

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет будівництва, архітектури та дизайну

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра будівельного виробництва та управління проектами

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на ТЕМУ ПРОЕКТ БУДІВНИЦТВА СОНЯЧНОЇ СТАНЦІЇ ТА БУДІВЛІ
ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ЗА
МЕЖАМИ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ СМТ. СМОТРИЧ

Виконав: студент(ка) 2 курсу, групи БАД-122М

Спеціальності 192 Будівництво та
цивільна інженерія

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Промислове та цивільне
будівництво

Гапон Д.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник Кулік М.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет ФБАД
Кафедра будівельного виробництва та управління проектами
Ступінь вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) Промислове та цивільне будівництво
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БВУП, к.т.н, доц.
О.М. Назаренко
“ ” 20__ року

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Гапон Дмитро
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Проект будівництва сонячної станції та будівлі для забезпечення роботи сонячної електростанції за межами населеного пункту смт. Смотрич. The project for the construction of a solar plant and a building to ensure the operation of a solar power plant outside the settlement of the village of Smotrich

керівник проєкту (роботи) Кулік Михайло Валерійович, к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ ” 2023 року №__

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 12 грудня 2023 року

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) рекомендована література, аналітичне

Завдання, вихідні дані на проєктування

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Архітектурно-будівельний розділ. 2. Організаційно-технологічний розділ. 3. Науково-дослідний розділ

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Слайди презентації, графічний матеріал 9-15 аркушів А1 розруковані на А3 з титульним аркушем та зброшуровані

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1. Архітектурно-будівельний розділ.	Кулік М.В. доцент		
2. Організаційно-технологічний розділ.	Кулік М.В. доцент		
3. Науково-дослідний розділ	Кулік М.В. доцент		
Нормоконтролер	Бобраков А.А., доцент		

7. Дата видачі завдання “ 12 ” жовтня 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Архітектурно-будівельний розділ.	1-4 тижні	Розділ 1
3	Організаційно-технологічний розділ.	5–11 тижні	Розділ 2
6	Науково-дослідний розділ	11 тиждень	Розділ 3
7	Оформлення графічної частини	12-13 тиждень	
8	Нормоконтроль та рецензування	14–15 тижні	
9	Захист роботи.	16 тиждень	

Студент(ка)

(підпис) Гапон Д.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис) Кулік М.В.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг роботи. До складу проєкту входять вступ, інженерні і дослідницький розділи, висновки, перелік використаних джерел. Проєкт є результатом розробки архітектурних рішень, технологічних розрахунків, а також наукового дослідження.

Методи дослідження. Під час дослідження використано наступні методи: аналіз (розчленування цілісного предмету на складові частини) з метою їх всебічного дослідження, синтез (поєднання раніше виділених частин предмету в єдине ціле), узагальнення (прийом, в результаті встановлюються загальні властивості і ознаки об'єктів), моделювання.

Об'єкт дослідження. Навантаження та впливи на конструкції столу для кріплення фотоелектричних панелей.

Предмет дослідження. Можливі змінні властивості кріплення фотоелектричних панелей.

Актуальність теми. В Україні поширюється попит на підвищення енергоефективності існуючі та нові будівлі, що будуються, так як в останні роки спостерігаються процеси зі збільшенням вартості на енергетичні ресурси. Оскільки влада України розробляє механізми та процедури виключно для підвищення енергоефективності існуючих будівель, то перед будівництвом нової будівлі постає питання, як максимально дешево та легко запитати цю будівлю дешевою екологічною енергією, що може вироблятися при допомозі сонячних станцій.

Ключові слова: енергоефективність, сонячні станції, фотоелектричні панелі.

ABSTRACT

Structure and scope of work. The project includes an introduction, engineering and research sections, conclusions, and a list of used sources. The project is the result of the development of architectural solutions, technological calculations, as well as scientific research.

Research methods. During the research, the following methods were used: analysis (dismemberment of a whole object into its component parts for the purpose of their comprehensive study), synthesis (combination of previously selected parts of the object into a single whole), generalization (reception, as a result, common properties and characteristics of objects are established), modeling.

Object of research. Loads and effects on table structures for mounting photovoltaic panels.

Subject of research. Variable properties of mounting photovoltaic panels are possible.

Relevance of the topic. In Ukraine, there is a growing demand for increasing the energy efficiency of existing and new buildings under construction, as processes with an increase in the cost of energy resources have been observed in recent years. Since the authorities of Ukraine are developing mechanisms and procedures exclusively to increase the energy efficiency of existing buildings, before the construction of a new building, the question arises how to charge this building with cheap ecological energy, which can be produced with the help of solar stations, as cheaply and easily as possible.

Keywords: energy efficiency, solar stations, photovoltaic panels..

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ.....	10
1.1 Характеристика об'єкта	10
1.2 Основні проектні рішення	12
1.3 Захисне заземлення	13
1.4 Інші вказівки	15
1.5 Дані інженерних вишукувань	15
1.6 Інженерно-геологічні умови ділянки	17
РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ.....	22
2.1 Характеристика об'єкта проектування	22
2.2 Відомості про потреби у воді і електричній енергії	23
2.3 Фонди часу, режим роботи та експлуатація електроустановок	24
2.4 Перелік основних нормативних документів	25
2.5 Заходи щодо забезпечення безпеки процесів	26
2.6 Токсикологічна, пожежонебезпечна характеристика матеріалів, відходів виробництва, контроль вимог безпеки.....	28
2.11 Протипожежні заходи	32
2.12 Відомість про черговість будівництва	33
2.13 Відомість про черговість будівництва	34
2.15 Електротехнічні рішення	36
2.16 Загальні електротехнічні рішення	36
2.17 Підключення фотоелектричних модулів.....	37
2.18 Облаштування розподільної мережі постійного струму	38
2.19 Облаштування мережі змінного струму.....	39

2.20 Зовнішнє освітлення.....	40
2.21 Підвищувальні трансформаторні підстанції 0,4/10кВ.....	40
2.22 Облік і контроль якості електроенергії	42
2.23 Комерційний облік електроенергії	42
2.24 Контроль якості електроенергії	43
2.25 Огорожа майданчика	45
2.26 Огорожа майданчика	45
2.27 Будівельні рішення.....	45
2.28 Будівельні рішення.....	46
2.29 Зведення несучих конструкцій	47
2.30 Кабельні лінії	47
2.31 Кабельні лінії	49
2.32 Матеріали ОВНС	50
РОЗДІЛ 3. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ	53
3.1 Дослідження навантаження та впливу на конструкції столу для кріплення фотоелектричних панелей	53
3.2 Жорсткості елементів.....	54
3.3 Збір навантажень	55
3.4 Постійні навантаження	55
3.5 Снігові навантаження.....	55
3.6 Вітрові навантаження	56
3.7 Розрахункові поєднання зусиль.....	58
ВИСНОВКИ	65
Список використаних джерел.....	66

ВСТУП

До складу проєкту входять вступ, інженерні і дослідницький розділи, висновки, перелік використаних джерел. Проєкт є результатом розробки конструктивних рішень, інженерних розрахунків конструкцій, а також наукового дослідження розглядаю чого змінні властивості сандвіч-панелей.

В Україні поширюється попит на підвищення енергоефективності існуючі та нові будівлі, що будуються, так як в останні роки спостерігаються процеси зі збільшенням вартості на енергетичні ресурси. Оскільки влада України розробляє механізми та процедури виключно для підвищення енергоефективності існуючих будівель, то перед будівництвом нової будівлі постає питання, як максимально дешево та легко збудувати енергоефективну будівлю котра під час усього періоду експлуатації втрачатиме мінімальну кількість тепла.

Актуальність теми. На сучасному ринку теплоізоляційних матеріалів багато нових перспективних новинок, серед них є поліізоціанурат, котрий є відносно новим матеріалом, що вже зарекомендував себе на ринках Америки та країн Європи. Наданий момент цей матеріал, ще є достатньо дорогим для використання його для малого будівництва, але у великому будівництві, цей матеріал може компенсувати свою вартість через декілька років, платіжками на обігрів дуже великих об'ємів повітря у будівлях.

Порівнювати будемо за такими пунктами:

- теплотехнічні властивості (додаткові роботи для утепленням);
- вартість;
- легкість та трудомісткість монтажних робіт;
- вогнестійкість;

Для порівняння візьмемо типове рішення проєктувальників, в даних типах будівель, сендвіч-панелі з наповненням базальтовою мінеральною ватою.

Методи дослідження. Під час дослідження використано наступні методи: аналіз (розчленування цілісного предмету на складові частини) з метою їх всебічного дослідження, синтез (поєднання раніше виділених частин предмету в єдине ціле), узагальнення (прийом, в результаті встановлюються загальні властивості і ознаки об'єктів), класифікація (поділ усіх предметів дослідження на окремі групи за якою-небудь важливою для даного дослідження ознакою), моделювання.

Об'єкт дослідження. Енергоефективні властивості сандвіч-панелей торгівельних та промислових будівель та споруд.

Предмет дослідження. Змінні властивості матеріалів сандвіч-панелей.

Наукова новизна. Досліджені та представлені заявлені властивості розглянутих теплоізоляційних матеріалів, розглянуті нюанси вогнестійкості матеріалів. Результати досліджень можуть бути використані у модернізації освітніх компонентів за будівельною спеціальністю у напрямі будівельних конструкцій та матеріалів.

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Характеристика об'єкта

Архітектурно-будівельні рішення прийняті відповідно до завдання на проектування і на підставі інженерно-геологічних досліджень, з урахуванням будівельних, протипожежних і санітарних норм і правил.

АБК призначений для розміщення адміністративно-технічних працівників на території СЕС.

Пожежно-технічні характеристики модульного типу АБК: ступінь вогнестійкості - Ша.

Вишка охорони призначена для огляду території СЕС. По периметру ділянки розміщується 2 вишки охорони.

Районування території по категорії складності інженерно-геологічних умов - III категорія складності.

проектування і на підставі інженерно-геологічних досліджень, з урахуванням будівельних, протипожежних і санітарних норм і правил.

Проектом передбачається:

- установка комплектних трансформаторних підстанцій (КТП) для передачі електроенергії з мережі змінного струму напругою 0,4 кВ в мережу змінного струму напругою 10кВ, в кількості - 3 од.
- прокладання кабельних ліній 10кВ від КТП-10кВ кВ до ПС 35/10кВ «Смотрич».
- установка АБК модульного типу.
- установка освітлення периметра території СЕС.
- установка зовнішньої огорожі території СЕС;
- установка пунктів охорони.

Адміністративно-побутовий корпус призначений для розміщення адміністративно-технічних працівників на території СЕС.

Пожежно-технічні характеристики модульного типу АБК: ступінь

вогнестійкості - Ша.

В АБК розміщуються такі приміщення:

- Кімната відпочинку,
- Переговорна,
- Диспетчерська.

Каркас АБК - збірно-розбірний, на болтових з'єднаннях:

- Підстава і перекриття модуля виконано з несучих металевих, гнутого спец.профіля, зі стінкою 3 мм, а також з металевого, гнутого швелера.
- Покрівля плоска- ПВХ мембрана, ОСБ плита 15 мм.
- Стіни збірні з сендвіч панелей.
- Перегородки збірні, з сендвіч панелей.
- Оздоблення - зовнішнє: гнуті планки з гладкого металевого листа 0,45 мм з полімерним покриттям.
- Внутрішнє гнуті планки з гладкого метал. листа 0,45 мм з полімерним покриттям.

Віконні блоки з ПВХ-профілів з поворотно-відкидний фурнітурою і з двокамерний скло пакетом і москітною сіткою.

Зовнішні двері металеві, протипожежні з негорючих матеріалів, з ущільненнями і доводчиками. Розміри входних дверних блоків 0,9 * 2,0 м, 1,0 * 2,0 м.

Електропроводка прихована, виконана в гофрованому ПВХ рукаві.

Освітлення модуля - світлодіодний накладний світильник 12 Вт - 12 од.

Фундамент АБК складається з

- бетонної підготовки (клас бетону В3)
- щебеневої підготовки
- установленням залізобетонних фундаментних плит типу ФБС.

Гідроізоляція стін виконується бітумною мастикою.

Електропостачання проектного АБК здійснюється проектною ПЛ-0,4кВ марки СІП-5нг перетином 4х25мм.кв.

1.2 Основні проектні рішення

Згідно додатка «А» ДСТУ Б В.2.5-38: 2008 будівлі повинні мати III рівень захисту від блискавок незалежно від N. Блискавкозахист є комплексом заходів, спрямованих на запобігання прямого удару блискавки в об'єкт або на усунення небезпечних наслідків, пов'язаних з прямим ударом. До цього комплексу відносяться засоби захисту, що оберігають об'єкт від вторинних дій блискавки і заносу високого потенціалу.

Засобом захисту від прямих ударів блискавки служить блискавкоприймач - пристрій, розрахований на безпосередній контакт з каналом блискавки і відводить її ток в землю.

Засобом захисту від прямих ударів блискавки є стрижньовий блискавкоприймач - пристрій, розрахований на безпосередній контакт з каналом блискавки і відводу її току у землю.

Розрахунок зони захисту одиночного стрижньового блискавкоприймача: Вертикальні блискавкоприймачі утворюють зону захисту, яка, відповідно до ДСТУ EN 62305-3:2012 при розрахунку за методом захисного кута, має форму кругового конуса.

Значення захисного кута для III рівня захисту при висоті блискавкоприймача 2,5м згідно ДСТУ EN 62305-3:2012 становить 76 оС. Охоронний промінь при цьому становить 10,5 м. Будівля перекривається блискавкоприймачем встановленими на стені.

В якості струмовідводів від блискавкоприймача використовується круглий алюмінієвий провідник 08 мм. Струмовідводи розташовані рівномірно по близу кутів будівлі. Струмовідводи з'єднані горизонтальними поясами поблизу поверхні землі (на рівні 0,5м.) згідно п.6.4.5 ДСТУ Б В.2.5-38.

На рівні 0,3-0,5 м., вище вимощення будівлі круглий провідник з'єднується з плоским провідником системи заземлення, паралельними

з'єднаннями. З'єднання виконується в коробці, що дозволяє проводити ревізію системи блискавкозахисту.

В системі заземлення передбачається штучний заземлювач у вигляді глибинних вертикальних заземлювачів, прокладених в землі на глибині не менше ніж 0,5 м відповідно до 6.5.4 ДСТУ Б В.2.5-38.

Вертикальні глибинні заземлювачі виконуються складовими штирями з оцинкованої сталі діаметром 16 мм., довжиною 6 м. (4 штиря заземлення довжиною 1,5м.)

З'єднання елементів заземлення здійснюються за допомогою болтового з'єднання, що дозволяють виконувати монтаж без виконання зварювальних робіт.

Антикорозійний захист місць з'єднань елементів заземлення здійснюється за допомогою спеціальної стрічки у ревізійному колодязі.

1.3 Захисне заземлення

З метою забезпечення безпеки людей і для захисту електроприймачів відповідно до вимог гл.1.7 ПУЕ всі металоконструкції, пов'язані з приладами електрообладнання і прокладеними мережами (корпуси електрообладнання та освітлювальних приладів, труби електропроводок, кабельні конструкції і т.д.), нормально знаходяться під напругою, але здатні виявитися під таким внаслідок пробою ізоляції, повинні бути надійно заземлені і зануленні.

Питання по організації захисного заземлення вирішуються в електротехнічному розділі проекту.

Згідно 6.5.6 ДСТУ Б В.2.5-38: 2008 контур заземлення блискавкозахисту відділений від контуру захисного заземлення.

Захист від заносу високого потенціалу.

Захист від заносу високого потенціалу по наземним і надземним металевим комунікаціях виконується за допомогою їх приєднання на вводі в

будинок, а також на найближчих до місць введення опор до зовнішнього контуру захисного заземлення.

Для захисту від вторинних проявів блискавки передбачити наступні заходи:

- металеві конструкції та корпуси всього устаткування і апаратів приєднати до заземлювального пристрою не менше ніж у двох місцях;
- всередині споруд між трубопроводами в місцях їх взаємного зближення на відстань менше 0,1 м. приварити через кожні 0,3 м. перемички з круглої сталі 0 5 мм;
- у з'єднаннях елементів трубопроводів та інших протяжних металоконструкцій повинні бути забезпечені перехідні опори $<0,3 \text{ Ом}$.

Захист від статичної електрики.

Всі металеві і електропровідні неметалеві частини технологічного обладнання повинні бути заземлені незалежно від того, чи вживаються інші заходи захисту від статичної електрики.

Металеве, електропровідне обладнання і трубопроводи розташовані на об'єкті, а також зовні об'єкта, повинні представляти собою на всій довжині безперервний ланцюг, який в межах установки повинен бути приєднаний до контуру заземлення, через кожні 40-50 м., але не менше ніж у двох точках.

Для забезпечення постійної надійності роботи пристроїв блискавкозахисту, щорічно перед початком сезону блискавок, проводитися перевірка і огляд всіх пристроїв блискавкозахисту.

Позачергові огляди пристроїв блискавкозахисту необхідно проводити після стихійних лих (ураганний вітер, повінь, пожежа) і блискавок великої інтенсивності.

Позачергові виміри опору пристроїв заземлювачів блискавкозахисту необхідно заміряти після виконання ремонтних робіт, як на пристроях блискавкозахисту, так і на самих об'єктах, що захищаються. Результати перевірок оформляються актами, записуються в паспорт і журнал обліку стану пристроїв блискавкозахисту.

На підставі отриманих даних формується план ремонту пристроїв блискавкозахисту, виявлених підчас огляду і перевірки.

Під час блискавки роботи на пристроях блискавкозахисту і поблизу їх не проводяться.

Монтаж і технічне обслуговування системи зовнішнього блискавкозахисту об'єкта виконується спеціалізованою організацією, яка має ліцензію на даний вид робіт.

1.4 Інші вказівки

Перед початком виконання будівельно-монтажних робіт на даному об'єкті, замовник (генеральний підрядник) і діюче підприємство в рамках загальної організаційно-технічної підготовки будівництва, оформляють акт-допуск на виконання будівельно-монтажних робіт.

1.5 Дані інженерних вишукувань

У відповідності до технічного завдання виконані інженерно-геологічні вишукування для будівництва сонячної електростанції на території Смотрицької селищної ради Дунаєвецького району, Хмельницької області.

Польові роботи були виконані в березні 2022р.

В адміністративному відношенні ділянка вишукувань розташована біля західної межі села Ставки на території колишнього фермерського господарства.

Ділянка вишукувань не забудована.

Метою даних вишукувань було:

- вивчення загальної геологічної будови ділянки, ступені витриманості напластування у вертикальному та горизонтальному напрямках в межах земельної ділянки на глибину активної зони;
- з'ясування наявності рівня ґрунтових вод на глибину свердловин;

- вивчення показників фізико-механічних властивостей ґрунтів для оцінки їх несучої спроможності під навантаженням.

Під час вишукувань, згідно технічного завдання, було пробурене 12 розвідувальних свердловин глибиною по 3,0м., відстань між якими 50-100м. Буріння виконувалось з відбором зразків ґрунтів для лабораторних досліджень.

Хмельницька область належить до центральної частини Подільської височини. Форми поверхні височини в значній мірі залежать від рельєфу і характеру ложа Українського кристалічного масиву. Подільська височина розташована між Дністром і Волинською та Придніпровською височинами. На території області поширені водороздільні височини, що мають вигляд хвилясто-рівнинних лісостепових просторів, які приурочені до басейнів рік Південного Бугу, а також Дністра та його притоків Збруч, Смотрич та ін.

Долини рік басейну Дністра врізані в кристалічні породи, в місцях при піднятого залягання кристалічних порід рельєфу долин. В цих місцях ріки характеризуються порожистими руслами і каньоно подібним характером річних долин. Течія тут швидка, зустрічаються пороги, завали. Нижче сучасного базису ерозії більш спокійна течія і більш широкі пойми, котрі часто заболочені або залиті водами штучних ставків.

Підвищення рівня весняної повені над середньо межовим вимірюється від 0,7–3,8 м при звичайній повені, 1,2-7,8 м - при дуже високій.

Амплітуда коливань рівня води на більшій частині області у річках складає 2-4 м, на окремих річках (Смотрич, Збруч) вона перевищує 6-7м.

Клімат Хмельницької області помірно-континентальний, характерний для правобережної лісостепової зони.

У геологічній будові території приймають участь кристалічні породи архею- нижнього протерозою й осадові відкладення верхнього протерозою, мезозою, кайнозою.

Кристалічні породи представлені гранітами. Граніти оголюються на низьких відмітках рельєфу, приурочених до долини ріки Південний Буг.

До осадових порід відносяться відкладення неогену та четвертинні. Вони представлені трьома горизонтами. Внизу залягають каоліністі глини, в середній частині - дрібнозернисті каоліністі піски, і вгорі - пістряво кольорові глини. Перераховані породи не витримані по потужності та простяганню і часто заміщають одна одну.

Відкладення неогену відслідковуються на водороздільних рівнинах і розмиті в долинах рік. Представлені пістряво кольоровими глинами. У глинах іноді зустрічаються кристали і друзи гіпсу.

Четвертинні відкладення представлені в основному лесами і лесовими суглинками. Вони залягають на червоно-бурих глинах або на піщано-глинистих відкладеннях.

1.6 Інженерно-геологічні умови ділянки

В геоморфологічному відношенні ділянка вишукувань приурочена до Новоушинського району (частини Східноподільської морфоструктури четвертого порядку) знаходиться на території південного підрайону та розташована на лівому березі долині річки Смотрич, в межах другої надзаплавної тераси.

Район вишукувань являє собою нахилenu поверхню з кутами нахилу 5-10° та перепадом висот до 30м., яка ускладнена біля західної та південно-західної межі крутим схилом природнього походження.

Відмітки поверхні в межах ділянки вишукувань змінюються від 233,40 до 260,50м зростаючи від південно-західного напрямку на північний схід.

В геологічній будові на глибину свердловин приймають участь четвертинні відкладення еолове - делювіального генезису, які представлені на південному заході суглинками з властивостями просідання та загалом коричнево-жовтими твердими глинами, котрі підстеляються неогеновими відкладеннями - жовто-сірими карбонатними глинами та місцями вивітрілими пісковиками до дресвяно - щебенево - глибистого стану.

З поверхні ці ґрунти до глибини 0,1-1,0 м. перекриті ґрунтово - рослинним шаром та важкими гумусованими суглинками бурого-жовтого кольору.

Інженерно-геологічна графічна модель будови ділянки представлена на інженерно-геологічних розрізах.

В межах досліджуваної 3-ох метрової товщі по даним буріння, лабораторних досліджень та розрахунків виділяються 6 інженерно-геологічних елементів (ІГЕ).

Ґрунти ІГЕ - 1 - Ґрунтово - рослинний шар.

Ґрунти ІГЕ - 2 - Суглинок від напівтвердого до твердого, гумусований, важкий, з властивостями просідання, бурий, бурого-жовтий з прошарками гумусованої глини. Ці ґрунти, іноді набувають туго пластичної консистенції. В цих ґрунтах розповсюджено ходи хробаків,

кротовини, а також залишки коренів рослин та дерев. Відносний вміст органічної речовини в цих ґрунтах коливається в межах $I_r=0,02 - 0,10$. Ґрунти ІГЕ - 2 характеризуються нерівномірним розподіленням гумусу як по простиланню шару, так і по розрізу, розуцільністю, анізотропністю за характеристиками міцності, деформаційними та фільтраційними характеристиками, мають нерівномірну щільність, високу здатність до стиснення. Ці ґрунти також не рекомендуються для основи споруд. Контакт з нижче лежачими породами нечіткий, з поступовим переходом в ґрунти інших ІГЕ.

Ґрунти ІГЕ -3 -Суглинок твердий, лесоподібний, з властивостями просідання, важкий, жовтий, жовто-коричневий, жовто-бурий з включеннями карбонатів, дутиків та плямами окислів залізнання. Ці ґрунти зустрічаються загалом у північне - східної частині ділянки вишукувань.

Ґрунти ІГЕ -4 -Глина тверда, легка, коричнево -жовта, коричнева-бура з включеннями карбонатів та прошарками важких суглинків.

Грунти ІГЕ -5-Глина тверда, важка, щільна, жовта-сіра з великою кількістю включень карбонатних дутиків, плямами окислів залізнених та домішками уламків дресви вапняку.

Ці глинисті ґрунти володіють властивостями набухання та усадки.

Величина відносного набухання цих глин без навантаження коливається в межах $\epsilon_{sw} = 0,06 - 0,11$ що дозволяє згідно ДСТУ Б В.2.1 -2 - 96 віднести їх від слабо до середньо набухаючих. Тиск набухання коливається в межах $P = 1,1 - 2,3 \text{ кгс/см}^2$. Вологість набухання без навантаження дорівнює $W_n = 0,39$ долі\од. Відносна усадка ґрунту по висоті складає $G_h = 0,09$; по діаметру $G_{ct} = 0,07$; по об'єму $G_v = 0,19$. Вологість на межі усадки. Складає $W_u = 0,8$.

Грунти ІГЕ -6 -Пісковик вивітрілий до дресвяно -щебенево - глибистого стану з супіщаним заповнювачем, низької міцності, сіро-жовто- білого кольору.

Грунти ІГЕ -2; 3 які представлені буро-жовтими та жовтими суглинками мають властивості просідання. Тип ґрунтових умов по властивостям просідання -І. Потужність посадочної товщі від 0,5 до 2,0 м. Ступінь мінливості основи $a = 1,25$.

Кліматичні умови майданчика будівництва:

Розрахункова температура повітря згідно з ДБН В.2.6.-14-95:

- середня найбільш холодна п'ятиденка - мінус 21°C ;
- найбільш холодна доба - мінус 25°C ;
- абсолютно мінімальна - мінус 34°C ;

Характеристичне значення вітрового тиску - $0,50 \text{ кПа}$ для 3 вітрового району згідно ДБН В.1.2-2: 2006 «Навантаження і впливу».

Характеристичне значення снігового навантаження - $1,4 \text{ кПа}$ для 4 снігового району згідно ДБН В.1.2-2: 2006 «Навантаження і впливу».

Сейсмічність району - менше 6 балів.

Нормативна глибина промерзання ґрунту - $0,9 \text{ м}$.

Клас відповідальності споруд згідно ДБН В.1.2-14-2009 - СС2. Ступінь вогнестійкості споруд згідно ДБН В.1.1-7-2002 - IIIА.

Згідно інженерно-геологічних та гідрогеологічних умов ділянки вишукувань в процесі будівництва чи експлуатації споруд можливі зміни вологості ґрунтів (водонасиченні) при: інфільтрації атмосферних опадів (паводкових, талих), поверхневих вод, виникненням «верховодки» та можливих втрат води з водонесучих комунікацій (при їх наявності).

Наявність на південному заході ділянки вишукувань ґрунтів з властивостями просідання, в котрих при додатковому зволоженні проходить зниження фізико-механічних показників, в наслідок чого розрахунок слід проводити з урахуванням прогнозу зміни їх властивостей при водонасиченні (згідно ДБН В.1.1-45-2017).

Наявність на ділянці вишукувань глинистих ґрунтів з властивостями набухання та усадки, в котрих при коливанні вологості проходить змінення їх фізико-механічних показників та лінійних параметрів, в наслідок чого розрахунки слід проводити з урахуванням цих властивостей.

Набухання ґрунтів відбувається за рахунок підняття рівня ґрунтових вод чи збільшення вологості ґрунтів при інфільтрації виробничих чи поверхневих вод, накопичування вологи під спорудами, фундаментами в обмеженій по глибині зоні.

Набухання та усадка ґрунту в верхніх частинах зони аерації відбувається за рахунок змін водно-теплогового режиму (сезонних, кліматичних чи техногенних факторів).

Усадки ґрунту мають місце загалом за рахунок висихання від впливу теплових джерел.

За рахунок наявності нахиленої поверхні, в часи значних опадів, в наслідок діяльності інтенсивного концентрованого стоку поверхневих вод існує вірогідність утворення як нових ярів та улоговин, так і зміни існуючих по всій ділянці вишукувань (особливо біля крутого схилу). Виходячи з вище зазначеного, проектом необхідно передбачити влаштування дощової

(лівневої) системи, котра забезпечить перехват поверхневих вод у верхніх частинах ділянки з послідуочим, послідовним спуском її за межі ділянки вишукувань, враховуючи наявність існуючих природних дрен, перекриття (засипання) котрих в свою чергу може привести до негативних наслідків, а саме накопичування поверхневих вод з послідуочим підтопленням, розмиванням ґрунтів з наступним яро утворенням.

Присутність на ділянці явищ площадного змиву, вітрової ерозії що приводить місцями до розмиву поверхневого шару ґрунтів з послідуочим їх перевідкладанням.

Основними техногенними факторами, що можуть впливати на інженерно- геологічну ситуацію, є: розробка ґрунтів способами, що порушують структуру ґрунтів, неправильне планування рельєфу, витікання із водонесучих комунікацій, взаємовплив оточуючої забудови.

Будівництво на великій площині збільшує техногенне навантаження, як на природне середовище в цілому, так і на окремі його компоненти, в тому числі має вплив на режим ґрунтових вод.

РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Характеристика об'єкта проектування

Сонячна електростанція являє собою альтернативне джерело енергії у вигляді споруди, яке слугує для перетворення сонячної радіації в електричну енергію. За державному класифікатору будівель та споруд ДК 018-2000, відноситься до «Будівництву підприємств електричної енергії, код 2302.4 «Електростанції для нетрадиційних джерел енергії».

Сонячна електростанція «Будівництво сонячної електростанції «СЕС Смотрич» за межами населеного пункту смт. Смотрич Смотрицької селищної ради Дунаєвського району Хмельницької області» потужністю 2,45МВт розташовується на ділянці 5,7839га.

СЕС складається з поля збору потужності, на якому розташовані «Каркаси» в кількості 666шт. одиничної потужності 5,04кВт. Збір потужності від «каркасу» передбачається через інвертори, одиничної потужності 27кВт на трансформаторні підстанції КТП-0.4/10кВ типу КТПГС - 10/0,4 потужністю 1000кВА та 630кВА. Устаткування сонячної електростанції (фотоелектричні елементи, інверторні перетворювачі і кабельні мережі постійного струму до 1 кВ і змінного струму напругою 0,4 кВ, комплектні трансформаторні підстанції напругою 10/0,4кВ), служать для перетворення енергії сонячного світла в електроенергію.

Рельєф майданчика різnorідний, зі значною кількістю заглиблень і височин, ухилами окремих ділянок в різних напрямках, що характеризуються абсолютними відмітками 234 ... 261.88.

Згідно із завданням на проектування, робочим проектом передбачається:

- установка на території сонячної електростанції (СЕС) несучих конструкцій (Каркас) для кріплення фотоелектричних елементів;

- установка інверторних перетворювачів для трансформації і передачі електроенергії постійного струму в мережу змінного струму напругою 0,4 кВ.
- установка комплектних трансформаторних підстанцій (КТП) для передачі електроенергії з мережі змінного струму напругою 0,4 кВ в мережу змінного струму напругою 10кВ;
- монтаж розподільної мережі змінного струму напругою 0,4 кВ від інверторних перетворювачів до КТП.

Всі ці об'єкти розташовані на території електростанції і пов'язані між собою виробничою діяльністю.

2.2 Відомості про потреби у воді і електричній енергії

Відповідно до Завдання на проектування та Карточки об'єкту сонячна електростанція не облаштовується мережами водопостачання та каналізації.

Джерелом забезпечення господарсько-питного водопостачання сонячної є привіз на в бутлях для кулерів в кількості 4 шт 80 літрів на тиждень, яка поставляється на об'єкт спеціалізованою компанією IDS «Аляска». Вода цієї компанії має відповідні сертифікати якості, та відповідає європейським стандартам HACCP ISO 22000.

Джерелом забезпечення технічною водою є вода привозна. ДБН В.2.5-64:2012 "Внутрішній водопровід та каналізація", додаток А, таблиця А.2 п.8 - для АБК витрати води 15л на добу на 1 працівника для всіх витрат, в тому числі для питва 3 л на добу. Відповідно потреба у воді становить 1800 літрів на місяць. Привозна вода зберігається в спеціальній пластиковій ємності в 350 літрів, що забезпечують 3- добові потреби. Пластикові баки заводського виробництва повинні мати гігієнічний сертифікат.

Проектом не передбачається регулярне миття сонячних панелей. Очищення сонячних панелей здійснюється у природній спосіб за рахунок вітру та опадів.

2.3 Фонди часу, режим роботи та експлуатація електроустановок

Річний фонд часу роботи обладнання прийнятий відповідно до режиму роботи станції і становить 8760 годин.

Особливістю роботи сонячної електростанції є залежність енергії, що генерується від рівня сонячної радіації. В залежності від часу доби і метеорологічних умов, потужність станції яка генерується може змінюватися від нуля до максимуму. У темний час доби вироблення електроенергії на СЕС не відбувається. У зв'язку з особливостями роботи інверторних перетворювачів, встановлених на стороні 0.4кВ СЕС, станція може працювати тільки в якості підживлюючої, тобто при підключенні СЕС до енергосистеми, в кожному з інверторів відбувається попередній аналіз мережі і подальше підключення до неї синхронно і з необхідним рівнем напруги. При відсутності напруги з боку системи, перевищенні допустимого рівня струмового навантаження або виходу частоти за допустимі межі інвертор автоматично закривається і видача потужності в мережу припиняється. При відновленні подачі напруги від системи процес включення інвертора в мережу повторюється автоматично. Незалежна від енергосистеми робота СЕС на окреме навантаження неможлива.

Експлуатація електроустановок передбачається з урахуванням виконання правил з охорони праці та техніки безпеки при обслуговуванні електричних установок, а також вимог ПУЕ, ПБЕЕ ДСН239-96, ДСН3.3.6.037-99, ГОСТ 12.1.002-84, ГОСТ 12.1.019-79.

Обслуговування електроустановок СЕС здійснюється кваліфікованим персоналом.

Особою відповідальною за електрогосподарство є начальник станції

2.4 Перелік основних нормативних документів

Охорона праці під час виконання робіт при будівництві та експлуатації проєктованого об'єкта забезпечується шляхом виконання вимог чинних в Україні законів, нормативно-правових актів, будівельних нормативів і правил та нормативних документів:

- Закон України «Про охорону праці»;
- НПАОП 0.00-4.12-05 Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці;
- НПАОП 40.1-1.01-97 Правила безпечної експлуатації електроустановок;
- НПАОП 40.1-1.07-01 Правила експлуатації електрозахистних засобів;
- НПАОП 40.1-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів;
- НПАОП 40.1-1.32-2001 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок;
- ДСТУ Б А.3.2-13:2011 Будівництво. Електробезпечність. Загальні вимоги.
- ДСТУ 7237:2011 Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту;
- ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление;
- ДСТУ ГОСТ 12.1.038:2008. Электробезопасность. Предельно допустимое значение напряжения прикосновения и токов;
- СНиП 3.05.06-85 Электротехнические устройства;
- ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення»;
- Правила улаштування електроустановок ПУЕ-2017

2.5 Заходи щодо забезпечення безпеки процесів

Сонячна електростанція не відноситься до об'єктів підвищеної небезпеки.

Комплекс організаційних і технічних заходів, що впроваджуються суб'єктами господарської діяльності, розроблено на підставі діючих нормативних документів та технічних рішень прийнятих у проекті.

На стадії підготовки об'єкта до будівництва заходи з промислової безпеки покладаються на замовника. При виконанні будівельно-монтажних робіт (БМР) заходи з промислової безпеки покладаються на виконавця робіт. Виконавець впроваджує заходи із безпечного виконання БМР, у першу чергу шляхом суворого дотримання положень проекту виконання робіт та технологічних карт на окремі роботи.

Перед початком БМР на території будівництва генеральна підрядна організація (генпідрядник) має отримати письмовий дозвіл на виконання робіт від експлуатуючої організації. Виконання робіт без такого дозволу забороняється.

Генпідрядник розробляє та погоджує з експлуатуючою організацією заходи, які забезпечать безпечне виконання робіт та цілісність діючих об'єктів та їх споруд.

До початку робіт наказом призначається керівник, що відповідає за безпечне виконання робіт та склад бригади, допущеної до виконання робіт.

У період підготовки до проведення робіт необхідно перевірити наявність і справність засобів індивідуального захисту працюючих, обладнання, інструментів, пристроїв та інших засобів виконання робіт.

Увесь персонал, повинен пройти навчання з питань охорони праці у встановленому порядку. Кожен працівник при допуску до роботи повинен пройти інструктаж по методах та послідовності безпечного виконання робіт, з відповідним оформленням в журналі інструктажу.

Робочий персонал, зайнятий на роботах, повинен бути забезпечений відповідним спецодягом та спецвзуттям у відповідності до діючих норм.

Всі роботи повинні виконуватися у відповідності до проекту виконання робіт, який розробляється підрядною організацією за участю замовника з дотриманням вимог ДБН, ГОСТ, СНиП (Будівельні Норми і Правила), ВСН, норм охорони праці, пожежної безпеки.

На робочих місцях у відповідності до діючих нормативних документів мають бути встановлені спеціальні вказівні, попереджуючі та забороняючі знаки.

Вантажно-розвантажувальні роботи виконуються механізованим способом за допомогою засобів малої механізації. Перед виконанням вантажо-підіймальних робіт необхідно вжити заходи із забезпечення охорони праці. Зони тимчасового складування при виконанні вантажно-розвантажувальних робіт повинні бути огорожені інвентарною огорожею із встановленням попереджувальних знаків. При роботі вантажопідіймального обладнання необхідно переконатись у відсутності сторонніх осіб у робочій зоні.

Електромонтажні роботи необхідно виконувати з дотриманням вимог безпеки. Струмоведучі частини устаткування мають бути надійно обгороджені ізолюючими щитками та ширмами, забезпечені знаками безпеки.

Для забезпечення охорони праці під час електромонтажних робіт проектом передбачено:

- використання технічно справного устаткування без конструктивних недоліків;
- високий ступінь механізації БРМ;
- виконання всіх робіт з переоснащення у відповідності з технологічними картами;

- розміщення обладнання із забезпеченням нормованих відстаней між струмоведучими частинами різних фаз, різних електричних кіл, між струмоведучими і заземлювальними частинами обладнання;
- забезпеченням вільного обслуговування обладнання;
- блокування від помилкових дій персоналу;
- забезпечення вільного під'їзду автотранспорту.

В тих випадках, коли вимоги “Правил безпечної експлуатації електроустановок” щодо відстані від елементів діючих електроустановок, що знаходяться під напругою, до працюючих механізмів виконати неможливо, на час монтажу обладнання необхідно відключати та заземляти ці електроустановки. Кількість, тривалість та час таких відключень повинні погоджуватись з енергопостачальною організацією.

Роботи на території об'єкту необхідно припинити у разі:

- виникнення аварійної ситуації або передумов для її виникнення, пожежі, нещасного випадку;
- відсутність справного або відмови обладнання, необхідного для виконання робіт.

Про всі порушення вимог безпеки, які можуть спричинити надзвичайну ситуацію чи загрозу життю і здоров'ю оточуючих, виробничому середовищу чи довкіллю, а також про нещасний випадок чи пожежу слід негайно повідомляти безпосередньо керівника робіт.

2.6 Токсикологічна, пожежонебезпечна характеристика матеріалів, відходів виробництва, контроль вимог безпеки

Обладнання та матеріали, передбачені проектом для нового будівництва, не становлять токсикологічної та пожежонебезпечної загрози для людей та виробів. Проектом передбачається встановлення електротехнічного обладнання (електрощитів та двигунів), яке складається переважно з металевих частин та не має у своєму складі займистих чи

токсичних матеріалів. Уся проектна кабельна продукція має ізоляцію класу «нгд», що не підтримує горіння та дозволена для використання у пожежонебезпечних зонах.

2.7 Засоби захисту працюючих від зовнішніх та внутрішніх факторів

Під час робіт будівельно-підрядною організацією має бути передбачено забезпечення працівників індивідуальними засобами захисту відповідно до чинних норм та правил з охорони праці та додаткових правил охорони праці. В залежності від типу виконуваних робіт персонал має бути забезпечений захисними рукавицями, захисним спецодягом та шоломами, додатковими засобами електротехнічного захисту (діелектричними рукавицями, взуттям, використовувати лише інструмент з ізольованими ручками та ін.).

2.8 Визначення енергетичного потенціалу вибухонебезпечних блоків, радіуси зон можливих руйнувань, заходи щодо захисту персоналу від травмування, безпечної евакуації працюючих при можливих аваріях та пожежах

Запроектоване обладнання та матеріали не містять вибухонебезпечних блоків та речовин та не створюють загрози ураження людей.

Роботи зі встановлення та подальшої експлуатації обладнання слід проводити у відповідності до чинних правил безпеки об'єкту.

Перед початком робіт персонал має бути ознайомлений з планами евакуації та діючими правилами безпеки. У разі виникнення аварії або надзвичайної ситуації, що несе у собі небезпеку для життя та здоров'я людей, будівельно-монтажний персонал, що незадіяний у ліквідації аварії, мають негайно залишити робочі місця та будівлю.

У разі виявлення пожежі (ознак горіння) слід негайно повідомити про це телефоном пожежну охорону, вжити заходи щодо гасіння (локалізації) пожежі і евакуації працівників, у разі необхідності викликати аварійно-рятувальні служби.

2.9 Дані про освітлення робочих місць, шум, вібрації, способів вилучення і нейтралізації відходів з небезпечними властивостями

Роботи за проектом виконуються на відкритій місцевості території будівництва. Будівельно-монтажні роботи не належать до підвищеного класу зорових робіт та не потребують спеціальних джерел освітлення.

Запроектоване обладнання (вимикачі, пристрої РЗА, кабельно-провідникова продукція, джерела освітлення та ін.) не створюють шуму та вібрацій у процесі роботи та не потребують окремих засобів захисту.

У процесі будівництва не виникає потенційно небезпечних відходів що потребують нейтралізації та особливих умов вилучення.

2.10 Засоби запобігання пожежам, вибухам, зберігання і транспортуванню матеріалів з небезпечними та шкідливими властивостями, ведення робіт із навантаження та розвантаження

Пожежна безпека під час виконання робіт повинна забезпечуватись шляхом виконання вимог встановленого протипожежного режиму та чинних нормативно-правових актів і нормативних документів з питань пожежної безпеки:

- Кодекс цивільного захисту України, прийнятий Верховною Радою 2 жовтня 2012 року (зі змінами від 11.02.2015 р.);
- Правила пожежної безпеки в Україні (Затверджені наказом Міністерства внутрішніх справ України 30.12.2014 року № 1417, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 05.03.2015 року за №252/26697;

- ДБН В.1.1-7.2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;
- ДБН В.2.5.56-2014 «Системи протипожежного захисту»;
- НПАОП 40.1-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.

Пожежну безпеку на об'єкті під час будівництва та експлуатації необхідно забезпечити шляхом проведення організаційних, технічних та інших заходів, спрямованих на попередження пожеж, забезпечення безпеки людей, зниження можливих майнових втрат, створення умов для швидкого виклику пожежних підрозділів та швидкого гасіння пожеж.

Під час виконання монтажних робіт персонал повинен бути забезпечений нормативними засобами пожежогасіння та вміти ними користуватися.

До початку проведення робіт необхідно встановити на будівельному майданчику відповідний протипожежний режим, яким визначити:

- правила проїзду та стоянки транспортних засобів, які потрібні для виконання робіт в РП;
- порядок утримання шляхів евакуації;
- порядок проведення тимчасових пожежонебезпечних робіт;
- правила утримання в працездатному стані первинних засобів пожежогасіння;
- місця для зберігання будівельних матеріалів та обладнання;
- порядок проведення з працівниками інструктажу з пожежної безпеки на робочому місці з призначенням відповідальних за його організацію та проведення;
- дії працівників у разі виникнення пожежі (загоряння), порядок оповіщення керівництва.

Необхідно ознайомити усіх працюючих з вимогами даного наказу (розпорядження) у період проходження первинного інструктажу з питань пожежної безпеки.

Протипожежні заходи під час виконання робіт:

- усі працівники, яких допущено до виконання робіт з будівництва, в обов'язковому порядку мають пройти вступний інструктаж з пожежної безпеки та первинний інструктаж з пожежної безпеки на робочому місці. Допуск до роботи осіб, які не пройшли протипожежний інструктаж і перевірку знань з пожежної безпеки, забороняється;

- дороги, проїзди та проходи до споруди, а також підходи до місць зберігання первинних засобів пожежогасіння повинні утримуватись вільними. У зимовий період регулярно очищатись від снігу та льоду;

- протипожежні розриви забороняється використовувати для складування будь-яких матеріалів, стоянки автотранспорту, тимчасових побутових вагончиків тощо.

Проектом передбачені наступні протипожежні заходи:

- використання конструкцій і матеріалів, що не підтримують горіння, для встановлення обладнання.

До початку монтажу повинні бути підготовлені майданчики для складання, площадки і шляхи для вантажопідйомних механізмів. Складування елементів повинне здійснюватися відповідно до технологічної послідовності монтажу.

Доставка всіх будівельних вантажів від станції розвантаження та баз постачальників передбачається автомобільним транспортом.

2.11 Протипожежні заходи

Охорона праці і техніка безпеки при будівництві та експлуатації проектного об'єкта забезпечується відповідністю всіх прийнятих проектних рішень і вимог [11], які враховують умови безпечної праці, попередження виробничого травматизму, професійних захворювань, вибухів і пожеж, захист людей від ураження електричним струмом.

СЕС не є потенційно небезпечним об'єктом, на якому використовуються, виробляються, переробляються, зберігаються чи

транспортуються радіоактивні, пожежонебезпечні, небезпечні хімічні речовини, що створюють реальну загрозу виникнення джерела надзвичайної ситуації (НС).

Потенційним джерелом аварії на станції може бути тільки грубе порушення правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок та пожежної безпеки. Експлуатація СЕС повинна здійснюватися електротехнічним персоналом, який має спеціальну підготовку та ознайомлений з експлуатаційною документацією на встановлене обладнання.

Вжитими заходами передбачається можливість локалізації аварійних ситуацій. Аварії на станції можуть бути тільки рівня «А», тобто в межах СЕС.

Відповідальним керівником робіт (ОР) по локалізації та ліквідації аварій є начальник СЕС.

2.12 Відомість про черговість будівництва

Відповідно до завдання на проектування введення в експлуатацію генеруючих потужностей передбачається одною чергою будівництва.

Таблиця 2.1 - Техніко-економічні показники проекту

№	Найменування	Показник
1	Найменування об'єкту	Будівництво сонячної електростанції «СЕС Смотрич» за межами населеного пункту смт. Смотрич Смотрицької селищної ради Дунаєвського району Хмельницької області
2	Місце розташування об'єкта	за межами населеного пункту смт. Смотрич Смотрицької селищної ради Дунаєвського району Хмельницької області
3	Загальна площа земельної ділянки	5.7839га
4	Площа забудови ділянки	2.22га
5	Встановлена потужність (сонячні модулі)	3.3544МВт
6	Потужність приєднання струмоприймачів	2.450МВт

7	Кількість каркасів для фотоелектричних елементів	666шт
8	Монтаж фотоелектричних елементів JAP60S09 280Вт	11 980шт
9	Кількість інверторних перетворювачів, FRONIUS ECO 27.0-3-S 27кВт FRONIUS SYMO 20.0-3-S 20кВт	90 1
10	Кількість КТП-10/0,4 1000кВА,	2
11	Кількість КТП-10/0,4 630кВА,	1
12	Протяжність кабелів 10кВ	332м
13	Протяжність кабелів постійного і змінного струму	25830м
14	Річний видобуток електроенергії	4048,76 МВт*год/рік
15	Клас наслідків (відповідальності)	СС2
16	Код згідно класифікатора	2302.4
17	Річна потреба об'єкта в ресурсах (на власні потреби): - вода: - електроенергія:	8,5 м. куб. 9200 кВтгод
18	Тривалість будівництва	3міс
19	Кількість створених робочих місць	5
20	Кількість працюючих	8
21	Рік введення в експлуатацію	2019р.
Найменування показників		
Вартість будівництва по зведеному кошторисі, всього, тис. грн. з ПДВ		49196,35
В тому числі без ПДВ:		22075,121
- БМР, тис. грн		23589,64
- обладнання, тис. грн		3531,589
- інші витрати, тис. грн		

2.13 Відомість про черговість будівництва

Основні техніко-економічні показники генерального плану:

- загальна площа земельної ділянки: 5.7839 га;
- площа забудови ділянки: 3,3544 га;
- відсоток забудови: 58%.

Проектом передбачено виконання підготовчих робіт з розчищення території будівництва від високої трави, демонтаж існуючих фундаментів та

конструкцій, вибіркового вертикального планування, спорудження зовнішньої периметральної огорожі та встановлення орних металевих воріт.

Г енеральним планом передбачено встановлення наступних будинків та споруд:

- комплектні трансформаторні підстанції 0,4/10кВ 1000кВА - 2шт;
- комплектні трансформаторні підстанції 0,4/10кВ 630кВА - 1шт;
- адміністративно-побутова будівля - 1 шт;
- спостережні пункти охорони - 1шт;
- опорні конструкції (каркаси) під 18 фотогальванічних панелей потужністю 280Вт - 666шт.;

Улаштування фундаментів опорних конструкцій під фотогальванічні панелі виконується по існуючому рельєфу.

Проектом передбачено комплекс робіт по благоустрою території, в який входять:

- встановлення малих архітектурних форм - урни;
- влаштування газонів.

Водовідведення з території здійснюється поверхневим способом.

Прокладання кабельних зв'язків між фотогальванічними панелями, а також кабельні зв'язки між блоками панелей та ЩС передбачено по опорним конструкціях блоків фотогальванічних панелей, а також в підземній кабельно-трубній каналізації.

Кабельні лінії до 1000 В від ЩС до централізованих інверторів прокладаються в підземній кабельно-трубній каналізації.

Кабельні лінії 10кВ прокладаються в траншеях у ґрунті. Контур захисного заземлення (круг сталевий $d=10$ мм) прокладається в траншеях разом з кабельною каналізацією або в окремих траншеях.

Для укріплення поверхні ґрунтів від впливу дощових вод та вітру проектом передбачається засівання території багаторічними травами.

2.14 Рішення щодо розташування інженерних мереж та комунікацій

На території поля збору потужності прокладаються кабельні лінії 0,4 кВ, 35кВ і кабелі систем управління і контролю за роботою електрообладнання.

Подача питної води на господарсько-питні потреби та відведення побутових стоків від мереж водоканалу не потрібно.

2.15 Електротехнічні рішення

Сонячна енергетика - напрямок нетрадиційної енергетики, засноване на безпосередньому використанні сонячного випромінювання для отримання енергії. Основними достоїнствами сонячної енергетики є:

- загальнодоступність і невичерпність джерела
- теоретично, повна безпека для навколишнього середовища.

Поряд з явно вираженими перевагами сонячна енергетика має такі недоліки;

- залежність від погоди
- необхідність періодичного очищення поглинаючої поверхні від пилу

2.16 Загальні електротехнічні рішення

Основні електротехнічні проектні рішення прийняті на підставі завдання на проектування. Проектні рішення узгоджені з усіма зацікавленими організаціями.

Справжнім проектом передбачається:

- установка на території сонячної електростанції (СЕС) несучих конструкцій (каркас) для монтажу фотопанелей;

- установка щитів змінного струму (ЩС) для збору потужності від інвентарних перетворювачів;
- установка інвентарних перетворювачів для трансформації і передачі електроенергії постійного струму в мережу змінного струму напругою 0,4 кВ.
- монтаж мереж постійного струму напругою до 1000В від модулів фотоелектричних елементів до інверторних перетворювачів;
- установка комплектних трансформаторних підстанцій (КТП) для передачі електроенергії з мережі змінного струму напругою 0,4 кВ в мережу змінного струму напругою 10кВ;
- монтаж розподільної мережі змінного струму напругою 0,4 кВ від інверторних перетворювачів до КТП;

Підключення СЕС до мереж АТ «Хмельницькобленерго» дійсним проектом не передбачається.

2.17 Підключення фотоелектричних модулів

До установці приймаються спеціалізовані несучі конструкції (Каркас) для кріплення фотоелектричних елементів.

Конструкція «Каркаса» призначена для розміщення 18 фотоелектричних панелей типу JAP60S09 280Вт (3 ряди по 6 панелей). Для ефективної роботи інверторних перетворювачів, окремі ділянки фотоелектричних елементів групуються для створення необхідного рівня напруги на інверторі 580-850В постійного струму (елементи при цьому підключаються послідовно). Надалі групи формуються по 5груп для забезпечення необхідної вхідної потужності на інверторі.

Інвертори забезпечені системами самодіагностики, які самостійно розпізнають і відображають на дисплеї сигнали про можливі помилки і збої в роботі.

На вимогу замовника, проектом передбачається об'єднання фотоелектричних панелей послідовно, по 22 панелей в групі (розрахункова вихідна робоча напруга групи 675.84В, розрахункове максимальне напруга холостого ходу 834.2В). Дані групи в свою чергу групуються по 6 шт. на інвертор.

Схема підключення фотоелектричних панелей до інвертору і схема електричних з'єднань щитка змінного струму представлені в розділі «Робоча документація».

За погодженням із замовником, електричні з'єднання елементів між собою в межах конструкції модуля здійснюються мідним ультрафіолетостійким одножильним кабелем типу ВВГнг 1х6мм. Проектом передбачається повний обсяг кабельно-провідникової продукції, необхідної для монтажу. При цьому кабелі для взаємного з'єднання панелей між собою входять в конструкцію самої панелі. Проектом передбачено лише додатковий обсяг кабелю для приєднання групи панелей до інвертору.

2.18 Облаштування розподільної мережі постійного струму

Для передачі потужності, яка генерується, в енергосистему, виробляється перетворення електроенергії постійної напруги, яка виробляється фотоелектричними елементами в електроенергію змінної трифазної напруги 0,4кВ, придатної для подальшої передачі в мережу. Для цього служать інверторі перетворювачі типу Sungrow FRONIUS ECO 27.0-3-S, потужністю 27кВт кожен.

Для найкращого використання ресурсу інвертора потрібне підключення до нього потужностей 90 фотоелектричних панелей типу JAP60S09 270Вт, сумарною встановленою потужністю 36,96кВт. При цьому конструкція інвертора передбачає множинні підключення ліній постійного струму (до 6-ти). У зв'язку з цим проектом не передбачається установка щитків постійного струму (ЩПТ) для збору та передачі потужності від груп фотоелектричних

панелей і установки захисної апаратури. Дане обладнання входить до складу інвертора.

Електричне з'єднання всіх елементів здійснюється за допомогою кабельної мережі. Кабелі прокладаються по території електростанції під землею траншейним методом, а також по конструкціях рядів модулів.

Всі запроектовані кабельні лінії задовольняють умовам пропускну здатності до номінального струму навантаження, умовам термічної і динамічної стійкості до струмів коротких замикань, а також відповідають нормативним вимогам в частині допустимих втрат напруги в провідниках та кабелях на рівні $<2\%$.

2.19 Облаштування мережі змінного струму

Розподільча мережа змінного струму являє собою кабелі 0,4 кВ від інверторів до щитків змінного струму (ЩПТ), від яких в свою чергу до комплектних трансформаторних підстанцій (КТП) 10/0,4кВ. Аналогічно мережі постійного струму, кабелі змінного струму 0,4кВ прокладаються по території електростанції під землею траншейним методом.

Всі кабельні мережі задовольняють умовам пропускну здатності до номінального струму навантаження, умовам термічної і динамічної стійкості до струмів коротких замикань, а також відповідають нормативним вимогам в частині допустимих втрат напруги в ЛЕП.

Для збору потужності на об'єкті передбачається установка КТП 10/0,4 кВ, потужністю 1000кВА та 630кВА. В РУ-0,4кВ КТП проектом передбачається встановлення автоматичних вимикачів для підключення і захисту КЛ-0,4кВ. Підключення інверторів передбачається трифазними кабелями типу ВВГнг, перерізом 5x16мм². План прокладки кабелів і кабельний журнал наведені в розділі «Робоча документація». За погодженням із замовником, перетини всіх КЛ-0,4кВ обрані з умови допустимих втрат напруги в кабелі не більше 2%.

2.20 Зовнішнє освітлення

Зовнішнє освітлення проектом передбачено консольними світлодіодними світильниками типу ДКУ40У-60-001У1 з установкою на залізобетонних опорах типу СВ95-2.

Електропостачання зовнішнього освітлення передбачено від блоку, що поставляється в комплекті з КТП-ВП потужністю 25кВт. Управління освітленням здійснюється автоматично від сигналу реле, вмонтованого в блок зовнішнього освітлення. Мережа зовнішнього освітлення запроектована проводом AsXSn перетином 5*35кв.мм, підключення світильників передбачено з чередуванням фаз. Висота підвісу проводу прийнята 7,6м.

Опори зовнішнього освітлення розраховувались по кліматичному району розташування об'єкту:

- а) по вітровому тиску - 3 район, 500Па;
- б) вага ожеледиці - 3-й район, 15н/м, 19мм;
- в) вітровий тиск під час ожеледиці на конструкції опор - 3-й район, 250Па;
- г) вітрове навантаження на проводи під час ожеледі - 2-й район, 6н/м.

2.21 Підвищувальні трансформаторні підстанції 0,4/10кВ

Для збору потужності від інверторів і передачі її в мережі змінного струму, напругою 10кВ проектом передбачено встановлення на території об'єкта трьох од- нотрансформаторних підстанцій КТП-0,4/10кВ.

Каналізація електроенергії виконується кабельними лініями 10кВ.

До встановлення приймаються одно трансформаторні підстанції ТП відкритого типу із трансформатором МГТ потужністю 1000кВА та 630кВА.

Проектні ТП конструктивно складаються із :

РП низької напруги (РПНН-0,4кВ), що складається з розподільчих панелей зовнішні установки. Панель вводу РПНН-0,4кВ від підвищувального трансформатора 0,38/35кВ укомплектована автоматичним вимикачем $I_n=2000\text{A}$, розподільчі панелі лінійними автоматичними вимикачами 0,4кВ, до яких приєднуються кабельні лінії розподільчих панелей РШ та інверторних перетворювачів. У РПНН-0,4кВ також розміщується шафа обліку електричної енергії, а також прилад моніторингу стану інверторів і передачі даних до систем телемеханізації;

- в ТП встановлюється силовий двообмотковий масляний трансформатор зовнішньої установки потужністю 1000кВА напругою 0,4/10кВ;

- РП високої напруги (РПВН-10кВ), що складається з блока КТПБ-10кВ укомплектованого запобіжниками.

Усе застосоване високовольтне та низьковольтне обладнання ТП обрано та перевірено за умовами пропускної здатності до номінального струму навантаження, припустимого рівня напруги, термічної та динамічної стійкості до струмів короткого замикання.

Все обладнання ТП, металоконструкції та труби електропроводки відповідно до глави 1.7 ПУЕ підлягають заземленню. Для цього використовуються вертикальні заземлювачі зі сталевих кутів $63 \times 63 \times 5$, довжиною 3м, з'єднані сталеві смуги перерізом 30×4 мм. Опір захисного заземлюючого пристрою в будь-який час року не повинен перевищувати 4Ом.

Від підвищувальних ТП-0,4/10кВ потужність збирається та передається на розподільчий пристрій 10кВ з якого видається в енергосистему по кабельній лінії 10кВ. Передача потужності від сонячних панелей до розподільчого пристрою 10кВ на всіх класах напруги передбачено кабельними лініями. Схему приєднання підвищувальної ТП-0,4/10кВ до РП-10кВ наведено на кресленні TR-009.09.19-ЕП1 л.6.

2.22 Облік і контроль якості електроенергії

Проектом передбачено організацію в РП-10кВ сонячної електростанції автоматизованих систем комерційного обліку (АСКОЕ).

Комерційний облік потужності генерації передбачено на стороні 10кВ, у комірці вводу кабельної лінії живлення АТ «Хмельницькобленерго» з основним лічильником активної та реактивної потужності у двох напрямках SL761B131 з додатковим живленням. Прилади комерційного обліку встановлюються в окремій шафі комерційного обліку та підключаються до вимірювальних трансформаторів кімрок 10кВ. Для захисту від несанкціонованого доступу робочим проектом передбачено пломбування кіл і апаратів комерційного обліку.

Прилади технічного обліку встановлюються:

- для сторони 10кВ (кімрок ліній збору потужності 10кВ) - у шафі обліку в РП-10кВ;
- для сторони 0,4кВ (власних потреб РП-10кВ) - на вводі 0,4кВ шафи власних потреб 0,4кВ РП-10кВ;
- для обліку ТП-10/0,4кВ збору потужності - на вводах 0,4кВ до РП-0,4кВ ТП збору потужності.

Кола обліку (матеріал, переріз і довжина проводів і кабелів, встановлення випробувальних блоків, захисних і комутаційних апаратів у вторинних колах) виконані відповідно до вимог ПУЕ.

АСКОЕ й АСТОЕ інтегровані до системи диспетчеризації РП-10кВ, а також в АСУ ТП сонячної електростанції.

2.23 Комерційний облік електроенергії

Для організації комерційного обліку на стороні 10кВ передбачено встановлення в приміщенні РП-10кВ щита обліку. У шафі обліку РП-10кВ

передбачається встановлення багатфункціональних лічильників електричної енергії серії «SL7000», виробництва фірми «Actaris». Лічильники внесені до Державного реєстру засобів вимірювальної техніки України.

У РП-10кВ у комірці №, вводу кабельної лінії живлення АТ

«Хмельницькобленерго» встановлюється прилади КЯЕЕ типу Satec PM175 U5 50Hz ACDC ETH. Навантаження вторинних кіл вимірювальних трансформаторів, до яких приєднуються прилади обліку, не перевищує номінальних значень.

Припустиме завантаження трансформаторів струму відповідає вимогам ПУЕ.

Проектом обумовлюється необхідність пломбування всіх елементів КЯЕЕ та обліку електроенергії. У РП-10кВ пломбуванню підлягають: клемні коробки трансформаторів струму та напруги, затискачі приладів КЯЕЕ, оглядові вікна із кнопкою «Reset» лічильників та випробувальні коробки.

Лічильники мають функції багатотарифності, зберігання даних графіка навантаження, вимірювання активної та реактивної енергії до 4-х величин, а також мають цифровий порт інтерфейсу RS-485 для інтеграції до систем АСКОЕ станції.

2.24 Контроль якості електроенергії

10кВ передбачено контроль показників якості електричної енергії (КЯЕЕ). Для цього у РП-10кВ в комірці, вводу кабельної лінії живлення АТ «Хмельницькобленерго» передбачено встановлення приладів для вимірювання показників якості електричної енергії серії Satec PM175 U5 50Hz ACDC ETH.

Прилад забезпечує трифазні вимірювання параметрів електроенергії, включаючи багатфункціональні трифазні вимірювання струмів, напруги, активної, реактивної й повної потужності, $\cos\phi$, частоти, не симетрії струмів і

напруги, струму нейтралі, облік електричної енергії по 4 квадрантах, класу точності 0,2S (МЭК 62053-22:2003), а також облік активної, реактивної та повної енергії, сумарно та за фазами.

Крім перерахованих вище вимірювань електричної енергії Satec виконує наступні функції з вимірювання гармонійних складових:

- коефіцієнт викривлення синусоїдальної напруги;
- коефіцієнт викривлення синусоїдального струму;
- коефіцієнт гармонійних втрат;
- гармоніки напруги до 40-ї гармоніки;
- гармоніки струмів до 40-ї гармоніки;
- кути гармоніки напруги до 40-ї гармоніки;
- кути гармоніки струму до 40-ї гармоніки.

Підключення струмових кіл приладів Satec PM175 U5 50Hz ACDC ETH виконується до вторинних обмоток трансформаторів струму у трьох фазах, класу точності 0,5S, з коефіцієнтом трансформації 200/5. Математичну обробку сигналів

забезпечує контролер з оперативною пам'яттю RAM і внутрішньою енергонезалежною пам'яттю EEPROM.

Прилад стандартно оснащується портом зв'язку RS-485 (протоколи ASCII, Modbus і DNP3.0). Використовуючи додатковий модуль, у прилад вбудовується додатковий комунікаційний порт Ethernet (протоколи Modbus TCP/IP).

Індикатор навантаження відображає величину у відсотках струмового навантаження відносно номінального значення струму. Найвищий фазний струм вимірів ділиться на номінальний струм навантаження й відображається у вигляді відсотка палаючими світлодіодами (від 40% до 110%).

Від вимірювальних приладів КЯЕЕ інформація за RS-485 зводиться на телекомунікаційні шафи та далі за створеними каналами зв'язку в протоколі ІЕС 60.870-5-104 інформація про показники якості електричної енергії передається до ПрАТ «Хмельницькобленерго».

2.25 Огорожа майданчика

Огорожа майданчика передбачається по зовнішньому периметру СЕС. По зовнішньому периметру огорожу виконується з металевих сітчастих панелей (товщина прута - 4 мм, довжина - 2500 мм, висота 2,0 м). Каркас сітки приєднується до металевих стійок, виконаних з гнутого швелера. Металеві стійки забиваються на глибину 1,7 м.

У місцях в'їзду / виїзду на майданчик передбачаються ворота шириною 4 м і хвірткою, шириною 1 м.

2.26 Огорожа майданчика

Освітлення території СЕС передбачається по зовнішньому периметру ділянки. Освітлення представлено у вигляді залізобетонних стійок типу СВ-95, самонесучого проводу типу СІП і світлодіодних світильників типу LED.

2.27 Будівельні рішення

Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки сонячної електростанції (згідно ДБН В.1.2-14-2018)

Надійність конструкції повинна бути забезпечена протягом гарантійного терміну роботи станції.

Залежно від етапу життєвого циклу вказівки щодо надійності об'єкта використовуються для:

- Визначення умов проектного вибору параметрів споруджуваної станції з урахуванням встановлених або прогнозованих умов застосування.

Основними вимогами, що визначають надійність станції, здатність зберігати необхідні експлуатаційні якості протягом встановленого терміну експлуатації. До них відноситься:

- гарантія безпеки для здоров'я і життя людей і навколишнього середовища;
 - збереження цілісності сонячної станції і складових частин, які вимагають нормального функціонування технологічного процесу, включаючи вимоги до жорсткості металевих конструкцій і підстави.
- Будівельні конструкції і підстави повинні відповідати вимогам
- сприймати без руйнувань і неприпустимих деформацій, протягом встановленого терміну експлуатації.

2.28 Будівельні рішення

Кліматичні умови майданчика будівництва:

Розрахункова температура повітря згідно з ДБН В.2.6.-14-95:

- середня найбільш холодна п'ятиденка - мінус 21 ° С;
- найбільш холодна доба - мінус 25 ° С;
- абсолютно мінімальна - мінус 34 ° С;

Характеристичне значення вітрового тиску - 0,50кПа для 3 вітрового району згідно ДБН В.1.2-2: 2006 «Навантаження і впливу».

Характеристичне значення снігового навантаження - 1,4кПа для 4 снігового району згідно ДБН В.1.2-2: 2006 «Навантаження і впливу».

Сейсмічність району - менше 6 балів.

Нормативна глибина промерзання ґрунту - 0,9 м.

Клас відповідальності споруд згідно ДБН В.1.2-14-2009 - СС2.

Ступінь вогнестійкості споруд згідно ДБН В.1.1-7-2002 - ША.

Проектом передбачається установка стаціонарних несучих конструкцій фотоелектричних елементів, спорудження підземних і наземних кабельних трас, установка розподільних щитів змінного струму, інверторів і комплектних трансформаторних підстанцій (КТП).

Всі необхідні будівельні проектні рішення і креслення установки обладнання наведені в розділі «Робоча документація»

До робіт повинен допускатися кваліфікований персонал, ознайомлений з керівництвом по експлуатації обладнання.

Здачу і приймання об'єкта здійснювати відповідно до вимог [1] ПУЕ розділ 1.8.22, а також діючими правилами і нормами Міністерства палива та енергетики України.

При проведенні монтажних робіт повинні бути дотримані всі вимоги щодо організації допуску бригади, кваліфікації обслуговуючого персоналу, комплексу організаційних і технічних заходів, передбачених Розділом 2 «Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів, правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів».

2.29 Зведення несучих конструкцій

До установки приймаються спеціалізовані «Каркас». Стаціонарні конструкції фотоелектричних елементів являють собою ряди з ділянок різної довжини, відстані між рядами - 7,9м. Сонячні елементи кріпляться до ригелів, закріпленим на балці, має кут нахилу до горизонту 20°. Опорами конструкції служать дві сталеві стійки. Нижні кінці стійок поглиблені в ґрунти шарів Ша, IV, VI. Креслення збірки і установки конструкції наведено в розділі «Робоча документація».

Розстановка несучих конструкцій (каркасів) на території будівництва СЕС приймається виходячи з необхідної мінімальної відстані між ними за умовами взаємної затіненості. На підставі вищенаведених розрахунків, передбачається установка рядів з відстанню 7,9 м в осях між рядами.

2.30 Кабельні лінії

На вимогу замовника передбачається прокладка кабельних ліній постійного і змінного струму між рядами модулів траншейним методом. Проектовані кабельні лінії 0,4 кВ в траншеї прокласти на глибині 0,7 м, при

перетині доріг - на глибині 1,0 м, зменшення глибини до 0,5 м допустимо на ділянках довжиною до 5м при виході кабелів на конструкції. Глибина траншей задана від поверхні землі остаточно спланованою територією (від планувальної позначки).

При укладанні кабелю зробити підсипку на дно траншеї, а зверху прокладених кабелів - засипку шаром піску. Товщина шару піску для підсипання, а також для засипання кабелів повинна бути не менше 100 мм.

Радіус зовнішньої кривої вигину силового, з ПВХ ізоляцією кабелю повинен бути не менше 10 величин його діаметра. У місцях повороту кабельних ліній виконати розширення траншей для пристрою вигинів кабелів.

Відстань по горизонталі у просвіті між двома паралельно кабельними лініями повинно бути не менше 0,1 м.

Відстань у просвіті від КЛ-0,4 кВ до фундаментів будівель і споруд повинно бути не менше 0,6 м.

При паралельному прокладанні відстань по горизонталі у просвіті від КЛ до трубопроводів, водопроводів, каналізації та дренажу повинно бути не менше 1 м.

При перетині КЛ інших кабелів вони повинні бути розділені шаром землі не менше 0,5 м. Це відстань в обмежених умовах для кабелів до 10кВ може бути зменшено до 0,15 за умови поділу кабелів на всій ділянці перетину плюс по 1 м в кожную сторону плитами або трубами з бетону або іншого рівнозначного матеріалу. При цьому кабелі зв'язку повинні бути розташовані вище силових кабелів, а КЛ вищої напруги повинні бути розташовані нижче КЛ нижчої напруги.

Кабель слід укладати з запасом 1-2%. У траншеях і на суцільних поверхнях всередині будівель і споруд запас досягається шляхом укладання кабелю «змійкою». Укласти запас у вигляді кілець (витків) не допускається.

Земляні роботи по прокладці кабельних ліній виробляти малогабаритним механізмом, а в обмежених умовах і на перетинах з

інженерними спорудами - вручну з обов'язковою присутністю представників власника цих споруд. У місцях перетину з підземними комунікаціями провести поперечне шурфування (2м x 0,63м x 0,9м).

При зовнішній прокладці кабельних ліній в лотках, відстань по горизонталі у просвіті між двома паралельно прокладаються кабельними лініями повинно бути не менше діаметра більшого з кабелів.

2.31 Кабельні лінії

Оцінка потенційної річної генерації сонячних панелей кожної з черг будівництва для місця розташування сонячної електростанції за межами населеного пункту смт. Смотрич Смотрицької селищної ради Дунаєвецького району Хмельницької області приведена в таблиці.

Наземна фотоелектрична сонячна електростанція "Смотрич" складається з 11980 фотоелектричних модулів (ФЕМ) типу JAP60S09 потужністю 280Вт кожен, що складають 3354,4кВт (пік) потужність ФЕС по стороні постійного струму.

Фотоелектричні модулі комплектуються по 22шт. послідовно, утворюючи ряди ФЕМ, з номінальною ПОТУЖНІСТЮ 6,16кВт (пік) на напрузі до 1000 В постійного струму.

Ланцюги ФЕМ монтуються паралельно по 22шт до входу постійного струму інвертора Fronius, тап Fronius Eco 27.0-3-S, утворюючи вставлену ПОТУЖНІСТЬ 36,96кВт (пік) постійного струму відповідно.

Ряди ФЕМ та один інвертор складають один фотоелектричний генератор (далі ФЕГ) потужністю 27кВт змінного струму.

До КТП №1 підключаємо 23 ФЕГ з вихідною потужністю змінного струму ФЕС 614кВт, до КТП №2 та №3 - 34ФЕГ, потужністю 918кВт.

Інвертори є основними приладами, які забезпечують роботу ФЕС. Вони відстежують параметри мережі постійного струму, створюючи умови для максимізації виробництва електроенергії фотоелектричними модулями,

перетворюючи струм із постійного на змінний, а також забезпечуючи взаємодію ФЕС із зовнішньою електричною мережею та беруть на себе деякі функції захисту ФЕС.

Таблиця 2.1 – Вироблена електроенергія

Місяці року	Середній рівень сонячної радіації, кВт*год/кВ.м за місяць	Вироблена електроенергія. кВт*год/місяць
Січень	23,8	127467,2
Лютий	37,0	211327,2
Березень	82,9	261643,2
Квітень	126,0	419300
Травень	164,8	479679,2
Червень	177,4	489742,4
Липень	178,6	553476
Серпень	141,3	519932
Вересень	103,3	429363,2
Жовтень	61,3	325376,8
Листопад	26,6	127467,2
Грудень	15,6	103986,4
За рік	94,88	4048760,8

2.32 Матеріали ОВНС

Підставою для розробки матеріалів ОВНС є Технічне завдання на виконання комплексу робіт з проектування сонячної електростанції «Будівництво сонячної електростанції «СЕС Смотрич» за межами населеного пункту смт. Смотрич Смотрицької селищної ради Дунаєвецького району Хмельницької області», завдання на розробку матеріалів ОВНС, містобудівні умови і обмеження розміщення сонячної електростанції; паспортні і технічні дані електрообладнання сонячної електростанції; дані топогеодезичних і інженерно-геологічних вишукувань.

Матеріали ОВНС виконані відповідно до чинного законодавства і виконують вимоги Законів України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про охорону атмосферного повітря»; «Про відходи»; «Про оцінку впливу на довкілля», «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення»; Водного кодексу України; Земельного кодексу України .

Джерелами потенційного негативного впливу на навколишнє середовище від проектованої діяльності по оснащенню СЕС є: викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря; утворення відходів при експлуатації та будівництві; шум від працюючого обладнання під час виконання монтажних робіт; неіонізуюче випромінювання від обладнання змінного струму промислової частоти 50Гц.

При розробці ОВНС прийняті екологічні та санітарно - гігієнічні обмеження по атмосферному повітряю - значення гранично-допустимих концентрацій (ГДК) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, значення гранично-допустимих рівнів електромагнітного поля (ГДР). Найближчі житлові забудови розташовані в південно-західному напрямку на відстані більше 30 м від СЕС. Розміщення обладнання сонячної станції не суперечить санітарним правилам. Протипожежні обмеження відповідають чинним в Україні нормам і правилам.

Суспільство проінформоване про плановану діяльність шляхом проведення громадських слухань та публікації «Заяви про наміри» про будівництво сонячної електростанції потужністю 2,45МВт за адресою: за межами населеного пункту смт. Смотрич Смотрицької селищної ради Дунаєвецького району Хмельницької області».

Зауважень і звернень від населення і громадських організацій не надходило.

Матеріали ОВНС виконані у відповідності з наступними нормативними, інструктивними та методичними документами:

1. ДБН А.2.2-3-2012 «Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва».
2. ДБН А.2.2.-1-2003 «Склад і Зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд».
3. ОНД-86 «Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств». Л. Гидрометеоиздат, 1997р.
4. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Наказ МОЗ України №173 від 19.06.1996.
5. ДСП 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
6. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електро-магнітних випромінювань від 01.08.1996 № 239.
7. «Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами». Том 1, том 2, Донецьк, 2004.

РОЗДІЛ 3. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ

3.1 Дослідження навантаження та впливу на конструкції столу для кріплення фотоелектричних панелей

Таблиця 3.1 – Навантаження на раму

№ п/п	Найменування	Од. вимір.	Характер, навантаження	Коеф. γ_{fm}	Розрахункові навантаження
I	Постійні навантаження				
1	Вага фотоелектричних сонячних панелей	кг/м ²	18,0	1,05	18,9
II	Тимчасові та короточасні навантаження				
1	Снігове навантаження для Дунаєвського району, Хмельницької області (4 сніговий р-н - 1400 Па)	кг/м ²	143	0,83	118,7
2	Вітрове навантаження для Дунаєвського району, Хмельницької області (3 вітровий р-н - 500 Па)	кг/м ²	51,0	0,82	41,82

Коефіцієнт надійності $\gamma_{fm}=0,843$ для снігового навантаження (для терміну експлуатації споруди 25 років).

Коефіцієнт надійності $\gamma_{fm}=0,824$ для вітрового навантаження (для терміну експлуатації споруди 25 років).

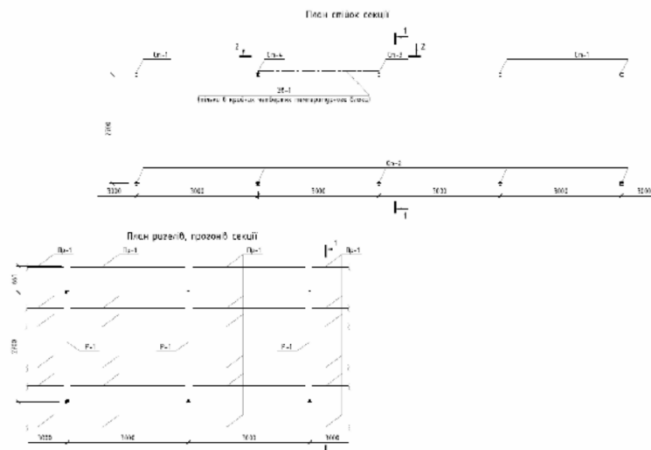


Рисунок 3.1 – Досліджувана схема каркасу

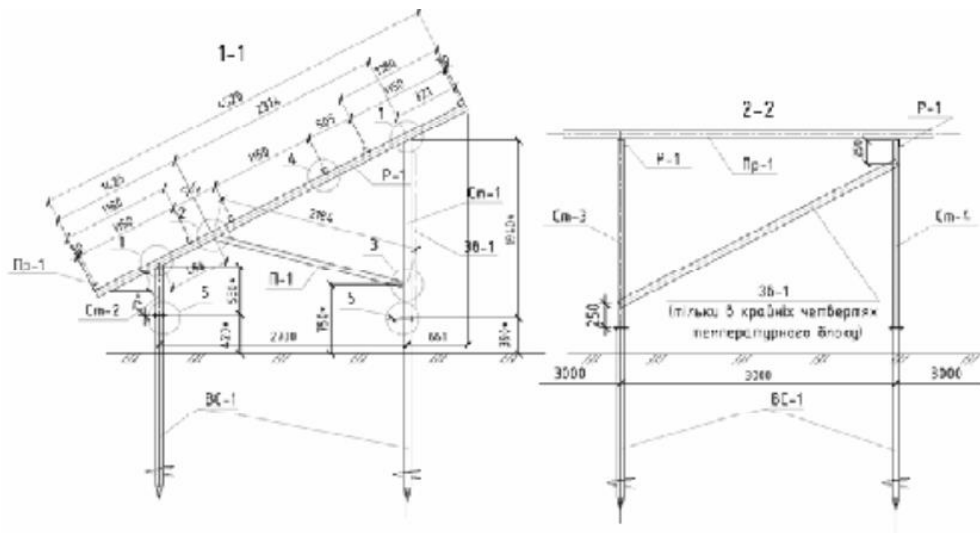


Рисунок 3.2 – Розріз досліджуваної схеми каркасу

Розрахункова схема включає всі основні несучі елементи конструкції, на яку кріпляться фотоелектричні сонячні панелі.

Статичний розрахунок виконується у лінійній постановці. Кріплення прогонів до ригелів і ригеля до стійк - шарнірне, зв'язків до стій - шарнірне. Закріплення колон прийнято на рівні верху землі від усіх видів переміщення.

Розрахункова схема характеризується такими параметрами:

Кількість вузлів – 30

Кількість кінцевих елементів – 37

Кількість завантажень - 4

Комбінації завантажень виконуються автоматично у процесі розрахунку.

3.2 Жорсткості елементів

Усі конструкції моделювалися стрижневими кінцевими елементами. Перерізи елементів прийняті наступні: стійки - швелер гнутий 80x60x3; прогони покрівлі – швелер гнутий 60x60x3; ригель - гнутий швелер 80x60x3; зв'язок поперечний - гнутий куточок 60x3; зв'язок поздовжній - гнутий швелер 80x60x3.

3.3 Збір навантажень

Приймаємо для розрахунку: крок рам столу – 3 м, ширина між опорами – 2,7 м (див. схеми та розрізи). Виконується розрахунок одного прольоту, сусідні прольоти моделюємо зосередженими навантаженнями. В одному прольоті знаходяться 9 фотоелектричних сонячних панелей, по 3 штуки в три ряди. Розміри сонячної панелі у плані 1655х991мм. Вага однієї панелі – 18 кг.

3.4 Постійні навантаження

Навантаження на прогін від фотоелектричних сонячних панелей:

$$q_p = (18,9 \times 3) / (2 \times 3) = 9,45 \text{ кг/мп.}$$

Постійне зосереджене навантаження від сусідніх прольотів:

$$Q_p = 4 \times 3 / 2 + 9,45 \times 3 / 2 = 20,2 \text{ кг.}$$

3.5 Снігові навантаження

Відповідно до розділу 8 ДБН В. 1.2-2:2006 «Навантаження та впливи» граничне розрахункове значення снігового навантаження обчислюється за формулою:

$$S_m = \gamma_{fm} S_0 C = 0,83 \times 143 \times 1 = 118,7 \text{ кг/м}^2$$

$S_0 = 143,0 \text{ кг/м}^2$ (для Дунаєвецького району, Хмельницької області).

$C_{alt} = 1$ - коефіцієнт географічної висоти;

$C_e = 1$ - коефіцієнт, що враховує режим експлуатації покрівлі;

$\mu = 1$ - - коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву на поверхні землі до снігового навантаження на покриття при куті 27 градусів;

$\gamma_{fm} = 0,83$ - коефіцієнт надійності за граничним значенням снігового навантаження за термін експлуатації споруди 20 років.

Навантаження на прогін:

$$P_p = 118,7 \times 1,655/2 = 98,2 \text{ кг/м};$$

Снігове навантаження від суміжних прогонів моделюємо зосередженими навантаженнями:

$$P_p = 98,2 \times 3/2 = 147,3 \text{ кг}.$$

3.6 Вітрові навантаження

Відповідно до розділу 9 ДБН В. 1.2-2:2006 «Навантаження та впливи» граничне розрахункове значення вітрового навантаження визначається за формулою:

$$W_m = \gamma_{fm} W_0 C$$

$$W_0 = 51,0 \text{ кг/м}^2 \text{ (для Дунаєвського району, Хмельницької області).}$$

$$C = C_{aer} C_h C_{ait} C_{rel} C_{dir} C_d$$

C_{aer} - аеродинамічний коефіцієнт при дії вітрового навантаження на панелі згідно з додатком ДБН В. 1.2-2:2006 «Навантаження та дії»

$$C_h = 0,9 \text{ - коефіцієнт висоти споруди;}$$

Тип місцевості - II (приміські та промислові зони, протяжні лісові масиви).

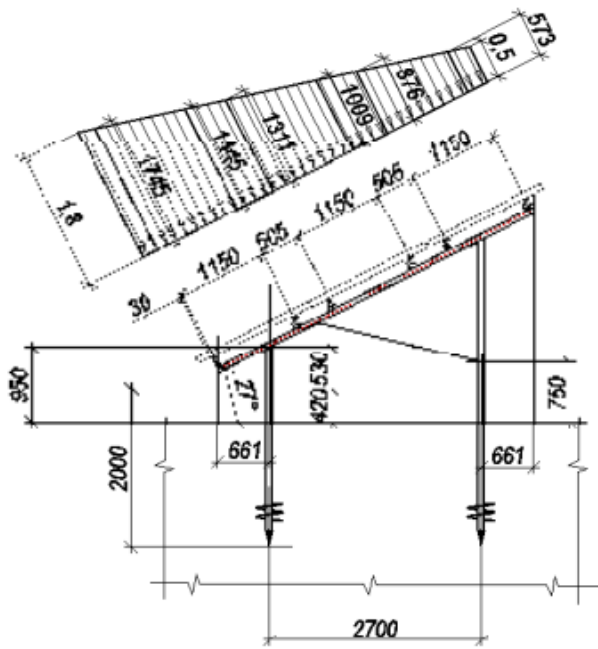
$$C_{alt} = 1 \text{ – коефіцієнт географічної висоти}$$

$$C_{rel} = 1 \text{ _ коефіцієнт рельєфу}$$

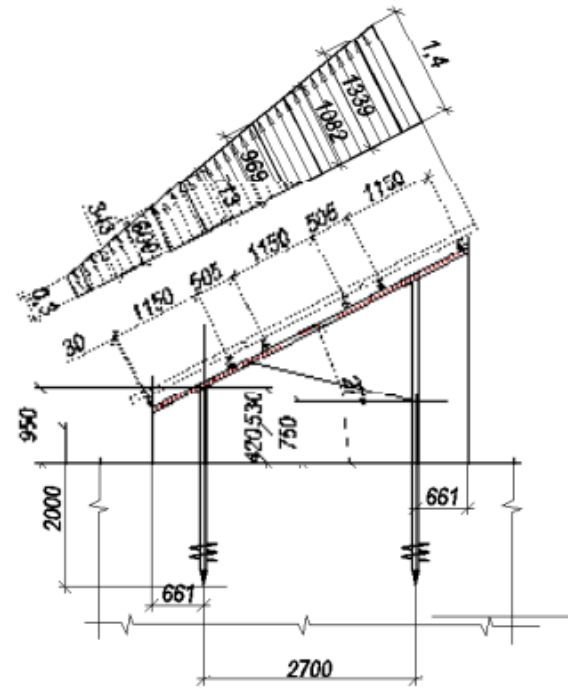
$$C_{dir} = 1 \text{ - коефіцієнт напрямку}$$

$$C_d = 1 \text{ – коефіцієнт динамічності}$$

$\gamma_{fm} = 0,82$ – коефіцієнт надійності за граничним значенням снігового навантаження.



1 варіант (пригруз)



2 варіант (відрив)

Рисунок 3.3 – Аеродинамічний коефіцієнт C_{aer}

Вітрове навантаження на прогони:

1 варіант (привантаження):

$$P_1 = 51,0 \times 0,82 \times 0,9 \times 1,745 \times 1,655 / 2 = 54,3 \text{ кг/мП};$$

$$P_2 = 51,0 \times 0,82 \times 0,9 \times 1,445 \times 1,655 / 2 = 45,0 \text{ кг/мп};$$

$$P_3 = 51,0 \times 0,82 \times 0,9 \times 1,31 \times 1,655 / 2 = 40,8 \text{ кг / мп};$$

$$P_4 = 51,0 \times 0,82 \times 0,9 \times 1,009 \times 1,655 / 2 = 31,43 \text{ кг/м}^3;$$

$$P_5 = 51,0 \times 0,82 \times 0,9 \times 0,856 \times 1,655 / 2 = 26,7 \text{ кг/мп};$$

$$P_6 = 51,0 \times 0,82 \times 0,9 \times 0,573 \times 1,655 / 2 = 17,85 \text{ кг/м}^3;$$

Вітрові навантаження від суміжних прогонів моделюємо зосередженими навантаженнями:

$$P_1 = 54,3 \times 3/2 = 81,45 \text{ кг};$$

$$P_2 = 45 \times 3/2 = 67,5 \text{ кг};$$

$$P_3 = 40,8 \times 3/2 = 61,2 \text{ кг};$$

$$P_4 = 31,43 \times 3/2 = 47,15 \text{ кг.}$$

$$P_5 = 26,7 \times 3/2 = 40,05 \text{ кг.}$$

$$P_6 = 17,85 \times 3/2 = 26,78 \text{ кг.}$$

2 варіант (відрив):

$$P_1 = -51,0 \times 0,82 \times 0,9 \times 0,343 \times 1,655 / 2 = -10,7 \text{ кг/мп;}$$

$$P_2 = -51,0 \times 0,82 \times 0,9 \times 0,600 \times 1,655 / 2 = -18,7 \text{ кг/мп;}$$

$$P_3 = -51,0 \times 0,82 \times 0,9 \times 0,713 \times 1,655 / 2 = -22,21 \text{ кг/мп;}$$

$$P_4 = -51,0 \times 0,82 \times 0,9 \times 0,969 \times 1,655 / 2 = -30,18 \text{ кг/мп;}$$

$$P_5 = -51,0 \times 0,82 \times 0,9 \times 1,082 \times 1,655 / 2 = -33,7 \text{ кг/мп;}$$

$$P_6 = -51,0 \times 0,82 \times 0,9 \times 1,339 \times 1,655 / 2 = -41,7 \text{ кг/мп;}$$

Вітрові навантаження від суміжних прогонів моделюємо зосередженими навантаженнями:

$$P_1 = -10,7 \times 3/2 = -16,1 \text{ кг;}$$

$$P_2 = -18,7 \times 3/2 = -28,1 \text{ кг;}$$

$$P_3 = -22,21 \times 3/2 = -33,3 \text{ кг;}$$

$$P_4 = -30,18 \times 3 / 2 = -45,3 \text{ кг;}$$

$$P_5 = -33,7 \times 3/2 = -50,6 \text{ кг;}$$

$$P_6 = -41,7 \times 3 / 2 = -62,6 \text{ кг.}$$

3.7 Розрахункові поєднання зусиль

При обчисленні РПЗ враховуються вимоги нормативних документів та логічні зв'язки між завантаженнями, що накладаються нормативними документами та істотою завдання, що розв'язується. У нашому випадку завантаження №1 є постійною; завантаження №2, - тимчасові тривале, завантаження №№3,4 є короточасними. Крім того, завантаження №3 та №4 є взаємовиключними.

Розрахунок несучих конструкцій під фотоелектричні сонячні панелі (виконаний у програмному комплексі).

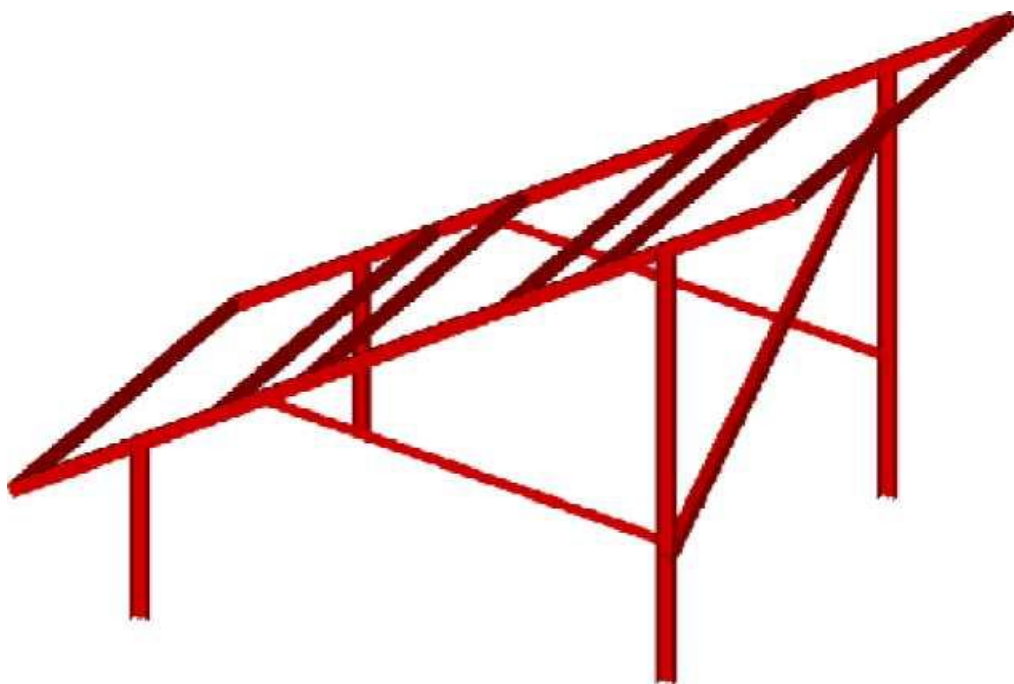


Рисунок 3.4 - Просторова схема столу

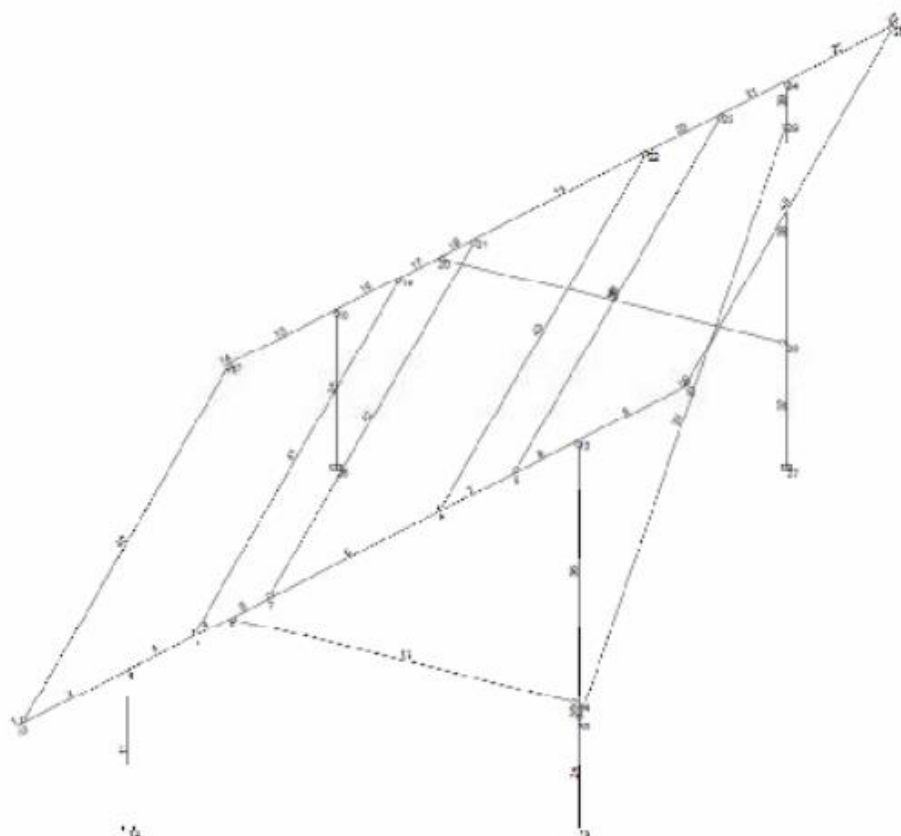


Рисунок 3.5 – Номера вузлів, номери елементів

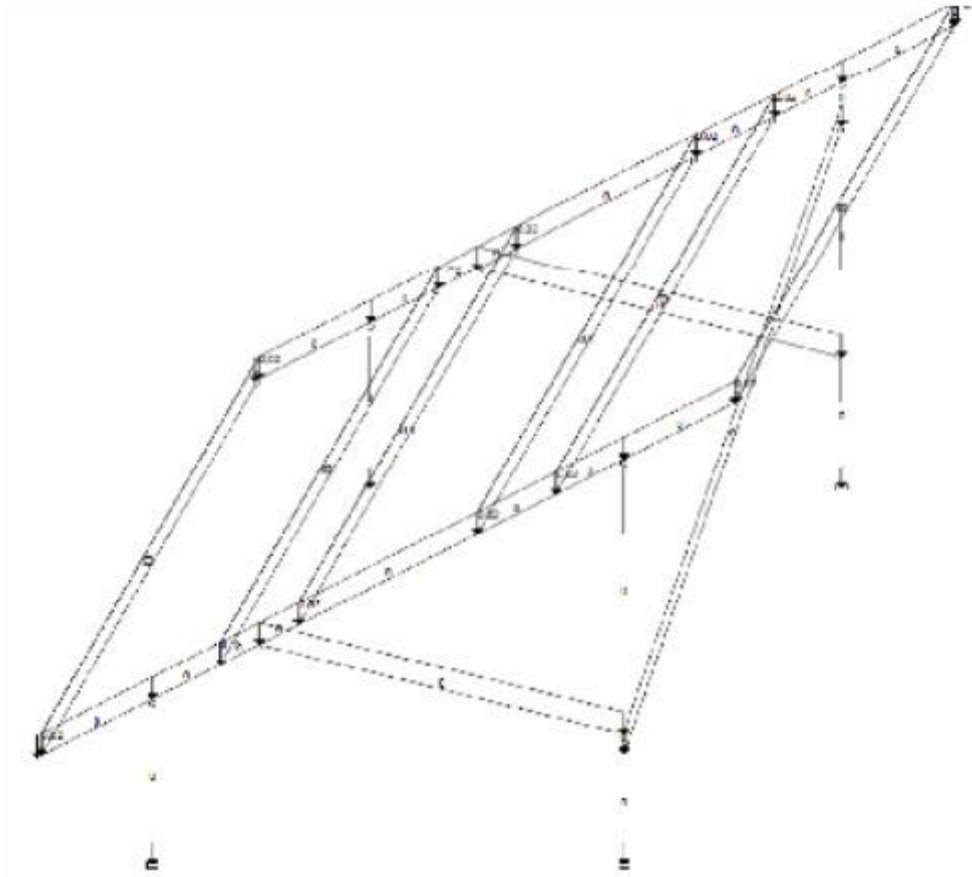


Рисунок 3.6 - Завантаження 1 (власна вага конструкцій)

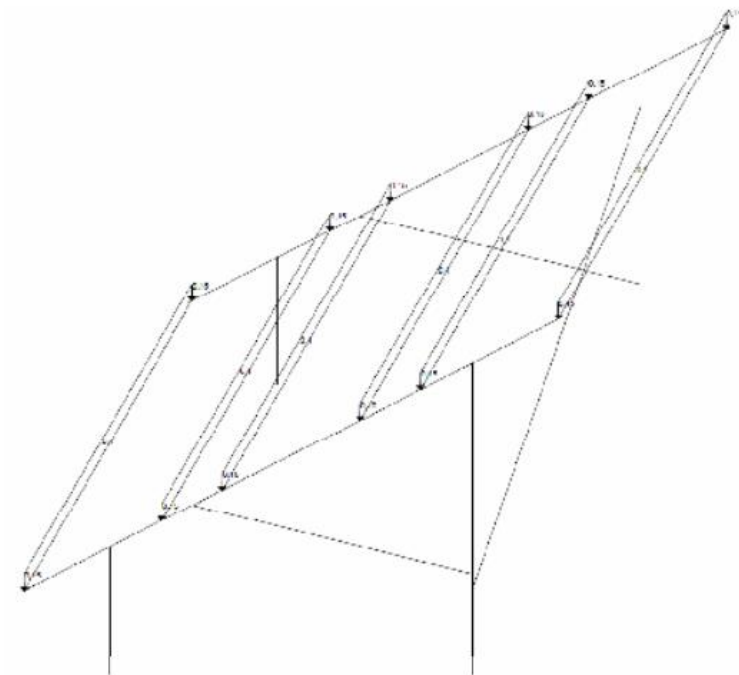


Рисунок 3.7 - Завантаження 2 (снігове навантаження)

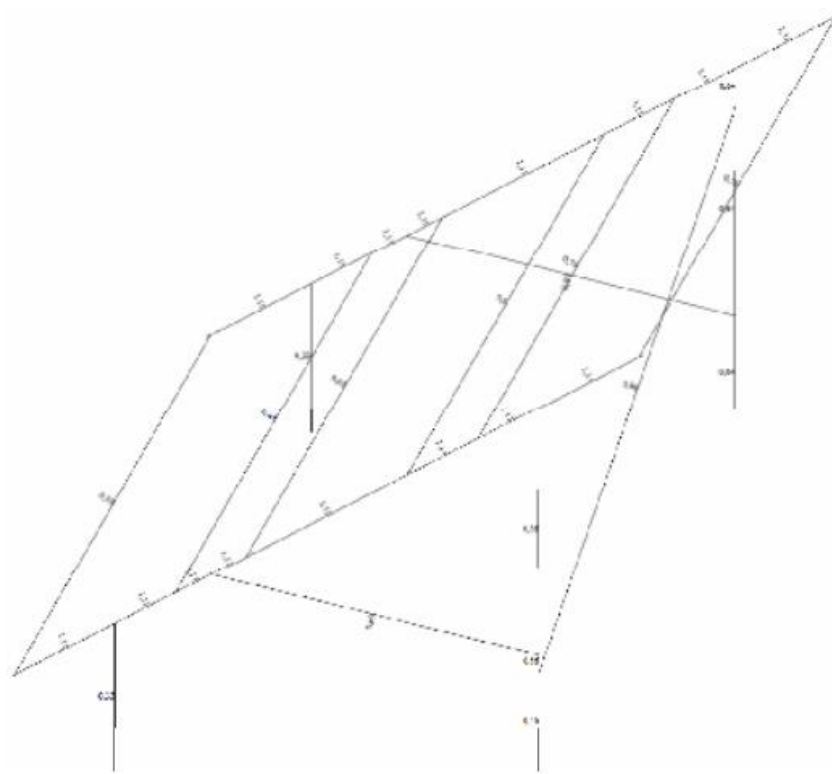


Рисунок 3.10 - Коефіцієнти використання перерізів

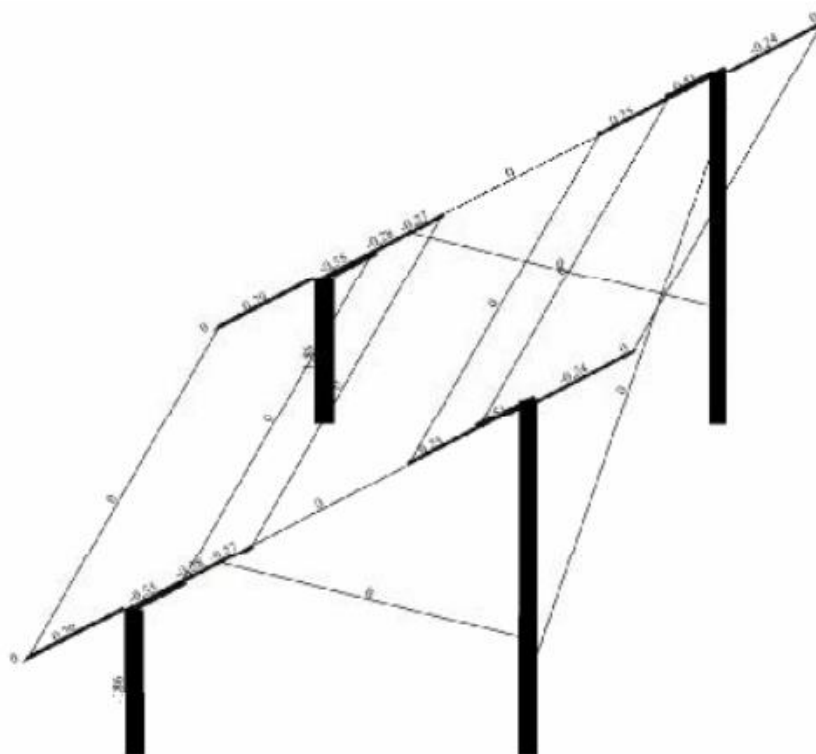


Рисунок 3.11 - Епюри поздовжніх сил N, T

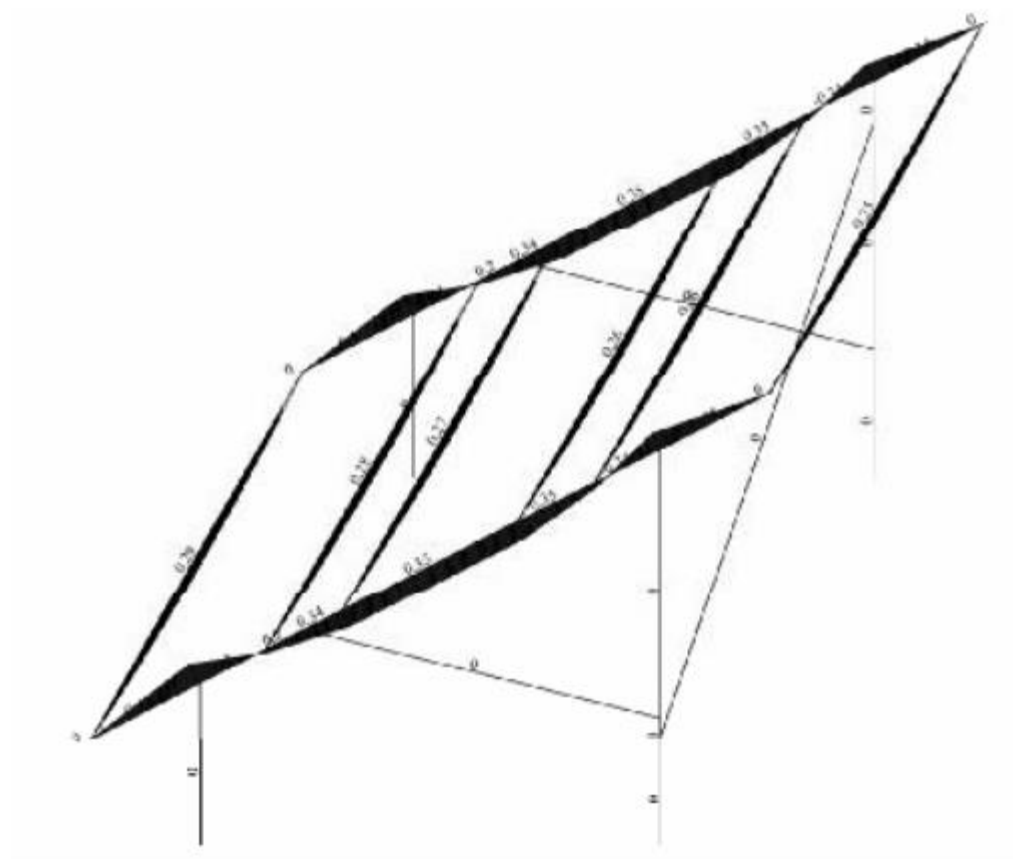


Рисунок 3.12 - Епюри моментів M_u , тм

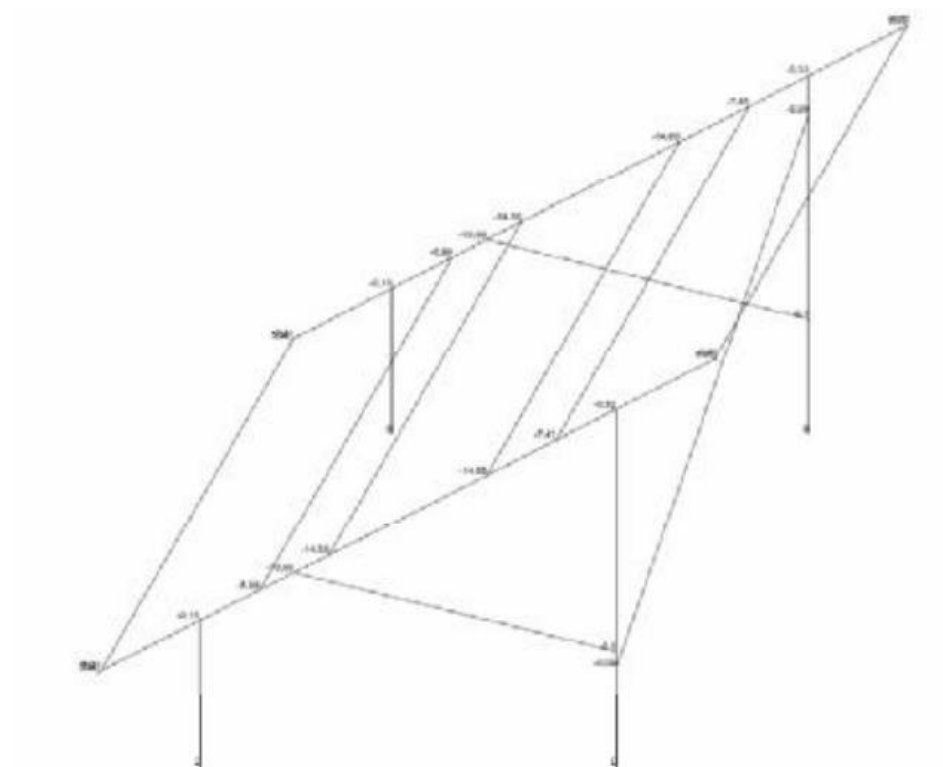


Рисунок 3.13 - Переміщення по осі Z , мм

Відносний прогин балки не перевищує допустимого:

$f/l=14,65/2700=1/184 < [1/150]$, де $f=14,65$ - максимальний прогин у прольоті ригеля, $l=2700$ - проліт ригеля, $[1/150]$ - граничний вертикальний прогин балки прольотом 3 метри.

ВИСНОВКИ

Отримані в результаті розрахунку значення коефіцієнтів використання конструкцій за міцністю, стійкістю та переміщенням не перевищують гранично допустимих, за винятком ригеля опорної конструкції, який не задовольняє вимогу міцності при спільній дії поздовжньої сили та згинального моменту без урахування пластики (коефіцієнт використання 1,1). При зміні перерізу ригеля з гнутого швелера 80х60х3 на гнутий швелер 80х60х4, маємо коефіцієнт використання даного елемента 0,87. Таким чином, розрахунком рекомендується збільшити вищезгаданий перетин.

Список використаних джерел

1. ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013 Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплосвоєння огорожувальних конструкцій;
2. ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель та споруд. Зміна № 1;
3. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування. Зміна № 1;
4. ДБН В.1.2-14-2009 Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. Зміна № 1;
5. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування ;
6. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування. Зміна № 1;
7. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування. Зміна № 2;
8. Сталеві конструкції / За ред. Ф.Є. Клименка: Підручник.- 2-ге вид., випр., і доп – Лівів: Світ, 2002. -312с.
9. Зварні конструкції: Учеб. для технікумів. М.: Стройиздат, 1990. -353с.
10. Розрахунок сталевих конструкцій: Справ. посіб/ Я.М. Лихтарников, Д.В. Ладиженский, В.М. Кливок. – 2-ге вид., випр.- К.: Будівельник, 1984. -368с
11. Завод з виробництва матеріалів для покрівель, фасадів та швидкокомонтованих будівель URL: <https://www.pruszynski.com.ua/> (Дата звернення 20.11.2023);
12. ІДУ НД ЦЗ URL: <https://idundcz.dsns.gov.ua/> (Дата звернення 20.11.2023);
13. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги»;
14. ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013 «Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплосвоєння огорожувальних конструкцій»;

15. ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 «Настанова з розрахункової оцінки тепловологісного стану огорожувальних конструкцій»;
16. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія.

