/2-3															
Шлифовальный станок	3	14,7	44,1		0,16	0,55	1,52	7,056	10,71						
Специальная установка	1	29,4	29,4		0,16	0,55	1,52	4,704	7,143						
Балансировочный станок	2	15,0-60	75		0,16	0,55	1,52	12	18,22						
Сборочный стенд	1	25	25		0,16	0,55	1,52	4	6,074						
Токарный станок	3	110	330		0,17	0,65	1,17	56,1	65,59						
Всего:	10	14,7-110	503,5	>3	0,16			83,86	107,7	9,15	2,08	174,43	118,52	210,9	302,99
ШРА 33/2-4															
Сборочный стенд	8	0,5-10	26		0,16	0,55	1,52	4,16	6,317						
Специальная уст-ка	3	0,63-28	33		0,16	0,55	1,52	5,28	8,018						
Автоматическая аппаратура	1	1	1		0,55	0,7	1,02	0,55	0,561						
Моечная машина	1	13	13		0,7	0,85	0,62	9,1	5,64						
Автоматическая аппаратура	1	30	30		0,55	0,7	1,02	16,5	16,83						
Всего:	14	1,0-30	103	>3	0,35			35,59	37,37	6,87	1,73	61,57	41,105	74,03	106,37
ШРА 33/2-5															
Местное освещение	4	0,16	0,64		0,6	0,8	0,75	0,384	0,288	8	1,4	0,54	0,3168	0,624	0,8966
ШМА 33/2															
Автоматическая линия	1	101	101		0,55	0,7	1,02	55,55	56,67	1	2	111,87	62,656	128,2	184,22
Итого по ШМА 33/2:	38	1,0-110						333,2	344,3			612,9	378,75	721,1	1036
ШРА 33/4-1															
Шлифовальный станок	10	29,5-55	423		0,16	0,55	1,52	67,68	102,8	10	2,1	142,13	113,05	181,6	260,93
ШРА 33/4-2															
Шлифовальный станок	8	36-60	354		0,16	0,55	1,52	56,64	86,01						
Моечная машина	1	20	20		0,7	0,85	0,62	14	8,676						
Всего:	9	20-60	374	<3	0,19			70,64	94,68	9	1,9	134,22	104,15	169,9	244,09
ШРА 33/4-3															
Малые пресса простого действия	2	9,5-20	29,5		0,16	0,6	1,33	4,72	6,293						
Автоматическая аппаратура	1	30-5	8		0,55	0,7	1,02	4,4	4,489						

Специальная установка	2	60-76,4	136,4		0,16	0,55	1,52	21,82	33,14						
Токарный станок	3	129-35	69		0,17	0,65	1,17	11,73	13,71						
Шлифовальный станок	3	23	57		0,16	0,55	1,52	9,12	13,85						
Всего:	11	30-76,4	299,9	>3	0,17			51,79	71,48	9	2,1	108,77	78,632	134,2	192,84
ШРА 33/4-4															
Протирочный станок	3	13	39		0,16	0,55	1,52	6,24	9,475						
Шлифовальный станок	4	29,5-73	161,5		0,16	0,55	1,52	25,84	39,24						
Моечная машина	1	10	10		0,7	0,85	0,62	7	4,338						
Спец установка к станку	1	0,5	0,5		0,16	0,55	1,52	0,08	0,121						
Портальный манипулятор	3	6	18		0,6	0,8	0,75	10,8	8,1						
Автоматическая аппаратура	1	1,5	1,5		0,55	0,7	1,02	0,825	0,842						
Всего:	13	0,5-73	200,5	>3	0,25			50,79	62,11	5,49	2,14	108,68	68,326	128,4	184,44
ШРА 33/4-5															
Автоматическая линия	1	55	55		0,55	0,7	1,02	30,25	30,86						
Моечная машина	1	20	20		0,7	0,85	0,62	14	8,676						
Автоматическая аппаратура	4	0,5-29,5	62,5		0,55	0,7	1,02	34,38	35,07						
Межоперационный транспорт	4	1,0-3	8		0,55	0,75	0,88	4,4	3,88						
Шлифовальный станок	1	37	37		0,16	0,55	1,52	5,92	8,989						
Всего:	11	1,0-55	182,5	>3	0,49			88,95	87,48	6,64	1,48	131,64	96,225	163,1	234,28
ШРА 33/4-6															
Машина для искровой обработки	1	90	90		0,25	0,7	1,02	22,5	22,95						
Всего:	1		90	>3	0,25			22,5	22,95	1	3	67,50	25,25	72,07	103,55
ШРА 33/4-7															
Местное освещение	4	0,16	0,64		0,6	0,8	0,75	0,384	0,288		1,4	0,54	0,3168	0,624	0,8966
ШМА 33/4															
Спец установка к станку	1	110	110		0,55	0,7	1,02	60,5	61,72	1	2	121,00	67,895	138,7	199,35
Итого по ШМА 33/4:	60	1,0-110						413,2	503,5			814,47	553,84	988,6	1420,4
ШРА 33/6-1															
Шлифовальный станок	6	57-100	391		0,16	0,55	1,52	62,56	95						
Моечная машина	1	20	20		0,7	0,85	0,62	14	8,676						
Всего:	7	20-100	411	>3	0,19			76,56	103,7	6,5	2,15	164,60	114,04	200,2	287,71
ШРА 33/6-2															
Шлифовальный станок	7	37-60	341		0,16	0,55	1,52	54,56	82,85						

Малые пресса простого действия	1	20	20		0,16	0,6	1,33	3,2	4,267						
Всего:	8	20-60	361	>3	0,16			57,76	87,12	12	1,98	114,36	95,827	149,2	214,37
ШПА 33/6-3															
Токарный станок	1	40	40		0,17	0,65	1,17	6,8	7,95						
Протирочный станок	2	12,5	25		0,16	0,55	1,52	4	6,074						
Моечная машина	2	13,2-20	33,2		0,7	0,85	0,62	23,24	14,4						
Автоматическая аппаратура	2	1,0-3	4		0,55	0,7	1,02	2,2	2,244						
Шлифовальный станок	2	35	70		0,16	0,55	1,52	11,2	17,01						
Агрегатный станок	2	8,8-30,8	39,6		0,17	0,65	1,17	6,732	7,871						
Всего:	11	1,0-60	211,8	>3	0,26			54,17	55,55	10,6	1,68	91,01	55,549	106,6	153,19
ШПА 33/6-4															
Шлифовальный станок	5	17	85		0,16	0,55	1,52	13,6	20,65						
Токарный станок	3	30	90		0,17	0,65	1,17	15,3	17,89						
Моечная машина	2	12	24		0,7	0,85	0,62	16,8	10,41						
Всего:	10	12,0-30	199	<3	0,23			45,7	48,95	10	1,68	76,78	53,846	93,78	134,74
ШМА 33/6															
Автоматическая линия	2	97-190	287		0,55	0,7	1,02	157,9	161						
Всего:	2	97-190	287	>3	0,55			157,9	161	2	1,9	299,92	177,14	348,3	500,46
Итого по ШМА 33/6:	38	1,0-190						392	456,3			746,67	496,4	898,2	1290,5
ШПА 33/7-1															
Шлифовальный станок	4	21	84		0,16	0,55	1,52	13,44	20,41						
Плоскошлифовальный станок	3	32*0	107		0,35	0,65	1,17	37,45	43,78						
Всего:	7	21-40	191	<3	0,27			50,89	64,19	7	1,9	96,69	70,612	119,7	172,03
ШПА 33/7-2															
Токарный станок	1	35	35		0,17	0,65	1,17	5,95	6,956						
Портальный транспорт	5	12,9-29	80,6		0,55	0,75	0,88	44,33	39,1						
Плоскошлифовальный станок	2	25-61	86		0,35	0,65	1,17	30,1	35,19						
Агрегатный станок	1	28,5	28,5		0,17	0,65	1,17	4,845	5,664						
Малые пресса простого действия	1	3	3		0,16	0,6	1,33	0,48	0,64						
Всего:	10	3,0-61	233,1	>3	0,37			85,71	87,55	7,64	1,65	141,41	96,302	171,1	245,82
ШПА 33/7-3															
Машина для оголения проводов	1	38	38		0,16	0,55	1,52	6,08	9,232	8	1,4	8,51	10,156	13,25	19,039
ШПА 33/7-4															

Агрегатный станок	1	48	48		0,17	0,65	1,17	8,16	9,54	1	3	24,48	10,494	26,63	38,268
ШРА 33/7-5															
Местное освещение	3	0,16	0,48		0,6	0,8	0,75	0,288	0,216	3	1,4	0,40	0,2376	0,468	0,6724
ШМА 33/7															
Спец. агрегат	2	200	400		0,55	0,4	2,29	220	504,1	2	1,4	308,00	554,49	922,1	1000
Итого по ШМА 33/7:	24	3,0-200						371,1	674,8			579,5	742,29	1253	1475,8
ШРА 33/8-1															
Шлифовальный станок	1	6	6		0,16	0,55	1,52	0,96	1,458						
Моечная машина	2	18	36		0,7	0,85	0,62	25,2	15,62						
Токарный станок	2	22,0-30	52		0,17	0,65	1,17	8,84	10,34						
Расточный станок	2	12	24		0,16	0,55	1,52	3,84	5,831						
Автоматическая аппаратура	1	3	3		0,55	0,7	1,02	1,65	1,683						
Фрезерный станок	2	110	220		0,17	0,65	1,17	37,4	43,73						
Всего:	10	3,0-110	341	>3	0,23			77,89	78,65	6,2	2,02	157,34	86,515	179,6	257,98
ШРА 33/8-2															
Токарный станок	5	40	200		0,17	0,65	1,17	34	39,75						
Межоперационный транспорт	2	40-9	13		0,55	0,7	1,02	7,15	7,294						
Фрезерный станок	2	101-110	211		0,17	0,65	1,17	35,87	41,94						
Всего:	9	40-110	424	>3	0,18			77,02	88,98	7,75	2,12	163,28	97,88	190,4	273,52
ШРА 33/8-3															
Расточный станок	2	43	86		0,17	0,65	1,17	14,62	17,09						
Токарный станок	1	40	40		0,17	0,65	1,17	6,8	7,95						
Шлифовальный станок	2	42	84			0,55	1,52	13,44	20,41						
Всего:	5	40-43	210	<3	0,17			34,86	45,45	5	2,8	97,61	49,996	109,7	157,57
ШРА 33/8-4															
Внутри шлифовальный	5	18	90		0,16	0,55	1,52	14,4	21,87						
Специальная установка	5	3,0-13	59,3		0,16	0,55	1,52	9,488	14,41						
Автоматическая аппаратура	4	20-30	9		0,55	0,7	1,02	4,95	5,05						
Моечная машина	1	32,73	32,73		0,7	0,85	0,62	22,91	14,2						
Всего:	15	20-32,73	191	>3	0,27			51,75	55,52	11,7	1,52	78,66	55,522	96,28	138,33
ШРА 33/8-5															
Автоматическая линия	1	66	66		0,55	0,7	1,02	36,3	37,03						
Шлифовальный станок	1	75	75		0,16	0,5	1,73	12	20,78						

Всего:	2	66-75	141	<3	0,34			48,3	57,82	2	2,1	101,43	63,6	119,7	172,01
ШПА 33/8-6															
Шлифовальный станок	4	60	240		0,16	0,55	1,52	38,4	58,31						
Специальные прессы	1	229	22,9		0,17	0,65	1,17	3,893	4,551						
Всего:	5	229-60	262,9	<3	0,17			42,29	62,86	5	2,8	118,42	69,147	137,1	197,03
ШМА 33/8															
Автоматическая линия	1	205	205		0,55	0,7	1,02	112,8	115	1	1,55	174,76	126,53	215,8	310
Итого по ШМА 33/8:	47	20-205						444,9	504,3			891,5	549,19	1048	1506,4
Итого по ТП 33	207							1954	2483			3645	2720,5	4910	6729,1
ШПА 34/2-1															
Протяжной станок	8	11,0-21,8	128		0,16	0,55	1,52	20,48	31,1						
Шлифовальный станок	4	12,5-30	85		0,16	0,55	1,52	13,6	20,65						
Шлифовальный станок	1	85	8,5		0,16	0,55	1,52	1,36	2,065						
Специальная установка	1	57	57		0,16	0,55	1,52	9,12	13,85						
Всего:	14	11,0-57	278,5	>3	0,16			44,56	67,66	9,77	2,1	93,58	74,43	119,6	171,79
ШПА 34/2-2															
Токарный станок	4	7,5-10,2	35,4		0,16	0,55	1,52	5,664	8,601						
Спец. станки	1	1,6	1,6		0,16	0,55	1,52	0,256	0,389						
Агрегатный станок	4	25,4-40	139		0,17	0,65	1,17	23,63	27,63						
Моечная машина	2	13,2-17	30,2		0,7	0,85	0,62	21,14	13,1						
Всего:	11	1,6-40	206,2	>3	0,25			50,69	49,72	10,3	1,72	87,19	49,717	100,4	144,2
ШПА 34/2-4															
Плоскошлифовальный станок	2	62,72-88	150,7		0,35	0,65	1,17	52,75	61,67	2	2,2	116,05	67,841	134,4	193,14
ШПА 34/2-5															
Плоскошлифовальный станок	2	72	144		0,35	0,65	1,17	50,4	58,92	2	2,2	110,88	64,817	128,4	184,53
ШПА 34/2-6															
Автоматическая линия	1	95	95		0,55	0,7	1,02	52,25	53,31						
Межоперационный транспорт	1	31	31		0,55	0,75	0,88	17,05	15,04						
Всего:	2	31-95	126	>3	0,55			69,3	68,34	2,65	1,55	107,42	75,177	131,1	188,37
ШПА 34/2-7															
Шлифовальный станок	7	12,5-44,2	206,7		0,16	0,55	1,52	33,07	50,22						
Моечная машина	1	13,2	13,2		0,7	0,85	0,62	9,24	5,726						
Спец. станки	1	15	15		0,16	0,55	1,52	2,4	3,644						

Агрегатный станок	1	16	16		0,16	0,55	1,52	2,56	3,887	6,5	2,16	102,11	63,477	120,2	172,74
Всего:	7	125,44,2	250,9	>3	0,19			47,27	63,48	6,5	2,16	102,11	63,477	120,2	172,74
ШПА 34/2-8															
Уст-ка для индукционной закали	1	50	50		0,75	0,35	2,68	37,5	100,4						
Токарный станок	1	5	5		0,16	0,55	1,52	0,8	1,215	2,2	1,78	68,17	111,74	130,9	188,07
ШМА 34/2															
Установка для индукционной закали	2	50	100		0,75	0,35	2,68	75	200,7	2	1,38	103,50	220,81	243,9	350,37
Итого по ШМА 34/2:	42	16,95						428,3	672,1			788,89	728	1109	1593,2
ШПА 34/6-3															
Местное освещение	4	1,2	4,8		0,6	0,8	0,75	2,88	2,16	8	1,4	4,03	2,376	4,68	6,7241
ШПА 34/6-4															
Местное освещение	3	0,16	0,48		0,6	0,8	0,75	0,288	0,216	8	1,4	0,40	0,2376	0,468	0,6724
ШМА 34/6															
Установка для индукционной закали	1	334,5	334,5		0,75	0,35	2,68	250,9	671,4						
Протяжной станок	1	190	190		0,17	0,65	1,17	32,3	37,76						
Всего:	2		524,5	>3	0,48			250,9	671,4	2	2,3	577,01	738,59	937,3	1346,6
Итого по ШМА 34/6:	9	190,334,5						254	673,8			581,45	741,21	942,4	1354
ШПА 34/8-1															
Автоматическая аппаратура	2	2,5-30	5,5		0,55	0,7	1,02	3,025	3,086						
Шлифовальный станок	1	58-100	158		0,16	0,55	1,52	25,28	38,39						
Токарный станок	1	18	18		0,16	0,55	1,52	2,88	4,373						
Сверлильный станок	1	2,3	2,3		0,16	0,55	1,52	0,368	0,559						
Всего:	5	2,3-100	183,8	>3	0,17			31,55	46,41	4,45	2,75	86,77	51,046	100,7	144,64
ШПА 34/8-2															
Шлифовальный станок	2	100	200		0,16	0,55	1,52	32	48,59	2	3,4	108,80	53,451	121,2	174,17
ШПА 34/8-3															
Моечная машина	1	26	26		0,7	0,85	0,62	18,2	11,28						
Спец. установка	1	2	2		0,16	0,55	1,52	0,32	0,486						
Расточный станок	5	22	110		0,16	0,55	1,52	17,6	26,73						
Всего:	7	20-26	138	>3	0,26			36,12	38,49	10,6	1,72	62,13	38,491	73,08	105,01
ШПА 34/8-4															
Плоскошлифовальный станок	2	20-30,3	50,3		0,35	0,65	1,17	17,61	20,58						

Шлифовальный станок	2	8,62-10	18,62		0,16	0,55	1,52	2,979	4,524						
Дуговая сварочная машина	1	19	19		0,35	0,6	1,33	6,65	8,867						
Шлифовальный станок	1	13,72	13,72		0,16	0,55	1,52	2,195	3,333						
Сверлильный станок	1	2,32	2,32		0,16	0,55	1,52	0,371	0,564						
Малые прессы простого действия	1	4	4		0,16	0,6	1,33	0,64	0,853						
Машина для искровой обработки	1	5,8	5,8		0,25	0,7	1,02	1,45	1,479						
Фрезерный станок	1	11	11		0,16	0,55	1,52	1,76	2,673						
Токарный станок	1	11	11		0,16	0,55	1,52	1,76	2,673						
Всего:	11	2,32-30,3	135,8	>3	0,26			35,41	45,55	8,96	1,78	63,03	50,103	80,52	115,69
ШПА 34/8-5															
Моечная машина	2	19-20	39		0,7	0,85	0,62	27,3	16,92						
Сборочная автоматическая линия	2	27-63	90		0,55	0,7	1,02	49,5	50,5						
Внутришлифовальный	1	18,5	18,5		0,16	0,55	1,52	2,96	4,495						
Автоматическая аппаратура	1	4	4		0,6	0,8	0,75	2,4	1,8						
Обделочно шлифовальный станок	2	30^_	7		0,16	0,55	1,52	1,12	1,701						
Спец. установка	1	10	10		0,16	0,55	1,52	1,6	2,43						
Всего:	9	3,0-63	168,5	>3	0,5			84,88	77,84	5,35	1,55	131,56	85,629	157	225,54
ШПА 34/8-6															
Местное освещение	3	0,16	0,48		0,6	0,8	0,75	0,288	0,216	3	1,4	0,40	0,2376	0,468	0,6724
ШМА 34/8															
Автоматическая линия	3	95-210	510		0,55	0,7	1,02	280,5	286,2						
Всего:	3	95-210	510	>3	0,28			280,5	286,2	3	1,68	471,24	314,78	566,7	814,23
Итого по ШМА 34/8:	40	2,32-210						500,8	543,3			923,94	593,74	1100	1579,9
Итого по ТП 34	91							1183	1889			2294,3	2062,9	3151	4527,2
ШПА 28/4-1															
Специальная установка	2	40-60	64		0,16	0,55	1,52	10,24	15,55						
Плоскошлифовальный станок	1	13	13		0,35	0,65	1,17	4,55	5,32						
Моечная машина	1	8,0-31,73	61		0,7	0,85	0,62	42,7	26,46						
Сборочная автоматическая линия	1	33	33		0,55	0,7	1,02	18,15	18,52						
Всего:	5	40-60	171	>3	0,44			75,64	65,85	5,7	1,66	125,56	72,433	145	208,27
ШМА 28/4															
Автоматическая линия	3	200-330	841		0,55	0,7	1,02	462,6	471,9	3	1,7	786,34	519,08	942,2	1353,8
Итого по ШМА 28/4:	8	40-330						538,2	537,7			911,9	591,52	1087	1562

ШРА 28/6-1															
Межоперационный транспорт	1	8	8		0,55	0,75	0,88	4,4	3,88						
Межоперационный транспорт	2	6,7-12	18,7		0,55	0,75	0,88	10,29	9,071						
Подвесной конвейер	1	37,3	37,3		0,4	0,75	0,88	14,92	13,16						
Агрегатный станок	1	46	46		0,17	0,65	1,17	7,82	9,143						
Моечная машина	2	52	104		0,7	0,85	0,62	72,8	45,12						
Всего:	7	6,7-52	214	>3	0,52			110,2	80,37	8,23	1,4	154,32	88,406	177,8	255,52
ШМА 28/6															
Автоматическая линия	3	198-362	789		0,55	0,7	1,02	434	442,7	3	1,7	737,72	486,99	884	1270,1
Итого по ШМА 28/6:	10	6,7-330						544,2	523,1			892,03	575,4	1062	1525,6
ШРА 28/8-1															
Плоскошлифовальный станок	1	82	82		0,35	0,65	1,17	28,7	33,55						
Агрегатный станок	1	95	95		0,17	0,65	1,17	16,15	18,88						
Всего:	2	82-95	177	<3	0,25			44,85	52,44	2	2,7	121,10	57,679	134,1	192,72
ШМА 28/8															
Автоматическая линия	5	198-362	811		0,55	0,7	1,02	446,1	455,1	5	1,55	691,38	500,57	853,6	1226,4
Итого по ШМА 28/6:	7	82-362						490,9	507,5			812,47	558,25	987,7	1419,1
Итого по ТП 28	25							1573	1568			2616,4	1725,2	3136	4506,7
Приточная вентиляция	16	110	1760		0,7	0,85	0,62	1232	763,5	16	1,4	1724,80	839,88	1918	2756,3
Осветительная нагрузка												1058,40	0	1058	1520,7
Итого по корпусу	1191											23560	16531	28781	41351

3 Выбор и обоснование трансформаторов цеховых ТП и ГПП

3.1 Выбор и обоснование места сооружения ТП и ГПП

Размещение цеховых ТП производится на специально выделенных площадках цеха вследствие ограничений из-за расстановки технологического оборудования и зон его обслуживания, зон внутрицехового транспорта, крупногабаритности готовых изделий и т.д.

Сооружение ГПП производится на выделенной площадке (для расчета площадок использовались картограммы нагрузок всего завода). Местоположение цеховых ТП и ГПП корпуса показано в графической части ВКР.

3.2 Выбор числа и мощности трансформаторов ТП с учётом компенсации реактивной мощности

Исходными данные для выбора числа и мощности ТП являются: расчётные активные P_p и реактивные Q_p нагрузки потребителей; типовые годовые графики активных и реактивных нагрузок (рисунок 3.1); заданные энергосистемой входные реактивные мощности $Q_{э1}$ и $Q_{э2}$, которые будут переданы из сети энергосистемы в сеть проектируемого предприятия в режимах наибольшей и наименьшей активных нагрузок.

1. Определяем экономически обоснованное значение реактивной мощности, которую можно передать в сеть потребителям в часы максимума нагрузки реактивной мощности энергосистемы

$$Q'_{э1} = Q_p - 0.7 \cdot Q_{сд} = 16531 - 0.7 \cdot 0 = 16531 \text{ квар};$$

$$Q''_{э1} = a \cdot P_p = 0.28 \cdot 23560 = 6598,8 \text{ квар},$$

где Q_p и P_p - расчётные реактивные и активные нагрузки с учётом потерь в трансформаторе; $Q_{сд}$ - реактивная мощность синхронных двигателей; a - расчётный коэффициент, соответствующий установленным

предприятию условием получения от энергосистемы мощностей, для Самарской области $a = 0,28$.

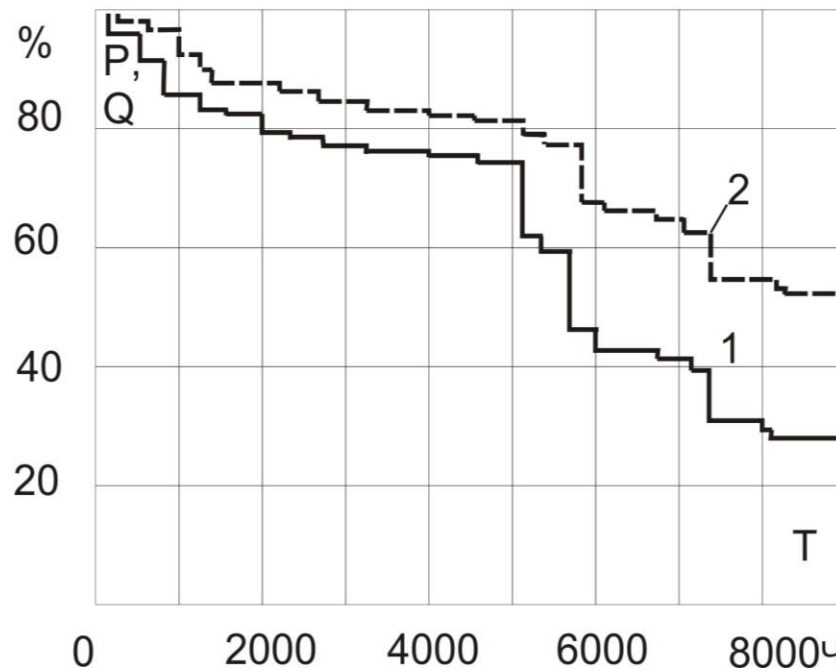


Рисунок 3.1 – Типовой годовой графики нагрузок автозавода

Для потребителей с присоединённой мощностью трансформаторов 750кВА и выше, значение $Q_{\varepsilon 1}$ определяется меньшим из значений, полученных по формулам. Принимаем $Q'_{\varepsilon 1} = Q_{\varepsilon 1} = 6598,8$ квар.

2. Определяем значение Q_{min} из годового графика электрических нагрузок. Q_{min} принимаем равным 50% от Q_m :

$$Q_{min} = 0,5 \cdot 16531 = 8265,5 \text{ квар.}$$

3. Значения $Q_{\varepsilon 2}$ определяются по выражениям:

$$Q'_{\varepsilon 2} = Q_{min} + Q_k = 8265,5 + 0 = 8265,5 \text{ квар;}$$

$$Q''_{\varepsilon 2} = Q_{min} - (Q_P - Q_{\varepsilon 1}) = 8265,5 - (16531 - 6598,8) = -1666,7 \text{ квар.}$$

Конкретное значение $Q_{\varepsilon 2}$ из указанного диапазона следует устанавливать, исходя из режима повышенного напряжения в данном узле в часы минимума нагрузки:

$$Q_{\varepsilon 2} = Q'_{\varepsilon 2} = 8265,5 \text{ квар.}$$

4. Необходимая суммарная мощность КУ для режима наибольших реактивных нагрузок в период наибольшей активной нагрузки

энергосистемы в сети промышленного предприятия определяется:

$$Q_{КУ\max} = 1,1 Q_p - Q_{\varepsilon 1} = 1,1 \cdot 16531 - 6598,8 = 11585,3 \text{ квар.}$$

Мощность нерегулируемых КУ определяется:

$$Q_{\min} = Q_{\min} - Q_{\varepsilon 2} = 8265,5 - 8265,5 = 0;$$

$$Q_{КУ\text{рег}} = Q_{КУ\max} - Q_{КУ\min} = 11585,3 \text{ квар.}$$

Из этого следует, что все КУ должны быть регулируемыми.

5. Удельная мощность корпуса:

$$\sigma = S_M / S_{\text{корпуса}} = 28781 / 76769 = 0,37 \text{ кВА/м}^2.$$

Исходя из величины удельной мощности по [10], выбираем:

$$S_{T\text{ном}} = 2500 \text{ кВА.}$$

Принимаем коэффициент загрузки $K_z = 0,7$.

6. Число трансформаторов [13]:

$$N_T = \frac{P_p}{K_z S_{T\text{ном}}} = \frac{23560}{0,7 \cdot 2500} = 14.$$

7. Реактивная мощность, которая должна быть передана из сети 10 кВ и не должна компенсироваться:

$$Q_1 = \sqrt{(N_T \cdot K_z \cdot S_{T\text{ном}})^2 - P_p^2} = \sqrt{(14 \cdot 0,7 \cdot 2500)^2 - 23560^2} = 6,721 \text{ квар.}$$

8. Мощность КУ на стороне до 1000 В:

$$Q_{КУH} = Q_M - Q_1 = 11585,3 - 6,721 = 11578,6 \text{ квар.}$$

Мощность КУ на стороне 10 кВ:

$$Q_{КVB} = Q_{КУ\max} - Q_{КУH} = 11585,3 - 11578,6 = -6,721 \text{ квар.}$$

Установка КУ на стороне 10 кВ не целесообразна т. к. $Q_{КVB} < 800$ квар.

Следовательно, вся необходимая мощность $Q_{КУ} = 11578,6$ квар должна быть установлена на стороне до 1000 В.

Выбираем ККУ типа ККУ – 0,4 [19]. К установке принято 14 ККУ общей мощностью $Q_{КУ\Sigma} = 11550$ квар.

9. Приведенные затраты на установку ККУ [5]:

$$Z_{\text{ку}} = E \cdot K_{\text{КУ}} + Q_{\text{ку}\Sigma} \left(E \cdot k_y \left(\frac{U_{\text{ок}}^0}{U} \right) + C_0 P_{\text{БК}} \right)$$

где E – суммарные ежегодные отчисления;

$K_{КУ}$ – стоимость вводного устройства, руб.;

κ_y – удельная стоимость батарей конденсаторов, руб./Мвар;

$U_{БК} / U$ – отношение номинального напряжения конденсаторов к номинальному напряжению сети;

$C_o = 6 \cdot 10^3$ руб. / кВт – удельная стоимость потерь активной мощности;

$P_{БК}$ – удельные потери в конденсаторах, кВт/Мвар.

Для выбранных ККУ примем [5]:

$E = 0,203$; $K_o = 0$; $E_p = 0,27$; $K_p = 2 \cdot 10^4$ руб.; $\kappa_y = 12 \cdot 10^5$ руб./Мвар;

$U_{БК} = 1$; $P_{БК} = 4,5$ кВт/Мвар; $3_2 = 0$;

$3_1 Q = 11,55 (0,223 \cdot 14 \cdot 10^5 (1/1)^2 + 7 \cdot 103 \cdot 4,5) = 364,34$ тыс. руб.

$3_{ку} = 0,27 \cdot 2 \cdot 14 + 364,34 = 371,9$ тыс. руб.

10. Затраты на установку КТП с трансформаторами ТСЗ 2х1600 кВА
ЗАО «Группа компаний Электроцит» [20]

$$3_{КТП} = E K_{ТП} N + C_o \Delta P_{xx} N + C \Delta P_{кз} K_3^2 N,$$

где C_o – удельная стоимость потерь холостого хода трансформатора,

$$C_o = (\alpha / T_m + \beta) T_p,$$

α и β – основная и дополнительная плата по двухставочному тарифу, в расчетах принимаем $\alpha = 1170,583$ руб./кВт, $\beta = 1,146$ руб./кВт·час.;

T_m – время использования максимальной нагрузки предприятия в год:

$$T_m = \mathcal{E}_a / P_p,$$

$\mathcal{E}_a = 94826097$ кВт·час; $T_m = 94826097 / 23560 = 4024,9$ час.;

$T_p = 8760$ час.;

$$C_o = (1170,583 / 4024,9 + 1,146) 8760 = 2159 \text{ руб./кВт} \cdot \text{год}.$$

C – удельная стоимость максимальных активных потерь,

$$C = (\alpha / T_m + \beta) \tau,$$

τ – время максимальных потерь,

$$\tau = (0,124 + T_m / 10000)^2 \cdot T_p = (0,124 + 4024,9 / 10000)^2 \cdot 8760 = 3115,3$$

час.

$$C = (1170,583 / 4024,9 + 1,146) 3115,3 = 2547 \text{ руб./кВт} \cdot \text{год}.$$

Для трансформатора ТСЗ 2500 [16]

$$\Delta P_{xx} = 4,2 \text{ кВт}; \Delta P_{\kappa 3} = 16 \text{ кВт}.$$

Стоимость двухтрансформаторной КТП $K_{ТП} = 65,6 \cdot 10^5$ руб., и однострансформаторной КТП $K_{ТП} = 31,07 \cdot 10^5$ руб.

Затраты на установку КТП:

$$\begin{aligned} Z_{КТП} &= 0,223 \cdot 65,6 \cdot 10^5 \cdot 7 + 2159 \cdot 4,2 \cdot 7 + 2547 \cdot 16 \cdot 0,7^2 \cdot 7 = \\ &= 1044,34 \text{ тыс.руб.} \end{aligned}$$

11. Суммарные приведенные затраты на КТП:

$$Z = Z_{\kappa 3} + Z_{КТП} = 371,9 + 1044,34 = 1416,24 \text{ тыс. руб.}$$

Для корпуса принимаются к установке семь двухтрансформаторных КТП с трансформаторами ТСЗ 2500/10 производства АО «Самарский завод «Электрощит» [20].

Полная мощность корпуса с учетом компенсации реактивной мощности

$$P_p = 23560 \text{ кВт},$$

$$Q_p = 16531 - 11550 = 4980 \text{ квар},$$

$$S_p = \sqrt{23560^2 + 4980^2} = 24080 \text{ кВА}.$$

3.3 Выбор числа и мощности трансформаторов ГПП

Произведём выбор числа и мощности силовых трансформаторов для питания проектируемого корпуса, а так же западной зоны автозавода (уровень ГПП) на основании расчетов и обоснований по изложенной ниже общей схеме:

1. Определяется число и тип трансформаторов на ГПП исходя из обеспечения надежности питания с учётом категории потребителей и их особенностей.

2. Намечаются возможные варианты мощности выбираемых трансформаторов с учетом допустимой нагрузки их в нормальном режиме и допустимой перегрузки в аварийном режиме.

3. Определяется экономически целесообразное решение из намечаемых вариантов.

4. Рассматривается возможность роста нагрузок, а соответственно и загрузки ГПП.

В механосборочном производстве автозавода имеются потребители II категории, работающие в три смены, а так же в корпусе имеются потребители I категории, поэтому в соответствии с рекомендациями [13], принимаем число силовых трансформаторов на ГПП равное двум.

Расчетная мощность ГПП-6 с учетом сторонней нагрузки:

$$P_{РГПП} = (P_P + P_{Рстор.}) \cdot K_{pm} = (23560 + 71590) \cdot 0,95 = 90393,24 \text{ кВт.}$$

Полная расчетная нагрузка ГПП

$$S_{РГПП} = \sqrt{P_{РГПП}^2 + Q_{ЭCi}^2} = \sqrt{90393,24^2 + 25310,1^2} = 93870 \text{ кВА}$$

где $Q_{ЭCi}$ - экономически целесообразная реактивная мощность на стороне высшего напряжения ГПП-6, потребляемая из энергосистемы,

$$Q_{ЭCi} = P_{РГПП} \cdot \operatorname{tg} \varphi_i = 90393,24 \cdot 0,28 = 25310,10 \text{ квар.}$$

Для двухтрансформаторной ГПП номинальная мощность трансформатора определяется из формулы

$$S_{НОМ.Т} \geq \frac{S_{РГПП} \cdot K_{1-2}}{K_{ПЕР}},$$

где K_{1-2} - коэффициент участия в нагрузке предприятия потребителей 1-й и 2-й категории; $K_{ПЕР}$ - допустимый коэффициент перегрузки, $K_{ПЕР} = 0,7$ [13].

Выбираем для рассмотрения два ближайших больших по мощности трансформатора:

$$80 \text{ МВА} > 63 \text{ МВА} \geq 60,3 \text{ МВА.}$$

Паспортные данные трансформаторов ТРДЦН-63000/110/10/10 и ТРДЦН-80000/110/10/10 приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Паспортные данные силовых трансформаторов

Трансформатор	U _В , кВ	U _Н , кВ	ΔP _{xx} , кВт	ΔP _{кз} , кВт	U _{кз} , %	I _{xx} , %	К, млн.руб.
ТРДЦН-63000/110	115	10,5	59	245	10,5	0,6	12,456
ТРДЦН-80000/110	115	10,5	70	310	10,5	0,55	15,018

Выбор трансформаторов на ГПП выполняем по методу приведенных затрат:

$$З_{пр} = 2 \cdot (\epsilon_n + p_{сум}) \cdot K + I_{\Delta W_{ГПП}},$$

где ϵ_n - нормативный коэффициент эффективности, $\epsilon_n = 0,15$; К - капитальные затраты на оборудование подстанции; $p_{сум}$ - суммарный коэффициент отчислений на амортизацию оборудования, в соответствии с требованиями [11] принимаем $p_{сум} = 0,94$; $I_{\Delta W_{ГПП}}$ - стоимость потерь электроэнергии в трансформаторах ГПП.

Определим потери электроэнергии в трансформаторах $\Delta W_{ГПП}$. Для этого рассчитаем приведенные потери активной и реактивной мощности в трансформаторах.

Приведённые потери активной мощности трансформатора в режиме холостого хода определяются

$$P'_x = P_{xx} + K_{un} \cdot Q_x;$$

где $K_{un} = 0,05$ кВт/квар - коэффициент изменения потерь.

Потери реактивной мощности трансформатора в режиме холостого хода определяются выражением:

$$Q_x = \frac{I_{xx}}{100} \cdot S_{НОМТ}; \quad Q_{x63} = \frac{0,6}{100} \cdot 63000 = 378 \text{квар}; \quad Q_{x80} = \frac{0,55}{100} \cdot 80000 = 440 \text{квар}.$$

$$P'_{x63} = 59 + 0,05 \cdot 378 = 77,9 \text{ кВт};$$

$$P'_{x80} = 70 + 0,05 \cdot 440 = 92 \text{ кВт},$$

Приведённые потери активной мощности в режиме короткого замыкания трансформатора

$$P'_k = P_{кз} + K_{un} \cdot Q_k,$$

Для трансформатора с расщепленной обмоткой в соответствии с [13]

примем $P_{КВН} = 0$; $P_{КНН1} = P_{НН2} = 2 \cdot P_{КВН-НН}$.

Потери реактивной мощности трансформатора в режиме короткого замыкания определяются выражением

$$Q_{\kappa} = \frac{U_{\kappa 3}}{100} \cdot S_{НОМТ}.$$

$$U_{КВН} = 0,125 \cdot U_{КВН-НН};$$

$$U_{КНН1} = U_{КНН2} = 1,75 \cdot U_{КВН-НН};$$

$$U_{КВН63} = U_{КВН80} = 0,125 \cdot 10,5 = 1,31\%;$$

$$U_{КНН63} = U_{КНН80} = 1,75 \cdot 10,5 = 18,375\%;$$

$$Q_{КВН63} = \frac{1,75}{100} \cdot 63000 = 826,88 \text{ квар}; \quad Q_{КНН63} = \frac{18,375}{100} \cdot 63000 = 11576,25 \text{ квар};$$

$$Q_{КВН80} = \frac{1,75}{100} \cdot 63000 = 1050 \text{ квар}; \quad Q_{КНН80} = \frac{18,375}{100} \cdot 63000 = 14700 \text{ квар}.$$

$$P'_{КВН63} = 0 + 0,05 \cdot 826,88 = 41,34 \text{ кВт};$$

$$P'_{КВН80} = 0 + 0,05 \cdot 11576,25 = 52,51 \text{ кВт};$$

$$P'_{КНН63} = 245 + 0,05 \cdot 1050 = 823,81 \text{ кВт};$$

$$P'_{КНН80} = 310 + 0,05 \cdot 14700 = 1045 \text{ кВт};$$

$$P'_K = P'_{КВН} + 2 \cdot P'_{КНН};$$

$$P'_{K63} = 41,34 + 2 \cdot 823,81 = 1688,97 \text{ кВт};$$

$$P'_{K80} = 52,51 + 2 \cdot 1045 = 2142,5 \text{ кВт}.$$

Приведённые потери мощности определим из выражения

$$P'_m = P'_x + \kappa_{\varphi}^2 \cdot P'_K;$$

$$K_{363} = 93,87 / 2 \cdot 63 = 0,745;$$

$$K_{380} = 93,87 / 2 \cdot 80 = 0,587.$$

$$P'_{m63} = 77,9 + 2 \cdot 0,745^2 \cdot 1688,97 = 1015,32 \text{ кВт};$$

$$P'_{m80} = 92 + 2 \cdot 0,587^2 \cdot 2142,5 = 830,24 \text{ кВт}.$$

Экономическая нагрузка для двух, работающих параллельно трансформаторов, ниже которой целесообразно отключать один

$$S_{ЭГПП} = S_{НОМ} \cdot \sqrt{2 \frac{P'_x}{P'_K}};$$

$$S_{ЭГПП63} = 63000 \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{77,9}{1688,97}} = 19134,34 \text{ кВА};$$

$$S_{ЭГПП80} = 80000 \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{92}{2142,5}} = 2344,37 \text{ кВА}$$

Годовые потери электроэнергии в трансформаторах ГПП определяются по формуле

$$\Delta W_{ГПП} = \sum n_i \cdot P'_x \cdot T_i + \sum (1/n \cdot P_{KBH}' \cdot K_{3Bi}^2 \cdot T_i + 1/n \cdot P_{KH1}' \cdot K_{3H1i}^2 \cdot T_i + 1/n \cdot P_{KH2}' \cdot K_{3H2i}^2 \cdot T_i),$$

где n_i – число трансформаторов ГПП, находящихся в работе при i – ой ступени графика нагрузки с учетом значения $S_{ЭГПП}$; T_i – продолжительность нахождения нагрузки S_i на i -ой ступени, час; K_{3Bi} , K_{3H1i} , K_{3H2i} – коэффициенты загрузки обмоток трансформатора на i -ой ступени ($K_{3H1i} = K_{3H2i} = K_{3Hi}$).

Расчет годовых потерь электроэнергии в трансформаторах ТРДЦН-63000/110 и ТРДЦН-80000/110 приведен в таблицах 3.2 и 3.3.

Стоимость потерь электроэнергии в трансформаторах ГПП

$$И_{\Delta W_{ГПП}} = C_{Э.Х}(T_x) \cdot \Delta W_x + C_{Э.К}(\tau) \cdot \Delta W_k;$$

$$И_{\Delta W_{ГПП63}} = 0,012 \cdot 1364808 + 0,0135 \cdot 1050013,39 = 30552,88 \text{ руб.};$$

$$И_{\Delta W_{ГПП80}} = 0,012 \cdot 1611840 + 0,0135 \cdot 826086,84 = 30494,25 \text{ руб.},$$

где $C_{Э.Х}(T_x)$ - стоимость 1 кВт·ч потерь электроэнергии холостого хода трансформаторов за время их работы в году T_x ; $C_{Э.К}(\tau)$ - стоимость 1 кВт·ч нагрузочных потерь электроэнергии хода трансформатора, которые определяются с помощью значения продолжительности максимальной нагрузки T_M).

$$З_{пр63} = 2(0,15 + 0,094) \cdot 12\,456 + 30,55288 = 6109,081 \text{ тыс. руб.}$$

$$З_{пр80} = 2(0,15 + 0,094) \cdot 15\,018 + 30494,25 = 7350,194 \text{ тыс. руб.}$$

За расчётный принимаем вариант, имеющий меньшие приведённые затраты. К установке на ГПП-6 принимаем два трансформатора ТРДЦН-63000/110/10/10 производства ООО «Тольяттинский трансформатор» [19].

Таблица 3.2 - Расчет потерь элеткроэнергии в трансформаторах ТРДЦН-63000/110

№	P _i , %	Q _i , %	P _i , кВт	Q _i , квар	SB _i , кВА	SH1 _i , кВА	SH2 _i , кВА	η _i	K _{3B i}	K _{3H i}	T _i час.	W _x , кВт·ч	Δ W _{KBi} , кВт·ч	Δ W _{KH1i} , кВт·ч	Δ W _{KH2i} , кВт·ч	
1	100	100	90393,24	62892,62	110120,02	55060,01	55060,01	2	0,87	0,44	900	140200	114210,67	70790,12	70790,12	
2	95	97	85873,58	61005,84	105337,48	52668,74	52668,74	2	0,84	0,42	1900	296020	27451,04	136746,70	136746,70	
3	85	92	76834,25	57861,21	96184,31	48092,16	48092,16	2	0,76	0,38	150	233700	18069,21	90011,36	90011,36	
4	76	89	68698,86	55974,43	88615,30	44307,65	44307,65	2	0,70	0,35	2900	451820	29652,05	147711,00	147711,00	
5	45	70	40676,96	44024,83	59939,98	29969,99	29969,99	2	0,48	0,24	900	140220	4210,32	20973,61	20973,61	
6	37	60	33445,50	37735,57	50423,95	25211,98	25211,98	2	0,40	0,20	660	102828	2185,03	10884,67	10884,67	
ВСЕГО											8760	1364 808	95 778,3	477 117,5	477 117,5	
													W _Σ = 1050 013,39			
W _{ΣГПП}												2 414 824,39				

Таблица 3.3 - Расчет потерь элеткроэнергии в трансформаторах ТРДЦН-80000/110

№	P _i , %	Q _i , %	P _i , кВт	Q _i , квар	SB _i , кВА	SH1 _i , кВА	SH2 _i , кВА	η _i	K _{3B i}	K _{3H i}	T _i час.	W _x , кВт·ч	ΔW _{KBi} , кВт·ч	ΔW _{KH1i} , кВт·ч	ΔW _{KH2i} , кВт·ч	
1	100	100	90393,24	62892,62	110120,02	55060,01	55060,01	2	0,69	0,34	900	55060,01	11190,89	55687,98	55687,98	
2	95	97	85873,58	61005,84	105337,48	52668,74	52668,74	2	0,66	0,33	1900	52668,74	21617,66	107573,60	107573,60	
3	85	92	76834,25	57861,21	96184,3!	48092,16	48092,16	2	0,60	0,30	150	48092,16	14229,48	70808,62	70808,62	
4	76	89	68698,86	55974,43	88615,30	44307,65	44307,65	2	0,55	0,28	2900	44307,65	23350,96	116198,80	116198,80	
5	45	70	40676,96	44024,83	59939,98	29969,99	29969,99	2	0,37	0,19	900	29969,99	3315,62	16499,17	16499,17	
6	37	60	33445,50	37735,57	50423,95	25211,98	25211,98	2	0,32	0,16	660	25211,98	1720,71	8562,57	8562,57	
ВСЕГО												8760	1611 840	75 425,32	375 330,8	375 330,8
													W _Σ = 826 086,84			
W _{ΣГПП}												2 437 926,84				

4 Выбор и обоснование схемы электроснабжения корпуса

Электроснабжение корпуса механосборочного производства осуществляется от ГПП-6. Схема электроснабжения 10 кВ принята двухступенчатая радиальная. Прокладка кабелей 10 кВ осуществляется в тоннелях до ввода в корпус от ГПП-6.

В системе электроснабжения корпуса механосборочного производства для обеспечения надежности и бесперебойности работы электроприемников приняты следующие решения:

а) для обеспечения бесперебойного питания нагрузок I-й и II-й категории на ГПП-6 установлено два трансформатора;

б) все электрооборудование КРУ 10 кВ ГПП-6 - комплектное с выкатными тележками;

б) кабели 10 кВ, питающие различные трансформаторы ТП 10/0,4 кВ, в тоннелях прокладываются на разных полках, разделенных несгораемыми перегородками;

в) АВР на стороне 10 кВ ГПП-6 и стороне 0,4 кВ всех двухтрансформаторных ТП 10/0,4 кВ корпуса. Схема АВР на ГПП-6 выполняется с частотным пуском, что сокращает время нарушения электроснабжения электроприемников;

г) питание каждого из трансформаторов двухтрансформаторных ТП 10/0,4 кВ от разных секций ГПП-6;

д) трансформаторы ТП 10/0,4 кВ приняты со схемой обмоток $\Delta Y-11$ для увеличения однофазного тока КЗ в сети 0,4 кВ и уменьшения времени отключения защитой поврежденного участка сети;

е) цеховая сеть 0,4 кВ принята магистральной и выполнена с использованием магистральных и распределительных шинопроводов (ШМА и ШРА). Резервирование предусмотрено на стороне 0,4 кВ через шинопроводы и соответствующие автоматические выключатели. Особо важные электроприёмники имеют резервное питание от соседних ТП 10/0,4 кВ.

5 Выбор напряжения цеховой сети корпуса

Цеховые сети напряжением до 1000 В выполняются на стандартное напряжение 127; 220; 380; 660 В [2].

Напряжение в 127 В принимается для питания однофазных двигателей малой мощности и осветительных сетей в особых условиях (угольные шахты).

Напряжение в 220 В используется в осветительных сетях, для питания однофазных потребителей (электродвигателей, нагревательных электроприборов).

Напряжение 220/127 В нецелесообразно использовать для питания из-за больших потерь мощности.

В схеме электроснабжения корпуса механосборочного производства автозавода принимаем напряжение 380/220 В, потому что:

- технологическое оборудование корпуса рассчитано на напряжение 380 В;
- возможность совместного питания осветительных электроприборов и электродвигателей, что не требует установку отдельного силового трансформатора для осветительной сети;
- относительно низкое напряжение между фазой и землей (220 В).

6 Расчет токов короткого замыкания

Расчёт токов КЗ для выбора аппаратов и проводников производится приближённым методом [3]. Для выбора электрооборудования в качестве расчетного значения принимаем трехфазное КЗ [3,7]. Расчетная схема и схема замещения для расчета токов КЗ приведена на рисунке 6.1.

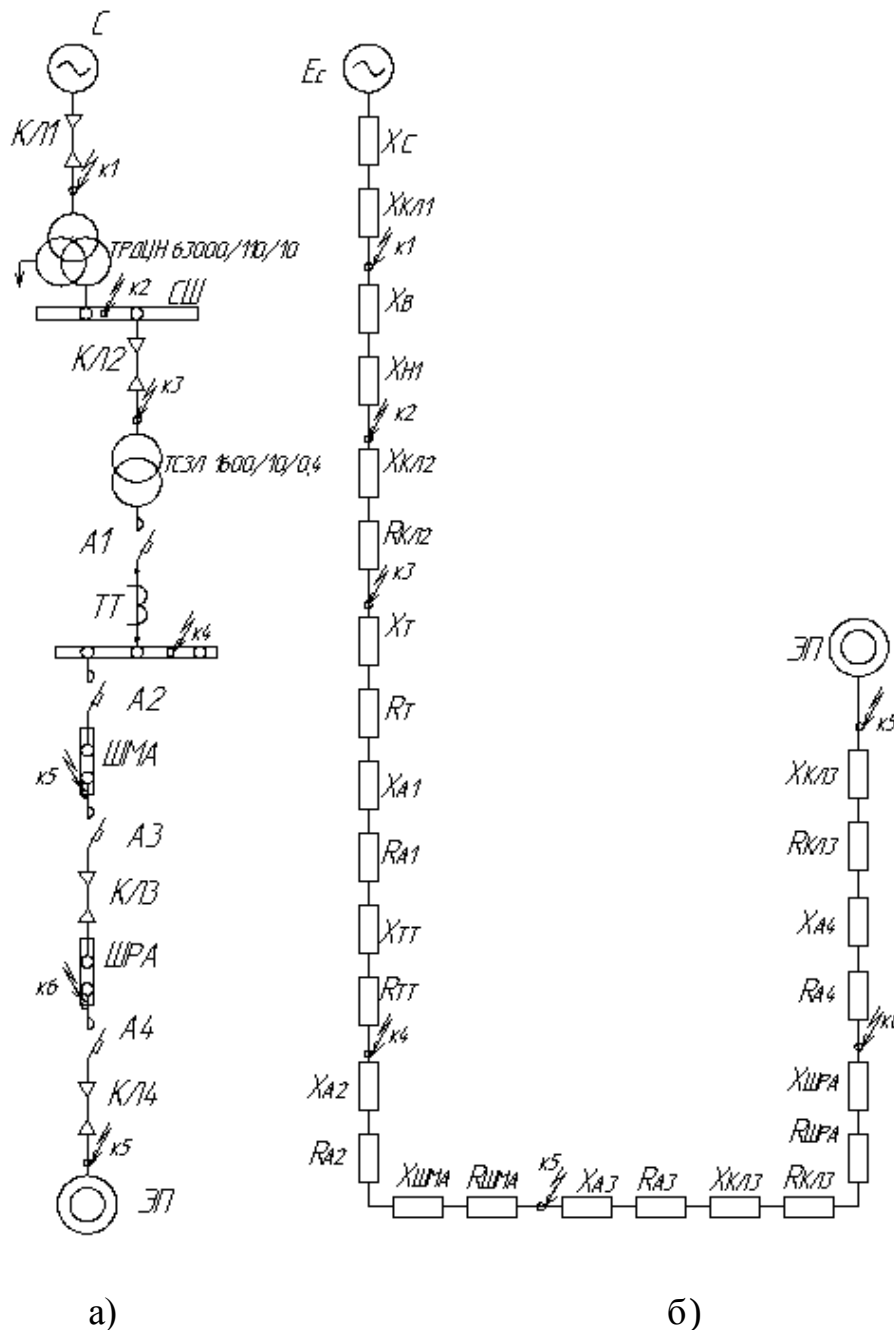


Рисунок 6.1 - Расчетная схема (а) и схема замещения для расчета токов (б) КЗ

Определение параметров схемы замещения (рисунок 6.1,б) [7-11]:

Мощность КЗ на шинах 110 кВ энергосистемы $S_{кз} = 4640 \text{ МВА}$;

$$S_{\delta} = 1000 \text{ МВА};$$

Номинальная мощность трансформатора ГПП $S_{\text{ТНОМ1}} = 63 \text{ МВА}$;

КЛ 110 кВ $x_{кл1} = 0.2 \text{ Ом/км}$, $l = 3.0 \text{ км}$;

Трансформатор ТП - номинальная мощность $S_{\text{ТНОМ2}} = 2500 \text{ кВА}$, $u_k = 5.5\%$;

КЛ 10 кВ $x_{кл2} = 0.083 \text{ Ом/км}$, $r_{кл2} = 0.326 \text{ Ом/км}$, $l = 0.78 \text{ км}$;

КЛ 0,4 кВ $x_{кл3} = 0.0095 \text{ Ом/км}$, $r_{кл3} = 0.195 \text{ Ом/км}$, $l = 0.25 \text{ км}$;

ШМА $x_{шма} = 0.016 \text{ Ом/км}$, $r_{шма} = 0.034 \text{ Ом/км}$, $l = 72 \text{ м}$;

ШРА $x_{шра} = 0.17 \text{ Ом/км}$, $r_{шра} = 0.15 \text{ Ом/км}$, $l = 60 \text{ м}$;

Автоматические выключатели 0,4 кВ

A1 $x_{A1} = 0.05 \text{ Ом/км}$, $r_{A1} = 0.1 \text{ Ом/км}$;

A2 $x_{A2} = 0.08 \text{ Ом/км}$, $r_{A2} = 0.14 \text{ Ом/км}$;

A3 $x_{A3} = 0.1 \text{ Ом/км}$, $r_{A3} = 0.25 \text{ Ом/км}$;

A4 $x_{A4} = 0.13 \text{ Ом/км}$, $r_{A4} = 0.41 \text{ Ом/км}$.

6.1 Расчет тока КЗ в точке К1

Суммарное сопротивление до точки К1:

$$X_C = \frac{S_{\delta}}{S_{кз}} = \frac{1000}{4640} = 0.216$$

$$X_{кл1} = X_0 \cdot l \cdot \frac{S_{\delta}}{U_n^2} = 0.2 \cdot 3 \cdot \frac{1000}{115^2} = 0.0227$$

$$X_{1\Sigma} = X_C + X_{кл1} = 0.216 + 0.0227 = 0.2382$$

Ток короткого замыкания:

$$I_{к1}'' = \frac{E_C}{X_{1\Sigma}} = \frac{1}{0.2382} = 4.198.$$

Базисный ток ступени 110 кВ

$$I_6'' = \frac{S_{\delta}}{U_n \sqrt{3}} = \frac{1000}{115 \sqrt{3}} = 5,02 \text{ кА}.$$

Ток короткого замыкания в именованных единицах:

$$I_{к1} = I_{к1}'' \cdot I_6 = 4.198 \cdot 5,02 = 21,07 \text{ кА}.$$

Ударный ток:

$$i_{y\partial 1} = K_{y\partial} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{K1} = 1.9 \cdot \sqrt{2} \cdot 21.076 = 56.632 \text{ кА}.$$

Мощность короткого замыкания:

$$S_{K31} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_{K1} = \sqrt{3} \cdot 115 \cdot 21.076 = 4198.125 \text{ МВА}.$$

6.2 Расчет тока КЗ в точке К2

$$X_c = \frac{S_{\sigma}}{S_{K3}} = \frac{1000}{4198.125} = 0.238$$

$$X_{T\theta} = \frac{0.125 \cdot U_K}{100} \cdot \frac{S_{\sigma}}{S_n} = \frac{0.125 \cdot 10.5}{100} \cdot \frac{1000}{63} = 0.109$$

$$X_{Th} = \frac{1.75 \cdot U_K}{100} \cdot \frac{S_{\sigma}}{S_n} = \frac{1.75 \cdot 10.5}{100} \cdot \frac{1000}{63} = 1.53$$

$$X_{2\Sigma} = X_c + X_{KЛ1} + X_{T\theta} + X_{Th} = 0.238 + 0.0227 + 0.109 + 1.53 = 1.898$$

$$I_{K2}'' = \frac{E_C}{X_{2\Sigma}} = \frac{1}{1.898} = 0.527; I_{K2} = 0.527 \cdot \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10.5} = 28.974 \text{ кА}.$$

$$i_{y\partial 2} = K_{y\partial} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{K2} = 1.95 \cdot \sqrt{2} \cdot 28.974 = 79.901 \text{ кА}.$$

$$S_{K32} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_{K2} = \sqrt{3} \cdot 10.5 \cdot 28.974 = 529.929 \text{ МВА}.$$

6.3 Расчет тока КЗ в точке К3

$$X_c = \frac{U^2}{S_{K3}} = \frac{10.5^2}{529.929} = 0.209.$$

$$X_{KЛ2} = X_0 \cdot l \cdot \frac{S_{\sigma}}{U_n^2} = 0.083 \cdot 0.78 \cdot \frac{1000}{10.5^2} = 0.587$$

$$R_{KЛ2} = R_0 \cdot l \cdot \frac{S_{\sigma}}{U_n^2} = 0.0326 \cdot 0.78 \cdot \frac{1000}{10.5^2} = 2.306$$

$$X_{3\Sigma} = X_c + X_{KЛ2} + X_{KЛ1} + X_{T\theta} + X_{Th} = 0.209 + 0.587 + 0.023 + 0.109 + 1.528 = 2.456.$$

$$Z_{3\Sigma} = \sqrt{X_{3\Sigma}^2 + R_{3\Sigma}^2} = \sqrt{2.456^2 + 2.306^2} = 3.369.$$

$$I_{K3}'' = \frac{E_C}{Z_{3\Sigma}} = \frac{1}{3.369} = 0.297; I_{K3} = 0.297 \cdot \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10.5} = 16.32 \text{ кА}.$$

$$i_{y\partial 3} = K_{y\partial} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{K3} = 1.8 \cdot \sqrt{2} \cdot 16.32 = 41.544 \text{ кА}.$$

$$S_{K33} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_{K3} = \sqrt{3} \cdot 10.5 \cdot 16.32 = 296.806 \text{ МВА}.$$

6.4 Расчет тока КЗ в точке К4

$$X_c = \frac{U_{\phi}^2}{S_{\kappa 33}} = \frac{0.4^2}{296.806} = 0.0005 \text{ Ом.}$$

$$X_{\kappa / 2} = X_0 \cdot l = 0.083 \cdot 0.78 = 0.065 \text{ Ом}$$

$$R_{\kappa / 2} = R_0 \cdot l = 0.326 \cdot 0.78 = 0.254 \text{ Ом}$$

$$X_{\kappa / 1} = X_0 \cdot l = 0.2 \cdot 1.5 = 0.3 \text{ Ом}$$

$$X_{T_6} = \frac{0.125 \cdot U_K}{100} = \frac{0.125 \cdot 10.5}{100} = 0.007 \text{ Ом}$$

$$X_{T_H} = \frac{1.75 \cdot U_K}{100} = \frac{1.75 \cdot 10.5}{100} = 0.096 \text{ Ом}$$

$$X_T = \frac{U_K}{100} \cdot \frac{U_{\phi H}^2}{S_H} = \frac{5.5}{100} \cdot \frac{10^2}{1.6} = 0.00344 \text{ Ом}$$

$$R_T = \Delta P_K \cdot \frac{U_{\phi}^2}{(S_H)^2} = 16 \cdot \frac{0.4^2}{(1.6)^2} = 0.000001 \text{ Ом}$$

$$X_{4\Sigma} = X_c + X_{\kappa / 2} + X_{\kappa / 1} + X_{T_6} + X_{T_H} + X_T + X_{A1} + X_{TT} = \\ = 0.0005 + 0.062 + 0.3 - 0.079 + 0.026 + 0.00344 + 0.05 + 0.001 = 0.523 \text{ Ом}$$

$$R_{4\Sigma} = R_{\kappa / 2} + R_T + R_{A1} + R_{TT} = 0.161 + 0.000001 + 0.1 + 0.01 = 0.364 \text{ Ом};$$

$$Z_{4\Sigma} = \sqrt{X_{4\Sigma}^2 + R_{4\Sigma}^2} = \sqrt{0.523^2 + 0.364^2} = 0.637 \text{ Ом.}$$

$$I_{\kappa 3} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{4\Sigma}} = \frac{0.4}{\sqrt{3} \cdot 0.637} = 0.362 \text{ кА.}$$

$$i_{y\phi 4} = K_{y\phi} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{\kappa 3} = 1.7 \cdot \sqrt{2} \cdot 0.362 = 0.871 \text{ кА.}$$

6.5 Расчет тока КЗ в точке К5

$$X_{\text{шМА}} = x_{0, \text{шМА}} \cdot l = 0.016 \cdot 0.072 = 0.00115 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{шМА}} = r_{0, \text{шМА}} \cdot l = 0.034 \cdot 0.072 = 0.00245 \text{ Ом}$$

$$X_{5\Sigma} = X_{4\Sigma} + X_{\text{шМА}} + X_{A3} = 0.523 + 0.00115 + 0.08 = 0.604 \text{ Ом};$$

$$R_{5\Sigma} = R_{4\Sigma} + R_{\text{шМА}} + R_{A3} = 0.364 + 0.00245 + 0.14 = 0.507 \text{ Ом};$$

$$Z_{5\Sigma} = \sqrt{X_{5\Sigma}^2 + R_{5\Sigma}^2} = \sqrt{0.604^2 + 0.507^2} = 0.788 \text{ Ом.}$$

$$I_{\kappa 3} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{5\Sigma}} = \frac{0.4}{\sqrt{3} \cdot 0.788} = 0.293 \text{ кА.}$$

$$i_{y\phi 5} = K_{y\phi} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{\kappa 3} = 1.6 \cdot \sqrt{2} \cdot 0.293 = 0.704 \text{ кА.}$$

6.6 Расчет тока КЗ в точке К6

$$X_{\kappa / 3} = X_0 \cdot l = 0.0095 \cdot 0.25 = 0.00238 \text{ Ом}$$

$$R_{\kappa / 3} = R_0 \cdot l = 0.195 \cdot 0.25 = 0.049 \text{ Ом}$$

$$X_{ШРА} = x_{0.ШРА} \cdot l = 0.17 \cdot 0.06 = 0.012 \text{ Ом}$$

$$R_{ШРА} = r_{0.ШРА} \cdot l = 0.15 \cdot 0.06 = 0.009 \text{ Ом}$$

$$X_{6\Sigma} = X_{5\Sigma} + X_{кЛ3} + X_{шра} + X_{A3} = 0.604 + 0.00238 + 0.012 + 0.1 = 0.697 \text{ Ом};$$

$$R_{6\Sigma} = R_{5\Sigma} + R_{кЛ3} + R_{шра} + R_{A3} = 0.507 + 0.049 + 0.009 + 0.25 = 0.704 \text{ Ом};$$

$$Z_{6\Sigma} = \sqrt{X_{6\Sigma}^2 + R_{6\Sigma}^2} = \sqrt{0.697^2 + 0.704^2} = 0.991 \text{ Ом}.$$

$$I_{к3} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{6\Sigma}} = \frac{0.4}{\sqrt{3} \cdot 0.991} = 0.233 \text{ кА}.$$

$$i_{y\partial 6} = K_{y\partial} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{к3} = 1.6 \cdot \sqrt{2} \cdot 0.233 = 0.56 \text{ кА}.$$

6.7 Расчет тока КЗ в точке К7

$$X_{КЛ4} = X_0 \cdot l = 0.0095 \cdot 0.1 = 0.00095 \text{ Ом}$$

$$R_{КЛ4} = R_0 \cdot l = 0.195 \cdot 0.1 = 0.02 \text{ Ом}$$

$$X_{7\Sigma} = X_{6\Sigma} + X_{кЛ4} + X_{A4} = 0.686 + 0.001 + 0.13 = 0.817 \text{ Ом};$$

$$R_{7\Sigma} = R_{6\Sigma} + R_{кЛ4} + R_{A4} = 0.695 + 0.02 + 0.41 = 1.125 \text{ Ом};$$

$$Z_{7\Sigma} = \sqrt{X_{7\Sigma}^2 + R_{7\Sigma}^2} = \sqrt{0.817^2 + 1.125^2} = 1.391 \text{ Ом}.$$

$$I_{к3} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{6\Sigma}} = \frac{0.4}{\sqrt{3} \cdot 1.391} = 0.166 \text{ кА}.$$

$$i_{y\partial 7} = K_{y\partial} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{к3} = 1.7 \cdot \sqrt{2} \cdot 0.166 = 0.399 \text{ кА}.$$

Расчетные значения токов КЗ сведены в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 - Расчетные значения токов КЗ

Ток, кА	К1	К2	К3	К4	К5	К6	К7
$I_{к3},$	21,076	28,974	16,32	0,362	0,293	0,236	0,166
$i_{y\partial},$	56,632	79,901	41,544	0,871	0,704	0,568	0,399

7 Выбор электрических аппаратов и токоведущих частей схемы электроснабжения корпуса

7.1 Выбор электрооборудования ГПП-6

7.1.1 Выбор разъединителей 110 кВ

Таблица 7.1 - Выбор разъединителей на напряжение 110 кВ

Условия выбора	Расчетные данные	Каталожные данные
$U_{уст} \leq U_{ном}, \text{ кВ}$	110	110
$I_{ном} \leq I_{ном}, \text{ А}$	316	630
$i_y \leq i_{пр.с}, \text{ кА}$	56,632	80
$B_K \leq I_m^2 \cdot t_m, \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	247	1452

К установке принимаем разъединитель РЛНД(3) – 2 – 110/630 [16].

7.1.2 Выбор трансформаторов тока 110 кВ

Таблица 7.2 - Выбор трансформаторов тока 110 кВ

Условия выбора	Расчетные данные	Каталожные данные
$U_{уст} \leq U_{ном}, \text{ кВ}$	110	110
$I_{ном тт} \geq I_{сети}, \text{ А}$	316	630
$i_y < i_{дин};$ $i_y < K_{эд} \sqrt{2} \cdot I_n, \text{ кА}$	56,632	130,94
$B_K \leq I_m^2 \cdot t_m, \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	247	1452

К установке принимаем трансформатор тока типа ТВТ-110.

Проверяем выбранный трансформатор тока:

- по допустимой (10 %) погрешности:

$$I_{расч} = K_a I_{к max}^{(3)} = 1,3 \cdot 2,19 = 2,847 \text{ кА},$$

где $K_a = 1,3$ – учет апериодической составляющей тока КЗ для дифференциальной защиты.

- по кривым предельной кратности для выбранного ТТ определим допустимую нагрузку $Z_{н доп} = 3 \text{ Ом}$.

Определим фактическую нагрузку обмотки ТВТ-110 с приборами:

$$Z_{н1} = 3 \cdot Z_{пров} + Z_{пер} + Z_{приб}.$$

Устанавливаем один амперметр типа Э – 335, $S_{приб} = 0,5 \text{ В А}$,
переходное сопротивление контактов $Z_{пер} = 0,05 \text{ Ом}$

$$Z_{пров} = (Z_{н доп} - Z_{пер} - Z_{приборов}) / 3 = (3 - 0,05 - 0,02) / 3 = 0,98 \text{ Ом}.$$

Расчетное сечение проводов для обмотки с приборами:

$$S_{доп} = \rho L / Z_{пров} = 0,0293 \cdot 65 / 0,98 = 1,88 \text{ мм}^2 < 4 \text{ мм}^2,$$

где $\rho = 0,0293$ – удельная плотность меди; $L = 65 \text{ м}$ – длина проводов.

Принимаем $S_{пров} = 4 \text{ мм}^2$, что обеспечивает согласно ПУЭ [1]
допустимую 10 % погрешность ТТ.

Определим фактическую нагрузку обмотки ТТ с реле:

$$Z_{н2} = 3 \cdot Z_{пров} + Z_{пер} + 3Z_{реле},$$

где $Z_{реле} = 0,35 \text{ Ом}$;

$$Z_{пров} = (Z_{н доп} - Z_{пер} - 3 \cdot Z_{реле}) / 3 = (3 - 0,05 - 3 \cdot 0,35) / 3 = 0,63 \text{ Ом};$$

$$S_{доп} = 0,0293 \cdot 65 / 0,63 = 2,9 \text{ мм}^2 < 4 \text{ мм}^2.$$

Принимаем $S_{пр} = 4 \text{ мм}^2$.

7.1.3 Выбор ячеек КРУ 10 кВ

В ЗРУ 10 кВ ГПП-6 устанавливаем ячейки типа КРУ-СЭЩ-70 с вакуумными выключателями ВВМ-СЭЩ производства АО «Самарский завод «Электроцит» [20]. Выбор и проверка выключателей 10 кВ сведена в таблицу 7.3.

Таблица 7.3 - Выбор выключателей

Условия	Расчетные данные	Каталожные данные
$U_{уст} \leq U_{ном}, \text{ кВ}$	10	10
$I_{ном} \leq I_{ном}, \text{ А}$	1819	2500
$I'' \leq I_{отк ном}, \text{ кА}$	28,974	31,5
$i_y \leq i_{дин}, \text{ кА}$	79,901	120
$B_K \leq I_m^2 \cdot t_m, \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	185,53	2883

В ячейках КРУ установлены трансформаторы напряжения типа НАЛИ-СЭЩ. Расчет вторичной нагрузки трансформаторов напряжения произведем в таблице 7.4.

Таблица 7.4 - Расчет вторичной нагрузки трансформатора напряжения

Прибор		Тип	S одной обмотки В·А	Число обмоток	$\cos \varphi$	$\sin \varphi$	Число приборов	Общая потребляемая мощность	
								P, Вт	Q, квар
Вольтметр	Сборные шины	Э-335	2	1	1	0	2	4	-
Ваттметр Счетчик Варметр	Ввод от 10 кВ	Д-335	1,5	2	1	0	1	3	-
		ЦЭ6801	6 Вт	2	0,38	0,925	1	4,56	11,1
		Д-335	1,5	2	1	0	1	3	-
Счетчики	Линии 10 кВ	ЦЭ6801	6 Вт	2	0,38	0,925	29	80,1	271,9
Итого								94,76	283

В ячейках КРУ установлены трансформаторы тока типа ТОЛ-СЭЦ. Трансформатор тока на стороне 10 кВ выбираем аналогично. Выбор трансформаторов тока приведен в таблице 7.5.

Таблица 7.5 - Выбор трансформаторов тока 10 кВ

Условия выбора	Расчетные данные	Каталожные данные
$U_{уст} \leq U_{ном}, \text{ кВ}$	10	10
$I_{ном тт} \geq I_{сети}, \text{ А}$	1819	2500
$i_y < i_{дин};$ $i_y < K_{эд} \sqrt{2} I_n, \text{ кА}$	79,901	1200
$B_K \leq I_m^2 \cdot t_m, \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	185,53	2883

В таблице 6.6 приведены приборы, подключаемые к ТТ на ГПП-6.

Общее сопротивление приборов:

$$R_{приб} = S_{приб} / 2 = 13 / 25 = 0,52 \text{ Ом}; Z_{н доп} = 1,5 \text{ Ом}.$$

$$Z_{н1} = 2 \cdot Z_{пров} + Z_{пер} + Z_{приб}.$$

$$Z_{пров} = (Z_{н доп} - Z_{пер} - Z_{приб}) / 2 = (1,5 - 0,1 - 0,52) / 2 = 0,44 \text{ Ом}.$$

Таблица 7.6 - Мощность приборов, устанавливаемых на ТТ 10 кВ

Прибор	Тип	Нагрузка фазы, Вт		
		А	В	С
Амперметр	Э – 335	-	0,5	-
Ваттметр	Д – 335	0,5	-	0,5
Варметр	Д – 335	0,5	-	0,5
Счетчик	ЦЭ6801	12	-	12
Итого		13	0,5	13

Принимаем $Z_{пер} = 0,1$; $L_{пров} = 45$ м.

$$S_{пров} = (0,0293 \cdot 45) / 0,44 = 2,89 \text{ мм}^2.$$

$$Z_{реле} = 0,15 \text{ Ом}.$$

$$Z_{пров} = (Z_{н доп} - Z_{пер} - Z_{приб}) / 2 = (1,5 - 0,1 - 0,15) / 2 = 0,63 \text{ Ом};$$

$$S_{пров} = (0,0293 \cdot 45) / 0,44 = 2,89 \text{ мм}^2 < 4 \text{ мм}^2.$$

Принимаем $S_{пров} = 4 \text{ мм}^2$.

На ГПП-6 в ячейках КРУ установлены трансформаторы собственных нужд типа ТЛС-10. Расчет нагрузки трансформаторы собственных нужд сведен в таблицу 7.7.

Таблица 7.7 - Нагрузка трансформаторы собственных нужд

№	Вид потребления	Установленная мощность		$\cos \varphi$	$\tan \varphi$	Нагрузка	
		Единицы, кВт х кол-во	Всего, кВт			$P_{уст}$, кВт	$Q_{уст}$, квар
1	Охлаждение ТРДЦН-63000	2 х 1	2	0,85	0,62	2	1,24
2	Подогрев шкафов КРУ-10	1 х 42	42	1	0	42	-
3	Подогрев релейного шкафа	-	0,6	1	0	0,6	-
4	Отопление, освещение, вентиляция ЗРУ	-	20	1	0	20	-
5	Освещение ОРУ 110 кВ	-	5	1	0	5	-
6	Маслохозяйство	-	75	1	0	75	-
Итого						144,6	1,24

$$S_{расч} = 0,8 \sqrt{144,6^2 + 1,24^2} = 115,7 \text{ кВА}; S_{ТЧР} = 115,7 / 1,4 = 82,64 \text{ кВА}.$$

Принимаем к установке два трансформатора собственных нужд типа ТЛС – 100 кВА.

7.2 Выбор электрооборудования 0,4 кВ

На ТП устанавливаем КТП с двумя трансформаторами ТСЗ – 2500/10 производства АО «Самарский завод «Электроцит» [19]. КТП комплектуется выключателями нагрузки типа ВНП 10/630-2093, автоматическими выключателями серии ВА, трансформаторами тока ТШН – 0,66, ТШЛ – 0,66 и электроизмерительными приборами.

Таблица 7.8 - Проверка выключателя ВНП 10/630-2093

Условия выбора	Расчетные данные	Каталожные данные
$U_{уст} \leq U_{ном}, \text{ кВ}$	10	10
$I_{ном} \leq I_{ном}, \text{ А}$	144	630
$B_k \leq I_{тер}^2 t_{тер}, \text{ кА}^2\text{с}$	114,75 кА ² с	120 кА ² с
$I_{откл} \geq I_{ном}, \text{ А}$	144	630
$I_{по} \leq I_{пр.с}, \text{ кА}$ $i_y \leq i_{пр.с}, \text{ кА}$	16,32 кА 41,54 кА	40 кА 70 кА

Таблица 7.9 - Проверка автоматических выключателей

Расчетный параметр	ВА-75		ВА-25		ВА 55-43	
	Расчетное значение	Паспортное значение	Расчетное значение	Паспортное значение	Расчетное значение	Паспортное значение
$I_n, \text{ А}$	3608	5000	2057	2500	602	1000
$U_n, \text{ В}$	380	660	380	660	380	660
$I_{откл.}, \text{ кА}$	0,362	36	0,362	31	0,362	25
$I_{вкл.}, \text{ кА}$	0,362	36	0,362	31	0,362	25
$I_n \text{ расцеп.}, \text{ А}$		4000		2500		1000

7.3 Выбор кабелей на стороне 10 кВ и 0,4 кВ

7.3.1 Выбор кабеля на стороне 10 кВ

Выбираем кабель от ячейки КРУ 10 кВ ГПП-6 до ТП, проложенного в туннеле.

1). Условия выбора:

$$I_{н.раб} \leq I_{доп.н},$$

где $I_{\text{доп.н}}$ - допустимая токовая нагрузка на кабель в нормальном режиме.

$$I_{\text{доп.н}} = \kappa_n \cdot I_{\text{ном.каб.}} = 2525,9 \text{ А},$$

κ_n - поправочный коэффициент на прокладку кабеля; принимаем $\kappa_n = 1$ [12].

$$144 \text{ А} < 195 \text{ А}$$

По максимальному току

$$I_{\text{max}} \leq I_{\text{дон}};$$

$$261 \leq 270 \text{ А}.$$

Условия выбора выполняются. Принимается к прокладке кабель АПвП 3×50 [21].

7.3.2 Выбор кабеля на стороне 0,4 кВ

Выбираем кабель от ШРА 0,4 кВ до автоматической линии $P_{\text{уст}} = 130 \text{ кВт}$, проложенного в трубе.

1). Условия выбора:

$$I_{\text{н.раб}} \leq I_{\text{доп.н}},$$

где $I_{\text{доп.н}}$ - допустимая токовая нагрузка на кабель в нормальном режиме.

$$I_{\text{доп.н}} = \kappa_n \cdot I_{\text{ном.каб.}} = 270 \text{ А},$$

κ_n - поправочный коэффициент на прокладку кабеля; принимаем $\kappa_n = 1$ [12].

$$187,6 \text{ А} < 270 \text{ А}$$

По максимальному току

$$I_{\text{max}} \leq I_{\text{дон}};$$

$$261 \leq 270 \text{ А}.$$

Условия выбора выполняются. Принимается к прокладке кабель АПвП 4×185 [21].

8 Расчет молниезащиты ГПП

Здания и сооружения ГПП должны защищаться от поражения прямыми ударами молнии, следовательно, рассчитаем молниезащиту ГПП-6 по методике, приведенной в [17].

Задаемся высотой молниеотвода $h = 20$ м.

Определяем активную высоту молниеотвода:

$$h_a = h - h_x; h_a = 20 - 7,5 = 12,5 \text{ м},$$

где $h_x = 7,5$ м - высота защищаемого объекта.

Определим зону (радиус) защиты:

$$r = \frac{1,6 \cdot h_a \cdot p}{1 + h_x / h}; \quad r = \frac{1,6 \cdot 12,5 \cdot 1}{1 + 7,5 / 20} = 14,545 \text{ м}$$

где $p = 1$ - коэффициент различных высот молниеотводов.

Установим молниеотводы так, чтобы они накрывали всю территорию ГПП-6 (рисунок 8.1).

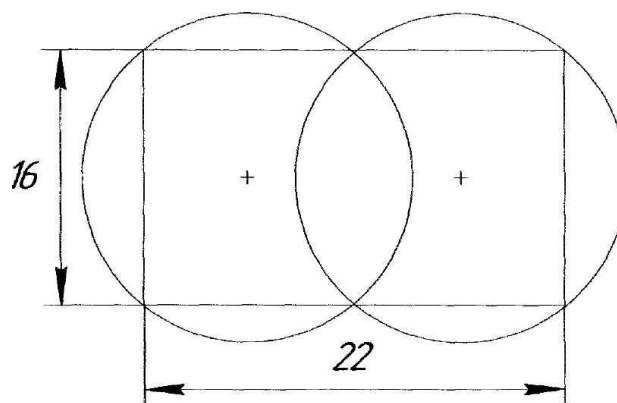


Рисунок 8.1.

Заключение

Выполнен расчет ожидаемых электрических нагрузок корпуса по методу приведенных затрат. Произведен расчет освещения по коэффициенту использования светового потока. Для общего освещения выбраны светильники типа СПОГ-700 с лампами лампы ДРИ-700. Получены значения расчетной нагрузки по корпусу $P_p = 23562$ кВт; $Q_p = 16533$ квар; $S_p = 28784$ кВА.

Выбрано количество цеховых ТП 10/0,4 кВ с учетом компенсации реактивной мощности. Для корпуса принимаются к установке семь двух трансформаторных КТП с трансформаторами ТСЗ 2500/10 производства АО «Самарский завод «Электроцит». К установке на ГПП-6 принято два трансформатора ТРДЦН-63000/110/10/10 производства ООО «Тольяттинский трансформатор».

На стороне 10 кВ принята двухступенчатая радиальная схема электроснабжения, на стороне 0,4 кВ в цеховой сети - магистральная. Рассчитаны токи короткого замыкания, по которым произведен выбор электрооборудования на напряжение 110 кВ, 10 кВ и 0,4 кВ схемы электроснабжения. ЗРУ 10 кВ ГПП-6 выполнено комплектными ячейками типа КРУ-СЭЩ-70 производства АО «Самарский завод «Электроцит». Выбраны кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена типа АПвП на стороне 10 и 0,4 кВ. Рассчитана молниезащита ГПП-6.

Список использованных источников

1. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей - М.; Ростов н/Д: МарТ, 2009.
2. Правила устройства электроустановок: - М. : КНОРУС, 2009.
3. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования: РД 153-34.0-20.527-98/ Б.Н. Неклепаев - М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2006.
4. Алиев, И.И. Кабельные изделия: Справочник / И.И. Алиев. - М.: Высш. шк., 2010. Быстрицкий, Г.Ф. Выбор и эксплуатация силовых трансформаторов: учеб. пособие для вузов / Г.Ф. Быстрицкий, Б.И. Кудрин. - М. : Academia, 2009.
5. Вахнина, В.В. Компенсация реактивной мощности в системах электроснабжения промышленных предприятий/ В.В. Вахнина; ТГУ. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2011.
6. Вахнина, В.В. Проектирование осветительных установок : учеб. пособие /В.В. Вахнина, О.В. Самолина, А.Н. Черненко, Рыбалко Т.А. - Тольятти: ТГУ, 2015.
7. Вахнина, В.В. Проектирование систем электроснабжения промышленных предприятий: учеб.-метод. пособие для практ. занятий / В.В. Вахнина, А.Н. Черненко. - Тольятти : ТГУ, 2015.
8. Кудрин, Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий : учеб. для вузов / Б.И. Кудрин. - Гриф УМО. - М. : Интернет Инжиниринг, 2009.
9. Кудрин, Б.И. Электроснабжение / Б.И. Кудрин. – М. : Изд. центр «Академия», 2012.
10. Кудрин, Б.И. Электроснабжение потребителей и режимы / Б.И. Кудрин, Б.В. Жилин, Ю.В. Матюнина. – М.: Изд. дом МЭИ, 2013.

11. Макаров, Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ и 110-1150 кВ : в 6 т.: учеб.-произв. изд. Т. 4 / Е.Ф. Макаров; под ред. И.Т. Горюнова [и др.]. - М. : Папирус Про, 2005.
12. Основы кабельной техники : учебник для вузов / В.М. Леонов [и др.]; под ред. И.Б. Пешкова. - Гриф УМО. - М. : Academia, 2006.
13. Ополева, Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения : справочник: учеб. пособие / Г.Н. Ополева; [сост. С.К. Кротов и др.]. - М. : ФОРУМ - ИНФРА-М, 2009.
14. Рекус, Г.Г. Электрооборудование производств : учеб. пособие / Г.Г. Рекус. - Гриф УМО. - М. : Высш. шк., 2013.
15. Рожкова, Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций : учеб. для сред. проф. образования / Л.Д. Рожкова, Л.К. Карнеева, Т.В. Чикова. - 2-е изд., стер.; Гриф МО. - М. : Academia, 2011.
16. Электротехнический справочник : В 4 т. Т. 3 / Под общ. ред. В.Г. Герасимова и др. - 8-е изд., испр. и доп. - М. : Изд-во МЭИ, 2002.
17. Заземляющие устройства электроустановок / Б.К. Борисов [и др.] – М.: Изд. дом МЭИ, 2013.
18. <http://www.svet.org.ua/svetilniki>
19. <http://elcom-energo.ru/kku>
20. <http://www.electroshield.ru/>
21. <http://www.elcable.ru/product/appl/prilog1.pdf>
22. Adeen, L. Update on OLTC Dynamic Resistance Measurement Methodology – Testing Experience / L. Adeen, B. Diggin, G. Milojevic // EuroDoble Colloquium, Stockholm, 2011.
23. Electrical equipment for a.c. voltages from 1 to 750 kV. Requirements for dielectric strength of insulation: interstate standards. – М., 2010.
24. IEEE Application Guide for IEEE Std 1547, IEEE Standard for Interconnecting with Electric Power Systems. IEEE Standards Coordinating Committee 21, 15 April 2009.

25. U.S. Department of Energy, Energy Administration // Annual Energy Outlook 2009. – U.S. Energy Administration, Washington, 2009.

26. U.S. Department of Energy, Energy Administration // Annual Energy Outlook 2009. DOE/EIA, Washington, DC, 2009.