

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

Робота допущена до захисту

Зав. кафедри електроенергетики

_____ І. Л. Лебединський

" ____ " _____ 2020 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему:

«Проектування системи електропостачання сушильного цеху елеватору філії
АТ «ДПЗКУ» «Сумський КХП»»

Спеціальність: 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Виконав студент гр. ЕТМ-91 _____ І. С. Клемберг

Керівник, к.ф.-м.н, доцент _____ М. В. Петровський

Консультант

з економічної частини, к.е.н., доцент _____ О. М. Маценко

Нормоконтроль _____ М. А. Никифоров

Суми – 2020

РЕФЕРАТ

с. 92, рис. 15, табл. 11, додатків 3, джерел 15.

Бібліографічний опис: Клемберг І.С. «Проектування системи електропостачання сушильного цеху елеватору філії АТ «ДПЗКУ» «Сумський КХП»» робота на здобуття кваліфікаційного ступеня магістра; спец.: 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / І.С. Клемберг; наук. керівник М. В. Петровський. – Суми: СумДУ, 2020. – 92 с.

Ключові слова: електроспоживачі, електричні мережі, модернізація, трансформатор, відкритий розподільний пристрій, електропостачання, обмежувач перенапруг, коротке замикання, електроосвітлення, заземлюючий контур.

электропотребители, электрические сети, модернизация, трансформатор, открытое распределительное устройство, электроснабжения, ограничитель перенапряжений, короткое замыкание, электроосвещения, заземляющий контур.

electrical consumers, electrical networks, modernization, transformer, open switchgear, power supply, surge suppressor, short circuit, electric lighting, grounding circuit.

Короткий огляд: В даному дипломному проекті при «Проектування системи електропостачання сушильного цеху елеватору філії АТ «ДПЗКУ» «Сумський КХП»» розглядаються завдання: розрахунок електричних навантажень, вибір схем зовнішнього і внутрішнього електропостачання.

Визначення кількості трансформаторів і їх номінальної потужності, розрахунок перетинів кабельних ліній, вибір пуско-захистної апаратури – автоматичних вимикачів, проводиться вибір обладнання в схемах зовнішнього і внутрішнього електропостачання за умовами роботи в режимі короткого замикання.

Огляд заходів з охорони праці, розрахунок і визначення кількості обслуговуючого персоналу, розрахунок орієнтовної оцінки необхідних капітальних вкладень.

Перелік умовних скорочень

АВ — автоматичний вимикач;

АВР — автоматичне вмикання резерву;

АД — асинхронний двигун;

ВРП – ввідно-розподільний пристрій;

ГПП — головна понижувальна підстанція;

ДЖ — джерело живлення;

ДРЛ — дугова ртутна люмінесцентна лампа;

ДРП — джерело реактивної потужності;

ЕА — електричний апарат;

ЕП — електроприймач;

ККУ — комплектні конденсаторні установки;

КЛ – кабельна лінія;

КЗ — коротке замикання;

НК — низьковольтні конденсатори;

НН — низька напруга;

ПС — підстанція;

ПЗ — пристрій заземлення;

ПРЕ — пункт розподілу електроенергії;

ПЗ – пристрій заземлення;

ПТЕ — правила технічної експлуатації;

ПУЕ — правила улаштування електроустановок;

СЕП — система електропостачання;

СРШ — силова розподільна шафа;

ТП — трансформаторна підстанція;

ЦТП — цехова трансформаторна підстанція;

ШМА — шинопровід магістральний алюмінієвий;

ШРА — шинопровід розподільний алюмінієвий;

ЩАО — щит аварійного освітлення;

ЩРО — щит робочого освітлення

Зміст

ВСТУП	10
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ЕЛЕВАТОРА.....	12
1.1 Основні виробничі показники елеватора.....	12
1.2 Загальні відомості про навантаження сушильного цеху філії АТ «ДПЗКУ» «Сумський КХП».....	15
2 РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ СУШИЛЬНОГО ЦЕХУ	18
ЗВИБІР НОМІНАЛЬНОЇ ПОТУЖНОСТІ ТРАНСФОРМАТОРА ЦЕХОВОЇ ПІДСТАНЦІ	24
3.1 Вибір силового трансформатора для сушильного цеху елеватора.....	24
3.2 Визначення потужності конденсаторних установок з номінальною напругою конденсаторів 0,4 Кв	25
4 ВИБІР ПЕРЕРІЗУ ПРОВІДНИКІВ.....	27
4.1 Вибір перерізу кабельної лінії напругою понад 1 кВ.....	27
4.1.1 Вибір перерізу кабелю за нормальним режимом	27
4.1.2 Перевірка перерізу кабелю за максимальним режимом.	28
4.1.3 Перевірка перерізу кабелю на термічну стійкість	30
4.2 Вибір перерізу провідників живильної мережі напругою до 1 кВ	31
4.3 Вибір перерізу провідників розподільної мережі напругою до 1 кВ ..	33
5. РОЗРАХУНОК СТРУМІВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ	35
5.1 Розрахунок струмів трифазного короткого замикання.....	35
5.2 Розрахунок струмів однофазного короткого замикання.....	39
6 ВИБІР ЕЛЕКТРИЧНИХ АПАРАТІВ.....	41
6.1 Вибір автоматів живильної мережі сушильного цеху	43

					<i>MP 3.8.14.1.148 ПЗ</i>			
<i>Ізм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Зміст	<i>Арк</i>	<i>Аркиш</i>	<i>Аркишів</i>
<i>Розробив</i>		Клемберг І.С.				8	92	
<i>Перевірив</i>		Петровський М.В.						
<i>Реценз.</i>								
<i>Ч. Контр.</i>		Никифоров М. А				<i>СумДУ ЕТ.м-91</i>		
<i>Затверд.</i>		Лебединський І Л						

6.2 Вибір автоматів розподільної мережі сушильного цеху	45
7 РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧТОГО ОСВІТЛЕННЯ ЦЕХУ	46
Світлотехнічний розрахунок освітлювальної установки в програмі DiaLux.....	46
8. НАУКОВА ЧАСТИНА.....	53
8.1 Основні технології ESS.....	54
8.2 Світові виробники промислових і побутових систем	59
9. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	64
9.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів	64
9.2 Допомога при ураженні електричним струмом	69
9.3 Розрахунок захисного заземлення	71
ВИСНОВКИ.....	81
Список використаної літератури.....	82
ДОДАТОК К Основні розрахункові коефіцієнти.....	84
ДОДАТОК Л Технічні дані трансформаторів.....	87
ДОДАТОК М Табличні значення струмів.....	88

					<i>MP 3.8.14.1.148 ПЗ</i>					
<i>Ізм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Зміст					
<i>Розробив</i>		Клемберг І.С.						<i>Арк</i>	<i>Аркиш</i>	<i>Аркишів</i>
<i>Перевірив</i>		Петровський М.В.							9	92
<i>Реценз.</i>								<i>СумДУ ЕТ.м-91</i>		
<i>Ч. Контр.</i>		Никифоров М. А								
<i>Затверд.</i>		Лебединський І.Л								

ВСТУП

Обґрунтування актуальності проблеми дослідження.

Електропостачання та електрообладнання підприємств розвивається і вдосконалюється одночасно зі зростаючими вимогами сучасної промислової технологи, створюючи умови для подальшого вдосконалення і автоматизації технологічних процесів виробництва.

Зростання ефективності виробництва, підвищення продуктивності праці в процесі оновлення основних виробничих фондів і застосування більш досконалих технологічних процесів призводять до зростання питомої споживання електроенергії на одиницю виробничої площі підприємств.

Щоб уникнути складних робіт з реконструкції та корінних змін електричних мереж в процесі експлуатації необхідно створювати такі схеми і конструкції мереж, які дозволяють виконувати розширення мережевих пристроїв в умовах діючого підприємства, без порушення процесу виробництва. Вирішити ці завдання можна застосуванням принципу розукрупнення підстанцій, застосуванням глибоких введів 110 кВ, магістральних схем розподілу енергії, пристроїв зовнішніх кабельних естакад на територіях підприємств, застосування магістральних і розподільних струмопроводів в мережах напругою до 1000 В і інших конструктивних схемних рішень, що дозволяють розвивати мережі при мінімальній зміні існуючих мережевих пристроїв і будівельних споруд.

Основною вимогою до проекту мереж електропостачання є збереження в роботі найбільш відповідальних груп електроприймачів підприємства у випадках вимушених обмежень навантаження при аварійних ситуаціях в мережі живлення енергосистемі. При цьому, щоб уникнути повного відключення підприємства у випадках аварійного зниження частоти або за попередньою командою диспетчера енергосистемі, необхідно мати можливість швидкого зниження навантаження підприємства шляхом

					<i>MP 3.8.14.1.14.8 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

відключення груп електроприймачів в заданій проектною документацією черговості діями чергового персоналу або за допомогою пристроїв автоматичного частотного розвантаження з мінімальним збитком для виробництва.

Метою роботи є проектування системи електропостачання сушильного цеху елеватору.

Об'єктом дослідження є енергетичні процеси в системі електропостачання сушильного цеху елеватора.

Предметом дослідження є техніко-енергетичні характеристики системи електропостачання сушильного цеху елеватора.

Завдання дослідження. Розроблення проекту системи електропостачання сушильного цеху елеватору.

Наукова новизна отриманих результатів.

Запропоновано систему електропостачання сушильного цеху елеватора, яка дозволяє здійснювати керування управляючими пристроями.

Практичне значення отриманих результатів.

Запропоновано схему живлення та управління електропостачанням сушильного цеху елеватору, що дозволяє забезпечувати безперебійне автоматичне живлення сушильного цеху елеватору.

					<i>MP 3.8.14.1.14.8 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ЕЛЕВАТОРА

1.1 Основні виробничі показники елеватора

Елеваторна промисловість виконує важливу роль в народному господарстві України. Вона знаходиться на стику сільського господарства і зернопереробки продукції і забезпечує передачу зерна і насіння олійних культур від виробників до споживачів.

На підприємствах елеваторної промисловості зерно обробляють для поліпшення його якості і щодо тривалого зберігання, оскільки зерно заготовляють протягом двох трьох місяців, а споживають протягом всього року.

Елеваторна промисловість України проводить також велику роботу з підготовки високоякісного сортового насіння для постачання сільського господарства країни.

Акціонерне товариство «Державна продовольчо-зернова корпорація України» (надалі АТ «ДПЗКУ») – національний оператор зернового ринку України, лідер у сфері зберігання, переробки, перевалки та експорту зернових. Створена в 2010 році АТ «ДПЗКУ» є найпотужнішою державною вертикально–інтегрованою компанією в аграрному секторі економіки України.

Сумський комбінат хлібопродуктів має 70-річний досвід роботи з переробки та зберігання зернових та олійних культур. Свій нинішній статус комбінат отримав у 1961 році після приєднання до хлібоприймального пункту «Заготзерно» млинзаводу. У 1977 році введено в експлуатацію новий млинзавод сортового пшеничного помелу та збудовано елеватор, а в 2002 році налагоджена лінія по переробці жита.

Основним напрямком діяльності філії є надання послуг із приймання, доведення якості до базисних кондицій, зберігання і відвантаження зерна та переробки його на борошно. Філія розміщена на 2 територіях. Основна

					<i>MP 3.8.14.1.14.8 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

територія знаходиться в м.Суми з робочою зерною місткістю 62,1 тис. тонн (в тому числі елеваторна – 36 тис. тонн, складською потоково-насінновою дільницею – 26,1 тис. тонн) та інша Головашівська виробнича дільниця (с.Степаненкове, Сумського району) – 23 тис. тонн.

Основні культури зберігання: пшениця, кукурудза, ячмінь, жито, соняшник.

Переробні потужності млинзаводу філії складають 29,0 тис. тонн борошна в рік, добова продуктивність пшеничного помелу - 130 тонн, житнього – 50 тонн.

Потужності філії з приймання/відвантаження зерна:

- Приймання з залізничного транспорту – 1700 т/добу;
- Приймання з автомобільного транспорту – 2900 т/добу;
- Відвантаження на залізничний транспорт – 2200 т/добу;
- Відвантаження на автотранспорт – 2200 т/добу.

Розрахункова зимова мінімальна температура $t^{\circ} \text{ min} = -35 \text{ C}^{\circ}$;

Вітрове навантаження для III вітрового району - 45 кгс / м²;

Нормативна снігове навантаження для II снігового району - 50 кгс / м²;

Промерзання ґрунту - 2,2 м;

Максимальна промерзання ґрунту - 3 м;

Середньорічна тривалість гроз від 40 до 60 годин.

На території елеватора знаходиться сушильно-очисна башта на основі сушарки ДСП 32 і двох силосних корпусів ємністю 39,8 тисяч тонн, вся територія елеватора асфальтована і є майданчики під зерно. Також є механічні вишки для приймання і переробки зерна в склади. На елеваторі є 2 лінії автоприйому, а також відвантаження на автотранспорт і залізницю. Вагове господарство елеватора складається з двох ліній прийому автотранспорту та залізничної вагової лінії. Для контролю якості зерна при прийманні і відвантаженні зерна споживачам є візірочна лабораторія. Для роботи зерносушарок є склад ПММ.

					<i>MP 3.8.14.1.14.8 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Для надійної та безперебійної роботи елеватора і для зберігання приймання і поліпшення якості зерна обладнані підсобні приміщення: гараж, механічні майстерні, столярний цех і т.д.

В даний час елеватор працює в повну потужність, працює все устаткування підприємства, незважаючи на економічне становище держави, також здійснює приймання, очищення, сушіння, переробку, зберігання та відвантаження зерна споживачам і проводить підготовку зерна до посіву.

					<i>MP 3.8.14.1.14.8 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

1.2 Загальні відомості про навантаження сушильного цеху філії АТ «ДПЗКУ» «Сумський КХП»»

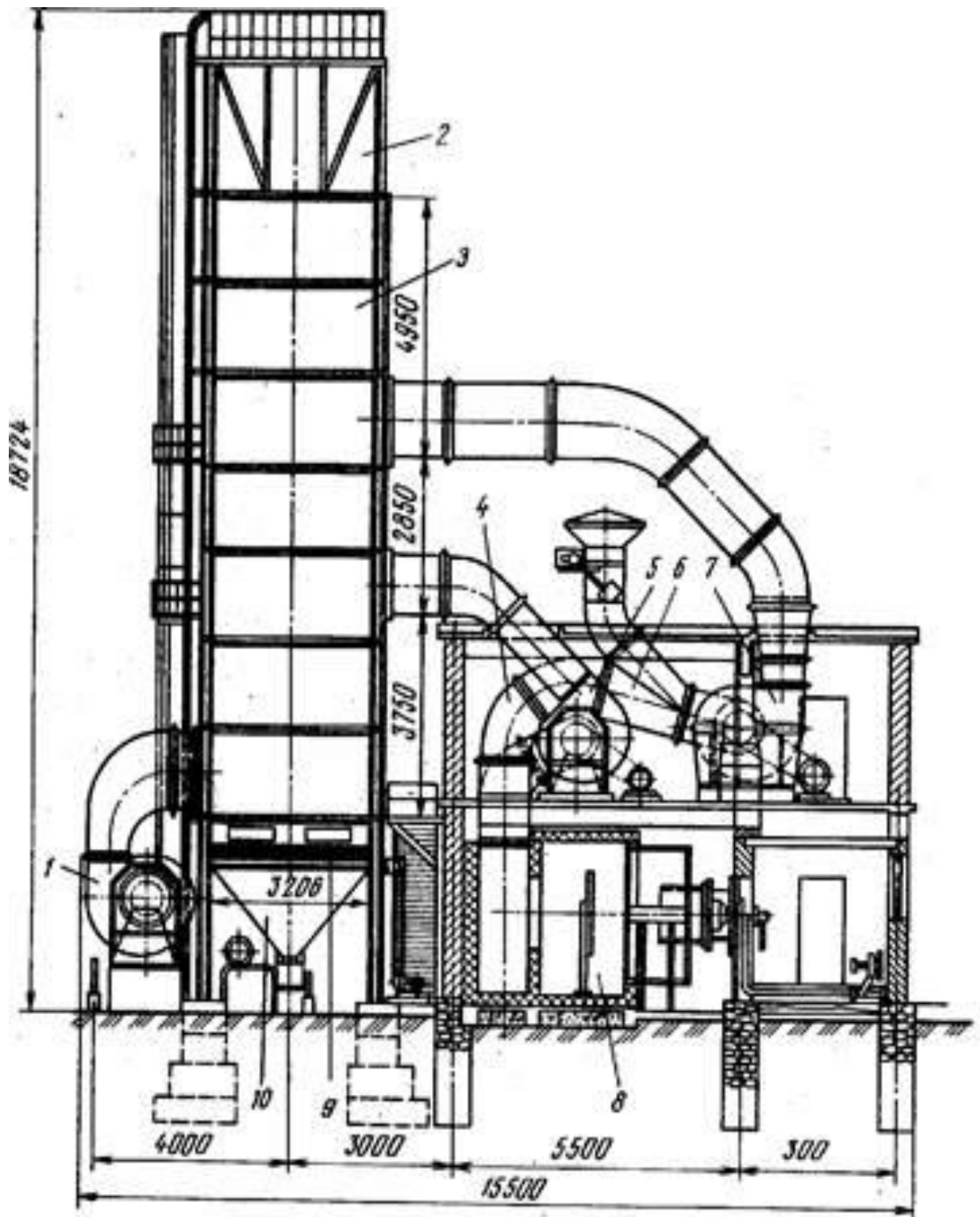
В даній дипломній роботі розрахунок ведеться для сушильного цеху елеватору. Основним робочим елементом цеху є сушка ДСП-32, яка в свою чергу складається з електродвигунів, які виконують функції: подачі холодного та гарячого повітря, транспортування зерна.

Зерносушарки відкритого типу ДСП-32 застосовують на хлібоприймальних підприємствах і встановлюють на поточних лініях з приймання, очищення, сушіння, складування і відвантаження зерна, а також біля елеваторів і складів. Зерносушарку встановлюють поза будівлею в прив'язці до силосного корпусу або робочої будівлі елеватора.

Зерносушарка є установкою відкритого типу з двоступінчастим режимом сушіння, що складається з двох паралельно працюючих шахт (рисунок 1) висотою 11570 мм. Кожна шахта складається з семи секцій і по висоті діляться на три зони: верхня зона - зона сушіння висотою 495 мм; середня зона - зона сушіння висотою 285 мм; нижня зона - зона охолоджувальна. Зерно для сушіння і повітря подають в напірно-розподільні камери зон сушіння та охолодження вентиляторами.

Сире зерно по самопливній трубі надходить в норію, а потім по самопливній трубі в надсушильний бункер і далі рівномірно розподіляється по сушильним шахтам першої і другої зон сушіння та охолоджувальної зони. Сухе охолоджене зерно з зерносушарки направляється на елеватор або склад конвеєром і норією.

					MP 3.8.14.1.14.8 ПЗ	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15



1 - вентилятор охолоджувальної шахти; 2 - надсушільний бункер; 3 - сушільні шахти; 4 - всмоктувальний повітропровід вентилятора; 5 - вентилятор другої зони; 6 - всмоктувальний повітропровід вентилятора; 7 - вентилятор першої зони; 8 - топка; 9 - випускний затвор; 10 - подсушільний бункер

Рисунок 1 – Зерносушарки відкритого типу ДСП-32-ОТ

Основні навантаження, та призначення двигунів указані в таблиці 1.1

					МР 3.8.14.1.14.8 ПЗ	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Таблиця 1.1 – Потужність електроприймачів

Електроприймачи	Потужність КВт
Вентилятор високого тиску №1	7,5
Вентилятор високого тиску №2	7,5
Затвор випускного механізму №1 шахти 1	1,5
Затвор випускного механізму №2 шахти 1	1,5
Затвор випускного механізму №1 шахти 2	1,5
Затвор випускного механізму №2 шахти 2	1,5
Вентилятор холодного повітря	30,0
Вентилятор гарячого повітря №1 шахти 1	18,5
Вентилятор гарячого повітря №2 шахти 1	30,0
Вентилятор гарячого повітря №1 шахти 2	18,5
Вентилятор гарячого повітря №2 шахти 2	30,0
Ланцюговий транспортер надшахтний	7,0
Ланцюговий транспортер підшахтний	15,0
Норія завантаження сирого зерна	22,0
Норія міжшахтна	22,0

2 РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ СУШИЛЬНОГО ЦЕХУ

Розрахункове електричне навантаження за допустимим нагріванням - це таке умовне постійне навантаження, яке еквівалентне очікуваному навантаженню по найбільш важкій тепловій дії - максимальній температурі нагрівання провідника або тепловому зношенню його ізоляції.

Групова номінальна (встановлена) активна потужність визначається як сума номінальних активних потужностей ЕП даної групи за формулою:

$$P_i = \sum_1^n P_{Hi} \quad (2.1)$$

де P_{Hi} – номінальна потужність i -го ЕП.

Розрахункова активна потужність від групи ЕП (кількість ЕП у групі більше трьох) на напругу до 1 кВ визначається за формулою:

$$P_p = K_p \cdot \sum_1^n K_B P_H \quad (2.2)$$

де K_B – груповий коефіцієнт використання, що визначається за формулою:

<i>MP 3.8.14.1.148 ПЗ</i>				
<i>Ізм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докцм.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розробив</i>		Клемберг І.С.		
<i>Перевірив.</i>		Петровський М.В.		
<i>Реценз.</i>				
<i>Ч. Контр.</i>		Никифоров М. А.		
<i>Затверд.</i>		Лебединський І. Л.		
			<i>Арк</i>	<i>Аркцш</i>
			18	92
<i>СумДУ ЕТ.м-91</i>				

$$K_B = \frac{\sum_1^n k_B \cdot p_i}{\sum_1^n p_i} \quad (2.3)$$

де k_B – індивідуальний коефіцієнт використання ЕП, значення якого приведені в табл.3.4;

K_p – коефіцієнт розрахункової потужності. Залежить від ефективного числа електроприймачів (n_e), групового коефіцієнта використання (K_B), а також від сталої часу нагрівання мережі, для якої розраховується електричне навантаження. В методиці розрахунку прийняті такі значення сталої часу нагрівання (T_0):

$T_0 = 10$ хв. - для мереж напругою до 1 кВ, що живлять розподільні шинопроводи, пункти, збірки, щити. Значення K_p для цих мереж визначаються за табл.3.5;

$T_0 = 2,5$ години - для магістральних шинопроводів і цехових трансформаторів. Значення K_p для цих об'єктів беруть за табл. 3.6.

Ефективна кількість електроприймачів n_e - це таке число однорідних за режимом роботи ЕП однакової потужності, яке зумовлює те саме значення РЕН, що і група різних за потужністю ЕП. Величина n_e визначається за формулою:

$$n_e = \frac{(\sum p_H)^2}{\sum p_H^2} \quad (2.4)$$

Розрахункова реактивна потужність визначається таким чином:

- для мереж живлення (живлять розподільчі шинопроводи, пункти, збірки, щити) в залежності від значення n_e :

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

$$\text{при } n_e \leq 10 \quad Q_p = 1.1 \sum k_B \cdot p_H \cdot \text{tg}\phi_i \quad (2.5)$$

$$\text{при } n_e > 10 \quad Q_p = \sum k_B \cdot p_H \cdot \text{tg}\phi_i \quad (2.6)$$

- для магістральних шинопроводів і на шинах цехових трансформаторних підстанцій, а також при визначенні реактивної потужності в цілому по цеху, корпусу:

$$Q_p = 1.1 \sum k_B \cdot p_H \cdot \text{tg}\phi_i \quad (2.7)$$

де $\text{tg}\phi_i$

i - коефіцієнт реактивної потужності i -го ЕП, що розраховується відповідно до значень $\cos\phi_i$.

При визначенні p_H для багатодвигунових приводів враховуються всі одночасно працюючі електродвигуни (ЕД) даного привода.

Для ЕД з повторнокороткочасним режимом роботи їх номінальна потужність не приводиться до тривалого режиму роботи ($T_B=100\%$).

При під'єднанні однофазного ЕП на фазну напругу він враховується як еквівалентний трифазний ЕП з номінальною потужністю, що дорівнює:

$$p_H = 3p_{H.o}; \quad q_H = 3q_{H.o} \quad (2.8)$$

де $p_{H.o}$, $q_{H.o}$ - активна і реактивна потужності однофазного ЕП. При під'єднанні однофазного ЕП на лінійну напругу він враховується як еквівалентний ЕП з номінальною потужністю, що дорівнює:

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

$$p_n = \sqrt{3}p_{n.o}; q_n = \sqrt{3}q_{n.o} \quad (2.9)$$

За наявності групи однофазних ЕП, які під'єднані по фазах з нерівномірністю не вище 15% щодо загальної потужності (трифазних і однофазних ЕП у групі), вони можуть бути подані в розрахунках як еквівалентна група трифазних ЕП з тією самою сумарною номінальною потужністю.

У випадку перевищення зазначеної нерівномірності номінальну потужність еквівалентної групи трифазних ЕП беруть такою, що дорівнює потрібному значенню потужності найбільш завантаженої фази.

До розрахункових значень активної і реактивної потужностей силових ЕП напругою до 1 кВ повинні бути за необхідності додані розрахункові навантаження освітлювальної мережі $P_{p.o.o}$ и $Q_{p.o.o}$.

Значення струмового розрахункового навантаження, по яким вибирається переріз провідників по допустимому нагріванню, визначається за формулою:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3}U_n} \quad (2.10)$$

Де S_p – повна розрахункова потужність вузла навантаження, ВА, що визначається за формулою:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} \quad (2.11)$$

14. Розраховані дані заносимо до табл.2.1.

					<i>MP 3.8.14.1.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Таблиця 2.1 – Результати розрахунків електричних навантажень.

Найменування вузла мережі	Найменування ЕП	Кількість ЕП, п	Номінальна потужність, кВт	К-т використання Кв	К-ти реактивної потужності	
					cosφ	tgφ
1	2	3	5	6	7	8
СРШ1	Вентилятор високого тиску №1	1	7,5	0,65	0,8	0,75
	Вентилятор високого тиску №2	1	7,5	0,65	0,8	0,75
	Ланцюговий транспортер надшахтний	1	7	0,55	0,75	0,88
	Всього по ШР1	3	22	0,62	0,78	0,79
СРШ2	Затвор випускного механізму №1 шахти 1	1	1,5	0,40	0,75	0,88
	Затвор випускного механізму №2 шахти 1	1	1,5	0,40	0,75	0,88
	Затвор випускного механізму №1 шахти 2	1	1,5	0,40	0,75	0,88
	Затвор випускного механізму №2 шахти 2	1	1,5	0,40	0,75	0,88
	Всього по ШР2	4	6,0	0,40	0,75	0,88
СРШ3	Вентилятор холодного повітря	1	30	0,65	0,8	0,75
	Вентилятор гарячого повітря №2 шахти 1	1	30	0,65	0,8	0,75
	Вентилятор гарячого повітря №2 шахти 2	1	30	0,65	0,8	0,75
	Всього по ШР3	3	90	0,65	0,80	0,75
СРШ4	Вентилятор гарячого повітря №1 шахти 1	1	18,5	0,65	0,8	0,75
	Вентилятор гарячого повітря №1 шахти 2	1	18,5	0,65	0,8	0,75
	Ланцюговий транспортер підшахтний	1	15	0,55	0,75	0,88
	Норія завантаження сирого зерна	1	22	0,55	0,75	0,88
	Норія міжшахтна	1	22	0,55	0,75	0,88
	Всього по ШР4	5	96	0,59	0,77	0,83
Навантаження від освітлення						
Всього на ділянці		15	214,0	0,61	0,78	0,80

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

MP 3.8.14.1.148 ПЗ

Арку

22

Продовження Таблиці 2.1:

Найменування вузла мережі	Найменування ЕП	$K_{вРн}$	$K_{вРн} tg\phi$	Ефективна кількість ЕП, ne	К-т розрахункового навантаження, Кр	Розрахункова потужність			Розрахунковий струм, А
						активна потужність,	реактивна потужність,	повна, кВА	
1	2	9	10	11	12	13	14	15	16
СРШ1	Вентилятор високого тиску №1	4,88	3,66						
	Вентилятор високого тиску №2	4,88	3,66						
	Ланцюговий транспортер надшахтний	3,85	3,40						
	Всього по ШР1	13,60	10,71	3,00	1,25	17,00	11,78	20,68	31,42
СРШ2	Затвор випускного механізму №1 шахти 1	0,60	0,53						
	Затвор випускного механізму №2 шахти 1	0,60	0,53						
	Затвор випускного механізму №1 шахти 2	0,60	0,53						
	Затвор випускного механізму №2 шахти 2	0,60	0,53						
	Всього по ШР2	2,40	2,12	4,00	1,30	3,12	2,33	3,89	5,91
СРШ3	Вентилятор холодного повітря	19,50	14,63						
	Вентилятор гарячого повітря №2 шахти 1	19,50	14,63						
	Вентилятор гарячого повітря №2 шахти 2	19,50	14,63						
	Всього по ШР3	58,50	43,88	3,00	1,35	78,98	48,26	92,55	140,62
СРШ4	Вентилятор гарячого повітря №1 шахти 1	12,03	9,02						
	Вентилятор гарячого повітря №1 шахти 2	12,03	9,02						
	Ланцюговий транспортер підшахтний	8,25	7,28						
	Норія завантаження сирого зерна	12,10	10,67						
	Норія міжшахтна	12,10	10,67						
	Всього по ШР4	56,50	46,66	4,00	1,16	65,54	51,32	83,24	126,47
	Навантаження від освітлення					3,76	2,33		
Всього на ділянці	131,00	103,36	9,00	1,01	136,07	146,43	199,89	303,70	

3 ВИБІР НОМІНАЛЬНОЇ ПОТУЖНОСТІ ТРАНСФОРМАТОРА ЦЕХОВОЇ ПІДСТАНЦІ

3.1 Вибір силового трансформатора для сушильного цеху елеватора

Вибір кількості трансформаторів для ТП визначається за двома параметрами:

1. Потужністю ЕП
2. Заданим рівнем надійності ЕП

Так як сушильний цех належить до ЕП, які допускають перерви живлення на час доставки складського резерву, тобто належать до 3-ї категорії надійності, застосовуємо однострансформаторну цехову підстанцію.

Коефіцієнт завантаження обираємо відповідно до умов необхідного резервування з урахуванням перевантажувальної спроможності. Так як дана ПС живить ЕП 3-ї категорії, коефіцієнт завантаження $\beta_T = 0,9$.

При виборі потужності трансформаторів ТП слід враховувати їх навантажувальну здатність. Так як розрахункове навантаження на шинах 0,38 кВ належить до третього ріння електропостачання і визначається за середньозмінним навантаженням за найбільш завантажену зміну, ця умова виконується.

Потужність трансформатора обирають за розрахунковим активним навантаженням з урахуванням прийнятого коефіцієнта завантаження трансформатора β_T за емпіричною формулою :

$$S_{ном. т} \geq S_{ном. т. р} = \frac{P_{р. тп}}{N\beta_T} \quad (3.1)$$

де $S_{ном. т. р}$ – повна номінальна розрахункова потужність трансформатора

<i>MP 3.8.14.1.148 ПЗ</i>										
<i>Ізм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ доким.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>						
<i>Розробив</i>		Клемберг І.С.								
<i>Перевірив</i>		Петровський М.В.								
<i>Реценз.</i>										
<i>Ч. Контр.</i>		Никифоров М. А								
<i>Затверд.</i>		Лебединський І. П								
<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"><i>Арк</i></td> <td style="width: 10%;"><i>Аркш</i></td> <td style="width: 10%;"><i>Аркшів</i></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">24</td> <td style="text-align: center;">92</td> </tr> </table>					<i>Арк</i>	<i>Аркш</i>	<i>Аркшів</i>		24	92
<i>Арк</i>	<i>Аркш</i>	<i>Аркшів</i>								
	24	92								
<i>СумДУ ЕТ.м-91</i>										

$P_{p.tп}$ – сумарне активне розрахункове навантаження.

N – кількість трансформаторів ТП

$$S_{ном. т} \geq S_{ном. т. р} = \frac{136,07}{1 \cdot 0,9} = 151,19 \text{ кВА}$$

Обираємо трансформатор з найблищим номінальним значенням, тобто ТМ-160/6.

3.2 Визначення потужності конденсаторних установок з номінальною напругою конденсаторів 0,4 Кв

Як правило, в промислових мережах спостерігається випереджаюче зростання споживання реактивної потужності в порівнянні з активною, обумовлений зростанням промислових силових навантажень. Для виконання завдань балансу реактивної потужності, зниження втрат електричної енергії, регулювання напруги, застосовується важливий технічний захід, який називають компенсацією реактивної потужності. При проектуванні електропостачання підприємства треба виконати необхідні організаційні та технічні умови по компенсації реактивної потужності. Організаційні заходи включають в себе оптимальне уявлення графіка навантажень в режимах максимуму і мінімуму, заходи щодо обмеження холостого ходу двигунів середніх і великих потужностей, впорядкування технологічного процесу і т.д. Технічні заходи включають в себе раціональний і економічний вибір і встановлення компенсуючих пристроїв (КП). Критерієм економічності є мінімум приведених витрат: на установку КП; зниження вартості обладнання ТП та вартості розподільчих мереж; зниження втрат електроенергії в мережі живлення і розподільчій мережі; зниження встановленої потужності трансформаторів.

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Реактивна потужність яку може витримати задана ТП розраховується за формулою:

$$Q_T = \sqrt{(N\beta T S_{\text{ном. т}})^2 - P_{p. \text{тп}}^2} \quad (3.2)$$

$$Q_T = \sqrt{(1 \cdot 0,9 \cdot 160)^2 - 151,19^2} = 47,13 \text{ квар}$$

Для визначення реактивної потужності, яку треба компенсувати за допомогою конденсаторних установок:

$$Q_{н.к} = Q_{p. \text{тп}} - Q_T \quad (3.3)$$

$$Q_{н.к} = 107,34 - 165,65 = 99,30$$

Для застосування обираємо найближчу стандартну величину потужності ККУ $Q_{н.к}$, тобто конденсаторну установку типу УКРП-0,4-100-10УЗ . Місцем встановлення обираємо шини 0,4 кВ ТП.

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

4 ВИБІР ПЕРЕРІЗУ ПРОВІДНИКІВ

Для розрахунку електропостачання цеху необхідно обрати перерізи таких провідників:

- Кабельні лінії напруги 6 кВ, які необхідні для з'єднання цехової ПС з шинами РП;
- Усієї силової живильної мережі до 1кВ;
- Ділянки розподільчої мережі від СРШ до ЕП

4.1 Вибір перерізу кабельної лінії напругою понад 1 кВ

Вибір перерізу кабельної лінії напругою 6 кВ здійснюється за нормальним режимом навантаження, а перевірка за максимальним режимом навантаження і на стійкість за аварійним режимом. Перевірку за умови корони, а також на механічну міцність жил кабелів робити не обов'язково, так як переріз алюмінієвої жили для кабелів становить більше 2,5 мм².

4.1.1 Вибір перерізу кабелю за нормальним режимом

При виборі перерізу кабелю, який живить ТП з трансформатором 10/0,4 кВ, за струм нормального режиму $I_{\text{норм}}$ при радіальній схемі незалежно від числа трансформаторів ТП приймається номінальний первинний струм трансформатора, що визначається за формулою:

Ізм.	Лист	№ доким.	Підпис	Дата	МР 3.8.14.1.148 ПЗ			
Розробив		Клемберг І.С.			Зміст	Арк	Аркш	Аркшів
Перевірив.		Петровський М.В.					27	92
Реценз.						СумДУ ЕТ.м-91		
Ч. Контр.		Никифоров М. А						
Затверд.		Лебединський І Л						

$$I_{\text{норм}} = \frac{S_{\text{ном. т}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном. т.}}} \quad (4.1)$$

$$I_{\text{норм}} = \frac{160}{\sqrt{3} \cdot 6} = 15,396 \text{ А.}$$

Для кабелів із паперовою, гумовою та полівінілхлоридною ізоляцією при $T_{\text{макс}} = 3500$ год/рік, з додатка М густина струму $J_{\text{ек}} = 1,4$ А/мм². Тому за наступною формулою розраховуємо економічно вигідний переріз кабелю в нормальному режимі роботи:

$$S_{\text{ек}} = \frac{I_{\text{норм}}}{J_{\text{ек}}} = \frac{15,396}{1,4} = 10,99 \text{ мм}^2 \quad (4.2)$$

Обираємо найблищий стандартний переріз кабелю. $S_{\text{ст}} = 16 \text{ мм}^2$

4.1.2 Перевірка перерізу кабелю за максимальним режимом.

У режимі максимального навантаження кабелів допустимий для даного кабелю такий струм, що враховує умови прокладки та відхилення параметрів навколишнього середовища від стандартних умов для $I'_{\text{доп}}$ та коефіцієнтів допустимого перенавантаження.

При нормованій тривало допустимій температурі кабелю марки АВВГ напругою 6 кВ має значення $T_{\text{ж.н}} = 60^\circ\text{C}$, нормованій тривало допустимій температурі середовища $T_{\text{сер.н}} = 25^\circ\text{C}$. В нашому регіоні в найспекотніший період року середня температура на добу приблизно $T_{\text{сер}} = +30^\circ\text{C}$. Тому розраховуємо поправковий коефіцієнт на температуру навколишнього середовища за формулою:

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

$$K_{сер} = \sqrt{\frac{T_{ж. н} - T_{сер}}{T_{ж. н} - T_{сер. н}}} = \sqrt{\frac{60 - 30}{60 - 25}} = 0,93 \quad (4.3)$$

З таблиці М7 додаток М для трижильних кабелів марки АВВГ напругою 6 кВ і перерізом 16 мм² при прокладці в повітрі допустимий тривалий струм в стандартних умовах $I_{доп} = 50$ А. Поправочний коефіцієнт на кількість кабелів при прокладці всередині приміщень цеху приймається як $K_{пр} = 1$.

За формулою розраховуємо допустимий тривалий струм в наших умовах:

$$I'_{доп} = K_{пр} \cdot K_{сер} \cdot I_{доп} = 0,93 \cdot 1 \cdot 50 = 46,5 \quad (4.4)$$

Умова перевірки перерізу кабелю в режимі максимального навантаження має вигляд:

$$I'_{доп} > I_{норм}$$

$$46,5 > 15,396$$

Умова виконується, тому перевірку за максимальним режимом пройдено.

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

4.1.3 Перевірка перерізу кабелю на термічну стійкість

Термічна здатність може бути оцінена найменшим перерізом кабелю, термостійким до КЗ.

$$S_{\text{мін}} = \frac{I_{\text{к}} \cdot \sqrt{t}}{C} \quad (4.5)$$

З таблиці М8 додатка М для кабелів з алюмінієвими жилами й полівінілхлоридною ізоляцією при напрузі 6 кВ приймається температурний коефіцієнт $C = 92 \text{ Ас}^{1/2}/\text{мм}^2$, а дійсний час вимикання приймається як $t = 0,2$ с.

$$S_{\text{мін}} = \frac{6000 \cdot \sqrt{0,2}}{92} = 29,8 \text{ мм}^2$$

Таким чином $S_{\text{ст}} = 16 \text{ мм}^2 < S_{\text{мін}} = 29,8 \text{ мм}^2$, тому даний переріз не задовольняє умови. Остаточо обираємо ААШв-6(3×35)

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

4.2 Вибір перерізу провідників живильної мережі напругою до 1 кВ

В електромережах напругою до 1 кВ переріз живильних мереж вибираємо за основною умовою - величиною нагрівання їх електричним струмом у нормальному, форсованому та аварійному режимах. Тому для всіх провідників та умов їх застосування головним у виборі перерізу є нагрівання, яке визначається двома ефектами теплового впливу: максимально допустимою температурою та тепловим зносом ізоляції для даного режиму і класу ізоляції. Якщо температура нагрівання перевищить допустиму, то в залежності від тривалості часу і величини перевищення, елемент може бути пошкоджено, що спричинить порушення нормальної роботи системи, а в гіршому випадку може призвести до пожежі..

Вибір перерізу кабелю при нагріванні в нормальному режимі полягає у визначенні такого мінімального перерізу, який допускає струм не менше розрахункового.

При прокладці кабелю всередині приміщення сушильного цеху поправковий коефіцієнт $K_{пр} = 1$. Для сумського регіону поправковий коефіцієнт на температуру навколишнього середовища $K_{сер} = 0,94$. Та поправковий коефіцієнт для трижильних кабелів $K_{попр} = 0,9$. Визначаємо розрахункову силу струму за формулою:

$$I'_{доп} = K_{сер} \cdot K_{пр} \cdot K_{попр} \cdot I_{доп} \quad (4.6)$$

Результати розрахунків указані у таблиці:

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Таблиця 4.1 – Розрахунок сили струму

№ СРШ	I_{p2} , А	$I_{доп}$	$I'_{доп}$	Set
1	31,42	32	27,67	6
2	5,91	19	16,43	2,5
3	140,62	175	151,34	70
4	126,47	175	151,34	70

Вибір перерізу лише за умов допустимого нагрівання призводить до великих втрат активної потужності та значних втрат напруги. Для остаточного вибору перерізу кабелю слід провести перевірки на допустиму втрату напруги, та відповідності до захисного апарата.

З таблиці М11 додатка М для кабелю з стандартним прерізом обираємо питомі опори кабелю $r_{п}$ та $x_{п}$. Тоді активний і реактивний опори кабелю обчислюють за формулами:

$$R_{кб} = r_{п} \cdot l_{кб} \quad (4.7)$$

$$X_{кб} = x_{п} \cdot l_{кб} \quad .8)$$

Знаючи активний і реактивний опори кабелю можна розрахувати втрати в кабелі за формулою:

$$\Delta U = \frac{P_{p2} \cdot R_{кб} + Q_{p2} \cdot X_{кб}}{10 U^2_{ном}} \quad (4.9)$$

де P_{p2} і Q_{p2} – розрахункові активне і реактивне навантаження другого рівня електропостачання відповідно;

$R_{кб}$ і $X_{кб}$ – активний і реактивний опори кабелю відповідно;

$U^2_{ном}$ – номінальна напруга електричної мережі.

Результати розрахунків наведені у таблиці.

Таблиця 4.2 – Розрахунок втрати в кабелі

№ СРШ	гп	хп	гкб	хкб	ΔU
1	5,21	0,10	0,09899	0,0019	1,755254
2	12,50	0,12	0,2375	0,002204	1,146044
3	0,45	0,08	0,008493	0,001558	0,68461
4	0,45	0,08	0,008493	0,001558	0,629212

Оскільки велечина втрати менша 5%, переріз провідників обрано правильно. Для СРШ1 використовуємо кабель АВВГ-0,4 (4х6) для СРШ2 АВВГ-0,4 (4х2,5), а для СРШ3 і СРШ4 кабель АВВГ-0,4 (4х70).

4.3 Вибір перерізу провідників розподільної мережі напругою до 1 кВ

В електричних мережах напругою до 1кВ переріз проводу розподільних мереж завжди обирається за умовою нагрівання в нормальному режимі.

Допустимий тривалий струм для провідників з ПВХ ізоляцією з алюмінієвими жилами залежно від перерізу, способу прокладання, кількості проводів у трубі наводиться у таблиці 1.3.5 ПУЕ.

Для остаточного вибору перерізу необхідно провести перевірки відповідно до вимог ПУЕ: за механічною міцністю, допустимої втрати напруги та за умови відповідності захисному засобу апарату.

Аналогічно пункту 4.2.1 розраховуєто переріз кабельних ліній від СРШ до ЕП. Результати розрахунків записуємо у таблицю:

										Арку
										33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>					

Таблиця 4.3 – Розрахунок перерізу кабельних ліній

Електроприймачи	Ідоп	Г'доп	S	L	гп	хп	гкб	хкб	ΔU
Вентилятор високого тиску №1	19	16,4312	2,5	10	12,5	0,116	0,125	0,0012	0,1310
Вентилятор високого тиску №2	19	16,4312	2,5	10	12,5	0,116	0,125	0,0012	0,1310
Затвор випускного механізму №1 шахти 1	19	16,4312	2,5	10	12,5	0,116	0,125	0,0012	0,1262
Затвор випускного механізму №2 шахти 1	19	16,4312	2,5	10	12,5	0,116	0,125	0,0012	0,1262
Затвор випускного механізму №1 шахти 2	19	16,4312	2,5	10	12,5	0,116	0,125	0,0012	0,1262
Затвор випускного механізму №2 шахти 2	19	16,4312	2,5	10	12,5	0,116	0,125	0,0012	0,1262
Вентилятор холодного повітря	60	51,888	16	10	1,95	0,095	0,0195	0,001	0,0392
Вентилятор гарячого повітря №1 шахти 1	32	27,6736	6	10	5,21	0,1	0,0521	0,001	0,0649
Вентилятор гарячого повітря №2 шахти 1	60	51,888	16	10	1,95	0,095	0,0195	0,001	0,0392
Вентилятор гарячого повітря №1 шахти 2	32	27,6736	6	10	5,21	0,1	0,0521	0,001	0,0649
Вентилятор гарячого повітря №2 шахти 2	60	51,888	16	10	1,95	0,095	0,0195	0,001	0,0392
Ланцюговий транспортер надшахтний	19	16,4312	2,5	10	12,5	0,116	0,125	0,0012	0,1306
Ланцюговий транспортер підшахтний	32	27,6736	6	10	5,21	0,1	0,0521	0,001	0,0624
Норія завантаження сирого зерна	42	36,3216	10	10	3,12	0,99	0,0312	0,0099	0,1820
Норія міжшахтна	42	36,3216	10	10	3,12	0,99	0,0312	0,0099	0,1820

Так як втрати не перевищують 5%, задані перерізи задовільняють вимоги до кабельної лінії.

Для електроприймачів використовуємо кабелі АВВГ-0,4 відповідного до таблиці перерізу.

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>				Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					34

5. РОЗРАХУНОК СТРУМІВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ

Елементи СЕП, що потрапили в короткозамкнутий ланцюг, зазнають електродинамічного й термічного впливу струмів. Якщо величина цього впливу перевищує допустиму, елемент ушкоджується і задає СЕП збитків.

Для запобігання ушкоджень необхідно визначити величину сили струмів та перевірити добустримість цих струмів для обраних електричних апаратів і струмопровідних частин. Також необхідно розрахувати захист для селективного вимикання пошкодженої ділянки.

5.1 Розрахунок струмів трифазного короткого замикання

Початкове діюче значення періодичної складової струму трифазного КЗ $I_k(0)$ визначається за формулою:

$$I_k(0) = \frac{U_{ном.сер}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R^2 + X^2}} \quad (5.1)$$

де R і X – сумарні активні й індуктивні опори прямої послідовності відповідно усіх елементів мережі, якими протікає струм КЗ;

$U_{ном.сер}$ - середня номінальна напруга мережі, де відбулося КЗ.

Ударний струм КЗ визначається для моменту часу $t = 0.01$ с . У радіальній лінії при $I_p(0,01) = \sqrt{2}I_k(0)$ ударний струм дорівнює:

$$I_y = k_y \cdot \sqrt{2}I_k(0) \quad (5.2)$$

<i>MP 3.8.14.1.148 ПЗ</i>				
<i>Ізм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ доким.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розробив</i>		Клемберг І.С.		
<i>Перевірив</i>		Петровський М.В.		
<i>Реценз.</i>				
<i>Ч. Контр.</i>		Никифоров М. А		
<i>Затверд.</i>		Лебединський І. Л		
			<i>Арк</i>	<i>Аркиш</i>
				35
			<i>Аркишів</i>	
			92	
<i>СумДУ ЕТ.м-91</i>				

де k_u – ударний коефіцієнт, який залежить від постійної часу T_a .

При КЗ у розподільних пристроях НН ЦТП та в місцях приєднання кабелів і шинопроводів до них, допускається приймати значення $k_u = 1,3$, у інших випадках приймають що $k_u = 1$.

Струми КЗ від АД, які безпосередньо приєднані до точки КЗ короткими відгалуженнями, ураховують лише при визначенні ударного струму КЗ і визначають як:

$$I_{y.d} = k_{\text{пуск}} \cdot \sqrt{2} I_{\text{ном.д}} + k_u \cdot \sqrt{2} I_{k(0)} \quad (5.3)$$

Розрахунок струму трифазного КЗ в початковий момент часу і ударний струм в електричній мережі розраховуються для наступних даних:

$$I_{k(0)c} = 6 \text{кА}, U_{\text{ном.вн}} = 6 \text{кВ};$$

Силовий трансформатор: ТМЗ-250/6/0,4

Еквівалентний індуктивний опір джерела, що приведений до ступеня НН, розраховується як:

$$X_c = \frac{U_{\text{ном.сер.НН}}^2}{\sqrt{3} \cdot I_{k(0)c} \cdot U_{\text{ном.сер.ВН}}} \quad (5.4)$$

де $U_{\text{ном.сер.НН}}$ – середня номінальна напруга мережі, яка приєднана до обмотки НН;

$U_{\text{ном.сер.ВН}}$ – середня номінальна напруга мережі, до якої приєднана обмотка ВН трансформатора;

$I_{p(0)c}$ – діюче значення періодичної складової струму трифазного КЗ у виводів обмотки ВН трансформатора.

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Активний та індуктивний опори прямої послідовності трансформатора, які

приведені до ступеня НН розраховуються за формулами:

$$R_T = \frac{\Delta P_K \cdot U^2_{\text{ном. сер. НН}}}{S^2_{\text{ном. Т}}} \cdot 10^6 \quad (5.5)$$

$$X_T = \sqrt{U_k^2 + \left(\frac{100\Delta P_K}{S_{\text{ном. Т}}}\right)^2} \cdot \frac{U^2_{\text{ном. НН}}}{S_{\text{ном. Т}}} \cdot 10^4 \quad (5.6)$$

де ΔP_K – номінальні втрати КЗ у трансформаторі;

$U_{\text{ном. НН}}$ – номінальна напруга обмотки НН трансформатора;

$S_{\text{ном. Т}}$ – номінальна потужність трансформатора.

При обчисленні струмів КЗ урахується сумарний опір у мережах, які живляться від трансформаторів потужність до 1600 кВА включно згідно з такими рекомендаціями:

- на розподільних пристроях НН трансформаторів;
- на первинних цехових РП (СРШ, ШРА), які живляться від розподільних пристроїв НН ЦТП;
- на затискачах ЕА, які живляться від первинних РП;
- на затискачах ЕА, які встановлено безпосередньо в ЕП.

Результати розрахунку параметрів схеми заміщення та струмів трифазного КЗ у початковий момент часу наведено у таблицях.

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Таблиця 5.1 – Розрахунок ударного струму

Точка КЗ	Діюче значення періодичної складової струму трифазного КЗ у початковий момент часу, кА	Ударний струм, кА
1	3,230	5,938
2	2,764	3,908
31	1,175	1,662
32	0,695	0,983
33	2,069	2,926
34	2,069	2,926
401	0,648	0,917
402	0,626	0,886
403	0,480	0,679
404	0,468	0,662
405	0,456	0,645
406	0,445	0,630
407	1,473	2,083
408	1,327	1,877
409	1,491	2,108
410	1,290	1,824
411	1,509	2,134
412	0,606	0,857
413	1,255	1,775
414	1,382	1,954

$$Z_{пт} = \sum_{i=1}^n Z_{п.пт.і} \cdot l_i \quad (5.9)$$

де $Z_{п.пт.і}$ – питомий опір петлі «фаза-нуль» кожної наступної ділянки від трансформатора до точки КЗ;

l_i – довжина i -ї ділянки.

Опори контактів шин, апаратів, ТС не враховуються, бо дане обчислення дає деякий запас для струму.

Результати розрахунку параметрів схеми заміщення та струмів однофазного КЗ у початковий момент часу наведено у таблиці:

Таблиця 5.2 – Розрахунок струму у початковий момент часу

Точка КЗ	Струм однофазного КЗ
1	4,889
31	3,678
32	3,678
33	3,678
34	3,678
401	3,216
402	3,180
403	3,253
404	3,216
405	3,180
406	3,145
407	3,180
408	3,330
409	3,216
410	3,291
411	3,253
412	3,145
413	3,253
414	3,216
415	3,180

6 ВИБІР ЕЛЕКТРИЧНИХ АПАРАТІВ

Даний розділ необхідний для вибору комутаційних та захисних ЕА в електричній мережі до 1 кВ, а саме:

- в секційній шафі ЦТП;
- в лінійних шафах ЦТП для усіх живлячих ліній цехової мережі;
- для ділянок розподільної мережі.
- в шафі вводу НН ЦТП;

Вибір і перевірка всіх ЕА напругою до 1 кВ мають відповідати таким вимогам:

- 1) міцності ізоляції для роботи в тривалому режимі та при короткочасних перенапругах

$$U_{\text{ном. а}} \geq U_{\text{ном. м}} \quad (6.1)$$

де $U_{\text{ном. а}}$ і $U_{\text{ном. м}}$ – номінальна напруга ЕА і номінальна напруга електричної мережі відповідно, у якій застосовується ЕА;

- 2) допустимого нагрівання струмами в тривалому режимі[^]

$$I_{\text{ном.ЕА}} \geq I_{\text{ф}} \quad (6.2)$$

де $I_{\text{ном.ЕА}}$ і $I_{\text{ф}}$ – номінальний струм ЕА і струм форсованого режиму відповідно, тобто тривалий максимальний робочий струм, який може через нього протікати;

- 3) відповідності навколишньому середовищу, роду установки і конструктивному виконанню та ін.;
- 4) відповідність параметрам основної функціональної характеристики: комутаційні ЕА або ЕА захисту;

Перевірку вибраних ЕА проводять за їх стійкістю та працездатності при наскрізних струмах КЗ, тому мають виконуватися такі умови:

					<i>МР 3.8.141.148 ПЗ</i>			
<i>Ізм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Зміст	<i>Арк</i>	<i>Аркш</i>	<i>Аркшів</i>
<i>Розробив</i>		Клемберг І.С.				41	92	
<i>Перевірив.</i>		Петровський М.В.						
<i>Реценз.</i>								
<i>ч. Контр.</i>		Никифоров М. А						
<i>Затверд.</i>		Лебединський І Л			<i>СумДУ ЕТ.м-91</i>			

5) струм електродинамічної стійкості ЕА

$$i_{\text{дин}} \geq i_y \quad (6.3)$$

де i_y – розрахунковий ударний струм;

б) допустимий струм термічної стійкості апарата I_T за допустимий час термічної стійкості t_T

$$I_T^2 \cdot t_T \geq I_K^2 \cdot t \quad (6.4)$$

де $I_K^2 i t$ – розрахункові параметри струму КЗ і дійсного часу вимикання КЗ відповідно.

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>		
<i>Ізм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ доким.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>		Клемберг І.С.			<i>Арк</i>	<i>Аркш</i>	<i>Аркшів</i>
<i>Перевірив</i>		Петровський М.В.				42	92
<i>Реценз.</i>					<i>СумДУ ЕТ.м-91</i>		
<i>и Контр.</i>		Никифоров М. А					
<i>Затверд.</i>		Лебединський І Л					

6.1 Вибір автоматів живильної мережі сушильного цеху

Для захисту електричних мереж до 1 кВ застосовують автоматичні повітряні вимикачі і плавкі запобіжники. Автоматичний повітряний вимикач (автомат) – це комутаційний апарат, призначений для автоматичного розмикання електричних ланцюгів при ненормальних режимах (струмах КЗ або перевантаженнях) та нечастих вмиканнях та розмиканнях у нормальних режимах роботи.

Номінальна напруга автомата $U_{ном.а}$ – це вказана в паспорті напруга, яка відповідає напрузі електричної мережі, де цей автомат може застосовуватися.

Номінальний струм автомата $I_{ном.а}$ – це найбільший струм, при протіканні якого автомат працює протягом тривалого часу без ушкоджень.

Номінальний струм розчеплювача автомата $I_{ном.р}$ – це струм, який зазначено в паспорті, при протіканні якого протягом тривалого часу не відбувається спрацювання розчеплювача.

Струм уставки розчеплювача – це найменший струм, при протіканні якого розчеплювач спрацює.

Обрана до встановлення ТП комплектується чотирма шафами відхідних ліній ШНЛ-8УЗ. Вони комплектуються лінійними автоматичними вимикачами серії ВА-88 на різну величину номінального струму. Для ШНЛ яка живить СРШ1 обираємо до встановлення автоматичний вимикач типу ВА88-32.

Обрані вимикачі наведені у таблиці 6.1:

Ізм.	Лист	№ док.м.	Підпис	Дата			
					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>		
Розробив		Клемберг І.С.			Арк	Аркш	Аркшів
Перевірив		Петровський М.В.				43	92
Реценз.					<i>СумДУ ЕТ.м-91</i>		
и Контр.		Никифоров М. А					
Затверд.		Лебединський І Л					

Таблиця 6.1 – Характеристика вимикачів

Живлення лінії	Тип автомата	Uном.а	Iном.а	Iном.т.р	Iу.т.р	Iу.е.р	Iном.в.а
СРШ1	ВА88-32	400	40	32	40	500	17,5
СРШ2	ВА88-32	400	10	8	10	500	17,5
СРШ3	ВА88-33	400	160	125	160	800	17,5
СРШ4	ВА88-33	400	160	125	160	800	17,5

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>		
<i>Ізм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ доким.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>		Клемберг І.С.			<i>Арк</i>	<i>Аркш</i>	<i>Аркшів</i>
<i>Перевірив</i>		Петровський М.В.				44	92
<i>Реценз.</i>					<i>СумДУ ЕТ.м-91</i>		
<i>и Контр.</i>		Никифоров М. А					
<i>Затверд.</i>		Лебединський І Л					

6.2 Вибір автоматів розподільної мережі сушильного цеху

У СРШ1 встановлено автоматичний вимикач типу ВА88-32, який захищає лінію до ЕП 1. Результати вибору автоматичного вимикача та автоматів інших груп ЕП наведено у таблиці 6.2:

Таблиця 6.2 – Розрахунок вибору автоматичного вимикача та автоматів

Живлення лінії	Тип автомата	Уном.а	Іном.а	Іном.т.р	Іу.т.р	Іу.е.р	Іном.в.а
Вентилятор високого тиску №1	ВА88-32	400	16	32	40	500	17,5
Вентилятор високого тиску №2	ВА88-32	400	16	12,5	12,5	500	17,5
Затвор випускного механізму №1 шахти 1	ВА88-32	400	12,5	10	160	500	17,5
Затвор випускного механізму №2 шахти 1	ВА88-32	400	12,5	10	160	500	17,5
Затвор випускного механізму №1 шахти 2	ВА88-32	400	12,5	10	12,5	500	17,5
Затвор випускного механізму №2 шахти 2	ВА88-32	400	12,5	10	12,5	500	17,5
Вентилятор холодного повітря	ВА88-32	400	63	50	63	500	17,5
Вентилятор гарячого повітря №1 шахти 1	ВА88-32	400	40	32	40	500	17,5
Вентилятор гарячого повітря №2 шахти 1	ВА88-32	400	63	50	63	500	17,5
Вентилятор гарячого повітря №1 шахти 2	ВА88-32	400	40	32	40	500	17,5
Вентилятор гарячого повітря №2 шахти 2	ВА88-32	400	63	50	63	500	17,5
Ланцюговий транспортер надшахтний	ВА88-32	400	16	12,5	16	500	17,5
Ланцюговий транспортер підшахтний	ВА88-32	400	32	25	32	500	17,5
Норія завантаження сирого зерна	ВА88-32	400	50	40	50	500	17,5
Норія міжшахтна	ВА88-32	400	50 МР 3.8.041.148073			500	17,5
Ізм.	Лист	№ док.м.	Підпис	Дата			
Розробив	Клемберг І.С.				Арк	Аркш	Аркшів
Перевірив	Петровський М.В.					45	92
Реценз.					СумДУ ЕТ.м-91		
ч.Контр.	Никифоров М. А						
Затверд.	Лебединський І Л						

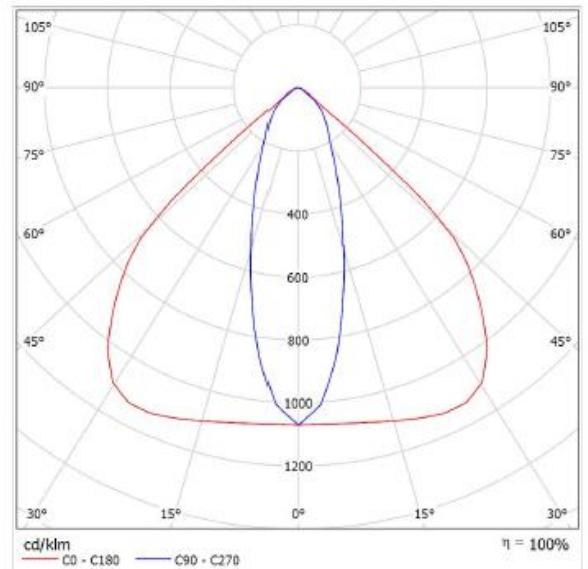
7 РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧТОГО ОСВІТЛЕННЯ ЦЕХУ

Світлотехнічний розрахунок освітлювальної установки в програмі DiaLux

Для початку робимо розрахунки для освітлювальної установки на другому поверсі.

Изображение светильников дается в фирменном каталоге.

Место выхода света 1:



Классификация светильников по CIE: 100
CIE Flux Code: 81 97 100 100 100

GentleSpace gen2 — новый стандарт освещения промышленных помещений с высокими потолками. Инновационные светильники для освещения помещений с высокими потолками: промышленных цехов, цехов пищевой промышленности, складов, выставочных залов и крытых спортивных сооружений. Доступен широкий выбор вариантов модели — оптики, покрытия корпуса, способа монтажа, материала защитного стекла. Предусмотрены взрывозащищенные версии светильников для работы в экстремальных условиях, они не выходят из строя при пожаротушении. GentleSpace подходит для широкого ряда задач: как для новых сооружений, так и для точечной замены старых светильников. Широкий выбор оптики, в том числе асимметричной для боковой подсветки, которая идеально подходит для спортивных залов и промышленного производства. Представив в 2011 г. светильники GentleSpace, Philips совершила прорыв, предложив инновационный дизайн, долгий срок службы и возможность значительного сокращения расходов на электроэнергию.

Место выхода света 1:

Оценка экранирования по UGR											
р Потолок	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	30
р Стены	50	30	50	30	30	50	30	50	30	50	30
р Пыля	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Совмещение позиция X Y	Направление взгляда поперек к оси лампы					Направление взгляда вдоль к оси лампы					
2Н	2Н	25.0	25.9	25.3	26.1	26.3	18.3	19.2	18.6	19.4	19.6
	3Н	25.0	25.8	25.3	26.1	26.3	18.7	19.4	19.0	19.7	19.9
	4Н	25.0	25.8	25.3	26.0	26.3	18.8	19.5	19.1	19.8	20.0
	6Н	25.0	25.7	25.3	26.0	26.2	18.9	19.5	19.2	19.8	20.1
	8Н	25.0	25.6	25.3	25.9	26.2	18.8	19.5	19.2	19.8	20.1
4Н	12Н	24.9	25.5	25.3	25.9	26.2	18.8	19.4	19.2	19.7	20.1
	2Н	24.9	25.6	25.2	25.8	26.1	18.4	19.1	18.7	19.4	19.7
	3Н	24.9	25.5	25.3	25.8	26.1	18.9	19.5	19.2	19.8	20.1
	4Н	24.9	25.5	25.3	25.8	26.2	19.1	19.6	19.4	19.9	20.3
	6Н	24.9	25.4	25.3	25.7	26.1	19.2	19.6	19.6	20.0	20.4
8Н	8Н	24.9	25.3	25.3	25.7	26.1	19.2	19.6	19.6	20.0	20.4
	12Н	24.9	25.2	25.3	25.6	26.1	19.2	19.5	19.6	19.9	20.4
	4Н	24.9	25.3	25.3	25.6	26.0	19.1	19.5	19.5	19.9	20.3
	6Н	24.9	25.2	25.3	25.6	26.0	19.2	19.6	19.7	20.0	20.4
	8Н	24.8	25.1	25.3	25.6	26.0	19.3	19.5	19.7	20.0	20.4
12Н	12Н	24.8	25.0	25.3	25.5	26.0	19.3	19.5	19.7	19.9	20.4
	4Н	24.8	25.2	25.3	25.6	26.0	19.1	19.4	19.5	19.8	20.3
	6Н	24.8	25.1	25.3	25.5	26.0	19.2	19.5	19.7	19.9	20.4
	8Н	24.8	25.0	25.3	25.5	26.0	19.2	19.5	19.7	19.9	20.4
	8Н	24.8	25.0	25.3	25.5	26.0	19.2	19.5	19.7	19.9	20.4

Варианты позиции светильников для расстояний между светильниками S:

S = 1.0Н	+3.6 / -5.2	+0.7 / -1.3
S = 1.5Н	+6.2 / -6.2	+1.6 / -2.8
S = 2.0Н	+8.3 / -6.5	+3.1 / -3.1

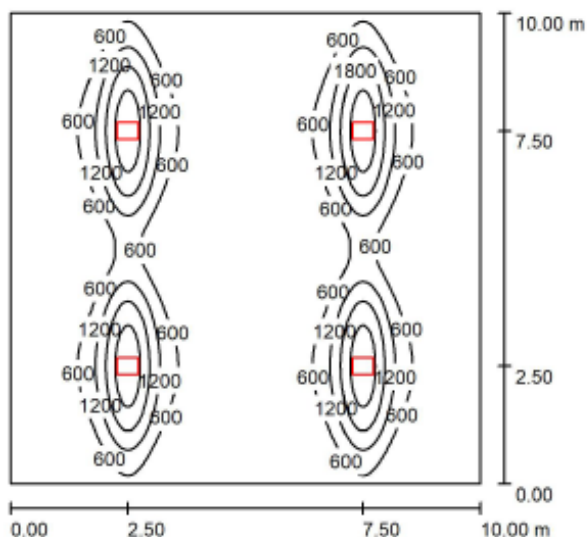
Стандартная таблица
Корректировочное значение
6.6
1.4

Скорректированные индексы экранирования, относительные к 17000lm Общий световой поток

Рисунок 7.1. Результаты работы с программой DiaLux

MP 3.8.141.148 ПЗ				
Изм.	Лист	№ док.м.	Підпис	Дата
Розробив		Клемберг І.С.		
Перевірив.		Петровський М.В.		
Реценз.				
и Контр.		Никифоров М. А		
Затверд.		Лебединський І Л		
			Арк	Аркш
				46
			Аркшів	
			92	
СумДУ ЕТ.м-91				

Приміщення 1 / Резюме



Высота помещения: 3.800 m, Монтажная высота: 3.200 m,
Коэффициент эксплуатации: 0.80

Значения в Lux, Масштаб 1:129

Поверхность	ρ [%]	E_{cp} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{cp}
Рабочая плоскость	/	545	48	2834	0.088
Полы	27	514	84	1527	0.164
Потолок	27	89	61	109	0.688
Стенки (4)	20	102	47	623	/

Рабочая плоскость:		UGR	Вдоль-	Поперек	К оси светильников
Высота:	0.850 m	Левая стенка	26	20	
Растр:	128 x 128 Точки	Нижняя стенка	26	20	
Краевая зона:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Ведомость светильников

№	Шт.	Обозначение (Поправочный коэффициент)	Φ (Светильник) [lm]	Φ (Лампы) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS BY470P 1 xECO170S/840 HRO GC (1.000)	17000	17000	120.0
			Всего: 68000	Всего: 68000	480.0

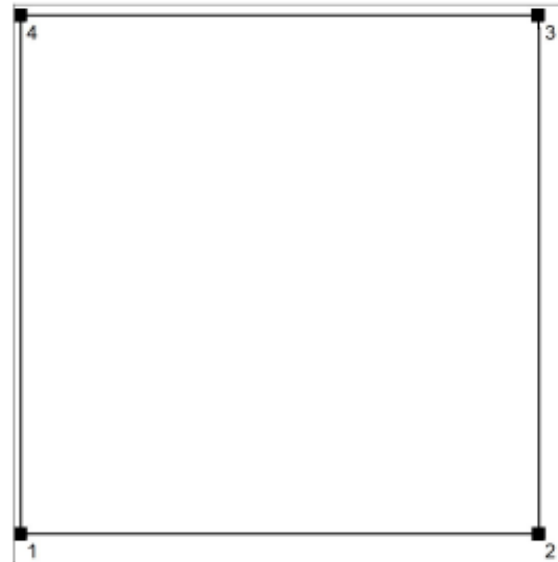
Удельная подсоединенная мощность: $4.80 \text{ W/m}^2 = 0.88 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Поверхность основания: 100.00 m^2)

Рисунок 7.2. Продовження результатів роботи з програмою DiaLux

					<i>MP 3.8.14.1.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Приміщення 1 / Протокол ввода

Высота рабочей плоскости: 0.850 m
 Краевая зона: 0.000 m
 Коэффициент эксплуатации: 0.80
 Высота помещения: 3.800 m
 Поверхность основания: 100.00 m²



Поверхность	Rho [%]	от ([m] [m])	по ([m] [m])	Длина [m]
Полы	27	/	/	/
Потолок	27	/	/	/
Стенка 1	20	(0.000 0.000)	(10.000 0.000)	10.000
Стенка 2	20	(10.000 0.000)	(10.000 10.000)	10.000
Стенка 3	20	(10.000 10.000)	(0.000 10.000)	10.000
Стенка 4	20	(0.000 10.000)	(0.000 0.000)	10.000

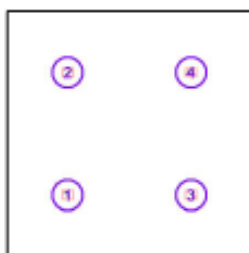
Рисунок 7.3. Продовження результатів роботи з програмою DiaLux

Оператор Клемберг І.С.
 Телефон +380662271012
 Факс
 Электронная почта kilvan19971@gmail.com

Приміщення 1 / Светильники (список координат)

PHILIPS BY470P 1 xECO170S/840 HRO GC

17000 lm, 120.0 W, 1 x 1 x ECO170S/840/- (Поправочный коэффициент 1.000).



№	Позиция [m]			Вращение [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	2.500	2.500	3.200	0.0	0.0	90.0
2	2.500	7.500	3.200	0.0	0.0	90.0
3	7.500	2.500	3.200	0.0	0.0	90.0
4	7.500	7.500	3.200	0.0	0.0	90.0

Рисунок 7.4. Продовження результатів роботи з програмою DiaLux

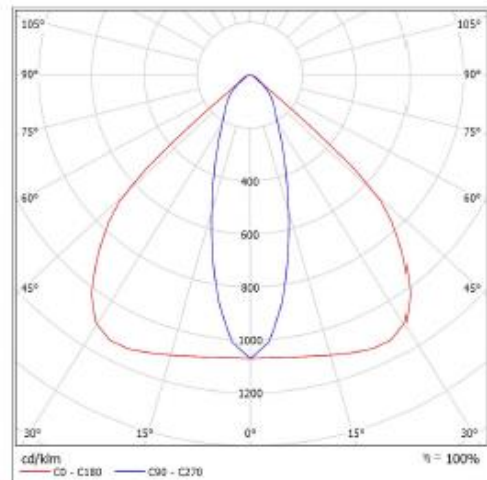
Та робимо розрахунки для першого поверху:

Оператор
Телефон
Факс
Электронная почта

PHILIPS BY470P 1 xGRN130S/840 HRO GC / Паспорт светильника

Изображение светильников дается в фирменном каталоге.

Место выхода света 1:



Классификация светильников по CIE: 100
CIE Flux Code: 81 97 100 100 100

GentleSpace gen2 — новый стандарт освещения промышленных помещений с высокими потолками. Инновационные светильники для освещения помещений с высокими потолками: промышленных цехов, цехов пищевой промышленности, складов, выставочных залов и крытых спортивных сооружений. Доступен широкий выбор вариантов модели — оптики, покрытия корпуса, способа монтажа, материала защитного стекла. Предусмотрены взрывозащищенные версии светильников для работы в экстремальных условиях, они не выходят из строя при пожаротушении. GentleSpace подходят для широкого ряда задач: как для новых сооружений, так и для точечной замены старых светильников. Широкий выбор оптики, в том числе асимметричной для боковой подсветки, которая идеально подходит для спортивных залов и промышленного производства. Представил в 2011 г. светильники GentleSpace, Philips совершила прорыв, предложив инновационный дизайн, долгий срок службы и возможность значительного сокращения расходов на электроэнергию.

Место выхода света 1:

Оценка экранирования по UGR											
д. Потолок	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	
д. Стены	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	
р. Полы	30	30	20	20	20	20	20	20	20	20	
Векторная проекции x	Направление взгляда поперек к оси лампы					Направление взгляда вдоль к оси лампы					
2H	2H	24.1	25.0	24.4	25.2	25.4	17.4	18.3	17.7	16.5	18.7
3H	3H	24.1	24.9	24.4	25.1	25.4	17.7	18.5	18.0	18.7	18.0
4H	4H	24.1	24.8	24.4	25.1	25.4	17.9	18.6	18.2	18.4	18.1
6H	6H	24.1	24.7	24.1	25.0	25.3	17.9	18.8	18.3	18.9	18.2
8H	8H	24.0	24.7	24.4	25.0	25.3	17.9	18.6	18.3	18.8	18.2
12H	12H	24.0	24.6	24.1	24.9	25.2	17.9	18.5	18.2	18.8	18.1
4H	2H	23.9	24.6	24.2	24.9	25.2	17.9	18.2	17.8	18.5	18.7
3H	3H	24.0	24.6	24.3	24.9	25.2	17.9	18.5	18.3	18.8	18.2
4H	4H	24.0	24.5	24.4	24.9	25.2	18.1	18.7	18.5	18.9	18.3
6H	6H	24.0	24.4	24.4	24.8	25.2	18.2	18.7	18.6	19.1	18.4
8H	8H	24.0	24.4	24.4	24.8	25.2	18.3	18.7	18.7	19.0	18.4
12H	12H	23.9	24.3	24.4	24.7	25.1	18.2	18.6	18.7	19.0	18.4
4H	6H	23.9	24.3	24.3	24.7	25.1	18.2	18.6	18.6	19.0	18.4
6H	6H	23.9	24.2	24.4	24.7	25.1	18.3	18.6	18.6	19.0	18.5
8H	8H	23.9	24.2	24.4	24.6	25.1	18.3	18.6	18.6	19.0	18.5
12H	12H	23.9	24.1	24.4	24.6	25.1	18.3	18.6	18.6	19.0	18.5
4H	4H	23.9	24.2	24.3	24.6	25.1	18.2	18.5	18.6	18.9	18.3
6H	6H	23.9	24.2	24.4	24.6	25.1	18.3	18.6	18.6	19.0	18.5
8H	8H	23.9	24.1	24.3	24.6	25.0	18.3	18.5	18.8	19.0	18.5

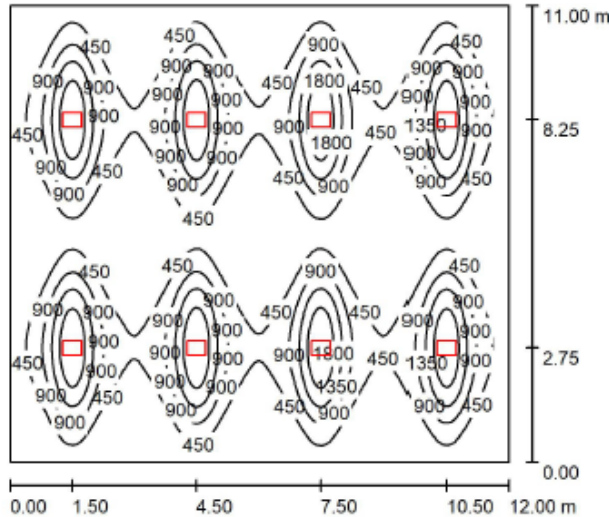
Векторные проекции на подложку для расстояний между светильниками S		
S = 1.0H	+2.8 / -5.2	+0.7 / -1.3
S = 1.5H	+0.2 / +6.2	+1.0 / -2.0
S = 2.0H	+8.2 / -4.5	+2.1 / -3.1

Стандартная таблица Коэффициента экранирования светильника	8630	8602
Коэффициент экранирования светильника	6.7	0.4

Среднеэкранирование подложки экранирования, эквивалентно к UGR(0.4) Общий расчетный угол

Рисунок 7.5. Продовження результатів роботи з програмою DiaLux

Поверх 1 / Резюме



Высота помещения: 3.800 m, Монтажная высота: 3.200 m,
Коэффициент эксплуатации: 0.80

Значения в Lux, Масштаб 1:142

Поверхность	ρ [%]	E_{cp} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{cp}
Рабочая плоскость	/	630	63	2228	0.101
Полы	27	600	108	1277	0.179
Потолок	27	108	73	135	0.681
Стенки (4)	20	124	57	460	/

Рабочая плоскость: **UGR** Вдоль- Поперек К оси светильников
 Высота: 0.850 m Левая стенка 25 19
 Растр: 128 x 128 Точки Нижняя стенка 25 19
 Краевая зона: 0.000 m (CIE, SHR = 0.25.)
 Число точек, имеющих менее 400 люкс (для IEQ-7): 46.56%.

Ведомость светильников

№	Шт.	Обозначение (Поправочный коэффициент)	Φ (Светильник) [lm]	Φ (Лампы) [lm]	P [W]
1	8	PHILIPS BY470P 1 xGRN130S/840 HRO GC (1.000)	13000	13000	87.0
			Всего: 104000	Всего: 104000	696.0

Удельная подсоединенная мощность: 5.27 W/m² = 0.84 W/m²/100 lx (Поверхность основания: 132.00 m²)

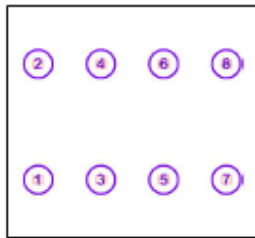
Рисунок 7.6. Продовження результатів роботи з програмою DiaLux

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Поверх 1 / Светильники (список координат)

PHILIPS BY470P 1 xGRN130S/840 HRO GC

13000 lm, 87.0 W, 1 x 1 x GRN130S/840/- (Поправочный коэффициент 1.000).



№	Позиция [m]			Вращение [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.500	2.750	3.200	0.0	0.0	90.0
2	1.500	8.250	3.200	0.0	0.0	90.0
3	4.500	2.750	3.200	0.0	0.0	90.0
4	4.500	8.250	3.200	0.0	0.0	90.0
5	7.500	2.750	3.200	0.0	0.0	90.0
6	7.500	8.250	3.200	0.0	0.0	90.0
7	10.500	2.750	3.200	0.0	0.0	90.0
8	10.500	8.250	3.200	0.0	0.0	90.0

Рисунок 7.7. Продовження результатів роботи з програмою DiaLux

8. НАУКОВА ЧАСТИНА

З моменту відкриття електрики люди шукали ефективні методи зберігання енергії для подальшого використання у разі потреби. За останнє сторіччя галузь накопичення енергії продовжувала розвиватися й адаптуватися до мінливих потреб в енергопостачанні. Підприємства та приватні споживачі також проявляли зацікавленість у можливості зберігання електроенергії для усунення перевантажень і згладжування коливань потужності, що відбуваються незалежно від виробництва відновлюваної енергії. Зараз у всьому світі спостерігається швидке збільшення генерувальних потужностей, що і привело до розвитку технологій накопичення енергії для виробництва електроенергії у великих масштабах. Існує багато способів зберігання енергії, проте дуже важливо визначити, які технології найкраще підходять для задоволення поточних і майбутніх потреб. В науковій частині більш детально розглянемо промислові та побутові системи акумулювання енергії (ESS). [15]

Аналіз тенденцій розвитку світової енергетики показує, що ключовими факторами є надійність енергопостачання, енергетична безпека, енергоефективність і екологічна гармонізація. При цьому підвищення рівня енергоефективності є стратегічним напрямом зниження енергоємності економіки.

Ключову роль в успішному вирішенні нагальних проблем енергетики, включаючи задоволення зростаючого попиту, підвищення енергоефективності та надійності енергопостачання з поліпшенням стану навколишнього середовища, визначатимуть інноваційні технології енергетики, спрямовані на розвиток «інтелектуальних» електромереж (Smart Grid), технологій «інтелектуальних» систем обліку і розрахунків (Smart Metering), управління попитом (Demand Response, DR), пристроїв акумулювання енергії та зарядки електромобілів тощо. [14]

Ізм.	Лист	№ док.им.	Підпис	Дата	МР 3.8.14.1.148 ПЗ		
Розробив		Клемберг І.С.			Арк	Аркш	Аркшів
Перевірив.		Петровський М.В.				53	92
Реценз.					СумДУ ЕТ.м-91		
и Контр.		Никифоров М. А					
Затверд.		Лебединський І Л					

8.1 Основні технології ESS

Світова енергетична система робить впевнені кроки на шляху до декарбонізації: в неї додається все більше відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), знижуються витрати на зберігання. Дослідження показують, що більш швидко, ніж очікувалося, зниження вартості накопичення енергії та використання перемінних джерел енергії може збільшити потребу в ESS до понад 400 ГВт·год вже до 2030 року. [15]

Системи зберігання енергії надають широкий спектр технологічних підходів до управління нашим енергопостачанням. Розглянемо лише основні категорії.

1. Твердотільні акумулятори – ряд електрохімічних накопичувачів, у тому числі сучасні хімічні акумулятори та конденсатори (рис. 8.1).

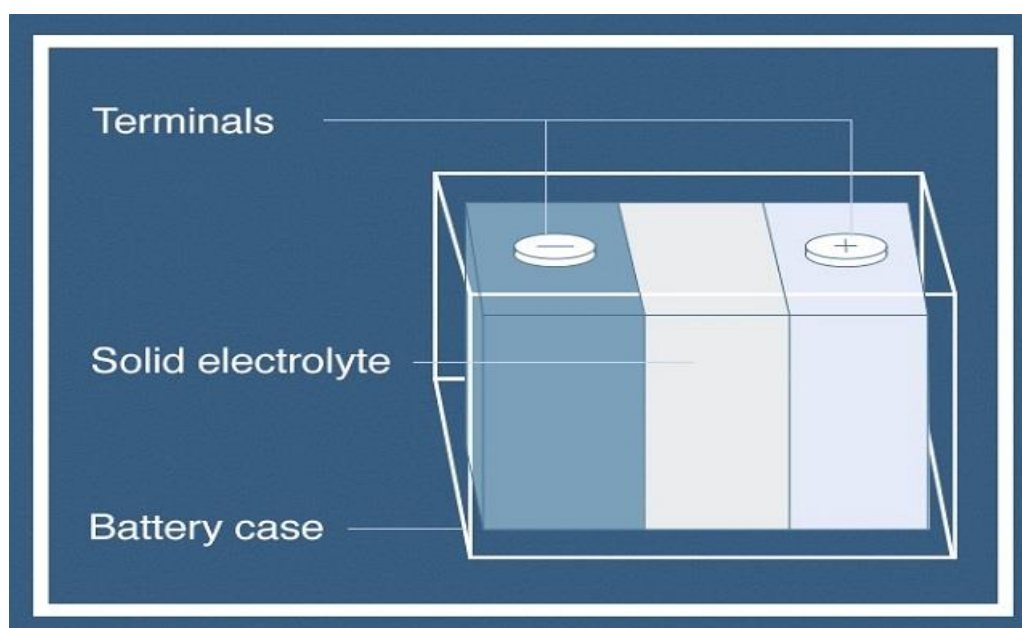


Рисунок 8.1. Твердотільні акумулятори. Джерело: онлайн-видання Energy storage networks, An overview of 6 energy storage methods, Feb'18.

2. Проточні акумулятори – акумулятори, в яких енергія накопичується безпосередньо в розчині електроліту для збільшення терміну служби і миттєвого спрацювання (рис. 8.2).

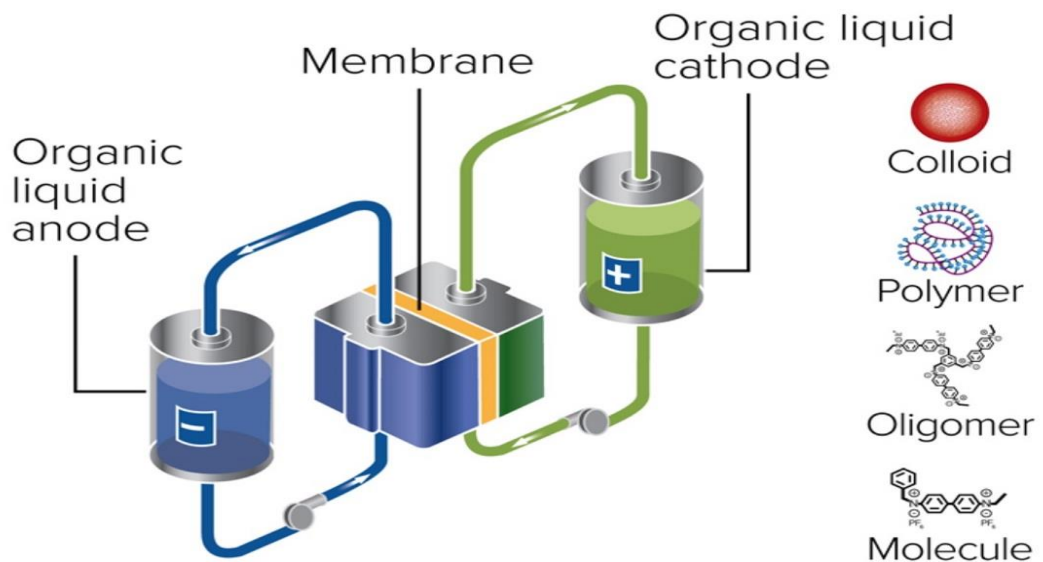


Рисунок 8.2 Принцип роботи проточного акумулятора. Джерело: онлайн-видання Power Electronics, 6 Promising Energy Storage Options to Tie into the Grid, Feb'18.

3. Маховики – механічні пристрої, що використовують енергію обертання для миттєвої подачі електричного струму (рис. 8.3). Компанія Temporal Power заявляє про створення супермаховиків з вихідною потужністю 500 кВт на кожен.

ABB RE+: PowerStore™ flywheel system Grid stabilization

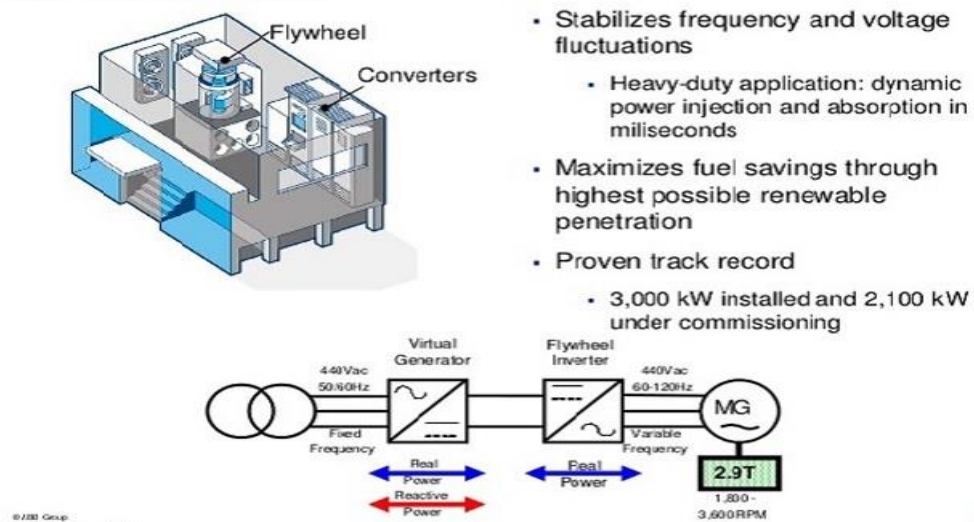


Рисунок 8.3. Приклад принципу роботи маховика компанії ABB. Джерело: онлайн-видання Power Electronics, 6 Promising Energy Storage Options to Tie into the Grid, Feb'18.

4. Система зберігання енергії на основі стисненого повітря (рис. 8.4). За допомогою даного способу можна створювати потужний запас енергії. Канадська компанія Hydrostor в партнерстві з АЕСОМ очолює впровадження цієї технології як на морі, так і на суші.

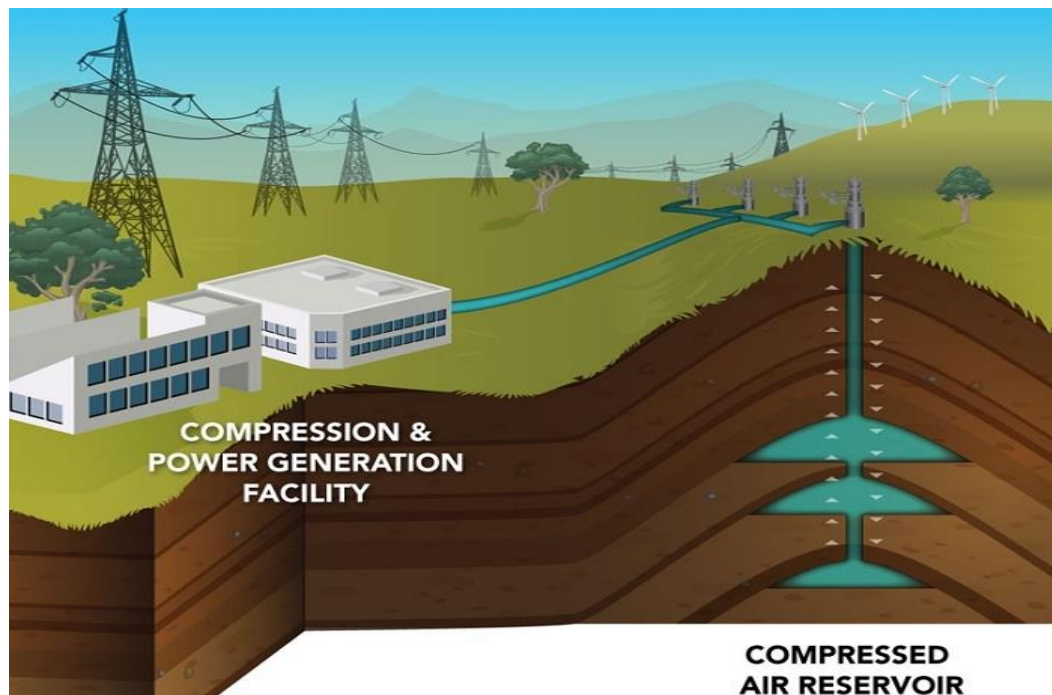


Рисунок 8.4 Зберігання енергії за рахунок стисненого повітря. Джерело: the website of the Pacific Northwest National Laboratory, Compressed Air Energy Storage, Apr'17.

5. Сховище теплової енергії – акумулювання тепла і холоду для створення енергії на вимогу та її виділення в зручний для споживачів час. Основним еталонним об'єктом в області таких сонячних електростанцій є Crescent Dunes Solar Reserve в Неваді (США), потужність якої становить 110 МВт (рис. 8.5).



Рисунок 8.5 Електростанція Crescent Dunes Solar Reserve, Невада, США. Джерело: онлайн-видання Power Electronics, 6 Promising Energy Storage Options to Tie into the Grid, Feb'18.

6. Насосна гідроакумулювальна електростанція – створення та зберігання енергії з використанням двох резервуарів із водою, розташованих на різних висотах (рис. 8.6). Відомий приклад даної технології – La Muela від Iberdrola, найбільший гідрокомплекс в Іспанії та Європі.

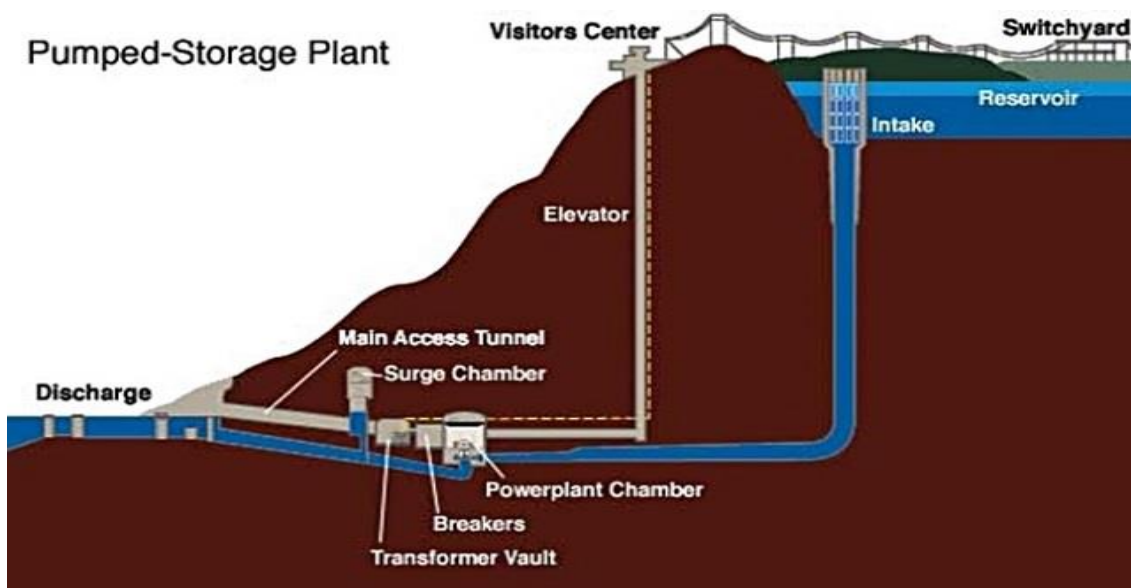


Рисунок 8.6 Принцип роботи насосної гідроелектростанції. Джерело: Wikipedia, Pumped-storage hydroelectricity.

7. Гравітаційні накопичувачі енергії – пристрої, які генерують електрику, випускаючи у разі потреби важкий вантаж із певної висоти. Ares – провідна компанія в цій галузі, яка стверджує, що дана технологія коштує на 40% дешевше, ніж гідроакумулювальна електростанція, і є більш ефективною (рис. 8.7).

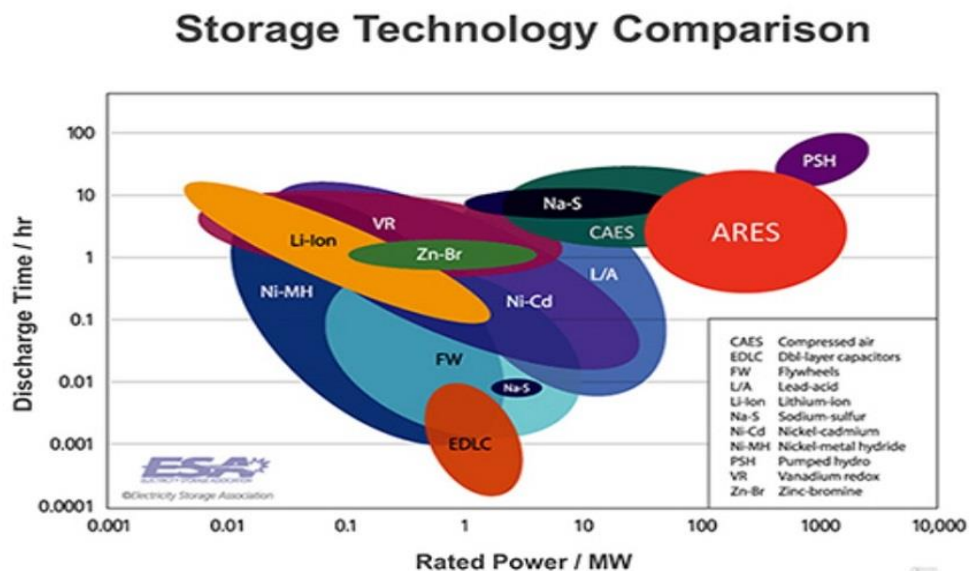


Рисунок 8.7 Порівняння технологій накопичення енергії. Джерело: онлайн-видання Magnus, Energy Storage: Present or Future, Apr'17.

До слова, літій-іонні акумулятори (надалі – ЛІА) – найпопулярніші елементи, які використовують у сучасних накопичувачах енергії як в побуті, так і в промислових масштабах.

Можливості ЛІА в якості накопичувачів енергії:

- у генерації це: підтримування частоти; компенсація стохастичності режимів генерації ПДЕ; альтернатива будівництву генерувальним потужностям для електропостачання віддалених та ізольованих енергорайонів;
- у мережах: підтримування необхідної якості електроенергії; згладжування піків навантаження в електричній мережі; альтернатива реконструкції мережевої інфраструктури у «вузьких» ділянках мережі;

альтернатива розширенню мережевої інфраструктури для електропостачання віддалених та ізольованих енергорайонів;

- для споживачів: зниження витрат на електроенергію; забезпечення безперебійності енергопостачання; підвищення якості електроенергії; використання в складі інфраструктури для «розумного» будинку/електромобілів.

На сьогодні більшість ESS зосереджені в Європі, Північній Америці, Східній та Центральній Азії, а також Тихому океані. Провідні країни в даному напрямку – США, Південна Корея, Японія і ряд європейських країн, включно з Німеччиною, Великобританією та Італією. В цілому, близько 96% проектів встановлено саме в цих країнах. Решта 4% знаходяться в Китаї та Південній Америці, переважно в Чилі. Близький Схід і Північна Африка, Південна Азія і Африка на південь від Сахари мають лише незначну кількість систем акумулювання енергії.

На ринку досить багато гравців ESS, перерахуємо лише топові компанії. [15]

8.2 Світові виробники промислових і побутових систем

Виробники промислових систем

Компанія Frost & Sullivan, яка займається дослідженням енергетичного ринку, опублікувала звіт, в якому передбачається, що ринок ESS до 2025 року збільшить виручку зі 160,4 млн доларів (дані за 2017 рік) до 1,6 млрд. Прогнозується, що до цього часу саме США, Австралія, Німеччина та Великобританія будуть приносити річний дохід у розмірі 1,5 млрд доларів.

Tesla Powerpack – провідний продукт для зберігання енергії в промислових масштабах. Це найбільший літій-іонний акумулятор ємністю

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

129 МВт·год і потужністю 100 МВт. ESS встановлені на вітровій фермі Hornsdale в Південній Австралії.

SunPower. Ветеран в області сонячної енергетики також займається зберіганням енергії під торговою маркою Helix. Проектує, встановлює й експлуатує акумуляторні системи з власним програмним забезпеченням для моніторингу та оптимізації генерації сонячної енергії. У бюджеті компанії закладені значні суми в доларах США для комерційного резервування систем акумуляування енергії.

SolarEdge. Продукт компанії StorEDGE забезпечує резервне живлення й обмежує експорт сонячної енергії, тим самим заощаджуючи гроші клієнтів. Компанія постачає інвертори й інші компоненти як для побутових, так і промислових інсталяторів. [15]

Виробники побутових систем

Tesla. Tesla Powerwall – найвідоміший акумулятор для сонячних електростанцій побутового призначення. Powerwall поєднує в собі інвертор із акумулятором 13,5 кВт·год і може підключатися до сонячних батарей, а також до автомобілів Tesla, заряджати і забезпечувати резервне живлення будинку. На початку 2018 року Tesla оприлюднила інформацію про відкриття найбільшої в світі мережі літій-іонних батарей в Південній Австралії і про свій план встановити там же сонячні батареї Powerwall 2 в 50 тисячах будинків

Vivint Solar у співпраці з Mercedes-Benz розробляє системи накопичення енергії потужністю 2,5 кВт·год, які можна поєднувати у блок потужністю до 20 кВт·год. Ця побутова акумуляторна система конкурує з Tesla – по вартості та ефективності. Споживачі можуть використовувати батареї для зберігання надлишкової сонячної енергії, що виробляється протягом дня, а потім користуватися нею в періоди пікового споживання енергії (ввечері та вночі), коли тарифи на електроенергію зазвичай вище.

LG Chem. LG Electronics, одна з провідних світових компаній з виробництва акумуляторів, пропонує серію систем зберігання енергії LG

					MP 3.8.141.148 ПЗ	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

(ESS), яка складається з двох високовольтних (RESU7H і RESU10H) і трьох низьковольтних акумуляторних систем (RESU3.3, RESU6.5 і RESU10). Високовольтні моделі також надають різні інвертори, які дозволяють споживачам перетворювати постійний струм, отриманий від сонячних батарей, в придатний для використання перемінний.

Eos Energy Storage пропонує своїм клієнтам привабливі рішення для зберігання енергії. Флагманський продукт компанії Eos Aurora – це недорога акумуляторна батарея постійного струму, спеціально розроблена для задоволення потреби накопичення енергії в мережі. Система розрахована на чотири години безперервної розрядки, її можна масштабувати і налаштовувати для зниження витрат на комунальні послуги.

Sonnen. SonnenBatterie eco використовує технологію літій-залізо-фосфатної батареї (LiFePO₄), розробленої в Німеччині. На додаток до батарейних модулів система накопичення енергії складається з інвертора, диспетчера енергії, технології вимірювання потужності та програмного забезпечення. Згідно з повідомленням компанії, продукт оснащений системою виявлення живлення, яка в режимі реального часу буде знаходити перебої й автоматично перемикається на живлення від батареї. Нещодавно Sonnen відкрив завод в Атланті, щоб почати виробництво для ринку США

Nissan. Компанія пропонує рішення для акумуляторних батарей під назвою xStorage, які утримують 4,2 кВт·год енергії. За словами представників компанії, здатність xStorage контролювати, коли брати енергію з мережі, і скорочувати пік споживання допомагає споживачам знизити свої витрати на електроенергію.

Sunverge. Акумулятори Sunverge One та Infinity забезпечують накопичення енергії від 7,7 кВт до 19,4 кВт·год. Є також відповідний додаток для смартфона, тому споживачі в будь-який час можуть відстежити, скільки відсотків сонячної енергії накопичено.

Redflow. Компанія виготовляє цинк-бромні акумулятори Redflow ZBM2 и ZCell. Завдяки системі зберігання з технологією plug-and-play і

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

можливості самостійного управління, захисту та моніторингу в режимі 24/7, дані батареї можуть переносити енергію в великих об'ємах.

Siemens. Компанія вже має свою торгову марку Siestorage для контейнерного зберігання енергії. Але в лютому 2019 року Siemens представили Junelight Smart Battery, системи зберігання енергії на основі літій-іонних акумуляторів для приватних домогосподарств. Моніторинг у режимі реального часу доступний через мобільний додаток, систему також можна налаштувати на потужність до 19,8 кВт·год, якщо об'єднати шість модульних блоків по 3,3 кВт·год.

Panasonic. У 2015 році компанія завершила роботи над «розумним містом» Фудзісава в Японії. Всі будинки міста були підключені до інтелектуальної енергосистеми на сонячній енергії, що дозволяє району працювати в автономному режимі до трьох днів. Протягом наступного десятиліття компанія прагнути повторити успіх Фудзісава в області мікромереж у Денвері (США) і почати нові проекти по всій території країни.

Нещодавно корпорації Toyota Motor і Panasonic оголосили про створення спільного підприємства з виробництва призматичних літій-іонних акумуляторів, батарей із твердим електролітом і акумуляторів нового покоління для електромобілів.

Крім вищевикладеного, в Австралії не так давно почали випуск зелених облігацій, які дають людям можливість інвестувати в зберігання енергії.

Національна фінансова корпорація з чистої енергії (CEFC) країни інвестувала 10 млн австралійських доларів у випуск даних облігацій на суму 90 млн австралійських доларів. Мета – стимулювання інституційних інвесторів допомогти прискорити розгортання сонячних фотоелектричних систем на дахах будинків і невеликих систем зберігання енергії. [15]

Системи акумулявання енергії допоможуть перейти від викопного палива до глобальної декарбонізації та майбутньої стовідсотково відновлюваної енергії.

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

ESS має переваги, що допоможе вирішити ряд актуальних питань:

- Вартість виробництва електроенергії може коливатися, будучи дешевше в одній точці і дорожче – в іншій. ESS можуть допомогти збалансувати витрати.
- Згладити потік відновлюваної енергії, зростання якої може бути нестабільним і непередбачуваним.
- Щойно ESS будуть інтегровані в системи електропостачання, вони зможуть служити резервною копією в разі відмови основного джерела енергії. Незамінні під час стихійних лих, таких як урагани, і не тільки.
- Буде відігравати важливу роль в управлінні поставками з періодично відновлюваних джерел і допоможе усунути викиди від імпортованої електроенергії.
- Завдяки ESS людство зможе перейти з джерел енергопостачання перемінної дії на безперервної, надійний потік енергії з ВДЕ.
- Мають важливе значення для досягнення повного технічного потенціалу сонячних і вітряних електростанцій, а також електромобілів. [15]

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

9. ОХОРОНА ПРАЦІ

9.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Законодавча база охорони праці України налічує ряд законів, основними з яких є Закон України «Про охорону праці» та Кодекс законів про працю (КЗпП). Організація охорони праці в філії підприємства АТ «ДПЗКУ» «Сумський КХП», ведеться на основі положень законодавства України про охорону праці.

Юридичною базою функціонування охорони праці на підприємстві є:

- статут, що встановлює організацію і сферу діяльності підприємства;
- колективний договір, в якому встановлюється загальні обов'язки сторін щодо регулювання трудових, соціально-економічних відносин;

Згідно за цим договором керівництво підприємства зобов'язується:

- забезпечувати гарантії прав громадян на охорону праці;
- привести в належний стан робочі місця, обладнання у відповідності з вимогами правил і норм охорони праці, протипожежної безпеки, виробничої санітарії;
- виконувати комплекс заходів по попередженню нещасних випадків та травматизму тощо.

Що стосується трудового колективу, який представлено в договорі в особі представницького органу, то він зобов'язується проводити постійну експертизу актів розслідування нещасних випадків на виробництві, сприяти й домагатись виконання у повному обсязі комплексних заходів щодо досягнення встановлених нормативів з охорони праці: посадові обов'язки з питань охорони праці відповідно до Закону України «Про нормативно-правові акти»; наказ «Про затвердження структури охорони праці на підприємстві»; інструкції по дотриманню правил з охорони праці та ряд інших організаційно - правових документів, зокрема і розпорядження керівника підприємства.

Ізм.	Лист	№ док.м.	Підпис	Дата				
					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>			
Розробив		Клемберг І.С.			Зміст	Арк	Аркцш	Аркцшів
Перевірив.		Петровський М.В.					64	92
Реценз.						<i>СумДУ ЕТ.м-91</i>		
и Контр.		Никифоров М. А						
Затверд.		Лебединський І Л						

В даному дипломному проекті була розроблена система електропостачання сушильного цеху на базі філії підприємства АТ «ДПЗКУ» «Сумський КХП».

У сушильному цеху встановлено одноструматорну ТП 250/6 кВА з силовим трансформатором типу ТМ-250/6.

При проведенні робіт у сушильному у цеху можуть мати місце такі небезпечні та шкідливі фактори [13]:

- наявність небезпечної напруги на струмопровідних частинах електрообладнання;
- наявність небезпечної напруги (крокової) в зоні розтікання електричного струму при замиканні струмоведучих частин на землю;
- можливість наявності небезпечної напруги на корпусах устаткування при його пошкодженні;
- небезпека отримання опіків обличчя та очей при короткому замиканні;
- небезпека отримання механічних пошкоджень персоналу під час проведення демонтажних та монтажних робіт.
- ненормальний підвищений шум, створюваний трансформаторами.

Категорія умов по небезпеці електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку з наявністю у цехах підвищеної вологості. Технічні рішення щодо запобігання електротравмам:

1) Для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмовідними елементами електроустаткування, необхідно:

- розміщувати неізольовані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах;
- використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки;
- підвід кабелів до споживачів здійснювати у закритих конструкціях підлоги;

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

2) При живленні однофазних споживачів струму від трипровідної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

Згідно з вимогами нормативів, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму КЗ залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового захисного провідника.

3) Електрозахисні засоби захисту

Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби.

Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі;

показчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками.

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В):

діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

При роботі, яка зв'язана з доторканням до струмоведучих частин електродвигуна або до обертових частин електродвигуна, який приводить в

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

рух механізм, необхідно зупинити електродвигун та на його пусковому пристрої або ключі керування повісити плакат "НЕ ВМИКАТИ, ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ".

При роботах за межами КРУ на відхідних ПЛ або КЛ на підключеному до них обладнанні візок з вимикачем необхідно викотити з шафи; верхню заслінку або дверці закрити на замок та вивісити плакати "НЕ ВМИКАТИ!" або "НЕ ВМИКАТИ! РОБОТА НА ЛІНІЇ".

При накладенні заземлювачів у шафах КРУ у випадку роботи на відходячих ПЛ необхідно враховувати наступні вимоги: ПЛ напругою вище 1000 В заземлюються в усіх РУ і у секційних комутаційних апаратах, де відключена лінія.

Якщо дозволяє конструктивне виконання апаратів та характер роботи, перераховані вище міри можуть бути замінені розшиновкою або від'єднанням кінців кабелю проводів від комутаційного апарату або обладнання, на якому повинна проводитись робота.

Розшиновку або від'єднання кабелю при підготовці робочого місця може виконати ремонтний робітник, який має третю групу. Під наглядом чергового або оперативно-ремонтного робітника. З найближчих до робочого міста струмоведучих частин до наступних доторканню повинна бути знята напруга або вони повинні бути огорожені. Відключене положення комутаційних апаратів до 1000 В з недоступними для огляду контактами (автоматичні вимикачі, пакетні вимикачі, рубильники в закритому виконанні тощо) визначається перевіркою відсутності на їх затискачах або на відходячих шинах, проводах або затискачах обладнання, яке відключається цими комутаційними апаратами.

В електроустановках до 1000 В при роботах на збірних шинах РУ, щитів, збірок напруга з шин повинна бути знята та шини (за винятком шин, які виконані ізольованим проводом) повинні бути заземлені. Необхідність та можливість встановлення на приєднання цих РУ, щитів, збірок та

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

підключеного до них обладнання визначає працівник, який видає наряд (розпорядження).

Перед допуском до роботи на електродвигунах насосів, димососів та вентиляторів, якщо можливо обертання електродвигунів від з'єднаних з ними механізмів, повинні бути закриті та заперті на замок засувки цих механізмів, а також прийняті заходи для гальмування ротора електродвигунів. Випробування електроприводів разом з виконуючим механізмом потрібно проводити з дозволу начальника зміни технологічного цеху, в якому вони встановлені.

При видачі робиться запис в оперативному журналі технологічного цеху, а отриманні цього дозволу - в оперативному журналі цеху (ділянки), який проводить випробування. Ремонт і наладку електросхем електроприводів, не з'єднаних з виконуючим механізмом, регулюючих органів та запірної арматури, можна проводити по розпорядженню. Дозвіл на їх випробування дає працівник, який дав розпорядження на вивід електропривода в ремонт, наладку. Про це повинен бути зроблений запис при оформленні розпорядження. При роботі на електродвигуні заземлення встановлюється на кабелі (з від'єднанням або без від'єднання його від електродвигуна) або на його приєднанні в РП.

Вмикання електродвигуна для перевірки до повного закінчення роботи проводиться після виводу бригади з робочого місця. Після випробування проводиться повторний допуск з оформленням в наряді. При виконанні роботи по розпорядженню на повторний допуск розпорядження дається заново.

Категорія умов по небезпеці електротравматизму залежить від наявності факторів підвищеної або особливої небезпеки. При наявності таких факторів як підвищена вологість, струмопровідний пил, контакт обслуговуючого персоналу з струмоведучими частинами, - приміщення можна віднести до категорії підвищеної небезпеки. [13]

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

9.2 Допомога при ураженні електричним струмом

Перша допомога при нещасних випадках від електричного струму складається з двох етапів: звільнення постраждалого від дії струму і надання йому медичної допомоги [13].

Звільнення постраждалого від дії струму може бути виконано декількома способами. Найбільш простий і надійний спосіб – це відключення відповідної частини електроустановки. Якщо відключення швидко провести чомусь неможливо можна при напрузі до 1000В перерубати провід сокирою з дерев'яною ручкою і відтягнути постраждалого від струмоведучої частини, 88 взявшись за його одяг, якщо він сухий, відкинути від нього провід з допомогою дерев'яної палки і т.п.

При напрузі вище 1000В потрібно застосувати діелектричні рукавиці, боти і в необхідних випадках ізолюючу штангу або ізолюючі кліщі, які розраховані на відповідну напругу.

Заходи першої медичної допомоги постраждалому від електричного струму залежать від його стану. Якщо потерпілий не втратив свідомості, але до цього він її втрачав або тривай час знаходився під струмом, йому необхідно забезпечити повний спокій до прибуття лікаря або терміново доставити лікувальний заклад.

При відсутності свідомості, але при наявності дихання і роботі серця треба рівно і зручно положити потерпілого на м'яку підстилку, розщепнути ремінець і одяг, забезпечити притік свіжого повітря. Потрібно давати нюхати нашатирний спирт, оббризкувати лице холодною водою, розтирати і зігрівати тіло.

Якщо потерпілий погано дихає – рідко, судорожно або якщо дихання поступово погіршується, то необхідно зробити штучне дихання. При відсутності ознак життя потрібно робити штучне дихання і зовнішній масаж серця.

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Штучне дихання повинно бути почате зразу ж після звільнення потерпілого від дії струму і виявлення його стану. Воно повинно проводитися методом, відомим під назвою «рот в рот», яке полягає в тому, що особа, яка надає допомогу, вдуває повітря із своїх легень в легені потерпілого через його рот. Повітря, яке видихається з легень, вміщує достатню для дихання кількість кисню. При цьому способі потерпілого кладуть на спину, відкривають йому рот і видаляють з рота по сторонні предмети і слизь. Для відкриття гортані потрібно закинути голову потерпілого назад, підложивши голову одну руку, а другою рукою натискати на чоло або тім'я потерпілого до такого ступеня, щоб підборіддя опинилось на одній лінії з шиєю.

Після цього особа, яка надає допомогу, робить глибокий вдих і з силою видихає повітря в рот потерпілого. При цьому він повинен охопити своїм ротом рот потерпілого і своїм лицем або пальцями руки закрити йому ніс. Потім 89 потрібно зробити ще один вдих. В цей період грудна клітка опускається, і він робить пасивний видих.

В одну хвилину потрібно робити 10-12 вдихів. Вдих повітря можна проводити через марлю або спеціальну трубку. При виникненні у потерпілого самостійного дихання деякий час потрібно продовжувати штучне дихання до повного приведення потерпілого до свідомості.

Ціль зовнішнього масажу серця штучно підтримати в організмі кровообіг і відновити самостійну діяльність серця.

Визначивши прощупуванням місце надавлювання, яке повинне знаходитись приблизно на пальці вище м'якого кінця грудини особа, яка надає допомогу, кладе на нього нижню частину долоні однієї руки, а потім зверху першої руки кладе під прямим кутом другу і надавлює на грудну клітку потерпілого, злегка допомагаючи при цьому нахилом свого корпусу. Надавлювати слід приблизно один раз в секунду швидким поштовхом так, щоб просунути нижню частину грудини в низ в сторону хребта на 3-4 см, а в повних людей – 5-6 см.

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Одночасно з масажем серця потрібно робити штучне дихання. Вдування потрібно робити в проміжках між надавлюванням або ж під час спеціальної паузи через кожні 4-5 надавлювань. Якщо допомогу надає одна людина, то вона повинна чергувати операції: після двох вдувань повітря приводити 15 надавлювань на грудну клітку.

Про відновлення діяльності серця у потерпілого можна судити тоді, коли в нього появляється власний, не підтримуючий масажем пульс. Для перевірки пульсу необхідно перервати масаж на 2-3 с. [13]

9.3 Розрахунок захисного заземлення

Захисним заземленням називається навмисне електричне з'єднання з землею або її еквівалентом металевих неструмоведучих частин, які можуть опинитися під напругою при замиканні на корпус і з інших причин. Завдання захисного заземлення - усунення небезпеки ураження струмом у випадку дотику до корпусу та інших струмоведучих металевих частин електроустановки, що опинилися під напругою. Захисне заземлення електроустановок необхідно виконувати у всіх випадках при напрузі 380В.

Як штучні заземлювачі застосовуються поодинокі або з'єднані в групи металеві електроди, забиті вертикально або укладені горизонтально в землю. Електроди виготовляються з відрізків пруткової сталі діаметром не менше 20 мм. Довжина електродів і відстань між ними повинна бути не менше 2,5 м.

Між собою вертикальні електроди в груповому заземлителі зварюються перемичкою, виконаної з аналогічних матеріалів тих же перерізів, що і самі електроди. Приєднання заземлюючих провідників до обладнання здійснюється зварюванням або болтами, а до металоконструкцій

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

і заземлителю (під землею) - зварюванням внахлестку на довжині, що дорівнює подвійній ширині для смуг або шести діаметрам для круглих стрижнів.

Окремі заземлюються корпусу зазвичай долучаються не безпосередньо до заземлювача, а магістральному заземлюючому провіднику, який повинен приєднуватися до заземлювача не менше ніж двома провідниками в різних місцях. Не можна послідовно включати кілька заземлюючих частин установки в заземлюючий провідник.

Розрахунок групових заземлюючих пристроїв ведеться в наступній послідовності:

Визначається допустимий опір заземлюючого пристрою в [ПУЕ]. Попередньо планується розташування заземлювачів по периметру. Потім визначається розрахункове питомий опір ґрунту для горизонтальних і вертикальних заземлювачів:

$$\rho_{рв} = \rho_{п} \cdot K_{пв} \quad (9.1)$$

$$\rho_{рг} = \rho_{п} \cdot K_{пг} \quad (9.2)$$

де $K_{пв}$, $K_{пг}$ - коефіцієнт сезону;

$\rho_{п}$ - питомий опір ґрунту 100 Ом · м.

Визначається опір розтіканню струму одиночного вертикального заземлювача (електрода) заглибленого вертикально з землею / 1 /:

$$R_B = \frac{\rho_{рв}}{2 \cdot \pi \cdot l_B} \cdot \lg \frac{4 \cdot l_B}{d} \quad (9.3)$$

де l_B , d - відповідно довжина і діаметр стрижня, м.

					<i>MP 3.8.14.1.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Визначається відношення відстані між електродами до їх довжини за висловом:

$$Q = \frac{a}{l} \quad (9.4)$$

де a - відстань між електродами, м;

l - довжина електрода, м.

Визначається коефіцієнт використання вертикального заземлювача, η_B , що враховує взаємне екранування.

Визначається коефіцієнт використання горизонтального заземлювача η_G , що враховує взаємне екранування з сполучною смугою.

Визначається орієнтовна кількість необхідних вертикальних заземлювачів по відношенню:

$$n \geq \frac{R_B}{R_D \cdot \eta_B} \quad (9.5)$$

де n - кількість вертикальних заземлювачів;

Визначається опір горизонтального заземлювача по:

$$R_G = \frac{\rho_{pG}}{\eta_B \cdot 2\pi \cdot l_G} \cdot \lg \frac{l_G^2}{d \cdot t} \quad (9.6)$$

Визначається загальний опір заземлюючого пристрою за формулою:

$$R_{\text{заг}} = \frac{R_B \cdot R_G}{(R_B \cdot \eta_B + R_G \cdot \eta_G) \cdot n} \quad (9.7)$$

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

якщо $R_{\text{заг}} > R_{\text{д}}$, То необхідно збільшувати кількість електродів, вибрати нові значення $\eta_{\text{в}}$, $\eta_{\text{г}}$ і повторити розрахунок.

Проводиться розрахунок заземлюючого контуру для сушильного цуху. Передбачається розташування зовнішнього контуру заземлення з зовнішньої сторони будівлі з розташуванням вертикальних електродів по периметру з урахуванням відступу від стін будівлі на 1 м. Причому контур є загальним для вищої і нижчої напруги мережі. В якості вертикальних заземлювачів приймаємо сталеві стрижні діаметром 12 мм і довжиною 5 м. До них приварюються горизонтальні електроди стрижневого типу з тієї ж стали, що і вертикальні електроди на глибині 0,8 м від поверхні ґрунту.

Згідно з правилами улаштування електроустановок допустимий опір заземлюючого пристрою для електроустановок напругою до 1 кВ не повинно бути більше 4 Ом, а для електроустановок напругою 10 кВ не повинно перевищувати 10 Ом. Виходячи з цього, за розрахункове приймається мінімальний опір $R_{\text{д}} = 4$ Ом.

По заданим вище формулам (9.1 і 9.2) визначається розрахункова питомий опір ґрунту для горизонтальних і вертикальних заземлювачів:

$$\rho_{\text{рв}} = 100 \cdot 1,4 = 140 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$\rho_{\text{рг}} = 100 \cdot 2 = 200 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

По (9.3) визначається опір розтікання струму одиночного вертикального заземлювача (електрода) заглибленого вертикально з землею:

$$R_{\text{в}} = \frac{140}{2 \cdot 3,14 \cdot 5} \cdot \lg \frac{4 \cdot 5}{0,012} = 14,7 \text{ Ом}$$

					<i>MP 3.8.14.1.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

По (9.4) визначається відношення відстані між електродами до їх довжини:

$$Q = \frac{12}{5} = 2.4$$

вибирається $\eta_B = 0,62$ і $\eta_r = 0,6$. По (9.5) визначається орієнтовна кількість необхідних вертикальних заземлювачів:

$$n = \frac{14,7}{4 \cdot 0,62} = 5,92 \approx 6$$

По (9.6) визначається опір горизонтального заземлювача:

$$R_r = \frac{200}{0,6 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 128} \cdot \lg \frac{128^2}{d0,012 \cdot 0,8} = 2,58 \text{ Ом}$$

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

По (9.7) визначається загальний опір заземлюючого пристрою:

$$R_{\text{заг}} = \frac{14,7 \cdot 2,58}{(14,7 \cdot 0,62 + 2,58 \cdot 0,6) \cdot 6} = 0,593 \text{ Ом}$$

Умова $R_{\text{заг}} < R_{\text{д}}$ виконано, $0,593 < 4 \text{ Ом}$. Розрахунок закінчено.

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

10. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ

Питання економічного обґрунтування ефективності при плануванні проектів розглядаються на різних стадіях планування. Тому розрізняють і методи, що застосовуються на окремих етапах планування та оцінки: на етапі проведення технічного аналізу та при плануванні фінансування проекту, коли відомі не всі умови діяльності підприємства, вибір здійснюється на практиці за допомогою спрощеного часткового аналізу; на вирішальній стадії оцінки необхідно розглянути проект у цілому, беручи до уваги результати часткового аналізу, а потім прийняти позитивне або відхиляюче проект рішення. Такі розрахунки здійснюється за допомогою глобальних моделей. Глобальними вони називаються тому, що дозволяють враховувати всі умови фінансової сфери.

На початковій стадії аналізу проводимо економічне порівняння двох варіантів вибору числа і потужності трансформаторів ТМ 160 та ТМ 250. Технічні дані трансформаторів заносимо в таблицю 10.1.

Таблиця 10.1 – Технічні дані трансформаторів

Число і потужність, кВА	ΔP_x , кВт	ΔP_k , кВт	I , %	U_k , %	Кз	Вартість, грн.
1x160	0,95	5,5	2,1	4,5	0,78	60500
2x100	1,05	4,2	3,68	4,7	0,63	48000

Для розрахунку показників використовуємо однакові формули.

Втрати реактивної потужності

$$\Delta Q_{x1} = S_{n1} \cdot \frac{I_{x1}}{100}, \quad (10.1)$$

$$\Delta Q_{x1} = 160 \cdot \frac{2,1}{100} = 3,36 \text{ кВт},$$

<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>				
<i>Ізм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ доким.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розробив</i>		Клемберг І.С.		
<i>Перевірив.</i>		Маценко О. М.		
<i>Реценз.</i>				
<i>ч. Контр.</i>		Никифоров М. А		
<i>Затверд.</i>		Лебединський І Л		
Зміст				
			<i>Арк</i>	<i>Аркш</i>
				77
			<i>СумДУ ЕТ.м-91</i>	

$$\Delta Q_{x2} = S_{H2} \cdot \frac{I_{x2}}{100}, \quad (10.2)$$

$$\Delta Q_{x2} = 100 \cdot \frac{3,68}{100} = 3,68 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{к1} = S_{к1} \cdot \frac{U_{к1}}{100}, \quad (10.3)$$

$$\Delta Q_{к1} = 160 \cdot \frac{4,5}{100} = 7,2 \text{ кВт}$$

$$\Delta Q_{к2} = S_{к2} \cdot \frac{U_{к2}}{100}, \quad (10.4)$$

$$\Delta Q_{к2} = 100 \cdot \frac{4,7}{100} = 4,7 \text{ кВт}$$

Приведені втрати активної потужності:

$$\Delta P'_{x1} = \Delta P_{x1} + K \cdot \Delta Q_{x1}, \quad (10.5)$$

$$\Delta P'_{x1} = 0,95 + 0,05 \cdot 3,36 = 1,118 \text{ кВт},$$

$$\Delta P'_{x2} = \Delta P_{x2} + K \cdot \Delta Q_{x2}, \quad (10.6)$$

$$\Delta P'_{x2} = 1,05 + 0,05 \cdot 3,68 = 1,234 \text{ кВт},$$

$$\Delta P'_{к1} = \Delta P_{к1} + K \cdot \Delta Q_{к1}, \quad (10.7)$$

$$\Delta P'_{к1} = 5,5 + 0,05 \cdot 7,2 = 5,86 \text{ кВт},$$

$$\Delta P'_{к2} = \Delta P_{к2} + K \cdot \Delta Q_{к2}, \quad (10.8)$$

$$\Delta P'_{к2} = 4,2 + 0,05 \cdot 4,7 = 4,435 \text{ кВт},$$

де $K=0,05$ – коефіцієнт приведених втрат.

Річні втрати електричної енергії:

$$\Delta E = n \cdot T_B \cdot (\Delta P'_{x1} + K_3^2 \cdot \Delta P'_{к1}), \quad (10.9)$$

$$\Delta E_1 = 1 \cdot 8760 \cdot (1,118 + 0,78^2 \cdot 5,86) = 41025 \text{ кВт} \cdot \text{год},$$

					<i>MP 3.8.14.1.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

$$\Delta E_2 = 2 \cdot 8760 \cdot (1,234 + 0,63^2 \cdot 4,435) = 52459 \text{ кВт} \cdot \text{год},$$

де $T_v = 8760$ год – час роботи трансформатора в рік.

Вартість втрат електричної енергії при $C_0 = 3,10$ грн./кВт год

$$C_{\text{втр}1} = C_0 \cdot \Delta E_1, \quad (10.10)$$

$$C_{\text{втр}1} = 3,10 \cdot 41025 = 127178 \text{ грн},$$

$$C_{\text{втр}2} = C_0 \cdot \Delta E_2, \quad (10.11)$$

$$C_{\text{втр}2} = 3,10 \cdot 52459 = 162624 \text{ грн},$$

Капітальні затрати:

$$K_1 = 1 \cdot 60500 = 60500 \text{ грн},$$

$$K_2 = 2 \cdot 48000 = 96000 \text{ грн},$$

Амортизаційні відрахування при $P_a = 6,3\%$,

$$C_{a1} = P_a \cdot K_1, \quad (10.12)$$

$$C_{a1} = 0,063 \cdot 60500 = 3811 \text{ грн},$$

$$C_{a2} = P_a \cdot K_2, \quad (10.13)$$

$$C_{a2} = 0,063 \cdot 96000 = 6048 \text{ грн},$$

Річні втрати складають:

$$C_1 = C_{a1} + C_{\text{втр}1}, \quad (10.14)$$

$$C_1 = 3811 + 127178 = 130989 \text{ грн}$$

$$C_2 = C_{a2} + C_{\text{втр}2}, \quad (10.15)$$

$$C_2 = 6048 + 162624 = 168672 \text{ грн},$$

Загальні річні втрати складають:

					<i>MP 3.8.14.1.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

$$Z_1 = \rho_K \cdot K_1 + C_1, \quad (10.16)$$

$$Z_1 = 0,125 \cdot 60500 + 130989 = 138552 \text{ грн},$$

$$Z_2 = \rho_K \cdot K_2 + C_2, \quad (10.17)$$

$$Z_2 = 0,125 \cdot 96000 + 168672 = 180672 \text{ грн},$$

Так як по капітальним і річним втратам другий варіант являється дорожчим, то з економічної точки зору більш прийнятливим являється перший варіант. До установки на ТП приймаємо один трансформатор потужністю 1600 кВА.

Визначасмо річний економічний ефект:

$$E = (K_2 + C_2) - (K_1 + C_1) = 73183 \text{ грн}, \quad (10.18)$$

Вибираємо перший варіант як доцільніший, тому що сумарні експлуатаційні затрати менші і річний економічний ефект від його застосування рівний 73183 грн.

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

ВИСНОВКИ

У представленому дипломному проєкті спроектована і розрахована система електропостачання сушильного цеху, основним робочим елементом якого є сушка ДСП-32, яка виконує функції: подачі холодного та гарячого повітря, транспортування зерна.

В ході виконання роботи було здійснено розроблення та вибір принципової електричної схеми електропостачання сушильного цеху при цьому було розглянуто порядок вибору системи електропостачання та техніко-економічне обґрунтування вибраної схеми системи електропостачання на підставі економічного аналізу. На основі розрахунків було обрано оптимальне електричне устаткування, з запропонованого в каталогах заводів виробників.

Була підтверджена працездатність СЕП в нормальних, форсованих і аварійних режимах.

При цьому було виконано умову: ЕП і ЕА вибиралися з номенклатури сучасного електроустаткування, а розрахунки виконувалися по сучасним методикам.

Розрахунки показали, що система електропостачання сушильного цеху зможе забезпечити споживачів електричною енергією відповідної якості і у необхідній кількості.

Отже, можна зробити висновок, що спроектована схема електропостачання відповідає вимогам ПУЕ та ГОСТів і здатна забезпечити надійне та безперебійне постачання електричною енергією даний сушильний цех.

У ході виконання дипломної роботи був набутий необхідний досвід та навички в проєктуванні систем електропостачання сушильного цеху промислових підприємств.

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

Список використаної літератури

- 1) Калюжний Д.М. Конспект лекцій з курсу «Електропостачання та електрозбереження» для студентів 4 курсу денної та заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.050701 – Електротехніка та електротехнології — Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2016. – 124с.
- 2) Рудницький В.Г. Внутрішньоцехове електропостачання. Курсове проектування: Навчальний посібник. – Суми: ВТД "Університетська книга", 2007. – 280 с.
- 3) Указания по расчету электрических нагрузок. РТМ 36.18.32.4–92 / / Инструктивные и информационные материалы по проектированию электроустановок. – 1992. – №7–8. – С. 4–28.
- 4) Василега П.О. Електропостачання: Навчальний посібник. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. – 415 с.
- 5) Справочник по проектированию электроснабжения / Под ред. Ю.Г. Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.
- 6) Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования / Под ред. Ю.Г. Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 464 с.
- 7) Рудницький В.Г. Внутрішньозаводське електропостачання. Курсове проектування: Навчальний посібник. – Суми: ВТД "Університетська книга", 2006. – 153 с.
- 8) Маліновський А.А., Хохулін Б.К. Основи електропостачання: Навч. посіб. – Л.: Вид-во Національного ун-ту «Львівська політехніка», 2005. – 324 с.
- 9) Федоров А.А., Старкова Л.Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий: Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 368 с. Зм. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 56 БР 3.6.050701.126 ПЗ
- 10) Ермилов А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 208 с.

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

- 11) Коновалова Л.Л., Рожкова Л.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: Учеб. пособ. для техникумов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 528 с.
- 12) Князевский Б.А., Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий: Учеб. для студ. вузов по спец. «Электропривод и автоматизация промышленных установок». – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 400 с.
- 13) Князевский Б.А. (ред.) «Охрана труда в электроустановках» - Учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 336 с.
- 14) Стан і перспективи розвитку технологій «інтелектуальних» електромереж, управління попитом та систем режимного управління в умовах розвитку поновлюваних джерел енергії у зарубіжній енергетичній сфері. Науковий журнал. – «Науково-проектний центр розвитку об'єднаної енергетичної системи України» ДП «НАЦІОНАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА КОМПАНІЯ «УКРЕНЕРГО»– Київ – 03/2018.– 122 с.
- 15) https://avenston.com/ru/articles/energy_storage_systems/

					<i>MP 3.8.141.148 ПЗ</i>	Арку
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

ДОДАТОК К

Таблиця К.1 – Основні розрахункові коефіцієнти електричних навантажень електроприймачів

Електроприймачі	Коефіцієнти		
	k_p	$\cos\varphi$	k_n
Машинобудівна і металооброблювальна промисловість			
Металорізальні верстати з нормальним режимом роботи (дрібні токарні, стругальні, довбальні, фрезерні, точильні, свердлильні, карусельні та ін.)	0,12–0,14	0,4–0,5	0,14–0,16
Те саме при важкому режимі роботи: штампувальні преси, автомати, обдирні, револьверні, зубофрезерні, а також великі токарні, стругальні, фрезерні, карусельні, розточувальні верстати, багатошпиндельні автомати для виготовлення деталей із прутків	0,17–0,2	0,65	0,23–0,25
Те саме з особливо важким режимом роботи: приводи молотів, волочильних верстатів, очисних барабанів, кувальних машин, бігунів та ін.	0,24	0,65	0,4
Крани мостові, грейферні, кран-балки, тельфери, ліфти	0,15–0,35	0,5	0,2–0,5
Насоси, компресори, двигуни-генератори, вентилятори	0,65–0,8	0,8	0,75

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MP 3.8.141.148 ПЗ

Арку

84

Таблиця К.2 – Значення коефіцієнтів розрахункового навантаження $K_{p,a}$ для живильних мереж напругою до 1 кВ

n_e	Коефіцієнт використання K_u								
	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80
1	8,00	5,33	4,00	2,57	2,00	1,60	1,33	1,14	1,00
2	6,22	4,33	3,39	2,45	1,98	1,60	1,33	1,14	1,00
3	4,05	2,89	2,31	1,74	1,45	1,34	1,22	1,14	1,00
4	3,24	2,35	1,91	1,47	1,25	1,21	1,12	1,06	1,00
5	2,84	2,09	1,72	1,35	1,18	1,16	1,08	1,03	1,00
6	2,64	1,96	1,62	1,28	1,14	1,13	1,06	1,01	1,00
7	2,49	1,86	1,54	1,23	1,12	1,10	1,04	1,00	1,00
8	2,37	1,78	1,48	1,19	1,10	1,08	1,02	1,00	1,00
9	2,27	1,71	1,42	1,16	1,09	1,07	1,01	1,00	1,00
10	2,18	1,65	1,39	1,13	1,07	1,05	1,00	1,00	1,00
11	2,11	1,61	1,35	1,10	1,06	1,04	1,00	1,00	1,00
12	2,04	1,56	1,32	1,08	1,05	1,03	1,00	1,00	1,00
13	1,99	1,52	1,29	1,06	1,04	1,01	1,00	1,00	1,00
14	1,94	1,49	1,27	1,05	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00
15	1,89	1,46	1,25	1,03	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
16	1,85	1,43	1,23	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
17	1,81	1,41	1,21	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
18	1,78	1,39	1,19	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
19	1,75	1,36	1,17	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20	1,72	1,35	1,16	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
21	1,69	1,33	1,15	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
22	1,67	1,31	1,13	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
23	1,64	1,30	1,12	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
24	1,62	1,28	1,11	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
25	1,60	1,27	1,10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30	1,51	1,21	1,05	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
35	1,44	1,16	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
40	1,40	1,13	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
45	1,35	1,10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MP 3.8.141.148 ПЗ

Арку

85

Таблиця К.3 – Значення коефіцієнтів розрахункового навантаження $K_{p.a}$ на шинах низької напруги цехових трансформаторів і для магістральних шинопроводів напругою до 1 кВ

n_e	Коефіцієнт використання K_e							
	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,7 і більше
1	8,00	5,33	4,00	2,67	2,00	1,60	1,33	1,14
2	5,01	3,45	2,69	1,90	1,52	1,24	1,11	1,00
3	2,94	2,17	1,80	1,42	1,23	1,14	1,08	1,00
4	2,28	1,73	1,46	1,19	1,06	1,04	1,00	0,97
5	1,31	1,12	1,02	1,00	0,98	0,96	0,94	0,93
6–8	1,20	1,00	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
9–10	1,10	0,97	0,91	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
10–25	0,80	0,80	0,80	0,85	0,85	0,85	0,90	0,90
25–50	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,80	0,85	0,85
Більше 50	0,65	0,65	0,65	0,70	0,70	0,75	0,80	0,80

Таблиця К.4 – Орієнтовні значення питомої установленної потужності загального освітлення цехів

Назва цеху, корпусу	Питома потужність $p_{п.о}$, Вт/м ²
Цехи металоконструкцій	11–13
Механічні, ремонтно-механічні цехи	11–16
Механічно-складальні, цехи дрібних серій	12–19
Ливарні, плавильні, термообрубні цехи	12–19
Електрозварювальні, термічні цехи	13–15
Інструментальні цехи	15–16
Деревообробні, модельні цехи	15–18
Блоки допоміжних цехів	17–18
Інженерні корпуси	18–20
Центральні заводські лабораторії	20–27

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MP 3.8.14.1.148 ПЗ

Арку

86

ДОДАТОК Л

Таблиця Л.1 – Технічні дані трифазних масляних двообмоткових трансформаторів напругою 6–10/0,4–0,69 кВ для комплектних трансформаторних підстанцій

Тип	Номінальна потужність, кВА	Номінальна напруга, кВ		Втрати, кВт		Напруга КЗ, %	Струм ХХ, %
		ВН	НН	ХХ	КЗ		
ТМФ-400/10	400	6, 10	0,4; 0,69	0,95	5,90	4,5	2,1
ТМФ-630/10	630			1,31	8,5	5,5	2,0
ТМЗ-250/10	250			0,74	3,7	4,5	2,3
ТМЗ-400/10	400			0,95	5,5	4,5	2,1
ТМЗ-630/10	630			1,31	7,6	5,5	1,8
ТМЗ-1000/10	1000			1,90	10,8	5,5	1,2
ТМЗ-1600/10	1600			2,65	16,5	6,0	1,0
ТМЗ-2500/10	2500			3,75	24,0	6,0	0,8

ДОДАТОК М

Таблиця М.1 – Економічна густина струму

Провідник	Економічна густина струму $J_{ек}$, А/мм ² , при кількості годин використання максимуму навантаження за рік $T_{макс}$, год		
	від 1000 до 3000	від 3000 до 5000	понад 5000
Неізольовані проводи та шини: – мідні – алюмінієві	2,5	2,1	1,8
	1,3	1,1	1,0
Кабелі з паперовою і проводи з гумовою та полівінілхлоридною ізоляцією з жилами: – мідними – алюмінієвими	3,0	2,5	2,0
	1,6	1,4	1,2
Кабелі з гумовою та пластмасовою ізоляцією з жилами: – мідними – алюмінієвими	3,5	3,1	2,7
	1,9	1,7	1,6

Таблиця М.2 – Допустиме короткочасне перевантаження для кабелів напругою до 10 кВ з паперовою просоченою ізоляцією

Коефіцієнт попереднього навантаження	Вид прокладення	Допустиме перевантаження відносно номінального за час, год		
		0,5	1,0	3,0
0,6	У землі	1,35	1,30	1,15
	У повітрі	1,25	1,15	1,10
	У трубах (у землі)	1,20	1,10	1,00
0,8	У землі	1,20	1,15	1,10
	У повітрі	1,15	1,10	1,05
	У трубах (у землі)	1,10	1,05	1,00

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

MP 3.8.14.1.148 ПЗ

Арку

88

Таблиця М.7 – Допустимий тривалий струм для кабелів з алюмінієвими жилами з паперовою просоченою маслосланціфольною та нестікаючою масами ізоляцією у свинцевій або алюмінієвій оболонці, що прокладаються в повітрі

Переріз жили, мм ²	Струм, А, для кабелів					
	одно- жильних до 1 кВ	дво- жильних до 1 кВ	трижильних напругою, кВ			чотири- жильних до 1 кВ
			до 3	6	10	
6	–	42	35	–	–	–
10	75	55	46	42	–	45
16	90	75	60	50	46	60
25	125	100	80	70	65	75
35	155	115	95	85	80	95
50	190	140	120	110	105	110
70	235	175	155	135	130	140
95	275	210	190	165	155	165
120	320	245	220	190	185	200
150	360	290	255	225	210	230
185	405	–	290	250	235	260
240	470	–	330	290	270	–
300	555	–	–	–	–	–
400	675	–	–	–	–	–
500	785	–	–	–	–	–
625	910	–	–	–	–	–
800	1080	–	–	–	–	–

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MP 3.8.141.148 ПЗ

Арку

89

Таблиця М.8 – Значення коефіцієнта С для кабелів напругою 6 та 10 кВ

Кабель	Коефіцієнт С, $As^{1/2}/mm^2$ при напрузі кабелю, кВ	
	6	10
Кабелі з алюмінієвими суцільними жилами й паперовою ізоляцією	92	94
Кабелі з алюмінієвими багатодротяними жилами й паперовою ізоляцією	98	100
Кабелі з мідними суцільними жилами й паперовою ізоляцією	140	143
Кабелі з мідними багатодротяними жилами й паперовою ізоляцією	147	150
Кабелі з алюмінієвими жилами й полівінілхлоридною або гумовою ізоляцією	75	78
Кабелі з мідними жилами й полівінілхлоридною або гумовою ізоляцією	114	118
Кабелі з алюмінієвими жилами й поліетиленовою ізоляцією	62	65
Кабелі з мідними жилами й поліетиленовою ізоляцією	94	98

Таблиця М.9 – Допустимий тривалий струм для кабелів з алюмінієвими жилами з гумовою чи пластмасовою ізоляцією у свинцевій, полівінілхлоридній і гумовій оболонках, броньованих і неброньованих

Переріз струмо- провідної жили, мм ²	Струм, А, для кабелів				
	одножильних	двожильних		трижильних	
	при прокладанні				
	у повітрі	у повітрі	у землі	у повітрі	у землі
2,5	23	21	34	19	29
4	31	29	42	27	38
6	38	38	55	32	46
10	60	55	80	42	70
16	75	70	105	60	90
25	105	90	135	75	115
35	130	105	160	90	140
50	165	135	205	110	175
70	210	165	245	140	210
95	250	200	295	170	255
120	295	230	340	200	295
150	340	270	390	235	335
185	390	310	440	270	385
240	465	–	–	–	–

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MP 3.8.141.148 ПЗ

Арку

91

Таблиця М.11 – Значення питомих опорів проводів і кабелів

Переріз струмо- провід- ної жили, мм ²	Активний опір жил при 20 °С, мОм/м		Індуктивний опір, мОм/м					три про- води в трубі та кабель із гумовою чи полі- вініл- хлорид- ною ізо- ляцією
	алю- міні- євої	мід- ної	кабель із поясною паперовою ізоляцією напругою, кВ					
			1	6	10	20	35	
1	-	18,5	-	-	-	-	-	0,133
1,5	-	12,3	-	-	-	-	-	0,126
2,5	12,5	7,4	0,104	-	-	-	-	0,116
4	7,81	4,63	0,095	-	-	-	-	0,102
6	5,21	3,09	0,090	-	-	-	-	0,100
10	3,12	1,84	0,073	0,110	0,122	-	-	0,099
16	1,95	1,16	0,0675	0,103	0,113	-	-	0,095
25	1,25	0,74	0,0662	0,091	0,099	0,135	-	0,091
35	0,894	0,53	0,0637	0,087	0,095	0,129	-	0,088
50	0,625	0,37	0,0625	0,083	0,090	0,119	-	0,085
70	0,447	0,265	0,0612	0,080	0,086	0,116	0,137	0,082
95	0,329	0,195	0,0602	0,078	0,083	0,110	0,126	0,081
120	0,261	0,154	0,0602	0,076	0,081	0,107	0,120	0,080
150	0,208	0,124	0,0596	0,074	0,079	0,104	0,116	0,079
185	0,169	0,100	0,0596	0,073	0,077	0,101	0,113	0,078
240	0,130	0,077	0,0587	0,071	0,071	-	-	0,077

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

MP 3.8.141.148 ПЗ

Арку

92