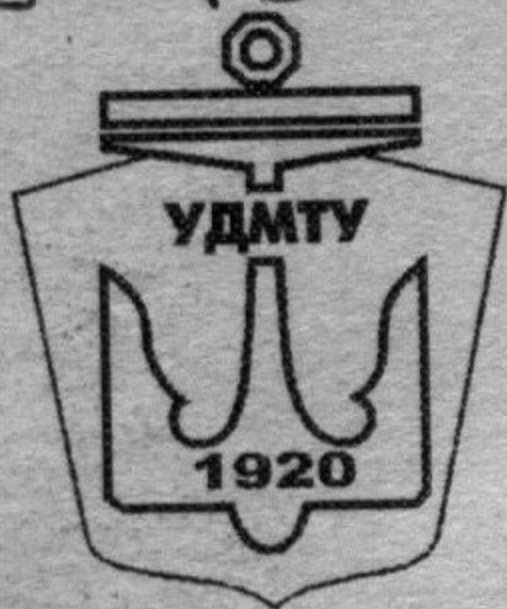


351.862

У-45



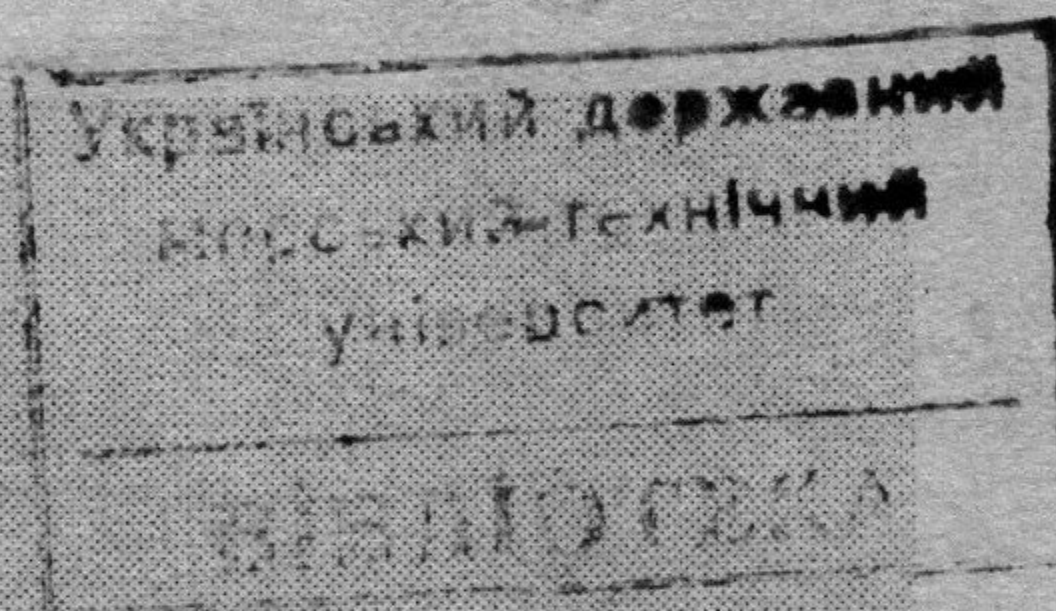
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МОРСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Г.А.КЛАУЦАН, В.Г.ПІНІН

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ РОБОТИ "ОЦІНКА ПОЖЕЖНОЇ І ІНЖЕНЕРНОЇ ОБСТАНОВКИ НА ОГД у НС"



АВОНЕМЕНТ
ХРЕСТОМ

МИКОЛАЇВ 2001

351.862
У-45

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Український державний морський технічний університет
імені адмірала Макарова

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання розрахункової роботи
"ОЦІНКА ПОЖЕЖНОЇ І ІНЖЕНЕРНОЇ ОБСТАНОВКИ
НА ОГД у НС"

Під заг. ред. В.О.Михайлюка

*Рекомендовано Методичною радою УДМТУ
як методичні вказівки*

Миколаїв 2001

Клауцан Г.А., Пінін В.Г. Методичні вказівки до виконання розрахункової роботи "Оцінка пожежної і інженерної обстановки на ОГД у НС" / Під заг.ред. В.О.Михайлюка. – Миколаїв: УДМТУ, 2001. – 23 с.

Кафедра БЖД та ЦЗ

Методичні вказівки містять порядок і методику виконання розрахункової роботи за курсами "Безпека життєдіяльності" і "Цивільна оборона". Вони призначені для студентів усіх фахів університету. Крім того, дані вказівки можуть бути корисними для підготування командного складу аварійно-рятувальних служб ОГД.

Рецензент ст. викл. П.В.Штейн

ПЕРЕДМОВА

Аварії та катастрофи, пов'язані з вибухами та пожежами, належать до найбільш небезпечних і непередбачених. При таких аваріях можуть утворюватися великі осередки ураження, в межах яких руйнуються будинки та споруди, гинуть і дістають різноманітних травм люди, завдається величезного матеріального збитку об'єктам економіки.

Щорічно в Україні реєструється 40 тис. пожеж на побутовому рівні, внаслідок яких гине близько 2000 чоловік. Орієнтований збиток у цілому по країні складає приблизно 35 млн. гривень.

У господарському комплексі України діють близько 1200 значних вибухо- та пожежонебезпечних об'єктів, на яких зосереджено понад 13,6 млн. тонн твердих, зріджених та газоподібних вибухо- і пожежонебезпечних речовин.

Вибухи, а також їх наслідки – пожежі, руйнування будинків, споруд звичайно бувають на об'єктах, що виробляють, зберігають або транспортують пожежо-небезпечні та хімічні речовини, у системах і агрегатах під високим тиском (до 100 атм), а також на газо- і нафтопроводах.

У процесі виробництва за певних умов стають небезпечними та легкозаймистими, а в окремих випадках вибухають: деревна, вугільна, борошняна і зернова пилюка й інші матеріали.

Руйнування будинків та споруд внаслідок вибухів та пожеж можуть створювати складну інженерну обстановку на території країни й об'єктах економіки, що впливатиме на виконання аварійно-рятувальних робіт в осередках ураження. У такій ситуації комплекс заходів і спрямованих на підвищення функціонування об'єктів господарчої діяльності (ОГД) в умовах надзвичайних ситуацій (НС), а також питання їх вибухо- та пожежобезпечності набувають важливого значення. Для виявлення характеру та обсягів збитку, завчасного вжиття заходів, що виключають або обмежують масштаби поразок і руйнацій, здійснюється моделювання уразливості ОГД та його елементів до впливу вибуху (пожежі). Результати аналізуються, після чого робляться висновки та призначаються заходи, що виключають або обмежують вплив на роботу об'єкта уражаючих чинників вибуху (пожежі).

Для успішного вжиття цих заходів необхідно мати уявлення про пожежну й інженерну обстановку на ОГД і вміти її оцінювати.

Методичні вказівки є організаційно-методичним документом, що визначає порядок та методику роботи студентів за темою "Оцінка пожежної й інженерної обстановки на ОГД у НС". Вони призначені для студентів усіх фахів вищого навчального закладу, що вивчають дисципліни "Безпека життєдіяльності" та "Цивільна оборона".

1. ЗАВДАННЯ НА РОЗРАХУНКОВУ РОБОТУ

Тема: "Оцінка пожежної й інженерної обстановки на ОГД у НС".

Навчальна мета: прищепити навички щодо оцінки пожежної й інженерної обстановки на об'єкті, аналізу отриманих результатів та вжитті заходів щодо підвищення вибухо- і пожежобезпеки ОГД.

Час і місце проведення заняття: згідно з навчальним планом, спец. кабінет кафедри БЖД та ЦЗ.

1.1. Навчальні питання

1.1.1. Оцінка пожежної обстановки:

- визначення ступеня та межі вогнестійкості будинків та споруд;
- визначення параметрів, що впливають на динаміку розвитку пожежі;
- висновки щодо тривалості ліквідації або локалізації пожежі і можливого порятунку людей.

1.1.2. Оцінка інженерної обстановки:

- визначення надмірного тиску у фронті ударної хвилі, при якому споруда цеху одержить слабкі, середні, сильні і повні руйнування;
- визначення розміру завалів і часу, потрібного для їх розбирання;
- висновки за результатами оцінки інженерної обстановки.

1.1.3. Загальний висновок та пропозиції по обмеженню наслідків прогнозованих НС.

1.2. Матеріальне забезпечення і рекомендована література

1. Завдання і методичні вказівки до виконання розрахункової роботи (на кафедрі).
2. Довідник з цивільної оборони. – К.: МНС, 1998.
3. Защита ОНХ от ОМП: Справочник / Г.П.Демиденко и др. – К.: Вища школа, 1989.
4. Гражданская оборона / В.Г.Атаманюк и др. – М.: Высшая школа, 1986.

1.3. Організаційно-методичні вказівки

1. Розрахункова робота (РР) виконується в аудиторні години відповідно до розкладу занять або як домашнє завдання.
2. Завдання на РР видається студентам за тиждень до початку заняття або у час, передбачений навчальним планом для виконання домашнього завдання.
3. На занятті кожний студент повинен мати:
 - завдання і методичні вказівки до виконання роботи;
 - рекомендовані навчальні посібники та конспект лекцій;
 - необхідні приладдя для виконання розрахунків та графічної частини роботи.
4. Підсумком роботи є письмовий звіт, що виконується за формою, прийнятою в університеті. Разом із звітом здаються навчально-методичні документи, отримані на кафедрі БЖД та ЦЗ.

2. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ

Зазначити тему, навчальну мету, питання та вихідні дані відповідно до варіанта завдання.

Вихідні дані:

1. Розміри, характеристики будинків та їхніх конструктивних елементів.
2. Вид, кількість пожежонебезпечних матеріалів.
3. Склад формувань, що виконують аварійно-рятувальні роботи, й забезпеченість їх інженерною технікою.

2.1. Поняття про пожежну обстановку та її оцінка

2.1.1. Загальні положення

Під пожежною обстановкою (ПО) розуміють масштаби та характер (вид) пожеж на ОГД, у населених пунктах або на територіях, що виникають при надзвичайних ситуаціях і впливають на безпеку життєдіяльності мешканців, роботу ОГД та дії сил аварійно-рятувальних служб (АРС) і ЦО.

Оцінка пожежної обстановки містить:

- визначення масштабу та характеру (виду) пожежі;
- визначення напрямку та швидкості поширення пожежі;
- аналіз впливу пожежі на стійкість ОГД та життєдіяльність населення;
- висновки і рекомендації щодо підвищення пожежної безпеки, визначення найбільш доцільних дій пожежних підрозділів АРС та формувань ЦО.

Оцінка ПО здійснюється методом прогнозування і за даними розвідки району пожежі.

Кінцевою метою оцінки за методом прогнозування є розробка заходів щодо підвищення протипожежної безпеки ОГД.

Оцінка ПО за даними розвідки здійснюється для уточнення прогнозованої оцінки і має на меті визначення обсягу та часу проведення заходів щодо ліквідації пожежі та її наслідків.

Виникнення і характер пожежі залежать від таких чинників:

- наявності джерела теплового впливу;
- вогнестійкості будинків та споруд;
- кількості і виду пожежонебезпечних матеріалів (категорії пожежонебезпечки виробництва);
- щільності забудови території ОГД;
- метеорологічних умов.

Загоряння матеріалів обумовлюється тепловим впливом, джерелами якого можуть бути відкритий вогонь, вибух, коротке електричне замикання, розряди блискавок тощо.

Вогнестійкість будівель та споруд визначається займистістю їхніх елементів та межами вогнестійкості основних конструкцій (частин) будинків та споруд.

Займистість того або іншого елемента будинку визначається займистістю будівельних матеріалів, із яких він виготовлений.

За займистістю всі будівельні матеріали поділяються на 3 групи: негорючі, важкогорючі, горючі (табл.1 дод.1, примітка).

Залежно від виду використаних будівельних матеріалів розрізняють 5 ступенів вогнестійкості будівель та споруд (I, II, III, IV, V) – див. табл.1 дод.1, примітка.

Опірність будівель та споруд до впливу пожежі характеризується межею їхньої вогнестійкості.

Межа вогнестійкості – це час у годинах від початку дії вогню на конструкцію до утворення в ній наскрізних тріщин або досягнення температури 200 °C на поверхні, зворотній впливу вогню, або до втрати конструкцією несучої спроможності (до завалювання) – табл.2 дод.1.

Межа вогнестійкості споруди в цілому визначається за мінімальною межею вогнестійкості окремих конструктивних елементів.

Динаміка пожежі (процес її розвитку в часі та просторі) характеризується такими основними параметрами:

- розміром і видом горючого навантаження;
- масовою (середньомасовою) швидкістю вигорання матеріалів;
- часом поширення полум'я у будівлі;
- температурою полум'я матеріалів, що горять;
- середньооб'ємною температурою у помешканні;
- температурою поверхні стін;
- тривалістю пожежі у будівлі.

Величина і вид горючого навантаження характеризують ступінь потенціальної пожежної небезпеки цехів та інших приміщень ОГД: наприклад, при умовному горючому навантаженні 60 кг/м² пожежна небезпека є досить значною, при 30 кг/м² – помірною тощо.

Інформація про час розповсюдження полум'я (охоплення приміщення, цеху, будинку вогнем) дає змогу визначити початок, тривалість ліквідації пожежі і проведення рятувальних робіт.

Температура полум'я горючих речовин, що мають однакове пальне навантаження, визначає інтенсивність тепловиділення та ступінь небезпеки для конструкцій безпосередньо в осередку пожежі.

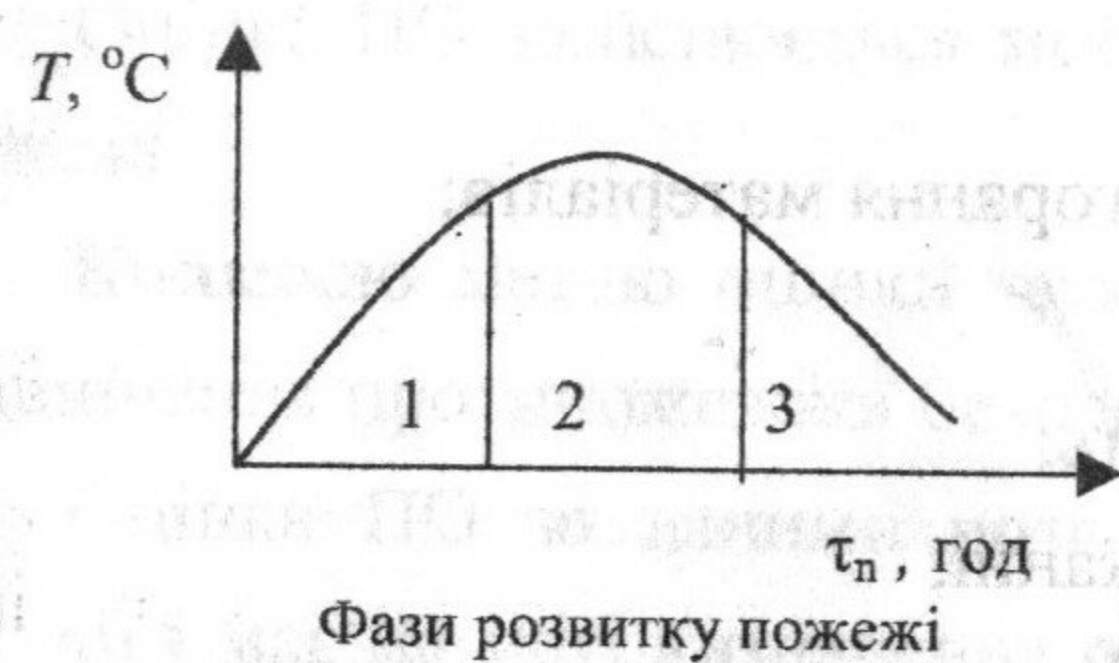
Інформація про середньооб'ємну температуру у приміщенні дає змогу визначити ступінь нагріву конструкцій будівель, споруд, обладнання, КЕМ, можливість самозаймання речовин. Крім того, з'являється можливість визначити термін перебування людей у цехах, будівлях та спорудах без спеціального теплового захисту (допустима максимальна температура 60–70 °C).

Температура поверхні стін з зовнішньої сторони є показником стійкості будівлі і визначає також можливість самозаймання матеріалів, що знаходяться біля стін, і наприкінці надає можливість спланувати заходи, що зменшують вірогідність руйнування будівель та споруд і виникнення суцільної пожежі.

Розрахунок параметрів пожежі не може бути єдиним й у кожному конкретному випадку залежить від виду горючого матеріалу. Розрізняють:

- тверді горючі матеріали (ТГМ): деревина, папір, пластмаса й ін.;
- пальні рідини (ПР): бензин, гас, олії тощо;
- вибухонебезпечні речовини і гази.

При оцінці ПО необхідно враховувати, що пожежі незалежно від їхнього виду та місця виникнення розвиваються за однією й тією ж закономірністю і містять 3 фази (див. рисунок):



I – фаза розвитку пожежі триває з моменту загоряння до охоплення полум'ям всього приміщення. Температура полум'я при цьому зростає поступово протягом усієї фази. У цій фазі пожежу можна ліквідувати за короткий час обмеженими засобами;

II – фаза стійкого горіння, характеризується настанням найбільш небезпечного періоду, при якому температура полум'я досягає максимального значення. Фаза закінчується після вигорання 80 % маси горючих матеріалів;

III – фаза догорання, тут швидкість горіння невелика, а температура різко знижується.

У випадку завалення стін закономірність розвитку пожежі закінчується на тій фазі, коли починається руйнування і починається період горіння та жевріння у завалах, який може продовжуватися тривалий час (доба і більше).

Можливість переносу вогню з однієї споруди на іншу залежить від відстані між ними L і виникає, якщо

$$L \leq H_1 + H_2 + 15,$$

де H_1 і H_2 – висоти сусідніх споруд, м.

При цьому, якщо вогонь поширюється й охоплює 90 % будівель (споруд) ОГД, то пожежа класифікується як суцільна. Можливість виникнення суцільних пожеж залежить від ступеня вогнестійкості будівель (споруд) і щільності забудови території ОГД. Щільність забудови (Щ) визначається відношенням суми площ, зайнятих всіма спорудами, до загальної площі території об'єкта:

$$\text{Щ} = \frac{\sum S_{\text{сп}}}{S_{\text{тер}}} 100\%.$$

2.1.2. Послідовність виконання оцінки ПО при горінні твердих горючих матеріалів та палих рідин

1. Визначення ступеня вогнестійкості будинків, споруд. Здійснюється за табл.1 дод.1.

2. Визначення межі вогнестійкості будівельних конструкцій. Здійснюється за табл.2 дод.1.

3. Визначення розміру пального навантаження $m_{\text{пн}}$, кг/м²:

а) для матеріалів, що горять у твердому стані, величина пального навантаження

визначається за формулою

$$m_{\text{пн}} = \frac{M}{F_c},$$

де M – сумарна маса горючих матеріалів (тих, що використовуються у виробництві, і тих, що входять до складу конструктивних елементів споруд), кг; F_c – площа приміщення (споруди), м²;

б) для пальної рідини (ПР) величина пального навантаження визначається за формулою

$$m_{\text{пн}} = \frac{M}{F_p},$$

де M – маса горючих матеріалів, кг; F_p – площа розливу ПР, м². При вільному розливі

$$F_p = \frac{M}{\rho \delta},$$

де ρ – густина ПР (за табл.3 дод.1); δ – товщина шару ПР, приймається 3 мм для рідких нафтопродуктів.

Якщо $F_p \geq F_c$, то за площу розливу приймається площа приміщення F_c :

$$F_p = F_c;$$

в) при спільному горінні ТГМ і ПР пальне навантаження ПР перераховується в пальне навантаження в умовній деревині ($m_{\text{ум}}$) і для наступних розрахунків як загальна величина пального навантаження використовується значення:

$$m_{\text{пнзаг}} = m_{\text{пнтгм}} + m_{\text{ум}} \quad (1)$$

де $m_{\text{пнтгм}}$ – величина пального навантаження для ТГМ.; $m_{\text{ум}}$ – величина пального навантаження в умовній деревині.

Величина пального навантаження в умовній деревині – це маса деревини, еквівалентна за кількістю теплової енергії фактичному пальному матеріалу. Дана величина знаходиться за співвідношенням:

$$\frac{m_{\text{пнпр}}}{m_{\text{ум}}} = \frac{Q_{\text{др}}}{Q_{\text{пр}}}; \quad m_{\text{ум}} = m_{\text{пнпр}} \cdot \frac{Q_{\text{пр}}}{Q_{\text{др}}}, \quad (2)$$

де $m_{\text{пнпр}}$ – пальне навантаження ПР, кг/м²; $Q_{\text{др}}$, $Q_{\text{пр}}$ – теплотворна спроможність відповідно деревини та ПР, кДж/кг; для бензину $m_{\text{ум}} = 3 m_{\text{пнпр}}$, для гасу $m_{\text{ум}} = 3,14 m_{\text{пнпр}}$.

4. Визначення масової V_m чи середньомасової $V_{\text{мср}}$ швидкості вигорання матеріалів. Здійснюється за табл.3 дод.1. У випадку одночасного горіння різних матеріалів масова швидкість вигорання визначається як середнє арифметичне:

$$V_{\text{MCP}} = \frac{V_{M1} + V_{M2} + \dots + V_{Mn}}{n} \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{хв)},$$

де n – кількість видів матеріалів, що вигорають.

5. Визначення температури полум'я $T_{\text{пл}}$ горючих матеріалів. Виконується за табл.3 дод.1.

6. Визначення часу з моменту загоряння до повного охоплення вогнем приміщення, ПР:

а) для матеріалів у твердому стані даний параметр визначається за формулою

$$\tau_p = \frac{L}{V_p} \text{ с},$$

де L – довжина приміщення, м; V_p – швидкість поширення полум'я, м/с; для матеріалів, що згорають у твердому стані, $V_p = 0,05$ м/с; для палих рідин (крім бензину) $V_p = 0,5$ м/с, для бензину $V_p = 2,5$ м/с;

б) для палих рідин час з моменту загоряння до повного охоплення вогнем рідини, що розлилася, визначається:

– при вільному розливі пальної рідини, коли $F_p < F_c$,

$$\tau_p = \frac{\sqrt{F_p}}{\sqrt{\pi} V_p} = \frac{\sqrt{M}}{\sqrt{\pi} V_p} \text{ с};$$

– при розливі ПР по всій площі приміщення

$$\tau_p = \frac{L}{V_p} \text{ с},$$

де ρ – густина ПР, кг/м³; M – маса ПР, кг; δ – товщина шару ПР, м;

в) при спільному горінні ТГМ і ПР за тривалість 1-ї фази вибирається менша з двох величин (або $\tau_{\text{ТГМ}}$, або $\tau_{\text{ПР}}$).

7. Визначення тривалості пожежі при горінні ТГМ чи ПР здійснюється за формулою

$$\tau_n = \frac{m_{\text{пл}}}{V_M}$$

де $m_{\text{пл}}$ – величина пального навантаження, кг/м²; V_M – масова швидкість вигорання матеріалу, кг/(м² хв); τ_n – тривалість пожежі, хв

При спільному горінні ТГМ і ПР тривалість пожежі визначається за формулою

$$\tau_n = \frac{m_{\text{ПНЗАГ}}}{V_{\text{MCP}}}, \text{ хв}.$$

де $m_{\text{ПНЗАГ}}$ – загальна величина пального навантаження визначається за формулою (1);

V_{MCP} – середньомасова швидкість вигорання матеріалів (див. п.4.).

8. Визначення середньооб'ємної температури $T_{\text{об}}$, °С, у приміщенні:

а) для матеріалів, що згорають у твердому стані,

$$T_{\text{об}} = 504 (0,67 m_{\text{пл}} + 2)^{0,148} \text{ °С} \quad (3)$$

У випадку завалювання будівлі до закінчення вигорання усього горючого матеріалу при розрахунках $T_{\text{об}}$ враховується тільки та частина пального навантаження, що вигоріла:

$$m_{\text{виг}} = \frac{\tau_{\text{обв}}}{\tau_n} m_{\text{пл}}, \quad \tau_{\text{обв}} = \tau_p + \tau_{\text{мв}},$$

де $m_{\text{виг}}$ – маса пального навантаження, що вигоріла, кг/м²; $m_{\text{пл}}$ – величина пального навантаження, визначена на початок пожежі, кг/м²; τ_n – тривалість пожежі (див. п.7), год; $\tau_{\text{обв}}$ – час, що пройшов з початку загорання до початку руйнування будівельних конструкцій, год; τ_p – тривалість I фази, год (див. п.6); $\tau_{\text{мв}}$ – межа вогнестійкості будівельних конструкцій, год (див. табл.2 дод.1);

б) для палих рідин значення середньооб'ємної температури знаходиться за формулою (3), при цьому навантаження $m_{\text{пл}} = m_{\text{ум}}$ визначається за формулою (2);

в) при спільному горінні ТГМ і ПР значення середньооб'ємної температури визначається за цією же формулою (3), при цьому $m_{\text{пл}} = m_{\text{ПНЗАГ}}$ визначається за формулою (1).

9. Визначення температури поверхні стін із внутрішньої сторони приміщення, споруди $T_{\text{сб}}$, °С. Виконується за формулою

$$T_{\text{сб}} = 133,14 + 440,31 \lg(\tau_n) \text{ °С} \quad (4)$$

При завалюванні будівлі замість тривалості пожежі τ_n у формулу (4) підставляється значення $\tau_{\text{обв}}$. Для несучих сталевих конструкцій $T_{\text{сб}} = 350-400$ °С є критичною й обумовлює їх руйнування.

Дана формула справедлива для визначення орієнтованого нагрівання типових стін із залізобетону, бетону, цегли товщиною 500–1000 мм і тривалості пожежі не менше 0,5 год (при $\tau_n < 0,5$ год нагрів практично не позначається на міцності стін).

10. Визначення послідовності розвитку пожежі. Можливі два варіанти: під час пожежі не відбувається руйнування конструкції будівлі ($\tau_{\text{обв}} \geq \tau_n$); під час пожежі

відбувається руйнування конструкції будівлі ($\tau_{\text{ОВБ}} < \tau_{\text{П}}$);

а) при ($\tau_{\text{ОВБ}} \geq \tau_{\text{П}}$) тривалість

1-ї фази $\tau_{1\Phi} = \tau_{\text{Р}}$;

2-ї фази $\tau_{2\Phi} = 0,5\tau_{\text{П}} - \tau_{1\Phi}$;

3-ї фази $\tau_{3\Phi} = \tau_{\text{П}} - (\tau_{1\Phi} + \tau_{2\Phi})$;

б) при ($\tau_{\text{ОВБ}} < \tau_{\text{П}}$) тривалість

1-ї фази $\tau_{1\Phi} = \tau_{\text{Р}}$;

2-ї фази (у першому наближенні) $\tau_{2\Phi} = 0,5\tau_{\text{П}} - \tau_{1\Phi}$; потім аналізується співвід-

ношення між $\tau_{\text{МВ}}$ і $\tau_{2\Phi}$; при цьому можливі також два варіанти: $\tau_{2\Phi} < \tau_{\text{МВ}}$ та $\tau_{2\Phi} \geq \tau_{\text{МВ}}$:

при $\tau_{2\Phi} < \tau_{\text{МВ}}$

$\tau_{2\Phi} = 0,5\tau_{\text{П}} - \tau_{1\Phi}$;

$\tau_{3\Phi} = \tau_{\text{МВ}} - \tau_{2\Phi}$;

при $\tau_{2\Phi} \geq \tau_{\text{МВ}}$

$\tau_{2\Phi} = \tau_{\text{МВ}}$;

$\tau_{3\Phi} = 0$,

де $\tau_{\text{Р}}$ – час з моменту загоряння до повного охоплення вогнем приміщення, год.; $\tau_{\text{П}}$ – тривалість пожежі, год.

При $\tau_{1\Phi} + \tau_{2\Phi} = \tau_{\text{ОВБ}}$ – 3-тя фаза відсутня ($\tau_{\text{ОВБ}}$ – час, що пройшов з початку пожежі до початку руйнування конструкцій, год); $\tau_{\text{МВ}}$ – межа вогнестійкості будівельних конструкцій, год (див. табл.2 дод. 1).

У випадку, коли $\tau_{1\Phi} + \tau_{2\Phi} > \tau_{\text{ОВБ}}$, 3-я фаза пожежі відсутня, а тривалість 2-ї фази визначається за формулою

$$\tau_{2\Phi} = \tau_{\text{ОВБ}} - \tau_{1\Phi}.$$

11. Визначення можливості виникнення суцільної пожежі. Здійснюється в залежності від щільності забудови території ОГД будівлями та спорудами і ступеня їх вогнестійкості.

Суцільні пожежі можуть утворюватись при забудові будівлями та спорудами:

– 1-го і 2-го ступеня вогнестійкості та $\Pi > 30\%$;

– 3-го ступеня вогнестійкості та $\Pi > 20\%$;

– 4-го і 5-го ступеня вогнестійкості та $\Pi > 7\%$.

Результати оцінки пожежної обстановки з відповідними висновками зводяться в підсумкову таблицю (див. таблицю).

Підсумок оцінки пожежної обстановки

Ступінь вогнестійкості	Межа вогнестійкості, год.	Величина пального навантаження, кг/м ²	Масова швидкість згоряння матеріалів, кг/(м ² ·хв)	Температура полум'я згоряння матеріалів, °С	Час від загоряння до повного охоплення полум'ям приміщень, год	Тривалість пожежі (розрахункова), год	Середньоб'ємна температура в будівлі, °С	Температура стін, °С
III	0,75	60	1,12	1200/1000	0,57	4,1	746	239

Тривалість фаз пожежі, год.			Виникнення суцільних пожеж (+)	Термін ліквідації пожежі	Заходи по підвищенню пожежної безпеки цеху
1-ї	2-ї	3-ї			
0,32	0,25	–	+	Моделльний цех, горіння ТГМ За перші 0,32 год провести рятувальні роботи і ліквідувати пожежу. Якщо пожежа не ліквідована, то вжити заходів щодо її локалізації	Моделльний цех, горіння ТГМ Проаналізувати і виключити можливість джерела запалення Збільшити межу вогнестійкості будинку до 0,75 год шляхом підвищення межі вогнестійкості несучих перегородок Знизити пальне навантаження, доводячи його до потреб тех. процесу однієї зміни

2.1.3. Послідовність визначення чинників розвитку пожежі при вибуху газо- та пилоповітряної суміші

При аварії, яка супроводжується розгерметизацією ємності, що містить стиснений або скраплений газ, розриванням газопроводів тощо, утворюється хмара газоповітряної суміші (ГПС). За даними досліджень, значна частина вибухів ГПС, що спостерігаються в різноманітних промислових та транспортних аваріях, відбувалася в режимі, коли частина пальної речовини вибухала, а частина згоряла.

Знаходимо тротильовий еквівалент вибуху ГПС $G_{\text{Т}}$, Дж, за співвідношенням

$$G_{\text{Т}} = \alpha M Q_{\text{Г}} / Q_{\text{Т}},$$

де M – маса пального газу в хмарі ГПС, кг; $Q_{\text{Г}}$ – питома теплота вибуху цього газу, Дж/кг; (табл.4 дод.1); α – частка пальної речовини, що прореагувала при вибуху (при приблизних розрахунках $\alpha = 0,1$); $Q_{\text{Т}}$ – питома теплота вибуху тротила, Дж/кг ($Q_{\text{Т}} = 4,52 \cdot 10^6$ Дж/кг).

При визначенні величини M приймають:

$$M = \varpi \cdot M_0,$$

де M_0 – вихідна маса стиснутого або скрапленого газу в ємності, а також викинутого в атмосферу (при аварії на газопроводі), кг. Коефіцієнт ϖ визначають залежно від

способу зберігання або транспортування пальної речовини:

$\omega = 1$ – для стиснутих газів і газів при атмосферному тиску;

$\omega = 0,5$ – для газів, скраплених під тиском;

$\omega = 0,1$ – для газів, скраплених охолодженням;

$\omega = 0,02 - 0,7$ – при розтіканні легкозаймистих рідин.

Визначивши тротиловий еквівалент вибуху ГПС, знаходять величину надмірного тиску у фронті ударної хвилі:

$$\Delta P_{\phi} = 95\sqrt{G_{\tau}/R} + 390\sqrt{G_{\tau}^2/R^2} - 1300G_{\tau}/R^3 \text{ кПа,}$$

де R – відстань від центру вибуху, м.

За величиною ΔP_{ϕ} визначаються можливі руйнування на ОГД (в осередку ураження виділяють зони слабких, середніх, сильних та повних руйнувань, на зовнішніх межах яких надмірний тиск ΔP_{ϕ} відповідно складає 10, 20, 30, 50 кПа).

Порядок оцінки впливу ударної хвилі на будівлі та споруди, а також визначення ступеня їхніх руйнувань розглянуто в наступному розділі.

2.2. Оцінка інженерної обстановки

2.2.1. Поняття про інженерну обстановку

Під інженерною обстановкою розуміють масштаби і ступінь руйнувань будівель, споруд, комунально-енергетичних мереж, гребель, мостів тощо, які виникають внаслідок аварій, катастроф, стихійного лиха, а також при застосуванні сучасних засобів ураження.

Оцінка інженерної обстановки здійснюється в два етапи:

– попередня оцінка інженерної обстановки, що проводиться завчасно;

– остаточна оцінка, яка виконується при виникненні НС, з урахуванням конкретних даних інженерної розвідки осередка ураження.

Попередня оцінка інженерної обстановки на ОГД виконується на підґрунті прогнозованих даних уражаючих чинників ймовірних НС і міцнісної характеристики будівель та споруд.

Уражаючими чинниками є:

при вибуху – надмірний тиск у фронті ударної хвилі ΔP_{ϕ} ;

при урагані, штормі – тиск швидкісного напору повітря $\Delta P_{\text{шв}}$;

при землетрусі – критерієм руйнувань є інтенсивність землетрусу в балах за шкалою Ріхтера або MSK.

Метою попередньої оцінки інженерної обстановки є орієнтоване визначення масштабів і характеру руйнувань ОГД, населених пунктів.

При цьому визначається ступінь руйнувань будівель та споруд, обсяг і трудомісткість інженерних робіт, склад сил аварійно-рятувальних служб та ЦО, тривалість і послідовність проведення ними аварійно-рятувальних і інших невідкладних робіт (АРіНР).

Залежно від стану будівель, споруд після дії уражаючих факторів НС розрізняють чотири ступені руйнувань.

Слабкі руйнування – руйнація віконних, дверних конструкцій і перегородок. Можливо ураження людей уламками конструкцій. Матеріальний збиток складає до 10 % балансової вартості споруди. Відновлювання потребує проведення середнього або поточного ремонту.

Середні руйнування – в основному обумовлені руйнацією другорядних елементів будівель та споруд (стріх, перегородок, віконних і дверних конструкцій), утворення тріщин у стінах. Переkritтя, як правило, не руйнуються. Можливе ураження людей уламками конструкцій. Збиток складає 10–30 % балансової вартості об'єкта. Пошкоджене устаткування, транспорт відновлюються при середньому ремонті, а будівлі та споруди – після капітального ремонту.

Сильні руйнування – руйнація частини стін і переkritтів верхніх поверхів, ураження більшості людей, що знаходяться в будівлі, споруді. Збиток складає від 30–70 % основних фондів, можливе часткове відновлювання виробничих потужностей шляхом проведення капітального ремонту.

Повні руйнування – руйнація та обвал всіх елементів будівель, споруд, включаючи підвальні приміщення, ураження людей, що знаходяться в них.

Збиток складає більше 70 % балансової вартості будинків, споруд та устаткування. Подальша експлуатація їх неможлива.

2.2.2. Послідовність виконання оцінки інженерної обстановки

На основі вихідних даних визначаються:

а) надмірний тиск у фронті ударної хвилі, при якому споруда цеху зазнає слабких, середніх, сильних і повних руйнувань;

б) межа стійкості споруди, при якій вона зазнає руйнувань не вище середніх;

в) розміри завалів (висота завалу, середнє віднесення основної маси осколків) та їх обсяг після повного руйнування;

Розрахунок здійснюється за умови впливу ударної хвилі з боку фасаду будівлі;

г) час, потрібний ланці механізації на ліквідацію завалів поза контуром будівлі, споруди;

д) необхідна кількість змін ланки механізації для ліквідації завалів при тривалості робочої зміни 10 год.

Ступінь руйнувань будівель та споруд залежить від міцнісних характеристик і розмірів надмірного тиску у фронті ударної хвилі – ΔP_{Φ} . Він може бути визначений розрахунковим способом або за таблицями. Для орієнтованої оцінки ступеня руйнувань будівель та споруд використовуються наступні розрахункові формули:

$$\Delta P_{\Phi} = 23 PK_i - \text{для житлових будинків};$$

$$\Delta P_{\Phi} = 14 PK_i - \text{для промислових будівель та споруд};$$

$$\prod_{i=1}^n K_i = K_{\Pi} K_K K_M K_B K_{\text{кр}} K_C,$$

де K_{Π} – коефіцієнт, що враховує ступінь ураження будівель та споруд: для повних руйнувань $K_{\Pi} = 1$, для сильних руйнувань $K_{\Pi} = 0,87$, для середніх руйнувань $K_{\Pi} = 0,56$, для слабких руйнувань $K_{\Pi} = 0,35$;

K_K – коефіцієнт, що враховує конструктивні особливості будівель та споруд: для безкаркасних будівель та споруд $K_K = 1$, для каркасних $K_K = 2$, для монолітних $K_K = 3,5$;

K_M – коефіцієнт, що враховує вид матеріалу будівлі: для дерев'яних конструкцій $K_M = 1$, для цегляних конструкцій $K_M = 1,5$, для залізобетонних конструкцій із відсотком армування $\mu = 0,3\%$ $K_M = 2$; $\mu = 0,5\%$ $K_M = 3$;

K_C – коефіцієнт, що враховує сейсмостійкість споруд: для несейсмостійких $K_C = 1$, для сейсмостійких $K_C = 1,5$;

K_B – коефіцієнт, що враховує висоту H_c , м, будівлі, споруди:

$$K_B = \frac{H_c - 2}{3 \cdot [1 + 0,43 \cdot (H_c - 5)]}$$

$K_{\text{кр}}$ – коефіцієнт, що враховує вантажопідйомність Q , т, кранового устаткування промислової споруди:

$$K_{\text{кр}} = 1 + 4,65 \cdot 10^{-3} \cdot Q$$

У випадку повних руйнувань будинків та споруд, відбувається обвал усіх їх конструктивних елементів, при цьому утворюються суцільні завали як на площі споруди, так і поза її контурами.

Розміри, обсяг завалів визначаються за табл.5 дод.1.

Час T , год, потрібний для ліквідації завалів, визначається за формулою:

$$T = v_1 \cdot v_2 \cdot \frac{W}{\Pi}, = 1,3$$

де v_1 – коефіцієнт, що враховує погіршення умов роботи на задимленій, загазованій території, приймається 1,4–2,0; v_2 – коефіцієнт, що враховує особливості роботи в нічний час, дорівнює 1,3–1,4; W – майбутній обсяг роботи для ліквідації завалів, м^3 ; Π – продуктивність роботи формування ЦО, що залежить від виду робіт і ступеня забезпечення формування інженерною технікою.

У розрахунках для визначення потрібного часу на розчищення завалів цегляних і дерев'яних будинків, поза їхніми контурами, продуктивність інженерної техніки приймається: для екскаваторів – $100 \text{ м}^3/\text{год}$; для бульдозерів – $150 \text{ м}^3/\text{год}$.

Розбирання завалів залізобетонних будинків найчастіше потребує проведення різання арматури, переміщення великовагових блоків, що призводить до збільшення тривалості робіт приблизно у 6 разів.

Кількість змін N , формувань, необхідних для проведення РіІНР, визначається за формулою

$$N = \frac{T}{t}$$

де t – тривалість роботи однієї зміни (орієнтовно – 10 год).

Ступінь руйнування будівель та споруд внаслідок стихійного лиха – землетрусу, урагана (смерча) – приблизно можна визначити за таблицями порівняльних характеристик (табл.6 дод.1).

3. ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК І ПРОПОЗИЦІЇ ПО ОБМЕЖЕННЮ НАСЛІДКІВ ПРОГНОЗОВАНИХ НС

На підставі ретельного вивчення результатів пожежної й інженерної обстановки, аналізу отриманих даних визначити необхідні заходи щодо забезпечення протипожежної стійкості об'єкта, а також заходи по підвищенню фізичної стійкості будинків та споруд до впливу ударної хвилі вибуху.

Можливі заходи щодо підвищення протипожежної безпеки та обмеження обсягу руйнувань будівель та споруд ОГД наведені у дод.2.

Таблиця 1. Ступінь вогнестійкості будівель та споруд

Ступінь вогнестійкості	Характеристики будівель та споруд
I, II	Всі основні конструкції виконані з негорючих матеріалів, причому аналогічні конструкції у будинків I ступеня мають більшу межу вогнестійкості
III	Несучі стіни виконані з негорючих матеріалів, а перекриття і перегородки (ненесучі) – горючі і важкогорючі (дерев'яні оштукатурені)
IV	Дерев'яні оштукатурені
V	Дерев'яні неоштукатурені

Примітка. Негорючі матеріали – це такі, що під впливом вогню або високої температури не запалюються, не жевріють і не обуглюються. До них належать: цегла, камінь, метали, які застосовуються в будівництві.

Важкогорючі – матеріали, що під впливом вогню або високої температури важко запалюються, не жевріють і не обуглюються або продовжують горіти або жевріти при наявності джерела вогню. До них належать: асфальтовий бетон, гіпсові і бетонні деталі з органічними наповнювачами, глиносолон'яні матеріали, повсть, вимочена у глиняному розчині, фіброліт, деревина, просочена антипіринами.

Горючі – матеріали, що під впливом вогню або високої температури запалюються або жевріють і продовжують горіти або жевріти після видалення джерела вогню, – це всі органічні матеріали, не просочені антипіринами.

Таблиця 2. Характеристика вогнестійкості будинків та споруд

Ступінь вогнестійкості	Частини будинків та споруд					
	Несучі і власнонесучі стіни, стіни сходових кліток	Заповнення між стінами	Сполучені перекриття	Міжповерхові і горищні перекриття	Перегородки (ненесучі)	Протипожежні стіни (брандмауери)
I	Негорючі, 3 год	Негорючі, 3 год	Негорючі, 1 год	Негорючі, 1,5 год	Негорючі, 1 год	Негорючі, 4 год
II	Негорючі, 2,5 год	Негорючі, 0,25 год	Негорючі, 0,25 год	Негорючі, 1 год	Негорючі, 0,25 год	Негорючі, 4 год
III	Негорючі, 2 год	Негорючі, 0,25 год	Горючі	Важкогорючі, 0,75 год	Важкогорючі, 0,25 год	Негорючі, 4 год
IV	Важкогорючі, 0,5 год	Важкогорючі, 0,25 год	Горючі	Важкогорючі, 0,25 год	Важкогорючі, 0,25 год	Негорючі, 4 год
V	Горючі	Горючі	Горючі	Горючі	Горючі	Негорючі, 4 год

Примітка. Цифрами зазначені межі вогнестійкості будівельних конструкцій – період часу в годинах, від початку дії вогню на конструкцію до утворення в ній наскрізних тріщин або досягнення температури 200 °С на поверхні стіни, зворотної до дії вогню, або до втрати конструкцією несучої спроможності (завалення).

Таблиця 3. Фізичні властивості горючих матеріалів

Матеріал	Щільність, г/см ³	Питомо-масова швидкість вигорання, кг/(м ² ·хв)	Температура, °С	
			полум'я	займання
Деревина	0,55	0,72	1000	255
Пластмаса, полістирол	1,2	0,33	1000	350
Папір	1,0	0,35	1000	200
Гума	1,5	0,49	1000	270
Гас, дизельне паливо	0,8	0,85	1200/1100	30
Бензин	0,7	1,53	1250	10
Горючі гази	–	–	1500	–
Синтетичні смоли	1,0	0,5	1100	400–700

Таблиця 4. Питома теплота (енергія) вибуху горючих газів і парів горючих рідин

Речовина	Теплота вибуху Q _v , кДж/кг	Речовина	Теплота вибуху Q _v , кДж/кг
Аміак	18,6 · 10 ³	Метан	50 · 10 ³
Ацетон	28,6 · 10 ³	Метиловий спирт	20,9 · 10 ³
Апетилен	48,3 · 10 ³	Пропан	46,4 · 10 ³
Н-бутан	45,8 · 10 ³	Пропилен	45,88 · 10 ³
Бутилен	45,5 · 10 ³	Етан	47,4 · 10 ³
Бензол	40,6 · 10 ³	Етилен	47,4 · 10 ³
Бутадиєн	47,0 · 10 ³	Етиловий спирт	33,8 · 10 ³
Водень	120 · 10 ³		

Таблиця 5. Розміри та обсяг завалів при повних руйнуваннях будівель та споруд

Кількість поверхів	Середня висота будівлі, споруди, м	Висота завалу, м		Середнє віднесення основної маси уламків, м	Обсяг завалів на 1 м погонної довжини будівлі, споруди, м ³	
		найвища	біля стіни будівлі, споруди		загальний	поза контуром будинку
1	4	2	1	3	12	2,5
2	9	3,3	1,5	4,5	33	3,4
3	13	4	2,2	6,5	48	7,2
4	17	4,4	2,7	8,5	62	11,5
5	21	4,8	3,1	10	77	16,5
6	25	5	3,5	12,5	90	22

Примітки. 1. Дані у таблиці – для випадку дії ударної хвилі з боку фасаду будівлі, споруди, 2. При дії ударної хвилі на короткий бік будівель та споруд висоти завалів збільшуються в 1,5–2 рази залежно від етажності (кількості поверхів). 3. При збільшенні тиску у фронті ударної хвилі від 50–120 кПа дальність розльоту уламків може збільшитися в 2–3 рази, а висота завалів зменшиться в 1,5–2 рази.

Таблиця 6. Порівняльні характеристики впливу на будівлі, споруди ударної хвилі, землетрусу, урагану (смерчу)

Надмірний тиск внаслідок вибуху, КПа	Сила землетрусу, бали	Сила урагану (смерчу)			Ступінь руйнувань	Характеристика	
		бали	Швидкість			руйнувань (ушкоджень)	відновлювальних робіт
			м/с	км/год			
Понад 50	11–12	17	Понад 331,3	Понад 1194	Повні (А)	Повне завалення несучих конструкцій	Відновлювання неможливе або економічно недоцільне
30–50	9–10	16–17	53,5–58,6	192,6–210,96	Сильні (Б)	Зберігається незначна частина несучих конструкцій (елементи залізобетонних каркасів, фундаменти)	Відновлювання можливе в порядку перебудови спорудження
20–30	7–8	14–15	43,8–48,6	157,7–174,9	Середні (С)	Зберігаються несучі стіни, залізобетонні перекриття	Відбудовні роботи вимагають значних економічних затрат
10–20	5–6	12–13	32,7–39	122,3–145	Слабкі (Д)	Деформація або руйнація окремих другорядних елементів конструкцій, (стріха, віконні і дверні коробки, перекриття і перегородки)	Потребують ремонту силами ремонтно-відбудовних бригад
Менше 10	4–5	9–11	21–28,5	80–110	Легкі (Е)	Незначні ушкодження несуттєвих елементів (склення, штукатурки)	Потребують поточного або декоративного ремонту

Можливі заходи щодо підвищення протипожежної безпеки та обмеження обсягу руйнувань будівель та споруд ОГД

Обладнання в системі водопостачання пожежних гідрантів та розміщення їх на території, що не завалюється.

Спорудження пожежних водоймищ та резервуарів на території об'єкта, майданчиків та пірсів для установки насосів на берегах річок (озер тощо), а також обладнання під'їздів до цих споруд.

Створення протипожежних сил та засобів, підтримання їх у постійній готовності до дії.

Регулярне очищення території від предметів та відходів, що легко спалахують.

Зберігання ПМР та інших вибухо- та пожежонебезпечних речовин на відокремленій території у підземних сховищах.

Обладнання спеціальних заглиблених ємностей для швидкого спуску в них горючих рідин із технологічних систем та установок.

Зруйнування малоцінних споруд, що легко спалахують (при необхідності заміна їх на ті, що не горять).

Заміна дерев'яних конструкцій будівель та споруд (двері, віконні рами тощо) на ті, що не горять (металеві), або вогнезахисне пофарбування та обмазка при неможливості швидкої їх заміни.

Обладнання цехів (приміщень) пожежною сигналізацією та автоматичними лініями і засобами гасіння пожеж.

Максимальне усунення умов, що створюють вибухо- та пожежонебезпечні газові суміші в будівлях (цехах).

Підвищення межі вогнестійкості будівельних конструкцій будівель та встановлення брандмауерів (протипожежних стін).

Проведення заходів щодо захисту виробничого персоналу та протипожежної безпеки (обладнання запасних виходів, розробка плану евакуації, установлення показників маршруту, визначення місць для паління, розробка правил безпеки при роботі з відкритим вогнем тощо).

Зменшення у цехах до технологічно обґрунтованого мінімуму горючих речовин (мастил, гасу, бензину, фарб тощо).

Захист від теплового випромінювання відкритих технологічних установок, балонів та інших апаратів із горючими рідинами та газами.

Заміна (якщо можливо) горючих рідин у технологічному процесі на негорючі (гас для промивання деталей, наприклад, на водний розчин хромпіку).

Підготовка до негайного спуску з технологічних мереж та установок горючих рідин в заглиблені місткості.

Усунення горючих матеріалів від віконних отворів.

Підсилення окремих елементів та конструкцій будівель (споруд) за рахунок використання нових більш міцних та легких матеріалів.

Зменшення прогонів несучих конструкцій встановленням додаткових опор, колон та ін.

Підсилення елементів несучих конструкцій та їх зв'язків установкою каркасів, підкосів та ін.

Обвалування ємностей, установлення на них ребер жорсткості, заглиблення їх у ґрунт.

Часткова обсіпка ґрунтом низьких споруд та їх елементів.

Закріплення додатковими відтяжками високих споруд (труб, веж, вишок та ін.)

Часткове занурення, якщо є можливість, окремих видів плавучих споруд (плавдоків).

Вивезення та зберігання наднормативних запасів речовин, що викликають повторні ураження (вибухо- та пожежонебезпечні речовини, СДОР, ПМР тощо) на небезпечну відстань від об'єкта.

Заміна технологічного процесу з метою виключення можливості утворення повторних уражаючих факторів.

Встановлення у вибухонебезпечних приміщеннях пристроїв, що локалізують дію вибуху (вікна, що відкриваються самі, поворотні панелі, противибухові клапани тощо).

Полегшення перекрить та стінового заповнення виробничих будівель.

Захист ємностей для зберігання ПМР, СДОР та інших агресивних рідин (газів) шляхом їх зміцнення, заглиблення та обвалування ґрунтом.

Будівництво під сховищем СДОР підземних резервуарів з водою для швидкого спуску та розчину цих речовин.

Обладнання систем та установок автоматично діючими нейтралізаторами СДОР та створення запасу нейтралізуючих речовин.

Впровадження у цехах об'єкта автоматичної аварійної сигналізації (пожежної, виявлення газу, диму, СДОР, надходження води тощо).

Улаштування протипожежних смуг.

Зміст

Передмова	3
1. Завдання на розрахункову роботу	4
1.1. Навчальні питання	4
1.2. Матеріальне забезпечення і рекомендована література	4
1.3. Організаційно-методичні вказівки	5
2. Порядок виконання завдання	5
2.1. Поняття про пожежну обстановку та її оцінка	5
2.2. Оцінка інженерної обстановки	14
3. Загальний висновок і пропозиції по обмеженню наслідків прогнозованих НС	17
Додаток 1	18
Додаток 2	21