

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

### ОЦІНКА СТІЙКОСТІ ОБ'ЄКТА ДО ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

**Мета роботи** – набути практичних навичок в оцінюванні стійкості об'єкта щодо пожежної небезпеки в умовах надзвичайних ситуацій (НС).

#### ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

**Горіння** – це процес окислення, який супроводжується інтенсивним виділенням тепла та променевої енергії.

Горіння виникає, коли є пальна речовина, окиснювач та джерело запалювання. Окиснювачами можуть бути кисень повітря, бертолетова сіль, пероксид натрію, азотна кислота, хлор, фтор, бром, окисли азоту тощо.

Горіння може бути повним і неповним. Повне – за достатньої чи надлишкової кількості окиснювача; за такого горіння виділяються токсичні речовини.

Неповне – відбувається за недостатньої кількості окиснювача. За неповного горіння утворюються продукти неповного згоряння, серед яких є токсичні речовини (чадний газ, водень).

При горінні однорідних палих сумішей виникає кінетичне горіння, швидкість поширення якого залежить від швидкості передавання теплової енергії в суміші і може сягати сотень метрів на секунду й супроводжуватись вибухом.

**Вибух** – швидке перетворення речовин (вибухове горіння), що супроводжується виділенням енергії та утворенням ударної хвилі. Ударна хвиля поширюється перед фронтом полум'я зі швидкістю звуку – 330 м/с.

Пожеже вибухонебезпечність виробництв визначається агрегатним станом речовин, матеріалів та їхніми показниками пожеже вибухонебезпечності. Показники пожеже вибухонебезпечності: група займистості, температура займання, температура спалаху, температура самозаймання, нижня та верхня концентраційні межі запалювання, умови теплового самозаймання тощо.

**Займистість** – це здатність речовини або матеріалу до горіння. Займання – це початок горіння під впливом джерела запалювання. За займистістю речовини й матеріали поділяються на три групи:

- займисті – речовини і матеріали, здатні самозайматися або займатися від джерела запалювання і самостійно горіти чи то тліти після його усунення, до них відносяться всі органічні речовини;
- незаймисті – речовини і матеріали, не здатні до горіння у повітрі, від джерел запалювання не займаються, не тліють і не звуглюються; це неорганічні матеріали, метали тощо;
- важко займисті – речовини і матеріали, які горять від джерела запалювання, але нездатні горіти після його усунення; це матеріали, які містять займисті та незаймисті складові.

Займисті рідини є більш пожеже небезпечні, аніж тверді матеріали та

речовини, тому що вони легко займаються, інтенсивніше горять і утворюють з повітрям вибухо- та пожеже небезпечні суміші й характеризуються температурою спалаху, нижньою і верхньою межею поширення полум'я.

За температурою спалаху розрізняють рідини:

- легкозаймисті (ЛЗР) – рідини з температурою спалаху до 61°C (в закритому тиглі) або до 66 °C (у відкритому тиглі);
- займисті рідини (ЗР) – рідини з температурою спалаху понад 61°C (в закритому тиглі) або понад 66 °C (у відкритому тиглі). Ступінь пожеже вибухонебезпечності займистих газів визначається також концентраційними межами поширення полум'я.

**Нижня концентраційна межа поширення полум'я** – це мінімальний вміст палива в середовищі, у якому можливе поширення полум'я по суміші на будь-яку відстань від джерела запалення.

**Верхня концентраційна межа поширення полум'я** визначається максимальним вмістом палива в середовищі, вище за який суміш стає нездатною до поширення полум'я. Всередині цих меж суміш спалима, а поза ними суміш не горить.

Залежно від значення нижньої межі поширення полум'я пил поділяють на вибухо- і пожеже небезпечний. Пил, який складається з найменших частинок спалимих речовин, котрі перебувають у завислому стані (аерозоль) в межах від нижньої до верхньої концентраційної межі поширення полум'я є вибухонебезпечним. За ступенем вибухо- і пожеже небезпечності пил поділяють на дві групи і чотири класи.

**Вибухонебезпечний пил (група А)** – пил з нижньою межею поширення полум'я до 65 г/м<sup>3</sup>.

**Найбільш вибухонебезпечний пил (І клас)** – пил з нижньою межею поширення полум'я до 15 г/м<sup>3</sup>(пил сірки, каніфолі, нафталіну, сухого молока, торфу).

**Вибухонебезпечний пил (ІІ клас)** – пил з нижньою концентраційною межею поширення полум'я від 15 г/м<sup>3</sup>до 65 г/м<sup>3</sup>(пил кави, чаю, борошна, вугілля, сіна, гороху).

**Пожеже небезпечний пил (група Б)** – пил з нижньою межею поширення полум'я понад 65 г/м<sup>3</sup>.

**Найбільш пожеже небезпечний пил (ІІІ клас)** – пил з температурою самозаймання до 250 °C (пил тютюну).

**Пожеже небезпечний пил (ІІІ клас)** – пил з температурою самозаймання понад 250 °C (деревний та вугільний пил).

**Самозаймання** – явище різкого збільшення швидкості екзотермічних реакцій, які призводять до виникнення горіння речовини за відсутності запалювання. Залежно від причин самозаймання буває хімічним, тепловим та мікробіологічним.

**Хімічне самозаймання** виникає внаслідок дії на речовину кисню повітря, води або взаємодії речовин. Наприклад, самозаймання забрудненого олією ганчір'я через окислювання олії повітрям з виділенням тепла або самозаймання водню під дією води на лужні метали.

**Теплове** – це самозаймання виникає внаслідок самонагрівання, яке виникло під дією зовнішнього нагріву речовини вище температури

самонагрівання.

**Мікробіологічне** самозаймання виникає в органічних речовинах. За певної вологості й температури в органічних речовинах, торфі ініціюється життєдіяльність мікроорганізмів і утворюється павутинний кліщ (грибок). При цьому підвищується температура і змінюються форми мікроорганізмів, а за температури 75°C вони гинуть. Але за 60...70°C відбувається окислювання і обвуглювання деяких легкозаймистих органічних сполук з утворюванням дрібнопористого вугілля. Адсорбуючи кисень повітря, це вугілля нагрівається до температури розпаду і активного окислювання органічних речовин, що й призводить до займання.

Виходячи з властивостей речовин і матеріалів, умов їхнього застосування та обробляння відповідно до ОНТП 24-86 "**Визначення категорій приміщень і будівель за вибухопожежною і пожежною небезпекою**", приміщення за вибухопожежною і пожежною небезпекою поділяються на п'ять категорій – А, Б, В, Г, Д.

До категорії А належать приміщення, де наявні займисті та легкозаймисті рідини з температурою спалаху, що не перевищує 28 °С, а також речовини і матеріали, здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем або одні з одними; при утворенні вибухонебезпечних сумішей розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху 5 кПа.

До категорії Б належать приміщення, в яких є пил та волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалахування понад 28 °С та займисті рідини в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні пилоповітряні та пароповітряні суміші, при займанні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху 5 кПа.

До категорії В належать приміщення, де розміщено займисті та важкозаймисті рідини, тверді займисті та важкозаймисті речовини та матеріали (в тому числі пил та волокна), а також речовини і матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем повітря та одні з одними лише горіти (за умови, що ці приміщення не належать до категорії А чи Б).

До категорії Г належать приміщення, в яких є незаймисті речовини та матеріали в гарячому, розпеченому чи розплавленому стані, а також займисті гази, рідини та тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо; процес їхнього обробляння супроводжується виділенням променевої теплоти, іскор та полум'я.

До категорії Д належать приміщення, в яких є незаймисті речовини та матеріали у холодному стані. На збільшення інтенсивності пожежі у приміщеннях та спорудах значно впливає здатність окремих будівельних елементів чинити опір впливові тепла, тобто їхня вогнестійкість.

**Вогнестійкість** – здатність будівельних конструкцій чинити опір дії високої температури, утворюванню наскрізних тріщин та поширенню вогню в умовах пожежі й виконувати при цьому власні звичайні експлуатаційні функції. Вогнестійкість конструкцій будівель характеризується межею вогнестійкості.

**Межа вогнестійкості** – це час, упродовж якого конструкція може витримати дію вогню, а потім вже розпочинається деформування, втрата несучої здатності (обвалювання). Межа вогнестійкості встановлюється

дослідним шляхом. Всі будівлі та споруди за ступенем вогнестійкості, за СНіП 2.01.02-85, поділяють на п'ять ступенів (додаток 1). Будинок може належати до того чи іншого ступеня вогнестійкості, якщо значення меж вогнестійкості та меж поширення вогню усіх конструкцій не перевищує значень вимог СНіП 2.01.02-85.

Електрична енергія за певних умов легко переходить у теплову, і це може спричинити пожежі й вибухи. Пожежна небезпека електрообладнання, електронних приладів, радіоелектронної апаратури, апаратури керування, електроприймачів пов'язана з використанням займистих матеріалів: гуми, пластмас, лаків, олій.

Джерелами займання можуть бути електричні іскри, дуги, коротке замикання, струмові перевантаження, перегріті опірні поверхні, несправність обладнання. За окислювач зазвичай слугує кисень. Але потужність і тривалість дії цих джерел займання порівняно малі, тому горіння, як правило, не розвивається. Виникнення пожежі в електронних пристроях можливе, якщо використовуються займисті і важкозаймисті матеріали й вироби.

Кабельні лінії електроживлення виконано із займистого ізоляційного матеріалу, тому є найбільш пожежонебезпечними елементами в конструкціях електрообладнання.

Короткі замикання (КЗ) виникають внаслідок ушкодження ізоляції елементів обладнання, які проводять струм, та зовнішніх механічних ушкоджень в електричних дротах, монтажних дротах, обмотках двигунів та апаратів. Ізоляція елементів, які проводять струм, може ушкоджуватися за дії на неї високої температури або полум'я, інфрачервоного випромінювання, переходу напруги з первинної обмотки силового трансформатора на вторинну, за підвищених режимів навантаження (нагрівання до високих температур і, як наслідок, при охолодженні конденсування води) тощо. Сила струму КЗ може становити від одиниць до сотень кілоамперів. Струми КЗ викликають термічну і електродинамічну дію і супроводжуються різким зниженням напруги в електромережі. Струми КЗ можуть спричинити перегрівання елементів, що проводять струм, та розплавлення дротів (температура до 2000°C). Протікання провідником тривалого допустимого струму силою  $I$  пов'язано з виділенням тепла  $Q$ , Дж, і кількісно визначається законом Ленца-Джоуля:

$$Q = I^2 R t, \quad (1.1)$$

де  $I$  – сила тривалого припустимого струму, А;

$R$  – активний опір, Ом ;

$T$  - час проходження струму, с.

Час проходження струму КЗ не перевищує кількох секунд чи навіть долі секунди і залежить від дії апаратів захисту (плавких запобіжників, автоматичних вимикачів тощо). Відомо, що два провідники, якими проходить електричний струм, взаємодіють один з одним. Напрямок сили взаємодії визначається напрямком струму в провідниках. За однакового напрямку струму електродинамічні сили притягують провідники, за різних - відштовхують. При КЗ в мережі можуть виникати струми, котрі в десятки й сотні разів перевищують номінальні, тому електродинамічні сили намагаються деформувати провідники й ізолюючі елементи, на яких вони

кріпляться. КЗ супроводжується різким зниженням напруги в електромережах. Внаслідок цього виникає частковий або повний розлад в електропостачанні споживачів.

Профілактика КЗ передбачає такі заходи:

- правильний вибір, монтаж і експлуатація електричних мереж, електрообладнання;
- правильний вибір конструкцій, електрообладнання, способу встановлення і класу ізоляції (опір ізоляції, згідно з ПБЕ (правилами будови електроустановок), 500 кОм);
- електричний захист електричних мереж, електрообладнання (швидкодіючі реле, автоматичні вимикачі, запобіжники).

При проходженні струму провідниками виділяється тепло, яке нагріває їх до температур, за яких посилюються окислювальні процеси, на дротах утворюються оксиди, які мають високий опір, збільшується опір контакту й, відповідно, кількість тепла, що виділяється. А це спричиняє старіння або руйнування ізоляції. Наслідком цього може бути електричний пробій ізоляції та uszkodження пристрою, а за наявності займистої ізоляції, і пожежа або вибух. Оскільки кожний провідник розраховано на певний струм, то збільшення його може призвести до перевантаження.

Перевантаження може статися через помилковий розрахунок при проектуванні мереж і схем (занижений переріз дротів, перевантаження радіоелементів, додаткове вмикання пристроїв до джерел живлення на які їх не розраховано), пониження напруги в мережі.

Профілактика пожеж від перевантажень:

- при проектуванні необхідно правильно обирати переріз провідників мереж і схеми з допустимою густиною струму, щоб  $I_{дон} \geq I_p$ ;
- в процесі експлуатації електричних мереж не можна додатково вмикати електроприймачі, якщо мережу на це не розраховано;
- для захисту електрообладнання від струмів перевантаження найбільш ефективні є автоматичні й електронні схеми захисту, вимикачі, теплові реле та плавкі запобіжники.

Причиною пожежі та аварій можуть стати великі перехідні опори, які виникають в місцях з'єднань та розгалужень провідників, в контактах пристроїв або на клемах, якщо ці з'єднання здійснено неправильно або покрито іржею.

При проходженні струму навантаження в такому контактному з'єднанні виділяється певна кількість тепла, пропорційна до струму у квадраті й опору у точці дотику. Вона може бути настільки велика, що місця перехідних опорів сильно нагріваються. Якщо контакти торкатимуться спалених матеріалів, то ці матеріали можуть зайнятися, якщо ж є вибухонебезпечна суміш газів, - станеться вибух.

Профілактика пожеж від перехідних опорів:

- для збільшення площі дотику контактів слід використовувати пружні контакти або спеціальні сталеві пружини;
- для відведення тепла від точок дотику та його розсіювання необхідно виготовляти контакти певної маси і поверхні

охолодження; всі контактні з'єднання повинні бути доступні для огляду.

Головним засобом запобігання пожеж і вибухів від електрообладнання є правильні вибір та експлуатація обладнання у вибухо- і пожежонебезпечних приміщеннях і виробництвах. Згідно з ПБЕ, приміщення (цехи, дільниці тощо) поділяються на пожежонебезпечні (П-I, П-II, П-IIIа, П-III) й вибухонебезпечні (В-I, В-Iа, В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIIа) зони.

**Пожежонебезпечна зона** - це простір, де можуть перебувати займісті речовини, як за нормального технологічного процесу, так і за можливих його порушень.

**Вибухонебезпечна зона** - це простір, в якому є або можуть з'явитися вибухонебезпечні суміші.

За ступенем пожежної небезпеки пожеже небезпечні приміщення поділяються на такі класи:

**П-I** - приміщення, в яких використовуються або зберігаються тверді займісті рідини з температурою спалахування парів понад 61 °С (склади мінеральних мастил, насосні станції спалимих рідин).

**П-II** - приміщення, в яких виділяється займістий пил чи волокна з нижньою концентраційною межею займання більш, ніж 65 г/м<sup>3</sup> до об'єму повітря, які не можуть утворювати вибухонебезпечні суміші (деревообробні цехи, мало запилювані цехи, млини).

**П-IIIа** - приміщення, в яких знаходяться тверді займісті матеріали без виділення пилу й волокон (склади паперу, меблів).

**П-III** - зовнішні установки, в яких використовуються займісті рідини з температурою спалахування понад 61 °С або тверді займісті речовини (склади палива й деревини).

Вибухонебезпечні установки та приміщення поділяються на такі класи:

– за газом - В-I, В-Iа, В-Iб, В-Iг;

– за пилом - В-II, В-IIIа.

**В-I** - приміщення, в яких виділяються займісті гази або пари легкозаймістих речовин в такій кількості і мають такі властивості, що можуть утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші (постійно є вибухонебезпечна концентрація) за нормальних умов роботи (завантаження – розвантаження технологічних апаратів, зберігання або переливання легкозаймістих речовин).

**В-Iа та В-IIIа** - приміщення, в яких вибухонебезпечні суміші утворюються внаслідок аварії або несправності апаратів, установок (за нормальних умов роботи технологічного обладнання вибухонебезпечні суміші не утворюються).

**В-Iб** - приміщення характеризуються такими ж показниками, як і в В-Iа, але мають такі особливості:

- займісті гази мають високу нижню границю вибуховості (15% і більше і різкий запах за гранично допустимих концентрацій);
- може мати місце локальна вибухонебезпечна концентрація;
- займісті гази легкозаймістих речовин знаходяться в таких кількостях, які в приміщенні не створюють загальної вибухонебезпечної концентрації, робота з ними провадиться без використання відкритого вогню. Ці приміщення відносять до

вибухонебезпечних за умови, що робота виконується у витяжних шафах або під витяжною парасолою.

**В-Iг** - зовнішні установки, в яких містяться вибухонебезпечні пари, гази й легкозаймисті речовини (сховища легкозаймистих речовин).

**В-II** - приміщення, в яких виділяється пил, який переходить до завислого стану, що здатний утворювати з повітрям та іншими окислювачами вибухові системи за нормальних нетривалих режимів роботи технологічних апаратів та обладнання.

**Пожежна небезпека** - такий стан об'єкта, за якого створюються можливості виникнення пожежі та її наслідків.

Неконтрольоване горіння, котре завдає матеріального збитку, називається пожежею.

Джерело запалювання характеризується температурою і часом дії.

Основними причинами виникнення пожежі на об'єктах за умов надзвичайних ситуацій є:

- руйнування котельних, трубопроводів з легкозаймистими пальними рідинами (ЛЗПР) або вибухонебезпечними рідинами й газами;
- коротке замикання електропроводки в пошкоджених і частково зруйнованих будівлях, спорудах, установках і пристроях;
- вибухи і спалахи деяких речовин і матеріалів (ацетон, цинк тощо);
- ураження блискавкою;
- порушення правил експлуатації технологічного устаткування; інші причини.

На виникнення й поширення пожеж впливають наступні чинники:

- пожежна небезпека виробництва;
- вогнестійкість будівель і споруд;
- щільність забудови об'єкту;
- метеорологічні умови;
- людські фактори.

За показник стійкості об'єкта до дії вогню приймається мінімальне значення температури запалювання (енергії запалення, світлового імпульсу), за якого може статися спалах матеріалів (речовин) або конструкцій, будівель та споруд від джерел запалення, внаслідок чого виникне стійке горіння, котре призводить до пожежі на об'єкті.

Мінімальне значення температури запалювання (енергії запалення, світлового імпульсу) прийнято вважати межею стійкості об'єкта до дії вогню  $T_{\text{заг.lim}}, ^\circ\text{C}$  ( $E_{\text{lim}}, \text{мДж}$ ;  $U_{\text{св.lim}}, \text{кДж/м}^2$ ).

Для оцінювання стійкості об'єкта до вогню потрібні такі вихідні дані:

- характеристика будівель, споруд, електричних мереж, електричних установок;
- вид виробництва і використовувані в технологічному процесі пальні речовини і матеріали, вид готової продукції;
- кількість пальних та вибухонебезпечних речовин, які зберігаються на території об'єкта та їхнє розміщення;
- очікуваний ступінь руйнування будівель, споруд і комунально енергетичних мереж (КЕМ) при стихійних лихах.

Методику оцінювання стійкості об'єкта з погляду пожежної небезпеки в умовах надзвичайних ситуацій розглянемо на прикладі оцінювання стійкості одного з основних цехів промислового об'єкта.

**Приклад вирішення задачі.** Оцінити стійкість складального цеху машинобудівного заводу (МБЗ) з погляду пожежної небезпеки в умовах землетрусу. Вихідні дані - варіант 1 додатку 2.

**Розв'язок:**

1. Визначаємо можливі джерела запалення, їхню температуру запалювання і ступінь руйнування конструкцій будівлі, технологічного устаткування, КЕМ.

На підставі вивчення будівельно-технічної документації складального цеху встановили, що одноповерхова цегляна будівля, технологічне устаткування, КЕМ дістають слабких і середніх руйнувань за інтенсивності коливання земної кори 6,5 балів (додаток 3).

Пошкодження електромережі призведе до короткого замикання з виділенням великої кількості тепла в дротах, пропорційне до квадрата струму, що призведе до плавлення дротів і спалаху їхньої ізоляції. Температура плавлення алюмінію - 660,1°C, міді - 1083°C. Температура запалювання гуми - 270 °C, полівінілхлориду - 560 °C (додаток 4).

Отже, джерелом запалення стане максимальна очікувана температура плавлення алюмінію і міді (660,1°C і 1083°C). За таких температур розпочнеться стійке горіння електроізоляції та інших речовин і матеріалів, яке перейде в пожежу.

2. Визначаємо щільність забудови МБЗ і зону пожеж.

Щільність забудови обчислюється за формулою:

$$П = (S_n/S_T) \times 100\% \quad (1.2)$$

де  $S_n$  сумарна площа забудови виробничими і адміністративно господарськими будівлями і спорудами, яка визначається за формулою:

$$S_n = \sum_{i=1}^n S_i \quad (1.3)$$

де  $S_i$  – виміряна площа, займана  $i$ -ою будівлею, дорівнює 1500 м<sup>2</sup>;

$n$  – кількість будівель, дорівнює 10;

$S_T$  – виміряна площа всієї території МБЗ, дорівнює 50000 м<sup>2</sup>. Тоді:

$$П = \frac{1500 \cdot 100\%}{5000} \cdot 100\% = 30\% \quad (1.4)$$

За відстанню поміж будівлями і спорудами МБЗ (5...10 м) звертаємося до таблиці (додаток 5) і знаходимо величини ймовірного розповсюдження пожеж на території заводу. Вони дорівнюють відповідно відстані, 87 та 65%. За щільністю забудови МБЗ  $П = 30\%$  і ймовірність розповсюдження пожеж 87 і 65% звертаємося до графіка (додаток 6) і визначаємо зону пожеж, яка може утворитися на території заводу, - це буде зона суцільних пожеж.

3. Визначаємо категорію пожежної небезпеки цеху.

У складальному цеху виробництво пов'язане з оброблянням металу в холодному стані (обточування, фрезерування деталей машин та їхнє



збирання). Тому відповідно до класифікації виробництва з погляду пожежної небезпеки цех відноситься до категорії Д.

4. Визначаємо ступінь вогнестійкості будівлі складального цеху. Необхідно вивчити характеристику за будівельно-технічною документації, визначити, з яких матеріалів (що не згорають, є важко займисті, згорають) виконано основні конструкції будівлі і яка їхня межа вогнестійкості. За основними конструкціями будівлі та межею вогнестійкості визначається ступінь вогнестійкості будівлі за допомогою табл. 1.1 та додатку 1.

Одноповерхова будівля цеху складається з таких основних конструкцій: несучих стін і перекриття, не несучих перегородок. Стіни цегляні – вогнетривкий матеріал, межа вогнестійкості яких 2,5 години.

Перекриття залізобетонне – вогнетривкий матеріал, межа вогнестійкості – одна година.

Перегородки бетонні – вогнетривкий матеріал, межа вогнестійкості - 0,5 години.

За цими даними звертаємося до додатку 1, і визначаємо, що будівля складального цеху належить до першого ступеня вогнестійкості.

5. Виявляємо в конструкціях будівлі, технологічному устаткуванні, електричних мережах елементи, виконані з палих матеріалів, і палні речовини, що є в цеху, і матеріали шляхом вивчення будівельної та технологічної документації.

Такими елементами, речовинами і матеріалами є: двері, віконні рами, виготовлені з ялинової деревини, забарвлені в темний колір; стрічка конвеєра з прогумованої тканини, ванна з гасом, електричний дріт в гумовій і полівініл хлоридній ізоляції, обгортувальний папір, гас, соснова дерев'яна арматура (вихідні дані, додаток 2).

6. Визначаємо температури запалювання, зазначені в п. 5, палих елементів, речовин і матеріалів (додаток 4).

7. Визначаємо межу стійкості складального цеху до дії вогню. За межу стійкості цеху приймається мінімальне значення температури запалювання одного з елементів (речовини, матеріалу), перелічених в п. 5. Таким чином, межею стійкості складального цеху до дії вогню є мінімальна температура запалювання газу,  $t_{\text{заг.lim}} = 20 \dots 66 \text{ } ^\circ\text{C}$  (п. 6).

Об'єкт (цех) вважається стійким в пожежному відношенні за умови, що  $t_{\text{заг.lim}} (E_{\text{lim}} ; U_{\text{св.lim}}) \geq t_{\text{заг.max}} (E_{\text{max}} ; U_{\text{св.max}})$ .

В прикладі  $t_{\text{заг.lim}} = 20-66 \text{ } ^\circ\text{C} < t_{\text{заг.max}} = 660,1-1083 \text{ } ^\circ\text{C}$  - цех нестійкий до дії вогню.

8. Висновки і заходи щодо підвищення пожежної стійкості.

Здобуті розрахункові й оцінені дані (пп. 1...7) зводять до табл. 1.1, аналізують, роблять висновки.

У висновках зазначають: межу стійкості цеху в пожежному відношенні, найбільш небезпечні до дії вогню елементи цеху, речовини і матеріали.

На підставі висновків окреслюють економічно доцільні конкретні заходи щодо підвищення пожежної стійкості найбільш небезпечних елементів, речовин і матеріалів.

**Таблиця 1.1 - Результати оцінювання стійкості складального цеху МБЗ з пожежної небезпеки в умовах надзвичайних ситуацій**

Найменування об'єкта, його основні частини (конструкції), їхня характеристика і межа вогнестійкості, щільність забудови, %	Ступінь руйнувань будівель, устаткування, КЕС	Категорія пожежної небезпеки виробництва	Ступінь вогнестійкості будівель, споруд	Займисті елементи конструкцій будівель, речовини і матеріали, їхня характеристика	Температура запалювання елементів, метериалів і речовин, °С	Межа пожежної стійкості об'єкту, °С	Зона пожеж
<b>Складальний цех</b>							
1. Будівля: одноповерхова цегляна, межа вогнестійкості несучих стін 2,5 год; перекриття - залізобетонні плити, покриті руберойдом, межа вогнестійкості -1 год	Слабкі й середні	Д	1	Двері і віконні рами з ялинової деревини, забарвлені в темний колір, руберойд	241  303	20-66	Загальні
2. Технологічне устаткування: середні верстати, мийна машина, ванна з гасом; контрольно вимірювальна апаратура, конвейер з прогумованою стрічкою				Прогумована тканина конвейерної стрічки, гас	270 20-66		
3. КЕМ: кабельна наземна лінія - мідний дріт в гумовій ізоляції з напругою 380 В, освітлювальна мережа - алюмінієвий дріт в полівініл-хлоридній ізоляції з напругою 220В; газопровід на металевих естакадах				Електричний ізоляційний матеріал: гума, полівініл хлорид	220 560		
4. У складовому приміщенні зберігаються гас, папір, соснова дерев'яна арматура, П = 30%				Гас, папір, арматура	20-66 180 255		

**Висновки:**

1. Складальний цех нестійкий до дії вогню, оскільки

$$t_{зар.lim} < t_{зар.max}$$

2. Найбільшу пожежну небезпеку представляють: гас, електричний ізоляційний матеріал, стрічка конвеєра, дерев'яні вироби, папір і руберойд.

**Заходи:**

1. Економічно доцільно підвищити межу пожежної стійкості до  $t_{зар}=300^{\circ}\text{C}$ .

2. Двері і віконні рамки покрити вогнезахисною фарбою; при реконструкції будівлі, цеху замінити на металеві.

3. Наземний кабель з напругою 380 В помістити в металевий рукав, який закріпити на полу і заземлити.

4. Гас замінити на водний розчин типу хромпик.

5. У цеху обладнати напівпідвальне приміщення для зберігання горючих речовин і матеріалів.

6. Встановити схеми автоматичного відключення електромереж від підстанції, які спрацьовують при землетрусі силою до 4 балів. 7. Систематично проводити протипожежні заходи в цеху.

### **Контрольні питання**

1. Які основні пожеже небезпечні властивості речовин і матеріалів?

2. Як визначається категорія приміщень та будівель виробництва за вибухо пожежною та пожежною безпекою об'єкту?

3. Що таке пожежна безпека виробництва?

4. Які чинники впливають на пожежну безпеку об'єкту в умовах надзвичайних ситуацій?

5. Від чого залежить вогнестійкість будівель і споруд об'єкту? 6. Коротке замикання, причини виникнення і його вплив на пожежну безпеку виробництва?

7. Що приймається за межу стійкості цеху до дії вогню?

8. Як впливає густина забудови на вірогідність розповсюдження пожеж?

### **Практичне завдання**

1. Надати початкові данні об'єкта, характеристики будівель, споруд, технологічного устаткування і комунально-енергетичних мереж, а також вид надзвичайної ситуації згідно варіанту завдання (див. додаток 2).

2. Виконати оцінку стійкості об'єкту по пожежній безпеці в умовах НС у такій послідовності:

2.1. Визначення можливих джерел запалення, їх температур запалювання і ступеня руйнування будівель, технологічного устаткування, КЕМ об'єкта.

2.2. Визначення густини забудови об'єкту (якщо не дана в початкових даних) і зони пожеж.

2.3. Визначення категорії виробництва по пожежній безпеці об'єкту.

2.4. Визначення ступеня вогнестійкості будівель і споруд об'єкта. 2.5. Виявлення речовин, що згорають, матеріалів і елементів конструкцій будівель, споруд, технологічного устаткування і комунально енергетичних мереж об'єкту.

2.6. Визначення величин температур запалювання (енергії запалення, світлових імпульсів) речовин, що згорають, матеріалів і елементів об'єкта. 2.7. Визначення межі стійкості об'єкту і дії вогню.

3. Надати висновки і заходи що до підвищення пожежної стійкості об'єкту. Одержані розрахунки і оцінені данні, висновки і пропозиції занести у таблицю.

### **Оформлення практичної роботи:**

Робота має містити:

– мету роботи;

– початкові данні згідно варіанту завдання;

– одержані розрахункові данні і пропозиції що до стійкості об'єкта,

зведені до таблиці;  
– висновки з роботи.

### Додаток 1 – Ступінь вогнестійкості будівельних матеріалів (ШИП 2.01.02-85)

Ступінь вогнестійкості будівель	Мінімальні межі вогнестійкості конструкція, г			
	стіни		Сходові майданчики, ступені, балки і марші сходових кліток	Плити, настили і інші несучі конструкції перекриттів
	несучі, сходові	внутрішні ненесучі (перегородки)		
I	що не згорають 2,5	що не згорають 0,5	що не згорають 1	що не згорають 1
II	те ж 2	те ж 1		те ж 0,75
III	те ж 2	те ж 1		важкозаймисті 0,25
IV	важко займисті 0,25	те ж 0,25		те ж 0,25
V	не нормується			

#### Примітки:

1. Межа вогнестійкості будівельних матеріалів - період часу (години) від початку дії вогню на конструкцію до утворення в ній крізних тріщин або втрати конструкцією несучої здатності (обвалення). Межа вогнестійкості встановлюється дослідним шляхом.

2. Будівельні матеріали по займистості діляться на три групи: що не згорають, важко займисті і згорають.

Що не згорають - пісок, граніт, цеглина, бетон, залізобетон, сталеві конструкції, покриті вогнезахисною фарбою, і ін.

Важкозаймисті - асфальтовий бетон, склопластик, незахищені сталеві конструкції, дерев'яні конструкції, оброблені вогнезахисною обмазкою. Що згорають - деревина, руберойд, толь, бітум, лінолеум, і ін.

### Додаток 2 - Варіанти вихідних даних

№	Найменування об'єкта, цільність його забудови	Характеристика будівель, споруд об'єкта	Технологічне устаткування, речовини й матеріали, що використовуються в технологічному процесі виробництва	Характеристика комунально-енергетичних мереж (КЕМ)	Надзвичайні ситуації

1	Складальний цех П = 30 %	Будівля одноповерхова цегляна, перекриття із залізобетонних плит. Двері й віконні рами з ялинової деревини, забарвлені в темний колір. Границя огнестійкості несучих стін – 2,5 год., перекриття – одна година. Відстань від інших будівель – 10...15 м	Середні верстати, миюча машина, ванна з гасом конвеєр зі стрічкою з прогумованої тканини, контрольно вимірвальні прилади (КВП). У складовому приміщенні зберігаються: гас, соснова дерев'яна арматура, обгортувальний папір	Газопровід на металевих естакадах. Наземний кабель: дріт мідний, ізоляція – гума, напруга 380 В. Відкрита розташовані усередині цеху освітлювальна електромережа: дріт алюмінієвий, ізоляція – полівінілхлорид, напруга 220 В	Землетрус и 6,5 бала
2	Цех ректифікації органічних розчинників П = 30 %	Будівля з легким металевим каркасом з вогнезахисною фарбою, покрівельний матеріал – борулін, двері й віконні рами – металеві. Границя вогнестійкості – 2,5 год. Відстань від інших будівель – 10...15 м	Гас, нафтовий толуол, ацетон, етиловий спирт, бензин, ацетон		Пряме влучання блискавки
3	Те саме, що й у п.2	Те саме, що й у п.2	Те саме, що й у п.2	Те саме, що й у п.2	Землетруси 6 балів
4	Помпувальна станція з перекачування рідин П = 20 %	Будівля цегляна, перекриття залізобетонне, двері й віконні рами з соснової деревини, підлоги – лінолеум гумовий, релін. Границя вогнестійкості несучих стін – 2,5 год, перекриття – 0,75 год. Відстань від інших будівель – 15 м	Масило, гас, масло індустриєне 20, бензин, метиловий спирт, дихлоретан	Кабельна на земна лінія: дріт мідний, ізоляція гума, напруга 380 В. Освітлювальна прихована електромережа: дріт алюмінієвий, ізоляція – полістирол. Напруга 220 В	Землетрус и 6 балів

5	Те саме, що й у п.4	Те саме, що й у п.4	Те саме, що й у п.4	Те саме, що й у п.4	Пряме влучання блискавки, $t_{\max} = 2000^{\circ}\text{C}$
6	Промивально-пропарювальна станція тари. П = 30 %	Те саме, що й у п.5	Те саме, що й у п.5	Те саме, що й у п.5	Ураган V = 20 м/с
7	Цех приготування і транспортування деревної муки. П = 35 %	Будівля зі збірного залізобетону, перекриття – із залізобетонних плит, підлога – лінолеум полівініл хлоридний, двері й віконні рами – з ялинової деревини. Границя вогнестійкості несучих стін – 2 год, перекриття – одна година. Відстань від інших будівель – 5 м	Соснові стружки, масло	Кабельна наземна лінія: дріт мідний, ізоляція – гетінакс. Напруга 380 В. Освітлювальна електромережа: дріт алюмінієвий, ізоляція – вініпласт	Пряме влучання блискавки, $t_{\max} = 2500^{\circ}\text{C}$
8	Те саме, що й у п.7	Те саме, що й у п.7	Те саме, що й у п.7	Те саме, що й у п.7	Ураган, V = 24 м/с
9	Деревоперобний цех, П = 45 %	Будівля дерев'яна, покрівельний матеріал – руберойд, підлога з ялинової деревини. Границя вогнестійкості – не нормується. Відстань від інших будівель – 15 м	Деревина соснова і ялинова, масло індустрійне 12, мастило	Кабельна наземна лінія в рукавах: дріт мідний, ізоляція – гума, напруга 380 В. Освітлювальна електромережа: дріт алюмінієвий, ізоляція – гетінакс	Землетрус 5,5 бал
10	Те саме, що й у п.9	Те саме, що й у п.9	Те саме, що й у п.9	Те саме, що й у п.9	Ураган, V = 18 м/с

11	Цех первинного оброблення бавовни, П = 40 %	Будівля цегляна. Крівля з соснової деревини, покрита вогнезахисною фарбою, двері й віконні рами – з ялинової деревини. Границя вогнестійкості несучих стін – 2 год, крівлі – 0,75 год. Відстань від інших будівель – 10 м	Виляск, масло індустрійне 50, мастило, метиловий спирт	Те саме, що й у п.9	Пряме влучання блискавки, $t_{\max} = 1200^{\circ}\text{C}$
12	Те саме, що й у п.11	Те саме, що й у п.11	Те саме, що й у п.11	Те саме, що й у п.11	Землетрус 6,5 бала
13	Столярний цех	Те саме, що й у п.11	Деревина соснова і дубова, масло індустрійне 12, мастило, діхлоретан	Те саме, що й у п.11	Ураган, $V = 22 \text{ м/с}$
14	Трикотажний цех, П = 35 %	Будівля триповерхова кам'яна, перекриття із залізобетонних плит, підлога – лінолеум полівініл хлоридний, двері й віконні рами – з соснової деревини. Границя вогнестійкості несучих стін – 2 год, перекриття – одна год. Відстань від інших будівель – 5 м	Лавсан, ацетон, метиловий спирт, масло індустрійне 12, папір	Те саме, що й у п.11	Землетрус 7 балів
15	Швейний цех, П = 30 %	Те саме, що й у п.14	Капрон, лавсан, клейонка, масло індустрійне 20, папір	Те саме, що й у п.11	Ураган, $V = 25 \text{ м/с}$
16	Те саме, що й у п.14	Те саме, що й у п.14	Те саме, що й у п.15	Те саме, що й у п.11	Землетрус 5,5 бала

17	Ливарний цех, П = 20 %	Будівля з важким залізобетонним каркасом і краном, устаткуванням 25 т. Границя вогнестійкості несучих стін – 2,5 год, перекриття – одна година. Відстань від інших будівель – 25 м	Сірий чавун, масло касторове технічне, мастило	Кабельна на земна лінія: дріт мідний, ізоляція – гума, напруга 380 В. Освітлювальна електромережа: дріт алюмінієвий, ізоляція – Полівінілхлорид Напруга 220 В	Землетрус 7 балів
18	Механічний цех холодного обробляння металів, П = 40 %	Будівля цегляна, перекриття із залізобетонних плит, покрівельний матеріал – рубероїд, двері й віконні рами з ялинової деревини. Відстань від інших будівель – 30 м	Сталь лита, залізо чисте, масло індустриєне 20, гас	Те саме, що й у п.17	Ураган, V = 19 м/с
19	Монтажно-складальний цех радіоелектронної промисловості П = 45 %	Те саме, що й у п.18 Відстань від інших будівель – 5 м	Текстоліт, плексиглас, бензин, етиловий спирт	Те саме, що й у п.17	Землетрус 5,5 бала
20	Те саме, що й у п.19	Те саме, що й у п.19	Те саме, що й у п.19	Те саме, що й у п.17	Пряме влучання блискавки $t_{max} = 3500^{\circ}\text{C}$
21	Теплова електростанція	Будівля звичайної конструкції, перекриття із залізобетонних плит, двері й віконні рами – металеві. Покрівельний матеріал – рубероїд. Границя вогнестійкості несучих стін – 2 год, перекриття – 0,75 год. Відстань від інших будівель – 70 м	Мастило, масло трансформаторне, масло індустриєне 50	Кабельна на земна мережа: дріт мідний, ізоляція гума. Освітлювальна електромережа: дріт алюмінієвий, ізоляція – полівінілхлорид	Землетрус 5,5 бала



22	АЕС II = 30 %	Будівля з анти сейсмічною конструкцією. Підлоги – лінолеум полівініл хлоридний, двері й віконні рами з соснової деревини. Границя вогнестійкості – 2,5 год. Відстань від інших будівель – понад 100 м	Масло трансформаторне, масло індустрічне 50. Масло касторове технічне	Те саме, що й у п.21	Землетрус 8,5 бала
23	Пресовий цех II = 25 %	Будівля з металевим каркасом з бетонним заповненням, покрівельний матеріал – борулін, двері й віконні рами металеві. Границя вогнестійкості несучих стін – 2 год, перекриття – 0,25 год. Відстань від інших будівель – 20 м	Масло індустрічне 50, масла індустріальні і 20, толуол нафтовий	Те саме, що й у п.21	Землетрус 6,5 бала

Додаток 3 – Величини інтенсивного коливання земної кори в балах, які характеризують ступені руйнування елементів різних споруд при землетрусах (згідно міжнародної сейсмічної шкалі МК-64)

№ п.п	Найменування будівель, споруд, устаткування, комунально-енергетичних мереж і ін.	Руйнування			
		слабкі	середні	сильні	суцільні
1. Виробничі, адміністративні будівлі і споруди, житлові будинки					
1	Промислові будівлі з важким металевим або залізобетонним каркасом і устаткуванням крана вантажопідйомністю 25...50 т.	6-7	7-7,5	7,5-8	8,5-9
2	Те ж з устаткуванням крана вантажопідйомністю 60...100 т.	6-7	7-8	8-9	9-10
3	Будівлі з легким металевим каркасом і без каркасної конструкції	5-6	6-7	7-8	8-9

4	Бетонні, залізобетонні будівлі і будівлі антисейсмічної конструкції	6,5-8	8,5-10	10-10,5	11-22
5	Багатоповерхові залізобетонні будівлі з великою площею скління	4-6,5	6,5-7,8	7,5-9	9-10
6	Промислові будівлі з металевим каркасом і бетонним заповненням	5-6	6-7	7-7,5	7,5-8
7	Будівлі атомних і гідроелектростанцій антисейсмічної конструкції	7,5	7,5-8,5	8,5-9	9-11
8	Теплові і атомні електростанції звичної конструкції	5-6	6-7	7,5-8	8,5-9
9	Багатоповерхові кам'яні (цегляні) будівлі (три поверхи і більш)	4-5	5-6	6-7	7-7,5
10	Цегляні будівлі (один - два поверхи)	4-5,5	5,5-6,5	6,5-7,5	7,5-8
11	Будівлі із збірного залізобетону	5-6	6-7	-	7-8
12	Дерев'яні будинки	3-4	4-5	5-6	6-6,5
2. Промислові споруди і устаткування					
1	Електродвигуни (всіх типів)	5-7,5	8	8,5-9	9-10
2	Трансформатори від 100 до 1000 кВ	6-7	7-8	8-8,5	9-9,5
3	Трансформатори блокові	7-7,5	8-8,5	-	-
4	Генератори на 100...300 кВт	7-7,5	8-8,5	-	-
5	Верстати середні	5	6	7	-
6	Контрольно-вимірювальна апаратура	1-3	3-6	6-6,5	7
3. Комунально-енергетичні мережі					
1	Трубопроводи на металевих або залізобетонних естакадах	6-7	7-7,5	7,5-8	-
2	Кабельні наземні лінії	3-7	7-8	8-9	9,5
3	Повітряні лінії низької напруги	6-8,5	8,5-10	10-11	11-12

4	Розподільні пристрої і допоміжні споруди електростанцій	7-7,5	7,5-9	9-10	11
5	Електромережі і арматура до них, прокладені і встановлені усередині приміщень	Визначається з урахуванням ступеня руйнування будівель і споруд			

Додаток 3 а – Співвідношення швидкості вітру і балів (шкала Бофорта)

№	Швидкість вітру, м/с	Бали	Ступені руйнування
1	8,0-17,1	5-7	слабкі
2	17,3 -23,4	8-10	середні
3	24,0-33,0	11-12	сильні
4	33,0 і більш	14-17	суцільні

Додаток 4 – Пожеже небезпечні властивості речовин і матеріалів

№	Найменування матеріалу, речовини	Температура, °С		Схильність до вибухання	Мінімальна енергія запалення мДж	Максимальна енергія запалення мДж
		загорання	спалах			
1. Будівельні матеріали						
1	Алюміній	470	-	Займистий	0,025	660
2	Борулін, гідроізоляційний і покрівельний рулонний матеріал (азбест і бітум), товщина 2,5 мм	350	-	-	-	-
3	Деревина дубова	238	-	«»	-	-
4	Деревина ялинова	241	-	«»	-	-
5	Деревина соснова	255	-	«»	-	-
6	Плита дерев'яно волокниста	222	-	«»	-	-
7	Рубероїд, товщина 1 мм	303	-	«»	-	-

8	Толь	262	-	«»	-	-
2. Хімічні і інші речовини і матеріали						
1	Папір	180	-	займисти й	-	-
2	Вініпласт	580	-	«»	-	-
3	Клейонка	325	-	«»	-	-
4	Капрон	395	-	«»	-	-
5	Лавсан	390	-	«»	-	-
6	Гума, прогумована тканина	270	-	«»	-	-
7	Гетінакс	285	-	самозагас аючий	-	-
8	Полістирол	276	-	Займисти й	-	-
9	Поліетилен	306	-	«»	-	-
10	Плексиглас	200	-	«»	-	-
11	Полівініл хлорид	560	-	«»	-	-
12	Текстоліт	358	-	«»	-	-
13	Деревна мука	-	-	«»	20	770
14	Лінолеум гумовий, релін	308	-	Займисти й	-	-
15	Лінолеум полівініл хлоридний	330	-	«»	-	-
16	Ацетон, пропан	-20 +6		«»	0,85	893
17	Бензин	-30 +6		«»	-	-
18	Гас	20-66		«»	-	-
19	Гудрон нафтовий	285		«»	-	-
20	Мазут	60		«»	-	-
21	Масло індустріальне 12	164	-	«»	-	-
22	Масло індустріальне 20	158	-	«»	-	-

23	Масло індустріальне 50	200	-	«»	-	-
24	Масло трансформаторне	180		«»	-	-
25	Масло касторове технічне	220	-	«»	-	-
26	Метиловий спирт	13		«»	0,5	740
27	Водень	-	-	«»	0,017	739
28	Пропан, газ	-	-	займистий	0,25	860
29	Толуол нафтовий	4	-	займистий	-	-
30	Етиловий спирт	13	-	займистий, вибухонебезпечний	0,65	750
31	Діхлоретан	9	-	займистий	-	-
32	Бавовна	260	-	-	-	-
3. Температура плавлення деяких речовин W, °C						
1	Алюміній	660,1				
2	Залізо чисте	1535				
3	Мідь	1083				
4	Сталь лита	1500				
5	Сірий чавун	1200				

### Примітки:

1. При прямому розряді на землю по каналу блискавки протікає струм до 250 кА, розігрівуючий його до 3000 °C, представляючи велику пожежонебезпеку для горючих речовин і матеріалів.

2. Для паро- і газоповітряних сумішей мінімальна енергія запалювання (запалення) рівна 0,009-6мДж, запалі повітряних вибухонебезпечних сумішей - 10-260 мДж.

Додаток 5 – Орієнтовні значення вірогідності розповсюдження пожежі від будівлі до будівлі

Відстань між будівлями, м	0	5	10	15	20	30	40	50	70	90
Ймовірне розповсюдження пожеж, %	100	87	65	47	27	23	4	3	2	0

Додаток 6 – Графік залежності вірогідності виникнення і розвитку пожеж від густини забудови: 1 - зона окремих пожеж; 2 - зона суцільних пожеж

