

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Шифр «Промислова безпека»

**ДОСЛІДЖЕННЯ, ОЦІНКА ТА АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕК
ЕКСПЛУАТАЦІЇ СКЛАДІВ БЕЗТАРНОГО ЗБЕРІГАННЯ БОРОШНА**

Галузь: Цивільний захист

АНОТАЦІЯ

Наукова робота: 33 с., 12 таблиць.

Об'єкт дослідження: склад безтарного зберігання борошна.

Мета роботи: виявлення небезпек, можливих аварій та їх наслідків, з урахування наступних факторів:

- вибухо- і пожежонебезпечних, а також фізичних властивостей борошна;
- конструкційних особливостей обладнання і трубопроводів об'єкту обстеження, умов його експлуатації;
- фактичного стану обладнання і трубопроводів об'єкту обстеження, умов його експлуатації;
- розміщення об'єкту всередині підприємства і підприємства в межах населеного пункту;
- технічних та організаційних можливостей підприємства щодо запобігання переходу аварійної ситуації в аварію й локалізації наслідків цієї аварії.

Задачею роботи є: виявлення потенційних причин виникнення аварійних ситуацій, розрахунки та оцінка масштабів та наслідків аварій під час прийому, зберігання і видачі борошна.

У роботі досліджені причини пожеж і вибухів, що можуть статися на складі безтарного зберігання борошна у різних технологічних блоках.

Аналіз небезпек представлений кількісною оцінкою можливих наслідків передбачуваних аварій, схемами побудови сценаріїв виникнення і розвитку можливих аварій, схемами поетапного аналізу умов виникнення і розвитку аварій, картками безпеки обладнання.

Практичне значення роботи полягає у тому, що вона може служити зразком аналізу можливих аварійних ситуацій, аварій, а також їх наслідків для аналогічних підприємств.

Основою для аналізу були дані, отримані при натурному обстеженні об'єкту на прикладі Новомосковського хлібозаводу, а також на основі

відомостей, отриманих при дослідженні проектної та експлуатаційно-технічної документації, яка була надана власником.

СКЛАД БЕЗТАРНОГО ЗБЕРЕГАННЯ БОРОШНА, АВАРІЙНА СИТУАЦІЯ, АВАРІЯ, УРАЖЕННЯ

ЗМІСТ

С.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПИЛОУТВОРЮЮЧИХ ПОЦЕСІВ ТА ЗАХОДИ ЗАПОБІГАННЯ ВИБУХІВ.	5
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ОБСТЕЖЕННЯ.	11
2.1 Місцезнаходження об'єкту обстеження.	11
2.2 Короткий опис технологічного процесу та схеми.	11
2.3 Характеристика основного обладнання.	12
2.4. Організація експлуатації об'єкту обстеження.	12
3 АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕК ОБ'ЄКТУ ОБСТЕЖЕННЯ.	13
3.1 Аналіз небезпеки борошна.	15
3.2 Аналіз небезпеки параметрів технологічного процесу.	15
3.3 Аналіз небезпек обладнання та технологічних блоків.	15
ВИСНОВКИ.	29
4 ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ.	30
ДОДАТКИ	33

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПИЛОУТВОРЮЮЧИХ ПОЦЕСІВ ТА ЗАХОДИ ЗАПОБІГАННЯ ВИБУХІВ

Під час виробництва хлібопекарських виробів використовують пожежо- і вибухонебезпечну речовину – борошно, пил якого може утворювати вибухо- і пожежонебезпечні суміші з повітрям й вибухати як у замкнених об'ємах апаратури, так і поза її межами. Займання пилоповітряних сумішей ініціюється зовнішнім джерелом запалювання. Виробничі приміщення, як правило, загромаджені обладнанням, комунікаціями, перегородками, різноманітними будівельними приладами – перешкодами, що сприяють турбулізації потоків палаючих сумішей, багатократному відбиванню ударних хвиль і їх підсиленню. Швидкості наростання тиску в таких випадках досягають високих значень, при яких скидання тиску через спеціально передбачені послаблюючі елементи, вікна, двері, уже не є можливим, що призводить до руйнування даху та стін будівлі. Руйнівна здатність вибухів пилоповітряних сумішей значно залежить від форми і розмірів замкнених об'ємів приміщень, апаратури, трубопроводів і т. д.

Відомо багато випадків вибуху пилу, що призвели до людських втрат і великих матеріальних збитків. У літературі приводяться дані від вибухів пилу на промислових підприємствах (без урахування вибухів у шахтах) в США загинуло 648 осіб. Згідно з даними Американської страхової спільноти, щорічні збитки від зареєстрованих вибухів пилу складають близько 75 млн. доларів. При цьому 30% відносяться до вибухів пилу харчових продуктів. Так із 1120 вибухів пилоповітряних сумішей 540 сталося при роботах з зерном, борошном, цукром та іншими продуктами, 80 – з металами, 63 – з вугільним пилом на установках подрібнення палива, 33 – з сірою та 61 – з у хімічній та нафтопереробній промисловості.

Вибух пилу відбувається при миттєвому з'єднанні горючого пилу з киснем повітря з виділенням великої кількості тепла і газуватих продуктів, які, нагріваючись, розширюються й утворюють вибухову хвилю. Сила та інтенсивність вибуху пилу залежать від багатьох факторів і досягають

максимальних значень при відповідному співвідношенні горючої маси і кисню. Процес окиснення киснем повітря протікає на поверхні твердих частинок пилу. В залежності від структури й властивостей вихідної речовини, а також умов утворення пилу, її частинки можуть мати різну форму, бути гладкими, шорсткими, мати різні розміри, що обумовлює займистість і вибуховість пилу.

Швидкість утворення вибухонебезпечної суміші зростає в міру збільшення площі поверхні контакту повітря й твердих частинок пилу, тому небезпечність вибуху залежить від розміру частинок пилу та вмісту кисню в системі. Дрібнодисперсний пил з розвинутою поверхнею характеризується більшою активністю, більш низькою температурою самозаймання та широким інтервалом між нижньою і верхньою концентраційною границями вибуховості.

При низьких концентраціях пилу відстань між частинками, що знаходяться у зваженому стані, велика, переносу полум'я від частинки до частинки не відбувається і, як наслідок, вибух не розповсюджується на весь об'єм. Надто велика кількість пилу також перешкоджає виникненню і розповсюдженню вибухів, так як у цьому випадку в суміші міститься дуже мало кисню для згорання пилу.

Велика поверхня частинок обумовлює також високий ступінь адсорбції газів на їх поверхні. Внаслідок більш високої температури кипіння кисню, порівняно з азотом, повітря, що оточує тверді частинки пилу, ущільнюється й збагачується киснем, при цьому його хімічна активність, а, як наслідок, і вибухонебезпечність зростає. Пил, що осів на поверхні твердих предметів, має більш низьку температуру самозаймання, так як концентрація частинок у ній збільшується, а також покращуються умови акумуляції тепла.

Вибухонебезпечні аеродисперсні системи можуть утворюватись спонтанно, наприклад, при струшуванні осілого пилу. Вони мають дуже високі концентраційні границі займання: від десятків грамів до кілограмів на кубічний метр повітря. У замкнутому об'ємі технологічного апарату горіння, що розпочалося, а також розповсюдження полум'я в пило-повітряній суміші призводить до швидкого підвищення тиску, що може призвести до розриву

апарату, а потім - до вибуху в оточуючі приміщення. Тому проблема запобігання й пригнічення вибухів пилоповітряних сумішей у технологічному обладнанні й будівлях на виробництві є доволі актуальною.

Рівень небезпеки вибуху пилу, як і аерогазових сумішей, характеризується концентраційними границями займання, об'ємною густиною енерговиділення, максимальним тиском, що виникає під час займання, швидкістю поширення полум'я і наростання тиску при вибуху, максимально допустимим вмістом кисню в суміші пилу з повітрям, при якому пил не займається.

Пило-повітряні суміші характеризуються досить широким інтервалом концентраційних меж поширення полум'я - від десятків грамів до кілограмів в 1 м³ повітря. Верхні концентраційні межі розповсюдження полум'я (ВКМР) пилу зазвичай досить великі та досягти їх в виробничих приміщеннях навіть при аварійних ситуаціях практично неможливо. Тому найбільш важливою є нижня межа, а також більш високі концентрації, при яких досягається максимальна об'ємна щільність енерговиділення.

Займання суміші пилу з повітрям є однією з найважливіших властивостей горючого пилу; вона визначає його здатність до поширення полум'я по всьому об'єму зваженого пилу в повітрі при певній мінімальній концентрації цього пилу. Під тиском, що виникає при самозайманні суміші пилу з повітрям, в повітря піднімається стільки пилу, який осів поблизу місця займання, що вибух може поширитися далеко за межі осередку виникнення спалаху.

При розгляді вибухів пилу різноманітних продуктів було встановлено, що найбільші руйнування відбувалися в старих будинках. Більшість з цих приміщень не мали необхідних площ легкоскидних конструкцій, а в ряді випадків віконні прорізи, які могли в деякій мірі компенсувати легкоскидні вибухові покриття, були закладені міцними стіновими матеріалами.

Щоб запобігти руйнуванню будівель від вибуху пилоповітряних сумішей, слід передбачати легкоскидні площі будівель, забезпечувати

необхідний викид продуктів вибуху пилу, уникати творення підпільних каналів і приміщень, в яких можливе скупчення вибухонебезпечного пилу, а також передбачати системи вентиляції і приймати заходи щодо попередження скупчення в них пилоповітряних сумішей і утворення джерел ініціювання вибуху.

Вибухи пилу можуть відбуватися тільки при двох обов'язкових умовах: достатнього обсягу зваженої або осілої пилоповітряної суміші і наявності джерела займання достатньої потужності. Аналіз показує, що вибухам у обсязі приміщень передують локальні хлопки в обладнанні й займанні на окремих ділянках будівлі, що викликає струшування пилу, який осів на підлозі, стінах та інших будівельних конструкціях й обладнанні. Це призводить до утворення вибухонебезпечних концентрацій пилу в об'ємі приміщення, вибух якої викликає великі руйнування. Тому не можна допускати скупчення пилу; причому пил, що осів являє собою не меншу небезпеку, так як може швидко перейти у зважений стан.

Займистість пилу, що осів на гарячих поверхнях

Пил, що осідає на нагрітих поверхнях, розігрівається і, з плином часу, починає тліти. Встановлено, що товщина шару, при якій швидше за все відбувається займання пилу, знаходиться в межах 10-20 мм. Для практичних цілей займистість пилу, що осів на нагрітих поверхнях, визначається мінімальною тривалістю перебування пилу на поверхні при заданій температурі до моменту її займання або найбільш низькою температурою поверхні, при якій починається тління осілого пилу.

Самозаймистість пилу

Багато речовин в тонкоподрібненому стані при дотику з повітрям сорбують кисень, що за певних умов несе за собою підвищення температури в шарі пилу. При недостатньому відводі тепла температура може настільки підвищитися, що станеться самозаймання.

Самозаймистість пилу залежить не тільки від товщини його шару, вологості повітря, напрямку його потоків та їх сили, але і від тонини й

структури частинок пилу, величини зовнішньої і внутрішньої поверхні пор. На самозаймистість пилу можуть суттєво впливати різні домішки. Наприклад, домішки маслянистих і жировмісних речовин підвищують самозаймистість пилу.

Займистість тліючих шарів пилу

Навіть при дуже слабкому струсу осілий тліючий пил може викликати небезпечні спалахи або вибухи. Пил, що має низьку температуру займання у зваженому стані, може спалахнути, якщо температура тління осілого пилу вище температури займання завихреного пилу. Займання тліючого пилу може призвести до утворення відкритого полум'я. Для прийняття необхідних запобіжних заходів слід своєчасно визначати температуру тління і займання зваженого пилу.

Характер і потужність джерела займання

Небезпека займання та вибуху пилу обумовлюється поєднанням двох чинників: наявністю зваженого або осілого пилу, а також достатньо потужним джерелом займання. Тому вибуховість пилу значною мірою визначається характером і силою джерела запалювання, з яким вона стикається.

Досвід роботи на виробництві з пилом і аналіз займань і вибухів пилу, що відбулися, показав, що слід звертати увагу на такі джерела займання:

- відкрите полум'я;
- іскри;
- нагрітий гарячий матеріал;
- нагріті поверхні;
- гарячий простір;
- теплоту тертя;
- самозаймання;
- хімічні реакції;
- збірну дію теплових променів;
- теплоту спалювання.

У кожному конкретному випадку слід вживати заходів щодо запобігання впливу джерела енергії на займання пилу.

Аналіз аварій, показав, що найбільша кількість вибухів (28%) припадає на агрегати, в яких проходить розмелювання і перемішування подрібнених продуктів; значна кількість аварій (22%) пов'язана з вибухами в сушильних установках, де для сушки продуктів застосовують нагрів; 25% вибухів приходить на агрегати, в яких завжди є пилоповітряна суміш. Інша кількість вибухів доводиться на електрофільтри, пилопроводи, а також локальні обсяги окремих приміщень. Джерелами запалювання пилу були іскри удару і тертя, нагріті поверхні обладнання, відкрите полум'я, самозаймання, іскри статичної електрики і замикання (розмикання) електричних ланцюгів.

Найбільша кількість вибухів стається від теплових джерел механічного походження (57%). Електричне обладнання було причиною вибухів в 4,4% випадках, а статична електрика - в 2%. Значна кількість вибухів відбувається з не встановлених причин.

Резюме. Основним напрямком попередження вибухів пилу повинна бути максимальна герметизація технологічних систем і обладнання, а також систематичне та ефективне прибирання приміщень, що виключає накопичення пилу до небезпечних меж.

Методи попередження вибухів пилу в апаратурі необхідно вибирати з урахуванням характеру технологічних процесів. До найбільш ефективних із них відносяться організація процесів поза області розповсюдження полум'я, зниження концентрації кисню в сумішах, виняток як внутрішніх, так і зовнішніх джерел запалювання. На технологічних об'єктах з великими енергетичними потенціалами повинні здійснюватися заходи, що обмежують масштаби руйнувань і тяжкість наслідків вибухів.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ОБСТЕЖЕННЯ

2.1 Місцезнаходження об'єкту обстеження

Об'єкт обстеження - склад безтарного зберігання борошна (БЗБ), належить Новомосковському хлібозаводу, який розташований в м. Ново - московську Дніпропетровської області по вул. ім. Сучкова, 35. З півдня і заходу до території підприємства примикають проммайданчики підприємств міста, зі східного й північного - через проїжджі частини доріг - житловий сектор.

Рельєф майданчика рівний.

Площа території заводу становить близько 0,7 га.

2.2 Короткий опис технологічного процесу та схеми

Склад безтарного зберігання борошна призначений для прийому, зберігання і видачі борошна у виробничий процес.

Борошно надходить на підприємство у спеціально обладнаних автомобілях для перевезення борошна –борошновозів місткістю 8 т борошна.

Борошно вивантажується з автомобіля за допомогою пневмотранспортера і надходить у склад борошна силосного типу, що складається з восьми силосів, об'ємом $V = 50,7 \text{ м}^3$ (32 т) кожен; двох силосів обсягом $V = 48 \text{ м}^3$ (30 т) і двох силосів об'ємом $V = 24 \text{ м}^3$ (15 т). Далі борошно подається у відділення просіювання борошна (III поверх), що складається з двох машин для просіювання. Після просіювання борошно надходить у зважувальне відділення (II поверх), де розташовано ваги у кількості 2 шт. Далі борошно подається у виробничий процес.

2.3 Характеристика основного обладнання

Обладнання складу безтарного зберігання борошна призначене для прийому, зберігання і видачі борошна. Технологічною схемою передбачено використання певного основного устаткування.

Основні технічні характеристики обладнання наведено у Додатку (Таблиця 2.1).

Основне обладнання складу пускається в дію за допомогою кнопкових пускачів.

Кожен із силосів складу БЗБ обладнаний датчиками верхнього рівня.

Склад безтарного зберігання борошна обладнаний витяжною вентиляцією.

2.4. Організація експлуатації об'єкту обстеження

Режим роботи двозмінний. Тривалість зміни 12 годин.

Обладнання складу безтарного зберігання борошна обслуговують:

- начальник зміни;
- майстер;
- оператор - 1 чол. в зміну;
- черговий електрослюсар - 1 чол. в зміну;
- слюсар-ремонтник - 4 чол. (денна зміна);

Змінний персонал в оперативному порядку підпорядковується начальнику зміни, а в адміністративному - начальнику цеху і забезпечений наступною документацією:

- Інструкція №4 по охороні праці для електромонтера;
- Інструкція №6 по безпечному проведенню вантажно-розвантажувальних робіт;
- Інструкція №11 з охорони праці для слюсарів-ремонтників;
- Інструкція №12 з охорони праці при експлуатації і ремонті вент-установок;
- Інструкція №18 з охорони праці при виконанні господарських робіт на території хлібозаводу;
- Інструкція №22 з охорони праці для водіїв борошновозів;
- Інструкція №29 при роботі з ручним пневмоінструментом;
- Інструкція №39 з охорони праці для лабораторних працівників;
- Інструкція №41 з охорони праці для електромонтера;
- Інструкція №71 з охорони праці для прибиральниць виробничих і побутових приміщень;

- Інструкція №83 із запобігання аварій у складі БЗБ;
- Інструкція №89 з охорони праці при зачистці силосів у складі БЗБ;
- Інструкція №136 з охорони праці на ділянці приймання борошна в склад БЗБ;
- Журнал обліку надходження борошна на склад БЗБ;
- Журнал обліку вологості борошна;
- Журнал роботи компресорів;
- План локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій.

3 АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕК ОБ'ЄКТУ ОБСТЕЖЕННЯ

3.1 Аналіз небезпеки борошна

Небезпеки об'єкта обстеження обумовлені наявністю всередині обладнання і трубопроводів борошна.

Борошнопшеничне - горючий порошок. Вологість від 12,0 до 15,0% (мас.). Щільність 650 кг / м³. Теплота згорання 13961 кДж / кг. Дисперсність зразка менше 100 мкм.

Пожежо- та вибухонебезпечні властивості

Сухе борошно характеризується вихороподібним горінням по поверхні, високими язиками полум'я. Суміш борошна з повітрям вибухонебезпечна. Температура займання 250°C. Температура самозаймання 380°C. Температура тління 310°C. Борошняний пил схильний до самозаймання. Нижня концентраційна межа поширення полум'я становить 10-35 г / м³.

Максимальний тиск вибуху 520 кПа. Швидкість наростання тиску: середня - 8 МПа / с; максимальне - 10,6 МПа / с.

Мінімальна енергія запалювання - 6,4 мДж при вологості зразка 2% (мас.) і 29 мДж при вологості зразка 11% (мас.).

Потенційна небезпека об'єкта обстеження обумовлена утворенням вибухонебезпечної концентрації пилоповітряної суміші в технологічному обладнанні та, у разі порушення герметичності устаткування, арматури і

трубопроводів у приміщеннях відділень складу безтарного зберігання борошна, може призвести до вибуху, пожежі і пов'язаного з ними переходу аварії на інші технологічні блоки підприємства .

Коротка характеристика сировини

Борошно

За показниками якості пшеничне борошно, згідно ГОСТ 26574-85, повинно відповідати вимогам, зазначеним у таблиці 3.1 (Додаток).

3.2 Аналіз небезпеки параметрів технологічного процесу

Параметри технологічного процесу безтарного зберігання борошна для різних блоків, установок і одиниць обладнання об'єкта обстеження характеризуються показниками, обумовленими для прийому, зберігання і видачі даного продукту в виробничий процес. Дана технологія передбачає проведення технологічного процесу при атмосферному тиску і температурі навколишнього середовища. Процес прийому та видачі борошна характеризується застосуванням пневмотранспорту з використанням повітряних компресорів. Небезпека параметрів даного технологічного процесу в більшій мірі залежить від стану і працездатності обладнання.

3.3 Аналіз небезпек обладнання та технологічних блоків

Устаткування об'єкта обстеження характеризується небезпеками, які обумовлені особливостями роботи, пов'язаними з використанням виробничих потужностей підприємства. Небезпеки, властиві обладнанню об'єкта обстеження, обумовлені небезпеками властивостей технологічногосередовища. Ступінь небезпеки, у деяких випадках, залежить від технічних характеристик обладнання. Устаткування об'єкта обстеження технологічно і територіально поділяється на чотири блоки.

Блок №1. Склад БЗБ (I поверх).

Блок №2. Склад БЗБ (IV поверх).

Блок №3. Склад БЗБ (ІІІ поверх, відділення просіювання борошна).

Блок №4. Склад БЗБ (ІІ поверх, вагове відділення).

Небезпечною складової технологічного середовища для блоків є борошно. Виходячи з цього, основною небезпекою для них є:

- вибух, пожежа пилоповітряної суміші в обладнанні та відділеннях блоків.

Характеристика виробничих приміщень складу безтарного зберігання борошна приведена в Додатку (Таблиця 3.2).

У разі порушення герметичності силосів, конвеєрів та іншого обладнання, відбудеться викид борошна у виробничі приміщення складу.

Причинами руйнування (пошкодження) обладнання можуть бути:

- механічні пошкодження, обумовлені корозією матеріалу;
- помилки ремонтного та обслуговуючого персоналу;
- зовнішні чинники.

Найбільш небезпечним випадком є порушення герметичності силосу для борошна, в результаті якого викид борошна в силосному відділенні буде максимальний. Це може призвести до утворення вибухонебезпечної концентрації в приміщенні вибуху і пожежі.

Аналіз небезпек представлений кількісною оцінкою можливих наслідків передбачуваних аварій, схемами побудови сценаріїв виникнення і розвитку можливих аварій, схемами постадійного аналізу умов виникнення і розвитку аварій, картками безпеки обладнання.

Кількісна оцінка прогнозованих аварій виконана, виходячи з таких даних для повітряно-борошняної суміші:

Теплота згоряння -13961 кДж / кг.

Нижній концентраційний межа поширення полум'я складає 10-35 г / м³.

Температура займання 250 ° С. Температура самозаймання 380 ° С.

Блок №1. Склад БЗБ (I поверх).
Прогнозування виникнення та розвитку
аварійних ситуацій і аварій

При аналізі небезпек блоку встановлено, що до аварійних ситуацій відносяться створення вибухонебезпечних концентрацій в обладнанні (автоцистерна з борошном, силос для борошна) і порушення герметичності основного обладнання, що може призвести до вибуху, пожежі повітряно-борошняної суміші в приміщенні блоку.

Автомобільні цистерни для перевезення борошна відрізняються від технологічного обладнання тим, що є транспортним засобом, і при стоянці, русі і розвантаженні існує небезпека мимовільного їх руху під ухил або за інерцією. Неконтрольований рух автоцистерн з борошном небезпечний можливими зіткненнями і як результат, пошкодженням (руйнуванням) резервуарів автоцистерн і викидом борошна.

Вузол розвантаження автоцистерн передбачає застосування пневмотранспорту, що включає використання повітряних компресорів і трубопроводу.

Вибух, пожежа в автоцистерні і основному технологічному обладнанні блоку може статися в разі утворення у вільному обсязі вибухонебезпечної концентрації і наявності джерела вибуху. Утворення ініціатора вибуху всередині обладнання, можливе в результаті електростатичного розряду, при відсутності або несправності заземлення, а також у випадку порушення правил пожежної безпеки.

Таке поєднання несприятливих факторів можна вважати малоімовірним, однак повністю виключати такий випадок не можна.

Порушення герметичності одного з силосів та трубопроводу призводить до викиду борошна в приміщення складу БЗБ (I поверх). Це може призвести до створення вибухонебезпечної концентрації повітряно-борошняної суміші. Вона залежить від обсягу приміщення і кількості просипаного з силосу борошна або

кількості борошна з пневмотранспортної системи, яка подається до моменту її зупинки (час до моменту зупинки приймається 300 с.), Тому розрахунок параметрів вибуху був виконаний для цього варіанту.

Розрахунки виконані за стандартною методикою, викладеної в "Загальних правилах вибухобезпеки" [4.1.9].

Для розрахунків параметрів вибуху в автоцистерні прийняті наступні вихідні дані:

- максимальне завантаження автоцистерни - 8 т борошна;
- температура навколишнього повітря - плюс 25 ° С;
- теплота згоряння повітряно-борошняної суміші -13961 кДж / кг;
- нижня концентраційна межа поширення полум'я - 10-35 г / м³;
- кількість борошна, що бере участь у вибуху - 420 г.

Для розрахунків параметрів вибуху в силосі прийняті наступні вихідні дані:

- об'єм силосу - 50,7 м³;
- температура оточуючого повітря - плюс 25 ° С;
- теплота згоряння повітряно-борошняної суміші -13961 кДж / кг;
- нижня концентраційна межа поширення полум'я - 10-35 г / м³;
- кількість борошна, що бере участь у вибуху - 1775 г.

Для розрахунків параметрів вибуху в приміщенні Блоку №1 при розгерметизації силосу (трубопроводу) прийняті наступні вихідні дані:

- об'єм приміщення ~ 400 м³ (об'єм вільного простору - 80%);
- температура оточуючого повітря - плюс 25 ° С;
- теплота згоряння повітряно-борошняної суміші -13961 кДж / кг;
- нижня концентраційна межа поширення полум'я - 10-35 г / м³;
- кількість борошна, що бере участь у вибуху -11200 г.

Схема постадійного аналізу умов виникнення і розвитку аварій в блоці приведена в Додатку (Таблиця 3.3).

Результати кількісної оцінки можливих наслідків припущених аварій в Блоці №1 наведені в Додатку (Таблиці 3.4, 3.5).

Логічна схема побудови сценаріїв виникнення і розвитку можливих аварій представлена на рисунку 3.1.

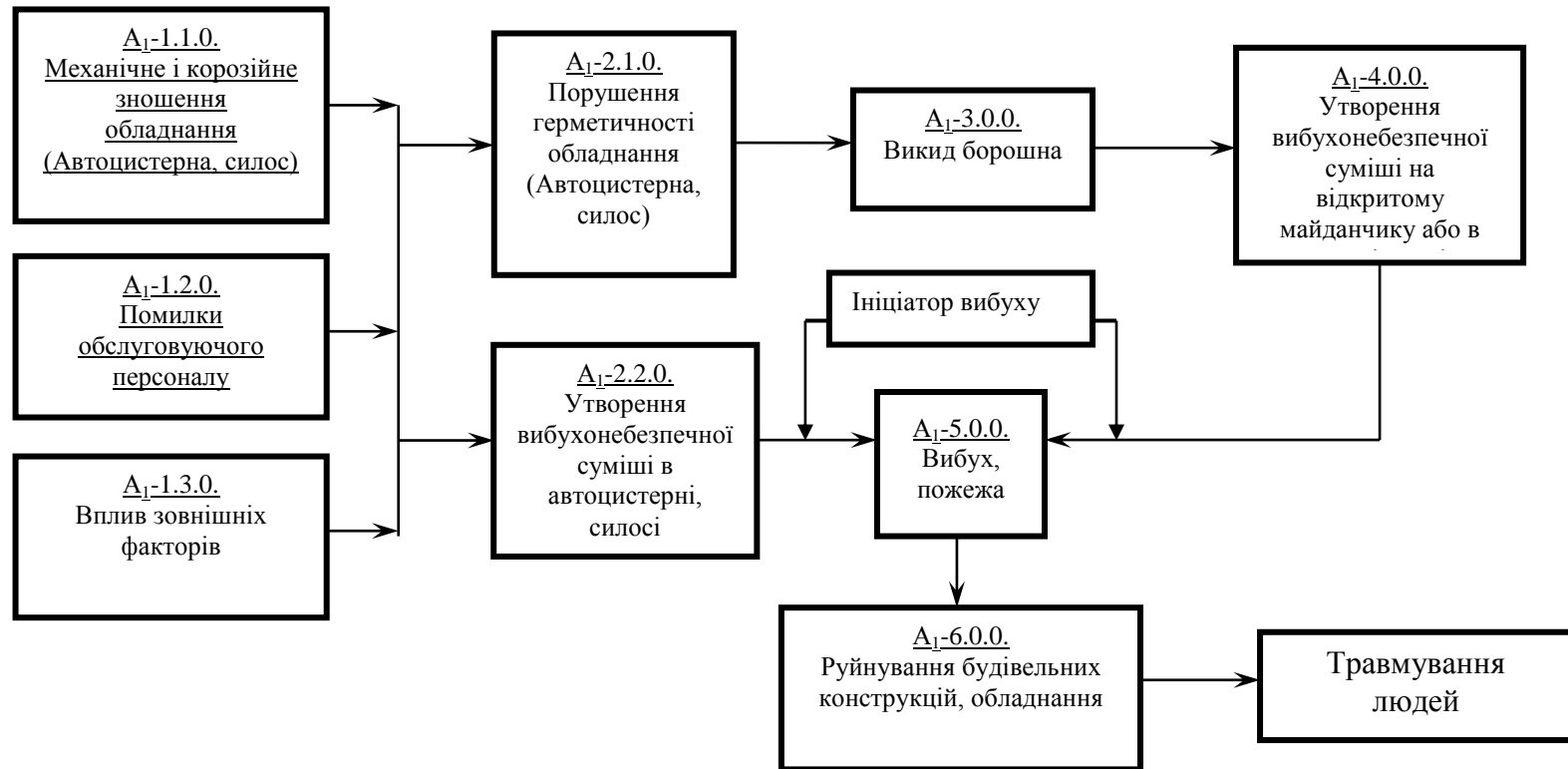


Рисунок 3.1 - Логічна схема розвитку прогнозованої аварії у Блоці №1

Блок №2. Склад БЗБ (IV поверх).
Прогнозування виникнення та розвитку
аварійних ситуацій і аварій

При аналізі небезпек блоку встановлено, що до аварійних ситуацій відносяться створення вибухонебезпечних концентрацій в приміщенні складу БЗБ (IV поверх) через порушення герметичності (розрив) фільтру, встановленого на силосі, що може призвести до вибуху, пожежі повітряно-борошняної суміші.

Вибух, пожежа в приміщенні блоку може статися в разі утворення у вільному об'ємі вибухонебезпечної концентрації танаявності джерела вибуху. Утворення ініціатора вибуху можливе в результаті електростатичного розряду, при відсутності або несправності заземлення, а також у разі порушень правил пожежної безпеки.

Таке поєднання несприятливих факторів можна вважати мало ймовірним, однак повністю виключати такий випадок не можна.

Для розрахунку параметрів вибуху в приміщенні відділення прийняті наступні вихідні дані:

- об'єм приміщення близько 400 м³ (об'єм вільного простору - 80%);
- температура оточуючого повітря - плюс 25° С;
- теплота згоряння повітряно-борошняної суміші - 13961 кДж/кг;
- нижня концентраційна межа поширення полум'я - 10-35 г/м³;
- кількість борошна, що бере участь у вибуху - 11200 г.

Розрахунок виконаний за стандартною методикою, викладеної в "Загальних правилах вибухобезпеки" [4.1.9].

Логічна схема побудови сценаріїв виникнення і розвитку можливих аварій представлена на рисунку 3.2.

Схема поетапного аналізу умов виникнення і розвитку аварій у блоці приведена в Додатку (Таблиця 3.6).

Результати кількісної оцінки можливих наслідків припущених аварій в Блоці №2 наведені в Додатку (Таблиця 3.7).

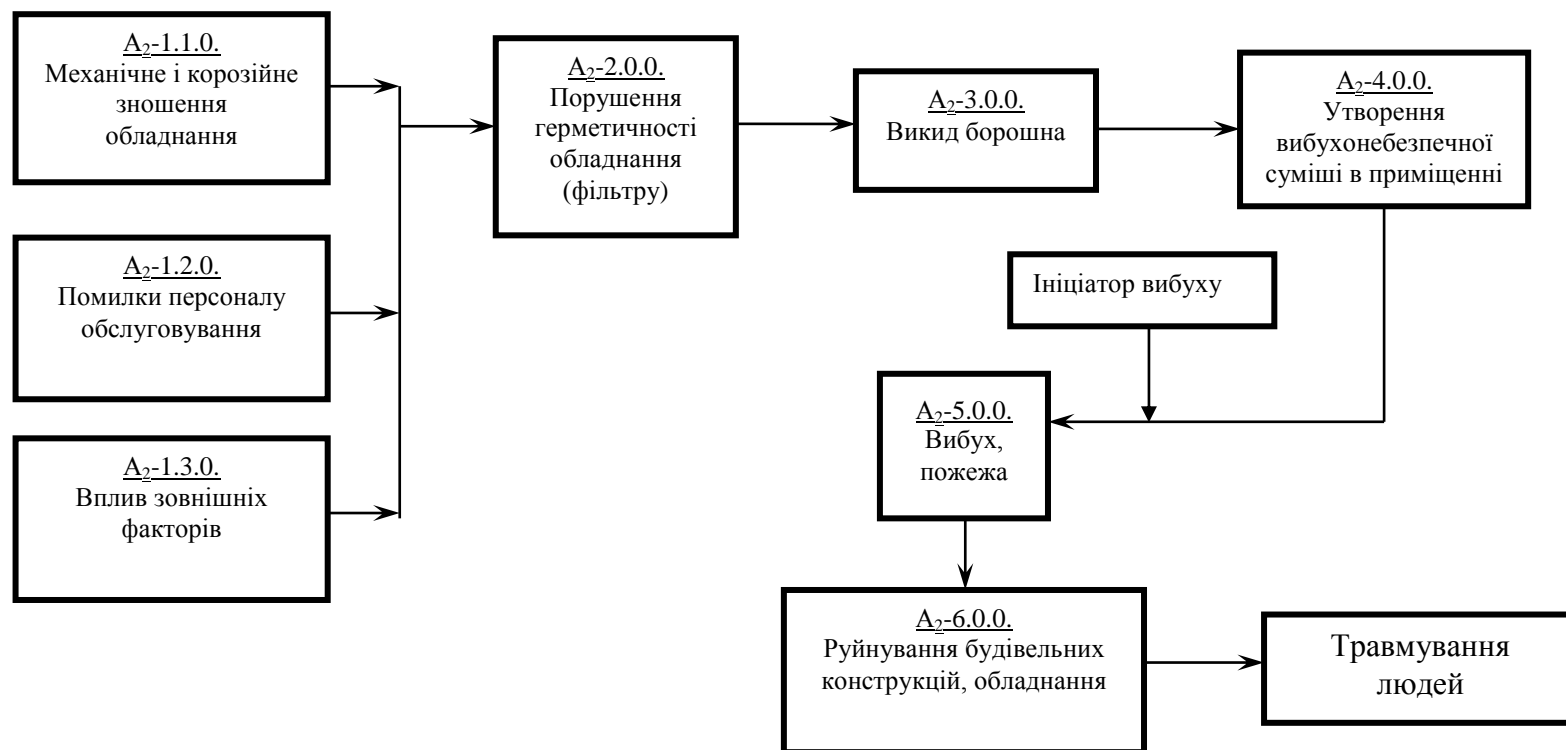


Рисунок 3.2 - Логічна схема розвитку прогнозованої аварії у Блоці №2.

Блок №3. Склад БЗБ (III поверх, відділення просіювання).

Прогнозування виникнення та розвитку аварійних ситуацій і аварій

При аналізі небезпек блоку встановлено, що до аварійних ситуацій відносяться створення вибухонебезпечних концентрацій в обладнанні та порушення герметичності основного обладнання, що може призвести до вибуху, пожежі повітряно-борошняної суміші.

Вибух, пожежа в основному технологічному обладнанні блоку можуть статися в разі утворення у вільному обсязі вибухонебезпечної концентрації та наявності джерела вибуху. Утворення ініціатора вибуху всередині обладнання можливе в результаті електростатичного розряду, при відсутності або несправності заземлення, а також у разі порушень правил пожежної безпеки.

Таке поєднання несприятливих факторів можна вважати малоімовірним, однак повністю виключати такий випадок не можна.

З огляду на те, що об'єм просіювальної машини незначний, кількість пилоповітряної суміші буде невелика і сила можливого вибуху буде значно менше, ніж при вибуху в приміщенні, тому розрахунок параметрів вибуху був виконаний для вибуху пилоповітряної суміші в приміщенні відділення при порушенні герметичності технологічної лінії до моменту зупинки (час до моменту зупинки 300 с.).

Розрахунок виконано за стандартною методикою, викладеної в "Загальних правилах вибухобезпеки" [4.1.9].

Для розрахунку параметрів вибуху в приміщенні відділення прийняті наступні вихідні дані:

- максимальна кількість борошна, що висипалось з просіювальної машини - 416 кг;
- об'єм приміщення близько 450 м³ (об'єм вільного простору - 80%);
- температура оточуючого повітря - плюс 25 ° С;
- теплота згоряння повітряно-борошняної суміші -13961 кДж / кг;

- нижня концентраційна межа поширення полум'я - $10-35 \text{ г / м}^3$;
- кількість борошна, що бере участь у вибуху - 11200 г .

Схема поетапного аналізу умов виникнення і розвитку аварій у блоці приведена в Додатку (Таблиця 3.8).

Результати кількісної оцінки можливих наслідків припущених аварій в Блоці №3 наведені в Додатку (Таблиця 3.9).

Логічна схема побудови сценаріїв виникнення і розвитку можливих аварій представлена на рисунку 3.3.

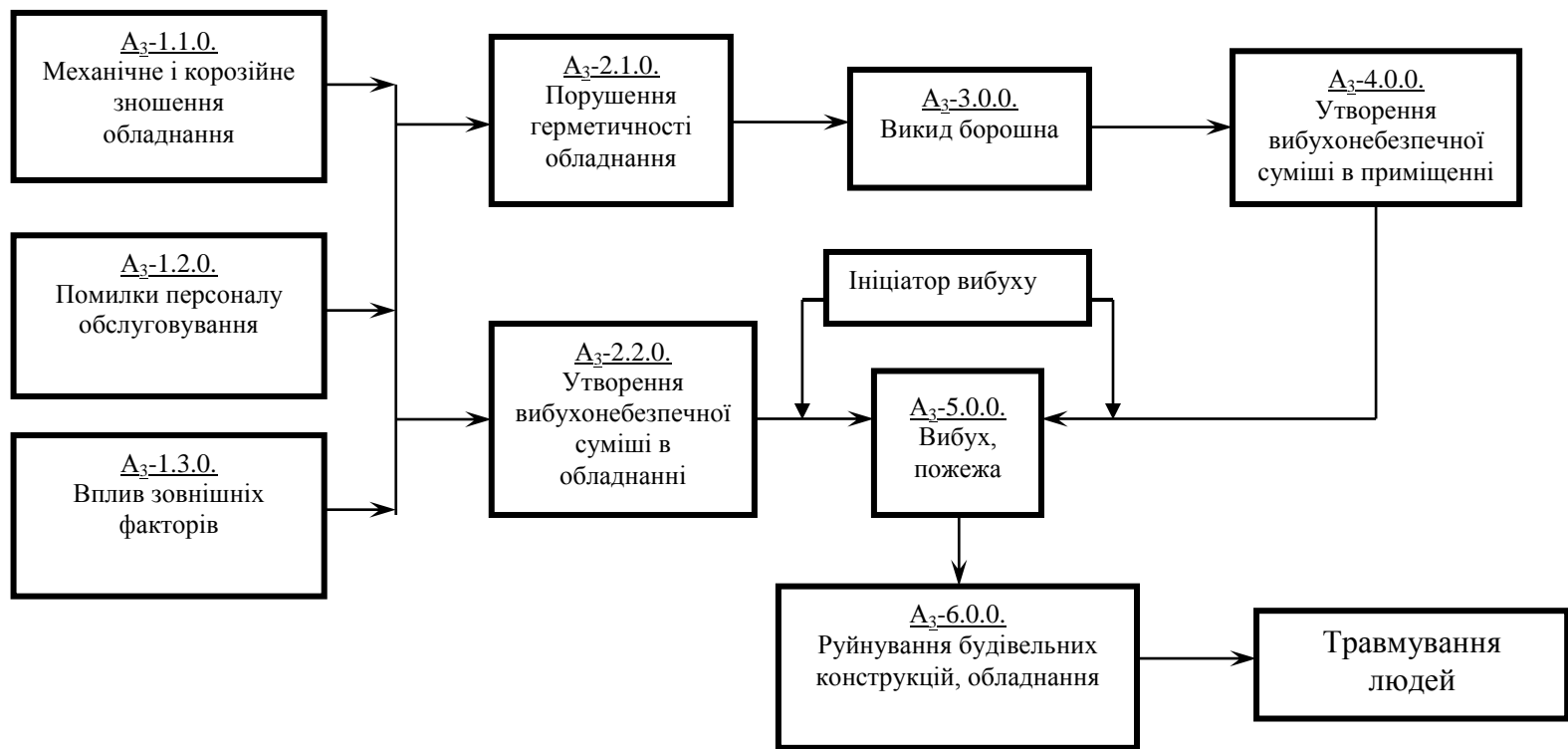


Рисунок 3.3 - Логічна схема розвитку прогнозованої аварії у Блоці №3

Блок №4. Склад БЗБ (II поверх, вагове відділення).

Прогнозування виникнення та розвитку аварійних ситуацій і аварій

При аналізі небезпек блоку встановлено, що до аварійних ситуацій відносяться створення вибухонебезпечних концентрацій в обладнанні й порушення герметичності основного обладнання, що може призвести до вибуху, пожежі повітряно-борошняної суміші.

Вибух, пожежа в основному технологічному обладнанні блоку можуть статися в разі утворення у вільному обсязі вибухонебезпечної концентрації та наявності джерела вибуху. Утворення ініціатора вибуху всередині обладнання можливе в результаті електростатичного розряду, при відсутності або несправності заземлення, а також у разі порушень правил пожежної безпеки.

Таке поєднання несприятливих факторів можна вважати малоімовірним, однак повністю виключати такий випадок не можна.

З огляду на те, що продуктивність просіювальної машини становить 5 т / год, максимально можлива кількість пилоповітряної суміші, яка може утворитися в межах блоку, буде такою ж, як і в попередньому блоці, у разі порушення герметичності технологічної лінії до моменту зупинки (час до моменту зупинки 300 с.).

Розрахунок виконаний за стандартною методикою, викладеної в "Загальних правилах вибухобезпеки" [4.1.9].

Для розрахунку параметрів вибуху в приміщенні відділення прийняті наступні вихідні дані:

- максимальна кількість борошна, що висипалось з просіювальної машини - 416 кг;
- об'єм приміщення близько 450 м³ (об'єм вільного простору - 80%);
- температура навколишнього повітря - плюс 25° С;
- теплота згоряння повітряно-борошняної суміші -13961 кДж/кг;
- нижня концентраційна межа поширення полум'я - 10-35 г/м³;

- кількість борошна, що бере участь у вибуху -11200 г.

Схема поетапного аналізу умов виникнення і розвитку аварій у блоці приведена в Додатку (Таблиця 3.10).

Результати кількісної оцінки можливих наслідків припущеної аварій в Блоці №4 наведені в Додатку (Таблиця 3.11).

Логічна схема побудови сценаріїв виникнення і розвитку можливих аварій представлена на рисунку 3.4.

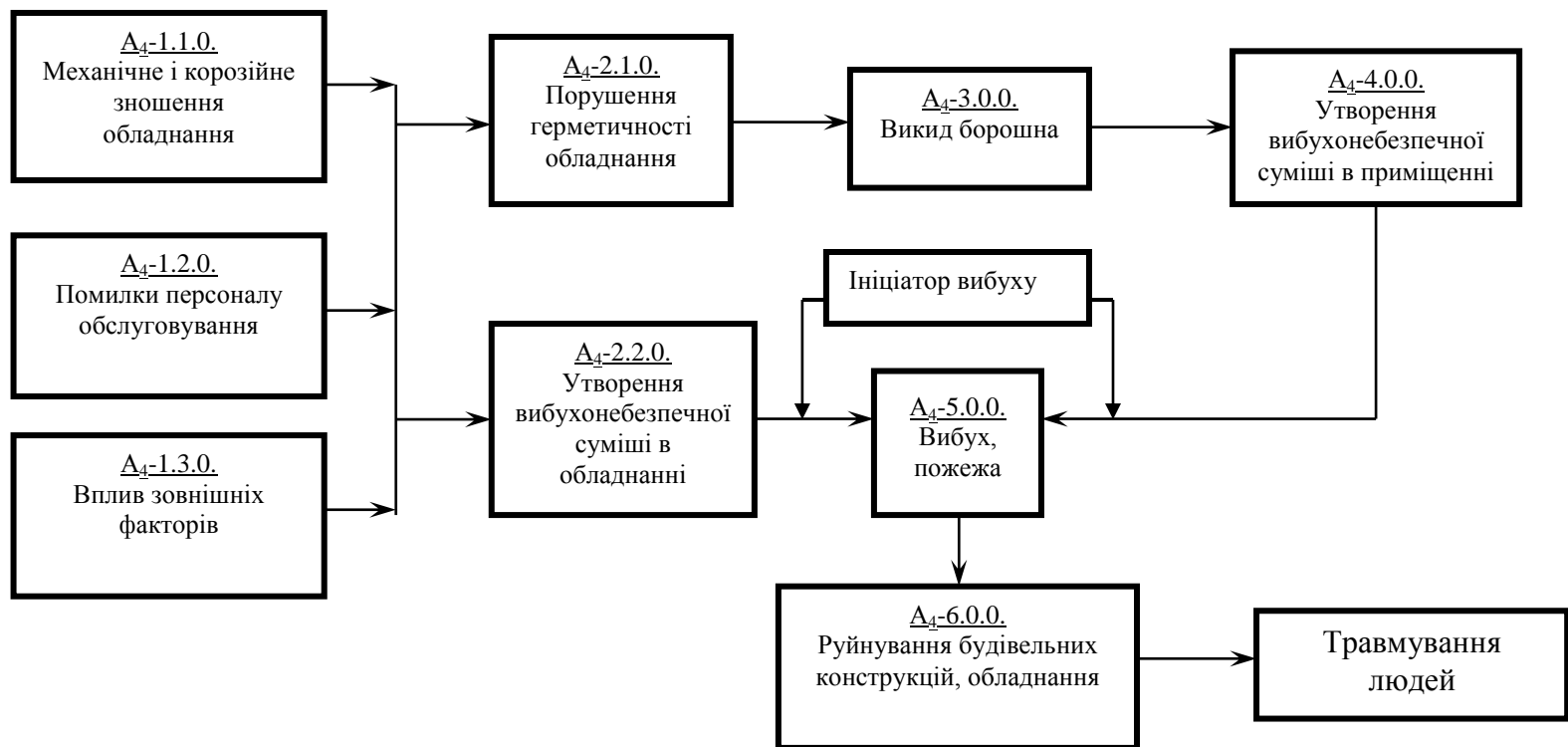


Рисунок 3.4 - Логічна схема розвитку прогнозованої аварії у Блоці №4

ВИСНОВКИ

1. Вибух пилу відбувається при миттєвому з'єднанні горючої частини пилу з киснем повітря при наявності джерела вибуху з виділенням великої кількості тепла і газоподібних продуктів, які, розширюючись, можуть утворювати вибухову хвилю.

2. Сила та інтенсивність вибуху пилу залежать від багатьох факторів і досягають максимальних значень при відповідному співвідношенні горючої маси і кисню.

3. Рівень небезпеки вибуху пилу характеризується концентраційними межами займання, так нижня концентраційна межа поширення полум'я для суміші борошна з повітрям становить 10-35 г / м³.

4. Найбільшу потенційну небезпеку об'єкту обстеження представляє руйнування силосу з борошном в силосному відділенні. При цьому утворюється пилоповітряна суміш з вибухонебезпечною концентрацією. При наявності джерела вибуху можливі вибух, пожежа, які призводять до руйнування обладнання, будівельних конструкцій та травмування людей.

5. Фактори впливу на силос з борошном, які можуть призвести до аварії, можуть бути внутрішніми і зовнішніми.

Внутрішні чинники:

- вибух в силосі;
- механічне і корозійне зношення корпусу бункера, несправність запірної арматури.

Зовнішні чинники:

- пожежа поблизу силосу;
- вибух поблизу силосу;
- терористичний акт;
- землетрус.

4 ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

Законодавчо-нормативна база

- 4.1.1. Закон України «Про охорону праці» №2694-ХІІ від 14.10.92.
- 4.1.2. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» №2245-ІІІ від 18.01.2001.
- 4.1.3. Временная инструкция по проверке и оценке состояния техногенной безопасности потенциально опасных объектов хозяйствования, утверждена приказом МЧС Украины № 39 от 10.03.99 г.
- 4.1.4. ДНАОП 0.00-4.33-99. Положение по разработке Планов локализации аварийных ситуаций и аварий. Киев: Основа, 1999 г.
- 4.1.5. ДСТУ 3273-95. Безопасность промышленных предприятий. Общие положения и требования.
- 4.1.6. ДСТУ 2156-93. Безопасность промышленных предприятий. Термины и определения.
- 4.1.7. ДСТУ 2960-94. Организация промышленного производства. Основные понятия. Термины и определения.
- 4.1.8. ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
- 4.1.9. НАОП 1.3.00-1.01-88. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств.
- 4.1.10. Государственные санитарные правила планирования и застройки населенных пунктов. Утв. Приказом Минздрава Украины № 173 от 19.06.96г.
- 4.1.11. ДБН 360-92 Планирование и застройка городских и сельских поселений. Мининвестстрой, Киев, 1992 г.
- 4.1.12. ОНТП-24-86. Определение категории помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. М. ВНИИПО МВД СССР, 1986г.
- 4.1.13. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика.

- 4.1.14. Класифікатор надзвичайних ситуацій в Україні. – Київ. 1999р.
- 4.1.15. ГОСТ 26574-85. Мука пшеничная хлебопекарная.
- 4.1.16. ДСТУ 46.004-99. Технічні умови. Борошно пшеничне.
- 4.1.17. ДСТУ 2316-93. Технічні умови. Цукор-пісок.
- 4.1.18. ДНАОП 0.00-1.32-01. Правила устрою електроустановок. Электрооборудование специальных установок. Укрархстройинформ. - Киев, 2001г. – 118с.
- 4.1.19. Постанова Кабінету Міністрів України від 09.01.2014 №11 «Про затвердження Положення про єдину державну систему цивільного захисту».

Технічна література і стандарти

- 4.2.1. ГОСТ 0.00-1.15-71 Правила строительства и безопасной эксплуатации трубопроводов для горючих, токсичных и сжиженных газов (ПУГ-69). Утвержден Госгортехнадзором СССР 05.03.71.
- 4.2.2. ГОСТ 12.1.011. Смеси взрывоопасные. Классификации и методы испытания.
- 4.2.3. Файнхельт Ф., Франкен П. Надежность и техническое обслуживание. Математический подход.- М.: Радио и связь, 1988 г.
- 4.2.4. Бесчастнов М.В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение. -М.: Химия. 1991 г.
- 4.2.5. Кузьмичев В.Е. Законы и формулы физики/ Справочник. – Киев: Наукова думка, 1989 г.
- 4.2.6. Краткая химическая энциклопедия. Т.5. Советская энциклопедия. - М.: 1967 г.
- 4.2.7. Дослідження пожеж/ Довідково-методичний посібник. Київ, 1999 р.
- 4.2.8. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения/ Справочник. - М.: Химия, 1990 г.

Проектна і експлуатаційно-технічна документація

- 4.3.1. Генеральний план Новомосковського хлібозаводу.
- 4.3.2. Інструкції з охорони праці, щодо запобігання аварій у складі БЗБ;

- на ділянці приймання борошна у склад БЗБ;
- при зачистці силосів у складі безтарного зберігання борошна.

ДОДАТКИ

Таблиця 2.1 - Основні технічні характеристики обладнання

Поз. по схемі	Назва обладнання	К-сть	Тип, марка, характеристика
1	Силос для борошна	8	Тип ХЕ – 160А Вертикальний циліндричний апарат. Місткість - 50,7 м ³ Діаметр - 2500 мм Висота - 12760 мм Робоче середовище - борошно Робочий тиск - атмосферний Робоча температура - температура навколишнього повітря. Матеріал - сталь вуглецева.
2	Силос для борошна	2	Вертикальний циліндричний апарат Місткість - 48 м ³ Діаметр - 2500 мм Висота - 12100 мм Робоче середовище - борошно Робочий тиск - атмосферний Робоча температура - температура навколишнього повітря Матеріал - сталь вуглецева
3	Силос для борошна	2	Вертикальний циліндричний апарат Місткість - 24 м ³ Діаметр - 2500 мм Висота - 6050 мм Робоче середовище - борошно Робочий тиск - атмосферний Робоча температура - температура навколишнього повітря Матеріал-сталь вуглецева
4	Машина для просіювання борошна	2	Продуктивність - 5 т / год Габаритні розміри: 1535×760×1275 мм Потужність електродвигуна - 5,5 кВт
5	ваги	2	Тип ДМ-100.

Таблиця 3.1 - Характеристика властивостей борошна пшеничного

Назва показника	Характеристика та норма для борошна		
	Вищий	Перший	Другий
Колір	Білий або білий з кремовим відтінком	Білий або білий з жовтуватим відтінком	Білий з жовтуватим або з сіруватим відтінком
Запах	Властивий пшеничному борошну, без сторонніх запахів, не затхлий, що не пліснявілий		
Смак	Властивий пшеничному борошну, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий.		
Вміст мінеральних домішок	При розжовування борошна не повинно відчуватися хрускоту		
Вологість (%), не більше	15,0	15,0	15,0
Зольність в перерахунку на суху речовину (%), не більше	0,55	0,75	1,25
Крупність помелу, %: залишок на ситі з шовкової тканини по ГОСТ 4403-77, не більше	5 сито №43	2 сито №35	2 сито №27
Прохід через сито з шовкової тканини по ГОСТ 4403-77, не більше	-	Не менш ніж 80 сито №43	Не менш ніж 65 сито №38
Кліюковина сировини: кількість, % не менше	28,0	30,0	25,0
Металомагнітні домішки, мг на 1 кг борошна, не більше	3,0	3,0	3,0

Таблиця 3.2 - Характеристика виробничих приміщень

Назва виробничих приміщень	Категорія вибухопожежної та пожежної небезпеки за ОНТП 24-86	Клас вибухонебезпечності або пожежної небезпеки по ПУЕ (ДНАОП 0.00-1.32-01)	Група виробничого процесу по санітарній характеристиці (СНіП 2.09.04-87)
Приміщення складу БЗБ	В	22	16

Таблиця 3.3 - Схема постадійного аналізу умов виникнення і розвитку аварії у Блоці №1

№ п/п	Назва стадії розвитку аварійної ситуації (аварії)	Основний принцип аналізу умов виникнення (переходу на іншу стадію) аварійної ситуації (аварії) та її наслідків	Способи та засоби попередження, локалізації аварії
1	2	3	4
1.	<p><u>A₁-1.1.0.</u> Механічне і корозійне зношення устаткування (автоцистерна, бункер)</p>	<p>Матеріал, з якого виготовлені цистерни і силоси відповідає ТУ. Контроль технічного стану проводиться згідно з відповідними вимогами безпечної експлуатації.</p>	<p>Контроль технічного стану обладнання.</p>
2.	<p><u>A₁-1.2.0.</u> Помилки персоналу обслуговування</p>	<p>Помилки персоналу можуть призвести до неконтрольованого руху автоцистерни і транспортної аварії з руйнуванням резервуара автоцистерни. Порухення вимог пожежної безпеки можуть призвести до вибуху обладнання (автоцистерна, силос). Обслуговуючий персонал в достатній мірі підготовлений і забезпечений експлуатаційно-технічною документацією.</p>	<p>Дотримання вимог ССБТ з періодичної перевірки знань персоналу. Навчання та стажування новоприйнятих працівників. Дотримання правил безпечної експлуатації обладнання.</p>
3.	<p><u>A₁-1.3.0.</u> Вплив зовнішніх факторів</p>	<p>До зовнішніх факторів, які можуть призвести до аварійної ситуації та створення вибухонебезпечної концентрації слід віднести аварії транспортного характеру, нагрів обладнання ззовні (пожежа на території підприємства і т.п.), явища природного характеру (землетрус, урагани, переміщення ґрунту і т.п.), терористичні акти.</p>	<p>Устроєм автоцистерни, силосів та проектом підприємства не передбачено будь-яких заходів щодо запобігання небезпечного впливу зовнішніх факторів.</p>

Таблиця 3.3 (Продовження)

1	2	3	4
4.	<p><u>A₁-2.1.0.</u> Порушення герметичності обладнання (автоцистерна, силос)</p>	<p>Порушення герметичності обладнання можливо через механічне (втомне) зношення матеріалу, помилок обслуговуючого персоналу і впливу зовнішніх чинників (див. стадії A₁-1.1.0. - A₁-1.3.0. даної таблиці). Перекидання автоцистерни можливе в результаті впливу зовнішніх факторів (див. стадію A₁-1.3.0. даної таблиці). Порушення герметичності обладнання контролюється візуально.</p>	<p>Дотримання норм безпечної експлуатації. Контроль технічного стану обладнання.</p>
5.	<p><u>A₁-2.2.0.</u> Утворення вибухонебезпечної суміші в автоцистерні, силосі</p>	<p>Утворення вибухонебезпечної суміші в автоцистерні, силосі можливе при розвантаженні автоцистерни, наповненні силосів, веденні технологічного процесу.</p>	<p>Контроль і запобігання утворенню в автоцистерні та силосах вибухонебезпечної суміші не передбачені.</p>
6.	<p><u>A₁-3.0.0.</u> Викид борошна</p>	<p>Викид борошна відбувається в результаті розгерметизації основного устаткування блоку як на відкритий майданчик, так і в приміщення.</p>	<p>Дотримання норм технологічного режиму та безпечної експлуатації обладнання.</p>
7.	<p><u>A₁-4.0.0.</u> Утворення вибухонебезпечної суміші на відкритому майданчику або в приміщенні</p>	<p>Утворення вибухонебезпечної концентрації на відкритому майданчику або в приміщенні можливе при розгерметизації обладнання через малу величину нижньої межі вибуховості пилоповітряної суміші.</p>	<p>Контроль утворення вибухонебезпечної суміші не передбачений. Для запобігання утворенню вибухонебезпечної суміші в приміщенні передбачена аспіраційна система.</p>

Таблиця 3.3 (Продовження)

1	2	3	4
8.	<u>A₁-5.0.0.</u> <u>Вибух, пожежа</u>	Вибух суміші борошна з повітрям можливий тільки при наявності ініціатора вибуху і при концентрації пилоповітряної суміші не нижче 10-35 г / м ³	Виключення джерел вибуху. Необхідна негайна оцінка аварійної ситуації; оповіщення персоналу підприємства і посадових осіб, згідно зі схемою оповіщення. Ретельний огляд території підприємства для виявлення постраждалих.
9.	<u>A₁-6.0.0.</u> Руйнування будівельних конструкцій, обладнання. Травмування людей.	Сила вибуху і його руйнівна дія залежать від маси і концентрації борошна у вибухонебезпечній суміші. З метою попередження руйнування і розгерметизації обладнання та трубопроводів проводяться періодичні перевірки технічного стану згідно відповідним вимогам. Максимальний енергетичний потенціал - 156363 кДж. Тротиловий еквівалент вибуху - 1,4 кг. Радіуси руйнувань по зонах: $R_1=0,32 \text{ м } (\Delta P \geq 100 \text{ кПа})$ $R_2=0,48 \text{ м } (\Delta P = 70 \text{ кПа})$ $R_3=0,82 \text{ м } (\Delta P = 28 \text{ кПа})$ $R_4=2,38 \text{ м } (\Delta P = 14 \text{ кПа})$ $R_5=4,17 \text{ м } (\Delta P = 5 \text{ кПа})$	Необхідна негайна оцінка аварійної ситуації. Видалення людей, не зайнятих ліквідацією аварії та її наслідків, з небезпечної зони.

Таблиця 3.4 - Результати розрахунку показників вибухонебезпечності автоцистерн з борошном місткістю 8 т

№ п/п	Найменування параметру, позначення	Од. виміру	Вибух пилоповітряної суміші в автоцистерні місткістю 8 т
1.	Енергетичний потенціал вибухонебезпечності, E	кДж	5864
2.	Відносний енергетичний потенціал вибухонебезпечності, Q_в	—	1,09
3.	Загальна приведена маса пилу, m	кг	0,13
4.	Троїловий еквівалент вибуху, W_т	кг	0,05
5.	R₁	м	0,04
6.	R₂	м	0,05
7.	R₃	м	0,09
8.	R₄	м	0,27
9.	R₅	м	0,47

R₁ - радіус зони повного руйнування будівель і смертельної небезпеки для людей, на кордоні якої надлишковий тиск по фронту ударної хвилі, $\Delta P \geq 100$ кПа;

R₂ - радіус зони сильних руйнувань будівельних конструкцій, обвалу цегляних стін і смертельної небезпеки для людей, $\Delta P = 70$ кПа;

R₃ - радіус зони слабких руйнувань будівельних конструкцій, для відновлення яких потрібно їх часткове розбирання, а також смертельної небезпеки для людей на відкритій місцевості, $\Delta P = 28$ кПа;

R₄ - радіус зони слабких руйнувань (руйнування віконних прорізів, легкоскидного покриття) і важкого травмування людей на відкритій місцевості, $\Delta P = 14$ кПа;

R₅ - радіус зони часткового руйнування скління, нижній поріг ураження людей на відкритій місцевості, $\Delta P = 5$ кПа.

Таблиця 3.5 - Результати розрахунку показників вибухонебезпечності силосу з борошном місткістю 50,7 м³

№ п/п	Найменування параметру, позначення	Од. виміру	Обладнання	
			Вибухпилоповітряної суміші в приміщенні Блоку №1	Вибух пилоповітряної суміші в силосі
1.	Енергетичний потенціал вибухонебезпечності, E	кДж	156363	24774
2.	Відносний енергетичний потенціал вибухонебезпечності, Q_в	—	3,26	1,76
3.	Загальна приведена маса пилу, m	кг	3,40	0,54
4.	Тротиловий еквівалент вибуху, W_T	кг	1,40	0,22
5.	R₁	м	0,32	0,09
6.	R₂	м	0,48	0,14
7.	R₃	м	0,82	0,24
8.	R₄	м	2,38	0,70
9.	R₅	м	4,17	1,22

R₁ - радіус зони повного руйнування будівель і смертельної небезпеки для людей, на кордоні якої надлишковий тиск по фронту ударної хвилі, $\Delta P \geq 100$ кПа;

R₂ - радіус зони сильних руйнувань будівельних конструкцій, обвалу цегляних стін і смертельної небезпеки для людей, $\Delta P = 70$ кПа;

R₃ - радіус зони слабких руйнувань будівельних конструкцій, для відновлення яких потрібно їх часткове розбирання, а також смертельної небезпеки для людей на відкритій місцевості, $\Delta P = 28$ кПа;

R₄ - радіус зони слабких руйнувань (руйнування віконних прорізів, легкоскидного покриття) і важкого травмування людей на відкритій місцевості, $\Delta P = 14$ кПа;

R₅ - радіус зони часткового руйнування скління, нижній поріг ураження людей на відкритій місцевості, $\Delta P = 5$ кПа.

Таблиця 3.6 - Схема постадійного аналізу умов виникнення і розвитку аварії у Блоці №2

№ п/п	Назва стадії розвитку аварійної ситуації (аварії)	Основний принцип аналізу умов виникнення (переходу на іншу стадію) аварійної ситуації (аварії) та її наслідків	Способи та засоби попередження, локалізації аварії
1	2	3	4
1.	<u>A₂-1.1.0.</u> Механічне і корозійне зношення устаткування	Матеріал, з якого виготовлені цистерни і силоси відповідає ТУ.	Контроль технічного стану обладнання.
2.	<u>A₂-1.2.0.</u> Помилки персоналу обслуговування	Помилки персоналу можуть призвести до поломки, виходу з ладу й порушення герметичності обладнання. Недотримання вимог пожежної безпеки може призвести до вибуху обладнання. Обслуговуючий персоналу достатній мірі підготовлений і забезпечений експлуатаційно-технічною документацією.	Дотримання вимог ССБТ з періодичної перевірки знань персоналу. Навчання та стажування новоприйнятих працівників. Дотримання правил безпечної експлуатації обладнання.
3.	<u>A₂-1.3.0.</u> Вплив зовнішніх факторів	До зовнішніх факторів, які можуть призвести до аварійної ситуації та створення вибухонебезпечної концентрації слід віднести аварії транспортного характеру, нагрів обладнання ззовні (пожежа на території підприємства і т.п.), явища природного характеру (землетрус, урагани, переміщення ґрунту і т.п.), терористичні акти.	Устроєм обладнання та проектом підприємства не передбачено будь-яких заходів щодо запобігання небезпечного впливу зовнішніх факторів. Дотримання правил безпечної експлуатації обладнання

Таблиця 3.6 (Продовження)

1	2	3	4
4.	<u>A₂-2.0.0.</u> Порушення герметичності обладнання (фільтру)	Порушення герметичності обладнання можливо через механічне (втомного) зношення матеріалу, виходу з ладу фільтру, помилок обслуговуючого персоналу і впливу зовнішніх чинників (див. стадії стадии A ₂ -1.1.0. – A ₂ -1.3.0. даної таблиці). Порушення герметичності обладнання контролюється візуально.	Дотримання норм безпечної експлуатації. Контроль технічного стану обладнання.
5.	<u>A₂-3.0.0.</u> Викид борошна	Викид борошна в приміщення відбувається в результаті розгерметизації основного устаткування блоку.	Дотримання норм технологічного режиму та безпечної експлуатації обладнання.
6.	<u>A₂-4.0.0.</u> Утворення вибухонебезпечної суміші в приміщенні	Утворення вибухонебезпечної концентрації в приміщенні можливе при розгерметизації обладнання через малу величину нижньої межі вибуховості пилоповітряної суміші	Контроль утворення вибухонебезпечної суміші не передбачений. Для запобігання утворенню вибухонебезпечної суміші в приміщенні передбачена аспіраційна система.
7.	<u>A₂-5.0.0.</u> <u>Вибух, пожежа</u>	Вибух суміші борошна з повітрям можливий тільки при наявності ініціатора вибуху і при концентрації пилоповітряної суміші не нижче 10-35 г / м ³	Виключення джерел вибуху. Необхідна негайна оцінка аварійної ситуації; оповіщення персоналу підприємства і посадових осіб, згідно зі схемою оповіщення. Ретельний огляд території підприємства для виявлення постраждалих.

Таблиця 3.6 (Продовження)

1	2	3	4
8.	<p>A₂-6.0.0.</p> <p>Руйнування будівельних конструкцій, обладнання. Травмування людей.</p>	<p>Сила вибуху і його руйнівна дія залежать від маси і концентрації борошна у вибухонебезпечній суміші.</p> <p>З метою попередження руйнування і розгерметизації обладнання та запобіжних фільтрів проводяться періодичні перевірки технічного стану згідно відповідним вимогам.</p> <p>Максимальний енергетичний потенціал - 156363 кДж.</p> <p>Троїловий еквівалент вибуху - 1,4 кг. Радіуси руйнувань по зонах:</p> <p>R1=0,32 м ($\Delta P \geq 100$ кПа) R2=0,48 м ($\Delta P = 70$ кПа) R3=0,82 м ($\Delta P = 28$ кПа) R4=2,38 м ($\Delta P = 14$ кПа) R5=4,17 м ($\Delta P = 5$ кПа)</p>	<p>Необхідна негайна оцінка аварійної ситуації.</p> <p>Видалення людей, не зайнятих ліквідацією аварії та її наслідків, з небезпечної зони.</p>

Таблиця 3.7 - Результати розрахунку показників вибухонебезпечності пилоповітряної суміші у Блоці №2

№ п/п	Найменування параметру, позначення	Од. виміру	Вибух пилоповітряної суміші у приміщенні Блоку №2
1.	Енергетичний потенціал вибухонебезпечності, E	кДж	156363
2.	Відносний енергетичний потенціал вибухонебезпечності, Q_v	—	3,26
3.	Загальна приведена маса пилу, m	кг	3,40
4.	Тротиловий еквівалент вибуху, W_T	кг	1,40
5.	R₁	м	0,32
6.	R₂	м	0,48
7.	R₃	м	0,82
8.	R₄	м	2,38
9.	R₅	м	4,17

R₁ - радіус зони повного руйнування будівель і смертельної небезпеки для людей, на кордоні якої надлишковий тиск по фронту ударної хвилі, $\Delta P \geq 100$ кПа;

R₂ - радіус зони сильних руйнувань будівельних конструкцій, обвалу цегляних стін і смертельної небезпеки для людей, $\Delta P = 70$ кПа;

R₃ - радіус зони слабких руйнувань будівельних конструкцій, для відновлення яких потрібно їх часткове розбирання, а також смертельної небезпеки для людей на відкритій місцевості, $\Delta P = 28$ кПа;

R₄ - радіус зони слабких руйнувань (руйнування віконних прорізів, легкоскидного покриття) і важкого травмування людей на відкритій місцевості, $\Delta P = 14$ кПа;

R₅ - радіус зони часткового руйнування скління, нижній поріг ураження людей на відкритій місцевості, $\Delta P = 5$ кПа.

Таблиця 3.8 - Схема постадійного аналізу умов виникнення і розвитку аварії у Блоці №3

№ п/п	Назва стадії розвитку аварійної ситуації (аварії)	Основний принцип аналізу умов виникнення (переходу на іншу стадію) аварійної ситуації (аварії) та її наслідків	Способи та засоби попередження, локалізації аварії
1	2	3	4
1.	<u>A₃-1.1.0.</u> Механічне і корозійне зношення устаткування	Матеріал, з якого виготовлене обладнання відповідає ТУ.	Контроль технічного стану обладнання.
2.	<u>A₃-1.2.0.</u> Помилки персоналу обслуговування	Помилки персоналу можуть призвести до поломки, виходу з ладу й порушення герметичності обладнання. Недотримання вимог пожежної безпеки може призвести до вибуху обладнання. Обслуговуючий персоналу достатній мірі підготовлений і забезпечений експлуатаційно-технічною документацією.	Дотримання вимог ССБТ з періодичної перевірки знань персоналу. Навчання та стажування новоприйнятих працівників. Дотримання правил безпечної експлуатації обладнання.
3.	<u>A₃-1.3.0.</u> Вплив зовнішніх факторів	До зовнішніх факторів, які можуть призвести до аварійної ситуації та створення вибухонебезпечної концентрації слід віднести нагрів обладнання ззовні (пожежа на території підприємства і т.п.), явища природного характеру (землетрус, урагани, переміщення ґрунту і т.п.), терористичні акти.	Устроєм обладнання та проектом підприємства не передбачено будь-яких заходів щодо запобігання небезпечного впливу зовнішніх факторів. Дотримання правил безпечної експлуатації обладнання.

Таблиця 3.8 (Продовження)

1	2	3	4
4.	<u>A₃-2.1.0.</u> Порушення герметичності обладнання	Порушення герметичності обладнання можливо через механічне (втомного) зношення матеріалу, помилок обслуговуючого персоналу і впливу зовнішніх чинників (див. стадії A ₃ -1.1.0. – A ₃ -1.3.0. даної таблиці). Порушення герметичності обладнання контролюється візуально.	Дотримання норм безпечної експлуатації. Контроль технічного стану обладнання.
5.	<u>A₃-2.2.0.</u> Утворення вибухонебезпечної суміші в обладнанні	Утворення вибухонебезпечної суміші в обладнанні можливе при поломці й зупинці просіювальної машини через невелику величину нижньої межі вибуховості пилоповітряної суміші.	Контроль і запобігання утворенню в обладнанні вибухонебезпечної суміші не передбачені.
6.	<u>A₃-3.0.0.</u> Викид борошна	Викид борошна в приміщення відбувається в результаті розгерметизації основного устаткування блоку.	Дотримання норм технологічного режиму та безпечної експлуатації обладнання.
7.	<u>A₃-4.0.0.</u> Утворення вибухонебезпечної суміші в приміщенні	Утворення вибухонебезпечної концентрації в приміщенні можливе через малу величину нижньої межі вибуховості пилоповітряної суміші.	Контроль утворення вибухонебезпечної суміші не передбачений. Для запобігання утворенню вибухонебезпечної суміші в приміщенні передбачена аспіраційна система.
8.	<u>A₃-5.0.0.</u> Вибух, пожежа	Вибух суміші борошна з повітрям можливий тільки при наявності ініціатора вибуху і при концентрації пилоповітряної суміші не нижче 10-35 г / м ³ .	Виключення джерел вибуху. Необхідна негайна оцінка аварійної ситуації; оповіщення персоналу підприємства і посадових осіб, згідно зі схемою оповіщення. Огляд території підприємства для виявлення постраждалих.

Таблиця 3.8 (Продовження)

1	2	3	4
9.	<p><u>A₃-6.0.0.</u> Руйнування будівельних конструкцій, обладнання. Травмування людей.</p>	<p>Сила вибуху і його руйнівна дія залежать від маси і концентрації борошна у вибухонебезпечній суміші. З метою попередження руйнування і розгерметизації обладнання та запобіжних фільтрів проводяться періодичні перевірки технічного стану згідно відповідним вимогам. Максимальний енергетичний потенціал –175909кДж. Троїловий еквівалент вибуху - 1,57 кг. Радіуси руйнувань по зонах: R₁=0,35 м (ΔP≥100 кПа) R₂=0,52 м (ΔP=70 кПа) R₃=0,88 м (ΔP=28 кПа) R₄=2,58 м (ΔP=14 кПа) R₅=4,51 м (ΔP=5 кПа).</p>	<p>Необхідна негайна оцінка аварійної ситуації. Видалення людей, не зайнятих ліквідацією аварії та її наслідків, з небезпечної зони.</p>

Таблиця 3.9 - Результати розрахунку показників вибухонебезпечності пилоповітряної суміші у Блоці №3

№ п/п	Найменування параметру, позначення	Од. виміру	Вибух пилоповітряної суміші у приміщенні Блоку №3
1.	Енергетичний потенціал вибухонебезпечності, E	кДж	175909
2.	Відносний енергетичний потенціал вибухонебезпечності, Q_v	—	3.39
3.	Загальна приведена маса пилу, m	кг	3,82
4.	Тротиловий еквівалент вибуху, W_T	кг	1,57
5.	R₁	м	0,35
6.	R₂	м	0,52
7.	R₃	м	0,88
8.	R₄	м	2,58
9.	R₅	м	4,51

R₁ - радіус зони повного руйнування будівель і смертельної небезпеки для людей, на кордоні якої надлишковий тиск по фронту ударної хвилі, $\Delta P \geq 100$ кПа;

R₂ - радіус зони сильних руйнувань будівельних конструкцій, обвалу цегляних стін і смертельної небезпеки для людей, $\Delta P = 70$ кПа;

R₃ - радіус зони слабких руйнувань будівельних конструкцій, для відновлення яких потрібно їх часткове розбирання, а також смертельної небезпеки для людей на відкритій місцевості, $\Delta P = 28$ кПа;

R₄ - радіус зони слабких руйнувань (руйнування віконних прорізів, легкоскидного покриття) і важкого травмування людей на відкритій місцевості, $\Delta P = 14$ кПа;

R₅ - радіус зони часткового руйнування скління, нижній поріг ураження людей на відкритій місцевості, $\Delta P = 5$ кПа.

Таблиця 3.10 - Схема постадійного аналізу умов виникнення і розвитку аварії у Блоці №4

№ п/п	Назва стадії розвитку аварійної ситуації (аварії)	Основний принцип аналізу умов виникнення (переходу на іншу стадію) аварійної ситуації (аварії) та її наслідків	Способи та засоби попередження, локалізації аварії
1	2	3	4
1.	<u>A₄-1.1.0.</u> Механічне і корозійне зношення устаткування	Матеріал, з якого виготовлене обладнання відповідає ТУ.	Контроль технічного стану обладнання.
2.	<u>A₄-1.2.0.</u> Помилки персоналу обслуговування	Помилки персоналу можуть призвести до поломки, виходу з ладу й порушення герметичності обладнання. Недотримання вимог пожежної безпеки може призвести до вибуху обладнання. Обслуговуючий персоналу достатній мірі підготовлений і забезпечений експлуатаційно-технічною документацією.	Дотримання вимог ССБТ з періодичної перевірки знань персоналу. Навчання та стажування новоприйнятих працівників. Дотримання правил безпечної експлуатації обладнання.
3.	<u>A₄-1.3.0.</u> Вплив зовнішніх факторів	До зовнішніх факторів, які можуть призвести до аварійної ситуації та створення вибухонебезпечної концентрації слід віднести нагрів обладнання ззовні (пожежа на території підприємства і т.п.), явища природного характеру (землетрус, урагани, переміщення ґрунту і т.п.), терористичні акти.	Устроєм обладнання та проектом підприємства не передбачено будь-яких заходів щодо запобігання небезпечного впливу зовнішніх факторів. Дотримання правил безпечної експлуатації обладнання.

Таблиця 3.10 (Продовження)

1	2	3	4
4.	<u>A₄-2.1.0.</u> Порушення герметичності обладнання	Порушення герметичності обладнання можливо через механічне (втомного) зношення матеріалу, помилок обслуговуючого персоналу і впливу зовнішніх чинників (див. стадії A ₄ -1.1.0. – A ₄ -1.3.0. даної таблиці). Порушення герметичності обладнання контролюється візуально.	Дотримання норм безпечної експлуатації. Контроль технічного стану обладнання.
5.	<u>A₄-2.2.0.</u> Утворення вибухонебезпечної суміші в обладнанні	Утворення вибухонебезпечної суміші в обладнанні можливе при поломці й зупинці вагового пристрою через невелику величини нижньої межі вибуховості пилоповітряної суміші.	Контроль і запобігання утворенню в обладнанні вибухонебезпечної суміші не передбачені.
6.	<u>A₄-3.0.0.</u> Викид борошна	Викид борошна в приміщення відбувається в результаті розгерметизації основного устаткування блоку.	Дотримання норм технологічного режиму та безпечної експлуатації обладнання.
7.	<u>A₄-4.0.0.</u> Утворення вибухонебезпечної суміші в приміщенні	Утворення вибухонебезпечної концентрації в приміщенні можливе через малу величину нижньої межі вибуховості пилоповітряної суміші.	Контроль утворення вибухонебезпечної суміші не передбачений. Для запобігання утворенню вибухонебезпечної суміші в приміщенні передбачена аспіраційна система.
8.	<u>A₄-5.0.0.</u> Вибух, пожежа	Вибух суміші борошна з повітрям можливий тільки при наявності ініціатора вибуху і при концентрації пилоповітряної суміші не нижче 10-35 г / м ³ .	Виключення джерел вибуху. Необхідна негайна оцінка аварійної ситуації; оповіщення персоналу підприємства і посадових осіб, згідно зі схемою оповіщення. Огляд території підприємства для виявлення постраждалих.

Таблиця 3.10 (Продовження)

1	2	3	4
9.	<p><u>A₄-6.0.0.</u> Руйнування будівельних конструкцій, обладнання. Травмування людей.</p>	<p>Сила вибуху і його руйнівна дія залежать від маси і концентрації борошна у вибухонебезпечній суміші. З метою попередження руйнування і розгерметизації обладнання та запобіжних фільтрів проводяться періодичні перевірки технічного стану згідно відповідним вимогам. Максимальний енергетичний потенціал – 175909 кДж. Троїловий еквівалент вибуху - 1,57 кг. Радіуси руйнувань по зонах: $R_1=0,35$ м ($\Delta P \geq 100$ кПа) $R_2=0,52$ м ($\Delta P=70$ кПа) $R_3=0,88$ м ($\Delta P=28$ кПа) $R_4=2,58$ м ($\Delta P=14$ кПа) $R_5=4,51$ м ($\Delta P=5$ кПа).</p>	<p>Необхідна негайна оцінка аварійної ситуації. Видалення людей, не зайнятих ліквідацією аварії та її наслідків, з небезпечної зони.</p>

Таблиця 3.11 - Результати розрахунку показників вибухонебезпечності пилоповітряної суміші у Блоці №4

№ п/п	Найменування параметру, позначення	Од. виміру	Вибух пилоповітряної суміші у приміщенні Блоку №4
1.	Енергетичний потенціал вибухонебезпечності, E	кДж	175909
2.	Відносний енергетичний потенціал вибухонебезпечності, Q_v	—	3.39
3.	Загальна приведена маса пилу, m	кг	3,82
4.	Троїловий еквівалент вибуху, W_T	кг	1,57
5.	R₁	м	0,35
6.	R₂	м	0,52
7.	R₃	м	0,88
8.	R₄	м	2,58
9.	R₅	м	4,51

R₁ - радіус зони повного руйнування будівель і смертельної небезпеки для людей, на кордоні якої надлишковий тиск по фронту ударної хвилі, $\Delta P \geq 100$ кПа;

R₂ - радіус зони сильних руйнувань будівельних конструкцій, обвалу цегляних стін і смертельної небезпеки для людей, $\Delta P = 70$ кПа;

R₃ - радіус зони слабких руйнувань будівельних конструкцій, для відновлення яких потрібно їх часткове розбирання, а також смертельної небезпеки для людей на відкритій місцевості, $\Delta P = 28$ кПа;

R₄ - радіус зони слабких руйнувань (руйнування віконних прорізів, легкоскидного покриття) і важкого травмування людей на відкритій місцевості, $\Delta P = 14$ кПа;

R₅ - радіус зони часткового руйнування скління, нижній поріг ураження людей на відкритій місцевості, $\Delta P = 5$ кПа.