ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Энергетика кафедрасы

Мирхиязов Олжас Толегенұлы

Ауыр машина жасау зауытының электр механикалық цехын электрмен жабдықтау схемасын құру

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5В071800 – Электр энергетикасы

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Энергетика кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Кафедра меңгерушісі
PhD, ассистент-профессор
_____Сарсенбаев Е.А.
«5» маусым 2020 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Ауыр машина жасау зауытының электр механикалық цехын электрмен жабдықтау схемасын құру»

5В071800 – «Электрэнергетикасы»

Орындаған Мирхиязов О.Т.

Ғылыми жетекші
техн. ғыл.канд., ассистент-проф.
_____Жұматова А.А.
«4» маусым 2020ж.

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Энергетика кафедрасы

5В071800 – «Электрэнергетикасы» мамандығы

БЕКІТЕМІН
Кафедра меңгерушісі
PhD, ассистент-профессор
_____Е.А. Сарсенбаев
«27» қаңтар 2020 ж.

Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы *Мирхиязов Олжас Толегенұлы*
Тақырыбы*«Ауыр машина жасау зауытының электр механикалық цехын электрмен жабдықтау схемасын құру»*.
Университет ректорының *2020ж. «27» қаңтарындағы№. 762-6*,бұйрығымен бекітілген.
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі *«1» маусым 2020 ж.*
Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістер:
-завод – «Алматы ауыр машина жасау зауыты»;
-цех өлшемдері–А х В х Н=48 х 30 х 9 м;
-жұмыс ауысымдарының саны–2.
Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:
а)Цех параметрлерін есептеу;
б)Қорғаныстық аппараттарды таңдау;
в)Қысқа тұйықталу токтарын есептеу.
Сызбалық материалдар тізімі:*Сызбалық материалдарды слайдпен дайындау*.
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:*9 атау.*

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы,қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Цех параметрлерін есептеу	11.03.2020	жоқ
Қорғаныстық аппараттарды таңдау	24.03.2020	жоқ
Қысқа тұйықталу токтарын есептеу	07.04.2020	жоқ

Аяқталған жұмысқа қойылған
Кеңесшілер мен нормабақылаушының
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	Жуматова А.А. техн. ғыл.канд., ассистент-профессор	2.06.2020	
Экономика және баскару	Жуматова А.А. техн. ғыл.канд., ассистент-профессор	4.06.2020	
Норма бақылау	БердибековА.О., сениор-лектор	5.06.2020	

Ғылыми жетекшісі _____ /А.А.Жуматова/

Тапсырманы орындауға алған студент /О.Т.Мирхиязов/

Күні «3» ақпан 2020 ж

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыста цехты электрмен жабдықтау қарастырылды. Электрмен жабдықтау үшін цехта орналасқан электр қабылдағыштарға және олардың қуаттарына сәйкес екі шина өткізгіш және бір күштік шкаф таңдалды. Барлық қабылдағыштардың қуаттарын, тогы есептелінді. Әр қабылдағышқа ажыратқыш немесе сақтандырғыш, оларды жалғайтын кабельдер мен сымдар таңдалды.

АННОТАЦИЯ

В дипломной работе рассматривается электроснабжение цеха. Для электроснабжения выбраны два шиннопроводных и один силовых шкафа в соответствии с расположенными в цехе электроприемниками и их мощностями. Рассчитаны мощности и токи всех приемников. На каждый приемник выбран выключатель или предохранитель, соединительные кабели и провода.

ANNOTATION

The thesis deals with the power supply of the shop. For power supply, two busbar and one power Cabinet are selected in accordance with the electrical receivers located in the shop and their capacities. The power and current of all receivers are calculated. A switch or fuse, connecting cables and wires are selected for each receiver.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Цех параметрлерін есептеу	8
2	Реактивті қуат компенсациялау	13
3	Қорғаныстық аппараттарды таңдау	14
3.1	Автоматты ажыратқыш немесе сақтандырғыш таңдау	15
3.2	Сымдарды таңдау	16
3.3	Шина, шкаф және оларға қорғаныстық аппаратураны таңдау	18
3.4	Троллейлі шинопровод таңдау	19
4	Жарықтандыру жүктемесін есептеу	22
5	ҚТТ есептеу	23
5.1	Шинасын ескермей К2 нүктесіндегі ҚТ токтарын есептеу	26
5.2	Шинасын ескеріп К1 нүктесіндегі ҚТ токтарын есептеу	28
	Қорытынды	33
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	34

КІРІСПЕ

Электрмен жабдықтау желілерін жобалау, ірі тұтынушылардың, оның құрамына сондай-ақ жекелеген цехтар, кәсіпорындар, ескеру маңызды жеткілікті шарттары. Жобалаудың бастапқы деректері кәсіпорынның мамандандыруынан бастап және географиялық жағдаймен аяқталатын көптеген факторларға байланысты, өйткені жабдықпен тұтынылатын қуатты ғана емес, жарықтандыру мен жылумен қамтамасыз ету шығындарын да ескеру қажет. Цехтың Электрмен жабдықтаудың сауатты және тиімді орындалған жобасы электр энергиясын ең аз рұқсат етілген тұтыну кезінде орнатылған жабдықтың жұмыс сенімділігіне айтарлықтай әсер етеді. Кәсіпорынды электрмен жабдықтау қауіпсіз еңбек жағдайларын қамтамасыз етуі және қоршаған ортаға зиянды әсер етпеуі тиіс.Электрмен жабдықтау сұлбасын таңдау кернеу, қуат, электр қабылдағыш сенімділігі, алыстығы бойынша электр қабылдағыш санаты мәселелерімен тығыз байланысты.

Дипломдық жобаның негізгі мақсаты ауыр машина жасау зауытының механикалық цехтың электрмен жабдықтау сызбасын әзірлеу. Бұл жобаға алматы қаласында орналаскан Алматы ауыр машина жасау зауыты қарастырдық.

1 Цех параметрлерін есептеу

Ауыр машина жасаудың механикалық цехы бұйымдарды сериялық өндіруге арналған. Машина жасау зауытының ірі қосалқы цехы болып табылады және негізгі цехтардың тапсырыстарын орындайды. Бұл үшін негізгі жабдық орнатылған: сыдыру, тегістеу, анодтық-механикалық станоктар және т.б.

Жұмыс ауысымдарының саны - 2. Цех өлшемдері А х В х Н=48 х 30 х 9 м.

1-кесте-Механикалық цехтың жабдықтарының тізімі

№	Қабылдағыштардың аталуы	Орнатылған қуаты кВт.	Ескертпе
1…5	Тегістеу станоктары	50	
6, 16, 18…20	РТ-341 типті тесу станоктары	45	
17	Көпірлік кран	40	ПВ=25%
21…23, 29…31	РТ-250 типті тесу станоктары	35	
24…28, 34…36	МЭ-31 типті анодтық-механикалық станоктары	18,4	
7…15	МЭ-12 типті анодтық-механикалық станоктары	10	
32	Сорушы желдеткіш	18	
33	Айдаушы желдеткіш	20	

№17 үш фазалы электр қабылдағыштың қуатын ұзақ режимге келтіреміз:

$$P_н = S_н \cdot cos\varphi \cdot \sqrt{ПВ} \quad (1)$$

$$P_н = 40 \cdot 0{,}5 \cdot \sqrt{0{,}25} = 10\ кВт$$

2-кесте-Ауыр машина жасау механикалық цехының негізгі жабдықтарын ШРА, ШР бойынша бөлу

№	№	Қабылдағыштардың аталуы	Саны	Орнатылған қуаты кВт.	Ки .е.	Cos φ .е.
ШРА-1	1…5	Тегістеу станоктары	5	50	0,2	0,65
	6,16	РТ-341 типті тесу станоктары	2	45	0,2	0,65
ШРА-2	7…15	МЭ-12 типті анодтық-механикалық станоктары	9	10	0,14	0,5

2-кестенің жалғасы

	17	Көпірлік кран	1	10	0,35	0,5
	24...28, 34…36	МЭ-31 типті анодтық-механикалық станоктары	8	18,4	0,17	0,65
ШР-2	18..20	РТ-341 типті тесу станоктары	3	45	0,2	0,65
	21…23, 29…31	РТ-250 типті тесу станоктары	6	35	0,2	0,65
	32	Сорушы желдеткіш	1	18	0,65	0,8
	33	Айдаушы желдеткіш	1	20	0,65	0,8

1. m коэффициенті:

$$m = \frac{P_{нmax}}{P_{н\min}} \tag{2}$$

2. Әр электр қабылдағыштын активті жүктемесін табу формуласы:

$$P_{см} = K_и \cdot P_н \tag{3}$$

3. Реактивті жүктеме табу:

$$Q_{см} = P_{см} \cdot tg\varphi \tag{4}$$

4. Электр қабылдағыштын қуат коэффициенті:

$$K_и = \frac{\sum P_{см}}{\sum P_{ном}} \tag{5}$$

5. $n_{эф}$ - эффектив саны

а) m ≤ 3 болса $n_{эф} = n$ деп аламыз.

б) m > 3 болса эфектив саны табу жолы осындай болады:

$$n_{эф} = \frac{2\sum_{i}^{n} P_н}{P_{н\max}} \tag{6}$$

6. $K_м$ максимум коэффициенті эффектив саны мен қуат коэффициенті тәуелділігі арқылы табылады.

7. Қабылдағыштағы максималды жүктеме:

$$P_м = K_м \cdot P_{см} \quad (7)$$

8. Қабылдағыштағы реактивті максималды жүктеме кезінде:

а) $n_{эф} \leq 10$ жағдайда; $Q_м = 1.1 Q_{см}$ (8)

б) $n_{эф} > 10$ жағдайда; $Q_м = Q_{см}$ (9)

9. Максималды толық жүктеме табу:

$$S_м = \sqrt{P_м^2 + Q_м^2} \quad (10)$$

10. Қабылдағыштын максималды тоғын табу:

$$I_м = \frac{S_м}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} \quad (11)$$

2 Реактивті қуат компенсациялау

Механикалық цехтын жалпы қуаты:

$$S = \frac{S_M}{0,8} \quad (12)$$

$$S = \frac{524}{0.8} = 655 \text{ кВА}$$

ТМ-1000-10/0,4 типті трансформатор таңдадым

$$Q_{нбк} = Q_{нбк1} + Q_{нбк2}; \quad (13)$$

$$Q_{нбк1} = Q_{р0,4} - Q_1; \quad (14)$$

$$Q_1 = \sqrt{(N_{тэ} \times k_з \times S_{н.т})^2 - P_{р0.4}^2}; \quad (15)$$

$$Q_1 = \sqrt{(N_{тэ} \times k_з \times S_{н.т})^2 - P_{р0.4}^2} = \sqrt{(1 \times 0.524 \times 1000)^2 - 468^2} = 236 \text{ кВар}$$

$$k_з = \frac{524}{1000} = 0.524$$

$$Q_{нбк1} = 234 - 236 = -2 кВар$$

$$Q_{нбк2} = Q_{р0,4} - Q_{нбк1} - \gamma \times N_{тэ} \times S_{н.т} = 234+2-0.524\times1\times1000 = -288 \text{ кВар} < 0$$

$$Q_{нбк2} < 0$$

$$Q_{нбк} = -2 + 0 = -2 \ кВар$$

$$Q_{нбктп} = \frac{Q_{нбк}}{N_{тэ}} = -2 \ кВар$$

Цех рективті қуатты компенсациялау қажеттілігін тудырған жоқ

3.1 Автоматты ажыратқыш немесе сақтандырғыш таңдау

ШРА-1:
ЭҚ № 1...5 Тегістеу станоктары:

$$I_{ном,авт} \geq I_{дл} \qquad 160А \geq 117А$$
$$I_{ном,эмр} \geq I_{дл} \qquad 160А \geq 117А$$
$$I_{ср,эмр} \geq I_{пуск} \cdot 1{,}25 \qquad 320А \geq 292{,}5А$$

ЭҚ № 6, 16 РТ-341 типті тесу станоктары:

$$I_{ном,авт} \geq I_{дл} \qquad 250А \geq 105А$$
$$I_{ном,эмр} \geq I_{дл} \qquad 230А \geq 105А$$
$$I_{ср,эмр} \geq I_{пуск} \cdot 1{,}25 \qquad 800А \geq 393{,}75А$$

ШРА-2:
ЭҚ № 7...15 МЭ-12 типті анодтық-механикалық станоктары:

$$I_{ном,авт} \geq I_{дл} \qquad 100А \geq 30А$$
$$I_{ном,эмр} \geq I_{дл} \qquad 40А \geq 30А$$
$$I_{ср,эмр} \geq I_{пуск} \cdot 1{,}25 \qquad 480А \geq 187{,}5А$$

ЭҚ № 17 Көпірлік кран:

$$I_{ном,авт} \geq I_{дл} \qquad 100А \geq 30А$$
$$I_{ном,эмр} \geq I_{дл} \qquad 40А \geq 30А$$
$$I_{ср,эмр} \geq I_{пуск} \cdot 1{,}25 \qquad 480А \geq 225А$$

ЭҚ № 24...28, 34...36 МЭ-31 типті анодтық-механикалық станоктары :

$$I_{ном,авт} \geq I_{дл} \qquad 100А \geq 43А$$
$$I_{ном,эмр} \geq I_{дл} \qquad 63А \geq 43А$$
$$I_{ср,эмр} \geq I_{пуск} \cdot 1{,}25 \qquad 750А \geq 268{,}75А$$

ШР-1:
ЭҚ № 18...20 РТ-341 типті тесу станоктары:

$$I_{ном,авт} \geq I_{дл} \qquad 250А \geq 105А$$
$$I_{ном,эмр} \geq I_{дл} \qquad 230А \geq 105А$$
$$I_{ср,эмр} \geq I_{пуск} \cdot 1{,}25 \qquad 800А \geq 393{,}75А$$

ЭҚ № 21...23, 29...31 РТ-250 типті тесу станоктары:

$$I_{ном,авт} \geq I_{дл} \qquad 160А \geq 87А$$
$$I_{ном,эмр} \geq I_{дл} \qquad 100А \geq 87А$$
$$I_{ср,эмр} \geq I_{пуск} \cdot 1{,}25 \qquad 600А \geq 307{,}5А$$

ЭҚ № 32 Сорушы желдеткіш:

$$I_{ном,авт} \geq I_{дл} \qquad 100А \geq 34А$$
$$I_{ном,эмр} \geq I_{дл} \qquad 40А \geq 34А$$
$$I_{ср,эмр} \geq I_{пуск} \cdot 1{,}25 \qquad 480А \geq 170А$$

ЭҚ № 33 Айдаушы желдеткіш:

$$I_{ном,авт} \geq I_{дл} \qquad 100А \geq 38А$$
$$I_{ном,эмр} \geq I_{дл} \qquad 40А \geq 38А$$
$$I_{ср,эмр} \geq I_{пуск} \cdot 1{,}25 \qquad 480А \geq 190А$$

3.2 Сымдарды таңдау

ШРА-1:
ЭҚ № 1...5 Тегістеу станоктары:

$$I_{доп,пр} \geq \frac{I_{дл}}{К_{попр}} \qquad 165А > 117/1{,}0 = 117А;$$

$$I_{доп,пр} \geq \frac{I_{з} \cdot К_{з}}{К_{попр}} \qquad 165А > 160 \text{ x } 1/1 = 160А;$$

ПВС (1 х 50) маркалы сымы таңдалынды

ЭҚ № 6, 16 РТ-341 типті тесу станоктары:

$$I_{доп,пр} \geq \frac{I_{дл}}{К_{попр}}$$ 275А > 105/1,0 = 105А;

$$I_{доп,пр} \geq \frac{I_{з} \cdot К_{з}}{К_{попр}}$$ 275А > 230 х 0,92/1,0 = 230А;

ПВХ (1 х 95) маркалы сымды таңдаймыз

ШРА-2:
ЭҚ № 7...15 МЭ-12 типті анодтық-механикалық станоктары:

$$I_{доп,пр} \geq \frac{I_{дл}}{К_{попр}}$$ 77А > 44/1,0 = 44А;

$$I_{доп,пр} \geq \frac{I_{з} \cdot К_{з}}{К_{попр}}$$ 77А > 44 х 0,4/1,1 = 16А;

ПВХ (1 х 10) маркалы сымы таңдалынды

ЭҚ № 17 Көпірлік кран:

$$I_{доп,пр} \geq \frac{I_{дл}}{К_{попр}}$$ 86А >47 /1,0 = 47А;

$$I_{доп,пр} \geq \frac{I_{з} \cdot К_{з}}{К_{попр}}$$ 86А > 47 х 0,41/1,2 = 23А;

ВВГЗ (1 х 10) маркалы сымды таңдаймыз

ЭҚ № 24...28, 34...36 МЭ-31 типті анодтық-механикалық станоктары:

$$I_{доп,пр} \geq \frac{I_{дл}}{К_{попр}}$$ 89А > 43 = 43А;

$$I_{доп,пр} \geq \frac{I_{з} \cdot К_{з}}{К_{попр}}$$ 89А > 66 х 0,98/1,0 = 65А;

ВВГНГ (1 х 16) маркалы сымы таңдалынды

ШР-1:

ЭҚ № 18...20 РТ-341 типті тесу станоктары:

$$I_{доп,пр} \geq \frac{I_{дл}}{К_{попр}} \qquad 275А > 105 = 105А;$$

$$I_{доп,пр} \geq \frac{I_{з} \cdot К_{з}}{К_{попр}} \qquad 275А > 230 \text{ x } 0,9/1,0 = 207А;$$

ПВС (1 х 12) маркалы сымды таңдаймыз

ЭҚ № 21...23, 29...31 РТ-250 типті тесу станоктары:

$$I_{доп,пр} \geq \frac{I_{дл}}{К_{попр}} \qquad 147А > 82 = 82А;$$

$$I_{доп,пр} \geq \frac{I_{з} \cdot К_{з}}{К_{попр}} \qquad 147А > 98 \text{ x } 0,88/1,0 = 86,24А;$$

ПВХ (1 х 35) маркалы сымы таңдалынды

ЭҚ № 32 Сорушы желдеткіш:

$$I_{доп,пр} \geq \frac{I_{дл}}{К_{попр}} \qquad 68А > 45 = 45А;$$

$$I_{доп,пр} \geq \frac{I_{з} \cdot К_{з}}{К_{попр}} \qquad 68А > 45 \text{ x } 0,46/1,0 = 20,7А;$$

ПВС (1 х 10) маркалы сымды таңдаймыз

ЭҚ № 33 Айдаушы желдеткіш:

$$I_{доп,пр} \geq \frac{I_{дл}}{К_{попр}} \qquad 70А > 52 = 52А;$$

$$I_{доп,пр} \geq \frac{I_{з} \cdot К_{з}}{К_{попр}} \qquad 70А > 52 \text{ x } 0,42/1,0 = 21,84А;$$

ПВХ (1 х 10) маркалы сымды таңдаймыз

3.3 Шина жане шкаф

ШИНА-1:

а) $I_{р.\ шра1}$ = 242 А. $P_{ном}$ = 55 кВт. ШРА-400-32-1УЗ

$I_{н.\ шра1}$ = 400 А. $I_{ном}$ = 117 А. [400А > 242А]

$I_{пуск}$ = 234 А.

$$I_{кр.\ шра1} = I_{пуск,мах} + \sum_{i}^{n=1} - I_{ном} \quad (16)$$

$$I_{кр.\ шра1} = 234+242–117=359А.$$

б) $I_{ном,авт} \geq I_{дл}$ 400А > 242А;

$I_{ном,эмр} \geq I_{дл}$ 400А > 242А;

$I_{ср,эмр} \geq I_{пуск} \cdot 1{,}25$ 2800А > 300А

С 16- 45

в) ПуВС-(3х240) маркалы кабель таңдаймыз:

1) $I_{доп,каб} \geq \frac{I_{дл}}{К_{попр}}$ 605 А > 242/0,8 = 302,5 А;

2) $I_{доп,каб} \geq \frac{I_{з} \cdot К_{з}}{К_{попр}}$ 605 А > 1х400/0,8 =500 А;

ШРА-2:

а) $I_{р.\ шра1}$ = 223 А. $P_{ном}$ = 18,4 кВт. ШРА-400-32-1УЗ

$I_{н.\ шра1}$ = 400 А. $I_{ном}$ = 43 А. [410А > 223А]

$I_{пуск}$ = 215 А.

$$I_{кр.\ шра1} = I_{пуск,мах} + \sum_{i}^{n=1} - I_{ном}$$

$$I_{кр.\ шра1} = 215+223–43=395А.$$

б) $I_{ном,авт} \geq I_{дл}$ 410А > 223А;

$I_{ном,эмр} \geq I_{дл}$ 410А > 223А;

$I_{ср,эмр} \geq I_{пуск} \cdot 1{,}25$ 2800А > 269А

С 25- 44

в) ПуВС-(3х240) маркалы кабель таңдаймыз:

$I_{доп,каб} \geq \frac{I_{дл}}{К_{попр}}$ 605 А > 223/0,8 = 279 А;

$I_{доп,каб} \geq \frac{I_{з} \cdot К_{з}}{К_{попр}}$ 605 А > 1х400/0,8 =500 А;

ШР-1:

а) $I_{р.\ шр1}$ = 285 А. $Р_{ном}$ = 45 кВт. ШР11-73510

$I_{н.\ шр1}$ = 400 А. $I_{ном}$ = 105 А. [400А > 285А]

$I_{пуск}$ = 315 А.

$$I_{кр.\ шр1} = I_{пуск,мах} + \sum_{i}^{n=1} - I_{ном}$$

$$I_{кр.\ шр1} = 315+285–105=495А.$$

б) $I_{ном,авт} \geq I_{дл}$ 400А > 285А;

$I_{ном,эмр} \geq I_{дл}$ 400А > 285А;

$I_{ср,эмр} \geq I_{пуск} \cdot 1{,}25$ 2800А > 394А

ВА 51- 37 типті автоматты таңдаймыз.

в) ААШв-(3х240) маркалы кабель таңдаймыз:

$I_{доп,каб} \geq \frac{I_{дл}}{К_{попр}}$ 605 А > 285/0,8 = 356 А;

$I_{доп,каб} \geq \frac{I_{з} \cdot К_{з}}{К_{попр}}$ 605 А > 1х400/0,8 =500 А;

3.4 Троллейлі шинопровод таңдау

Көпірлік кранға қорек беру үшін троллейлі шина таңдаймыз. Троллей таңдағанда мына екі шарт орындалуы қажет:

1) Ұзақ уақыт режимінде жұмыс жасау бойынша:

$$I_{доп} \geq I_{м}.$$
$$100\ A > 30\ A$$

2)Кернеу шығынының қалыпты мәні бойынша:

$$\Delta U_{доп} \geq U$$
$$\Delta U = 0{,}085 \cdot 48 = 4{,}08\ \% < 15\ \%$$

Мұндағы ΔU доп. – рұқсат етілген кернеу шығыны, %. $\Delta U_{доп.} = 15\ \%$;
ΔU – кернеу шығыны, %:
$\Delta U = m \cdot \ell$
$m = 0{,}085\%$ – орта кернеу шығыны, %/м;
ℓ – троллейдің ұзындығы, м.

ШТМ-76 типті троллейлі шинопровод таңдаймыз. $I_{доп} = 100$ А.

4 Цехтағы жарық жүктемесін қарастыру

$$P_{y0} = \rho_0 \cdot F = 0{,}015 \text{ x } 1440 = 21{,}6 \text{ кВт};$$

$$P_{p0} = K_{c0} \cdot P_{y0} = 0{,}8 \text{ x } 21{,}6 = 17{,}28 \text{ кВт};$$

$$Q_{p0} = tg\varphi_0 \cdot P_{p0} = 0{,}5 \text{ x } 17{,}28 = 8{,}64 \text{ кВар};$$

$$S_{p0} = \sqrt{17.28^2 + 8.64^2} = 19{,}32 \text{ кВА};$$

$$I_{рон} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_н} = \frac{19.32}{1{,}73 \times 0{,}4} = 27{,}88 \text{ А}.$$

ВА 52-45 (I_H = 110 А, U_H = 400 В) тандадық РС 7645 :

$$I_{ном,авт} \geq I_{дл} \qquad 110\text{А} > 27{,}88\text{А};$$

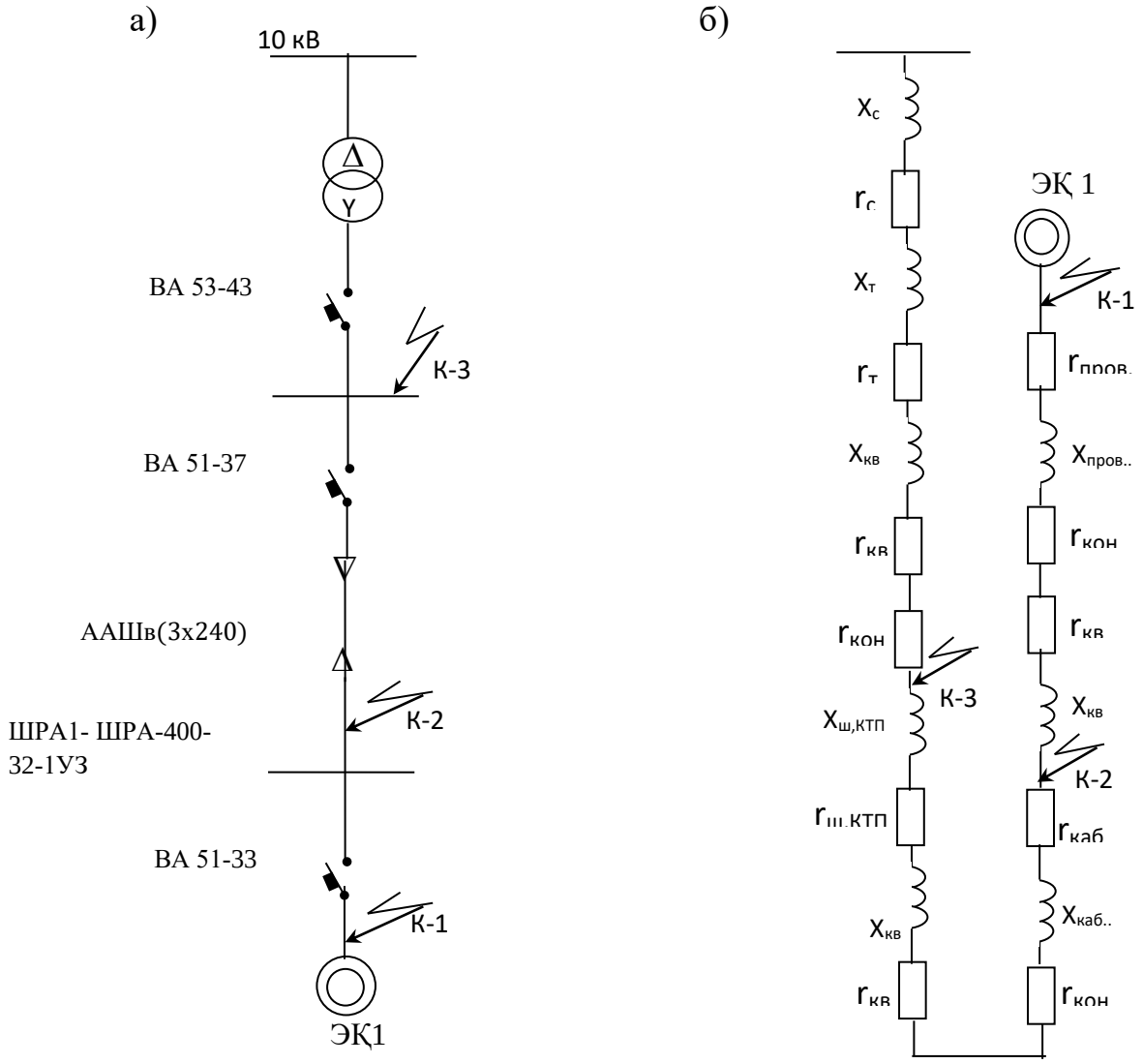
$$I_{ном,эмр} \geq I_{дл} \qquad 110\text{А} > 27{,}88\text{А}.$$

ПуГВС (3х16) таңдаймыз:

$$I_{доп,каб} \geq \frac{I_{дл}}{K_{попр}}; \qquad 99\text{А} > 27{,}88/0{,}78 = 34{,}85 \text{ А};$$

$$I_{доп,каб} \geq \frac{I_з \cdot K_з}{K_{попр}}; \qquad 99\text{А} > 1\text{х}48/0{,}78 = 61{,}5 \text{ А}.$$

5 ҚТТ есептеу



1-сурет –Нүктелердегі қысқа тұйықталу тоқтарын есептеу

Суреттегі элементтердің кедергісін есептеу:

1) Желі кедергісі.

$$X_c = X_1 = \frac{U_c}{\sqrt{3} \times I_{\text{кс}}} \times \left(\frac{U_{\text{б.ст}}}{U_c}\right)^2 \times 10^3. \quad (17)$$

$$I_{\text{кс}} = \frac{S_{\text{кс}} \times 10^3}{\sqrt{3} \times U_б}. \quad (18)$$

$$X_c = \frac{10}{\sqrt{3}\times 5{,}5} \times \left(\frac{0{,}4}{10}\right)^2 \times 10^3 = 1{,}6 \text{ мОм}, \ \ r_c = 0.$$

$$I_{кс} = \frac{100\times 10^3}{\sqrt{3}\times 10{,}5} = 5{,}5 \text{ А}$$

ТМ-1000-10/0,4

6-кесте-трансформатордың паспорттық мәліметтері

$S_н$	$U_{ВН}$	$U_{НН}$	$\Delta P_{хх}$	$\Delta P_к$	$U_к$	$I_х$	$r_{тр}$	$x_{тр}$	$z_{тр}$	$z_{тр}$
1000	10/6	0,4	2,45	11	5,5	1,4	1,9	8,6	81	26,4

2) Трансформатор Z

$$Z = \frac{u_к\%\times U_н^2}{S_{нт}} \times 10^4 = \frac{5{,}5\times 0{,}4^2}{1000} \times 10^4 = 8{,}8 \text{ мОм}. \qquad (19)$$

3) Трансформатор r_m

$$r_m = r_2 = 1{,}9 \text{ мОм}.$$

4) Трансформатор X_m

$$X_m = X_2 = 8{,}6 \text{ мОм}.$$

5) ВА 53-43

$$X_{КВ} = X_3 = 0{,}07 \text{мОм}; \ r_{кв} = r_3 = 0{,}06 \text{ мОм}; \ r_{конт} = r_к = 0{,}13 \text{ мОм}.$$

6) Шина кедергісі

$$X_ш = X_4 = 0{,}06 \text{ мОм}; \ r_ш = r_4 = 0{,}1 \text{ мОм}.$$

7) Кедергі суммасы

$$r_{перех\ сум} = 15 \text{мОм}.$$

8) ҚТ кедергілер.

$$X_{1\Sigma} = X_1 + X_2 + X_3 + X_4. \quad (20)$$

$$X_{1\Sigma} = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 = 1{,}6 + 8{,}6 + 0{,}07 + 0{,}06 = 10{,}33 \text{ мОм}.$$

9) Актив кедергі:

а) $r_{\text{перех}\,\Sigma} = 0$, жағдайда:

$$r_{1\Sigma} = r_2 + r_3 + r_{\text{к}} + r_4 \quad (21)$$

$$r_{1\Sigma} = r_2 + r_3 + r_{\text{к}} + r_4 = 1{,}9 + 0{,}06 + 0{,}13 + 0{,}1 = 2{,}19 \text{ мОм}.$$

б) $r_{\text{перех}\,\Sigma} = 15$ мОм, жағдайда:

$$r_{2\Sigma} = r_2 + r_3 + r_{\text{перех}\Sigma} + r_4 \quad (22)$$

$$r_{2\Sigma} = r_2 + r_3 + r_{\text{перех}\Sigma} + r_4 = 1{,}9 + 0{,}06 + 0{,}1 + 15 = 17{,}06 \text{ мОм}.$$

10) Толық кедергі.

а) $r_{\text{перех}\,\Sigma} = 0$, жағдайда:

$$Z_1 = \sqrt{X_{1\Sigma}^2 + r_{1\Sigma}^2}. \quad (23)$$

$$Z_1 = \sqrt{10{,}33^2 + 2{,}19^2} = 10{,}55 \text{ мОм}.$$

б) $r_{\text{перех}\,\Sigma} = 15$ мОм, жағдайда:

$$Z_2 = \sqrt{X_{1\Sigma}^2 + r_{2\Sigma}^2} \quad (24)$$

$$Z_2 = \sqrt{10{,}33^2 + 17{,}06^2} = 19{,}94 \text{ мОм}.$$

Нүктедегі 3 фазы қысқа тұйықталу тоқтары:

а) $r_{\text{перех}\,\Sigma} = 0$, жағдайда:

$$I_{\text{к-3}}^{(3)} = \frac{U_{\text{б.ст.}} \times 10^3}{\sqrt{3} \times Z_1}. \quad (25)$$

$$I_{\text{к-3}}^{(3)} = \frac{0{,}4\times10^3}{\sqrt{3}\times10{,}55} = 21{,}89 \text{ кА}.$$

б) $r_{\text{перех}\,\Sigma} = 15$ мОм, жағдайда:

$$I_{\text{к-3,R}}^{(3)} = \frac{U_{\text{б.ст.}}\times10^3}{\sqrt{3}\times Z_2}. \quad (26)$$

$$I_{\text{к-3,R}}^{(3)} = \frac{0{,}4\times10^3}{\sqrt{3}\times19{,}94} = 11{,}58 \text{ кА}.$$

Кз 3:

$$i_{\text{уд1}} = \text{к}_{\text{уд}} \times \sqrt{2} \times I_{\text{к}-1} \quad (29)$$

$$i_{\text{уд1}} = 1{,}6 \times \sqrt{2} \times 21{,}89 = 49{,}53\text{кА}$$

$$i_{\text{уд2}} = \text{к}_{\text{уд}} \times \sqrt{2} \times I_{\text{к}-2,R}$$

(30)

$$i_{\text{уд2}} = 1{,}6 \times \sqrt{2} \times 11.58 = 26.2\text{кА}$$

5.1 Шинасын ескермей К2 нүктесіндегі ҚТ токтарын есептеу

1) ВА 51-37 автоматты ажыратқышының $r_{\text{конт}}$ түйістіргішінің өтпелі кедергілері және $X_{\text{КВ}}$ максималды ток орама кедергілері.

$X_{\text{КВ}} = X_5 = 0{,}17$ мОм; $r_{\text{КВ}} = r_5 = 0{,}2$ мОм; $r_{\text{конт}} = r_{\text{к}} = 0{,}65$ мОм.

2) Ұзындығы L = 80 м трансформатордан ШРА-1 дейінгі кабелдің кедергісі

$X_{\text{каб}} = X_6 = x_0 \times L = 0{,}059 \times 80 = 4{,}72$ мОм,

$r_{\text{каб}} = r_6 = r_0 \times L = 0{,}167 \times 80 = 13{,}36$ мОм.

Мұндағы x_0=0,059мОм/м, r_0=0,167 мОм/м – ААШв-(3х240) маркалы кабельдің меншікті кедергілері.

3) ҚТ болған жердегі шинадағы және аппараттың кірісі мен шығысындағы түйіспелік кедергілер суммасы

$r_{перех\ \Sigma}$ =15 мОм.

4) ҚТ тізбегіндегі индуктивті кедергілер суммасы.

$$X_{2\Sigma} = X_{1\Sigma} + X_5 + X_6 . \quad (29)$$

$$X_{2\Sigma} = X_{1\Sigma} + X_5 + X_6 = 10{,}33+0{,}17+4{,}72=15{,}22 \text{ мОм.}$$

5) ҚТ тізбегіндегі активті кедергілер суммасы.

а) $r_{перех\ \Sigma}$ =0, кезде:

$$r_{3\Sigma} = r_{1\Sigma} + r_5 + r_{к5} + r_6 . \quad (30)$$

$$r_{3\Sigma} = r_{1\Sigma} + r_5 + r_{к5} + r_6 = 2{,}19+0{,}2+0{,}6+13{,}36 = 16{,}35 \text{ мОм.}$$

б) $r_{перех\ \Sigma}$ = 15 мОм, кезде:

$$r_{4\Sigma} = r_{2\Sigma} + r_5 + r_6 . \quad (31)$$

$$r_{4\Sigma} = r_{2\Sigma} + r_5 + r_6 = 17{,}06+0{,}2+13{,}36 = 30{,}62 \text{ мОм.}$$

6) ҚТ тізбегіндегі толық кедергі.

а) $r_{перех\ \Sigma}$ =0, кезде:

$$Z_1 = \sqrt{X_{2\Sigma}^2 + r_{3\Sigma}^2}. \quad (32)$$

$$Z_1 = \sqrt{X_{2\Sigma}^2 + r_{3\Sigma}^2} = \sqrt{15,22^2 + 16{,}36^2} = 15{,}4 \text{ мОм.}$$

б) $r_{перех\ \Sigma}$ = 15 мОм, кезде:

$$Z_2 = \sqrt{X_{2\Sigma}^2 + r_{4\Sigma}^2}. \quad (33)$$

$$Z_2 = \sqrt{X_{2\Sigma}^2 + r_{4\Sigma}^2} = \sqrt{15,22^2 + 30,62^2} = 34{,}19 \text{ мОм.}$$

К2 нүктесіндегі үшфазалы ҚТ токтары:

а) $r_{перех\ \Sigma}$ = 0, кезде:

$$I_{к\text{-}2}^{(3)} = \frac{U_{б.ст.} \times 10^3}{\sqrt{3} \times Z_1} . \quad (34)$$

$$I_{\text{к-2}}^{(3)} = \frac{U_{\text{б.ст.}} \times 10^3}{\sqrt{3} \times Z_1} = \frac{0{,}4 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 15{,}4} = 15 \text{ кА}.$$

б) $r_{\text{перех}\,\Sigma}$ = 15 мОм, кезде:

$$I_{\text{к-2,R}}^{(3)} = \frac{U_{\text{б.ст.}} \times 10^3}{\sqrt{3} \times Z_2}. \quad (35)$$

$$I_{\text{к-2,R}}^{(3)} = \frac{U_{\text{б.ст.}} \times 10^3}{\sqrt{3} \times Z_2} = \frac{0{,}4 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 34{,}19} = 6{,}76 \text{ кА}.$$

К2 нүктесіндегі соқпа ток.

$$i_{\text{уд3}} = \text{к}_{\text{уд}} \times \sqrt{2} \times I_{\text{к}-2} \quad (36)$$

$$i_{\text{уд3}} = 1{,}6 \times \sqrt{2} \times 15 = 34\text{кА}$$

$$i_{\text{уд4}} = \text{к}_{\text{уд}} \times \sqrt{2} \times I_{\text{к}-2,R}$$

(37)

$$i_{\text{уд4}} = 1{,}6 \times \sqrt{2} \times 6.76 = 15.3\text{кА}$$

5.2 Шинасын ескеріп К1 нүктесіндегі ҚТ токтарын есептеу

1) ВА 51-33 автоматты ажыратқыш кедергісі.

$X_7 = x_к$ = 0,13 мОм. $r_{КВ} = r_7$ = 0,41 мОм $r_{к7}$ = 0,15 мОм.

2) АПВ 4(1х50) маркалы, ұзындығы L = 6 м ШРА-1 шинасына № 1 ЭҚ дейінгі сымның кедергісі.

$$X_{\text{пров}} = X_8 = x_0 \times L = 0{,}3 \times 6 = 1{,}8 \text{ мОм},$$

$$r_{\text{пров}} = r_8 = r_0 \times L = 0{,}8 \times 6 = 4{,}8 \text{ мОм}.$$

Мұндағы: x_0 = 0,3 мОм/м, r_0 = 0,8 мОм/м – сымның меншікті кедергісі.

3) ҚТ тізбегіндегі индуктивті кедергілер суммасы.

$$X_{3\Sigma} = X_{2\Sigma} + X_7 + X_8 \ . \quad (38)$$

$$X_{3\Sigma} = X_{2\Sigma} + X_7 + X_8 = 15{,}22 + 0{,}13 + 1{,}8 = 17{,}15 \text{ мОм}.$$

4) ҚТ тізбегіндегі активті кедергілер суммасы.

а) $r_{перех\ \Sigma}$ =0, кезде:

$$r_{5\Sigma} = r_{3\Sigma} + r_7 + r_8 + r_ш\ . \quad (39)$$

$$r_{5\Sigma} = r_{3\Sigma} + r_7 + r_{к7} + r_8 = 16{,}35+0{,}15+0{,}41+4{,}8= 21{,}71\ мОм.$$

б) $r_{перех\ \Sigma}$ = 15 мОм, кезде:

$$r_{6\Sigma} = r_{4\Sigma} + r_7 + r_8 + r_ш. \quad (40)$$

$$r_{6\Sigma} = r_{4\Sigma} + r_7 + r_8 =30{,}62+0{,}41+4{,}8= 35{,}8\ мОм.$$

5) ҚТ тізбегіндегі толық кедергі.

а) $r_{перех\ \Sigma}$ =0, кезде:

$$Z_1 = \sqrt{X_{3\Sigma}^2 + r_{5\Sigma}^2}. \quad (41)$$

$$Z_1 = \sqrt{X_{3\Sigma}^2 + r_{5\Sigma}^2} = \sqrt{17,15^2 + 21,71^2} = 27{,}6\ мОм.$$

б) $r_{перех\ \Sigma}$ = 15 мОм, кезде:

$$Z_2 = \sqrt{X_{3\Sigma}^2 + r_{6\Sigma}^2}. \quad (42)$$

$$Z_2 = \sqrt{X_{3\Sigma}^2 + r_{6\Sigma}^2} = \sqrt{17,15^2 + 35,8^2} = 39{,}7\ мОм.$$

К1 нүктесіндегі үшфазалы ҚТ токтары

а) $r_{перех\ \Sigma}$ = 0, кезде:

$$I_{к\text{-}1}^{(3)} = \frac{U_{б.ст.} \times 10^3}{\sqrt{3} \times Z_1}. \quad (43)$$

$$I_{к\text{-}1}^{(3)} = \frac{U_{б.ст.} \times 10^3}{\sqrt{3} \times Z_1} = \frac{0{,}4 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 27{,}6} = 8{,}3\ кА.$$

б) $r_{перех\ \Sigma}$ = 15 мОм, үшін:

$$I_{к\text{-}1,R}^{(3)} = \frac{U_{б.ст.} \times 10^3}{\sqrt{3} \times Z_2}. \quad (44)$$

$$I^{(3)}_{\text{к-1,R}} = \frac{\square_{\text{б.ст.}} \times 10^3}{\sqrt{3} \times \square_2} = \frac{0{,}4 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 39{,}7} = 5{,}8 \text{ кА}.$$

К1 нүктесіндегі соқпа ток

$$i_{\text{уд3}} = \text{к}_{\text{уд}} \times \sqrt{2} \times I_{\text{к}-1} \quad (29)$$

$$i_{\text{уд3}} = 1{,}6 \times \sqrt{2} \times 8.3 = 19.1\text{кА}$$

$$i_{\text{уд4}} = \text{к}_{\text{уд}} \times \sqrt{2} \times I_{\text{к}-1,R}$$

(30)

$$i_{\text{уд4}} = 1{,}6 \times \sqrt{2} \times 5.8 = 13.36\text{кА}$$

К1, К2, К3 нүктелеріндегі екіфазалы ҚТ есептеу.

К3 нүктесі үшін.

а) Екі фазалы ҚТ минималды тогы:

$$I^{(2)}_{\text{к-3}} = 0{,}867 \times I^{(3)}_{\text{к-3}} . \quad (47)$$

$$I^{(2)}_{\text{к-3}} = 0{,}867 \times 21{,}89 = 19 \text{ кА}.$$

б) Бүлінген жердегі доғаның токты шектеу әсерін ескерілгендегі екіфазалы ҚТ тогы:

$$I^{(2)}_{\text{к-3,R}} = 0{,}867 \times I^{(3)}_{\text{к-3,R}}. \quad (48)$$

$$I^{(2)}_{\text{к-3,R}} = 0{,}867 \times 11{,}58 = 10 \text{ кА}.$$

К2 нүктесі үшін .

а) Екіфазалы ҚТ минималды тогы:

$$I^{(2)}_{\text{к-2}} = 0{,}867 \times I^{(2)}_{\text{к-2}}. \quad (49)$$

$$I^{(2)}_{\text{к-2}} = 0{,}867 \times 15 = 13 \text{ кА}.$$

б) Бүлінген жердегі доғаның токты шектеу әсерін ескерілгендегі екіфазалы ҚТ тогы:

$$I^{(2)}_{\text{к-2,R}} = 0{,}867 \times I^{(3)}_{\text{к-2,R}}. \quad (50)$$

$$I^{(2)}_{\text{к-2,R}} = 0{,}867 \times 6{,}76 = 5{,}8 \text{ кА}.$$

К1 нүктесі үшін.

а) Екіфазалы ҚТ минималды тогы:

$$I^{(2)}_{\text{к-1}} = 0{,}867 \times I^{(3)}_{\text{к-1}}. \quad (51)$$

$$I^{(2)}_{\text{к-1}} = 0{,}867 \times 8{,}3 = 7{,}2 \text{ кА}.$$

б) Бүлінген жердегі доғаның токты шектеу әсерін ескерілгендегі екіфазалы ҚТ тогы:

$$I^{(2)}_{\text{к-1,R}} = 0{,}867 \times I^{(3)}_{\text{к-1,R}}. \quad (52)$$

$$I^{(2)}_{\text{к-1,R}} = 0{,}867 \times 5{,}8 = 5 \text{ кА}.$$

Д/У$_0$ –11 және У/У$_0$ –12 сұлбалы трансформатордың бірфазалы ҚТ есептеу.

Бірфазалы ҚТ тогы келесідей анықталады:

$$I^{(1)}_{\text{к,min}} = \frac{U_{\text{б.ст.}} \times 10^3}{\frac{Z^{(1)}_{\text{тр}}}{3} + Z_{\text{п}}}, \text{ кА}. \quad (53)$$

К3 нүктесінде

а) Д/У$_0$ –11 сұлбалы трансформатор:

Мұндағы $Z_{\text{т}}$=0,026 Ом - Д/У$_0$ – 11 жалғану тобындағы трансформатордың кедергісі.

$$I^{(1)}_{\text{к-1,min}} = \frac{0{,}4 \times 10^3}{\frac{0{,}026}{3}} = 45{,}15 \text{ кА}.$$

б) У/У$_0$ –12 сұлбалы трансформатор:

Мұндағы $Z_{\text{т}}$=0,081 Ом - У/У$_0$ – 12 жалғану тобындағы трансформатордың кедергісі.

$$I^{(1)}_{\text{к-1,min}} = \frac{0{,}4 \times 10^3}{\frac{0{,}081}{3}} = 14{,}81 \text{ кА}.$$

К2 нүктесінде.

ААШв-(3х240) кабельдің кедергісі:

$$Z_п = Z_{пфо} \times L_1. \quad (54)$$

$$Z_п = Z_{пфо} \times L_1 = 0.51 \times 0,08 = 0,04 Ом$$

Мұндағы: $Z_{пфо}$=0.51 Ом/км -меншікті кедергісі.

а) Д/У$_0$ –11 сызбалы трансформатор:

$$I^{(1)}_{к\text{-}2,min} = \frac{0,4 \times 10^3}{\frac{0,026}{3} + 0,04} = 8,3 \text{ кА}.$$

б) $\frac{у}{у_0}$ –12 сызбада:

$$I^{(1)}_{к\text{-}2,min} = \frac{0,4 \times 10^3}{\frac{0,081}{3} + 0,04} = 5,82 \text{ кА}.$$

К1 жағдайында

ПВС (1×50) сым:

$$Z_п = Z_{пфо} \times L_2 = 0,52 \times 0,006 = 0,00312 \text{ Ом}$$

Мұндағы: $Z_{пфо}$=0,52 Ом/км -меншікті кедергісі.

а) Трансформатор $\frac{Д}{У_0}$ –11 сызбаны есептеу:

$$I^{(1)}_{к\text{-}1,min} = \frac{0,4 \times 10^3}{\frac{0,026}{3} + 0,04 + 0,00312} = 7,6 \text{ кА}.$$

б) $\frac{у}{у_0}$ –12 сызба:

$$I^{(1)}_{к\text{-}1,min} = \frac{0,4 \times 10^3}{\frac{0,081}{3} + 0,04 + 0,00312} = 5,7 \text{ кА}.$$

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл жұмыста біз цехты электрмен жабдықтауды қарастырдық. Электрмен жабдықтау үшін цехта орналасқан электр қабылдағыштарға және олардың қуаттарына сәйкес екі шина өткізгіш және бір күштік шкаф таңдадық. Барлық қабылдағыштардың қуаттарын, тогын есептедік. Әр қабылдағышқа ажыратқыш немесе сақтандырғыш, оларды жалғайтын кабельдер мен сымдар таңдадық. ШРА мен ШР лар ток арқылы таңдадық. ТП-дан ең қашық орналысқан электр қабылдағышын таңдап, қысқа тұйықталу кезіндегі беріктігін тексеріп, шарт орындалғанына көз жеткізілді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Ермилов А. А. Основы электроснабжения промышленных предприятий. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1983.
2. Коновалова Л. Л., Рожкова Л.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: Учеб. пособие для техникумов. - М.: Энергоатомиздат, 1989.
3. Кудрин Б.И., Прокопчик В.В. Электроснабжение промышленных предприятий: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 1988.
4. В.П. Шеховцов Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. - М. ФОРУМ, ИНФРА-М., 2003.
5. Справочник по энергоснабжению и электрооборудованию промышленных предприятий и общественных зданий / Под общ. ред. профессоров МЭИ (ТУ) С.И. Гамазина, Б.И. Кудрина, С.А. Цырука. - М.: Издательский дом МЭИ, 2010.
6. Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения: Справочник: учеб. пособие. - М.: ИД "ФОРУМ": ИНФРА - М. 2009.
7. Ю.М. Миронов, А.Н. Миронова. Электрооборудование и электроснабжение электротермических, плазменных и лучевых установок М.: Энергоатомиздат, 1991
8. Федоров А.А., Стариков Л.Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий: Учеб. Пособие для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1987.
9. Данилов Н.И. Энергосбережение. Екатеринбург, Энерго-Пресс, 1999.