

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний

(повне найменування інституту, факультету)

Деталі машин і підйомно-транспортні механізми

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему Можливості кранового обладнання для конвейєра Єржевської АС

Виконав: студент(ка) _____ курсу, групи М-322ч

Спеціальності 133 Турбове машинобудування
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація) підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання

Костюк А.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник Мартовичий А.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Сидоренко М.В.

(прізвище та ініціали)

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

Інститут, факультет Машинобудівний
Кафедра Деталі машин і підйомно-транспортні механізми
Ступінь вищої освіти магістр
Спеціальність 133 Технологічне машинобудування
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) Підйомно-транспортні, дорожні, безвідвідні, шийративні машини і обладнання
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

« 19 » 11 / 12 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Костюк Ілія Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Виробничості кранового обладнання для кранрайда Червонольської АС

керівник проєкту (роботи) доцент, Мартюшинський Леонід Максимович,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 11 » лютого 2023 року № 387

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 18.12.2023

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Арка об'єкту Укрсталь-2

Проміт арки - 257 м

Довжина - 162 м

Висота - 108 м

Строк служби - 100 років

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Розрахунок потужності матеріалів та норми зварювання

1. Інколи розрахунок безпечного з'єднання

3. Методологія монтажу систем основних кранів для України - 2

4. Види нових технологій

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

Лист 1, формат А1 - Арка

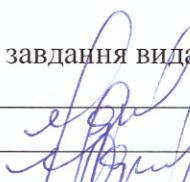
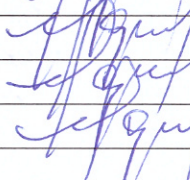
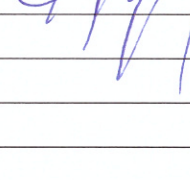
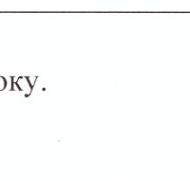
Лист 2, формат А1 - Арка

Лист 3, формат А1 - Навіс конструкції західної стіни Арки

Лист 4, формат А1 - Навіс конструкції східної стіни Арки

Лист 5, формат А1 - Стандартний вузол

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	Мартовицький Л.М.		
2	Мартовицький Л.М.		
3	Мартовицький Л.М.		
4	Мартовицький Л.М.		

7. Дата видачі завдання « 11 » грудня 2023 року.

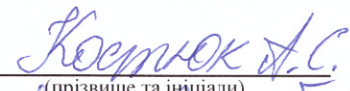
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

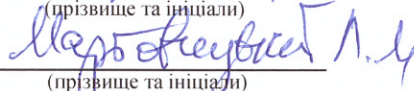
№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Радіаційна пошкоджуваність матеріалів та пори з виверу сталі	25.10.2023	
2	Аналіз розрахунку балтового з'єднання	17.11.2023	
3	Методологія моделювання основних країв для з'єднання - 2	30.11.2023	
4	Види навантажень	15.12.2023	

Студент

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)


(прізвище та ініціали)


(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 73 с., 2 таблиць, 15 рисунків, 19 джерел.

Об'єкт дослідження – металоконструкція укриття четвертого енергоблоку Чорнобильської АС.

Мета проекту – аналіз методики розрахунку новітньої захисної споруди.

Метод дослідження – розрахунково-аналітичний, з використанням стандартних пакетів: Word 2010, КОМПАС – 3D V15.

Через руйнування старого саркофагу було спроектовано новий безпечний конфайнмент «Укриття-2» який буде цікавий та корисний для дослідження.

В проекті розглянуті питання особливостей металоконструкції та її монтажу. А саме вибір сталі металоконструкції; розрахунок з'єднань; особливість монтажу; навантаження діючі на арку.

АРКА, МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЯ, НЕЙРОНЕ ВИПРОМІНЕННЯ, ВІТРОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ, МЕТОДОЛОГІЯ МОНТАЖУ, СЕЙСМІЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ, РАДІАЦІЯ, ЕНЕРГОБЛОК, МОСТОВИЙ КРАН.

ЗМІСТ

Завдання на дипломний проект.....	2
Реферат.....	4
Зміст.....	5
Вступ.....	7
1. Радіаційна пошкоджувальність матеріалів та норми з вибору сталі.....	9
1.1 Норми з вибору сталі для НБК.....	12
1.2 Межа текучості сталі при впливі температури.....	13
2. Аналіз розрахунку болтового з'єднання.....	15
2.1 Феномен розподілу переданого зусилля між рядами болтів.....	15
2.2 Пружний розрахунок з'єднання.....	17
2.3 Граничний стан з'єднання.....	17
2.4 Пристосованість з'єднання у разі повного використання його несучої здатності.....	18
2.5 Пристосовність з'єднання у разі симетричного знакозмінного впливу.....	21
3. Методологія монтажу системи основних кранів для Укриття-2.....	24
3.1 Аналіз методів монтажу.....	25
4. Види навантажень.....	32
4.1 Вітрове навантаження.....	32
4.2 Методика випробувань.....	33
4.3 Створення моделі арки і моделі навколишнього середовища.....	35
4.4 Оцінка локального навантаження.....	36
4.5 Розрахунки на сейсміку по спектральній теорії та за акселерограмою.....	37
4.6 Особливості розрахунку на температуру.....	37
4.7 Вплив від викликаних людиною зовнішніх подій.....	38
5. Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.....	39
5.1 Аналіз потенційних небезпек.....	39
5.2 Заходи з техніки безпеки.....	39
5.3 Заходи по забезпеченню пожежної безпеки.....	43
5.4 Заходи санітарної гігієни.....	45

	6
5.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	47
6. Профілювання інноваційної складової стратегії управління та програма розвитку.....	52
6.1 Аналіз останніх досліджень і публікацій.....	53
6.2 Етапи аналізу, методи та інструменти.....	54
Висновки.....	64
Перелік посилань.....	66
Додатки.....	67

ВСТУП

У Законі України «Про загальні засади подальшої експлуатації і зняття з експлуатації Чорнобильської АЕС та перетворення зруйноване нового четвертого енергоблоку цієї АЕС на екологічно безпечну систему» стверджується, що «конфайнмент - захисна споруда, котра включає в себе комплекс технологічного обладнання для вилучення із зруйнованого четвертого енергоблоку Чорнобильської АЕС матеріалів, що містять ядерне паливо, поводження з радіоактивними відходами та інші системи, призначені для здійснення діяльності з перетворення цього енергоблоку на екологічно безпечну систему та забезпечення безпеки персоналу, населення і навколишнього середовища».

Створення НБК має забезпечити досягнення таких цілей: захист персоналу, населення і навколишнього середовища від впливу джерел ядерної та радіаційної небезпеки, пов'язаних з існуванням об'єкта «Укриття»; створення умов для здійснення практичної діяльності з перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему, зокрема, для вилучення залишків ядерного палива та паливоутримуючих матеріалів, виконання робіт з демонтажу/ посиленню нестабільних конструкцій об'єкта «Укриття» і поводження з радіоактивними відходами .

Однією з основних функцій НБК є запобігання розповсюдження радіоактивних речовин та іонізуючого випромінювання за межі НБК в умовах нормальної експлуатації, порушень нормальної експлуатації, аварійних ситуацій і аварій і повинна забезпечуватися:

- цілісністю захисних конструкцій НБК протягом тривалого періоду експлуатації (не менше 100 років) ;
- запобіганням обвалення нестабільних конструкцій об'єкта «Укриття» шляхом їх демонтажу або підсилення на період, який визначається умовами безпечної експлуатації НБК;
- обмеженням надходження атмосферних опадів всередину споруд ня;
- захистом гідрогеологічного середовища від забруднення радіоактивними речовинами, що знаходяться в НБК;

- обмеженням розповсюдження радіоактивних речовин всередині НБК.

В даній дипломній роботі будуть розглянуті основні методики розрахунку пов'язані із металоконструкцією арки.

Актуальність теми полягає у новизні об'єкту «Укриття-2». Подальше вивчення подібних об'єктів буде корисним для наукового світу в цілому.

Аналіз сукупності питань, що потребують вирішення при розробці НБК, дозволяє сформулювати завдання зменшення власної ваги укриття і величини переданого на фундаменти розпору, а також влаштування зручних обсягів для розміщення технологічних пристроїв та обладнання. Для виконання цього завдання пропонується малорозпірне великопрогонне склеписте укриття (патент України на винахід «Малорозпірне великопрогонне склеписте укриття» №52486А від 16 грудня 2002 г).

Проектування, постачання і установка обшивки НБК в цифрах:

Проліт арки - 257м

Довжина - 162м

Висота - 108м

Строк служби - 100 років

Сейсмічна зона 2 (9 балів за шкалою Ріхтера)

Фундаменти і платформа монтажно-ї зони-81 000м³ залізобетону

Основні елементи (труби діаметром > 800 мм) - 5700 шт.

Допоміжні елементи (вузлові з'єднання) - 4000 шт.

Кріплення (болти М30) - 650000 шт.

Сталеві конструкції - 24860 т

Тимчасові конструкції - 5400 т

Обшивка зовнішня (багатошарова) - 86 000м²

Обшивка внутрішня - 78 000м²

Робоча сила на майданчику (в середньому) 2 зміни по 600 чоловік.

1. РАДІАЦІЙНА ПОШКОДЖУВАНІСТЬ МАТЕРІАЛІВ ТА НОРМИ З ВИБОРУ СТАЛІ

Конструкційні матеріали під дією опромінення відчувають структурні перетворення, надаючи негативний вплив в першу чергу на механічні властивості і корозійну стійкість. З усіх видів опромінення (нейтрони, α - та β -частки, γ -опромінювання) найбільш сильний вплив робить нейтронне опромінення.

Радіаційну середу прийнято характеризувати нейтронним спектром і нейтронним потоком. Спектр визначається дискретними рівнями енергії нейтронів. Залежно від енергії нейтронів, що використовуються для здійснення ланцюгової ядерної реакції, розрізняють реактори на повільних (теплових) і швидких нейтронах. Нейтронний потік характеризує інтенсивність радіаційної середовища і виражається числом нейтронів з енергією $E > 0,1$ MeV, що перетинають площу 1 см^2 за 1 с (нейтрон / ($\text{см}^2 \cdot \text{с}$)). Нейтронний потік, підсумований за часом (нейтрон / см^2), або флюенс нейтронів, характеризує сумарну дозу опромінення і є мірою накопичення радіаційного впливу.

На малюнку представлена модель радіаційних ушкоджень, що виникають при зіткненні високоенергетичних нейтронів з атомами кристалічної решітки.

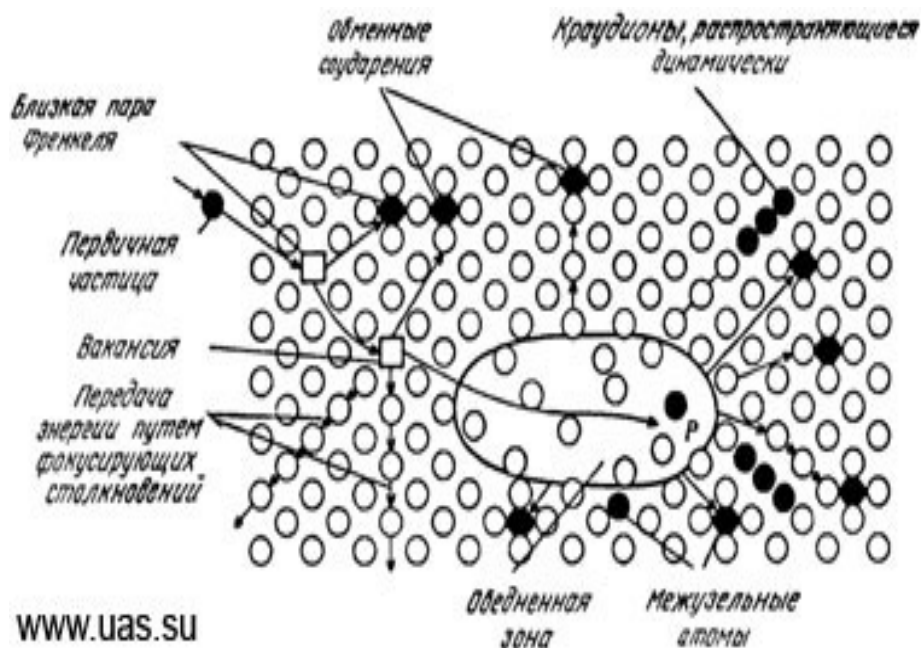


Рис. 1.1. - Модель радіаційних ушкоджень, що виникають при зіткненні нейтронів з атомами кристалічної решітки (модель Зеєгера)

Співудару викликають зміщення атомів або каскад зміщень в решітці в залежності від кількості енергії, що передається нейтроном атому металу. Піддавшись удару нейтроном перший атом, подібно більярдної кулі, б'ючи по іншим атомам, викликає в решітці додаткові зсуви. В результаті розвитку каскаду утворюються обсяги з високою концентрацією вакансій, по периферії оточені зонами з підвищеною щільністю між вузлових атомів. Один нейтрон здатний створити в алюмінії більше 6000 вакансій, в берилію з більшою енергією міжатомного зв'язку - більше 450 вакансій.

Крім зсувів великі нейтронні потоки за рахунок своєї енергії збуджуються атоми, підсилюють їх коливання (це явище названо «радіаційної тряскою»), що супроводжується локальним підвищенням температури. Зростання температури сприяє радіаційному відпалу, супроводжуючи анігіляцією вакансій і між вузлових атомів. Високі температури і нейтронне опромінення можуть викликати в матеріалі ядерні реакції з утворенням гелію, що в свою чергу призводить до появи газових міхурів по межах зерен.

Структурні зміни призводять до зміни механічних властивостей. В результаті при температурі нижче температури рекристалізації - низькотемпературного опромінення - метал зміцнюється, але втрачає в'язкість і пластичність. Вплив сумарного нейтронного потоку Φ на тимчасовий опір, межа плинності і пластичність аустенітної хромонікелевої сталі при 20 ° С показано нижче. Сталь набуває максимальне зміцнення при $\Phi = 3 \cdot 10^{19}$ нейтрон / см^2 , причому $\sigma_{0.2}$ зростає інтенсивніше σ_b , що призводить до зниження здатності до деформаційного зміцненню. Подальше збільшення потоку практично не впливає на властивості сталі.

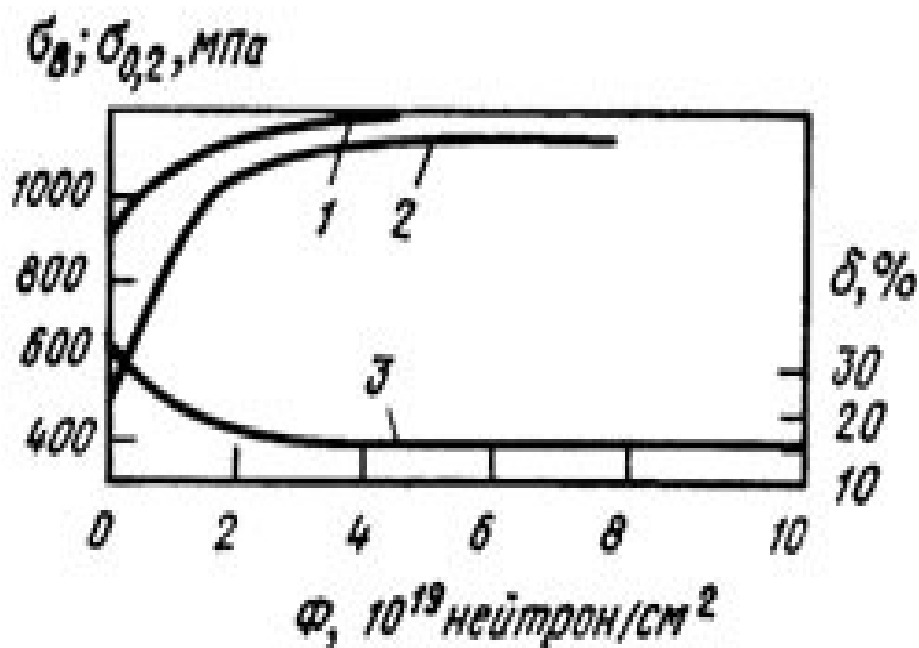


Рис. 1.2. - Зміна механічних властивостей аустенітної сталі 12X18H10T при 20°С після низькотемпературного опромінення нейтронами

Дія низькотемпературного опромінення на властивості металу пов'язано переважно з утворенням точкових дефектів. В умовах опромінення вище температури рекристалізації (високотемпературне опромінення) роль точкових радіаційних дефектів знижується. Вакансії і міжвузлові атоми частково анігілюють один з одним, частково взаємодіють з домішками, дислокаціями, межами розділу. Решта міжвузлові атоми і вакансії об'єднуються в кластери, які в свою чергу можуть перетворюватися відповідно в дислокаційні петлі між вузловим або вакансійним.

Високотемпературне опромінення активізує дифузійні процеси і сприяє розпаду пересичених твердих розчинів - старінню. Цим пояснюється високотемпературна крихкість аустенітних хромонікелевих сталей. Активізацією дифузійних процесів також пояснюється зниження тривалої міцності при опроміненні. Падіння жароміцності зростає із збільшенням температури і інтенсивності нейтронного потоку.

Для виготовлення вузлів атомних електростанцій використовують різні сталі. Для обичайок корпусів реакторів в США широко використовують рекомендовані ASTM (American Society for Testing Materials) феритні низьковуглецеві і низьколеговані сталі. Сталі леговані марганцем і молібденом, причому перша марка

додатково модифікована невеликими добавками нікелю та хрому. Після поліпшення сталі характеризуються високою міцністю і в'язкістю і, завдяки низькому вмісту вуглецю, мають хорошу зварюваність. Технічні умови ASTM на ці сталі для підвищення стійкості проти радіаційного охрупчення встановлюють низький вміст шкідливих домішок (менше 0,012% P і 0,015% S) і особливо міді (менше 0,1%) і ванадію (менше 0,06%).

1.1. Норми з вибору сталі для НБК

Матеріал для несучої конструкції вибирається з урахуванням необхідних фізико - механічних характеристик, технологічності, зварюваності, працездатності в умовах експлуатації протягом усього терміну служби. Виконано порівняння сталей українського та зарубіжного виробництв.

Сталь для несучих конструкцій вибирається з урахуванням:

- необхідних фізико-механічних характеристик;
- технологічності виготовлення конструкції;
- зварюваності матеріалу;
- працездатності і збереження якостей в умовах експлуатації протягом терміну служби.

Механічні характеристики сталі (тимчасовий опір і межа текучості), повинні забезпечити сприйняття конструкції зовнішніх навантажень і впливі при оптимальному перерізі елементів.

Висока пластичність сталі (відносне подовження зразків порядку 20%) та зварюваність забезпечують технологічність при виготовленні деталей і вузловий збірці елементів конструкції при використанні як зварних з'єднань, так і болтових.

Працездатність і збереження міцнісних якостей сталевих конструкцій в умовах експлуатації забезпечує конструктивними рішеннями елементів і сполук, хімічним складом сталі і антикорозійним захистом з урахуванням умов експлуатації.

Як за нормами України, так і за нормами EN, сталь вибирається залежно від ступеня відповідальності конструкцій і від умов експлуатації. Для конструкції Арки ступінь відповідальності прийнята найбільш високою як для унікальної споруди.

Відповідно до вимог, наведених у СНіП 11-23-81 «Сталеві конструкції. Норми проектування », доцільно для несучих конструкцій Арки застосувати сталь С355. Для докладного розгляду були обрані наступні сталь:

- Сталь класу S355 по EN 10025;
- Сталь класу С 375 марки 14Г2АФ по ГОСТ 19281-89;
- сталь класу С 355 марки 06ГБ за ТУ У 27.1-05416923-085 / 2006.

При виборі марки стали порівнювалися як властивості самих сталей, так і вимоги нормативних документів EN і України до виробництва сталей. Перевага віддавалася більш високим властивостям і більш суворим вимогам норм.

Проведено порівняльний аналіз сталей, рекомендованих Українськими нормами і норм EN по:

- характеристиками міцності;
- хімічним складом;
- вимогам пластичності і в'язкості;
- вимогам до зварюваності.

Порівнянням хімічного складу і механічних характеристик сталі приведено в Додатках А та В.

1.2. Межа текучості сталі при впливі температури

Загальновідомо, що межа плинності стали починає знижуватися при температурі близько 400 °С. Отже, межа плинності послідовно знижується до температури близько 800 °С. Оскільки температура в кільцевому просторі при виникненні максимального пожежі не перевищить 130 °С, значне зниження межі текучості не передбачено.

З'єднання можуть бути розраховані з урахуванням впливу пожежного навантаження, використовуючи знижений коефіцієнт міцності з'єднання в залежності від значень температури зазначених у табл. 1.1

Таблиця 1.1 - Коефіцієнти зниження міцності болтових і зварних з'єднань.

Температура	Понижующий коэффициент для болтовых з'єднань (розтягнення і здвигу)	Понижующий коэффициент для зварних з'єднань
-------------	---	--

20	1,000	1,000
100	0,968	1,000
150	0,952	1,000
200	0,935	1,000
300	0,903	1,000
400	0,775	0,876
500	0,550	0,627
600	0,220	0,378
700	0,100	0,130
800	0,067	0,074
900	0,033	0,018
1000	0,000	0,000

При реальній пожежі температура сталевих елементів не перевищує 300 °С- застосовується коефіцієнт 0,9 для розрахунків елементів вузлів на стадії робочої документації.

2. АНАЛІЗ РОЗРАХУНКУ БОЛТОВОГО З'ЄДНАННЯ

З'єднання несучих елементів арки передбачено за допомогою фрикційних з'єднань з використанням високоміцних болтів завчасно оцинкованих. Болтові з'єднання застосовують переважно при монтажі конструкції, так як збігом отворів з'єднувальних елементів автоматично контролюється правильність їх установки і взаємного розташування; бовти дають можливість щільно стягти з'єднуючі елементи. Встановити бовт надзвичайно просто, для цього не потрібно спеціального устаткування і підведення енергії. Арку збирають вузлами щоб зберегти час та зменшити кількість радіації на персонал. Якщо вибирати зварювання, то цей спосіб не є доцільним у даному випадку з аркою, бо є низка недоліків зварних з'єднань:

- деформація виробів від усадки зварних швів;
- наявність залишкових напружень у конструкції, що в деяких випадках призводить до збільшення крихкості сталі.

У роботі розглядаються фрикційні болтові з'єднання багаторядності, що сприймають змінні за величиною зусилля. Показано, що за відсутності прослизання ці зусилля сприймаються тільки крайніми рядами бовтів. На основі теорії пристосовності встановлені діапазони зміни зусиль, при яких з'єднання зберігає працездатність незалежно від числа циклів навантаження. Приведені практичні рекомендації.

Зупинимося на з'єднаннях, які передають поздовжню силу в стержні.

Будівельні норми і правила незалежно від розташування бовтів у з'єднанні наказують розподіляти повздовжню силу порівну між усіма болтами. У той же час зазначається, що між елементами стику або вузла зусилля слід розподіляти без урахування податливості фрикційних з'єднань і в припущенні пружної роботи сталі. Ці дві вказівки не узгоджуються один з одним. Спроба розібратися в цьому питанні буде розглянута.

2.1. Феномен розподілу переданого зусилля між рядами болтів

З'єднання, в яких бовти розташовані в кілька рядів уздовж переданого зусилля, працюють не так, як зазвичай прийнято вважати. В якості прикладу розглянемо спрощену модель багаторядного болтового з'єднання, передавального

поздовжнє зусилля T , що складається з металевих смуг (рис.). Смуги стягнуті високоміцними болтами, а сила передається за допомогою сухого тертя між смугами. Будемо вважати, що в з'єднанні n рядів болтів (номери показані на малюнку). Для спрощення в кожному ряду показано по одному бовту.

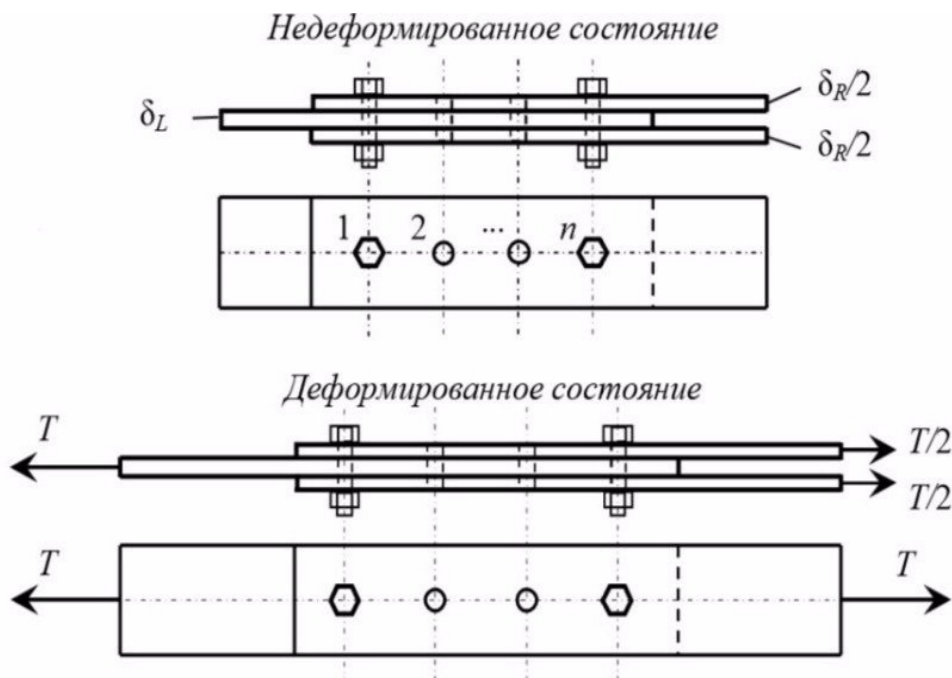


Рис 2.1. - Спрощена модель багаторядного болтового з'єднання

Якісну картину розподілу зусилля T між рядами бовтів з'єднання можна встановити за допомогою наступних міркувань. Розглянемо заготовку для з'єднання, представленого на рис.2.1., з просвердленими отворами для бовтів. Зберемо це з'єднання не повністю, поставивши і затягнувши тільки болти крайніх рядів (з номерами 1 і n). Отвори для бовтів проміжних рядів (з номерами 2, $n-1$) залишимо вільними. Докладемо зусилля T і станемо поступово розтягувати з'єднання. Стягнуті бовтами смуги будуть подовжуватися. До тих пір, поки під бовтами крайніх рядів не буде прослизання, всі три стягнуті смуги на ділянці між крайніми рядами будуть розтягуватися рівномірно, і вільні від болтів отвори у всіх трьох смугах будуть увесь час залишатися один проти одного. Якби там знаходилися бовти, то вони не сприймали б ніяких зсувних зусиль. З цього випливає висновок про те, що в багаторядному бовтовому з'єднанні, до тих пір, поки немає прослизання, все зусилля, прикладене до з'єднання, передається тільки бовтами крайніх рядів. Бовти проміжних рядів у роботі не беруть участь.

2.2. Пружний розрахунок з'єднання

Переходячи від якісної картини роботи з'єднання до кількісної, встановимо як розподіляється зусилля T між крайніми рядами бовтів, користуючись пружним розрахунком.

Для визначеності будемо вважати, що бовтами з'єднані металеві смуги рівної ширини. Сума товщин смуг, що знаходяться зліва від з'єднання, дорівнює δL , а сума товщин смуг, що знаходяться праворуч від з'єднання, дорівнює δR . Зусилля T в проміжку між крайніми рядами бовтів розподіляється між з'єднаними смугами пропорційно їх товщинам. Смуги з сумарною товщиною δL передають всі зусилля на болти ряду n , а смуги з сумарною товщиною δR - на болти ряду 1.

$$U_i = T \cdot \eta_i \quad (2.1)$$

а коефіцієнти розподілу - наступними формулами:

$$\eta_i = \frac{\delta R}{\delta L + \delta R}; \quad \eta_i = 0 (i = 2, \dots, n-1); \quad \eta_n = \frac{\delta L}{\delta L + \delta R} \quad (2.2)$$

Сума всіх коефіцієнтів розподілу, природно, дорівнює одиниці.

Правило знаків таке: зусилля T позитивно, якщо воно розтягує з'єднання; фрикційне зусилля при ряді бовтів позитивно, якщо воно є частиною позитивного зусилля T .

2.3. Граничний стан з'єднання

Будемо розтягувати з'єднання далі. Фрикційні зусилля під крайніми рядами бовтів будуть наростати. Коли зусилля U_1 або U_n досягне несучої здатності одного ряду болтів F , почнеться прослизання з'єднуються смуг металу під цим біля бовтів і в з'єднанні почнеться перерозподіл зусиль. Розтягуючи з'єднання все наростаючою силою, досягнемо його граничного стану, при якому з'єднуються смуги будуть прослизати під усіма рядами бовтів. При цьому зусилля T досягне свого максимального значення:

$$T_{max} = n \cdot F \quad (2.3)$$

Таким чином, твердження нормативних документів про розподіл поздовжнього зусилля порівну між усіма болтами з'єднання виконується тільки в граничному стані після прослизання з'єднаних елементів.

2.4. Пристосованість з'єднання у разі повного використання його несучої здатності

З'єднання повинне працювати не тільки при фіксованій максимальному навантаженні T_{max} , але і при інших величинах навантаження T , що знаходяться в деякому діапазоні:

$$T_{min} \leq T \leq T_{max} \quad (2.4)$$

Сила T_{max} відома і дається формулою (2.3). Необхідно визначити T_{min} .

Працездатність з'єднання будемо тлумачити в сенсі пристосованості, тобто будемо вважати, що після кінцевого числа локальних просковзувань смуг з'єднання стабілізується і буде працювати надалі пружно і без прослизань, як би не змінювалося зусилля, що діє на з'єднання, залишаючись в діапазоні, встановленому формулою (2.4). В іншому випадку в з'єднанні будуть відбуватися багатократні прослизання, контактуючі поверхні будуть відшліфовуватись, коефіцієнт тертя цих поверхонь буде зменшуватися, що призведе до розладу з'єднання і, можливо, до його руйнування.

Поняття про пристосованість з'явилося вперше в теорії пластичності. Зважаючи аналогії в поведінці ідеального пружно-пластичного одномірного елемента і контактної пари з сухим тертям, що знаходиться на ідеально пружному елементі, деякі автори вже раніше розповсюджували принципи теорії пластичності на системи з сухим тертям. Така спроба зроблена і в цій роботі.

Основоположну роль в теорії пристосованості пружно-пластичних систем відіграє теорема Мелана. Вона формулюється таким чином.

Пристосованість настане, якщо можна знайти таке не залежне від часу поле фіктивних залишкових напружень, що при будь-яких змінах навантаження в заданих межах сума цього поля з полем напруг в ідеально пружному тілі безпечна (достатня умова).

Пристосованість неможлива, якщо не існує ніякого не залежного від часу поля залишкових напружень такого, що сума цього поля з полем напружень в ідеально пружному тілі безпечна (необхідна умова).

Розглянуте тут фрикційне з'єднання працює подібно конструкція з пружно-пластичного матеріалу. Роль пружного тіла виконують з'єднані пластини, а прослизання відповідає пластичним деформаціям. Стосовно до фрикційних з'єднань теорема Мелана набуває наступний вигляд:

Пристосованість фрикційного з'єднання настане, якщо можна знайти таке не залежне від часу само врівноважений розподіл фрикційних зусиль між рядами бовтів в цьому з'єднанні, що при будь-яких змінах навантаження на з'єднання в заданих межах сума само врівноваженого розподілу і розподілу, отриманого відповідно з пружним розрахунком, що не викликає прослизання ні під одним рядом бовтів (достатня умова).

Пристосованість неможлива, якщо не існує такого не залежного від часу само врівноваженого розподілу фрикційних зусиль між рядами бовтів у з'єднанні, що сума цього розподілу і розподілу, отриманого відповідно з пружним розрахунком, не викликає прослизання ні під одним рядом бовтів (необхідна умова).

Таким чином, в розгляд входять:

- діапазон зміни зусилля T , чинного на з'єднання

$$T_{min} \leq T \leq T_{max} \quad (2.5)$$

- коефіцієнти розподілу $\eta_i (i=1, 2, \dots, n)$; , що дозволяють отримати розподіл зусилля T між рядами бовтів відповідно до пружного розрахунку:

$$U_i = T \cdot \eta_i \quad (i=1, \dots, n); \quad (2.6)$$

- само врівноважений розподіл фрикційних зусиль $S_i (i=1, 2, \dots, n)$ між рядами болтів;
- умови працездатності з'єднання

$$-F \leq S_i + U_i \leq F$$

$$(i=1, \dots, n). \quad (2.7)$$

Зрозуміло, повинні дотримуватися співвідношення:

$$\sum_{i=1}^n \eta_i = 1; \sum_{i=1}^n S_i = 0 \quad (2.8)$$

З тієї умови, що в діапазон зусиль (2.4) потрапляє максимальне навантаження на з'єднання T_{max} , може бути однозначно визначено само врівноважений розподіл

фрикційних зусиль S_i ($i = 1, 2, \dots, n$). Підставляючи в формулу (2.6) значення T з формули (2.3), а потім значення U_i ($i = 1, 2, \dots, n$), що даються формулою (2.6), у формулу (2.7), отримаємо:

$$-F \leq S_i + n \cdot F \cdot \eta_i \leq F \quad (i = 1, \dots, n). \quad (2.9)$$

Враховуючи те, що максимальне зусилля в з'єднанні досягається при дотриманні правої групи нестрогих нерівностей (2.9) як рівностей, приходимо до формули для визначення само врівноважених фрикційних зусиль:

$$S_i = F \cdot (1 - n \cdot \eta_i) \quad (2.10)$$

Далі, зафіксувавши значення S_i ($i = 1, 2, \dots, n$), отримані відповідно до формули (2.10), визначимо значення T_{min} як рішення задачі лінійного програмування про мінімізацію T при обмеженнях:

$$-F \leq F \cdot (1 - n \cdot \eta_i) + T \cdot \eta_i \leq F \quad (i = 1, \dots, n). \quad (2.11)$$

За умови $\eta_i \leq 0$ ($i = 1, 2, \dots, n$), яке практично завжди виконується, рішення цієї задачі дається формулою:

$$T_{min} = F \cdot n - 2 \cdot F / \eta_{max}; \quad (2.12)$$

Для спрощеної моделі з'єднання (рис.), де коефіцієнти розподілу задаються формулами (2.2), η_{max} може бути обчислено за формулою:

$$\eta_{max} = \frac{1}{2} \cdot \left(1 + \frac{\delta L - \delta R}{\delta L + \delta R} \right) \quad (n = 2, 3, \dots). \quad (2.13)$$

В ідеальному випадку, коли $\delta L = \delta R$, $\eta_{max} = 1/2$

Діапазон зміни переданого зусилля, в якому дотримується пристосованість з'єднання, визначається формулою:

$$\Delta T = T_{max} - T_{min} = 2 \cdot \frac{F}{\eta_{max}}; \quad (2.14)$$

Як впливає з написаного вище, цей діапазон при $n = 1$ становить дві несучі здатності одного ряду болтів, а при $n \leq 2$ - не більше чотирьох несучих здібностей одного ряду болтів незалежно від числа рядів.

Зони пристосованості у разі повного використання несучої здатності з'єднання при розтягуванні для сполук з різним числом рядів бовтів показані на рис. 2. Як видно з малюнка, тільки при $n \leq 3$ діапазон, в якому дотримується пристосованість з'єднання, включає і максимальне і нульове зусилля. При $n < 3$ з'єднання не може

працювати навіть в діапазоні зусиль одного знака. Тому такі сполуки застосовувати не рекомендується

2.5. Пристосовність з'єднання у разі симетричного знакозмінного впливу

Іноді з'єднання працює на знакозмінний вплив, причому мінімальне і максимальне зусилля по модулю рівні. Такого роду з'єднання зустрічаються в розпорках і розкосах веж, в елементах зв'язків, в деталях машин і механізмів. У цьому випадку зусилля T , сприймається з'єднанням, знаходиться в діапазоні:

$$-T_A \leq T \leq T_A; \quad (2.15)$$

де T_A – підлягаюче визначенню амплітудне значення зусилля T

Завдання лінійного програмування, яку треба вирішити для визначення T_A та $S_i (i=1,2,\dots,n)$ формулюється так:

максимізувати T_A при дотриманні $4n$ обмежень-нерівностей:

$$-F \leq S_i + T_A \cdot \eta_i \leq F; \quad -F \leq S_i - T_A \cdot \eta_i \leq F \quad (i=1,\dots,n); \quad (2.16)$$

вважаючи $S_i (i=1,2,\dots,n)$ вільними змінними, котрі підпорядковуються лише рівності:

$$\sum_{i=1}^n S_i = 0. \quad (2.17)$$

Нерівності (16) є умовами працездатності з'єднання (7) при $T = T_A$ і при $T = -T_A$, а рівність (17) – умовою врівноваженості зусиль $S_i (i=1,2,\dots,n)$.

Вирішення цієї задачі лінійного програмування виражається формулами:

$$T_A = F / \eta_{\max}; \quad S_i = 0 \quad (i=1,\dots,n). \quad (2.18)$$

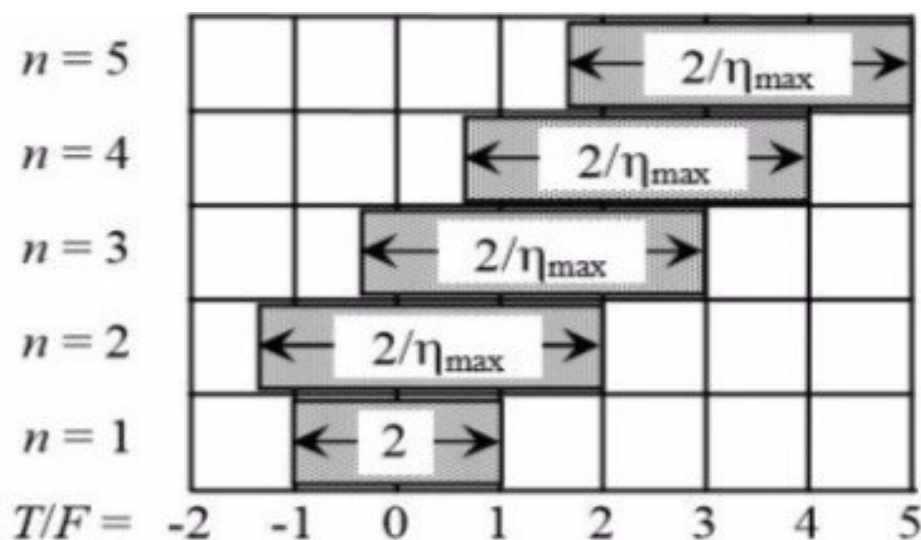


Рис 2.2. - Зони пристосовності у разі повного використання несучої здатності з'єднання при розтягуванні

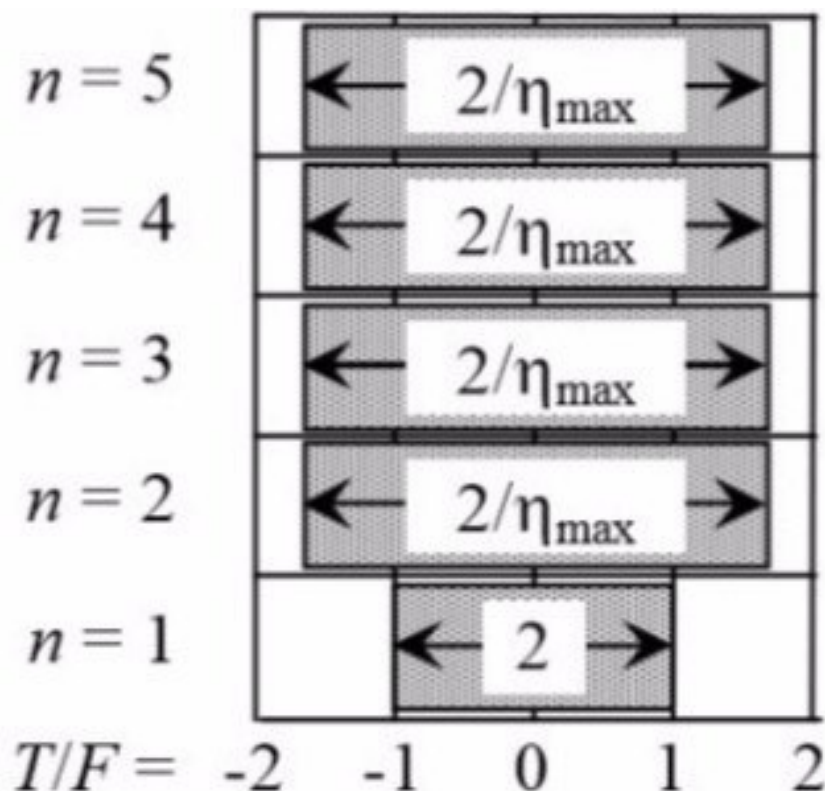


Рис. 2.3. - Зони пристосовності у разі симетричного знакозмінного впливу

Зауважимо, що діапазон зміни переданого зусилля:

$$\Delta T = 2 \cdot T_A = 2 \cdot \frac{F}{\eta_{\max}}; \quad (2.19)$$

в цьому завданні такий же, як і в попередній. При $n \geq 2$ він не залежить від числа рядів бовтів. Тому у з'єднаннях, схильних тільки до симетричних знакозмінних впливів, не слід ставити більше двох рядів бовтів. Третій ряд буде абсолютно марним.

При $n=1$ $T_A = F$.

Зони пристосованості у разі симетричного знакозмінного впливу для сполук з різним числом рядів болтів показані на рис. 3. Як видно з малюнка, в цьому випадку при двох рядах болтів несуча здатність з'єднання досягає свого максимуму. Додаванням числа рядів несучу здатність з'єднання не збільшує.

Підсумовуючи маємо:

- У багаторядному болтовому з'єднанні, до тих пір, поки немає проковзування, все зусилля, прикладене до з'єднання, передається тільки бовтами крайніх рядів. Бовти проміжних рядів у роботі не беруть участь.
- Затвердження нормативних документів про розподіл поздовжнього зусилля порівну між усіма бовтами з'єднання виконується тільки в граничному стані після прослизання з'єднуються.
- Діапазон, у якому може змінюватися зусилля, яке сприймає з'єднанням, обумовлений пристосовуваністю з'єднання. Цей діапазон при $n=1$ становить дві несучі здатності одного ряду бовтів, а при $n \geq 2$ - обчислюється за формулою (2.14) і складає не більше чотирьох несучих здібностей одного ряду болтів незалежно від числа рядів і від виду впливу на з'єднання.
- У з'єднаннях, де передбачається повне використання несучої здатності з'єднання, не рекомендується ставити більше трьох рядів болтів.
- У з'єднаннях, подверженних тільки симетричним знакозмінним впливам, не рекомендується ставити більше двох рядів бовтів.

3. МЕТОДОЛОГІЇ МОНТАЖУ СИСТЕМИ ОСНОВНИХ КРАНІВ ДЛЯ УКРИТТЯ-2

У розділі розглядаються можливі методи підйому систем основних кранів всередині захисних оболонок над місцями великих радіаційних аварій. На прикладі проекту «Укриття-2» систематизуються основні інженерні проблеми, які будуть актуальними при будівництві захисних оболонок над будь-якими іншими місцями радіаційних аварій. Основна увага приділяється методології підйому системи основних кранів для демонтажу зруйнованого обладнання та споруд. У даній роботі пропонується використовувати один з трьох можливих варіантів підйому за допомогою «strand jacks». Особливий акцент робиться на методі «самопідйому» «strand jacks» по натягнутих канатах. За попередніми оцінками даний метод вимагає найменших витрат на підготовку і демонтаж вантажопідйомного обладнання після проведення робіт.

Захисна оболонка над місцями великих радіаційних аварій повинна виконувати дві основні функції:

- герметизація радіоактивної середовища в межах обсягу оболонки;
- витяг радіоактивних уламків для подальшої їх транспортування в спеціально обладнані сховища.

Актуальність інженерних завдань, що виникають при проектуванні оболонки, обумовлюється поєднанням трьох основних чинників: специфіка демонтажних робіт (конструкції нестандартної форми, масою від 5 кг до 50 тонн), велика площа руйнувань і високий рівень радіоактивного забруднення. Демонтажні роботи всередині оболонки будуть проводитися за допомогою мостових кранів системи основних кранів (СОК). Відомі методології монтажу мостових кранів не можуть бути використані для «Укриття-2» в силу особливостей конструкції захисної оболонки.

Функція витягання буде покладена на систему основних кранів (СОК) загальною масою близько 1300 тонн, яка повинна бути змонтована до герметичної стелі арки на висоту 82 метри. Особливості конструкції захисної оболонки (металева арка з окремих сегментів на шарнірних зв'язках загальною масою 20000 тонн),

вимагають розробки нових методологій монтажу мостових кранів всередині захисних оболонок над місцями великих радіаційних аварій.

3.1. Аналіз методів монтажу

Всебічний аналіз проектів захисних оболонок над місцями великих радіаційних аварій залишає для практичної реалізації тільки один варіант - насувна арочна металоконструкція. Чому така конструкція повинна бути насувною чи арковою? Високий рівень радіації не дозволяє вести довгострокові будівельні і монтажні роботи в безпосередній близькості від зруйнованого енергоблоку. Беручи до уваги факт ослаблення потужності іонізуючого випромінювання пропорційно квадрату відстані від його джерела, роботи з монтажу оболонки слід проводити на максимально можливій відстані від епіцентру вибуху. Для прикладу потужність дози на відстані 50 метрів від джерела випромінювання буде в 2500 разів менше, ніж в метрі від нього. Але у своєму експлуатаційному стані оболонка повинна повністю закривати радіоактивний об'єкт, отже, необхідні напрямні бетонні стрічки для переміщення захисної оболонки в зону її експлуатації з подальшою герметизацією торцевих поверхонь.

Що стосується геометричної форми оболонки, то сферична поверхня є найбільш безпечною і ефективною для герметизації радіоактивних середовищ всередині свого обсягу і сприйняття статичних і динамічних навантажень, як з внутрішньої поверхні, так і з зовнішньої.

Незважаючи на віддаленість монтажної зони від епіцентру вибуху, радіоактивний фон на її площі буде досить високим, що не дозволить вести на її території всі складальні роботи.

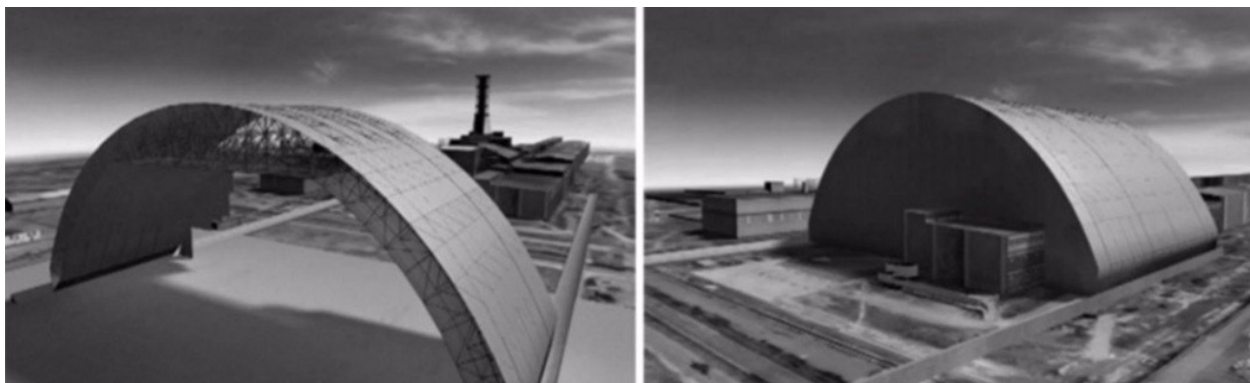


Рис 3.1 - До та після насування НБК

Отже, арочна оболонка повинна складатися з окремих сегментів на шарнірних вузлах, які будуть збиратися на значній відстані від епіцентру, а потім доставлятися в монтажну зону для стикування один з одним і підйому в проектне положення.

Для пересування арки під час будівництва і для насування її в остаточне положення, планується використовувати комбіновані опори в обоймі (тимчасові і постійні опорні частини). Опорні частини, в основному, складаються з сталевих обойми з еластомірною прокладкою і сталеву кришкою. Еластомірна прокладка повністю ізолювана всередині обойми завдяки вставленого між обоймою і кришкою і запобігає виштовхування з'єднанню. Під впливом вертикальних і горизонтальних навантажень обойма діє як нестисла рідина, що допускає при цьому обертання, і, таким чином, еквівалентне гідростатичний тиск залишається завжди однорідним.

Принципи віддаленого монтажу та аркової геометричної форми на шарнірних зв'язках, будуть основоположними для всіх захисних оболонок, незалежно від типу зруйнованого реактора і його географічного розташування.

Сама по собі захисна оболонка може вирішити проблему герметизації радіоактивного пилу, але не забезпечує демонтаж і транспортування радіоактивних конструкцій зруйнованого енергоблоку. Ця функція покладається на систему основних кранів (СОК).

Для зручної маніпуляції зламаними крупно масштабними конструкціями необхідні два мостових крана з вантажопідйомними візками. Проектні габарити кранів визначаються площею руйнувань. Наприклад, габарити одного мостового крана «Укриття-2» становлять 95 * 12 * 6 метрів. Маса крана з двома візками більш 700 тонн. Висота роботи візків повинна бути вище найвищої точки зруйнованого енергоблоку на 7-10 метрів. Для «Укриття-2» верхня точка СОК буде знаходитися на висоті 82 метри.

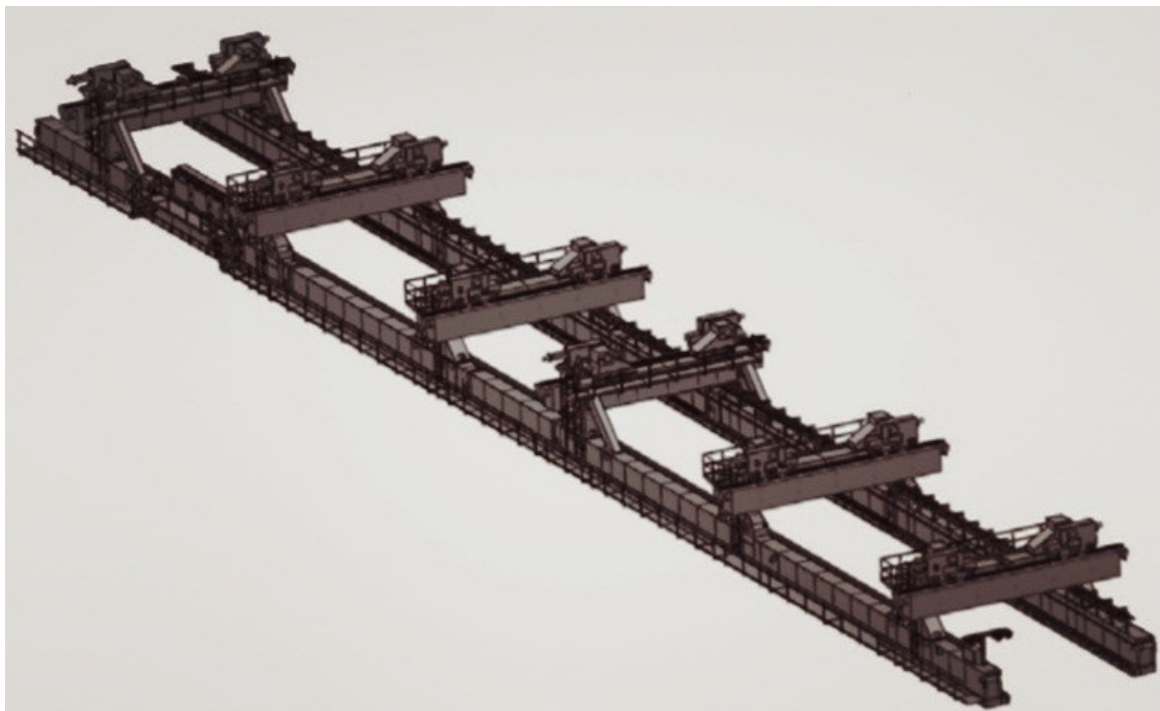


Рис 3.2. - Мостовий кран і один з рядів підкранових балок СОК

Основну проблему представляє монтаж мостового крана з рівня землі на підвісні кранові колії захисної оболонки, що знаходяться на висоті 82 метри. Одноразово разом з краном повинні бути підняті два вантажопідйомні візки.

Всі обмеження, які впливають на вибір методології монтажу СОК, виникають з особливостей конструкції аркової оболонки. Перше обмеження полягає в тому, що СОК не може бути змонтована разом з центральними сегментами арки, так як будуть виникати величезні згинальні моменти в шарнірних стикувальних ланках арочних сегментів. Отже, підйом СОК необхідно здійснювати, коли арочна оболонка піднята в своє проектне положення.

Наступне обмеження полягає в неможливості використання підйомних пристроїв над рівнем арки, з тієї причини, що цей метод вимагає створення великих за площею технологічних отворів в герметичній оболонці арки. Велика вага, габарити і висота підйому СОК не дозволяють використовувати баштові крани для її підйому.

У світовій практиці для підняття важких великогабаритних вантажів використовують гідравлічні лебідки з вертикальною протяжкою тросів, так звані «strand jack».



Рис 3.3. - Монтаж сегментів підвісних мостів за допомогою «strand jack»

Принцип роботи такої лебідки заснований на автоматичному відкриття/ закриття верхнього та нижнього затискного пристрою з простяганням/ фіксацією підйомного канату.



Рис 3.4. - Основні елементи «strand jack»

Тяга вантажу забезпечується висуненням верхнього натискного пристрою. Під час тяги, верхній затиск закритий, жорстко фіксуючи трос, а нижній затиск відкритий, даючи можливість тросу простягатися всередині лебідки, слідуючи за верхнім затискачем. У верхній мертвій точці нижній затиск автоматично

закривається, фіксуючи трос, а верхній затиск відкривається. Потім, верхній затиск переміщується вниз за наступної «порцією» троса. В результаті таких повторюваних циклів весь трос виявляється витягнутим над лебідкою, а прикріплений до нього вантаж виявляється на рівні низу лебідки.

Аналізуючи можливості подібного класу пристроїв можна запропонувати три можливі варіанти підйому великогабаритних вантажів до стелі арки.

Перший спосіб - класичний, коли система лебідок повинна бути змонтована разом з аркою, і перебувати на рівні вище внутрішньої стелі арки.

Другий спосіб - коли лебідки знаходяться на рівні землі, а канати перекинуті через систему роликів, змонтованих усередині арки.

Третій спосіб – самопідйом лебідок. У цьому варіанті один кінець канату жорстко закріплений на рівні землі, а інший - на рівні стелі арки, тобто канат являє собою жорстко натягнуту струну, що проходить через лебідку і вантаж. Нижній затиск лебідки перевернутий догори і впирається в нижню поверхню вантажу. Під час висування верхнього закритого затиску нижній затиск разом з вантажем буде переміщатися вгору щодо каната-струни. У цій фазі лебідка як би розтягується щодо крайньої точки висувного циліндра. Потім нижній якір фіксується і лебідка «стискається» щодо його положення, втягуючи верхній затиск.

Третій спосіб не зовсім звичний для сприйняття, але має кілька серйозних переваг в порівнянні з першими двома, а саме, він не вимагає власного демонтажу після процесу підйому (як перший варіант) і працює без дорогих роликівих систем як другий. До числа недоліків третього варіанту можна віднести відсутність наукових досліджень по динаміці подібних систем. Як будуть себе вести натягнуті канати на різних висотах підйому? Наскільки забезпечена безпекою керувальна система, яка піднімається разом з вантажем? Всі ці питання вимагають всебічного наукового дослідження із застосуванням великомасштабних стендів.

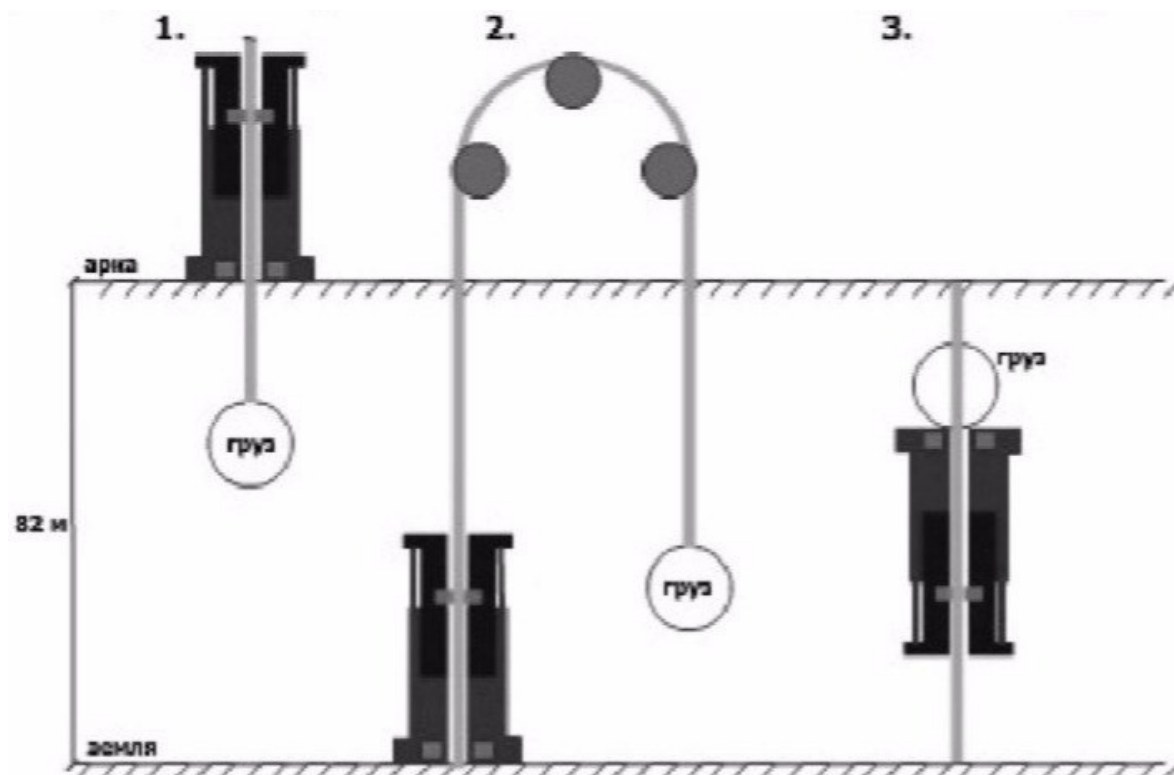


Рис. 3.5. - Три варіанти підйому важких вантажів до стелі арки

В даний час найбільш надійним представляється класичний перший варіант. для захисної оболонки це буде набір з дванадцяти лебідок.

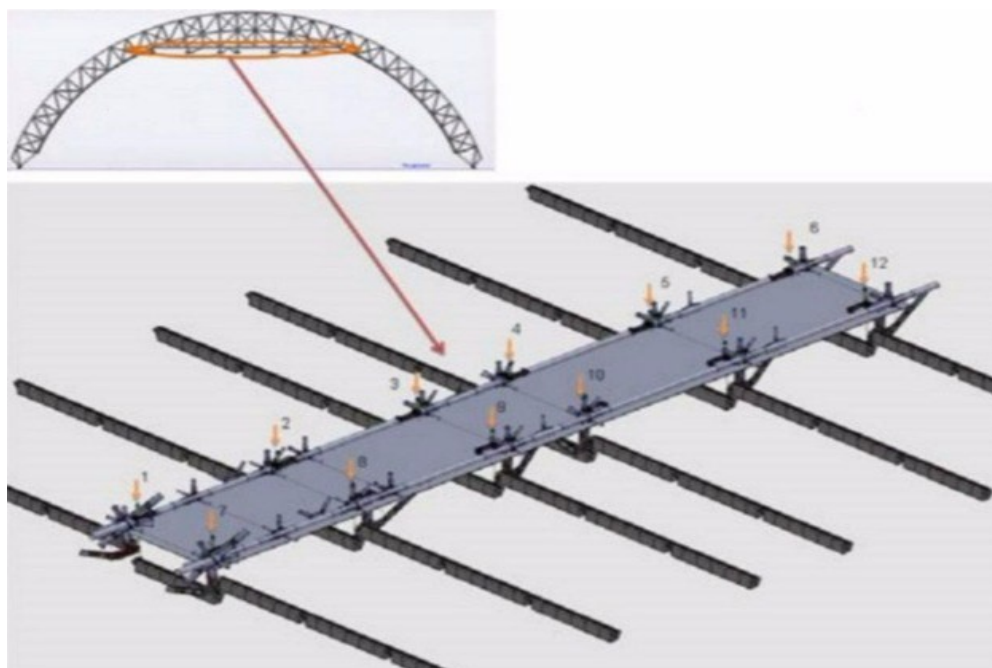


Рис. 3.6. - Система підйому мостових кранів для захисних оболонок

У застосуванні до захисним оболонок мостові крани повинні підніматися разом з підкрановими балками. Або висловлюючись точніше, підніматися будуть підкранові балки, на яких лежить мостовий кран.

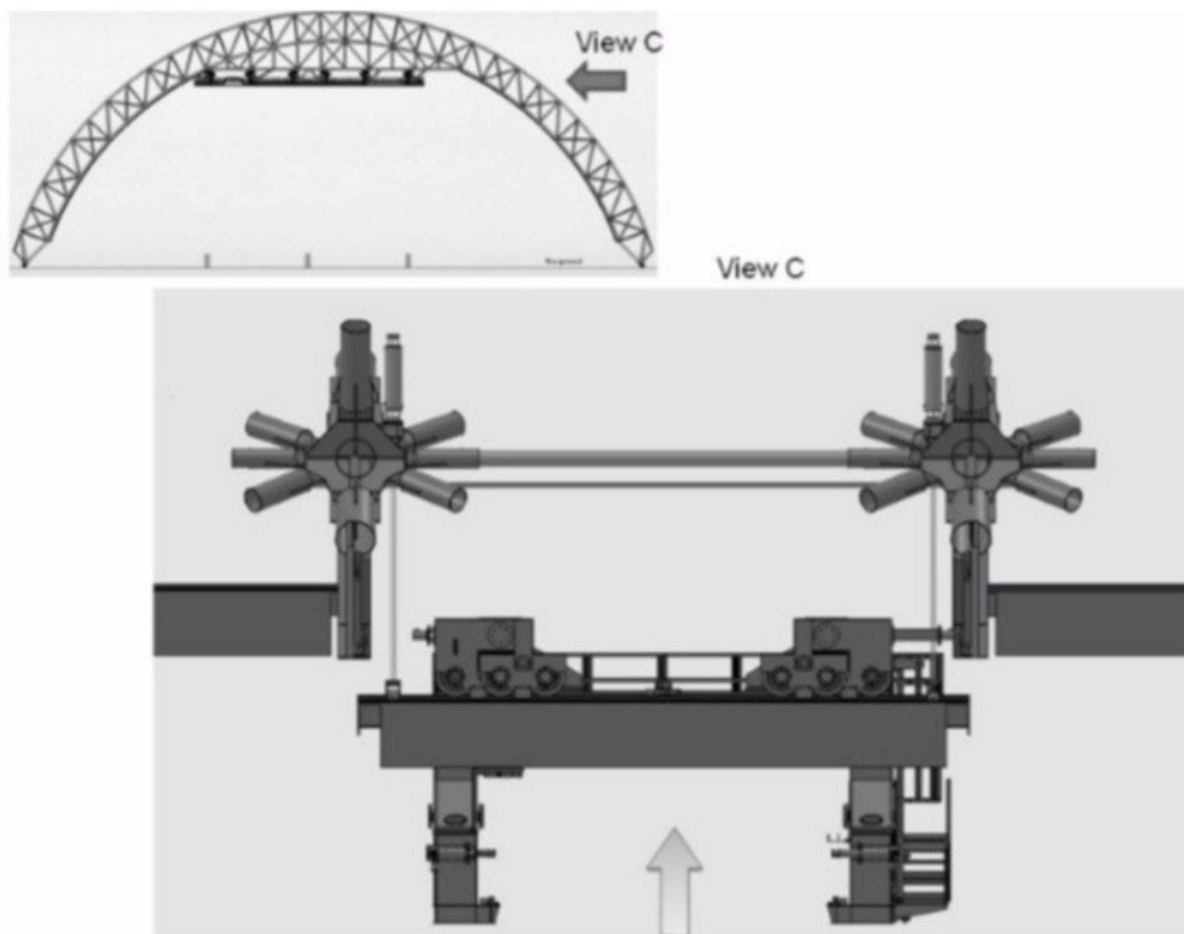


Рис. 3.7. - Підйом мостового крана на підкранових балках

4. ВИДИ НАВАНТАЖЕННЯ

Проектування і всі розрахунки виконуються фірмою Cabinet JAILLET-ROUBY на основі єврокодів за програмою HERCULES. УкрНИИ ПСК і SCAD Soft виконували перевірку на відповідність нормативним документам України, що спричинило за собою повне дублювання всіх розрахунків. Норми України, так само як і Єврокоди базуються на використанні методу розрахункових граничних станів і в цьому сенсі не мають принципових відмінностей. Однак в деталях, в тому числі і досить важливих, спостерігаються певні відмінності. Вони зосереджені навколо двох проблем:

- правил вибору розрахункових сполучень навантажень;
- методології перевірки міцності і стійкості елементів.

Розрахункова модель по геометричним параметрам (координати вузлів, розміри і форма поперечних перерізів елементів і т.п.) повністю збігалися з моделлю, використаної фірмою Cabinet JAILLET-ROUBY. Цифрова модель, конвертована за допомогою ПЗ SCAD і потім перевірена шляхом серії пробних розрахунків для однакових з HERCULES навантажень.

При розрахунку НБК зіткнулися з проблемою дуже великого числа варіантів навантаження. Замість звичайного числа в кілька десятків навантажень, проводився розрахунок на декілька сотень варіантів вантаження:

Постійні навантаження – 17, Корисні – 6, Вітер – 84, Сніг – 7, Кранові навантаження – 324, Температура - 6 +11, сейсміки – 12, Смерч – 196, Разом - 572 варіанта.

4.1. Вітрове навантаження

Тест в аеродинамічній трубі визначає саме несприятливий вплив вітру на різні елементи сталеві конструкції і опор; покриття обшивки та покрівлі виконано лабораторією CSTB в Нанті, Франція.

Реальна аеродинамічна середу, агресивність майданчики і основні навколишні будівлі були відповідно відтворені в аеродинамічній трубі.

Тести виконувалися для підсумкової конфігурації і різних етапів будівництва. По кожній конфігурації, були проведені вимірювання по 36 напрямкам вітру (кожні 10 градусів).

Модель обладнана значною кількістю точок для вимірювання тиску - з метою отримання представницьких карт з тиском вітру в будь-який момент. Положення цих точок вимірювання було обрано по моделі сталевій конструкції - згідно положенням сталевих опорних елементів.

Фактори впливу, представлені конструкторським бюро сталевих конструкцій, застосовувалися CSTB для розрахунку картограм одночасних тисків, отриманих при тестуванні, максимального і мінімального значення для кожного конкретного глобального зусилля або зсуву, а також для редагування відповідних повних картограм тиску.

Тунель приповерхневого шару складає 4 м завширшки, 2.5 м у висоту і 15 м в довжину. Випробувальна секція адаптована під різні нерівності; для НБК, обраний тип нерівності 3 по Eurocode EN 1991-1-4 (приміські або промислові зони і безперервно - продуктивність лісу).

Модель обладнана 512 датчиками контролю тиску, розташованими в основному на внутрішньому і зовнішньому покритті шпренгельної конструкції арки. Деякі датчики розташовані на західній та східній стінах.

Картограми тиску розраховуються з результатів випробувань за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення внутрішнього користування з обробки сигналу, розробленого лабораторією CSTB.

4.2. Методика випробувань

Зазвичай, вітер в нижніх шарах атмосфери є турбулентним, тобто, коливається по швидкості і по напрямку у всіх точках заданого простору. У випадку з грандіозної проектною конструкцією ОУ поверх 4 блоку ЧАЕС, ця природна турбулентність може бути посилена (при певному напрямку вітру) збуджуючим ефектом величезної будівлі АЕС. Коливання по швидкості вітру є причиною аеродинамічних коливань тиску, які повсюдно впливають на контур конструкції ОУ, особливо, на нижню і верхню частину контуру, які пов'язані з системою арки.

Тому, вимірювання вітру полягає в оцінці впливів, викликаних аеродинамічним тиском вітру на конструкцію. Ці впливи можна розділити на локальні (кілька m^2), тобто, що додаються до поверхні панелей конструкції та

глобальні, тобто, прологом до всієї конструкції. Наприклад, загальна підйомна сила при впливі вітру на конструкцію, момент впливу на вбудовану балку або напруженість підвісу заслуговують уваги при такій конструкції. Глобальний вплив - це поєднання елементарних зусиль, прикладених вітром і безпосередньо пропорційних аеродинамічному тиску, прикладеному до конструкції. Наприклад, якщо ми припускаємо, що зовнішні поверхні конструкції дискретизовані в елементи зони A_k , до якої прикладені аеродинамічні зусилля F_k , викликані аеродинамічним тиском P_k (з урахуванням напрямку тиску), то повну дію F може бути розраховане в момент t за наступною формулою:

$$F(t) = \sum_k B_k F_k(t) = \sum_k B_k A_k P_k(t) \quad (4.1)$$

де B_k - це коефіцієнт впливу елементарного зусилля F_k до загального впливу F .

Однак, деякі будівлі (частини будівель), особливо, вузькі будівлі, можуть демонструвати неігноруєме зміщення під впливом вітру, що часто характеризується помітними коливаннями: динамічну поведінку конструкції за рахунок відповіді за видами коливань. Ці динамічні впливи, викликані рухом конструкції, додаються до викликаним вітром стійким і квазістійкі впливів на повністю жорстку конструкцію. Так само як і загальний вплив, ці динамічні ефекти можуть бути оцінені через дані поля тиску P_k і форми коливань, μ_k в режимах вібрації μ_k - шляхом розрахунку узагальненого аеродинамічного зусилля Q за такою формулою:

$$Q(t) = \sum_k \mu_k F_k(t) = \sum_k \mu_k A_k P_k(t) \quad (4.2)$$

Тому, спостерігають, що дані по полю тиску $P_k(t)$, які можна визначити при дослідженнях в аеродинамічній трубі, коефіцієнти впливу B_k і форми коливань μ_k , отримані при розрахунках, забезпечують повне вимір конструкції (враховуючи вплив вітру). Мета полягає в короткому описі методів, використовуваних в аеродинамічній трубі тестовій лабораторії для вимірювання поля тиску, створеного вітром на грандіозній конструкції, а також в обміні, ініційованому Проектувальником конструкційної сталі, для розрахунку впливу розмірів.

Підхід, передбачений для досліджень і вимірювань вітру, заснований на синхронному вимірі тисків в аеродинамічній трубі. Комплексна взаємодія вітру і

навколишнього середовища відтворюється при моделюванні (шляхом масштабування параметрів природного вітру): вертикальний градієнт середньої швидкості, інтенсивність і масштаб турбулентності.

Через вимірювання даної грандіозної конструкції і поперечного перерізу аеродинамічної труби, прийнятий масштаб моделювання дорівнює 1:300. Отже, модель створюється з цього масштабом, а вітер, еквівалентний класу III на майданчику, моделюється за допомогою агресивності, розподіленої по підлозі аеродинамічної труби - з висхідним потоком до моделі конструкції арки. Безпосереднє оточення, подібне оточенню біля майданчика (будівлі АЕС), завершує конфігурацію.

4.3. Створення моделі арки і моделі навколишнього середовища

Модель конструкції в масштабі 1/300, зроблена з литого плексигласу, точно відтворює її геометрію, зовнішній і внутрішній контур і набір ферм всередині арки. У моделі є близько 500 засобів вимірювання тиску, розташованих, в основному, на поперечних перерізах конструкції, а також додаткові на бічних стінках. Ці засоби вимірювання тиску пов'язані, за допомогою вінілових трубок, з високоефективним мультиплексним набором датчиків під підлогою аеродинамічної труби.

Більш тонке розподіл застосовується уздовж країв і одиничних елементів, де очікуються найбільші навантаження. Інструменти по обидва боки покрівлі (у відповідних місцях) дозволяють оцінювати загальний аеродинамічний тиск, що діє на ці елементи. Визначення всіх цих інструментів дано в тісній співпраці з Проектувальником конструкційної сталі.

Ще один інструмент (6-елементні динамометричні ваги) доповнює систему вимірювання тиску. Ваги розташовані під підлогою аеродинамічної труби і пов'язані з моделлю арки через опорні перила. Це дозволяє калібрувати інтеграцію тиску і точно налаштовувати горизонтальні зусилля, прикладені вітром. Оточення конструкції відтворено на ~ 500 м радіусі, включаючи всі будівлі і споруди, які можуть вплинути з аеродинамічною точки зору.

За тестовими специфікаціям аеродинамічної труби, було послідовно перевірено кілька конфігурацій (будівельні конфігурації і заключний етап)

конструкції. Дослідження в аеродинамічній трубі виконувалися в усіх напрямках вітру (36 напрямків, з кроком по 10°) і для кожної конфігурації.

4.4. Оцінка локального навантаження

Техника измерения синхронных давлений дает мгновенную картину распределения нагрузки по контуру конструкции – распределение, которое цифруется в режиме реального времени (с помощью цепочки сбора данных аэродинамической трубы). Как описано ранее, таким образом определяются локальные нагрузки на m^2 , необходимые для измерения панелей покрытия и их элементов, а также общие нагрузки, используемые для общего измерения соответствующего сочетания измеряемых давлений.

Локальні навантаження. При обробці вимірюваних тисків, максимальні, мінімальні і диференціальні навантаження розраховуються для всіх напрямків вітру. Диференціальні навантаження можуть представляти відмінність між верхньою і нижньою стороною або відмінність між зовнішнім тиском на поверхні і внутрішнім тиском, що впливає на протилежну поверхню. Внутрішній тиск вимірюється спеціальним комплектом датчиків між зовнішнім і внутрішнім покриттям конструкції. Статистичний аналіз вимірів дозволяє розрахувати найгіршу навантаження (максимальну і мінімальну), з урахуванням всіх напрямків вітру.

Загальні навантаження. Ця частина досліджень полягає у визначенні половинних і загальних навантажень, що діють на конструкцію, тобто, історії вигинів і моментів обертання, підйомних і поперечних сил, а також інших деформацій, визначених у співпраці з представниками проекту. У співпраці з Проектувальником конструкційної сталі, розраховане близько двадцяти деформацій. Проектувальник конструкційної сталі надає коефіцієнти впливу, пов'язані з окремими деформаціями конкретних поверхонь, до яких вони прикладені. Підсумковими результатами будуть поля тиску, співвіднесені з розмірними деформаціями, і деформації, отримані після статистичної обробки історії розрахункових деформацій. Ці поля тиску використовуються Проектувальником конструкційної сталі, як вихідні дані сполучення навантажень для розрахунку кінцевих елементів.

4.5. Розрахунки на сейсміку по спектральній теорії та за акселерограмою

Для споруд високого рівня відповідальності норми передбачають виконання прямого динамічного розрахунку з використанням акселерограм. Одночасно необхідний і розрахунок і за спектральним методом, а остаточно слід приймати більш не вигідне рішення.

Трикомпонентні акселерограми розрахункових землетрусів були представлені Інститутом геофізики ім. Субботіна НАН України. Їхня перевірка виконувалася Редактором акселерограм з SCAD Office. Знадобилася коригування лінії відліку і частотна фільтрація.

У розрахунок по акселерограмою враховувався ефект неодновременного порушення коливальних за основними рядами обпирання арок. Використовувалася гіпотеза «замороженої акселерограми», яку переносять зі швидкістю поширення сейсмічної хвилі. Для цього був розроблений спеціальний режим в модулі «Інтегрування рівнянь руху» обчислювального комплексу SCAD.

4.6. Особливості розрахунку на температуру

Температурна навантаження є не силовим, і кінематическим впливом. А це визначає деякі специфічні особливості такого навантаження. По-перше обчислений по напруженням коефіцієнт запасу не є достатньою характеристикою надійності; По-друге, тут на результат сильно впливає точність завдання розрахункових умов.

Збільшення напруги в 1,5 рази призведе до розриву стрижня, а збільшення деформації в ті ж 1,5 рази - лише до зростання залишкових деформацій.

Малі зміни силового навантаження призводять до малих змін переміщень, а неточно задані кінематичні умови можуть дати великий розкид у значеннях зусиль.

По суті, тут немає нічого нового, ніж інше прочитання закону Гука: якщо в пружній системі великі сили призводять до малих деформацій, то її малі деформації можуть бути пов'язані з великими зусиллями.

Норми проектування дозволяють не враховувати кліматичні температурні впливи, якщо розміри температурного відсіку не перевищують граничних. Але якщо виконати розрахунок граничного температурного відсіку, то виявляються що температурні зусилля можуть набагато перевищувати несучу здатність.

Разом з тим невідомі неприємності від цього.

Тут величезну роль грають ті ефекти, якими зазвичай нехтують в розрахунках конструкцій на силові впливи. Наприклад, зневага чорнотою в болтових з'єднаннях, які дають можливість зсуву без виникнення внутрішніх зусиль. А ця чорнота може мати розміри, порівнянні з величиною температурного подовження, звідси і неточність звичайного температурного розрахунку.

4.7. Вплив від викликаних людиною зовнішніх подій

Конструкції НБК проектується без урахування впливів повітряної ударної хвилі від зовнішнього вибуху.

У Проекті повинні бути представлені відповідні обґрунтування, що включають:

- аналіз можливих джерел небезпеки і величин впливу від них на конструкції НБК;
- оцінку небезпеки зовнішніх вибухів для ПК -1 НБК.

У разі необхідності, в Проекті будуть запропоновані необхідні організаційно - технічні заходи, які ДСП ЧАЕС реалізує на майданчику ЧАЕС та навколишньої території для зниження впливу повітряної ударної хвилі нижче впливу від екстремальної вітрового навантаження.

Конструкції НБК проектується без урахування впливу від падіння літальних апаратів.

У Проекті НБК мають бути представлені конкретні організаційно - технічні заходи, реалізовані зокрема в зоні відчуження, що виключають падіння літальних апаратів (включаючи і малі), і обґрунтовано, що ймовірність ненавмисних падінь літальних апаратів на НБК не перевищує $1 \cdot 10^{-7}$ / рік. Реалізація даного заходу не є відповідальністю NOVARKA.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НЕБЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі надані основні заходи з охорони праці при аналізі можливостей підвищення надійності металоконструкції укриття на ЧАЕС.

5.1. Аналіз потенційних небезпек

- а) Небезпеки що пов'язані з порушеннями вимог радіаційної безпеки при обстеженні об'єкту.
- б) Недоліки у проектному рішенні, які можуть призвести до аварії після впровадження результатів.
- в) Негативний вплив іонізуючого випромінювання на функціональний стан людини.
- г) Незадовільні параметри в адміністративних приміщеннях, що може бути пов'язано з неефективною роботою систем опалення та повітря-обміну.
- д) Негативний вплив електромагнітних полів та випромінювань при використанні ПК та іншої офісної техніки.
- є) Можливість загорянь в адміністративних приміщеннях в наслідок порушень правил пожежної безпеки.
- ж) Недоліки проведення рятувальних та інших робіт при аварії на АЕС.

5.2. Заходи з техніки безпеки

Метою заходів безпеки є формування у персоналу прихильність принципу при організації та виконанні робіт в умовах підвищеного впливу іонізуючого випромінювання на робочих місцях при обслуговуванні та ремонті обладнання в зоні суворого режиму.

Основою принципу є оптимізація організації робіт, яка будується на всебічному плануванні, підготовці виробництва, технології виконання робіт і контролі результатів діяльності, які, в свою чергу, є основою скорочення чисельності залученого персоналу, доз опромінення персоналу та загальної вартості робіт. Такий комплексний підхід називається управління роботами.

Радіаційно-небезпечні роботи (РОР), діляться на групи за значеннями середньої потужності дози випромінювання:

- 1 група - від 10 мЗв / год включно і більше;
- 2 група - від 1 мЗв / год включно до 10 мЗв / год;

3 група - від 0,1 мЗв / год включно до 1 мЗв / год;

4 група - від 0,012 мЗв / год до 0,1 мЗв / год;

РОР 1, 2 груп радіаційної небезпеки та роботи щодо поводження з ядерним паливом виконуються за спеціальними програмами (інструкціям), розробленим заздалегідь, погодженим з СВНіПБ і затвердженим ГІ (ПЗГД).

Виконавці робіт зобов'язані надати в підрозділи, які здійснюють допуск і контроль, програму (інструкцію) виконання робіт за три доби до початку виконання і заявити про майбутню роботу.

Програма (інструкція) виконання радіаційно-небезпечних робіт повинна включати:

- Детальний опис виконуваної роботи;
- Етапи виконання роботи та порядок їх виконання;
- Кількість персоналу, необхідного для виконання робіт;
- Перелік осіб, відповідальних за забезпечення РБ на етапі виконання робіт;
- Радіаційні і не радіаційні фактори, що впливають на формування доз опромінення персоналу;
- Плановану тривалість робіт, квоту колективної дози опромінення персоналу на всю виконувану роботу, трудовитрати;
- Вимоги до персоналу, технічним засобам механізації, до засобів інструментального та технологічного контролю;
- Порядок залучення персоналу для виконання робіт з урахуванням реального часу, включаючи персонал суміжних підрозділів;
- Схему розстановки персоналу на етапах виконання роботи та їх зайнятість на кожному етапі технологічного циклу;
- Організаційні та технічні заходи з радіаційної безпеки і протирадіаційного захисту персоналу;
- Необхідний обсяг радіаційного та дозиметричного контролю;
- Засоби індивідуального захисту персоналу, включаючи додаткові ЗІЗ та інженерні засоби протирадіаційного захисту;

- Заходи щодо скорочення кількості утворених радіоактивних відходів при виконанні робіт в зоні суворого режиму, щодо їх локалізації та передачі на місця тимчасового зберігання РАВ;

- Можливі аварійні ситуації і дії персоналу щодо їх ліквідації;

- Вимоги до проведення дезактивації до і після проведення робіт;

Можуть виникати аварії при недоліках у проектному рішенні, тому треба виконувати низку вимог. Згідно з цим, до роботи з об'єктом допускаються особи:

- не молодше 18 років;

- Минулі попередній при вступі на роботу і періодичні медичні огляди, за результатами яких визначена придатність працівників до роботи;

- Пройшовши перевірку знань;

Весь персонал зобов'язаний проходити інструктажі та перевірку знань ПРБ відповідно до "Положення щодо організації роботи з персоналом державного підприємства" Національна атомна енергогенеруюча компанія "Енергоатом" ПЛ-К.0.18.005-03 і «Положенням про порядок перевірки знань правил, норм і стандартів з ядерної та радіаційної безпеки і технічної експлуатації АЕС у персоналу ВП «Запорізька АЕС».

Періодичність перевірки знань ПРБ:

- Для оперативного персоналу - один раз на рік;

- Для КПФС - один раз на три роки.

- Для робочих категорії «А» - один раз на рік;

- Для робочих категорії «Б» - один раз на три роки;

Всі працівники (у відповідності з виконуваними функціями), зобов'язані знати розташування виробничих приміщень, безпечні маршрути проходження персоналу, радіаційну небезпеку від різного устаткування і систем, а також - знати свої дії при радіаційній аварії.

Кожен працівник повинен пам'ятати, що від його поведінки, кваліфікованого виконання дорученої йому роботи залежить як особиста його безпека, так і безпека інших осіб. Він повинен суворо виконувати вимоги цієї Інструкції та негайно доповідати своєму керівникові про всі помічені ним порушення вимог цієї

Інструкції, а також про всі несправності обладнання, які можуть спричинити за собою необґрунтоване підвищене опромінення персоналу, забруднення виробничих приміщень або території.

Кожен працівник повинен знати, що засоби радіаційного контролю встановлені для забезпечення безпеки персоналу. Збереження і працездатність цих коштів дозволить своєчасно оцінити радіаційного стану, яка впливає на здоров'я персоналу і прийняти відповідні коригувальні заходи.

У разі виявлення у працівника захворювання, яку включено до переліку медичних протипоказань для допуску до робіт, адміністрація зобов'язана забезпечити працівника прийнятною альтернативною роботою поза галузі впливу ДІВ.

Жінки, що працюють з ДІВ, після діагностування вагітності зобов'язані офіційно повідомити керівника підрозділу з наданням довідки. З цього моменту керівництво зобов'язане надати їм роботу поза зоною дії ДІВ. При діагностуванні вагітності доза опромінення не повинна перевищити 2 мЗв за весь період вагітності.

Також існує низька заходів для фізичних та юридичних осіб спрямованих на забезпечення захисту життя, здоров'я та майна людей від негативного впливу іонізуючого випромінювання, спричиненого практичною діяльністю.

Юридичні та Фізичні особи, які здійснюють практичність діяльність, зобов'язані: (Абзац перший статті 13 Із змінами, внесеними згідно із Законом N 2 397-III (2397-14) від 26.04.2001)

- Здійснювати систематичний контроль за радіаційним станом робочих місць, приміщень, території, в санітарно-захисних зонах та зонах спостереження, а також за викидами та скидами радіоактивних речовин;
- розробляти обґрунтування додержання норм радіаційної безпеки щодо нової (модернізованої) продукції, матеріалів і речовин, технологічних процесів і виробництв;
- здійснювати контроль і облік індивідуальних доз опромінення персоналу;
- організовувати проведення періодичних медичних оглядів персоналу;

- регулярно інформувати персонал щодо рівнів іонізуючого випромінювання на робочих місцях та значення отриманих ним доз опромінення;
- своєчасно інформувати органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування, органи державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки щодо виникнення аварійних ситуацій, порушень технологічних регламентів, які створюють загрозу для безпеки людини.

5.3. Заходи по забезпеченню пожежної безпеки

Проведені заходи по пожежній безпеці у відповідності з вимогами НАПБ А.01.001-2004 – «Правила пожежної безпеки України». У відповідності до цього виконані наступні дії:

Після проведення аналізу матеріалів, які можуть використовуватись в у лабораторно дослідницьких приміщеннях, було з'ясовано що, такі приміщення належить до категорії Д по вибухо, вибухопожежній та пожежній небезпеці відповідно до СНиП 2.09.02 – 85 «Нормы проектирования. Производственные здания промышленных предприятий».

1. У відповідності до ДБН В.1.1.7 – 2002 «Пожарная безопасность объектов строительства» та категорії лабораторних досліджень по пожежній безпеці, визначено, що дана лабораторія належить до III ступеню вогнестійкості.
2. Для виготовлення будівельних конструкцій використовуються цегла, залізобетон, скло, метал та інші не горючі матеріали. Використання дерева обмежене.
3. На випадок пожежі передбачені шляхи евакуації працюючих – проходи, проїзди, евакуаційні виходи у відповідності ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпеку об'єктів будівництва». Евакуаційні виходи розташовуються розосереджено, а їх мінімальна кількість в будівлі – два. Також передбачений другий (запасний) вихід на зовнішні сходи. Коридори та проходи, призначені для евакуації, мають меншу довжину і мінімальну кількість поворотів. На всьому протязі проходу немає порогів або проміжних щаблів. Важливу роль у забезпеченні безпечного виходу людей відіграє противодимний захист евакуаційних шляхів. Для цього влаштовані відособлені входи в підвали, вхід на сходову клітку з поверхів здійснюють через

тамбур - шлюз із підпором повітря, відділені горища від сходових кліток перекриттями з негорючих матеріалів. Евакуаційні переходи об лаштовані також вогнестійкими рамами, які являються перешкодою для поширення вогню в переходи.

4. Сходові маршрути спроектовані згідно правил: ширина сходового майданчика рівняється 2.5 метра, які більше припустимого; нахил сходів визначений як 1:1, що допускається за технічними нормами; ширина сходів рівняється 0,7 метра, а висота щабля – 0,25 метра. Евакуаційні виходи спроектовані по вимогах правил вищезгаданого ДБН. Ширина та висота просівів евакуаційних виходів нормується по НД і визначена, як 2,35 і 1,2 метра відповідно. Двері евакуаційних виходів відкриваються убік виходу людей з будівлі.

5. Устаткування пристрою, освітлювальні й силові мережі повністю відповідають вимогам пожежної безпеки. Легкозаймисті частини пристроїв відповідають вітчизняним стандартам пожежної безпеки. Силові мережі, максимально захищені від можливості загоряння відповідно до вітчизняних стандартів.

6. Для виявлення пожежної небезпеки в приміщенні лабораторії використовується спеціальні системи. В приміщенні під стелею встановлені уловлювачі диму. При виявленні пожежного диму датчики уловлювачів посилають сигнал на систему сигналізації про пожежу. В приміщенні встановлені пожежні сигналізації (над евакуаційними виходами) зі світловим і звуковим оповіщенням.

7. Встановлені переносні вуглекислотні вогнегасники ОУ-2 з розрахунку 2 штуки на кожні 20 м².

Для нормалізації параметрів повітряного середовища в проекті передбачено: устрій технічних систем, Які повинні Забезпечувати параметри повітряного середовища у відповідності до норм, які вказані в таблиці 1, згідно СНиП 23-01-99 «Будівельна кліматологія».

Таблиця 5.1 Оптимальні фізичні параметри повітряного середовища.

Період року	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с
Холодний	18 - 22	40 - 60	0,1 – 0,3
Теплий	20 - 23	40 - 60	0,1 – 0,4

В теплий період року для зниження температури повітря в робочому просторі необхідно використовувати природну вентиляцію, або загально обмінну приточно-витяжну вентиляцію згідно СНиП 2.04.05-91 «Отопление вентиляция и кондиционирование», а в холодний період – систему опалення та приточно-витяжну вентиляцію з функцією підігріву зовнішнього повітря.

5.4. Заходи санітарної гігієни

Основними санітарно-гігієнічними заходами працівника є:

- Чітко знати мету відвідування об'єкта, мати уявлення про фактори радіаційного впливу на місці проведення робіт;
- При собі мати посвідчення про перевірку знань, огорнуте в поліетиленову або іншу захисну плівку;
- Електронний пропуск повинен бути обгорнутий в поліетиленову або іншу захисну плівку;
- Користуватися засобами індивідуального захисту;
- Застосовувати засоби індивідуального дозиметричного контролю;
- Виконувати обов'язкову процедуру допуску в оперативного персоналу ЦРЛ та технологічного цеху - власника обладнання;
- При проході на робоче місце необхідно строго слідувати встановленим маршрутом, не заходячи в інші приміщення, не торкаючись руками і спецодягом інших працівників, стін приміщень, поверхонь обладнання;
- Періодично виконувати контроль забрудненості шкірних покривів рук радіометрами КРАБ-3, УІМ2-2, СЗБ при виході з ремонтної зони виконувати

попередню санобробку шкірних покривів рук, не допускати попадання забрудненої спецодягу в гардероб робочого одягу;

- Пити воду тільки з питних фонтанчиків, попередньо прополоскати рот;
- Знати розташування «аварійних» виходів з об'єкту в зону вільного режиму;
- Знати свої дії при виникненні аварійних ситуацій;
- При спрацьовуванні сигналізації радіаційної небезпеки на робочому місці, передачі сигналу оповіщення про радіаційної аварії - припинити роботу і вжити заходів загальної технологічної безпеки;
- Курити тільки в спеціально відведених місцях, попередньо ретельно вимивши руки і прополоскати рот. Перед курінням руки слід перевірити на приладі дозконтроля. Пачки з цигарками повинні бути обгорнуті в поліетиленову плівку.

При роботі поблизу об'єкту забороняється:

- Проносити предмети (мобільні телефони, барсетки, особисті документи, косметичне приладдя тощо), що не мають відношення до роботи;
- Перебувати в зоні без повного комплексу основних засобів захисту;
- Порушувати правила застосування засобів захисту;
- Перебувати в особистому одязі;
- Зберігати посуд і приймати їжу;
- Пити воду з кранів, користуватися посудом для пиття;
- Носити в кишенях, зберігати в шафах для спецодягу інструмент та інші предмети, забруднені радіоактивними речовинами, а також брати в руки випадкові предмети;
- Використовувати пошкоджену спецодяг і спецвзуття (відсутність гудзиків, зав'язок, кишень, відрізані рукава, стоптані задники спецвзуття тощо);
- Входити в приміщення при спрацьовуванні в них місцевої сигналізації радіаційної небезпеки;
- Перетинати бар'єрні пристрої, огороження, позначені знаками, які забороняють прохід;
- Перебувати без приладів індивідуального дозиметричного контролю;
 - Піддавати кошти індивідуального дозиметричного контролю навмисного опроміненню;

- Наносити пошкодження технічним засобам радіаційного та дозиметричного контролю;
- Зливати будь-які рідики середовища в господарсько-фекальну каналізацію (умивальники, унітази);
- Виносити з зони будь-які предмети без дозконтроля.

5.5. Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Кожен працівник АЕС повинен пам'ятати, що основною гарантією щодо запобігання радіаційних аварій є грамотне ведення технологічних процесів, згідно діючих інструкцій і регламенту, забезпечення надійної роботи обладнання і різних систем АС, що від його кваліфікації і умілих дій залежить не тільки особиста безпека, але і безпека багатьох людей.

Забезпечення безпеки персоналу при виникненні аварійних ситуацій має здійснюватися відповідно до "Плану заходів щодо захисту персоналу у разі радіаційної аварії"

На робочих місцях персоналу, на виробничих дільницях та в санпропускниках повинен постійно перебувати препарат калій-йодид (kalii iodidum). Місця зберігання калій-йодиду повинні бути приведені в «аварійний план ...» відповідного підрозділу.

Оперативний персонал, робочі місця якого розташовані в зоні вільного режиму, отримує аварійні індивідуальні дозиметри з аварійних комплектів, що зберігаються в спеціальних місцях.

На випадок виникнення радіаційної аварії в ВП ЗАЕС сформовані аварійні групи і бригади з числа персоналу структурних підрозділів ЗАЕС, основною метою яких є здійснення безпосередньої діяльності з ліквідації аварій і захисту персоналу.

В умовах радіаційної аварії всі роботи виконуються аварійним персоналом, до складу якого входять - основний і залучений персонал.

До робіт з ліквідації наслідків промислової радіаційної аварії залучається як основний персонал з числа працівників об'єкта, так і професійно підготовлені працівники аварійних бригад. На час робіт в умовах радіаційної аварії залучений персонал прирівнюється до категорії А і забезпечується в рівній мірі з основним

персоналом всім табельною майном і спеціальними засобами індивідуального захисту, а також засобами індивідуального дозиметричного контролю.

З метою навчання персоналу аварійних груп і бригад в ВП ЗАЕС була створена і діє система підготовки аварійного персоналу, яка включає в себе навчання персоналу і проведення тренувань.

Види радіаційних аварій

Всі радіаційні аварії поділяються на дві групи:

- а) аварії, які не супроводжуються радіоактивним забрудненням виробничих приміщень, промайданчика об'єкта і навколишнього середовища;
- б) аварії, в результаті яких відбувається радіоактивне забруднення виробничих приміщень, промайданчика об'єкта і навколишнього середовища.

Класифікація радіаційних аварій за масштабами:

- Промислові;
- Комунальні.

Комунальні аварії більш детально поділяються на:

- Локальні;
- Регіональні;
- Глобальні.

Організація робіт в зоні аварії повинна забезпечити попередження необґрунтованого переопромінення працівників, ліквідацію радіоактивного забруднення і запобігання його поширення всередині приміщень і на територію промайданчика, а також максимальне зниження радіоактивних викидів та скидів.

Керівники цехів, відділів, лабораторій, служб, ділянок, бригад, старші майстри, майстри ЗОБОВ'ЯЗАНІ:

- Забезпечити виконання заходів щодо створення радіаційно-безпечних умов праці на забрудненій ділянці;
- Проводити інструктажі, тренування, навчання, перевірку знань та здійснювати контроль за виконанням підлеглим персоналом вимог РБ;

- Організовувати роботи на ділянках з встановленням переносних саншлюзи, дисциплінуючих бар'єрів, попереджувальних плакатів і попередньої дезактивації місцевості та обладнання;
- Організовувати своєчасний збір і видалення радіоактивних відходів з місця проведення робіт;
- Навчати персонал і контролювати правильність використання ними засобів захисту;
- Здійснювати своєчасні заходи щодо запобігання забруднення радіоактивними речовинами виробничих будівель, споруд, житлових приміщень;
- Своєчасно інформувати ЦРЛ про роботи з підвищеними рівнями випромінювань;
- Перед проведенням РОР за погодженням з оперативним персоналом ЦРЛ визначати порядок їх виробництва.

Виходячи з умов радіаційної обстановки, проведення йодної профілактики виконується при потужності дози гамма-випромінювання на території промайданчика більш 0,063 мЗв / год.

При загрозі надходження в організм радіоактивного йоду для захисту від опромінення щитовидної залози призначаються дорослим і дітям старше 2 років по 0,125 г 1раз на день; дітям до 2 років - по 0,04 г на день;

Таблетку роздрібнюють і дають з невеликою кількістю солодкого чаю (в ЗСР ЗАЕС препарат запивати водою). Препарат приймають щодня до зникнення загрози надходження радіоактивного йоду в організм.

Термін зберігання таблеток йодиду калію вказаний на упаковці.

Захисний ефект препарату значно знижується в разі його прийому більш ніж через 2 години після надходження в організм радіоактивного йоду. Однак і в цьому випадку прийом стабільного йоду ефективно захищає щитовидну залозу від опромінення повторними надходженнями радіоактивного йоду.

Одноразовий прийом зазначених вище кількостей йодистого калію забезпечує високий захисний ефект протягом 24 годин. Для підтримки такого рівня захисту в умовах тривалого надходження в організм радіоактивного йоду необхідні повторні прийоми препарату.

Юридичні та фізичні особи, які здійснюють практичну діяльність, забезпечують готовність до ліквідації радіаційних аварій згідно з вимогами стандартів, норм і правил захисту людини від впливу іонізуючого випромінювання, а також умовами отриманих дозволів. До такого забезпечення належить наявність: (Абзац перший частини першої статті 14 із змінами, внесеними згідно із Законом N 2397-III (2397-14) від 26.04.2001) переліку потенційно можливих радіаційних аварій і прогнозів їх можливих наслідків з відповідними обґрунтуваннями;

Планів захисту персоналу і населення від потенційно можливих аварій та їх наслідків, погоджених з органом державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки та органами місцевого самоврядування та затверджених юридичними або фізичними особами і доведених до відома персоналу та населення; Абзац третій частини першої статті 14 із змінами, внесеними згідно із Законом N 5460-VI (5460-17) від 16.10.2012

- засобів оповіщення персоналу і населення;
- засобів забезпечення ліквідації наслідків радіаційних аварій;
- засобів медичного захисту людини від впливу опромінення;
- засобів індивідуального захисту людини;
- засобів індивідуального дозиметричного контролю;
- аварійно-рятувального формування з числа персоналу.

У разі виникнення радіаційної аварії юридичні та фізичні особи, які здійснюють практичну діяльність, зобов'язані:

- забезпечити виконання планів захисту персоналу і населення від впливу аварії;
- інформувати про виникнення радіаційної аварії органи державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки, місцеві органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування і оповіщати населення територій, на яких можливе підвищення рівня опромінення;
- вжити заходів щодо подання медичної допомоги потерпілим внаслідок радіаційної аварії;
- здійснити заходи щодо запобігання розповсюдженню радіоактивних речовин у довкіллі;

- провести аналіз і підготувати прогноз розвитку радіаційної аварії і змін радіаційної обстановки;
- вжити заходів для нормалізації радіаційної обстановки у ході ліквідації радіаційної аварії.

6. ПРОФІЛЮВАННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ СКЛАДОВОЇ СТРАТЕГІЇ УПРАВЛІННЯ ТА ПРОГРАМА РОЗВИТКУ

На прикладі діяльності майданчика Чорнобильської АЕС на основі методів та інструментів проектного управління розроблена модель профілювання інноваційної складової стратегії підприємства.

12-14 червня 2013 року на майданчику об'єкта «Укриття» Чорнобильської АЕС виконано черговий (другий) підйом східній частині Арки Нового безпечного конфайнменту (далі НБК 1), після чого її загальна висота досягла 85м. Попереду колективу Чорнобильської АЕС чекає тривала робота з перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечний об'єкт, причому можливі сценарії подальшого розвитку подій на майданчику будівництва НБК ще можуть бути діаметрально протилежні і, можливо, не всі вони задовольнять "Замовника" (ДСП ЧАЕС 2) і Україна в цілому. У даному розділі знайдемо відповідь на питання - що Україна може не отримати за результатами реалізації проекту НБК і як можна цього уникнути? Причому об'єктом розгляду пропонується прийняти не отримані після закінчення проекту властивості продукту проекту (НБК), а недоотримані активи, які міг би отримати "Замовник" після реалізації проекту.

Увагу привернув той факт, що гігантський інноваційний капітал, що включає унікальний практичний досвід реалізації діяльності з перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечний об'єкт і одночасного зняття з експлуатації трьох ядерних енергоблоків, може в перспективі так і не знайти застосування як нематеріальні активи підприємства.

Незважаючи на великий обсяг робіт по збору та зберіганню інформації, що виконується на Чорнобильською АЕС на постійній основі (формування архівів технічної документації, розробка і наповнення електронних баз даних і т.д.), для ініціювання інноваційної складової діяльності підприємства цього явно недостатньо. Для ДСП ЧАЕС, як і для будь-якої іншої організації, необхідно не тільки навчитися генерувати інновації, робота з інноваціями може і повинна бути організована як систематичний процес.

Ситуація з відсутністю інноваційної складової в стратегії підприємства, що склалася на Чорнобильській АЕС, далеко не унікальна. На жаль, «інноваційний підхід» для переважної більшості підприємств України був і залишається гаслом, девізом, але ніяк не робочим інструментом для вдосконалення процесів підприємства та отримання комерційної вигоди від реалізації нематеріальних активів підприємства.

6.1. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Сучасний стан економічних, політичних і соціальних процесів в Україні вимагає впровадження нових інноваційних механізмів управління складними інноваційними проектами та програмами розвитку. Проблема підвищення ефективності інновацій для України є актуальною вже багато років. Формування законодавчої бази інноваційної діяльності в Україні був закладено в 1999 році з прийняттям Концепції науково-технологічного та інноваційного розвитку України, що визначає концептуальні основи інноваційного розвитку поряд з прийнятим в 2002 році базовим законом "Про інноваційну діяльність". З тих пір були закладені теоретичні основи управління інноваційною складовою економіки, однак при вирішенні питань практичної реалізації напрацьованої теоретичної бази виявився ряд проблем, що стримують інноваційний розвиток.

Реалізація стратегії інноваційного розвитку вимагає перенесення кращого досвіду країн лідерів в даній області. Одним з яскравих прикладів методології спрямованої на визначення та реалізацію інноваційної складової проектів і програм є розроблена в Японії система знань P2M 3, яка є стандартом застосування інноваційного підходу до розвитку цінності продуктів проектів і організацій.

У трактуванні P2M модель і програма представлена як система переходів
Рис. 6.1.



Рис. 6.1. - Проект і програма як система переходів

На прикладі поточної ситуації з перспективами розвитку інноваційної діяльності на майданчику Чорнобильської АЕС, визначити основні фактори, що впливають на успішність створення / розвитку інноваційної складової стратегії підприємства, продемонструвати оригінальний алгоритм реалізації інноваційних активів в умовах переходу до інноваційної соціально орієнтованої моделі розвитку підприємства.

6.2. Етапи аналізу, методи та інструменти

Закономірності інноваційної діяльності підприємства є досить складними і це зумовлює необхідність застосування різних моделей і методів моделювання. Згідно Р2М діяльність будь-якого інноваційного проекту або програми нерозривно пов'язана з отриманням додаткової цінності для власника виробничого активу.

На рис.6.2. схематично представлений процес перетворення інноваційної ідеї / задуму в продукт для кінцевого користувача.

Теоретичну основу математичного моделювання інноваційної стратегії підприємства становить інструментарій, основними елементами якого є: засоби математичного аналізу; лінійне програмування; динамічне програмування; теорія

ігор; теорія масового обслуговування; теорія імовірності ;стохастичне програмування; параметричне програмування.

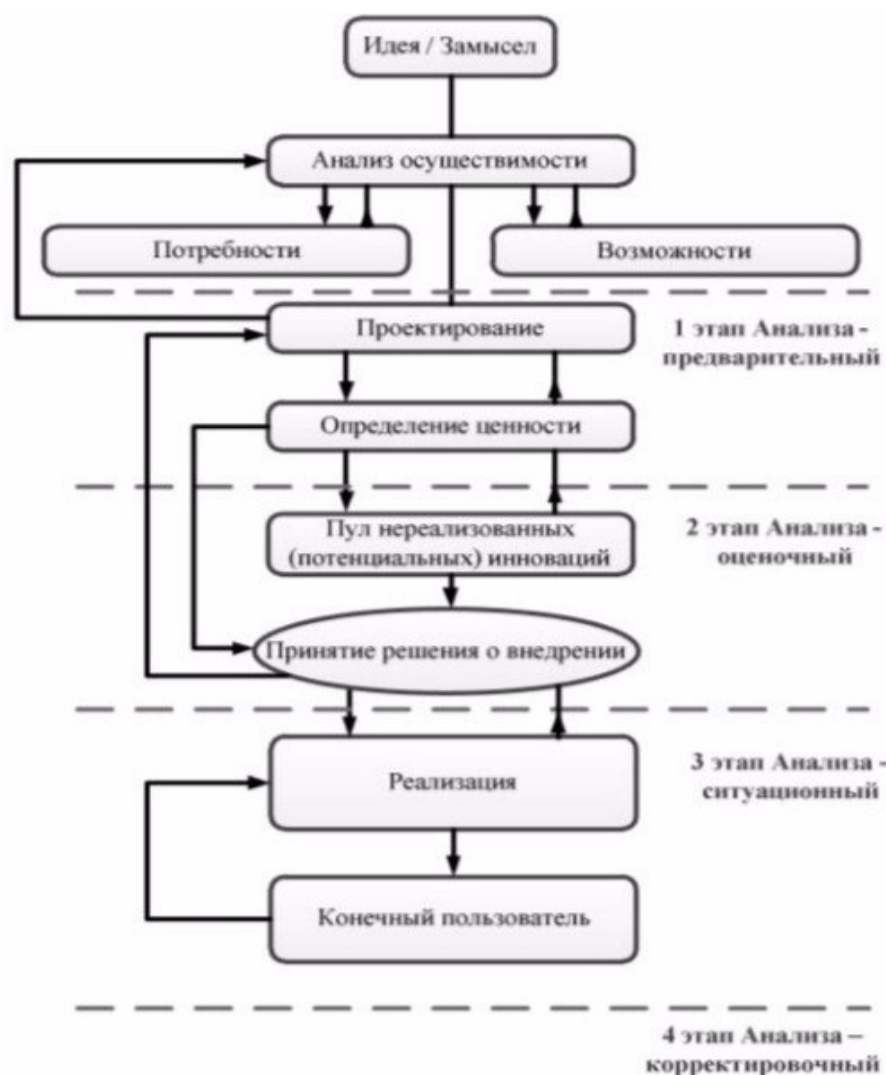


Рис.6.2. - Схема перетворення ідеї / задуму в продукт для кінцевого користувача

Застосування того чи іншого методу та інструменту для вирішення конкретного завдання залежить від багатьох факторів, у тому числі, і від уміння розробників користуватися ними. Нижче наведено перелік методів та інструментів, які можна ефективно застосовувати при аналізі та побудові моделі профілювання інноваційної складової стратегії управління проектами та програмами розвитку підприємства / організації:

- SWOT - аналіз;
- Метод експертних оцінок;
- Побудова дорожніх карт;

- Метод мозкового штурму;
- Багатокритеріальний підхід;
- Аналіз ризиків;
- Метод шести капелюхів;
- Бочка Мебіуса;
- Критична ланцюг Голдрата;
- Імітаційне моделювання.

У ході показаного на рис. 3 перетворення, ідея / задум послідовно піддається чотирьом етапам аналізу.

Перший етап аналізу (попередній)

На даному етапі відбувається аналіз можливості здійснення розглянутих ідей / задумів без прив'язки до тимчасових факторам, що впливають на їх реалізацію. Зрештою, поряд з критерієм здійсненності, розглядається комерційна привабливість пропонованих до впровадження ідей / задумів.

Отримані в результаті аналізу висновки про можливість реалізації ідеї / задуму направляються в банк новин, нововведень, винаходів для подальшої роботи, в іншому випадку ідея / задум відхиляється і не отримує подальшого розвитку.

Мети етапи:

- Виключити нездійсненні ідеї / задуми;
- Визначитися наскільки заявлені ідеї / задуми відповідають місії підприємства;
- Вибрати з декількох альтернатив найбільш перспективні для впровадження ідей / задумів;
- Виконати первинний попередній аналіз всіх переваг і недоліків пропонованих ідей / задумів;
- Виконати попередню (грубу) оцінку ризиків;
- Порівняти їх між собою і ранжувати за ступенем важливості для підприємства.

Основна проблема при виконанні даного етапу аналізу (втім, як і наступних етапів) полягає в тому, що найчастіше доводиться приймати рішення на підставі суджень і переваг експертів, що беруть участь в аналізі. При цьому розглядаються

ідеї / задуми не завжди можна однозначно оцінити по перспективам отримання додаткової вартості.

При оцінці доводиться також брати до уваги невизначеність можливих наслідків прийнятих рішень, для чого логічно використання формального методу в процесі прийняття рішення. Інакше кажучи, необхідно ввести кількісні оцінки можливих наслідків прийнятих рішень.

Для вирішення завдання кількісної оцінки можливих наслідків прийнятих рішень пропонується застосовувати багатокритеріальний підхід.

Багатокритеріальний підхід застосовують у випадках, коли треба прийняти рішення по вибору одного з декількох варіантів, враховуючи ряд критеріїв. Причому, такі критерії зазвичай мають різну природу, виміряні в різних одиницях і не можуть бути просто підсумовані, наприклад, величина ризику через t років при впровадженні того чи іншого варіанту інновацій та сумарна вартість робіт.

Суть методу полягає в побудові узагальненого показника ефективності вирішення у вигляді суми приватних критеріїв з певними ваговими коефіцієнтами, визначальними важливість кожного з критеріїв для прийняття рішення. З цією метою для кожного окремого критерію здійснюється побудова функції корисності $u_j(x)$, яка відображає область зміни кожного з критеріїв x в діапазоні від 0 до 1. Для проведення аналізу для кожного варіанту i визначається узагальнений показник корисності U_i як сума відповідних функцій корисності:

$$U_i = \sum_{j=1}^n k_j \cdot u_j(x_{ji}) \quad (6.1)$$

З високим коефіцієнтом k_j таким, щоб:

$$\sum_{j=1}^n k_j = 1 \quad (6.2)$$

Вид функцій корисності u_j і значення вагових коефіцієнтів k_j вибираються у відповідності з теорією прийняття рішень при багатьох критеріях.

Вагові коефіцієнти k_j вибираються виходячи з пріоритетності того чи іншого критерію, наприклад, у випадку аналізу трьох рівнозначних критеріїв коефіцієнти k_j приймаються рівними (критерії рівнозначні):

$$k_1 = k_2 = k_3 = 1/3 \quad (6.3)$$

Вигоду впровадження першої альтернативної інновації по відношенню до другої ΔU можна представити таким чином:

$$\Delta U = U_1 - U_2 \quad (6.4)$$

Для обґрунтування доцільності / доцільності впровадження того чи іншого варіанту альтернативних інновацій необхідно проаналізувати значення ΔU , величина якого лежить в діапазоні від -1 до +1. Якщо ця різниця виявиться більше нуля, тоді доцільна реалізація варіанта 1. Якщо $\Delta U < 0$, то доцільна реалізація варіанта 2. Це означає, що вибирається той варіант, у якого значення узагальненого показника ефективності U більше.

При виконанні аналізу якісних критеріїв, таких як величина ризику при впровадженні того чи іншого варіанту альтернативних інновацій, необхідно враховувати людський фактор (думка експертів, що беруть участь в аналізі), який в кінцевому рахунку робить значний вплив на результат аналізу. Теоретично, якісна оцінка може бути проведена різними способами. Одним з найбільш доступних і обґрунтованих є метод експертних оцінок.

Для мінімізації неузгодженості в оцінках використовуватиметься система експертних оцінок на основі універсальної 9-ти бальної шкали шляхом вибору значень з множини $\{0, 0.125, 0.25, 0.375, 0.5, 0.625, 0.75, 0.875, 1\}$. В якості загальної оцінки (результат обробки думок експертів) може бути використано середнє значення $V_{\text{серед}}$ або медіанне значення M .

$$V_{\text{серед}} = \frac{\sum_{j=1}^n B_j}{L} \quad (6.5)$$

де B_j -значення показань в оцінці j -го експерта; L - кількість залучених експертів.

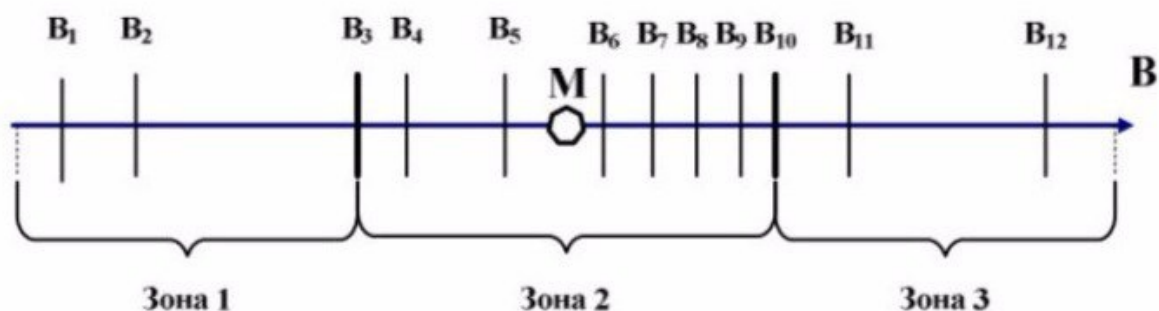


Рис. 6.3. - Шкала оцінок експертів

Усі відповіді експертів (у даному прикладі участь в оцінці брали 12 експертів) в порядку зростання їх значень розташовують на загальній шкалі (рис. 4) і визначають зону оптимізму (зона 3: B10 -B12), зону песимізму (зона 1: B1-B3) і зону середніх оцінок (зона 2: B4-B9). До зони 1 і зони 3 відносять по $\frac{1}{4}$ виставлених оцінок. Медіана М визначається для зони середніх оцінок за формулою (1) і приймається як загальної оцінки.

Необхідною умовою достовірності отриманої оцінки є достатній рівень узгодженості думок експертів. Його перевіряють на основі аналізу дисперсії оцінок експертів на проміжку B1-BL: абсолютна величина дисперсії не повинна перевищувати 0.25 від значення М (приблизно 25% всієї шкали). Якщо ступінь розбіжності виставлених оцінок неприйнятна, то авторам таких оцінок (як правило, із зони 1 і зони 3) пропонується аргументувати свою точку зору. Це може бути проведено в письмовому вигляді або на підставі спільного обговорення результатів. Після цього процедура експертного оцінювання повторюється.

Другий етап аналізу (оцінний)

Базовим поняттям при впровадженні інновацій є «цінність».

В цілому проблема визначення економічного ефекту і вибору найбільш кращих варіантів реалізації інновацій вимагає, з одного боку, перевищення кінцевих результатів від їхнього використання над витратами на розробку, виготовлення і реалізацію, а з другого - зіставлення отриманих при цьому результатів з результатами від застосування інших аналогічних за призначенням варіантів інновацій.

Основними показниками привабливості будь-якого інноваційного проекту є його прибутковість (прибутковість) і рівень ризику. В цілому всі витрати в організації можна виміряти за допомогою моделі повернення інвестицій ROI. Тому пропонується використовувати дану модель для оцінки ефективності інноваційних процесів.

ROI (Return On Investment, окупність інвестицій) - це своєрідна спрощена форма, що дозволяє привести до спільного знаменника найрізноманітніші за

масштабами і характеристикам промислові процеси, які в іншому випадку було б важко або практично неможливо порівняти. По суті ROI - це різниця між отриманою від програми прибутку (на виході) і витратами (на вході).

ROI являє собою узагальнену формулу аналізу прибутковості довільних інвестицій в активи і розраховується наступним чином:

$$ROI = \frac{\text{Прибуток} + (\text{Ціна продажу} + \text{Ціна придбання})}{\text{Ціна придбання}},$$

де прибуток - доходи, отримані за час володіння активом (життєвий цикл продукту інноваційного процесу / проекти); ціна придбання - ціна, за якою був придбаний актив (витрати на впровадження інновації); ціна продажу - ціна, за якою був проданий (або може бути проданий) актив по закінченні строку володіння (цінність інновації).

Модель ROI Філіпса (удосконалена модель Дональда Киркпатріка, розробленої більше 45 років тому) для інноваційних процесів буде представлена в наступному вигляді: 1 - реакція на впровадження інновації; 2 - отримання нових знань, досвіду, можливостей; 3 - застосування придбаних активів в діяльності підприємства; 4 - отримані бізнес - результати; 5 - переклад результатів оцінки 4-го рівня в матеріальний еквівалент, порівняння одержаного прибутку з витратами на впровадження інновації.

Для розрахунку ROI спочатку необхідно оцінити витрати і прибутку по впровадженій інновації:

- зібрати дані для 4 рівня оцінки, задавши наступне питання: "чи можемо ми оцінити вигоду від застосування конкретної інновації?";
- ізолювати ефекти, отримані від впровадження інновації від інших факторів, що впливають на результат;
- перевести отримані результати в матеріальні цінності. Дж. Філіпс рекомендує розділити результати навчання на «hard» і «soft». У категорії «hard» результати отримані як продукт інноваційного процесу (товар або послуга), до якого можна застосувати способи традиційного вимірювання ефективності. Категорія «soft» включає в себе отримані нематеріальні активи, які впливають (іноді не відразу, а

через деякий час) на конкурентоспроможність підприємства, нарощують його виробничий і / або науковий потенціал, сприяють організаційно-технічному розвитку підприємства;

- розрахувати загальну суму витрат на впровадження інновації;
- порівняти грошовий еквівалент отриманих вигод від реалізації інновації з витратами;
- нематеріальні вигоди, отримані від програми, можуть бути представлені як додаткові, неперекладні в гроші активи і, як підтвердження того, що в цілому інноваційний проект успішний. Причини труднощів при роботі з інноваціями, спрямованими на формування нематеріальних активів підприємства:
- інтелектуальна власність і все, що з нею пов'язано, не сприймається як «суворий» процес;
- результат від реалізації нематеріальних активів дуже складно виміряти, і, кажучи про їх ефективність, часто мають на увазі не отриману в грошовій формі прибуток, а отримані якісні характеристики.

Третє етап аналізу (ситуаційний)

На даному етапі виконується «проектування інновації». Мети етапу формулюються на основі інформації з 2-го і 3-го етапів аналізу:

- визначитися за статусом бачення поставлених цілей; - Виконати аналіз поточної ситуації, з урахуванням: економічної і політичної обстановки, наявності необхідних ресурсів, стану внутрішнього і зовнішнього оточення, аналіз потенційних споживачів і ризиків;
- вибрати найкращий з можливих варіантів реалізації інноваційного проекту.

Четвертий етап аналізу (коригувальний)

Виконуючи процес впровадження інновації, необхідно постійно контролювати відсутність збільшення ризиків і, при необхідності, управляти ними. Для цього потрібно періодично (верифікація) і по закінченні проекту (валідація) проводити перевірку відповідності впроваджуваної інновації запланованим критеріям і вимогам. При цьому застосовуються як якісні, так і кількісні методи оцінки ефективності інноваційного процесу. На даному етапі також проводяться

коригувальні заходи за результатами зворотного зв'язку від кінцевого користувача інновації.

Як правильно починати. Як правило, в процесі свого життєвого циклу будь-яке підприємство неодноразово потрапляє в зону нестабільності, коли перед керівництвом підприємства стоїть виклик вибору подальшого шляху розвитку. Нестабільність є похідною від впливу на підприємство всіх факторів як внутрішнього, так і зовнішнього оточення. Одним з можливих (а іноді єдино можливим) сценаріїв виходу з «нестабільного» стану є розвиток інноваційної складової стратегії підприємства / організації.

У сучасних умовах інноваційна діяльність в тій чи іншій мірі властива будь-якому виробничому підприємству. Визначимо можливий набір дій, які необхідно виконати менеджменту підприємства, що знаходиться в зоні нестабільності, перед прийняттям певних кроків з розвитку / реорганізації підприємства:

- виконати опис моделі «як є»;
- скласти бачення для моделі «як буде»;
- виконати порівняння моделей «як є» і «як буде»;
- правильно поставити цілі, сформулювати завдання;
- визначити оточення і ризики перетворень;
- сформулювати і описати бізнес - процеси, визначити методи і інструменти досягнення цілей при переході від моделі «як є» до моделі «як буде», у тому числі для управління ризиками;
- виконувати моніторинг і керувати змінами.

Для успішної реалізації інноваційної складової в стратегічних цілях підприємства / організації необхідно визначити структурний підрозділ, якому буде доручено реалізацію політики експлуатуючої організації в галузі управління інноваційною складовою стратегії підприємства і яке буде виконувати організуючу і контролюючу ролі при реалізації інноваційних процесів. Найбільше логічно реалізувати ці завдання через створення на підприємстві офісу управління проектами за моделлю «ОУП -Репозиторій».

Специфічні особливості інноваційного розвитку конкретного підприємства / організації обумовлюють додаткові труднощі моделювання його стратегії. Це пояснює той факт, що до теперішнього часу не розроблені методичні основи, що дозволяють комплексно і системно вирішувати дану задачу, враховуючи специфіку підприємства. Не можна відкладати питання організації інноваційної діяльності на майбутнє. Загальновідомо, що основним інструментом проектного менеджера є прийняття рішень з використанням технології, заснованої на двох законах управління проектами:

Перший закон. Всі рішення спрямовані на досягнення цілей проекту.

Другий закон. Управляти можна тільки залишилася частиною проекту.

ВИСНОВКИ

З проведеної магістерської роботи можна зробити наступні висновки:

1. Конструкційні матеріали під дією опромінення відчують структурні перетворення, оказуючи негативний вплив в першу чергу на механічні властивості і корозійну стійкість. З усіх видів опромінення (нейтрони, α - та β -частки, γ -опромінювання) найбільш сильний вплив робить нейтронне опромінення.

2. Крім зсувів великі нейтронні потоки за рахунок своєї енергії збуджують атоми, підсилюють їх коливання (це явище названо «радіаційною тряскою»), що супроводжується локальним підвищенням температури. Зростання температури сприяє радіаційному відпалу, супроводжуючи анігіляцією вакансій і між вузлових атомів. Високі температури і нейтронне опромінення можуть викликати в матеріалі ядерні реакції з утворенням гелію, що в свою чергу призводить до появи газових міхурів по межах зерен.

3. Структурні зміни призводять до зміни механічних властивостей. В результаті при температурі нижче температури рекристалізації - низькотемпературного опромінення - метал зміцнюється, але втрачає в'язкість і пластичність. Вплив сумарного нейтронного потоку Φ на тимчасовий опір, межа плинності і пластичність аустенітної хромонікелевої сталі при 20°C показано нижче. Сталь набуває максимальне зміцнення при $\Phi = 3 \cdot 10^{19}$ нейтрон / см^2 , причому $\sigma_{0.2}$ зростає інтенсивніше σ_b , що призводить до зниження здатності до деформаційного зміцнення. Подальше збільшення потоку практично не впливає на властивості сталі.

4. У багаторядному болтовому з'єднанні, до тих пір, поки немає проковзування, все зусилля, прикладене до з'єднання, передається тільки бовтами крайніх рядів. Бовти проміжних рядів у роботі не беруть участь.

5. Затвердження нормативних документів про розподіл поздовжнього зусилля порівну між усіма бовтами з'єднання виконується тільки в граничному стані після прослизання з'єднуються.

6. Діапазон, у якому може змінюватися зусилля, яке сприймає з'єднанням, обумовлений пристосовуваністю з'єднання. Цей діапазон при $n=1$ становить дві

несучі здатності одного ряду бовтів, а при $n \geq 2$ - обчислюється за формулою (2.14) і складає не більше чотирьох несучих здібностей одного ряду болтів незалежно від числа рядів і від виду впливу на з'єднання.

7. У з'єднаннях, де передбачається повне використання несучої здатності з'єднання, не рекомендується ставити більше трьох рядів болтів.

8. Третій спосіб монтажу не зовсім звичний для сприйняття, але має кілька серйозних переваг в порівнянні з першими двома, а саме, він не вимагає власного демонтажу після процесу підйому (як перший варіант) і працює без дорогих роликів систем як другий. До числа недоліків третього варіанту можна віднести відсутність наукових досліджень по динаміці подібних систем.

9. При розрахунку НБК зіткнулися з проблемою дуже великого числа варіантів навантаження. Замість звичайного числа в кілька десятків нагружений, вели розрахунок на декілька сотень варіантів вантаження: Постійні навантаження – 17; Корисні – 6; Вітри – 84; Сніг – 7; Кранові навантаження – 324; Температура - 6 +11; Сейсміка – 12; Смерч – 196; Разом - 572 варіанти.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Структура та розвиток металургійного виробництва/ Сборник А.М., Донецкий национальный технический университет (конспект лекций), 2009.
2. Новые материалы в металлургии / Сборник А.М., Донецкий национальный технический университет (конспект лекций), 2008.
3. ДСТУ Б В.2.6-199:2014 Конструкції сталеві будівельні вимоги до виготовлення
4. Пособие по проектированию стальных конструкций (к СНиП II-23-81*). М.: 1989.
5. Л.М. Качанов. Основы теории пластичности. М., Наука, 1969. – 420 с.
6. D.C. Drucker Coulomb friction, plasticity, and limit loads, ASME J. Appl. Mech., Vol.21, 1954. P. 71 – 74.
7. Churchman C.M., Korsunsky A.M., Hills D.A. The application of plasticity principles to friction. J. Strain Analysis. Vol. 41, 2006. P. 323–328.
8. Рабер Л.М. Соединения на высокопрочных болтах. Днепропетровск, Системные технологии, 2008. 124 с.
9. М. П. Александров, Л. Н. Колобов, Н. А. Лобов, Т. А. Никольская, В. С. Полковников Грузоподъемные машины. Издательство «Машиностроение», 1986 г. 387 стр.
10. Б. П. Додонов. Грузоподъемные и транспортные устройства.
11. http://en.wikipedia.org/wiki/Strand_jack Определение «Strand jack»
12. <http://www.dormanlongtechnology.com>. Монтаж сегментов крупногабаритных подвесных мостов реализованный фирмой Dorman Long Technology при помощи «strand jack».
13. <http://www.dormanlongtechnology.com>. Strand jacks in the construction industry.
14. Инструкция о мерах пожарной безопасности и действиях персонала при пожаре в помещении узла свежего топлива / Министерство энергетики и угольной промышленности Украины Государственное предприятие «Национальная атомная энергогенерирующая компания «Энергоатом» ОП «Запорожская АЭС»

15. Руководство по управлению инновационными проектами и программами . Р2М. Том 1, Версия 1.2. / пер . с англ . под ред . проф . С.Д. Бушуева . – К.: Наук . світ , 2009. – 173 с.
16. Международный стандарт ISO 21500 «Руководство по управлению проектами », 2012. – 59 с.
17. Документ по безопасности в рамках концепции проекта НБК/ Государственное специализированное предприятие «Чернобыльская АЭС».

Максимальная массовая доля элементов, %																	Углеродистый эквивалент С _э (макс)	
Стандарт	Сталь	C		Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	V	Ti	Mo	Nb	Al	N	Другие элементы	
		≤ 40	>40															
EN 10219 - 1	S355K2H	0,22		0,55	1,60	0,003	0,030											0,45; ≤ 40мм
EN 10219 - 1	S355NH	0,20		0,50	0,9-1,65	0,035	0,030	0,3	0,5	0,35	0,12	0,03	0,1	0,05	0,02	0,02		0,45; ≤ 40мм
Содержание фосфора должно быть ограничено 0,012%, максимум; содержание серы должно быть ограничено 0,010%, максимум; С _э ≤ 0,43.																		
Дополнительные требования																		
Углеродистый эквивалент С _э (CEV) определяется по формуле: $CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$																		
* легирующие элементы % макс. V ≤ 0,12; Nb ≤ 0,05; Ассимметричный ≤ 0,02; Мо ≤ 0,10; Ti ≤ 0,05																		
EN 10025 - 3	C	углерод																
EN 10025 - 4	Si	кремний																
EN 10025 - 4	Mn	марганец																
EN 10210 - 1	P	фосфор																
EN 10210 - 1	S	серы																
EN 10210 - 1	Cr	хром																
EN 10210 - 1	Ni	никель																
Обозначения химических элементов	Cu	медь																
	V	ванадий																
	Ti	титан																
	Mo	молибден																
	Nb	ниобий																
	Al	алюминий																
	N	никель																