

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра електроенергетики

Робота допущена до захисту
Завідувач кафедри
електроенергетики
_____І.Л. Лебединський
"___" _____2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

Тема: Реконструкція трансформаторної підстанції 35/10 кВ
«М.Вистороп»

Зі спеціальності: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Виконала студентка гр. ЕТ-71 _____Курочка І.О.

Керівник: _____Лебедка С.М.

Суми-2021

Сумський державний університет

Факультет ЕЛІТ Кафедра електроенергетики
Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри електроенергетики
І.Л. Лебединський
“ ___ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ на кваліфікаційну роботу бакалавра

Курочки Ірини Олександрівни
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи:

«Реконструкція трансформаторної підстанції 35/10 кВ М.Вистороп»

затверджена наказом по університету № _____ від _____

2. Термін здачі студентом закінченої роботи 01.06.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи: потужність підстанції, кількість силових трансформаторів, організація обслуговування електричних мереж, існуючі типи обладнання на ПС, електрична схема підстанції.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно вирішити):

Вступ

1.Характеристика об'єкта проектування

2. Обґрунтування реконструкції ПС 35/10 кВ М.Вистороп

3. Розрахунок токів короткого замикання

3. Вибір ошиновки розподільних пристроїв

4. Вибір комутаційного обладнання

5. Розрахунок заземлення та блискавкозахисту підстанції

6.Організація автоматизованої системи управління

7.Встановлення параметральної сигналізації

Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. Схема нормального режиму ВРУ 35кВ ПС М.Вистороп 35/10 кВ

2. Схема нормального режиму КРУЗ 10кВ ПС М.Вистороп 35/10 кВ

3. Заземлюючий пристрій ПС М.Вистороп 35/10 кВ

4. Блискавкозахист ПС М.Вистороп 35/10 кВ

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітки
1	Характеристика об'єкта проектування	до 05.05.21	
2	Обґрунтування реконструкції ПС	до 12.05.21	
3	Розрахунок токів короткого замикання, вибір ошиновки РП	до 13.05.21	
4	Вибір комутаційного обладнання	до 19.05.21	
5	Розрахунок заземлення та блискавкозахисту підстанції	до 25.05.21	
6	Організація автоматизованої системи управління	до 27.05.21	
7	Встановлення параметральної сигналізації	до 28.05.21	
8	Графічний матеріал	до 29.05.21	
8	Здача роботи	до 04.06.21	

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема роботи: «Реконструкція трансформаторної підстанції 35/10 кВ М.Вистороп».

Автор: Курочка Ірина Олександрівна.

Ключові слова: ПІДСТАНЦІЯ, РОЗПОДІЛЬЧІ ПРИСТРОЇ, ТРАНСФОРМАТОР, ВИМИКАЧ, РОЗ'ЄДНУВАЧ, ШИНИ, ТРАНСФОРМАТОР СТРУМУ, ТРАНСФОРМАТОР НАПРУГИ.

Ключевые слова: ПОДСТАНЦИЯ, РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА, ТРАНСФОРМАТОР, ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ, РОЗЬЕДИНИТЕЛЬ, ШИНЫ, ТРАНСФОРМАТОР ТОКА, ТРАНСФОРМАТОР НАПРЯЖЕНИЯ.

Keywords: SUBSTATION, DISTRIBUTION DEVICES, TRANSFORMER, SWITCH, DISTRIBUTOR, MACHINE, TOXIC TRANSFORMER, TRANSFORMER OF VOLTAGE.

Метою роботи є обґрунтування вибору і розроблення рішень технічного переоснащення підстанції з метою її модернізації.

Обрана потужність силових трансформаторів і трансформаторів власних потреб, прийнята головна схема з'єднань, вибрано основне обладнання і ошиновка, розраховано заземлення та блискавкозахист підстанції.

Графічні матеріали: схема нормального режиму роботи ПС М.Вистороп 35/10 кВ до реконструкції та після, схема заземлення та блискавкозахисту ПС.

					БР 3.6.141.385 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

Перелік скорочень

АСКТП - автоматизована система керування технологічним процесом

ВВ – вакуумний вимикач

ВРП – відкритий розподільний пристрій

КЗ – коротке замикання

КРПЗ – комплектний розподільчий пристрій для зовнішньої установки

КЛ – кабельна лінія

МВ – масляний вимикач

ОПН – обмежувач перенапруг

ППР – пристрій індикації положення роз'єднувача

ПЛ – повітряна лінія

ПС – підстанція

ПУБ – прямий удар блискавки

РЕМ – район електричних мереж

РП – розподільчий пристрій

РПН – регулювання під навантаженням

ТСН – трансформатор власних потреб

ТМН – трансформатор масляний з регулюванням напруги під навантаженням

										Лист
										4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР 3.6.141.385 ПЗ					

ЗМІСТ

Вступ.		6
1. Характеристика об'єкта проектування.		7
2. Технічне переоснащення підстанції.		10
2.1 Обґрунтування основних задач реконструкції підстанції.		10
2.2 Розроблення рішень технічного переоснащення підстанції.		11
3. Розрахунок параметрів та вибір електричних апаратів.		14
3.1 Складання схеми підстанції та обґрунтування вибору електричних апаратів		14
3.2 Розрахунок струмів короткого замикання.		15
3.3 Вибір ошиновки РП.		19
4. Вибір комутаційного обладнання.		21
4.1 Вибір силового трансформатора	35	кВ.
4.2 Вибір вимикача на стороні 35 кВ.		22
4.3 Вибір вимикачів на стороні 10 кВ.	10	кВ.
4.4 Вибір роз'єднувачів на стороні 35 кВ.	35	кВ.
4.5 Вибір обмежувачів перенапруг 10 та 35 кВ.	10	кВ.
5.6 Вибір вимірювальних трансформаторів.		26
5. Заземлення та блискавкозахист		28
5.1 Розрахунок заземлення		28

	28								
		5.2			Розрахунок	<i>БР 3.6.14.1.385 ПЗ</i>	блискавкозахисту		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>					
<i>Разраб.</i>	31	Курочка І.О.			<i>Реконструкція трансформаторної підстанції 35/10 кВ «М.Вистороп»</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	
<i>Провер.</i>		Лебедка С.М.					5	52	
<i>Реценз.</i>						<i>СумДУ гр. ЕТ-71</i>			
<i>Н. Контр.</i>									
<i>Утверд.</i>		Лебединський							

6. Автоматизована система керування технологічним процесом	34
7. Охорона	праці
36	
8. Периметральна сигналізація	46
Висновки.	48
Список використаної літератури.	49
Додатки.	

ВСТУП

В даний час енергетики України зіткнулися з рядом найважливіших завдань галузі: реконструкція та модернізація енергетичного обладнання, зменшення питомих капіталовкладень при проектуванні енергооб'єктів, скорочення питомих витрат палива, підвищення продуктивності праці, поліпшення структури виробництва енергії, зниження загальномержевих втрат і підвищення якості електричної енергії.

Для економічного використання електричного обладнання, зокрема силових трансформаторів, вимикачів, що встановлюються на ПС, необхідно виробляти більш точні розрахунки при проектуванні підстанцій; компанувати так споживачів, щоб навантаження розподілялося рівномірно протягом дня. Так само необхідно провести заміну морально і фізично зношеного обладнання на нове, що дозволить скоротити втрати в мережі та підвищити якість електричної енергії.

Саме з метою енергозбереження проведено розрахунок параметрів і вибір устаткування підстанції і розроблений план по заміні застарілого

Обладнання.					<i>БР 3.6.141.385 ПЗ</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата			
Разраб.		Курочка І.О.			Лит.	Лист	Листов
Провер.		Лебедка С.М.				6	52
Реценз.					<i>СумДУ гр. ЕТ-71</i>		
Н. Контр.							
Утверд.		Лебединський					

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

Об'єкт технічного переоснащення – існуюча трансформаторна підстанція ПС 35 кВ "М.Вистороп", яка знаходиться за адресою: Сумська область, Лебединський район, с. Малий Вистороп.

Дана підстанція належить Лебединській дільниці філії «Сумський РЕМ» АТ «Сумиобленерго».

В 10 км знаходиться залізнична станція "Боромля". Загальна площа ВРП-35 кВ за генпланом – 0,097 га.

ПС введена в експлуатацію в 1975 році і призначена для електропостачання споживачів, як побутового, так і промислового секторів м. Лебедин.

Робота устаткування з передачі електроенергії - цілодобова, довготривала, безперервна.

Територія ПС огорожена сітчастим парканом. На території ПС розташовано ВРП-35 кВ, де встановлені два силових трансформатора

	потужністю 1000 кВА кожен. Силові трансформатори ТТ, 2Т 35/10 кВ типу			
	ТМ 1000/35-64 У1. Трансформатори маслонаповнені, трифазні, двообмоткові			
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата
Разраб.	Курочка І.В.			БР 3.6.141385 ПЗ
Провер.	Лебедка С.М.			Реконструкція трансформаторної підстанції 35/10 кВ «М.Вистороп»
Реценз.				машта, без пристроїв
Н. Контр.				7 52
Чтверд.	Лебединський			СумДУ гр. ЕТ-71

Лінійні комірки 10 кВ, ввода 10 кВ силових трансформаторів обладнані приладами обліку електроенергії по напрузі 10 кВ. Трансформатори власних потреб обладнані приладами обліку електроенергії по напрузі 0,4 кВ, що дозволяє врахувати надходження електричної енергії на шини 10 кВ підстанції і віддачу електричної енергії як за напругою 10 кВ, так і за напругою 0,4 кВ, тобто є можливість складання небалансу електричної енергії по підстанції. На ПС виключена можливість несанкціонованого доступу до ланцюгів обліку.

В КРПЗ-10 кВ установлені два трансформатори власних потреб потужністю 25 кВА кожний. Силові трансформатори ТСН-1 та ТСН-2 типу ТМ-25/10. Трансформатори маслонаповнені, трифазні, двообмоткові з природною циркуляцією масла і з пристроєм регулювання ПБЗ. Трансформатори введені в експлуатацію в 1975 році. Стан трансформаторів - добрий.

Оперативно-диспетчерське управління і ремонтно-експлуатаційне обслуговування ПС виконується персоналом відповідних служб АТ "Сумиобленерго".

У зв'язку з тим, що підстанція є єдиним центром живлення споживачів, більшість з яких мають I категорію з надійності електропостачання, роботи з технічного переоснащення підстанції передбачені в умовах постійного забезпечення споживачів електроенергією.

					БР 3.6.141.385 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

2. ТЕХНІЧНЕ ПЕРЕОСНАЩЕННЯ ПІДСТАНЦІЇ

2.1 Обґрунтування основних задач реконструкції підстанції

Бакалаврська робота передбачає виконання технічного переоснащення підстанції 35/10 кВ "М.Вистороп", а саме: реконструкція ВРП-35 кВ; реконструкція КРПЗ-10 кВ, організацією автоматизованої системи керування з видачею сигналів на диспетчерський пункт по волоконно-оптичній лінії зв'язку.

З метою недопущення виникнення аварійних ситуацій, забезпечення надійного та якісного електропостачання споживачів, зменшення технологічних втрат електроенергії необхідно виконати заміну силових трансформаторів 1Т, 2Т на нові, виконати заміну комутаційного обладнання ВРП-35 кВ та КРПЗ-10 кВ.

В реконструкцію ВРП-35 кВ входить заміна силових трансформаторів

	1Т, 2Т, заміна	масляних вимикачів 35 кВ на вакуумні вимикачі 35 кВ з					
			БР 3.6.141.385 ПЗ				
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	трансформаторів струму 35 кВ, заміна		
Разраб.	Курочка І.О.				Лит.	Лист	Листов
Провер.	роз'єднувачів 35 кВ, заміну	Реконструкція трансформаторної	35 кВ.			10	52
Реценз.		підстанції 35/10 кВ «М.Вистороп»					
Н. Контр.			СумДУ гр. ЕТ-71				
Утверд.	Лебединський						

В реконструкцію КРПЗ-10 кВ входить заміна існуючих вимикачів та трансформаторів струму 10 кВ по усім приєднанням; заміна існуючих трансформаторів напруги 10 кВ по I с.ш. та по II с.ш з існуючими розрядниками у комірках трансформаторів напруги 10 кВ по I та II с.ш.

Крім цього виконується організація автоматизованої системи керування з видачею сигналів на диспетчерський пункт та організація каналу передачі даних на верхній рівень - філію "Сумський РЕМ".

2.2 Розроблення рішень технічного переоснащення підстанції

Передбачається виконання технічного переоснащення підстанції 35 кВ "М.Вистороп", а саме:

- демонтаж існуючого силового трансформатора 1Т типу ТМ-1000/35-У1 та монтаж нового силового трансформатора 1Т типу ТМН-1000/35-У1 двообмоткового з РПН, виконаного за ГОСТ 11677-85 виробництва ПАТ «Запоріжтрансформатор». Трансформатор оснащується автоматичним пристроєм РПН з мікропроцесорними блоками керування, також передбачається встановлення датчиків рівня оливи.

- демонтаж існуючого та монтаж нового шинного мосту 10 кВ виконаного проводом АС 240/32 на шинних опорах ШОП-10-1.1-4 УХЛ1.

- на приєднанні 35 кВ 1Т демонтаж існуючих розрядників та монтаж нових ОПН-35 кВ РЕХЛІМ Q051-YV52 виробництва фірми АВВ з полімерним корпусом.

					БР 3.6.141.385 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

- заміну щита власних потреб з виконанням АВР.
- організація автоматизованої системи керування з видачею сигналів на диспетчерський пункт;
- організація волоконно-оптичної лінії зв'язку ВОЛЗ на ПС "М.Вистороп" від ПС "Тростянець" по ланцюгу ПЛ 35 кВ "Буймер-М.Вистороп" та ПЛ 35 кВ "Тростянець - Буймер"
- організація системи сигналізації периметральної охорони;

Замість існуючих роз'єднувачів 35 кВ шинних роз'єднувачі ШР-35-1Т и ШР-35-2Т та лінійного роз'єднувача ЛР-1 встановлюється роз'єднувач типу РДЗ 16-35 III/1000 УХЛ1 з одним комплектом заземлюючих ножів, з полімерною ізоляцією, з ручними приводами основних та заземлюючих ножів виробництва ТОВ "ГК"Високовольтні технології".

Обладнання по стороні 35/10 кВ встановлюються на опори виконаних на базі стійок УСО-1. Гнучке ошинування трансформатора стороні по 35 кВ виконується проводом АС-120/19 підвішеним на полімерних ізоляторах.

Для приєднання проводів до апаратів застосовуються апаратні пресовані затискачі.

Прокладка кабелів вторинної комутації від трансформатора 1Т до КРУЗ-10 кВ здійснюється у проєктованих металевих кабельних коробах та залізобетонних лотках.

Для приєднання проводів до апаратів застосовуються апаратні пресовані затискачі. На ПС передбачається встановлення світлодіодних прожекторів SL-10001/02/03, на проєктованих порталах. Підвід живлення до порталів передбачено кабелем через розподільчий щиток освітлення ЯУО-02, встановлений в КРУЗ-10 кВ. Кути повороту прожекторів в горизонтальній і вертикальній площинах уточнюються при налазці. Проектом передбачається організація тимчасового електропостачання на період виконання будівельно-монтажних робіт з технічного переоснащення підстанції.

У комірках КРУЗ-10 кВ по усім приєднанням передбачається заміна шинних та лінійних роз'єднувачів на роз'єднувачі 10 кВ виробництва ВАТ «Рівненський завод високовольної апаратури».

У комірках КРУЗ -10 кВ по усім приєднанням передбачається заміна прохідних ізоляторів на ізолятори типа ППЦ-10/630-8 УХЛ1.

					БР 3.6.14.1.385 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

3. РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРИЧНИХ АПАРАТІВ

3.1. Складання схем підстанції та обґрунтування вибору електричних апаратів.

Високовольтні електричні апарати вибираються за умовами тривалого режиму роботи і перевіряються за умовами коротких замикань. При цьому для апаратів проводиться: вибір за напругою; вибір по нагріванню при тривалих токах; перевірка на електродинамічну стійкість; перевірка на термічну стійкість; вибір по виконанню (для зовнішньої або внутрішньої установки).

Вибору підлягають: основні силові трансформатори; вимикачі на стороні вищої та нижчої напруг; роз'єднувачі; трансформатори струму на стороні вищої напруги; трансформатори струму і напруги на 10 кВ; ошиновка розподільних пристроїв 35 та 10 кВ і ізолятори.

Для вибору апаратів і струмоведучих частин необхідно визначити струми нормального і післяаварійного режиму.

Нормальний режим - це такий режим роботи електротехнічного пристрою, при якому значення його параметрів не виходять за межі, допустимі при заданих умовах експлуатації.

У нормальному режимі функціонують всі елементи даної електроустановки, без вимушених відключень і без перевантажень. Струм навантаження в цьому режимі може змінюватися в залежності від графіка навантаження. Для вибору апаратів і струмоведучих частин слід приймати найбільшим ток нормального режиму.

Післяаварійний режим - це режим, в якому частина елементів електроустановки вийшла з ладу або виведена в ремонт внаслідок аварійного (непланового) відключення. При цьому режимі можливе перевантаження електрообладнання струмом, яке залишилося в роботі.

					<i>БР 3.6.141.385 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Курочка І.О.</i>			<i>Реконструкція трансформаторної підстанції 35/10 кВ «М.Вистороп»</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Лебедка С.М.</i>					14	52
<i>Реценз.</i>						<i>СумДУ гр. ЕТ-71</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>		<i>Лебединський</i>						

Визначення струмів проводиться для випадку установки на підстанції силового трансформатора наступному ступені потужності, тобто 1 МВА.

Максимальний струм на вищій стороні розраховується за формулою [1]:

$$I_{\max} = \frac{(1,3 \div 1,4) \cdot S_{\text{ном.т}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} \quad (3.1)$$

де $S_{\text{ном.т}}$ – номінальна потужність трансформатора, Вт;

$U_{\text{ном}}$ – номінальна напруга на вищій стороні, В.

$$I_{\max} = \frac{1,4 \cdot 1 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 35 \cdot 10^3} = 23,094 (A)$$

Максимальний струм на нижчій стороні розраховуємо за формулою (3.1):

$$I_{\max} = \frac{1,4 \cdot 1 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 10^3} = 80,829 (A)$$

Струм в ланцюзі секційних вимикачів, збірних шин не перевищує I_{\max} трансформатора, приєднаного до шин станції: $I_{\max} = 80,829$ А.

Електрична схема підстанції наведена на аркуші 1 графічної частини роботи.

3.2. Розрахунок струмів короткого замикання

Коротким замиканням (КЗ) називають не будь-яке передбачене нормальними умовами роботи з'єднання двох точок електричного ланцюга (безпосереднє або через нехтує малий опір). Причинами КЗ є механічні ушкодження ізоляції, її пробій із-за перенапруження і старіння, обривів, набросів і з'єднання дротів повітряних ліній, помилкові дії персоналу і тому подібне.

Внаслідок КЗ в ланцюгах виникають небезпечні для елементів мережі струми, які можуть вивести їх з ладу. Тому для забезпечення надійної роботи електричної мережі, електроустаткування, пристроїв релейного захисту виробляється розрахунок струмів КЗ [2].

									Лист
									15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Значення струмів короткого замикання необхідні для правильного вибору устаткування на стороні 35 кВ і 10 кВ. Підстанція отримує живлення **за однією лінією 35 кВ** "Буймер-М.Вистороп": схема заміщення для розрахунку струмів короткого замикання наведена на рис 3.1.

Розглянемо випадок трифазного короткого замикання на шинах підстанції. Даний вид короткого замикання є найбільш важким, тому що супроводжується протіканням значних струмів КЗ.

Вихідні дані до розрахунків: $S_H=1$ МВА; $U_K=6,5$ %; $U_{сис}=35$ кВ; $X_{сис}=6,95$ Ом; $R_{сис}=1,01$ Ом; $L=13,4$ км; $X_0=0,408$ Ом/км

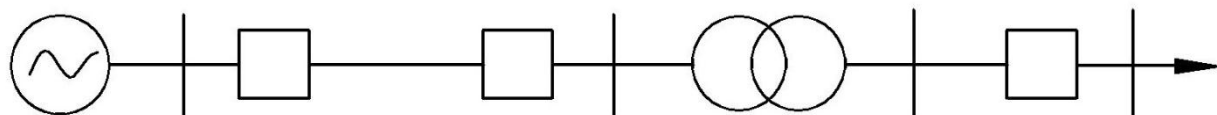


Рисунок 3.1 - Схема електричної системи.

Індуктивний опір трансформатора [4]:

$$X_T = \frac{U_K \% \cdot U_H^2}{100 \cdot S_H} = \frac{6,5 \cdot 10^2}{100 \cdot 1} = 6,5 (\text{Ом}); \quad (3.2)$$

де U_K – напруга короткого замикання трансформатора, %;

U_H – номінальна напруга мережі, кВ;

S_H – номінальна потужність трансформатора, МВт

Індуктивний опори лінії [4]:

$$X_L = X_0 \cdot L = 0,408 \cdot 13,4 = 5,46 (\text{Ом}). \quad (3.3)$$

де X_0 – питомий індуктивний опір, Ом/км;

L – довжина лінії, км

$$I_{nr} = I_{K1} = 1,13(\text{кА})$$

$$I_{nr} = I_{K2} = 6,02(\text{кА})$$

Ударний струм:

$$\text{у точці } K_1, I_y = \sqrt{2} \cdot 1,79 \cdot I_{K1} = \sqrt{2} \cdot 1,79 \cdot 1,13 = 2,86(\text{кА});$$

$$\text{у точці } K_2, I_y = \sqrt{2} \cdot 1,709 \cdot I_{K2} = \sqrt{2} \cdot 1,709 \cdot 1,72 = 4,15(\text{кА}).$$

Аперіодична складова СКЗ до моменту розбіжності контактів вимикача:

$$i_a = \sqrt{2} \cdot I_{Kn} \cdot e^{-\frac{t}{T_a}} \quad (3.7)$$

де T_a – постійна часу загасання аперіодичної складової для K_1 : $T_a=0,025$ с., $t=0,06$ с., для K_2 : $T_a=0,05$ с., $t=0,1$ с.

$$\text{для } K_1 \quad i_a = \sqrt{2} \cdot 1,13 \cdot e^{-\frac{0,06}{0,025}} = 0,145(\text{кА});$$

$$\text{для } K_2 \quad i_a = \sqrt{2} \cdot 6,02 \cdot e^{-\frac{0,1}{0,05}} = 6,97(\text{кА}).$$

Інтеграл Джоуля:

$$\text{для } K_1 \quad B_{K1} = I_{K1}^2 (t + T_a) = 1,13^2 \cdot (0,06 + 0,025) = 0,108(\text{кА}^2\text{с})$$

$$\text{для } K_2 \quad B_{K2} = I_{K2}^2 (t + T_a) = 6,02^2 \cdot (0,1 + 0,05) = 5,43(\text{кА}^2\text{с})$$

Таблиця 3.1 - Струми короткого замикання на шинах підстанції

Струми короткого замикання	СКЗ у початковий момент часу, кА	Ударний СКЗ i_y , кА	СКЗ у момент розмикання контактів вимикача, кА	Аперіод. складова СКЗ, i_a кА	Інтеграл Джоуля B_k , $\text{кА}^2\text{с}$
Шини 10 кВ (K_1)	6,02	4,15	6,02	6,97	5,43
Шини 35кВ (K_2)	1,13	2,86	1,13	0,145	0,108

3.3. Вибір ошиновки

В РУ 35 кВ застосовують гнучкі шини, які виконуються сталелеюмінієвими проводами марки АС. Гнучке ошинування трансформатора сторони по 35 кВ виконується проводом АС-120/19.

$$I_{роб} = \frac{S_{max}}{4 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{ен}} = \frac{2 \cdot 10^6}{4 \cdot \sqrt{3} \cdot 35 \cdot 10^3} = 8,248(A) \quad (3.7)$$

$$I_{ав} = \frac{S_{max}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{ен}} = \frac{2 \cdot 10^6}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 35 \cdot 10^3} = 16,496(A)$$

Допустимий тривалий струм поза приміщеннями за паспортними даними:

$$I_{дон} = 390 A$$

$$I_{ав} > I_{дон}$$

Економічна щільністю струму:

$$q_{min} = \frac{I_{раб}}{j_e} \quad (3.8)$$

j_e - економічна щільність струму;

$[j_e] = \frac{A}{A/мм^2}$; $j_e = 1,1$ - для неізолюваних алюмінієвих проводів.

$$q_{min} = \frac{8,248}{1,1} = 7,49 мм^2$$

Вибраний переріз перевіряється за допустимим струмом:

$$I_{max} = 23,094 A$$

$$I_{дон} = 390 A$$

Вибраний переріз гнучких шин перевіряється на термічну стійкість при КЗ.

$$q_{min} \leq q_{розрах}$$

$$q_{min} = \frac{\sqrt{B_K}}{C} \quad (3.9)$$

$$q_{min} = \frac{\sqrt{B_K}}{C} = \frac{\sqrt{0,108}}{91 \cdot 10^{-3}} = 3,611 мм^2 ,$$

де $C = 91 \cdot 10^{-3} \frac{кАс^{-1/2}}{мм^2}$.

Умова виконується $3,611 \leq 7,49$.

										Лист
										19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Перевірку вибраних шин на електродинамічну стійкість при КЗ для гнучких шин не проводимо, так як повинна виконуватися умова: $I_{кз} > 20кА$, а за нашими розрахунками $I_{кз} = 1,13 кА$ - отже умова не виконується.

По стороні 10 кВ проектом передбачається монтаж нового шинного мосту, виконаного проводом АС 240/32.

$$I_{роб} = \frac{S_{max}}{4 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{вн}} = \frac{2 \cdot 10^6}{4 \cdot \sqrt{3} \cdot 35 \cdot 10^3} = 28,868(A)$$
$$I_{ав} = \frac{S_{max}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{вн}} = \frac{2 \cdot 10^6}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 35 \cdot 10^3} = 57,735(A)$$

Допустимий тривалий струм поза приміщеннями за паспортними даними:

$$I_{дон} = 610 A$$
$$I_{ав} > I_{дон}$$

Економічна щільністю струму:

$$q_{min} = \frac{I_{роб}}{j_e}$$

j_e - економічна щільність струму;

$[j_e] = \frac{A}{мм^2}$; $j_e = 1,1$ - для неізолюваних алюмінієвих проводів.

$$q_{min} = \frac{28,868}{1,1} = 36,24 мм^2$$

Вибраний переріз перевіряється за допустимим струмом:

$$I_{max} = 80,8 A$$
$$I_{дон} = 610 A$$

Вибраний переріз гнучких шин перевіряється на термічну стійкість при КЗ.

$$q_{min} \leq q_{розрах}$$
$$q_{min} = \frac{\sqrt{B_K}}{C}$$
$$q_{min} = \frac{\sqrt{B_K}}{C} = \frac{\sqrt{5,43}}{91 \cdot 10^{-3}} = 25,607 мм^2 ,$$

де $C = 91 \cdot 10^{-3} \frac{кАс^{-1/2}}{мм^2}$.

Умова виконується $25,607 \leq 36,24$.

									Лист
									20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

4. ВИБІР КОМУТАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ

4.1 Вибір силового трансформатора 35 кВ

Силові трансформатори 1Т, 2Т типу ТМ-1000/35-У1 потужністю 1000 кВА кожний, мають по своїм ізоляційним характеристикам гарні показники, а також середнє завантаження, але у зв'язку з тим що введені в експлуатацію в 1975 році, а час експлуатації 25 років обираємо новий силовий трансформатор з такою ж потужністю, але типу ТМН-1000/35У1 двообмоткового з РПН. Трансформатор оснащується автоматичним пристроєм РПН з мікропроцесорними блоками керування, також передбачається встановлення датчиків рівня оливи.

Задача регулювання напруги складається в забезпеченні бажаного рівня напруг на вторинних шинах знижувальних ПС $U_{н.б.аж}$, якому необхідно підтримувати за умовами якісного електропостачання споживачів, обумовленого умовами зустрічного регулювання напруги [4].

Обрані у вузлах мережі понижуючі дво-, триобмоткові трансформатори мають у своєму розпорядженні діючий спосіб регулювання напруги в харчуються від ПС мережах зміною коефіцієнтів трансформації за допомогою пристроїв РПН.

					<i>БР 3.6.14.1.385 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Курочка І.О.</i>			<i>Реконструкція трансформаторної підстанції 35/10 кВ «М.Вистороп»</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Лебедка С.М.</i>					21	52
<i>Реценз.</i>						<i>СумДУ гр. ЕТ-71</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>		<i>Лебединський</i>						

Таблиця 4.2 - Вибір вимикачів на стороні 35 кВ

Умова Вибору	Розрахункові значення	Каталожні значення
$U_c \leq U_H$	35 кВ	35 кВ
$I_{расч} \leq I_{ном}$	23,094 А	1600А
$I_{ПО} \leq I_{прСКВ}$	1,13 кА	20 кА
$I_{уд} \leq I_{СКВ}$	2,86 кА	40 кА
$I_{пт} \leq I_{откНом}$	1,13 кА	20 кА
$I_{ат} \leq I_{аном}$	0,145 кА	4,6 кА
$B_k \leq I_T^2 t_r$	0,108 кА ² ·с	52 кА ² ·с

Обраний вимикач цілком задовольняє умови вибору.

4.3 Вибір вимикача на стороні 10 кВ

На стороні низької напруги вибираємо вакуумний вимикач типу ВР1-10-20/630. Струм тривалого режиму був розрахований раніше за формулою (3.1) і склавши $I_{max} = 23,094$ А.

Значення періодичної і аперіодичної складової струму КЗ, ударного струму, повного інтеграла Джоуля приймаємо по таблиці 3.1:

$$I_{по} = I_{пт} = 1,13 \text{ (кА)}$$

$$I_a = 0,145 \text{ (кА)}$$

$$i_{уд} = 2,86 \text{ (кА)}$$

$$B_k = 0,108 \text{ (кА}^2\text{·с)}$$

Таблиця 4.3 - Вибір вимикачів на стороні 10 кВ

Умова вибору	Розрахункові значення	Каталожні значення
$U_c \leq U_H$	10 кВ	10 кВ
$I_{расч} \leq I_{ном}$	80,829 А	630А
$I_{по} \leq I_{прСКВ}$	6,02 кА	20 кА
$i_y \leq I_{прСКВ}$	4,15 кА	40 кА
$I_{п\tau} \leq I_{откНом}$	6,02 кА	20 кА
$I_{a\tau} \leq I_{аном}$	6,97 кА	7,87 кА
$B_K \leq I_T^2 t_r$	5,43 кА ² ·с	52 кА ² ·с

Приймаємо до встановлення вакуумні вимикачі типу ВР1-10-20/630. Обраний вимикач цілком задовольняє умови вибору.

4.4 Вибір роз'єднувачів на стороні 35 кВ

На стороні високої напруги вибираємо роз'єднувач типу РДЗ-16-35 Ш /1000.

Струми тривалого режиму були розраховані в розділі 3 за формулою (3.1) і становить $I_{max}=23,094$ А.

Значення періодичної і аперіодичної складової струму КЗ, ударного струму, повного інтеграла Джоуля приймаємо по таблиці 3.1:

$$I_{по}=I_{п\tau}=1,13 \text{ (кА)}$$

$$I_a=0,145 \text{ (кА)}$$

$$i_{уд}=2,86 \text{ (кА)}$$

$$B_K=0,108 \text{ (кА}^2\text{·с)}$$

У табл.4.3 наведено вибір роз'єднувачів на стороні 35 кВ. Роз'єднувачі необхідні з одним і двома комплектами заземлюючих ножів.

Таблиця 4.4 - Вибір роз'єднувачів 35 кВ

Умови вибору	Розрахункові значення	Каталожні значення
$u_c \leq u_{ном}$	35кВ	35 кВ
$I_{расч} \leq I_{ном}$	23,094 А	1000 А
$i_y \leq i_{пр.сқв}$	2,86 кА	26 кА
$B_k \leq I_T^2 t_T$	0,108 кА ² ·с	40 кА ² ·с

Остаточно приймаємо до установки на стороні 35 кВ роз'єднувачі типу РДЗ-16-35 Ш/1000 УХЛ1.

4.5 Вибір обмежувачів перенапруг 10 та 35 кВ

Таблиця 4.5 Вибір обмежувача перенапруги 10 кВ POLIM-I 12 N

№ п/п	Назва параметра		Значення параметра		
	Розрахункове	Номінальна	Розрахункове	Критерій вибору	Номінальна
1.	Діапазон фактичних температур, град.	Діапазон фактичних температур, град.	-40...+36	\leq	-60...+40
2.	Номінальна напруга, U, кВ	Номінальна напруга, U, кВ	12,0	\leq	15,0
3.	Максимальна тривала робоча напруга, кВ	Максимальна тривала робоча напруга, кВ	11,5	\leq	12,0
4.	Найменший рекомендований клас пропускної здатності ОПН, з якого необхідно починати його вибір.	Клас розряду лінії, МЕК 60099-4	2	\leq	2

Таблиця 4.6 Вибір обмежувача перенапруги 35 кВ PEXLIM Q051-YV52

№ п/п	Назва параметра		Значення параметра		
	Розрахункове	Номінальна	Розрахункове	Критерій вибору	Номінальна
1.	Діапазон фактичних температур, град.	Діапазон фактичних температур, град.	-40...+36	≤	-50...+45
2.	Номінальна напруга, U, кВ	Номінальна напруга, U, кВ	29,2	≤	51,0
3.	Максимальна тривала робоча напруга, кВ	Максимальна тривала робоча напруга, кВ	23,3	≤	41,0
4.	Струм КЗ, кА	Струм вибухо-безпеки, кА	1,435	≤	50

4.6 Вибір вимірювальних трансформаторів

У комірках КРУЗ -10 кВ по усім приєднанням передбачається заміна прохідних трансформаторів струму.

Попередньо вибираємо трансформатори струму типу ТОЛ-Э-12, що мають обмотки СЕП-25-01/2228-2017-ПЗ з литою ізоляцією.

Таблиця 4.7 - Вибір трансформаторів струму на стороні нижчої напруги

Умови вибору	Розрахункові значення	Каталожні значення
$u_c \leq u_{ном}$	10 кВ	10 кВ
$I_{расч} \leq I_{ном}$	80,829 А	600 А
$i_v \leq i_{пр,СКВ}$	4,15 кА	40 кА
$B_k \leq I_T^2 \cdot t_T$	5,43 кА ² ·с	20 кА ² ·с

Проводимо розрахункову перевірку трансформаторів струму на 10 %-ву похибку.

Номінальний опір навантаження вторинної обмотки захисту [4]:

$$Z_n = \frac{S_{2н}}{I_{2н}^2} = \frac{15}{5^2} = 0,6(Ом) \quad (4.1)$$

де $S_{2н}$ – номінальне вторинне навантаження обмотки захисту, ВА;

$I_{2н}$ – номінальний вторинний струм Т.Т, А;

Розрахунковий струм:

$$I_p = 1,1 \cdot I_{сз} = 1,1 \cdot 90 = 99 \text{ А}$$

де $I_{сз}$ – струм спрацювання захисту, А.

Розрахункова кратність:

$$k_{роз} = \frac{I_p}{I_{1н}} = \frac{99}{75} = 1,32$$

де $I_{1н}$ – номінальний первинний струм Т.Т, А.

Опір навантаження для трьохфазного кз:

$$Z_{факт} = \sqrt{3} \cdot r_{нр} \cdot z_p \cdot r_{конт} = \sqrt{3} \cdot 0,035 \cdot 0,012 \cdot 0,1 = 0,173 \text{ Ом}$$

де $r_{нр}$ – опір мідного кабелю, $2,5 \text{ мм}^2$, довжиною 5м, Ом;

z_p – опір реле, Ом;

$r_{конт}$ – сумарний опір контактів, Ом.

Допустима кратність трансформатора струму:

$$k_{доп} = k_n \cdot \frac{(z_n + z_2)}{(z_{факт} + z_2)} = 10 \cdot \frac{0,6 + 0,17}{0,173 + 0,17} = 22,47$$

де k_n – номінальна гранична кратність обмотки для захисту;

z_2 – опір вторинної обмотки захисту постійного струму, Ом.

Умова відповідності:

$$k_{доп} > k_{роз}$$

$$22,47 > 1,32, \text{ умова виконується.}$$

Запроектовані трансформатори струму відповідають умовам 10 % похибки.

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

5. ЗАЗЕМЛЕННЯ ТА БЛИСКАВКОЗАХИСТ

5.1 Розрахунок контуру заземлення

Захисним заземленням називається умисне електричне з'єднання із землею або її еквівалентом металевих неструмоведущих частин, електроустановок, які можуть виявитися під напругою.

Захисна дія заземлення заснована на зниженні напруги дотику, що досягається шляхом зменшення потенціалу на корпусі устаткування відносно поверхні землі і вирівнювання потенціалу на поверхні землі або підлоги.

Мета розрахунку заземлення: визначити число і довжину вертикальних елементів, довжину горизонтальних елементів і розмістити заземлювачі, виходячи з регламентованих правил значення допустимого опору заземлення [4].

Проектом передбачається виконання нового загальнопідстанційного контуру заземлення. Проектований контур заземлення виконується з вертикальних електродів заземлення $L=5\text{м}$, $d=16\text{ мм}$, та горизонтального заземлювача $d=12\text{ мм}$, який укладається на глибині $0,7\text{ м}$ від поверхні землі.

Заземлюючий пристрій підстанції має забезпечувати у будь яку пору року опір розтіканню струму замикання на землю, що не перевищує $0,5\text{ Ом}$.

Всі роботи по влаштуванню заземлюючих пристроїв виконувати одночасно з будівельними роботами по нульовому циклу.

З'єднання елементів заземлюючих пристроїв виконувати зварюванням внахлестку, зварювальні шви для захисту від корозії обробити бітумним лаком.

Захист проектного обладнання від ударів блискавки виконується проектowanими блискавкоприймачами які встановлюються на порталах.

Проектowanі блискавкоприймачі мають свій контур заземлення, який					
послiдується з загальнопiдстанцiйним.					
<i>БР 3.6.141.385 ПЗ</i>					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
Разраб.	Курочка І.О.				
Провер.	Лебедка С.М.				
Реценз.					
Н. Контр.					
Утверд.	Лебединський				
Реконструкція трансформаторної підстанції 35/10 кВ «М.Вистороп»					
			Лит.	Лист	Листов
				28	52
СумДУ гр. ЕТ-71					

Вихідні дані: $\rho_1 = 80 \text{ Ом}$; $\rho_2 = 80 \text{ Ом}$; $k_1 = 1,4$; $L = 5 \text{ м}$; $H = 0,5 \text{ м}$; $t = 0,7 \text{ м}$

Заземлювальний контур виконуємо у вигляді сітки з горизонтальних смуг з вертикальними електродами, розташованими у вузлах сітки по її периметру., довжину вертикальних електродів $L = 5 \text{ м}$.

Враховуючи питомий опір ґрунту та кліматичний коефіцієнт, визначаємо питомий опір ґрунту відповідно до заземлювачів:

$$\rho = \frac{(\rho_1 \cdot k_1 \cdot \rho_2 \cdot L)}{(\rho_1 \cdot k_1 (L - H + t_{\text{полосы}})) + \rho_2 (L - t_{\text{полосы}})} \quad (5.1)$$

де ρ_1 - питомий опір верхнього шару ґрунту

ρ_2 - питомий опір нижнього шару ґрунту

k_1 - кліматичний коефіцієнт для вертикальних електродів

L - довжина вертикального заземлювача

H - товщина верхнього шару ґрунту

t - глибина закладення горизонтального заземлювача

$$\rho = \frac{(80 \cdot 1,4 \cdot 80 \cdot 5)}{(80 \cdot 1,4 (5 - 0,5 + 0,7) + 80 (0,5 - 0,7))} = 35,7 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

Опір розтікання струму вертикального заземлювача r_e :

$$r_e = \frac{\rho}{2\pi \cdot L} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot L}{b} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t + L}{4t - L} \right) \quad (5.2)$$

де b - діаметр заземлювача

t - відстань від поверхні землі до середини заземлювача

									Лист
									29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$r_{\epsilon} = \frac{35,7}{2\pi \cdot 5} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 5}{0,016} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2,2 + 5}{4 \cdot 2,2 - 5} \right) = 12 \text{ Ом}$$

Визначаємо теоретичну кількість вертикальних заземлювачів, з урахуванням коефіцієнта використання вертикальних заземлювачів:

$$n_{np} = \frac{r_{\epsilon}}{R_n \cdot \eta_{\epsilon}} \quad (5.3)$$

де R_n - нормований опір розтікання струму в землю

η_{ϵ} - коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів

$$n_{np} = \frac{12}{0,5 \cdot 0,7} = 34,28 \approx 35 \text{ шт.}$$

Визначається довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача:

$$l_2 = a \cdot 29 + b \cdot 25 \quad (5.4)$$

де L_{ϵ} - відстань між вертикальними заземлювачами

n_{np} - необхідна кількість вертикальних заземлювачів

$$l_2 = 24,5 \cdot 29 + 28 \cdot 25 = 1410,5 \text{ м}$$

Опір розтікання струму горизонтального заземлювача r_2 :

$$r_2 = \frac{\rho}{2\pi \cdot l_2} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_2}{0,5 \cdot b \cdot t} \right) \quad (5.5)$$

де b - діаметр заземлювача

t - відстань від поверхні землі до середини заземлювача

$$r_2 = \frac{\rho}{2\pi \cdot l_2} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_2}{0,5 \cdot 0,012 \cdot 2,2} \right) = 0,45 \text{ Ом}$$

Визначаємо коефіцієнт A , який залежить від $\frac{l}{\sqrt{S}} \rightarrow \frac{l}{\sqrt{a \cdot b}} \rightarrow \frac{5}{\sqrt{28 \cdot 24,5}} = 0,2$

Отже, якщо $\frac{l}{\sqrt{S}} = 0,2$, то обираємо коефіцієнт $A = 0,33$.

6. АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ

Автоматизована система керування технологічним процесом (далі АСКТП) призначена для: цільового застосування як закінчений виріб під об'єкт автоматизації; стабілізації заданих режимів технологічного процесу шляхом виміру значень технологічних параметрів, їх обробки, візуального представлення, і видачі дій, що управляють, в режимі реального часу на виконуючі механізми, як в автоматичному режимі, так і в результаті дій технолога-оператора; аналізу стану технологічного процесу, виявлення перед аварійних ситуацій і запобігання аваріям шляхом перемикання технологічних вузлів у безпечний стан, як в автоматичному режимі, так і за ініціативою оперативного персоналу; забезпечення оперативного, адміністративно-технічного персоналу ПАТ «Сумиобленерго» необхідною інформацією з технологічного процесу для вирішення завдань контролю, обліку, аналізу, планування і управління технологічними процесами.

Цілями створення АСКТП є: забезпечення надійної і безаварійної роботи виробництва; стабілізація експлуатаційних показників технологічного устаткування і режимних параметрів технологічного процесу; збільшення корисного відпуску електроенергії; зменшення матеріальних і енергетичних витрат; зниження непродуктивних втрат людських, матеріально - технічних і паливно-енергетичних ресурсів, скорочення експлуатаційних витрат; вибір раціональних технологічних режимів; поліпшення якості електроенергії; запобігання аварійним ситуаціям; автоматична і автоматизована діагностика устаткування АСКТП.

Функції управління технологічним процесом реалізуються за допомогою розподіленої системи управління. Це дворівнева системи, оскільки саме на

цих рівнях реалізується безпосереднє управління технологічними процесами.

БР 3.6.141.385 ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Курочка І.О.			Реконструкція трансформаторної підстанції 35/10 кВ «М.Вистороп»	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Лебедка С.М.					34	52
Реценз.						СумДУ гр. ЕТ-71		
Н. Контр.								
Утверд.		Лебединський						

опитування. Кожна **гілка** сформована з приладів одного типу. Всі **гілки** обладнані з двох сторін пристроями грозозахисту.

7. ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1. Завдання в області охорони праці

Охорона праці – це система законодавчих актів і відповідних їм соціально-економічних, технічних, лікувально-профілактичних й організаційних заходів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я й працездатності людини в процесі праці.

Комплекс заходів щодо охорони праці на виробництві містить у собі:

1. Організаційні заходи, спрямовані на дотримання трудового законодавства на основі:

- Конституції України;
- Кодексу законів про працю (КЗпП);
- Закону України "Про охорону праці";
- Закону України "Про пожежну безпеку";
- Закону України "Про працю";

Постанови Кабінету Міністрів України від 27 січня 1993 р. № 64 "Про заходи щодо виконання Закону України про охорону праці";

"Типового положення про навчання , інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці", затвердженим наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці (Держнадзорохоронпраці);

Наказу Держнадзорохоронпраці по "Типовому положенні про комісії з питань охорони праці підприємств".

2. Технічні заходи, спрямовані на запобігання робітників від різного роду виробничих травм і нещасних випадків, на забезпечення праці й

усунення причин, що викликають травматизм Б/Р/Від.М/В/85/Л/В на організм

Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата				
Разраб.		Курочка І.О.			Реконструкція трансформаторної підстанції 35/10 кВ «М.Вистороп»	Лист	Лист	Листов
Провер.		Лебедка С.М.					36	52
Реценз.						СумДУ гр. ЕТ-71		
Н. Контр.								
Утверд.		Лебединський						

Роз'єднувачі (апарати, призначені для подачі або зняття напруги в мережах при відсутності навантажувального струму. Їхня контактна система не розрахована на інтенсивне гасіння електричної дуги. Роз'єднувачами допускається включати незначні струми, наприклад струм холостого ходу силового трансформатора потужністю до 750 кВА при напрузі 10 кВ, зарядні струми повітряних і кабельних ліній. Такі операції допускаються роз'єднувачами при відсутності в ланцюзі вимикача. У випадку відключення роз'єднувачем помилково струму навантаження або тим більше струми короткого замикання електрична дуга між контактами не гасне й може бути причиною аварії й нещасного випадку.

При електромонтажі роз'єднувача варто застосовувати міри захисту від механічних травм (забитих місць, поранень), від поразки електричним струмом.

Крім того, виконавці робіт і відповідальних керівників повинні робити інструктаж майстрів і робітників по безпечних методах роботи.

Майстри будівельно-монтажних ділянок повинні забезпечити правильне й безпечне проведення електромонтажних робіт, спостерігати за належним станом огорожень й ін., контролювати підтримка чистоти й порядку на робочих місцях, забезпечувати необхідну їхню освітленість. Вони зобов'язані проводити необхідний інструктаж робітників по техніці безпеки безпосередньо на робочих місцях провадження робіт, контролювати своєчасну видачу й правильне застосування робітниками спецодягу, захисних засобів і пристосувань.

Небезпечними відносно можливості травмування є роботи, пов'язані з підйомом на висоту й кріпленням важких деталей електроустаткування. Підняті на висоту для монтажу різні елементи повинні негайно закріплюватися на своїх місцях.

При переміщенні й підйомі на конструкції роз'єднувачів, віддільників і короткозамикачів їх необхідно встановити в положення включене тому, що в цьому положенні виключається можливості травмування ножовими

										Лист
										39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

4) гострі країки й задирки на поверхні встаткування, інструмента;

5) підвищене значення напруги електричного ланцюга, замикання якої може відбутися через тіло людини (при налагодженні й випробуваннях змонтованого роз'єднувача).

6) розташування робочого місця на значній висоті (при монтажі роз'єднувача на конструкціях);

7) недолік природного світла (при роботі в критих приміщеннях, що викликає погіршення зору, зниження уваги);

8) падаючі предмети (при роботі на значній висоті);

9) підвищена загазованність і загазованість робочої зони (вплив цих факторів приводить до професійних захворювань органів дихання).

Психофізичні фактори:

1) фізичні перевантаження (при переміщенні електроустаткування й розкочуванню кабелів);

2) нервово-психічні перевантаження (при монотонній праці).

Таблиця 5.1 – Заходи й засоби захисту вироблених робіт

ОВПФ	Заходи й засоби захисту вироблених робіт
1. Фізичні	
1.1. Машини, що рухаються, і механізми	при виконанні монтажних робіт забороняється перебувати під стрілою
1.2. Підвищена (знижена) температура робочої зони	– виробничо-побутові приміщення для охолодження (обігріву) робітників;
1.3. Гострі країки й задирки на поверхні устаткування	забезпечення робітників спецодягом, рукавицями
1.4. Підвищена напруга електричного ланцюга, замикання якого може пройти через тіло	– всі неструмоведучі металеві частини повинні бути надійно заземлені; – застосування спецодягу: діелектричні

1.5. Розташування робочого місця на значній висоті	при монтажі роз'єднувача на висоті варто застосовувати міцні підмостки з опорними
1.6. Недолік природного світла	застосування стаціонарних або переносних світильників

Продовження таблиці 5.1

1.7. Падаючі предмети	– огороження робочої зони, у якій проводяться роботи на висоті й можливі падіння предметів;
ОВПФ	Заходи й засоби захисту вироблених робіт
2. Психофізичні	
2.1. Фізичні перевантаження	– дотримання правил по підняттю ваг
2.2. Нервово-психологічні перевантаження	– обмеження часу монотонної праці

7.3. Розробка організаційно-технічних заходів

7.3.1 Організаційні заходи

Організаційними заходами щодо забезпечення безпечного провадження робіт при монтажі роз'єднувача є наступні: оформлення роботи вбранням або розпорядженням, оформлення в убранні допуску робітників до роботи, нагляд під час роботи, оформлення в убранні перерв у роботі й переходів бригади на інше робоче місце, оформлення в убранні закінчення робіт, закриття вбрання. Оформлення вбрання потрібно на ті роботи, які виробляються з повним або частковим зняттям напруги з ремонтуємої установки.

Наряд – письмове завдання на монтаж роз'єднувача, оформлене на бланку встановленої форми, де вказуються місце, час початку й закінчення роботи.

Для забезпечення безпечних умов праці поряд з виконанням організаційних заходів необхідні здійснення й технічні заходи. Крім небезпеки поразки людей електричним струмом на розглянутому об'єкті присутні й інші небезпечні й шкідливі фактори. При роботі в умовах охолодженого мікроклімату знижується загальна опірність організму до розвитку захворювань м'язової й суглобної систем. Тому, необхідно з одного боку, попереджати сильне охолодження організму працюючих, з іншого боку - забезпечувати його швидке зігрівання. Теплий одяг попереджає надмірне охолодження організму людини. Найважливішим є застосування пристроїв місцевого обігріву (на постійних робочих місцях) або організація періодичних перерв у роботі з метою зігрівання в спеціальних теплих приміщеннях, температура повітря в які повинна бути не менше 23 °С.

При роботі в умовах мікроклімату, що нагріває, протягом зміни влаштовуються перерви, частота й тривалість яких визначається умовами й вагою роботи. Під час перерв робітники відпочивають у спеціально обладнаних місцях, де забезпечуються параметри мікроклімату, що відповідають зоні комфорту. Істотне значення також має питний режим. Для підтримки нормального водно-сольового обміну робітників постачають підсоленою газованою водою з розрахунку 4–5 л на людину в зміну.

Для зниження вібрації механізмів застосовують амортизатори у вигляді сталевих пружин або гумові прокладки. Віброізолююща здатність останніх нижче, ніж у пружин, але завдяки великому внутрішньому тертю вони забезпечують менший час загасання вільних коливань системи.

7.3.3. Засоби індивідуального захисту

Поряд із проведенням організаційних і технічних заходів для забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту:

1. Захист від поразки людей електричним струмом: діелектричні рукавички, калоші, боти; ізолюючі килими й підставки; слюсарно-монтажний інструмент із ізолюючими рукоятками.

										Лист
										45
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата						

2. Робота при зниженій температурі: застосування теплового спецодягу (костюм чоловічої зимовий для монтажників, такелажників –чоботи для монтажників).

8. ВСТАНОВЛЕННЯ ПЕРИМЕТРАЛЬНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

Система периметральної сигналізації призначена для виявлення несанкціонованого проникнення на територію об'єкта через огорожу та оповіщення про це чергового персоналу.

Система периметральної сигналізації побудована за допомогою активних лінійних сповіщувачів інфрачервоних «Страж» П-73250, що підключаються до приладу приймально-контрольного системи охоронної сигналізації ОРІОН-4Т.3.2 виробництва фірми «Тирас».

Активні лінійні сповіщувачі «Страж» П-73250 використовуються для контролю ділянок огорож, довжина яких не перевищує 50 метрів, на перелаз.

Устаткування системи периметральної сигналізації розміщується:

- приймально-контрольне обладнання в приміщенні КРУЗ-10 кВ;
- активні лінійні сповіщувачі «Страж» П-73250 по периметру на металевих стовпчиках, що монтуються біля огорожі;

Устаткування системи розміщується відповідно до планів розташування обладнання.

Встановлення та підключення устаткування системи здійснюється відповідно до структурної схеми та паспортів на обладнання.

Мережі електроживлення сповіщувачів виконуються кабелем ВВГнг 2х1.0, інформаційна мережа виконуються кабелями ТПП 5х2х0.5 та ТПП 10х2х0.5. Підключення сповіщувачів до мережі живлення та до інформаційної мережі виконується кабелем W 6х0.22. Кабельну мережу

системи периметральної сигналізації розвести в пластикові труби, що прокладена під землею в траншеї вздовж огорожі. Через кожні 30 метрів встановити протяжні коробки.					БР 3.6.141385 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Кубачко І.В.					46	52
Провер.	Лебедка С.М.				Реконструкція трансформаторної підстанції 35/10 кВ «М.Вистороп» СумДУ гр. ЕТ-71		
Реценз.							
Н. Контр.							
Чтверд.	Лебединський						

Електроживлення системи периметральної сигналізації здійснюється від двох незалежних джерел живлення:

- робочий ввід – напругою 220В 50Гц від щита розподільчого через блок живлення 12В;

- резервний ввід – напругою 12В постійного струму від акумулятору 18А/год, встановленого в приладі приймально-контрольному. Перехід на резервне живлення здійснюється автоматично.

					БР 3.6.14.1.385 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

ВИСНОВКИ

Основна мета цього проекту - модернізація високовольтного обладнання ВРП 35 кВ для підвищення ефективності роботи електричних мереж, надійності живлення споживачів і зменшення втрат електроенергії. В ході виконаної роботи мною був даний опис підстанції, було вибрано нове, більш досконаліше, устаткування ВРП, що дозволяє оптимізувати роботу енергооб'єкта. Був виконаний розрахунок заземлення та грозозахист підстанції, що захищає виробничий персонал та обладнання від поразки електричним струмом. Серед конкретних заходів мною було запропоновано замінити масляні вимикачі 35 кВ на вакуумні. Оскільки останні є надійнішими, економічнішими і довговічнішими.

У розділі охорони праці був проведений аналіз потенційних небезпечних і шкідливих чинників на підприємстві, дані способи захисту від них.

					БР 3.6.14.1.385 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

12. Основи охорони праці: Навч. посіб. / В. В. Березуцький, Т. С. Бондаренко, Г. Г. Валенко та ін.; За заг. ред. В. В.Березуцького. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Х.: Факт, 2007. – 480 с.
13. Вакуумні вимикачі 10 та 35 кВ ТОВ «Рівненський завод високовольтної апаратури» [Електронний ресурс]. – Режим доступа : http://www.rzva.ua/ru/produkcija/komutaciini-apatati_1472639412/
14. Роз'єднувачі 35 кВ виробництва ТОВ «ГК ВТ». [Електронний ресурс]. Режим доступа: http://proelectro2.ru/firm_10635_product_125642
15. Трансформатори струму 10 кВ виробництва ТОВ «ЕЛІЗ». [Електронний ресурс]. Режим доступа: <http://ua.eliz.zp.ua/transformatory-izmeritelnie/>
16. Трансформатори силові виробництва ПАТ «Запоріжтрансформатор». [Електронний ресурс]. Режим доступа: <http://www.ztr.ua/ua/main>.

					БР 3.6.050701.231 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

План блискавкозахисту

М 1:200

Зона блискавкозахисту на рівні $h=4\text{ м}$

Блискавоприймач М3 Н = 15,85 м

Блискавоприймач М2 Н = 15,85 м

Блискавоприймач М1 Н = 15,85 м

Блискавоприймач М4 Н = 24,3 м
(проектований)

Зона блискавкозахисту на рівні $h=4\text{ м}$

Розрахунок зони блискавкозахисту		
№	Найменування	Позначення
1	Висота блискавквідводу	h, м
2	Найбільша висота об'єкту, що захищається	hх, м
3	Відстань між блискавковідводами	L, м
M1-M3		
4	Гранична відстань	Lпах, м
5	Висота зони захисту	h0, м
6	Радіус зони захисту на рівні землі	г0, м
7	Радіус зони захисту на висоті	гх, м
8	Мінімальна висота зони захисту посередині між блискавковідводами	hс, м
9	Мінімальна відстань зони між блискавковідводами	Lс, м
10	Довжина горизонтального перерізу	Lх, м
11	Ширина горизонтального перерізу в центрі між блискавковідводами	гсх, м
M4		
1	Висота блискавквідводу	h, м
2	Найбільша висота об'єкту, що захищається	hх, м
3	Відстань між блискавковідводами	L, м
M4		
4	Гранична відстань	Lпах, м
5	Висота зони захисту	h0, м
6	Радіус зони захисту на рівні землі	г0, м
7	Радіус зони захисту на висоті	гх, м
8	Мінімальна висота зони захисту посередині між блискавковідводами	hс, м
9	Мінімальна відстань зони між блискавковідводами	Lс, м
10	Довжина горизонтального перерізу	Lх, м
11	Ширина горизонтального перерізу в центрі між блискавковідводами	гсх, м

БР 3.6.141.385 ПЗ

Реконструкція трансформаторної підстанції 35/10кВ "М.Висторог"

Реконструкція ВРП 35 кВ
Електротехнічні рішення

Стадія

РП

Аркуш

РП

РП

РП

РП

РП

РП

РП

РП

РП

РП

РП

РП

РП

РП

РП

РП

РП

РП

РП

РП

РП

РП

РП

План блискавкозахисту

Складу гр. ЕП-71

Зм.

Кп.

Арх.

№ док.

Підп.

Дата

ГПП

Перевірив

Розробив

Левбика С.М.

Курочка Т.О.

РП

РП

РП

РП

РП

РП

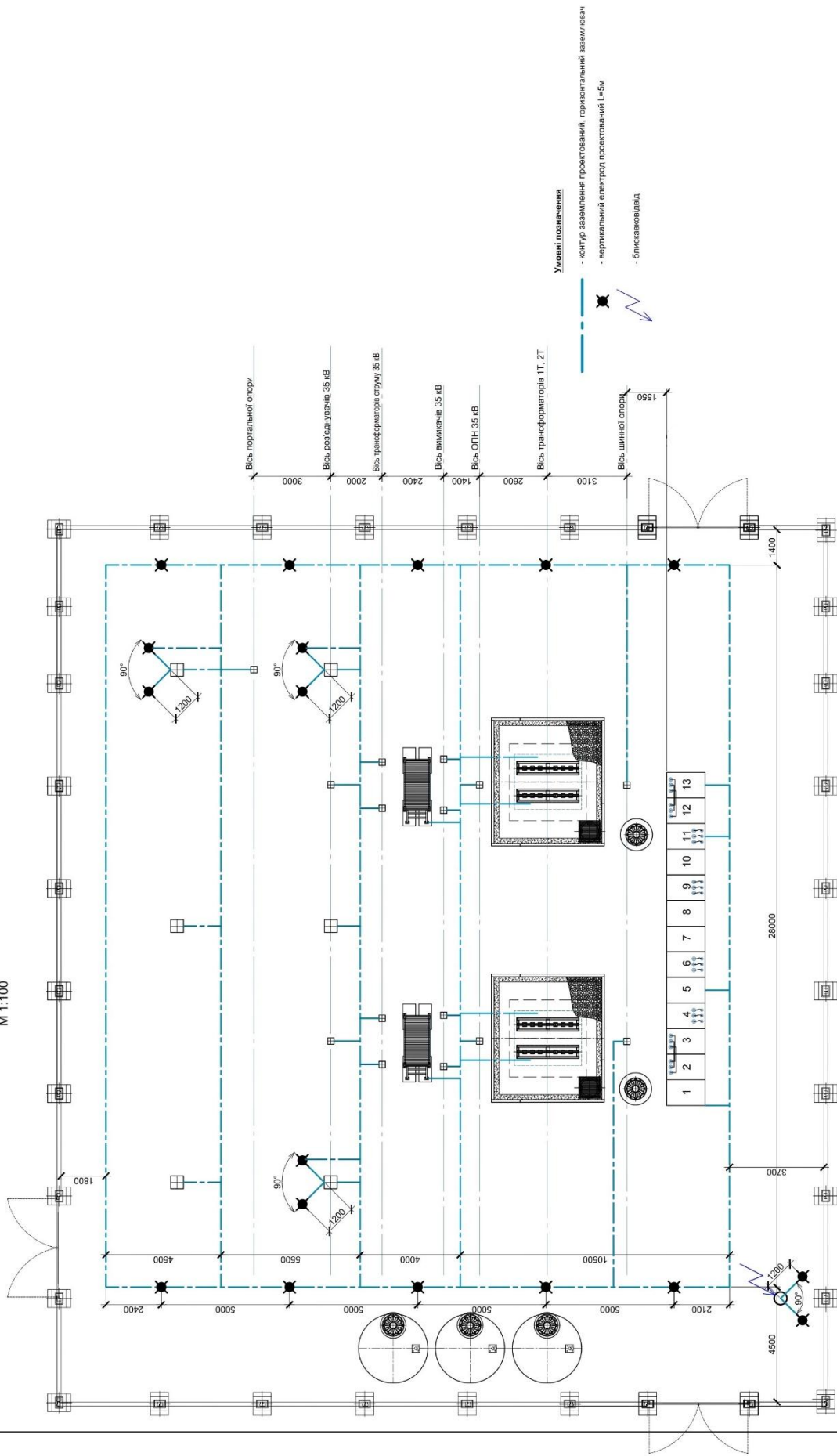
РП

РП

РП

План контуру заземлення

М 1:100



Умовні позначення

- контур заземлення проєктований, горизонтальний заземлювач
- вертикальний електрод проєктований L=5м
- блискавоцид

БР 3.6.141.385 ПЗ

Реконструкція трансформаторної підстанції 35/10 кВ "М.Висторог"		Дата	Дата
Зм.	Кп.	Арк.	№ арк.
Перевіряв	Ділячий С.М.	Робочий	Курочка Л.О.
Розробив	Курочка Л.О.	РП	Аркуш
План контуру заземлення			