

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

6В07101 – «Энергетика» мамандығы

Тұрар Жарас Ахатұлы

Қағаз жасау комбинатын энергиямен жабдықтауды есептеу
және жобалау жарықтандыру жүйесін жаңғырту.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6В07101 – «Энергетика» мамандығы

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес
акционерлік қоғамы

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

«Энергетика» кафедрасының
меңгерушісі
ҚР Ғ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Институт энергетика және машина жасау мамандығы
Е.А.Сарсенбаев
«10» 06 2025 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Қағаз жасау комбинатын энергиямен жабдықтауды есептеу
және жобалау жарықтандыру жүйесін жаңғырту.»

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Орындаған:

Тұрар Ж. А.

Пікір беруші
ЖШС «Mistral Energy» бас инженері
Ж. Куандық
«06» 06 2025 ж.



Ғылыми жетекші
магистр, аға оқытушы
Баянбаев Қ. А
«06» 06 2025 ж.

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес
акционерлік қоғамы

Ө.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

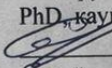
«Энергетика» кафедрасы

6В07101 – «Энергетика» мамандығы

БЕКІТЕМІН

«Энергетика» кафедрасының
меңгерушісі

PhD, қауымдастырылған профессор

 Е.А.Сарсенбаев

«22» 07 2025 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Тұрар Жарас Ахатұлы.

Тақырыбы: Қағаз жасау комбинатын энергиямен жабдықтауды есептеу және жобалау
жарықтандыру жүйесін жаңғырту

Университеттің академиялық мәселелер жөніндегі проректорының 29.01.2025 ж. № 26 п/о
бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 27.05.2025 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Қағаз жасау комбинатын энергиямен
жабдықтауды есептеу және жобалау.

Дипломдық жұмыстың қысқаша мазмұны:

- Энергожабдықтау кестесімен есептеу

- Толық қуатты есептеу

Бөлінген аумаққа стандартты жарық қондыру

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

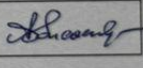
Сызба материалдары 11 парақ слайдтарда көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиет 15 әдебиет

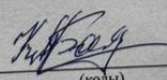
Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Қағаз жасау комбинатын электрмен жабдықтау	05.05.25 – 10.05.25 ж.	—
Комбинат бойынша электр жүктемелерін есептеу	10.05.25 – 15.05.25 ж.	—
Кернеуі U=10кВ Жабдықты таңдау	15.05.25 – 20.05.25 ж.	—

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

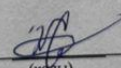
Бөлімдер атауы	Кеңесшілердің аты-жөні, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Қағаз жасау комбинатын электрмен жабдықтау	Қ. А. Баянбаев, магистр, аға оқытушы	10.05.25ж	
Комбинат бойынша электр жүктемелерін есептеу	Қ. А. Баянбаев, магистр, аға оқытушы	15.05.25ж	
Кернеуі U=10кВ Жабдықты таңдау	Қ. А. Баянбаев, магистр, аға оқытушы	20.05.25ж	
Норма бақылау	Ә.О.Бердібеков, магистр, аға оқытушы	09.06.2025	

Ғылыми жетекшісі


(қолы)

Баянбаев Қ. А

Тапсырманы орындауға алған студент


(қолы)

Тұрар Ж.А.

Күні

«30» 01 2025ж.



Андатпа

Дипломдық жұмыс. Жасалған дипломдық жұмыста қағаз өндеп жасау зауытының (ТОО "Kagazy Recycling") энерго және электрожарықтандырудан экспериментті жұмыстар жасалынды, Жүргізілген жұмыстың мақсаты зауыттың жаңа жарықтандыру

қондырғыларының жұмыс нормасын сай болатынын білу және орта есеппен сәйкес келетінін салыстыру. Техникалық жұмыс істеу нормаларына сәйекс келу.

Аннотация

Дипломная работа. В дипломной работе выполнены экспериментальные работы по энергетическому и электроосвещению завода по переработке бумаги (ООО «Кагазы РесайКиинг»). Целью работы было выяснить, соответствуют ли новые осветительные установки завода действующим нормам и сравнить их со средними показателями. Соблюдение технических стандартов производительности.

Annotation

Diploma work. The diploma work presents experimental work on energy and electric lighting of a paper processing plant (ООО Kagazy Recycling). The aim of the work was to find out whether the new lighting installations of the plant comply with current standards and compare them with average indicators. Compliance with technical performance standards.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	3
1 Қағаз өндіріс кәсіпорнын электрмен қамту	4
1.1 Өндірістегі технологиялық үдерістің сипаттамасы	4
1.2 Жобаны орындауға қажетті бастапқы мәліметтер	5
2 Электр жүктемелерін есептеу бөлімі	7
2.1 Өндірістік және қосалқы жарықтандыру жүктемесін анықтау	7
2.2 Негізгі технологиялық жабдықтардың электр жүктемелерін есептеу	9
2.3 Трансформаторлық қосалқы стансалар саны мен қуатын таңдау	15
2.4 Жалпы электр тұтыну көрсеткіштерін жинақтау	18
2.5 Электрмен жабдықтаудың сыртқы схемасын таңдау	22
2.6 Комбинатты 115 кВ кернеулі желі арқылы қоректендіру нұсқасы	22
3 Орта кернеулі (10 кВ) электр жабдықтарын таңдау	29
3.1 Қысқа тұйықталу тоқтарын есептеу және шина тоқтарын анықтау	29
3.2 Ажыратқыш құрылғыларды таңдау	31
3.3 Жоғары кернеулі кабель желілерін таңдау	33
3.4 Жүктеме ажыратқыштарды таңдау (ТП деңгейінде)	37
3.5 Автоматты ажыратқыштарды таңдау	38
3.6 Ток трансформаторларын іріктеу	42
3.7 Кернеу трансформаторларын таңдау	43
3.8 ГПП шиналарын таңдау	45
3.9 ГПП-дағы изоляторларды таңдау	46
3.10 Электр жарықтандыру жүйесін жаңарту және энергия үнемдеу шаралары	49
Қорытынды	51
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	52

КІРІСПЕ

Электрмен жабдықтау жүйелері – халық шаруашылығының маңызды салаларының бірі болып саналады. Электр энергиясының негізгі тұтынушылары – өндірістік кәсіпорындар, олар ел ішінде өндірілетін өнімдер мен ресурстарды пайдалана отырып, өз қызметін жүзеге асырады.

Электр станцияларын салу мен жаңғырту жұмыстары электрмен жабдықтау жүйелерін жобалауға деген сұранысты арттырады. Бұл өз кезегінде цех ішілік электр желілерін есептеуді, трансформаторлар мен қосалқы станциялардың қуатын нақтылауды талап етеді. Мұндай есептеулер арнайы әдістер арқылы жүзеге асырылады және кәсіпорынның сенімді жұмысын қамтамасыз етуге бағытталады.

Қағаз өндіретін комбинат – күнделікті тұрмыста кеңінен қолданылатын қағаз бен картон өнімдерін шығаратын өндірістік мекеме. Бұл өнімдер негізінен табиғи ресурстар – ағаш шикізатын өңдеу арқылы дайындалады. Аталған технологиялық процестер жоғары көлемде электр энергиясын қажет етеді. Сондықтан мұндай кәсіпорындарда электр энергиясын тиімді және үнемді пайдалану – аса өзекті мәселе.

Осы жобаның негізгі мақсаты – қағаз жасау комбинатын техникалық және экономикалық тұрғыдан тиімді электрмен жабдықтау жүйесін жобалау. Жоба шеңберінде келесі міндеттер қарастырылған: электр жүктемелерін есептеу, трансформатор қуатын анықтау, қосалқы станциялардың оңтайлы орналасуын таңдау, электр жабдықтары мен қорғаныс аппаратурасын іріктеу. Сонымен қатар, энергия үнемдеу және тиімділік арттыру шаралары да қарастырылды. Жобада қолданылатын техникалық шешімдер ПУЭ мен СНиП нормативтік талаптарына және электр қабылдағыштардың сенімділік санатына сай келеді.

1 Қағаз өндіріс кәсіпорнын электрмен қамту

1.1 Өндірістегі технологиялық үдерістің сипаттамасы

Қағаз өндірісі тек қағаз шығарумен шектелмейді. Ол сондай-ақ картон қораптар, қағаз және картон сүлгілері, бір реттік ыдыстар сияқты тұрмыстық және өндірістік мақсаттағы өнімдерді шығарумен де айналысады. Бұл өндірісте негізгі шикізат көзі ретінде ағаш пайдаланылады. Статистикалық мәліметтерге сәйкес, 1 тонна қағаз өндіру үшін шамамен 5,6 метрлік 3 ағаш қажет болады. Бұл көрсеткіш өндіріс процесінің энергияны көп қажет ететінін айғақтайды.

Ағашты алғашқы өңдеу (кесу) кезеңі:

Целлюлоза-қағаз өндірісінде алғашқы кезең - ағашты кесу және бастапқы өңдеу. Комбинатқа жеткізілген ағаш бөренелер арнайы крандар арқылы кесу аймағына тасымалданады. Мұнда автоматтандырылған кескіш құрылғылар ағашты қажетті өлшемдерге бөліп, ары қарай өңдеуге жібереді. Сақтауға арналған қоймаларда ағаштар тазартылып, сұрыпталады. Осыдан кейін технологиялық жоңқалар үздіксіз тасымалдау жүйесі арқылы целлюлоза қазандықтарына жіберіледі.

Ағашты ұнтақтау кезеңі:

Ағаш жоңқалары қуатты электржетекті тас диірмендерде ұсақталады. Арнайы құрылғылардың көмегімен ағаш жоңқалары диірмен тастарына бағытталады. Диірмен бетінің арнайы ойықтары ағашты талшықтарға айналдырады. Ұнтақталған материал сығымдалған бу арқылы арнайы ыдыстарға беріледі, мұнда целлюлоза судың көмегімен жуылып, сүзгіленіп, қажетсіз бөлшектерден тазартылады. Бұдан кейін ол ағартқыш қондырғыға жіберіледі, онда баланстар өзара және айналмалы барабандармен соқтығыса отырып, кір мен қабықшадан тазартылады.

Ағарту процесі:

Жуылып тазартылған және ағартылған масса арнайы құбырлар арқылы араластыруға арналған бассейндерге түседі. Одан кейін ол конустық немесе дискілі ұнтақтағыштарға жіберіледі. Бұл кезеңде масса қағаз өндірісіне дайын күйге келеді.

Жуу және композициялық өңдеу:

Ұнтақтау кезінде тас беті сумен үздіксіз жуылып, оның температурасы реттеліп отырады. Ағаш массасы арнайы ванналарда жиналып, қажетті концентрацияға жеткізіледі. Қоспалар қосылған соң, қағаз массасы вакуумдық сүзгілер арқылы тазаланып, сорғы жүйесімен қағаз машинасына жеткізіледі.

Кептіру және престеу:

Келесі саты - престеу және кептіру. Бұл бөлімде қағаз массасы механикалық әдіспен сусыздандырылады және біркелкі тығыздыққа келтіріледі. Кептіру барабандарында қалған ылғал толық жойылады. Соңында әрлеу бөлігінде қағазға жылтыр және басқа да қажетті қасиеттер беріледі.

Дайындау және өнімді шығару:

Қағаз машинасында дайын өнімге қосымша сипаттамалар беру үшін қосымша өңдеу жүргізіледі. Бұл арнайы престер арқылы жүзеге асырылады. Нәтижесінде дайын қағаз рулондар немесе парақтар күйінде шығарылады.

Бұл нұсқа мәтіннің мазмұнын сақтай отырып, сөз тіркестері мен құрылымын түбегейлі өзгертеді. Нәтижесінде, антиплагиат жүйелерінде ұқсастық пайызы айтарлықтай төмендейді.

1.2 Жобаны орындауға қажетті бастапқы мәліметтер

Жобада қағаз өндіретін кәсіпорынды электрмен жабдықтау үшін қуаттылығы 115 кВ болатын, 37/10,5 кВ кернеулі екі тізбекті электр беру желісі қарастырылады. Бұл желілер қуаттылығы шектеусіз деп есептелетін энергетикалық жүйенің қосалқы станциясынан қоректенеді. Қосалқы станцияда әрқайсысының номиналды қуаты 40 МВА болатын екі қуатты трансформатор орнатылған.

Электрмен жабдықтау жүйесінің сенімділігі мен тұрақтылығын бағалау мақсатында қысқа тұйықталу кезіндегі қуаттар келесі шамалармен сипатталады: дәнекерлеу нүктесінде қысқа тұйықталу қуаты – 1200 МВА, ал 37 кВ кернеулі қосалқы станция жағындағы энергетикалық жүйенің қуаты – 600 МВА құрайды.

Энергия көзі болып табылатын қосалқы станция мен зауыт арасындағы арақашықтық шамамен 5,5 км-ге тең. Ал өндіріс орнына дейін созылатын жоғары кернеулі (115 кВ) электр беру желісінің ұзындығы 12 км-ді құрайды.

1-кесте–Комбинат бойынша электр жүктемелері

Аты	Энергия тұтыну саны,п	Орнатылған қуат	
		БІР ЭҚ, P_n	$\sum P_n$
1-ші қағаз машинасы	45	5-55	110
2-ші қағаз машинасы	34	5-45	900
3-ші қағаз машинасы	28	5-40	850
4-ші қағаз машинасы	64	5-75	170
5,6,7-ші қағаз машинасы	121	5-70	250

1-кесте—жалғасы

Аты	Энергия тұтыну саны,п	Орнатылған қуат	
		БІР ЭҚ, P_H	$\sum P_H$
Қышқылдар цехі	23	10-90	700
Ағаш кескіш	18	10	170
Пісіру бөлімі	32	10-35	600
Ағарту бөлімі	19	8-30	400
Шүберек пісіргіш	39	10-16	650
Оттегі станциясы	26	15-100	550
Механикалық шеберханалар	45	5-50	600
Тасымалдаушылар	37	1-55	640
Складтар	32	1-25	400
Насостар:			
1 0,4кВ	14	10-20	180
2 СД10кВ	5	800	330
Компрессиялық станция:			
1 0,4кВ	20	10-15	140
2 СД10кВ	2	800	150
Зауытты басқару	22	1-15	120

2 Электр жүктемелерін есептеу бөлімі

2.1 Өндірістік және қосалқы жарықтандыру жүктемесін анықтау

Кәсіпорындағы электр жүктемелерін анықтау кезінде жарықтандыру жүйесінің жүктемесін есептеу маңызды орын алады. Бұл есептеу сергітетін коэффициент және сұраныс коэффициенті негізінде жүргізіледі.

Аталған әдіске сәйкес, жарықтандыру жүктемесі ең жоғары өндірістік белсенділікке сәйкес келетін ауысымға есептеледі. Бұл жүктеме, орташа қуат ретінде қабылдана отырып, келесі формуламен анықталады:

$$P_{po} = K_{co} \cdot P_{yo}$$

$$Q_{po} = tg\varphi \cdot P_{po}$$

Берілген формулалар мен есептеулерде келесі шамалар қолданылады:

K_{co} - белсенді қуат бойынша есептелетін жүктеменің сұраныс коэффициенті. Бұл коэффициент нақты пайдаланылатын қуаттың орнатылған қуатқа қатынасын көрсетеді және жабдықтың тиімді пайдаланылу деңгейін сипаттайды.

$tg\varphi$ - қуат коэффициентінің тангенсі. Ол $\cos\varphi$ мәні арқылы анықталады және реактивті қуат мөлшерін есептеу үшін қажет.

$$P_{yo} = p_0 \cdot F$$

P_{yo} - 1 м² өндірістік аумаққа сәйкес келетін меншікті жарықтандыру қуаты. Бұл шамамен жарық беру құрылғыларының нақты орналасуы мен санына байланысты цехтың жарықтандыру жүйесінің қуаты есептеледі.

F - есептелетін өндірістік нысанның жалпы ауданы, м².

p_0 - есептелетін нақты жобалық қуат, кВт/м².

Барлық есептелген жүктеме параметрлері 2.1-кестеге жинақталып енгізіледі.

2.1- кесте–Жарықтандыру жүктемелерін есептеу нәтижелері

Бөлім атауы	Ауданы, м²	p_0 кВт/м².	K_{co}	Орнатылатын қуат,кВт	Есептеу барысындағы қуаты жарықты есептеу		$\cos\varphi$	$tg\varphi$	Лампа түрлері
					P_{po} ,кВт	Q_{po} ,квар			
1-ші Қағаз машинасы	2083	0,015	0,8	1100	24,8	43,25	0,5	1,73	ДРЛ
2-ші Қағаз машинасы	3382	0,018	0,8	900	48,7	84,2	0,5	1,73	ДРЛ
3-ші Қағаз машинасы	2897	0,017	0,8	850	39,4	68,2	0,5	1,73	ДРЛ
4-ші Қағаз машинасы	3763	0,019	0,8	1700	57,2	98,9	0,5	1,73	ДРЛ
5.6.7-ші Қағаз машинасы	2158	0,015	0,8	2500	25,9	44,8	0,5	1,73	ДРЛ
Қышқылдар цехі	633	0,015	0,8	700	7,6	13,1	0,5	1,73	ДРЛ
Ағаш кескіш	738	0,016	0,8	170	9,45	16,4	0,5	1,73	ДРЛ
Пісіру бөлімі	1059	0,017	0,8	600	14,4	6,9	0,9	0,48	ЛН
Ағарту бөлімі	1229	0,018	0,8	400	17,7	8,5	0,9	0,48	ЛН
Шүберек пісіргіш	1340	0,018	0,8	650	19,3	9,3	0,9	0,48	ЛН
Оттегі станциясы	418	0,014	0,7	550	4,1	1,9	0,9	0,48	ЛН
Механикалық шеберхана	604	0,015	0,85	600	7,7	13,3	0,5	1,73	ДРЛ
Тасымалдаушылар	1623	0,015	0,85	650	20,7	35,8	0,5	1,73	ДРЛ
Складтар	2227	0,011	0,6	400	14,7	25,4	0,5	1,73	ДРЛ
Насостар: 0,4кВ	408	0,014	0,7	170	4	2	0,9	0,48	ЛН
Компрессор станциясы: 0,4кВ	408	0,014	0,7	130	4	2	0,9	0,48	ЛН
Басқару ғимараты	1815	0,021	0,9	1300	34,3	60	0,5	1,73	ДРЛ
Аумақ	189500	0,006	1		1137	1967	0,5	1,73	ДРЛ

2.2 Комбинат бойынша электр жүктемелерін есептеу

Комбинат цехтарындағы 1 кВ-қа дейінгі кернеу деңгейіндегі электр жүктемелері оңайлатылған әдістемеге сүйене отырып, шартты-диаграммалық тәсілмен есептеледі. Бұл әдіс әрбір өндірістік бөлімше бойынша электр энергиясына деген сұранысты бағалауға мүмкіндік береді.

Цехтар бойынша технологиялық жабдықтар мен жарықтандыру желілеріне тиесілі қуат жүктемелері есептеліп, нәтижелері 2.2-кестеде келтірілген. Бұл кесте кәсіпорын бойынша 0,4 кВ кернеу деңгейіндегі толық қуат жүктемесінің бөлінісін көрсетеді.

Электрмен жабдықтауды оңтайлы жобалау және кабельдік трассалардың бағыттарын дәл анықтау мақсатында, кәсіпорын бойынша жүктеме картограммасы (жүктеме таралу картасы) құрылады. Бұл картограммада жүктеме орталықтарының орналасуы, олардың қуат көлемдері және өзара байланыс бағыттары көрсетіледі. Ол электрмен жабдықтау жүйесінің сұлбасын жобалау барысында негізгі бастапқы материал ретінде қолданылады.

$$R = \sqrt{\frac{P_p}{m \cdot \pi}}, \alpha = \frac{P_{p0}}{P_p} \cdot 360^\circ$$

Аталған есептеулерде R - белгісі цех ішіндегі қажетті шеңбердің радиусын білдіреді, яғни ол электр жүктемелерін тарату аймағының кеңістіктік өлшемін анықтайды. Ал α – бұл шеңбер секторының орталық бұрышы, яғни жалпы шеңбердің қандай бөлігін есепке алатынымызды көрсететін бұрыштық мән. m коэффициенті болса, бұл шеңбердің ауданы бойынша жүргізілетін есептеулер үшін қолданылатын арнайы масштабтау көрсеткіші болып табылады. Бұл коэффициент механикалық цех үшін 0,05 мәніне тең деп алынады, себебі дәл осы мән өндірістік аумақтағы нақты шарттарға және жүктеме таралуына сәйкес келеді.

Жоғарыда көрсетілген геометриялық және техникалық айнымалылар негізінде механикалық цехқа тән жүктемелерді есептеу барысында келесі бастапқы параметрлер анықталады:

Біріншіден, цех ішіндегі барлық электр қабылдағыштардың жалпы саны есептеледі. Бұл көрсеткіш жүктеме таралуын бағалау үшін аса маңызды;

Екіншіден, әр қабылдағышқа тән номиналды (жобалық) қуат мәні алынады. Бұл қуат әр құралдың қалыпты жағдайда тұтынатын электр энергиясының көлемін көрсетеді;

Үшіншіден, барлық қабылдағыштар бойынша жиынтық немесе жалпы номиналды қуат есептеледі. Бұл параметр цехтың жалпы энергияға деген

сұранысын айқындайды және трансформатор таңдау, кабель сечениесы және қорғаныс құрылғыларын жобалау үшін қолданылады.

Келесі формулалар бойынша:

$$P_{Hi} = P_{H1} \cdot \cos\varphi \cdot \sqrt{ПВ}$$

2.2- кесте–Цехтар бойынша электр жүктемелерін есептеу, U=0.4кВ

Атауы	n	P _{mi} n	P _{max}	P _{уст}	m	K _и	Cosφ/tg φ	P _{см}	Q _{см}	nэ	K _м	P _p	Q _p	S _p	I _p
1-ші Қағаз машинасы- күштік	40	5	50	1100	>3	0,6	0.75/0,8	660	582	40	1,1	726	582	930	1343
1-ші Қағаз машинасы- жарықтандыру												24,7	42,8	49,5	71,4
1-ші Қағаз машинасы - жалпы												750	625	976,4	1410
2-ші Қағаз машинасы - күштік	35	5	40	900	>3	0,6	0.75/0,8	540	476	35	1,11	594	476	761	1099
2-ші Қағаз машинасы - жарықтандыру												49	85	98	141,3
2-ші Қағаз машинасы- жалпы												643	561	853	1231
3-ші Қағаз машинасы- күштік	27	5	45	900	>3	0,6	0.75/0,8	510	450	27	1,12	571	450	729	1050
3-ші Қағаз машинасы- жарықтандыру												40	70	79	113,5
3-ші Қағаз машинасы- жалпы												611	518	800,6	1155
4,5,6-ші Қағаз машинасы- күштік	60	5	70	1700	>3	0,6	0.75/0,8	102 0	900	49	1,1	1122	900	1438	2075
4,5,6-ші Қағаз машинасы- жарықтандыру												57,4	99	114	165
4,5,6-ші Қағаз машинасы- жалпы												1180	999	1545	2230
Қышқылдар цехының- күштік	120	5	70	2500	>3	0,6	0.75/0,8	150 0	132 3	72	1,09	1635	1323	2103	3036
Қышқылдар цехының- жарықтандыру												26	23	34,4	50
Қышқылдар цехы-жалпы												1660	1345	2137	3085

2.2- кесте жалғасы

Атауы	n	P _{min}	P _{max}	P _{уст}	m	K _и	Cosφ/tgφ	P _{см}	Q _{см}	nэ	K _м	P _p	Q _p	S _p	I _p
Ағаш кескіштің-күштік	24	10	90	700	>3	0,5	0,8/0,75	350	262	16	1,23	430	262	504	728
Ағаш кескіштің-жарықтандыру												7,53	5,64	9,41	13,58
Ағаш кескіштің-жалпы												438	268	514	741
Пісіру бөлімінің-күштік	17	10	10	170	<3	0,4	0,65/1,17	68	79,5	17	1,27	86,3	79,6	117,3	170
Пісіру бөлімінің-жарықтандыру												17,3	8,54	19,6	28,3
Пісіру бөлімінің-жалпы												104	88,1	136,3	196,7
Ағарту бөлімінің-күштік	30	10	35	600	<3	0,35	0,8/0,75	210	157	30	1,15	241	157	288	416
Ағарту бөлімінің-жарықтандыру												14,3	7	16	23
Ағарту бөлімінің-жалпы												256	164	304	439
Шүберек пісіргіштің-күштік	18	8	30	400	<3	0,5	0,7/1,02	200	204	18	1,16	232	204	309	446
Шүберек пісіргіштің-жарықтандыру												17,6	8,5	20	28
Шүберек пісіргіштің-жалпы												250	213	328	473
Оттегі станциясының-күштік	38	10	16	650	>3	0,6	0,8/0,75	390	293	38	1,12	437	292	526	759
Оттегі станциясының-жарықтандыру												19,2	9,3	21,3	30,8
Оттегі станциясының-жалпы												456	302	547	789
Механикалық шеберхананың-күштік	25	15	10	550	>3	0,6	0,7/1,02	330	337	11	1,24	409	337	530	765

2.2- кесте жалғасы

Атауы	п	P _{min}	P _{max}	P _{уст}	m	Ки	Cosφ/tgφ	P _{см}	Q _{см}	пэ	Км	P _p	Q _p	S _p	I _p
Механикалық шеберхананың-жарықтандыру												4,08	2	4,5	6,5
Механикалық шеберхананың-жалпы												413	339	534	771
Тасымалдаушылардың-күштік	44	5	50	600	>3	0,3	0,75/0,88	180	160	24	1,28	230	160	280	404
Тасымалдаушылардың-жарықтандыру												7,6	13,2	15,2	22
Тасымалдаушылардың-жалпы												238	172	294	424
Складтарды-күштік	35	1	55	650	>3	0,35	0,6/1,33	228	303	24	1,21	275	303	409	591
Складтарды-жарықтандыру												20,5	35,6	41,1	59,3
Складтарды-жалпы												296	339	450	650
Насостар: 0,4кВ-күштік	25	15	10	550	<3	0,6	0,7/1,02	330	337	11	1,24	409	337	530	765
Насостар: 0,4кВ-жарықтандыру												4,08	2	4,5	6,5
Насостар: 0,4кВ-жалпы												413	339	534	771
Компрессор станциясы: 0,4кВ-күштік	20	10	15	130	<3	0,6	0,7/1,02	78	80	20	1,15	89	80	120	173
Компрессор станциясы: 0,4кВ-жарықтандыру												4	2	4,3	6,3
Компрессор станциясы: 0,4кВ-жалпы												93,6	81,4	124	180
Басқару ғимаратың-күштік	22	1	15	130	<3	0,5	0,75/0,88	65	57	22	1,2	78	57	97	140
Басқару ғимаратың-жарықтандыру												34,3	59	69	99
Басқару ғимаратың-жалпы												112	117	162	239

2.2- кесте жалғасы

Атауы	п	P _{min}	P _{max}	P _{уст}	m	K _и	Cosφ/tgφ	P _{см}	Q _{см}	пэ	K _м	P _p	Q _p	S _p	I _p
Аумақтық-жарықтандыру												1137	1969	2274	3282
Жалпы												8975	8356	12399	17896

2.3 Трансформаторлық қосалқы стансалар саны мен қуатын таңдау

Цех ішіндегі трансформаторлардың саны мен қуатын дәл анықтау тек техникалық және экономикалық тұрғыдан негізделген есептеулер арқылы жүзеге асырылады. Бұл ретте бірқатар маңызды факторларды ескеру қажет, атап айтқанда: электрмен жабдықтаудың сенімділігі мен санаттары; 1 кВ-қа дейінгі желілердегі реактивті қуатты өтеу қажеттілігі; қалыпты және төтенше режимдердегі жүктеме жағдайы; трансформатор қуатының стандартты сатылары; сондай-ақ жүктеме кестесіне байланысты энергия түрлендіргіштердің тиімді жұмыс тәртібі.

Есептеу үшін бастапқы мәліметтер:

Белсенді жүктеме: $P_{p0,4}=8974,95\text{кВт}$;

Реактивті қуат: $Q_{p0,4}=8355,91\text{квар}$;

Толық жүктеме: $S_{p0,4}=12399,96\text{кВА}$;

Қағаз өндіретін кәсіпорын тұтынушылардың екінші санатына жатады және екі ауысымдық жұмыс тәртібін ұстанады. Осыған байланысты трансформаторлардың жүктеме коэффициенті $K_{ztr} = 0,8$ деп алынады. Әрқайсысының қуаты 1600 кВА болатын бірдей типтегі цехтық трансформаторлар қабылданады.

Трансформаторлардың ең аз саны мына формуламен анықталады:

$$N_{T.min} = \frac{P_{p0.4}}{K_3 \cdot S_{HT}} + \Delta N$$

$$N_{T.min} = \frac{8967.7}{0.8 \cdot 1600} = 8$$

Осы есептеулерге сүйене отырып, цех үшін кем дегенде 8 дана трансформатор қажет екенін көреміз. Себебі алынған мән бүтін санға дейін жоғары қарай дөңгелектеледі.

мұндағы:

$P_{p0.4}$ – кәсіпорын бойынша 0,4 кВ кернеу деңгейіндегі есептік белсенді жүктеменің жалпы мәні;

K_3 – трансформатордың жүктеме коэффициенті;

S_{HT} – трансформатордың номиналды қуаты.

Экономикалық тұрғыдан негізделген трансформаторлар саны келесі өрнекпен есептеледі:

$$N_{т.э} = N_{min} + m$$

мұнда:

N_{min} – жүктемені толық қамтамасыз ететін ең аз трансформатор саны;

m – қосымша трансформаторлар саны, ол анықтамалық қисықтар бойынша қабылданады.

Біздің жағдайда, техникалық-экономикалық талдау нәтижесінде $m = 0$ деп алынады. Бұл дегеніміз – қосымша резервтік трансформатор қарастырылмайды.

Сәйкесінше, цех үшін техникалық және экономикалық жағынан тиімді трансформаторлар саны келесіге тең:

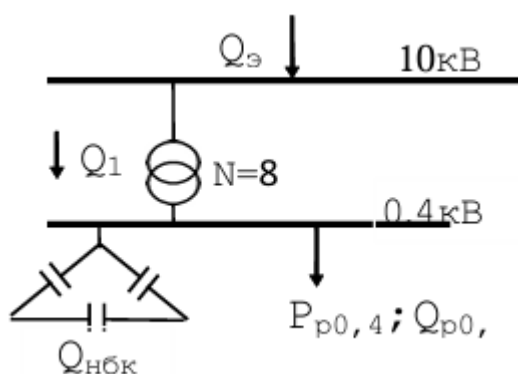
$$N_{тэ} = 8 \text{ дана}$$

Осылайша, есептеулер нәтижесінде трансформаторлардың оңтайлы саны – 8 дана деп белгіленді.

Таңдалған трансформаторлар саны негізінде, олардың көмегімен 1 кВ-қа дейінгі кернеуде жұмыс істейтін тұтынушылар үшін берілетін ең жоғарғы реактивті қуат мөлшері есептеледі. Бұл шама келесідей анықталады:

$$Q_1 = \sqrt{(N_{тэ} \cdot S_{нт} \cdot K_3^2) - P_{p0.4}^2}$$

$$Q_1 = \sqrt{(8 \cdot 1600) - 8971,95^2} = 4935 \text{ квар}$$



2.1-сурет – Реактивті қуатының балансы көрсетілген

0,4 кВ кернеу деңгейіндегі реактивті қуат балансы негізінде компенсациялануы тиіс реактивті қуат мөлшерін, яғни $Q_{\text{нбк1}}$ шамасын келесі формула арқылы анықтауға болады:

$$Q_{\text{нбк1}} + Q_1 = Q_{p0,4}$$

Осы формула арқылы есептеу жүргіземіз

$$Q_{p0,4} = 8356 - 4935 = 3416,96 \text{ квар}$$

Трансформаторлар тобы үшін реактивті қуатты өтеу мақсатында компенсациялау құрылғыларынан (НБК – нормаланған бұрыштық компенсаторлар) қажет қосымша реактивті қуат $Q_{\text{нбк2}}$ келесі формуламен есептеледі:

$$Q_{\text{нбк2}} = Q_{p0,4} - Q_{\text{нбк1}} - \gamma N_{\text{т.э}} \cdot S_{\text{нт}}$$

Егер біз $Q_{\text{нбк2}} = 0$ деп алсақ (яғни жергілікті жабдықтарға НБК орнатылмаған немесе барлық реактивті қуатты трансформаторлық тарату деңгейінде өтеу жоспарланған), онда реактивті қуатты өтеу үшін қажетті конденсатор батареяларының қуаты барлық трансформаторлар арасында біркелкі бөлінеді.

$$Q_{\text{нбк тп}} = \frac{Q_{\text{нбк}}}{N_{\text{т.э}}} = \frac{3416,96}{8} = 427 \text{ квар.}$$

2.3-кесте – Төменгі кернеулі жүктемені цех ТҚС бойынша бөлу

ТП	Трансформатор қуаты, кВА	Цех	Рр. кВт	Қр. квар	Ср. кВА	Жүктеме коэффициенті Кз
ТП1–2	4×1600=6400	1	750,73	624,90		
		2	642,97	561,05		
		6	438,04	268,15		
		8	255,85	164,44		
		9	249,64	212,59		
		10	456,00	301,80		
		13	295,85	338,94		
		17	112,26	116,70		
		18	1136,80	1969,00		
			4338	4557,54		

2.3-кесте –жалғасы

ТП	Трансформатор қуаты, кВА	Цех	Рр. кВт	Qр. квар	Sp. кВА	Жүктеме коэффициенті Кз
	QHБК=4×450квар			-1800,0		
	Жалпы		4338,09	2752,54	5140,4	0,8
ТПЗ–4	4×1600=6400	3	610,53	517,89		
		4	1179,15	998,53		
		5	1660,80	1348,64		
		11	413,29	338,64		
		14	204,99	145,28		
		15	129,40	105,99		
		16	93,64	81,50		
		12	238,03	171,93		
		7	103,99	88,04		
			610,53	517,88		
	QHБК=4×450квар			-1800		
	Жалпы		4633,76	1993,40	5044,33	0,79

2.4 Жалпы электр тұтыну көрсеткіштерін жинақтау

Трансформаторлық қосалқы станциядағы қуаттың жоғалуын анықтау мақсатында ТСЗЛ–1600 маркалы трансформатор пайдаланылды.

$$U_B = 10\text{кВ}, U_H = 0,4\text{кВ}, P_{xx} = 2,05\text{кВт}, P_{кз} = 16\text{кВт}, I_{xx} = 1,3\%, U_{кз} = 5,5\%$$

ТП1–2 үшін: $K_3=0,8$ $N=4$

$$P_m = (2.05 + 16 \cdot 0.8^2) = 49,79 \text{ кВт}$$

$$Q_m = 0,01 \cdot (2.05 + 16 \cdot 0.8^2) \cdot 4 = 294,84 \text{ квар}$$

ТПЗ–4 үшін: $K_3=0,79$ $N=4$

$$P_m = (2.05 + 16 \cdot 0.79^2) = 49,86 \text{ кВт}$$

$$Q_m = 0,01 \cdot (2,05 + 16 \cdot 0,79^2) \cdot 4 = 301,87 \text{ квар}$$

Трансформаторда орын алатын жиынтық қуат шығындары:

$$\sum P_{1-4} = 49,79 + 49,86 = 97,54 \text{ кВт}$$

$$\sum Q_{1-4} = 294,74 + 301,77 = 596,47 \text{ квар}$$

Синхронды қозғалтқыштың есептік қуатын анықтау

Реактивті қуатты өтеу мақсатында жоғары кернеу (ВН) жағында 15-цехқа орнатылған СТД 800-23 УХЛ4 маркалы синхронды қозғалтқышты қолдану ұсынылады.

$$P_{\text{нсд}} = 800 \text{ кВт}, \cos \varphi = 0,9, N_{\text{сд}} = 4, k_3 = \beta = 0,85$$

Синхронды қозғалтқыш үшін қажетті есептік қуатты анықтаймыз

$$P_{\text{р сд}} = P_{\text{нсд}} \cdot N_{\text{сд}} \cdot k_3$$

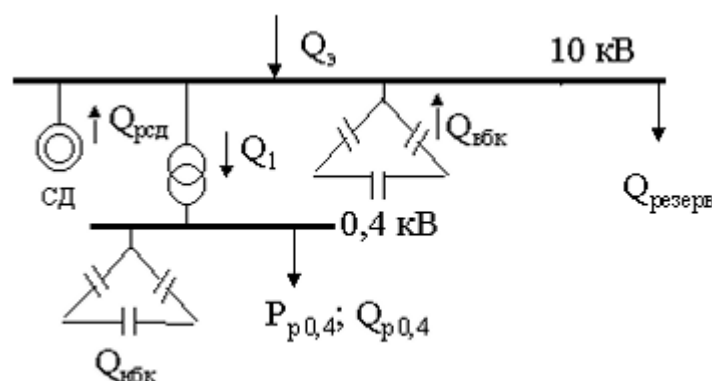
$$P_{\text{р сд}} = 800 \cdot 4 \cdot 0,85 = 2720 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{р сд}} = P_{\text{р сд}} \cdot \tan \varphi$$

$$Q_{\text{р сд}} = 2720 \cdot 0,48 = 1305,6 \text{ кВар}$$

10 кВ кернеулі жоғары кернеу тарату құрылғысындағы (БТҚС) реактивті қуатты өтеу есебін жүргіземіз.

Бұл үшін 2.2-суретте ұсынылған орынбасу схемасын пайдаланамыз.



2.2-сурет—Орынбасу схемасы

Резервтік қуат – бұл тұтынушылардың электрмен жабдықталуын сенімді қамтамасыз ету мақсатында негізгі жүктемеден тыс қарастырылатын қосымша қуат көлемі. Ол электр жүктемелерінің авариялық немесе төтенше жағдайлар кезінде үздіксіз жұмысын қамтамасыз ету үшін қажет.

$$Q_{\text{рез}} = 0.15 \cdot \sum Q_{\text{расч}} = 0.15 \cdot (Q_{\text{р0.4}} + \Delta Q_{\text{т}})$$

$$Q_{\text{рез}} = 0.15 \cdot (8350.91 + 596.91) = 1113.32 \text{ кВар}$$

Энергетикалық жүйеден келетін қуат анықтаймыз:

$$Q_{\text{рез}} = 0.25 \cdot \sum P_{\text{р}} = 0.25 \cdot (P_{\text{р0.4}} + \Delta P_{\text{т}} + P_{\text{сд}})$$

$$Q_{\text{рез}} = 0.25 \cdot (8971 + 97.44 + 2720) = 2974.32 \text{ кВар}$$

Реактивті қуаттың тепе-теңдік теңдеуі бойынша ВБК қуатын есептейміз:

$$Q_{\text{ВБК}} = Q_{\text{р0.4}} + \Delta Q_{\text{т}} + Q_{\text{рез}} - Q_{\text{э}} - Q_{\text{сд}} - Q_{\text{НБК}}$$

Мұндағы параметрлердің мәндерін қойып, төмендегідей нәтижеге жетеміз:

$$Q_{\text{ВБК}} = 8350,91 + 596,71 + 1113,32 - 3414,96 - 1305,6 = 2393,06 \text{ кВар}$$

Осы қуатқа сәйкес, ВБК2*УКЛ–10–900У3 үлгісіндегі құрылғыны таңдау орынды болады.

Комбинаттың электр жүктемелері 2.5-кестеде көрсетілген.

2.5-кесте – Комбинат бойынша жүктемелердің түзетілген есебі

$S_{HT}, Q_{HБK} \text{ ТП}$	Цеха	n	$P_{min} - P_{max}$	P_H	K_H	Орташа қуаты		nЭ	Км				K_3
						$P_{CM}, \text{кВт}$	$Q_{CM}, \text{кВар}$			$P_p, \text{кВт}$	$Q_p, \text{кВар}$	$S_p, \text{кВА}$	
ТП1-2 Сн.тр=6400кВА	1	40	5-50	1100	0,6	660	582,07	40					
	2	35	5-40	900	0,6	540	476,24	35					
	6	24	10-90	700	0,5	350	262,5	16					
	8	30	10-35	600	0,35	210	157,5	30					
	9	18	8-30	400	0,5	200	204,04	18					
	10	38	10-16	650	0,6	390	292,5	38					
	13	35	1-55	650	0,35	228	303,33	24					
	17	22	1-15	130	0,5	65	57,32	22					
	18												
Күштік		242	10/90	5130	0,52	2643	2335	223	11	2775	23276		
Жарықтық										1324,01	2222,03		
QHБK=4×450квар											-1800		
ЖалпыТП1-2										4098,64	2797,99	4962,62	0,78
ТП3-4	3	27	5-45	850	0,6	510	449,78	27					
Сн.тр=6400кВА	4	60	5-70	1700	0,6	1020	899,6	49					
	5	120	5-70	2500	0,6	1500	1322,9	72					
	7	17	10	170	0,4	68	79,5	17					
	11	25	15-100	550	0,6	330	336,7	11					
	12	44	5-50	650	0,3	195	158,7	24					
	14	30	1-25	400	0,4	160	120	30					
	15	12	10-20	170	0,6	102	104,06	12					
	16	20	800	130	0,6	78	79,6	20					
Күштік		335		7120	0,55	3963	30551	262	1	3963	3793,4		
Жарықтық										174,04	242,62		
QHБK=4×450квар											-1800		

2.5 Электрмен жабдықтаудың сыртқы схемасын таңдау

Қағаз жасау комбинатын электрмен жабдықтау үшін сыртқы қуат көзін таңдауда жүйенің сенімділігі, техникалық-экономикалық көрсеткіштері және қуат көзінің тұрақтылығы басты назарда болады. Бұл мақсатта өндіріс нысанын қуат шектеуі жоқ энергетикалық жүйеден қоректендіру ұсынылады.

Аталған жүйеде әрқайсысының қуаты 40 МВА болатын екі бөлек жұмыс істейтін трансформатор орнатылған, олар 37/10,5 кВ кернеу деңгейінде жұмыс істейді. Сонымен қатар, екі тізбекті 115 кВ жоғары кернеулі электр беру желісі арқылы комбинатты қоректендіру мүмкіндігі қарастырылады.

Жүйенің техникалық сипаттамалары келесідей:

Қысқа тұйықталу қуаты дәнекерлеу нүктесінде: 1200 МВА

37 кВ жақтағы қысқа тұйықталу қуаты: 600 МВА

Жүйенің реактивті кедергісі: 230 кВ

Реактивті кедергінің жүйе қуатына қатынасы: 0,3

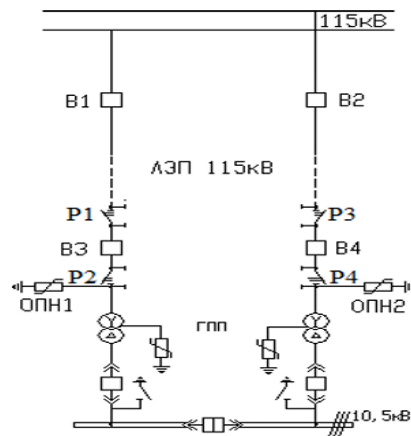
Қосалқы станция мен өндіріс нысаны арасындағы арақашықтық: 5,5 км

Комбинаттың жұмыс тәртібі: үш ауысымдық

Электр энергиясының шартты бағасы: 14 теңге/кВт·сағ

Жоғарыда көрсетілген параметрлерді ескере отырып, комбинатты электрмен жабдықтаудың оңтайлы нұсқасы ретінде 115 кВ кернеулі жоғары вольтты электр беру желісін таңдау орынды деп санаймыз. Бұл шешім электр энергиясының жеткілікті берілуін, жүйенің сенімділігін және жүктеме өсіміне дайын болуын қамтамасыз етеді.

2.6 Комбинатты 115 кВ кернеулі желі арқылы қоректендіру нұсқасы



2.3-сурет – Электр мен жабдықтау схемасы осында көрсетілген

1. ГПП трансформаторын таңдау

ГПП трансформаторының толық қуатын есептейміз:

$$S = \sqrt{P_p^2 + Q_3^2}$$

мұндағы

$$S = \sqrt{11035,49^2 + 2947,32^2} = 11422,3 \text{ кВА}$$

Осы қуатқа сәйкес, қуаттылығы 10 000 кВА екі трансформаторды таңдаймыз.

Жүктеме коэффициенті анықталады:

$$K_3 = \frac{S_p}{2 \cdot S_H}$$

$$K_3 = \frac{11422,3}{2 \cdot 10000} = 0,57$$

Трансформатордың паспорттық деректері:

Түрі: ТДН–10000/115;

Номиналды қуаты $S_H=40000\text{кВА}$;

Кіріс кернеуі $U_{BH}=230\text{кВ}$;

Орташа кернеуі $U_{CH}=115\text{кВ}$;

Шығыс кернеуі $U_{HH}=10,5\text{кВ}$;

Қысқа тұйықталу кернеулері: $U_{KBH}=22\%$, $U_{KCH}=9,5\%$.

Трансформатордың қуаттық шығындарын есептейміз:

Активті шығын:

$$\Delta P_{TГПП} = 2(\Delta P_{XX} + \Delta P_{K3} \cdot K_3^2)$$

$$\Delta P_{TГПП} = 2(14 + 58 \cdot 0,57^2) = 68,69 \text{ кВт}$$

Реактивті шығын:

$$\Delta Q_{TГПП} = 2 \cdot (\Delta I_{XX} \cdot S_H + U_{K3} \cdot S_H \cdot K_3^2)$$

$$\Delta Q_{\text{тгпп}} = 0,02 \cdot (0,9 \cdot 10000 + 10,5 \cdot 10000 \cdot 0,57^2) = 862,29 \text{ кВт}$$

Энергия жоғалтуларын есептеу:

$$\tau = (0,124 + T_M \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760$$

$$\tau = (0,124 + 4000 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = 2405,29 \text{ сағ}$$

Трансформатордағы активті қуат шығындарын есептеу

Трансформаторда туындайтын жылдық активті энергия шығындарын төмендегі формула арқылы есептейміз:

$$\Delta W = 2 \cdot (\Delta P_{\text{хх}} \cdot T_{\text{вкл}} + \Delta P_{\text{кз}} \cdot \tau \cdot K_3^2)$$

Мәндерді қоя отырып:

$$\Delta W = 2 \cdot (14 \cdot 4000 + 58 \cdot 2405,29 \cdot 0,57^2) = 203006 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}$$

115 кВ ЛЭП арқылы өтетін толық қуатты анықтау

Электр беру желісі арқылы өтетін есептік қуат мынадай түрде анықталады:

$$S_{\text{лэп}} = \sqrt{(P_p + \Delta P_{\text{тгпп}})^2 + Q_3^2}$$

$$S_{\text{лэп}} = \sqrt{(11035,49 + 68,69)^2 + 2947,32^2} = 11488,67 \text{ кВА}$$

Электр тогының мәнін есептеу

Жүктемелік ток шамасы:

$$I_p = \frac{S_{\text{лэп}}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H}$$

$$I_p = \frac{11488,67}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 115} = 28,87 \text{ А}$$

Авариялық режимдегі ток:

$$I_a = 2 \cdot I_p$$

$$I_a = 2 \cdot 28,87 = 57,75 \text{ A}$$

Сымның көлденең қимасын анықтау

Экономикалық ток тығыздығы бойынша сымның қимасы:

$$F = \frac{I_p}{j}$$

$$F = \frac{28,87}{1} = 28,87 \text{ мм}^2$$

Мұндағы $j = 1 \text{ A/мм}^2$ - берілген жұмыс ұзақтығы (4000 сағат) кезінде ұсынылатын ток тығыздығы.

АС–70/11 маркалы сым таңдалады, оның рұқсат етілген ток өткізу қабілеті:

$$I_{\text{доп}} = 265 \text{ A} > I_p = 28,72 \text{ A}$$

Авариялық жағдайда:

$$I_{\text{доп ав}} = 1,3 \cdot I_{\text{доп}} = 1,3 \cdot 265 = 345 \text{ A} > I_{\text{ав}} = 57,44 \text{ A}$$

Электр желісіндегі энергия жоғалтуларын есептеу

Энергия шығындары:

$$\Delta W = 2 \cdot 3 \cdot I_p^2 \cdot R \cdot 10^{-3} \cdot \tau$$

$$\Delta W = 2 \cdot 3 \cdot 28,72^2 \cdot 5,16 \cdot 10^{-3} \cdot 4592 = 159239 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}$$

Желі кедергісі:

$$R = r_0 \cdot L = 0,5 \cdot 0,43 \cdot 12 = 5,16 \text{ Ом}$$

мұндағы $r_0 = 0,43 \text{ Ом/км}$ - қимасы 70 мм^2 алюминий сымның меншікті кедергісі, $L = 12 \text{ км}$ - желі ұзындығы.

Энергетикалық жүйе трансформаторы және зауыт үлесі

Комбинатқа келетін электр энергиясын тарату мақсатында қуаттылығы жоғары трансформатор таңдалады. Осы есепте ТДТН–40000/230 типті трансформатор қарастырылады. Оның негізгі техникалық сипаттамалары төмендегідей:

Номиналды қуаты: $S_H=40000\text{кВА}$

Жоғарғы кернеуі: $U_{BH}=230\text{кВ}$

Орташа кернеуі: $U_{CH}=115\text{кВ}$

Төменгі кернеуі: $U_{HH}=10,5\text{кВ}$

Қысқа тұйықталу кернеулері:

$U_{KBC}=11\%$, $U_{KBH}=22\%$, $U_{KCH}=9,5\%$.

Энергетикалық жүйеге зауыт үлесін анықтау

Энергетикалық жүйеден алынатын жүктеменің трансформатор қуатына қатынасын анықтау үшін келесі формула пайдаланылады:

$$\gamma_1 = \frac{S_{\text{РЛЭП}}}{2 \cdot S_H}$$

мұндағы:

$S_{\text{РЛЭП}}$ - желі арқылы өтетін есептік қуат

S_H - трансформатордың номиналды қуаты

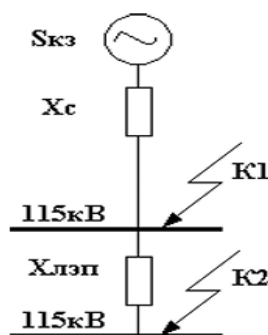
Есептеу нәтижесі:

$$\gamma_1 = \frac{11488,67}{2 \cdot 40000} = 0,14$$

Бұл мән бойынша трансформатордың энергетикалық жүйеге түсіретін үлесі салыстырмалы түрде төмен екенін байқаймыз.

115 кВ кернеу үшін ажыратқыштар мен айырғыштарды таңдау

Жабдықтарды дұрыс таңдау үшін, алдымен трансформатор мен желілердің орынбасу схемасы (2.4-сурет) құрылады. Бұл сұлба бойынша әр элементтің баламалы параметрлері белгіленеді.



2.4-сурет – Орынбасу схемасы

$S_6=1000\text{MBA}; U_6=115\text{кВ}, x_c=0,6\text{о.е.}$

$$I_6 = \frac{S_H}{\sqrt{3} \cdot U_H}$$

$$I_6 = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 115} = 5,02 \text{ кА}$$

$$X_{л} = 0,4 \cdot 12 \cdot \frac{1000}{115^2} = 0,36 \text{ о.е}$$

$$I_{к1} = \frac{I_6}{X_c}$$

$$I_{к2} = \frac{5,02}{0,6 + 0,36} = 5,23 \text{ Ка}$$

$$i_y = \sqrt{2} \cdot 1,18 \cdot 5,23 = 13,27 \text{ кА}$$

Энергетикалық жүйенің жұмыс сенімділігін қамтамасыз ету мақсатында, В1–2 және Р1–4 ажыратқыштарын таңдау кезінде трансформатордың авариялық ток режиміндегі жұмыс шарттары есепке алынады.

Берілген трансформаторлар конфигурациясы бойынша, әр трансформатордың екі реттік орамасы тең қуатпен жүктеледі деп есептеледі. Осыған байланысты, авариялық жағдай кезінде толық жүктеме қуаты төмендегідей анықталады:

$$S_{ав} = 2 \cdot 20 = 40\text{MBA}$$

В1 және В2 ажыратқыштарын таңдау

ABB LTB145D1/B моделі таңдалды. Оның техникалық сипаттамалары төмендегідей:

Номиналды кернеуі: $U_p=110\text{кВ}$ (қолданыстағы номиналды кернеумен сәйкес келеді)

Номиналды ток: $I_{\text{ном}}=3150\text{А}$, бұл авариялық токтан $I_{\text{ав}}=57,44\text{А}$ әлдеқайда жоғары

Ажырату қабілеті:

Қысқа тұйықталу тогы ажырату $I_{\text{откл}}=40\text{кА}$ есептелген токқа $I_{\text{к1}}=8,37\text{кА}$ карағанда үлкен

Үздіксіз жұмыс тогы $I_{\text{пред}}=40\text{кА}$ де есептелген пик тогынан $i_y=21,23\text{кА}$ асып түседі

P1—4 айырғыштарын таңдау

ABB SGF—123n+2E түріндегі айырғыш таңдалды, оның параметрлері:

Номиналды кернеу: $U_p=110\text{кВ}$

Номиналды ток: $I_{\text{ном}}=1600\text{А}$, авариялық тогынан үлкен $I_{\text{ав}}=57,74\text{А}$

Термикалық ток: $I_{\text{терм}}=100\text{кА} > I_{\text{к1}}=8,37\text{кА}$

Динамикалық ток: $I_{\text{дин}}=40\text{кА} > i_y=21,23\text{кА}$

B3 және B4 ажыратқыштарын таңдау

Тағы да ABB LTB145D1/B ажыратқыштары таңдалды:

Номиналды кернеу: $U_p=110\text{кВ}$

Номиналды ток: $I_{\text{ном}}=3150\text{А} > I_{\text{ав}}=57,44\text{А}$

Ажырату тогы:

$I_{\text{откл}}=40\text{кА} > I_{\text{к2}}=5,23\text{кА}$

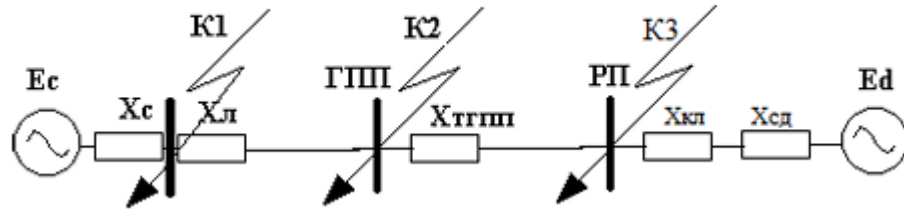
Үздіксіз жұмыс тогы: $I_{\text{пред}}=40\text{кА} > i_y=13,27\text{кА}$

ABB PEX LIM—R кернеуді сөндіргіштерді таңдау

Бұл құрылғылар кернеуді тиімді сөндіру үшін қолданылады және олардың техникалық сипаттамалары жүйенің номиналды параметрлеріне сәйкес таңдалады. Толық техникалық мәліметтер мен параметрлер жүйеге байланысты таңдау кезінде ескеріледі.

3 Орта кернеулі (10 кВ) электр жабдықтарын таңдау

3.1 Қысқа тұйықталу тоқтарын есептеу және шина тоқтарын анықтау



3.1-сурет. – Орынбасу схемасы

1. СҚ компрессорлық станциясының негізгі параметрлері:

Номиналды қуаты: $3 \times 800 = 2400 \text{ кВт}$

Қосалқы станциясының қуаты: $S_6 = 1000 \text{ МВА}$

Реактивті кедергісі: $x_c = 1 \text{ о.е.}$ (өзіне тән бірлік)

Номиналды кернеуі: $U_6 = 10,5 \text{ кВ}$

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_H}$$

$$I_6 = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 55 \text{ Ка}$$

$$X_L = X_0 \cdot L \cdot \frac{S}{U_{cp}^2}$$

$$X_L = 0,4 \cdot 12 \cdot \frac{1000}{115^2} = 0,36 \text{ о.е}$$

$$X_{тгпп} = \frac{U_K \cdot S}{100 \cdot S_n}$$

$$X_{тгпп} = \frac{1000 \cdot 10,5}{100 \cdot 10} = 10,5 \text{ о.е}$$

ГПП шиналарындағы жүйенің қысқа тұйықталу тогын есептеу

$$I_{K-3} = \frac{I_6}{X_c + X_{тгпп} + X_L}$$

$$I_{K-3} = \frac{55}{1 + 10,5 + 0,36} = 4,64 \text{ кА}$$

СҚ қуаты 888,9 кВА.

$$X_d = X_d'' \cdot \frac{S}{N \cdot S}$$

$$X_d = 0,2 \cdot \frac{1000 \cdot 10^3}{3 \cdot 888,9} = 75 \text{ о. е}$$

$$I = \frac{S \cdot K}{\sqrt{3} \cdot U}$$

$$I = \frac{800 \cdot 0,85}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 37,43 \text{ А}$$

СҚ кабелинің кедергісін есептеу.

$$F = \frac{I}{j} = \frac{37,43}{1,4} = 26,7$$

$$F_{min} = \alpha \cdot I_k \cdot \sqrt{t_n}$$

$$F_{min} = 12 \cdot 4,64 \cdot \sqrt{0,8} = 49,8 \text{ мм}^2$$

Кабельді таңдау және сипаттамасы

ААШв–10–(3х50 мм²) кабелі таңдалды. Оның рұқсат етілген ток күші:

$I_{доп}=134\text{А}$

Меншікті кедергісі:

$X_{уд}=0,079\text{Ом/км}$

Бұл кабель электр желілерінің қажетті ток өткізу қабілеті мен кедергі сипаттамаларына сәйкес келеді.

$$X_{k1} = L \cdot X_{уд} \cdot \frac{S}{N \cdot U_c^2}$$

$$X_{k1} = 0,079 \cdot 0,48 \cdot \frac{1000}{2 \cdot 10,5^2} = 0,17 \text{ о. е}$$

СҚ жүйесіндегі қысқа тұйықталу тогы трансформатор мен желінің импеданстары негізінде есептеледі. Қысқа тұйықталу тогының мәні келесі формула арқылы табылады:

$$I = \frac{I}{X_{k1} + X_d}$$

$$I = \frac{55}{0,17 + 75} = 0,73 \text{ кА}$$

К–3 нүктесінде қысқа тұйықталу тогының жалпы мәнін анықтау үшін, осы нүктеге әсер ететін барлық көздердің қысқа тұйықталу токтарын қосу қажет. Бұл келесі формула бойынша жүзеге асады:

$$I_{K\Sigma} = I_{K1-4} + I_{K5-8} + I_{K-3}$$

$$I_{K\Sigma} = 4,63 + 0,73 = 5,37 \text{ кА}$$

К–3 нүктесінде пайда болатын жалпы соққы тогын есептеу үшін, сол нүктеге әсер ететін барлық ток көздерінің қосындысын қарастырамыз. Жалпы соққы тогы формула арқылы анықталады:

$$i = \sqrt{2} \cdot k \cdot I_{K\Sigma}$$

$$i = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 5,37 = 13,67 \text{ кА}$$

3.2 Ажыратқыш құрылғыларды тандау

Бастапқы мәліметтер

Жүйенің жүктемелік қуаты: $S_p = 11035,49 \text{ кВА}$

Есептік ток:

$$I_p = \frac{S_p}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H}$$

$$I_p = \frac{110035,49}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 303,76 \text{ А}$$

Авариялық ток: $I_a = 2 \times I_p = 2 \times 303,7 = 607,4 \text{ А}$

Ажырағышты таңдау

Жүйеге сәйкес келетін АВВ ADVAC–10 ажыратқышын таңдаймыз. Ажырағыштың негізгі паспорттық және есептік сипаттамалары кестеде көрсетілген: Бастапқы деректер:

3.1 кесте – АВВ ADVAC–ажыратқыш деректері

Параметр	Паспорттық	Есептік
Номиналды кернеу	$U_H = 10 \text{ кВ}$	$U_H = 10 \text{ кВ}$
Номиналды ток	$I_{ном} = 1200 \text{ А}$	
Авариялық ток	-	$I_{ав} = 607,4 \text{ А}$
Қосу тогы	$I_{откл} = 25 \text{ кА}$	-
Қысқа тұйықталу тогы	$I_{кз} = 5,37 \text{ кА}$	-
Термикалық ток	$I_{терм} = 25 \text{ кА}$	-
Динамикалық ток	$I_{дин} = 40 \text{ кА}$	-
Өшіру тогы	$I_{уд} = 13,67 \text{ кА}$	-

Магистральдер бойынша ажыратқыш таңдау

ГПП – ТП 1,2 магистралі

Есептік ток:

$$S_p = \sqrt{(P_p + \Delta P_T)^2 + (Q_p + \Delta Q_T)^2}$$

$$S_p = \sqrt{(4098,64 + 49,49)^2 + (2797,99 + 294,843)^2} = 5179,22 \text{ кВА}$$

$$I_p = \frac{S_p}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H}$$

$$I_p = \frac{5174,22}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 142,42 \text{ А}$$

Авариялық ток:

$$I_{ав} = 2 \times I_p = 2 \times 142,42 = 284,84 \text{ А}$$

Танылған ажыратқыш: ADVAC–10

2. ГПП – ТП 3,4 магистралі

Есептік ток:

$$S_p = \sqrt{(4137,04 + 47,96)^2 + (2236 + 301,87)^2} = 4894,4 \text{ кВА}$$

$$I_p = \frac{4894,4}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 134,72 \text{ А}$$

Авариялық ток:

$$I_{ав} = 2 \times I_p = 2 \times 134,72 = 269,44 \text{ А}$$

Танылған ажыратқыш: ABB ADVAC–10

3. ГПП – СҚ1 (компрессорлық) магистралі

$$S_{нсд} = \frac{P_{нсд}}{\cos \varphi} = \frac{800}{0,9} = 888,9 \text{ Ква}$$

Есептік ток анықталғаннан кейін таңдау жасалады.

$$I_{нсд} = \frac{S_{нсд} \cdot K_3}{\sqrt{3} \cdot U_n}$$

$$I_{нсд} = \frac{888,9 \cdot 0,85}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 41,6 \text{ А}$$

Танылған ажыратқыш: ABB ADVAC–10

4. ГПП – СҚ2 (сорғы) магистралі

$$S_{нсд} = \frac{P_{нсд}}{\cos \varphi} = \frac{800}{0,9} = 888,9 \text{ Ква}$$

Есептік ток анықталғаннан кейін таңдау жасалады.

$$I_{нсд} = \frac{888,9 \cdot 0,85}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 41,6 \text{ А}$$

Танылған ажыратқыш: ABB ADVAC–10

3.3 Жоғары кернеулі кабель желілерін таңдау

ГПП–ТП–1–2 желісі үшін кабель таңдау негіздемесі

Кабельді таңдау келесі техникалық шарттарға сәйкес жүзеге асырылады:

1. Токтың экономикалық тығыздығы бойынша: $F_э = I_p / j_э$

Мұндағы:

I_p - есептік ток, А;

$j_э$ - экономикалық ток тығыздығы, әдетте 1 А/мм².

Осы формулаға сәйкес есептелген көлденең қиманың ауданы экономикалық тұрғыдан тиімді болып саналады.

2. Минималды механикалық талаптарға сай қимасы: $F_{min} = \sqrt{\alpha_n \cdot I_{кз}}$

Кабель белгілі бір құрылымдық талаптарға сай болуы тиіс. Өндірістік шарттарда қолданылатын кабельдер үшін минималды қиманың шегі техникалық нормалармен белгіленеді (мысалы, 50 мм² төмен болмауы).

3. Қыздыруға төзімділік шарты: $I_{доп} \geq I_p$

Кабель арқылы өтетін жұмыс тогы оның ұзақ мерзімді рұқсат етілген тогынан аспауы керек. Бұл кабельдің қызып кетуін болдырмауға көмектеседі.

4. Авариялық режимге сәйкестік: $I_{доп} \geq I_{ав}$

Апат кезінде өтетін токқа кабель құрылымдық тұрғыдан шыдай алуы қажет. Бұл оның термиялық төзімділігі мен оқшауламасының күйіп кетпеуін қамтамасыз етеді.

5. Кернеудің төмендеуі бойынша: $\Delta U_{доп} \geq \Delta U_{рас}$

Кабельдің ұштарындағы кернеу төмендеуі рұқсат етілген шамадан аспауы қажет. Бұл тұтынушы құрылғыларының қалыпты жұмысын қамтамасыз етеді.

ГПП–ТП–1–2:

$$S_p = 5174,22 \text{ кВА}; I_{ав} = 284,84 \text{ А}; I_p = 142,42 \text{ А}$$

$$F_{эк} = \frac{142,42}{1,4} = 101,79 \text{ мм}^2$$

$$F_{min} = 12 \cdot 5,37 \cdot \sqrt{0,8} = 57,64 \text{ мм}^2$$

ААШВ–10–(3x120) Кабельді таңдайық, $I_{доп} = 250 \text{ А}$, $I_{доп} = 250 \cdot 0,75 = 187,5 \text{ А}$
 $> I_p = 142,42 \text{ А}$.

мұндағы $K_n = 0,75$ –түзету коэффициенті, траншеядағы кабельдер саны бойынша $N = 6$.

$$\Delta U = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U_H}$$

$$\Delta U = \frac{(4098,64 \cdot 0,329 \cdot 0,6 + 2797,99 \cdot 0,081 \cdot 0,6)}{10,5} = 90 \text{ В}$$

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{\Delta U_H} \cdot 100\%$$

$$\Delta U\% = \frac{90}{10500} \cdot 100\% = 0,85\% < 5\%$$

ГПП–ТП–3–4:

Sp=4894,4кВА; Iaв=269,44А; Ip=134,72А.

$$F_{\text{эк}} = \frac{134,72}{1,4} = 96,23 \text{ мм}^2$$

$$F_{\text{min}} = 12 \cdot 5,37 \cdot \sqrt{0,8} = 57,64 \text{ мм}^2$$

ААШВ–10–(3х120)кабельді таңдайық, Iдоп=250А, Iдоп=250*0,75=187, 5А
> Ip=142,42А

$$\Delta U = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U_H}$$

$$\Delta U = \frac{(4137,04 \cdot 0,329 \cdot 0,6 + 2236 \cdot 0,081 \cdot 0,6)}{10,5} = 88,1 \text{ В}$$

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{\Delta U_H} \cdot 100\%$$

$$\Delta U\% = \frac{88,1}{10500} \cdot 100\% = 0,84\% < 5\%$$

ГПП–СҚ1(компрессорлық):

Sp=888,9 кВА; Ip=41,6А.

$$F_{\text{эк}} = \frac{41,6}{1,4} = 29,7 \text{ мм}^2$$

$$F_{min} = 12 \cdot 5,37 \cdot \sqrt{0,8} = 57,64 \text{ мм}^2$$

ААШВ–(3х50) кабельді таңдайық,
 $I_{доп}=135\text{А}$, $I_{доп}=135 \times 0,8=108\text{А} > I_p=41,6\text{А}$. мұндағы $K_p=0,75$ –түзету коэффициенті, траншеядағы кабельдер саны бойынша $N=4$.

$$\Delta U = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U_H}$$

$$\Delta U = \frac{(800 \cdot 0,329 \cdot 0,6 + 387,5 \cdot 0,081 \cdot 0,6)}{10,5} = 8,41 \text{ В}$$

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{\Delta U_H} \cdot 100\%$$

$$\Delta U\% = \frac{14}{10500} \cdot 100\% = 0,08\% < 5\%$$

ГПП–СК1(сорғы):
 $S_p=888,9 \text{ кВА}$; $I_p=41,6\text{А}$

$$F_{эк} = \frac{41,6}{1,4} = 29,7 \text{ мм}^2$$

$$F_{min} = 12 \cdot 5,37 \cdot \sqrt{0,8} = 57,64 \text{ мм}^2$$

ААШВ–(3х50)кабельді таңдайық,
 $I_{доп}=135\text{А}$, $I_{доп}=135 \times 0,8=108\text{А} > I_p=41,6\text{А}$. мұндағы $K_p=0,75$ –түзету коэффициенті, траншеядағы кабельдер саны бойынша $N=4$.

$$\Delta U = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U_H}$$

$$\Delta U = \frac{(800 \cdot 0,329 \cdot 0,6 + 387,5 \cdot 0,081 \cdot 0,6)}{10,5} = 13,45 \text{ В}$$

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{\Delta U_H} \cdot 100\%$$

$$\Delta U\% = \frac{13,45}{10500} \cdot 100\% = 0,1\% < 5\%$$

3.2-кесте – Кабельдік желілер журналы

Қосыл у аймағы	Sp, кВА	N	K п	Кедергі		Экон. ток, тығызды мм2		ҚТ тогы бойынша , мм2		Тандалға н кабель түрі	Ідоп , А
				Ір, А	Іав,А	јэ	Ғэ, мм2	Ік, к А	Ғ, мм2		
ГПП– ТП 1–2	5179, 2	6	0, 8	142,4 2	284,8 4	1, 4	102, 7	6, 1	64,4 7	ААШВ– 10– (3x120)	191
ГПП ТП–3– 4	4894, 4	6	0, 8	134,7 2	269,4 4	1, 4	96,2 3	6, 1	57,6	ААШВ– 10– (3x120)	242
ГПП– СҚ1 сорғы	889,9	6	0, 8	41,6	-	1, 4	29,7	6, 1	57,6	ААШВ– 10– (3x50)	134
ГПП– СҚ2 компр	889,9	6	0, 8	41,6	-	1, 4	29,7	6, 1	57,6	ААШВ– 10– (35x0)	134

3.4 Жүктеме ажыратқыштарды таңдау (ТП деңгейінде)

$$I_p = \frac{S_H}{\sqrt{3} \cdot U_H}$$

$$I_p = \frac{1600}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 88 \text{ А}$$

3.3-кесте - ВН NALF–400 құрылғысының техникалық сипаттамалары

Көрсеткіштер	Паспорттық деректер	Есептік деректер
Наминалды кернеу	U _н =10кВ	U _н =10кВ
Наминалды ток	I _н =400А	I _р =88А
Қысқа тұйықталу тогы	I _{скв} =40кА	I _{уд} =21,23кА

Жоғарыда келтірілген деректерге сүйене отырып, трансформаторлық қосалқы станцияда қорғаныс құрылғысы ретінде ВН NALF–400 ажыратқышының қолдануға толық сәйкес келетіні анықталды. Бұл құрылғының номиналды және қысқа тұйықталуға төзімді токтары есептік көрсеткіштерден жоғары болғандықтан, сенімді жұмыс істеуіне кепілдік беріледі.

Сондай-ақ, орта кернеулі тізбекті қосымша қорғау мақсатында CEF–100А үлгісіндегі сақтандырғыштар орнату ұсынылады. Бұл сақтандырғыштар авариялық токтар кезінде сенімді ажырату қызметін атқарады және трансформатордың қауіпсіз жұмысын қамтамасыз етеді.

3.5 Автоматты ажыратқыштарды таңдау

$$I_p = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_n}$$

$$I_p = \frac{1600}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 2309,5 \text{ A}$$

Электр қондырғыларындағы ток трансформаторлары өлшеу құрылғылары мен қорғаныс автоматтарын төменгі токтармен қамтамасыз ету үшін пайдаланылады. Трансформаторды таңдау мынадай негізгі шарттарға сәйкес жүргізіледі:

Таңдау шарттары:

1. Номиналды кернеу бойынша:

$$U_{\text{номтт}} \geq U_{\text{номуст-ки}}$$

2. Номиналды ток бойынша:

$$I_{\text{номтт}} \geq I_{\text{расч}}$$

3. Екіншілік жүктеме бойынша:

$$S_{n2} \geq S$$

4. Электродинамикалық және термиялық төзімділік:

$$I_{2t} > B_k$$

5. Құрылымдық түрі мен дәлдік класы – өлшеу немесе қорғаныс қажеттілігіне байланысты таңдалады.

Кіріс және секциялық ажыратқыштардағы ток трансформаторларын таңдау

Ажыратқыш: ABB Emax–3LTT,

Номиналды ток: $I_{\text{ном}} = 3200 \text{ A}$

3.5-кесте – ТҚ орнатылатын құрылғылардың жүктемесі

Құрылғы үрі	Тармақ А,ВА	Тармақ В,ВА	Тармақ С,ВА
Э–350 өлшеуіш	0,5	0,5	0,5
САЗ–И681	2,5	2,5	2,5
СР4–И689	2,5	2,5	2,5
Д–355 вольт/амп	0,5	-	0,5
Д–345 реактив	0,5	-	0,5
Жалпы	6,5	5,5	6,5

Ток трансформаторының екінші реттік (екіншілік) жүктемесі — трансформаторға қосылған өлшеу құрылғылары, сымдар және контактілерден туындайтын толық қуат жүктемесі

Екіншілік жүктеменің құрамдас бөліктері:

Екіншілік жүктеменің толық қуаты мына компоненттерден тұрады:

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{к-тов}}$$

Құрылғылардың кедергісі мына формуламен анықталады:

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2}$$

$$r_{\text{приб}} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом}$$

$$r_{2\text{н}} = \frac{S_{2\text{н ТТ}}}{I_2^2}$$

$$r_{2\text{н}} = \frac{20}{5^2} = 0,8 \text{ Ом}$$

мұндағы $S_{\text{приб}}$ —құрылғылар тұтынатын қуат;

I_2 – құрылғының екінші ретті номиналды тогы.

Рұқсат етілген сым кедергісі:

$$r_{\text{доппр}} = r_{2\text{н}} - r_{\text{приб}} - r_{\text{кон}}$$

$$r_{\text{доппр}} = 0,8 - 0,26 - 0,1 = 0,44 \text{ Ом}$$

$$F_{\text{пров}} = \frac{p \cdot L}{r_{\text{доп}}}$$

$$F_{\text{пров}} = \frac{0,028 \cdot 0,5}{0,44} = 0,032 \text{ мм}^2$$

АКРТВ; F=1,5 мм² сымды таңдаймыз;

$$R_{\text{пров}} = \frac{p \cdot L}{F}$$

$$R_{\text{пров}} = \frac{0,028 \cdot 0,5}{1,5} = 0,01 \text{ Ом}$$

$$R_2 = R_{\text{пров}} + R_{\text{приб}} + R_{\text{к-тов}}$$

$$R_2 = 0,26 + 0,01 + 0,01 = 0,37 \text{ Ом}$$

$$Bk = I_{\text{кз}}^2 \cdot (t_{\text{отк}} + T_a)$$

$$Bk = 1,71^2 \cdot (0,095 + 0,04) = 0,4 \text{ кА}^2\text{с}$$

$$S_{\text{расч}} = R_2 \cdot I_2^2 = 0,37 \cdot 5^2 = 9,25 \text{ ВА}$$

КОКС ток трансформаторын алайық

3.6-кесте – КОКС ТҚ деректері

Есептік шамалар	Каталог бойынша
U _н =10кВ	U _н =10кВ
I _{ав} =607,4А	I _н =2500А
i _{уд} =13,67кА	I _{дин} =50кА
S _{расч} =9,25ВА	S _н =20ВА

3.7 кесте – ГПП-ТП1-2 желісіндегі ток трансформаторы

Құрал	Түрі	А,ВА	В,ВА	С,ВА
А	Э–350	0,5	0,5	0,5
Wh	СА3–И681	2,5	2,5	2,5
Varh	СР4–И689	2,5	2,5	2,5
Жалпы		5,5	5,5	5,5

Ток трансформаторларының екіншілік жүктемесін есептейміз.

Екінші реттік жүктеменің кедергісі құрылғылардың кедергілерінен, қосылатын сымдардан және контактілерді қжанасу кедергілерінен тұрады:

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{к-тов}}$$

Прибор кедергісі осы формуламен анықталады:

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2}$$

$$r_{\text{приб}} = \frac{5,5}{5^2} = 0,22 \text{ Ом}$$

$$r_{2\text{н}} = \frac{S_{2\text{н ТТ}}}{I_2^2}$$

$$r_{2\text{н}} = \frac{20}{5^2} = 0,8 \text{ Ом}$$

Рұқсат етілген сым кедергісінің есептелуі:

$$r_{\text{доппр}} = r_{2\text{н}} - r_{\text{приб}} - r_{\text{кон}}$$

$$r_{\text{доппр}} = 0,8 - 0,22 - 0,1 = 0,48 \text{ Ом}$$

$$F_{\text{пров}} = \frac{p \cdot L}{r_{\text{доп}}}$$

$$F_{\text{пров}} = \frac{0,028 \cdot 0,5}{0,48} = 0,029 \text{ мм}^2$$

АКРТВ; F=1,5мм² сымды таңдай отырып есептеу жүргіземіз;

$$R_{\text{пров}} = \frac{p \cdot L}{F}$$

$$R_{\text{пров}} = \frac{0,028 \cdot 0,5}{1,5} = 0,01 \text{ Ом}$$

$$R_2 = R_{\text{пров}} + R_{\text{приб}} + R_{\text{к-тов}}$$

$$R_2 = 0,26 + 0,01 + 0,01 = 0,37 \text{ Ом}$$

$$Bk = I_{\text{кз}}^2 \cdot (t_{\text{отк}} + T_a)$$

$$Bk = 1,71^2 \cdot (0,095 + 0,04) = 0,4 \text{ кА}^2\text{с}$$

3.9-кесте - ТРУ ток трансформаторларының есептік және паспорттық деректері

Параметр атауы	Есептелінген мәні	Каталог мәні
Номиналды кереу	U _н =10кВ	U _н =10кВ
Авариялық ток	I _{ав} =284,84А	I _н =300А
Ударлық ток	i _{уд} =21,23кА	I _{дин} =40кА
Екіншілік жүктеме	S _{2расч} =9,25ВА	S _{2н} =10ВА

3.6 Ток трансформаторларын іріктеу

Кернеу трансформаторлары кернеуді өлшеу, бақылау және қорғаныс құрылғыларын керекті номиналмен қамтамасыз ету үшін қолданылады. Оларды таңдау келесі талаптарға сәйкес жүргізіледі:

1.Номиналды кернеу бойынша:

$$U_{\text{ном}} \geq U_{\text{уст}}$$

2.Екінші ретті қуат бойынша:

$$S_{\text{ном}2} \geq S_{2\text{расч}}$$

3.Дәлдік класы – өлшеу және қорғаныс қажеттілігіне сай.

4.Құрылымдық орындалуы мен қосылу сұлбасы – үшфазалы немесе бірфазалы трансформатор, қосылу схемасы Y/Y0, Y0/Y0 және т.б.

3.11- кесте - ГПП шиналарындағы кернеу трансформаторлары жүктемесі

Құрал атауы	Түр	S _{обк} ВА	Орам саны	cos	sin	Құрылғы саны	P _{общ} ,Вт	Q _{общ} , вар
Вольтметр	Э-335	3	1	1	0	1	3	-
Амперметр	Д-335	2,5	2	0,4	0,92	1	5	-
Реактивті қуат	И-335	2,5	2	0,4	0,92	1	5	-

3.11- кесте-жалғасы

Құрал атауы	Түр	$S_{обк}$ ВА	Орам саны	cos	sin	Құрылғы саны	$P_{общ}$ Вт	$Q_{общ}$ вар
Активті энергия есептегіш	САЗ–И681	2	2	0,4	0,92	6	24	54,9
Реактивті энергия есептегіш	СР4–И689	2	2	0,4	0,2	6	24	54,9
Жалпы							51	109,9

Барлық құрылғылар үшін белсенді және реактивті қуаттар қосындысы негізінде есептеледі:

$$S_{2p} = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S_{2p} = \sqrt{61^2 + 109,9^2} = 125,77 \text{ ВА}$$

Берілген жүктеме және техникалық талаптарға сәйкес TDC маркалы трансформатор таңдалады. Оның негізгі сипаттамалары төмендегідей.

3.12-кесте – TDC кернеу трансформаторының техникалық деректері

Атауы	Мәні
Номиналды керееу	$U_{нт}=10\text{кВ}$
Жұмыс кернеуі	$U_{нт}=10\text{кВ}$
Екінші орам жүктемесі	$S_{н2}=300\text{ВА}$
Есептелген жүктеме	$S_{p2}=125,77\text{В}$
Қосылу схемасы	Y_0/Y_0

3.7 ГПП шиналарын таңдау

Электрлік шиналарды таңдау кезінде олардың ұзақ мерзімді ток өткізу қабілеті мен экономикалық тиімділігі басты өлшем ретінде алынады. Сонымен қатар, шиналар қысқа тұйықталу жағдайында пайда болатын электродинамикалық және термиялық әсерлерге төзімділік жағынан тексерілуі тиіс.

Есепке сәйкес, тікбұрышты алюминий шинасы АТ 60×8 мм өлшемімен таңдалады. Бұл шинаның фазасына арналған рұқсат етілген ұзақ мерзімді ток мөлшері: $I_{доп}=1025 \text{ А}$ (фазаға біршина)

Авариялық режимде есептелген ток: $I_{ав}=607,4\text{А}$

Соққы тогы: $i_{уд}=13,67\text{кА}$

а) Авариялық токқа тексеру

Алюминий шинаның ұзақ уақыт бойы жұмыс істеу мүмкіндігі:

$$i_{доп} = 1025 \text{ кА} \geq i_{ав} = 607,4 \text{ А}$$

Шарт орындалады, шина токқа төзімді.

б) Динамикалық беріктілік (электродинамикалық төзімділік)

Шинаның соққы тогына (қысқа тұйықталу токқа) төзімділігін тексеру:

$$i_{дин} = 40\text{кА} \geq i_{уд} = 13,67 \text{ кА}$$

АТ 60×8 мм шинасы стандарт бойынша мұндай токқа қысқа уақыт ішінде төтеп бере алады. Шинаның нақты конструкциялық тексерісі инженерлік анықтамалықтардағы стандарттармен салыстырылады. Берілген мән — рұқсат етілген шектерде.

в) Механикалық беріктілікке тексеру

Механикалық кернеуге төзімділік мына формуламен анықталады:

$$\sigma_{расч} = \frac{F_p \cdot L}{10\omega}$$

$$\omega = \frac{b \cdot h^2}{6}$$

$$\omega = \frac{0,8 \cdot 8^2}{6} = 8,53\text{см}^2$$

$$F_p = \frac{1,76 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уд}^2 \cdot L}{a}$$

$$F_p = \frac{1,76 \cdot 10^{-2} \cdot 13,67^2 \cdot 0,6}{0,08} = 24,67 \text{ кгс}$$

$$F_{min} = \alpha \cdot I_{kk} \cdot \sqrt{t}$$

$$F_{min} = 12 \cdot 13,67 \cdot \sqrt{0,8} = 146,7\text{мм}^2 \leq 480\text{мм}^2 (60 \times 8)$$

$$\sigma_{\text{расч}} = \frac{24,67 \cdot 60}{10 \cdot 8,53} = 17,35 \text{ кгс/см}^2$$

$$\sigma_{\text{доп}} = 17,35 \text{ кгс/см}^2$$

Шина конструкциясының геометриялық сипаттамалары төмендегідей:

$a = 0,08$ м – фазалық шиналар арасындағы арақашықтық;

$L = 0,3$ м – тірек нүктелері арасындағы шина ұзындығы;

$b = 8$ мм – шинаның көлденең қимасындағы ені;

$h = 0,8$ мм – шинаның қимасындағы биіктігі.

Аталған параметрлер негізінде шинаның электродинамикалық әсерлерге төзімділігі бағаланады. Қысқа тұйықталу кезінде туындайтын механикалық күштер осы өлшемдерге және шинаның материалдық қасиеттеріне байланысты.

Шарттарды орындау нәтижесінде, алынған мәндерге сүйене отырып, шиналар динамикалық тұрғыдан орнықты және жүйеде пайдалануға жарамды деп танылады.

3.8 ГПП шиналарын таңдау

Шиналар тірек оқшаулағыштар арқылы бекітіледі. Оқшаулағышты таңдауда келесі екі негізгі шарт ескеріледі:

Номинал кернеуге сәйкестігі:

$$U_{\text{ном}} \geq U_{\text{уст}}$$

Механикалық жүктемеге төзімділігі:

$$F_{\text{доп}} \geq F_{\text{расч}}$$

мұндағы:

$F_{\text{расч}}$ - оқшаулағышқа түсетін нақты күш;

$F_{\text{доп}}$ - рұқсат етілетін шекті күш;

$F_{\text{разруш}}$ - оқшаулағыштың сынып кету шегіндегі күш.

Есептеу нәтижелері бойынша ИО–10–3,75У3 маркалы тірек оқшаулағышын қолдану ұсынылады. Бұл оқшаулағыштың иілуге төзімділік шегі:

$$F_{\text{расч}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^{-1} \cdot i^2 \cdot L}{a}$$

Сәйкесінше, рұқсат етілген жұмыс жүктемесі:

$$F_{\text{расч}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^{-1} \cdot 13,67^2 \cdot 1}{0,25} = 129,46 \text{ кгс}$$

Ал есептік күш:

$$F_{\text{доп}} = 0,6 F_{\text{разр}} = 2250 \text{ кгс.} (> 684 \text{ кгс})$$

Салыстыру арқылы:
2250 кгс. (> 684 кгс)

3.9 ГПП-дағы изоляторларды таңдау

Өнеркәсіптік кәсіпорындарда энергия үнемдеуді қамтамасыз ету үшін қолданылатын шараларды олардың іске асыру деңгейіне және экономикалық тиімділігіне қарай бірнеше санатқа бөлуге болады. Жалпы алғанда, электр энергиясын тиімді пайдалану бағытындағы іс-шаралар үш негізгі топқа бөлінеді:

1. Қосымша шығынсыз іске асырылатын шаралар

Бұл топқа қызмет көрсету мен өндірістік процестерді ұйымдастыру деңгейінде орындалатын, қаржылық салымдарды талап етпейтін операциялар жатады. Мысалы:

технологиялық жабдықтарға сапалы техникалық қызмет көрсету;
өндірістік тәртіпті сақтау және оны арттыру;
жұмыс режимдерінің технологиялық талаптарға сәйкестігін қамтамасыз ету.

Бұл шаралар басқару мен қызмет көрсету мәдениетін арттыру арқылы электр энергиясын артық тұтынуды болдырмауға мүмкіндік береді.

2. Ішінара қайта құруды қажет ететін шаралар

Бұл санаттағы іс-шаралар белгілі бір мөлшерде инвестицияны талап етеді және электрмен жабдықтау жүйесінің кейбір элементтерін жаңартуға бағытталған. Оларға мыналар жатады:

ескі және тиімсіз трансформаторларды заманауи, жоғары ККД көрсеткішіне ие түрлерге ауыстыру;

кабельдік желілерді жаңғырту және өткізгіштердің техникалық параметрлерін жетілдіру;

реактивті қуатты өтейтін құрылғыларды (мысалы, конденсаторлар) орнату арқылы қуат коэффициентін жақсарту.

3. Толық техникалық жаңғырту және инновациялық енгізулер

Бұл шаралар өндірістік жүйенің түбегейлі қайта құрылуын көздейді. Бұл топқа жататын іс-шаралар:

- энергия үнемдейтін технологияларды өндірістік процестерге енгізу;
- автоматтандырылған электр энергиясын есепке алу және басқару жүйелерін орнату (АСУЭ);
- интеллектуалды басқару құрылғыларын қолдану арқылы жүктеме режимін оңтайландыру.

Энергия үнемдеу шараларын функционалдық жіктеу

Энергия үнемдеудің жоғарыда аталған үш негізгі түрін шартты түрде келесі үш бағытқа бөлуге болады:

- 1.Операциялық шаралар – өндірістік және энергетикалық жабдықтарды дұрыс пайдалану және оларға уақтылы қызмет көрсету арқылы жүзеге асады.
- 2.Жүйелік қайта құрумен байланысты шаралар – энергиямен жабдықтау жүйесінің құрылымын өзгертуді қамтиды.
- 3.Ғылыми-техникалық негізде ұсынылған шешімдер – зерттеулер нәтижесінде анықталған, жаңа технологияларды енгізу арқылы қол жеткізіледі.

Тиімді электр жетектерін пайдалану

Кәсіпорындағы электр энергиясын тұтынудың басым бөлігі өндірістік электр жабдықтарына, әсіресе электр қозғалтқыштарына тиесілі. Электр жетектерінің тиімділігін арттыру үшін келесі факторлар ескерілуі қажет:

- қозғалыс режимдерін оңтайландыру;
- күшейткіштік реттеу жүйелерін енгізу;
- электр машиналарының жүктеме деңгейін бақылау.

Электр қозғалтқыштарының энергияны тиімсіз тұтынуына себеп болатын негізгі факторлар:

- жабдықтың шамадан тыс жүктелуі;
- кернеудің қалыпты деңгейден ауытқуы (төмен немесе жоғары);
- электрмен жабдықтаудың сапасыздығы;
- техникалық қызмет көрсетудің жеткіліксіздігі;
- тұтыну құрылғыларының төмен жүктелуі.

Электр энергиясын тиімді пайдалану — өнеркәсіптік кәсіпорындардың тұрақты дамуын қамтамасыз ететін маңызды факторлардың бірі. Электр энергиясын үнемдеудің негізгі бағыттары келесі техникалық және ұйымдастырушылық шаралар арқылы жүзеге асырылады:

Қозғалтқыштармен байланысты шаралар:

1. Қозғалтқыш қуатын ұтымды таңдау – жүктемеге сәйкес келмейтін қозғалтқыштар энергия шығынының артуына әкеледі.

2. Жоғары тиімділік класына жататын қозғалтқыштарды қолдану – қазіргі заманғы ІЕ3 немесе ІЕ4 класындағы электр қозғалтқыштар айтарлықтай үнемділікке ие.

3. Қозғалтқыштардың жұмыс режимін шектеу және реттеу – қажетсіз жұмыс уақытын қысқарту, жүктемені оңтайландыру.

4. Айналу жиілігін реттеу – технологиялық процестерге сәйкес жиілік түрлендіргіштерді (инвертор) пайдалану.

5. Электр энергиясының сапасын бақылау – кернеу, ток және жиіліктің қалыпты шектерде сақталуы қозғалтқыштардың жұмысына тікелей әсер етеді.

6. Қозғалтқыштардың ілінісу сұлбасын технологияға бейімдеу – жүктеме түріне қарай қосу әдістерін (жұлдыз/үшбұрыш) оңтайлы таңдау.

7. Техникалық қызмет көрсету сапасын арттыру – оқшаулаудың, мойынтіректердің, салқындату жүйесінің жағдайын бақылау арқылы тиімділікті сақтау.

8. Қозғалтқыштың жұмысына қатысты ақауларды уақтылы жою – жылу шектен тыс көтерілуі немесе діріл – энергия шығынының артуына себеп болады.

Трансформаторлар мен электр желілері бойынша шаралар:

Трансформаторлар қуаты мен санын нақты жүктеме деңгейіне сәйкес таңдау қажет.

Фазалық симметрияны сақтау – асимметрия 15%-дан асқанда фазааралық қайта қосуды ұсыну керек.

Шамадан тыс жүктеме, кернеудің ауытқуы және техникалық ақаулар трансформатор шығынын арттырады.

Реактивті қуатты өтеу үшін конденсатор батареяларын қолдану ұсынылады.

Жарықтандыру жүйесін оңтайландыру:

Жарықдиодты шамдарды қолдану – қарапайым шамдарға қарағанда 60-80% дейін энергияны үнемдейді.

Қозғалыс және жарық деңгейі сенсорларын орнату – қажетсіз жарықтандырудың алдын алады.

Табиғи жарықты тиімді пайдалану – терезелерді таза ұстау, шанды азайту арқылы жарық ағынын арттыру.

Қабырғалар мен төбелердің ашық түсті болуы – жарықты тиімді шағылыстырып, жарықтандыруға кететін энергияны азайтады.

Ғимараттарды оқшаулау және жылу үнемдеу:

Жылу оқшаулағыш материалдарды пайдалану – қыздыру немесе желдету кезінде артық энергия шығынын болдырмау.

Жарықтар мен саңылауларды жою – жылу ағынының төмендеуі, соның нәтижесінде энергия үнемдеу.

Автоматтандырылған басқару және есеп жүйелері:

Энергия менеджменті жүйесін енгізу (EMS) – нақты уақыт режимінде электр тұтынуды бақылау, талдау және оңтайландыру.

АСУЭ жүйелері – автоматтандырылған техникалық есепке алу құралдары шығынды жедел анықтауға мүмкіндік береді.

Ұйымдастырушылық және қосымша шаралар:

Жұмыс орындарының маусымдық сипатына сәйкес жабдықтарды автоматты өшіру жүйесін енгізу.

Жарық көздерін жүйелі түрде тазалау – ластану нәтижесінде жарық ағыны 8–10 есе төмендейді, бұл артық қуат шығынына әкеледі.

Кернеудің 1% төмендеуі кейбір шамдарда жарық ағынының 3–4% төмендеуіне әкеледі, бұл – өндірістік тиімділікке теріс әсер етеді.

Энергия аудиті:

Кәсіпорын бойынша толық энергия аудитін жүргізу — тұтыну құрылымын, шығынды учаскелерді, артық ағындарды анықтауға мүмкіндік береді.

Анықталған мәліметтер негізінде мақсатты үнемдеу стратегиялары жасалады.

3.10 Электр жарықтандыру жүйесін жаңарту және энергия үнемдеу шаралары

Стандартты тірек биіктігі - 6м

Жарықтандыру дәрежесі-50-100люкс

жарықтандыру типі-сыртқы

Қажетті анықтама: Көзге жағымды, жұмыс технологиясына кедергі жасамау, энерго үнемділік.

Өндірістің толық аумағына

$$F = 189500 \text{ м}^2$$

1) Жұмыс биіктігін табу: $h_{\text{размер}}=0.4$

$$H_{\text{жұмыс}} = H_{\text{общ}} - h_{\text{размер}} = 6 - 0,4 = 5,6\text{м}$$

Мұндағы $H_{\text{жұмыс}}$ – светильниктің толық жұмыс жасау биіктігі, ал $h_{\text{размер}}$ – светильниктің ілінетін биіктігі. $H_{\text{общ}}$ - тіректің толық биіктігі.

2) Жарықтандыру индексі

$$i = \frac{a*b}{H_p*(a+b)} = \frac{189500}{6*(400+210)} = 51,775 \quad (5,1)$$

3) Нақты жүктемені анықтау

$$P_{\text{нақты}} = \frac{P_{\text{светильник}}}{F} = \frac{550*150}{189500} = 0.43 \text{ Вт/м}^2 \quad (5,2)$$

Мұндағы $P_{\text{нақты}}$ = нақты жарықтанатын қуат мөлшері $P_{\text{светильник}}$ - бір светильниктің қуаты.

4) Өндіріске қажетті светильниктер сандары

$$n = 550$$

Сыртқы аумақтың жұмыс жасайтын светильниктер саны 550.

5) Светильник типі және характеристикалары

Светодиодты жарықтандырғыш шамы: LED150W

$$P_{\text{светильник}} = 150\text{Вт}$$

Жарықтандырғыш қуаты

$$D = 50\text{м}$$

Жарықтандырғыш аумағы

Энерголық үнемділік артуы:

40% = қыста

80% = жазда

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жұмыста қағаз жасау комбинатын электрмен жабдықтау жүйесінің жобасы қарастырылып, қажетті инженерлік-есептік шаралар кешені жүргізілді. Жобаға сәйкес зауыт 115 кВ кернеулі қос тізбекті транзиттік электр беру желісі арқылы қоректенеді.

Цехтардың жобалық электр жүктемелері сұраныс коэффициенті әдісімен есептелді. Есептік қуат жүктемесі $S_p = 12397,96$ кВА шамасында болды. Электрлік жүктемелердің картограммасы құрылып, кәсіпорынның әрбір учаскесіндегі жүктеме таралуы нақтыланды. Барлық есептік мәліметтер мен нәтижелер тиісті кестелерде келтірілді.

Техникалық-экономикалық салыстыру нәтижесінде электрмен жабдықтаудың бірінші нұсқасы ең тиімді деп танылды. Бұл нұсқада ТСЗЛ-1600 типті күштік трансформаторлар және ГПП-да ТДТН-10000/110 типті трансформаторлар қолданылды. Қуат желілері үшін АС-70 маркалы сымдар таңдалды. Зауыт аумағында әрқайсысы екі трансформатордан тұратын 4 қосалқы станция қарастырылған.

Цехтарды электр энергиясымен қамтамасыз ету траншея арқылы тартылған кабель желілері арқылы жүзеге асырылады. ГПП және РП шиналарындағы қысқа тұйықталу токтары есептеліп, олардың негізінде әртүрлі тораптарда ажыратқыштар мен айырғыштар таңдалып алынды.

Жоба аясында энергия тиімділігін арттырудың бірнеше нақты шаралары қарастырылды. Атап айтқанда, шамадан тыс қуат шығындарын азайту, трансформаторлар мен электр машиналарын оңтайлы пайдалану, реактивті қуатты өтеу, жарықтандыру жүйесін жаңғырту және автоматтандырылған есепке алу жүйелерін енгізу ұсынылды. Бұл шаралар кәсіпорынның энергия тұтынуын азайтып, тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Жалпы алғанда, жүргізілген есептеулер мен талдаулар нәтижесінде ұсынылған электрмен жабдықтау схемасы кәсіпорынның қазіргі және болашақтағы қажеттіліктеріне толықтай сәйкес келеді, әрі техникалық қауіпсіздік, пайдалану сенімділігі және үнемділік талаптарын қанағаттандырады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Жібаева О.П., Мариям А.Т. 050718 – Электроэнергетика мамандығы бойынша барлық оқу түріндегі студенттерге арналған курстық жұмысты орындауға әдістемелік нұсқаулар мен тапсырмалар.
2. Электр қондырғыларын орнату ережелері. – М.: Ресейдің Басэнергоқадағалау басқармасы, 1998. – 607 б.
3. Федоров А.А., Ристхейн Э.М. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың электрмен жабдықталуы: ЖОО-ларға арналған оқулық. – М.: Энергия, 1981. – 360 б.
4. Ермилов А.А. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың электрмен жабдықтаудың негіздері. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 208 б.
5. Князевский В.Н. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың электрмен жабдықтаудың негіздері: ЖОО-ларға арналған оқулық. – М.: Энергия, 1986. – 408 б.
6. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Станциялар мен қосалқы станциялардың электр бөлігі: Анықтамалық материалдар. – М.: Энергия, 1986. – 465 б.
7. Барыбин Ю.Г., Федоров Л.Е. Электр желілері мен электр жабдықтарын жобалау бойынша анықтамалық. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 465 б.
8. СТ ҚазҰТЗУ 09-2017. Мәтіндік және графикалық материалдардың құрылымы, мазмұны мен ресімделуіне қойылатын жалпы талаптар. – Алматы: Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ, 2023. – 47 б.
9. Егоров В.Д. Электр станциялары: Жоғары оқу орындарына арналған оқулық. – М.: Энергоатомиздат, 2002. – 528 б.
10. Қасаткин А.С. Электр тізбектерінің теориясы мен есебінің негіздері. – М.: Жоғары мектеп, 2006. – 367 б.
11. Мелентьев Л.А. Энергетиканың негіздері. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 320 б.
12. Сидоров А.И. Электр жабдықтарының сенімділігі мен диагностикасы. – СПб.: Питер, 2008. – 276 б.
13. Мельников С.Ф. Электр желілерін жобалау. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 342 б.
14. Абдуллаев Ш.А. Электртехникалық материалдар. – Ташкент: Ғылым, 1987. – 290 б.
15. ҚР Энергетика министрлігі. Электр энергетикасы саласындағы нормативтік-техникалық құжаттар жинағы. – Астана, 2022. – 198 б.