

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ**

**РОБОЧА ПРОГРАМА,
методичні вказівки та індивідуальні завдання до вивчення
дисципліни «Основи охорони праці та безпека життєдіяльності»,
розділ «Основи охорони праці»
для студентів усіх спеціальностей**

Дніпропетровськ НМетАУ 2018

УДК 65.247 К36

Робоча програма, методичні вказівки та індивідуальні завдання до вивчення дисципліни «Основи охорони праці та безпека життєдіяльності», розділ «Основи охорони праці» для студентів усіх спеціальностей. / Укл.: І.І. Іванов, М.В. Сухарева. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2018. – 83 с.

Викладено мету та завдання вивчення дисципліни, її зміст, критерії оцінювання знань студента. Наведено варіанти індивідуального завдання, методичні рекомендації щодо самостійного опрацювання окремих розділів програми та виконання індивідуального завдання, задачі розрахункової частини індивідуального завдання, вказівки до їх рішення, перелік рекомендованої літератури, додатки.

Призначена для студентів усіх спеціальностей заочної форми навчання.

Укладачі: І.І. Іванов, канд. техн. наук, доц.

М.В. Сухарева, ст. викл.

Відповідальний за випуск О.О. Єрємін, д-р техн. наук, проф.

Рецензент М.В. Губинський, д-р техн. наук, проф.

Підписано до друку 20.10.2018 . Формат 60х84 1/16. Папір друк. Друк плоский.
Облік.-вид. арк. 4,88. Умов. друк. арк. 4,86. Тираж 100 пр. Замовлення №175.

Національна металургійна академія України
49600 м. Дніпропетровськ-5, пр. Гагаріна, 4
Редакційно-видавничий відділ НМетАУ

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Робоча програма дисципліни.....	4
1.1 Мета та завдання.....	4
1.2 Зміст дисципліни.....	6
1.3 Практичні заняття.....	11
2 Методичні вказівки до виконання індивідуального завдання.....	12
2.1 Загальні вимоги.....	12
2.2 Варіанти індивідуального завдання.....	13
2.3 Теоретичні питання індивідуального завдання.....	14
2.4 Задачі до розрахункової частини індивідуального завдання та вказівки до їх рішення.....	22
Рекомендована література.....	73
Додатки.....	76

ВСТУП

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Робоча програма складена на підставі типової навчальної програми дисципліни «Основи охорони праці» для вищих навчальних закладів, затвердженої МОН 18.03.2011 р.

З дисципліни «Основи охорони праці» студентам читаються настановні та оглядові лекції. Студенти одержують індивідуальні та групові консультації, виконують практичні роботи. Основна форма навчальної роботи студентів – самостійне вивчення матеріалу дисципліни за підручниками і нормативними документами у послідовності, наведеній у робочій програмі. Практичних навичок з охорони праці студент набуває в процесі роботи за спеціальністю. При вивченні матеріалу рекомендується вести конспект для систематизації і закріплення знань.

Згідно з навчальним планом дисципліни передбачаються виконання індивідуального завдання та підсумковий контроль у вигляді заліку або екзамену. Залікова або екзаменаційна робота містить 2 теоретичні питання у відповідності з робочою програмою (0,8 бали), 4 задачі (0,4 бали) та 9 тестів (0,2 бали) (додаток А).

Для отримання заліку необхідно набрати не менше 2,6 бали. При цьому вичерпна відповідь принаймні на одне з теоретичних питань є обов'язковою.

1 РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

1.1 Мета та завдання

Метою вивчення дисципліни є надання знань, умінь, здатностей (компетенцій) для здійснення ефективної професійної діяльності шляхом забезпечення оптимального управління охороною праці на підприємствах (об'єктах господарської, економічної та науково-освітньої діяльності), формування у студентів відповідальності за особисту та колективну безпеку і усвідомлення необхідності обов'язкового виконання в повному обсязі всіх

заходів гарантування безпеки праці на робочих місцях.

Завдання вивчення дисципліни полягає у набутті студентами знань, умінь і здатностей (компетенцій) ефективно вирішувати завдання професійної діяльності з обов'язковим урахуванням вимог охорони праці та гарантуванням збереження життя, здоров'я та працездатності працівників у різних сферах професійної діяльності.

В результаті вивчення дисципліни «Основи охорони праці» бакалаври з відповідних спеціальностей та напрямів підготовки повинні мати такі основні загальнокультурні та професійні компетенції з охорони праці.

Загальнокультурні компетенції:

- здатність до ефективного використання положень нормативно-правових документів в своїй діяльності;
- володіння основними методами збереження здоров'я та працездатності виробничого персоналу.

Професійні компетенції:

в виробничо-технологічній діяльності:

- обґрунтування вибору безпечних режимів, параметрів, виробничих процесів (в галузі діяльності);
- ефективне виконання функцій, обов'язків і повноважень з охорони праці на робочому місці, у виробничому колективі;
- проведення заходів щодо усунення причин нещасних випадків і професійних захворювань на виробництві;

в організаційно-управлінській діяльності:

- проведення заходів з профілактики виробничого травматизму та професійної захворюваності;
- здатність до організації діяльності у складі первинного виробничого колективу з обов'язковим урахуванням вимог охорони праці;
- методичне забезпечення і проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці серед працівників організації (підрозділу);

в проектно-конструкторській діяльності:

- впровадження безпечних технологій, вибір оптимальних умов і режимів праці, проектування та організація робочих місць на основі сучасних технологічних та наукових досягнень в галузі охорони праці

1.2 Зміст дисципліни

Тема 1. Вступ

Охорона праці в Україні та за кордоном. Основні терміни та визначення. Мета, завдання та основні розділи дисципліни ОП, зв'язок з іншими дисциплінами. Вплив здорових та безпечних умов на робочих місцях на підвищення продуктивності праці. Науково-технічний прогрес та охорона праці.

Розділ 1. ПРАВОВІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАСАДИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Тема 2. Законодавчі та організаційні питання охорони праці

Конституційні гарантії та основні законодавчі акти України у сфері охорони праці. Кодекс законів про працю. Гарантії прав працівників на охорону праці, пільги і компенсації за важкі та шкідливі умови праці. Відповідальність посадових осіб і працівників за порушення законодавства про охорону праці. Система державного управління охороною праці в Україні. Компетенція та повноваження органів державного управління охороною праці. Органи державного нагляду за охороною праці, їх основні повноваження і права. Громадський контроль за дотриманням законодавства про охорону праці. Нормативно-правові акти з охорони праці (НПАОП): визначення, основні вимоги та ознаки. Структура НПАОП. Реєстр НПАОП. Стандарти в галузі охорони праці. Система стандартів безпеки праці (ССБП). Міждержавні стандарти ССБП. Національні стандарти України з охорони праці. Санітарні, будівельні норми, інші загальнодержавні документи з охорони праці. Акти з охорони праці, що діють в організації, їх склад і структура. Інструкції з охорони праці. Фінансування охорони праці.

Тема 3. Організація охорони праці на підприємстві

Структура, функції і завдання управління охороною праці в організації. Служба охорони праці підприємства. Статус і підпорядкованість. Завдання, функції, структура і чисельність служб охорони праці, їх права і обов'язки. Громадський контроль за станом охорони праці в організації. Уповноважені найманими працівниками особи з питань охорони праці, їх обов'язки і права.

Комісія з питань охорони праці підприємства. Основні завдання та права комісії. Регулювання питань охорони праці у колективному договорі. Контроль стану охорони на підприємстві. Стимулювання охорони праці. Організація та види навчання з питань охорони праці. Вивчення основ охорони праці у навчальних закладах і під час професійного навчання. Навчання і перевірка знань з питань охорони праці працівників під час прийняття на роботу і в процесі роботи. Спеціальне навчання і перевірка знань з питань охорони праці працівників, які виконують роботи підвищеної небезпеки. Навчання з питань охорони праці посадових осіб. Кабінети промислової безпеки та охорони праці, основні завдання та напрямки роботи кабінетів. Кольори, знаки безпеки та сигнальна розмітка. Інструктажі з питань охорони праці. Види інструктажів. Порядок проведення інструктажів для працівників. Інструктажі з питань охорони праці для вихованців, учнів, студентів. Стажування (дублювання) та допуск працівників до самостійної роботи

Тема 4. Профілактика травматизму та професійних захворювань

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Поняття про нещасний випадок, профзахворювання і виробничий травматизм. Порядок розслідування і обліку нещасних випадків та профзахворювань. Класифікація причин нещасних випадків. Розподіл травм за ступенем тяжкості. Методи аналізу травматизму. Профілактика травматизму та профзахворювань. Шляхи попередження травматизму. Відшкодування власником шкоди здоров'ю працівника при нещасному випадку. Економічне значення заходів щодо покращання умов та охорони праці. Структура витрат на заходи з охорони праці. Визначення сумарних річних витрат. Методика оцінки соціальної і соціально-економічної ефективності заходів з охорони праці. Методи економічної оцінки народногосподарських та соціальних результатів охорони праці. Методи визначення госпрозрахункового економічного результату. Методи розрахунків економічної ефективності заходів з охорони праці.

Розділ 2. ВИРОБНИЧА САНІТАРІЯ

Тема 5. Метеорологічні умови у виробничих приміщеннях

Фізіологія та гігієна праці, їх значення. Чинники, що визначають санітарно-гігієнічні умови праці. Загальні підходи до оцінки умов праці та забезпечення належних, безпечних і здорових умов праці. Робоча зона виробничих приміщень. Мікроклімат робочої зони. Атмосферне повітря, вплив його складових на організм людини. Тепловий баланс людини і шляхи виділення тепла з організму; терморегуляція організму. Нормування та контроль параметрів мікроклімату. Заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату. Захист від променевого тепла.

Тема 6. Шкідливі речовини в повітрі робочої зони приміщень

Склад повітря робочої зони; джерела забруднення повітряного середовища шкідливими речовинами (газами, парою, пилом, димом, мікроорганізмами). Дія на організм токсичних газів і парів. Класифікація промислових токсичних речовин за характером дії на організм і за ступенем небезпеки. Нормування і контроль промтоксинів у повітрі робочої зони. Гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин. Вплив пилу на організм людини; його види. Професійні захворювання. Нормування і контроль пилу в повітрі робочої зони. Профілактичні заходи щодо попередження профзахворювань та отруєнь. Очистка повітря від пилу (способи та технічні засоби). Індивідуальні засоби захисту від токсичних речовин і пилу.

Тема 7. Промислова вентиляція

Призначення і класифікація вентиляції. Організація повітрообміну в приміщеннях, повітряний баланс, кратність повітрообміну. Розрахунок витрат повітря для провітрювання промбудов і споруд. Аерація, проектування, розрахунок. Механічна вентиляція, проектування, порядок розрахунку. Аварійна вентиляція. Кондиціонування повітря. Вентилятори, вибір вентилятора для роботи на мережу. Місцева вентиляція.

Тема 8. Захист від шуму, вібрації, інфра- та ультразвуку

Фізичні характеристики шуму: звуковий тиск, інтенсивність, частота. Звукова потужність джерела звуку. Класифікація шумів за походженням, за характером, спектром та часовими характеристиками. Вплив шуму на організм людини. Нормування і контроль рівня шуму на робочих місцях. Методи та засоби колективного та індивідуального захисту від шуму у виробничих приміщеннях. Вібрація, її вплив на організм. Класифікація, джерела і характеристики вібрації. Гігієнічне нормування та методи контролю параметрів вібрацій. Заходи колективного та індивідуального захисту від локальної і загальної вібрації. Організаційно-технічні та лікувально-профілактичні заходи із запобігання віброхвороби. Інфразвук та ультразвук. Джерела та параметри інфразвукових та ультразвукових коливань. Дія інфра- і ультразвуку на організм людини. Нормування та контроль рівнів ультразвуку та інфразвуку. Захист від інфра- і ультразвуків на виробництві.

Тема 9. Захист від іонізуючих та електромагнітних випромінювань

Виробничі джерела іонізуючих випромінювань, їх види, особливості використання та основні характеристики. Експозиційна, поглинена та еквівалентна дози, одиниці вимірювання. Біологічна дія іонізуючих випромінювань. Захист персоналу від іонізуючих випромінювань у виробничих умовах. Нормування і дозиметричний контроль. Джерела, особливості, класифікація та характеристики електромагнітних випромінювань і полів промислової частоти та радіочастотного діапазону; їх дія на організм. Нормування електромагнітних випромінювань. Прилади та методи контролю. Захист від електромагнітних випромінювань і полів. Джерела ультрафіолетового (УФ) та лазерного випромінювання, їх нормування, прилади та методи контролю. Засоби та заходи захисту від УФ та лазерного випромінювань.

Тема 10. Виробниче освітлення

Вплив освітлення на безпеку і продуктивність праці. Кількісні та якісні показники освітлення. Вимоги до виробничого освітлення. Класифікація виробничого освітлення. Природне, штучне, суміщене освітлення. Нормування освітлення, розряди зорової роботи. Джерела штучного освітлення,

світильники, їх характеристики. Проектування та експлуатація систем виробничого освітлення.

Розділ 3. ОСНОВИ ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Тема 11. Безпечність технологічних процесів та устаткування

Класи шкідливості підприємств за санітарними нормами. Санітарно-захисні зони. Вимоги до розташування промислового майданчика підприємства, до виробничих та допоміжних приміщень, до транспортних комунікацій. Безпека виробничого процесу та обладнання. Класифікація виробничих процесів за імовірністю та тяжкістю аварій. Вимоги безпеки щодо виробничого устаткування. Ергономічні аспекти охорони праці. Виробнича естетика. Безпека експлуатації обладнання, що працює під тиском. Забезпечення безпеки при експлуатації вантажопідйомних машин та механізмів.

Тема 12. Електробезпека

Статистика травматизму від електричного струму. Дія електричного струму на організм людини. Класифікація електротравм. Різновиди та характеристика місцевих електротравм. Загальна електротравм і її ступені. Чинники, що впливають на наслідки ураження електричним струмом. Петлі струму. Схеми вмикання людини до електричного ланцюга. Напруга дотику та крокова напруга. Струм прихвату і смертельно небезпечний струм. Гранично припустимі значення струму і напруги. Класифікація виробничих приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом. Технічні засоби та організаційні заходи електробезпеки. Документація на робочих місцях при експлуатації електроустановок. Кваліфікаційні групи персоналу електроустановок і вимоги до них. Проведення робіт на електроустановках. Захисне заземлення, занулення, захисне відключення. Засоби колективного та індивідуального електрозахисту. Захист від статичної електрики. Надання першої допомоги при ураженні людини електричним струмом.

Розділ 4. ОСНОВИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

Тема 13. Горіння і вибухопожежонебезпечні властивості речовини

Поняття про горіння і пожежу. Показники вибухопожежонебезпечних властивостей матеріалів і речовин. Причини та небезпечні фактори пожежі для людей. Класи пожеж за речовинами, що приймають участь у горінні.

Вибухове горіння та детонація, межі вибуховості, причини вибухів, вибухонебезпечна зона приміщення. Групи газонебезпечних місць. Класифікація будівельних матеріалів і конструкцій залежно від горючості. Вогнестійкість конструкцій будівель і споруд. Категорії виробництв залежно від пожежо- і вибухонебезпечності.

Тема 14. Боротьба з пожежами

Статистика пожеж та вибухів у металургії. Законодавча база пожежної безпеки. Пожежна охорона, пожежний нагляд та пожежна профілактика; їх задачі і організація. Склад і завдання пожежно-технічних комісій.

Протипожежні заходи при проектуванні промислових будівель. Протипожежні перепони, евакуаційні виходи. Пожежна безпека в електроустановках. Спринклерні і дренчерні системи пожежогасіння. Пожежна сигналізація. Ручні та автоматичні оповіщувачі.

Первинні засоби пожежогасіння. Гасіння пожеж водою, паром, інертним газом, хімічною і повітряно-механічною піною. Дії персоналу при виникненні пожежі. Вивчення питань пожежної безпеки працівниками.

1.3 Практичні заняття

1. Дослідження метеорологічних умов у виробничих приміщеннях.
2. Дослідження промислового освітлення.
3. Дослідження виробничого шуму механізмів.
4. Вивчення первинних засобів пожежогасіння і методів їх застосування.

2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

2.1 Загальні вимоги

Індивідуальне завдання складається з трьох теоретичних питань та розрахункової частини, яка містить три задачі. Варіант індивідуального завдання вибирають за останніми двома цифрами залікової книжки, які визначають учбовий шифр студента (підрозділ 2.2). Теоретичні питання за своїм варіантом вибирають з підрозділу 2.3. Варіант вихідних даних для розв'язання задач вибирають з відповідних таблиць за останньою цифрою шифру.

Індивідуальне завдання виконують у надрукованому вигляді або чітким розбірливим почерком в учнівському зошиті або на аркушах формату А-4, пронумерованих і скріплених належним чином. На кожній сторінці залишають поля для зауважень.

Відповіді на питання повинні бути чіткими, повними, з посиланням на джерела інформації, за необхідності пояснюватися схемами, ескізами, графіками. Графічний матеріал повинен відповідати вимогам ЄСКД та технічного креслення.

При розв'язанні задачі треба навести її умови, вихідні дані і розгорнуте рішення з формулами, що використовуються, розшифруванням прийнятих позначень і вказівкою одиниць виміру параметрів. В кінці задачі наводять відповідь або висновок до рішення.

В кінці індивідуального завдання слід навести перелік використаної літератури, поставити дату виконання та підпис. Зарахована робота подається викладачеві під час складання заліку або екзамену.

2.2 Варіанти індивідуального завдання

№№ вар.	№№ питань	№№ задач	№№ вар.	№№ питань	№№ задач	№№ вар.	№№ питань	№№ задач
01	1,31,61	27,36,46	35	35,65,95	10,20,39	69	69,99,129	16,31,42
02	2,32,62	2,12,23	36	36,66,96	11,21,31	70	70,100,130	17,34,43
03	3,33,63	2,13,24	37	37,67,97	12,22,32	71	71,101,131	18,31,44
04	4,34,64	3,14,25	38	38,68,98	13,23,33	72	72,102,132	2,15,24
05	5,35,65	3,15,27	39	39,69,99	14,24,34	73	73,103,133	3,16,25
06	6,36,66	8,16,27	40	40,70,100	15,25,38	74	74,104,134	8,17,36
07	7,37,67	8,17,25	41	41,71,101	16,22,36	75	75,105,135	9,18,27
08	8,38,68	9,18,24	42	42,72,102	17,27,37	76	76,106,136	10,19,38
09	9,39,69	9,19,31	43	43,73,103	18,37,38	77	77,107,137	11,20,39
10	10,40,70	10,20,31	44	44,74,104	19,36,39	78	78,108,138	12,21,40
11	11,41,71	10,21,32	45	45,75,105	20,34,40	79	79,109,139	13,22,31
12	12,42,72	11,22,33	46	46,76,106	21,31,41	80	80,110,140	14,23,32
13	13,43,73	12,23,34	47	47,77,107	22,32,42	81	81,111,141	15,24,33
14	14,44,74	13,24,36	48	48,78,108	23,33,43	82	82,112,142	2,13,25
15	15,45,75	14,25,36	49	49,79,109	24,34,44	83	83,113,143	2,14,36
16	16,46,76	15,25,37	50	50,80,110	25,32,45	84	84,114,144	3,15,27
17	17,47,77	16,31,38	51	51,81,111	20,32,44	85	85,115,145	3,16,38
18	18,48,78	17,31,39	52	52,82,112	21,33,45	86	86,116,146	11,17,45
19	19,49,79	18,32,40	53	53,83,113	22,34,46	87	87,117,147	11,18,46
20	20,50,80	19,32,41	54	54,84,114	9,14,46	88	88,118,148	10,19,31
21	21,51,81	20,33,42	55	55,85,115	2,15,45	89	89,119,149	8,20,32
22	22,52,82	21,33,43	56	56,86,116	3,16,44	90	90,120,150	9,21,33
23	23,53,83	22,34,44	57	57,87,117	11,17,43	91	91,121,151	10,22,34
24	24,54,84	23,34,45	58	58,88,118	12,18,31	92	92,122,152	11,23,42
25	25,55,85	24,36,46	59	59,89,119	13,19,32	93	93,119,145	12,24,36
26	26,56,86	2,11,21	60	60,90,120	14,20,33	94	94,120,146	13,25,37
27	27,57,87	2,12,22	61	61,91,121	8,21,34	95	95,121,147	14,38,42
28	28,58,88	3,13,23	62	62,92,122	9,22,42	96	96,122,148	15,27,39
29	29,59,89	10,14,24	63	63,93,123	10,23,36	97	97,123,149	16,32,40
30	30,60,90	10,15,25	64	64,94,124	11,24,37	98	98,124,150	17,33,41
31	31,61,91	9,16,25	65	65,95,125	12,25,38	99	99,125,151	18,34,42
32	32,62,92	8,17,27	66	66,96,126	13,33,39	00	100,126,152	19,31,43
33	33,63,93	8,18,27	67	67,97,127	14,27,40			
34	34,64,94	9,19,34	68	68,98,128	15,32,41			

2.3 Теоретичні питання індивідуального завдання

1. Дайте визначення поняття «охорони праці», «промислова санітарія», «техніка безпеки»; наведіть характеристику стану охорони праці в Україні.
2. Як впливає стан охорони праці на економічні показники діяльності підприємства?
3. Дати визначення понять: небезпечний виробничий фактор, шкідливий виробничий фактор, нещасний випадок, професійне захворювання, робоча зона.
4. Перелічити основні законодавчі акти з охорони праці. Назвіть основні розділи закону України «Про охорону праці».
5. Які права з охорони праці мають громадяни при складанні трудового договору і під час роботи?
6. У чому полягають права працівників на пільги і компенсації за важкі і шкідливі умови праці?
7. Які види нагляду і контролю з охорони праці передбачені в Україні?
8. У чому полягають обов'язки роботодавця в сфері охорони праці?
9. Які обов'язки працівника передбачені законодавством про охорону праці?
10. У чому полягають гарантії охорони праці жінок, неповнолітніх і інвалідів?
11. Перелічить основні види міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці.
12. Перелічить основні нормативні акти з охорони праці, що діють у межах підприємства. Який порядок розробки і затвердження цих актів?
13. Яка відповідальність передбачена за порушення вимог з охорони праці?
14. Перелічити органи державного нагляду за охороною праці. Які повноваження мають ці органи?
15. Перелічити основні функції і завдання системи управління охороною праці.
16. Як здійснюється управління охороною праці на підприємстві?
17. Розкрийте структуру системи управління охороною праці на підприємстві.
18. Як і коли створюється на підприємстві служба охорони праці? Основні завдання, функціональні обов'язки і права цієї служби.
19. Як проводиться атестація робочих місць на відповідність вимогам нормативних актів про охорону праці?

20. Як здійснюється навчання та перевірка знань працівників з питань охорони праці?
21. Назвіть види інструктажів з охорони праці, порядок їх проведення та реєстрації.
22. Як здійснюється відшкодування роботодавцем шкоди працівникам у разі ушкодження здоров'я під час виконання трудових обов'язків чи нанесення моральної шкоди?
23. Як здійснюється нагляд і контроль за станом охорони праці в Україні? Перелічити органи державного нагляду за охороною праці.
24. Які повноваження і права має державний інспектор з охорони праці?
25. Як здійснюється суспільний контроль за дотриманням законодавства з охорони праці?
26. Розкрийте сутність трьохступінчастої системи контролю за станом охорони праці на підприємстві.
27. Які повноваження і права мають професійні союзи в сфері контролю за дотриманням законодавства з охорони праці?
28. Наведіть класифікацію нещасних випадків за фактором, що травмує, за тяжкістю, за зв'язком з виробництвом.
29. Перелічить нещасні випадки, за результатами розслідування яких складається акт за формою Н-1 і які беруться на облік.
30. При яких обставинах нещасні випадки, що трапилися з працівниками, не беруться на облік і за результатами розслідування акт за формою Н-1 не складається?
31. Викладіть порядок сповіщення про нещасні випадки та їх розслідування і обліку. Терміни розслідування.
32. Які відомості заносяться в акт форми Н-1?
33. Хто затверджує акт форми Н-1? Кому він направляється? Терміни його зберігання.
34. У якому випадку і як проводиться спеціальне розслідування нещасних випадків?
35. Як проводиться розслідування нещасних випадків з особливо тяжкими наслідками? Склад документації цього розслідування.
36. Порядок розслідування професійних захворювань на виробництві.
37. Характеристика безпеки технологічного процесу. Класифікація аварій.
38. Характеристика трудових операцій як об'єкта аналізу умов праці.

39. Які методи аналізу травматизму використовуються? Дайте коротку характеристику цим методам.
40. У чому полягає статистичний метод аналізу травматизму? Як визначаються показники частоти та тяжкості травматизму?
41. Визначити показники частоти та тяжкості травматизму. Навести відповідні розрахункові формули.
42. Яким загальним санітарно-гігієнічним вимогам повинен відповідати генплан підприємства?
43. Назвіть загальні санітарно-гігієнічні вимоги до улаштування виробничих приміщень.
44. Визначити поняття мікроклімату робочої зони, охарактеризувати його вплив на теплообмін організму людини з навколишнім середовищем. Що таке тепловий удар?
45. Назвіть основні види теплообміну людини з навколишнім середовищем. Як вони залежать від параметрів мікроклімату?
46. Дати визначення понять: оптимальні, припустимі і шкідливі умови роботи.
47. Який природний склад має повітря робочої зони? Як його складові частини впливають на життєдіяльність людини?
48. Який вплив на людину спричиняє змінення тиску атмосферного повітря?
49. Опишіть основні джерела забруднення шкідливими речовинами повітряного середовища виробничих приміщень підприємств.
50. До яких наслідків для працюючих можуть привести шкідливі домішки повітря робочої зони?
51. Приведіть класифікацію шкідливих домішок повітря робочої зони.
52. Як залежить шкідливий вплив домішок повітряного середовища від їхнього хімічного складу, часу дії, концентрації, параметрів мікроклімату, наявності інших шкідливих факторів, фізичної трудомісткості робіт?
53. Як здійснюється санітарно-гігієнічне нормування забруднень повітряного середовища на виробництві?
54. Як здійснюється визначення гранично допустимих концентрацій шкідливих домішок повітря робочої зони при наявності декількох домішок?
55. Як здійснюється нормування параметрів мікроклімату?
56. Перелічить заходи і способи щодо нормалізації параметрів мікроклімату.

57. Який вплив спричиняє теплове випромінювання на організм людини? Як здійснюється нормування інтенсивності потоку випромінювання?
58. Які методи використовуються для захисту від променевого тепла й у чому їхня сутність?
59. Які параметри мікроклімату нормуються для робочої зони виробничих приміщень за ГОСТом 12.1.005-88 і з урахуванням яких факторів?
60. Опишіть загальні заходи і засоби попередження забруднення повітряного середовища на виробництві.
61. Для чого і коли проводяться періодичні медичні обстеження працюючих у шкідливих умовах праці?
62. Які засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) працюючих у шкідливих умовах праці використовуються на підприємствах?
63. У чому полягає призначення вентиляції? Види вентиляції. Назвіть основні вимоги до вентиляції виробничих приміщень
64. Як здійснюється природна вентиляція виробничих приміщень? Переваги і недоліки аерації.
65. Яка мета аерації і порядок розрахунку?
66. Як здійснюється загальнообмінна штучна (механічна) вентиляція? Її переваги над аерацією, недоліки системи штучної вентиляції.
67. Назвіть основні конструктивні елементи систем загальнообмінної штучної вентиляції, їхнє призначення.
68. Призначення місцевих (локальних) систем механічної вентиляції, їхні види. Коли доцільне використання місцевих систем механічної вентиляції?
69. Як здійснюється розрахунок необхідного повітрообміну при проектуванні вентиляції?
70. Наведіть кількісні показники виробничого освітлення.
71. Наведіть якісні показники виробничого освітлення.
72. Яке значення має природне освітлення для працюючих як виробничий і фізіологічно - гігієнічний фактор? Які бувають системи природного освітлення?
73. Розкрийте поняття: коефіцієнт природного освітлення, розряди робіт із зорової роботи.
74. Як здійснюється нормування природного освітлення?
75. Дайте перелік систем і видів штучного освітлення. Яке їхнє призначення?

76. Які вимоги пред'являються до виробничого освітлення?
77. Дайте порівняльну характеристику джерел штучного освітлення.
78. Яке призначення світильників? Їхні основні характеристики і виконання.
79. Як здійснюється нормування штучного освітлення?
80. Які методи використовують при проектуванні систем штучного освітлення? Розкрийте сутність цих методів.
81. Які мета і порядок розрахунку освітлення методом коефіцієнта використання світлового потоку?
82. Що таке шум? Причини і джерела виникнення шуму на підприємствах.
83. Які фізичні параметри використовують для характеристики шуму? Одиниці їхнього виміру. Як визначаються логарифмічні рівні?
84. Як класифікуються шуми?
85. Дайте характеристику впливу шуму на організм людини.
86. Як здійснюється гігієнічне нормування шуму?
87. Опишіть міри і засоби колективного й індивідуального захисту від шуму, що використовуються на підприємствах.
88. Що таке вібрація? Причини і джерела вібрації на підприємствах.
89. Якими фізичними параметрами характеризується вібрація? Одиниці їхнього виміру. Як визначаються логарифмічні рівні?
90. Як класифікується вібрація?
91. Дайте характеристику впливу вібрації на організм людини.
92. Як здійснюється гігієнічне нормування вібрації?
93. Опишіть заходи і способи колективного захисту від вібрації, що використовуються на підприємствах.
94. Які способи індивідуального захисту від вібрації використовуються на підприємствах?
95. Якого режиму роботи і відпочинку необхідно дотримуватися при роботі з вібраційним обладнанням? Медико-профілактичні заходи, що використовуються для попередження віброзахворювань.
96. Яку дію спричиняє електричний струм на людину? Назвіть основні причини електроуражень. Види травматизму від електричного струму.
97. Які місцеві електротравми виникають унаслідок дії електричного струму на людину? Охарактеризуйте ці травми.
98. Причини виникнення електричних ударів? Наслідки ударів. Що таке клінічна смерть?

99. Перелічить фактори, що впливають на тяжкість поразки електричним струмом. У чому полягає цей вплив?
100. Як впливає частота і тривалість дії струму на наслідки поразки людини струмом? Який діапазон частот є найбільш небезпечним? За якої напруги небезпека поразки є більшою для постійного струму і за якої – для струму з частотою 50Гц?
101. Назвіть гранично-припустимі значення струму і напруги для частоти 50Гц; 400Гц і постійного струму. Як ці величини змінюються в залежності від метеоумов приміщення?
102. Охарактеризуйте електричний опір тіла людини. Від яких факторів він залежить? Що таке струм прихвату і смертельно небезпечний струм? Їх величини.
103. Що таке петлі струму і які з них найбільш небезпечні? Види дотику до струмоведучих частин.
104. Коли виникає крокова напруга і від яких факторів вона залежить? Як зменшити небезпеку поразки від крокової напруги?
105. Наведіть класифікацію приміщень за ступенем електронебезпечності. Які рівні умовно-безпечної напруги в них?
106. Охарактеризуйте приміщення з підвищеною і особливою електронебезпечністю.
107. Яка документація повинна знаходитися на робочих місцях при експлуатації електроустановок?
108. Які існують кваліфікаційні групи персоналу електроустановок і вимоги до них?
109. Як здійснюється проведення робіт на електроустановках за усним наказом і за нарядом-допуском?
110. Хто і у якому порядку здійснює огляд електроустановок?
111. Яке призначення захисного заземлення? Його устрій, принцип дії і види.
112. Призначення, устрій і принцип дії захисного занулення.
113. Назвіть види захисту від випадкового дотику до струмоведучих частин обладнання.
114. Які колективні і індивідуальні засоби захисту від поразки електричним струмом використовуються на підприємствах?
115. Як вивільнити людину від дії струму в мережах до 1000В та вище?

116. Яку треба надати першу лікарняну допомогу постраждалому від дії електричного струму?
117. У якому випадку і як виконується штучне дихання методом з рота в рот і непрямий масаж серця постраждалого від дії електричного струму?
118. Які основні причини пожеж на підприємствах? Назвіть небезпечні фактори пожежі для людей.
119. Що таке горіння? Механізм горіння. Температури спалаху і загоряння.
120. Які основні причини вибухів на виробництві? Що таке границі сполоху? Як визначити вибухонебезпечність газоповітряної суміші за наявності декількох горючих і баластних компонентів у паливі?
121. Наведіть класифікацію вибухонебезпечних зон і приміщень.
122. Наведіть класифікацію пожеж за видом горючої речовини.
123. Як визначається вогнестійкість будівельних споруд? Приведіть способи її підвищення.
124. Як характеризується ступінь вогнестійкості будівель і споруд?
125. Наведіть класифікацію приміщень і виробництв за вибухопожежонебезпечністю.
126. Дайте характеристику речовинам, що застосовуються при гасінні пожеж.
127. Як здійснюється виявлення пожежі й оповіщення про неї? Основні елементи системи пожежної сигналізації. Види сповіщувачів про пожежу.
128. Які організаційно-технічні заходи, що спрямовані на попередження пожеж, використовуються на підприємствах? Обов'язки персоналу.
129. Які задачі пожежної охорони об'єкту? На яких підприємствах створюються пожежно-технічні комісії? Їх склад і задачі.
130. Первинні засоби і стаціонарні установки пожежогасіння.
131. Які види захисту будівель і споруд від блискавки використовуються на підприємствах? Устрій цих систем захисту.
132. Поняття про іонізуючі випромінювання, види їх і основні характеристики. Біологічна дія іонізуючих випромінювань.
133. Експозиційна, поглинальна й еквівалентна дози іонізуючих випромінювань; одиниці виміру.
134. Нормування іонізуючих випромінювань і дозиметричний контроль.
135. Захист від іонізуючих випромінювань.
136. Заходи безпеки при застосуванні рентгенівського випромінювання в промисловості.

137. Дія електромагнітних випромінювань на організм людини, їх нормування і контроль.
138. Що таке безпека виробничого процесу і яким основним вимогам з безпеки він повинен відповідати?
139. Які засоби колективного захисту використовуються для безпеки виробничих процесів та обладнання?
140. Яким основним вимогам безпеки повинно відповідати виробниче устаткування? Дайте визначення понять «надійність», «довговічність», «безвідмовність», «ремонтпридатність».
141. Які завдання ергономіки та виробничої естетики?
142. Які методи застосовуються для неруйнівного контролю металу та зварних з'єднань обладнання, що працює під тиском?
143. Як виконується технічне освідчення котлів?
144. Як виконується технічне обстеження котлів?
145. Які причини виробничого травматизму під час роботи на вантажопідійомних машинах та механізмах?
146. Які технічні засоби безпеки використовуються на вантажопідійомних машинах та механізмах?
147. Яка мета і порядок технічного огляду та випробувань вантажопідійомних машин? Види випробувань.
148. У чому полягає економічне значення запровадження заходів з охорони праці?
149. Яка структура витрат на заходи з охорони праці і як вони визначаються?
150. Які соціально-економічні показники використовуються для оцінки заходів з охорони праці?
151. За якими показниками і яким чином можна оцінити народногосподарський результат заходів з охорони праці?
152. За якими показниками і як виконується оцінка економічної ефективності заходів з охорони праці?

2.4 Задачі до розрахункової частини індивідуального завдання та вказівки до їх рішення

Задача 1

Робоче місце, де періодично виконуються технологічні операції тривалістю до 20 хвилин, віддалене від стінки печі площею F , м^2 на відстань l , м. Оцінити відповідність інтенсивності теплового випромінювання на робочому місці припустимому рівню за ГОСТ 12.1.005-88. Матеріал кладки, її товщина S , мм і температура внутрішньої поверхні t_b , $^{\circ}\text{C}$, температура оточуючого повітря та обладнання t_0 , $^{\circ}\text{C}$ наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані до задачі 1

№№ вар.	Матеріал кладки	F , м^2	l , м	S , мм	t_b , $^{\circ}\text{C}$	t_0 , $^{\circ}\text{C}$
1	2	3	4	5	6	7
1	Червона цегла	4	1	360	620	30
2	Шамот	18	1	480	980	20
3	Динас	12	2	620	1250	20
4	Шамот	3,5	6	700	1150	30
5	Динас	1,5	1	400	1100	30
6	Піношамот	3	4,5	500	850	20
7	Червона цегла	6,5	10	300	650	20
8	Шамот	8,8	2	600	1220	25
9	Динас	4	1,5	550	1200	25
0	Піношамот	1,5	3	400	800	30

Вказівки до рішення

Інтенсивність теплового випромінювання на робочому місці при $l \leq F$ та при $l > F$ наближено можна визначити за формулами відповідно:

$$q = \frac{0,78\sqrt{F}\left[\left(\frac{T_3}{100}\right)^4 - 110\right]}{l}, \text{ Вт/м}^2, \text{ та } q = \frac{0,78F\left[\left(\frac{T_3}{100}\right)^4 - 110\right]}{l^2}, \text{ Вт/м}^2,$$

де T_3 – абсолютна температура зовнішньої поверхні стінки печі, К, яку знаходять за методом ітерацій.

Спочатку приймають $t_3 = T_3 - 273 = t_0$, $^{\circ}\text{C}$, коефіцієнт тепловіддачі від стінки в оточуюче середовище $\alpha_3 = 15 \div 20 \text{ Вт/}(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ та знаходять:

- середню температуру кладки: $t = \frac{t_b + t_3}{2}$, $^{\circ}\text{C}$;

- коефіцієнт теплопровідності матеріалу кладки λ , Вт/(м · К) при цій температурі за відповідною формулою додатку Б;
- тепловий потік крізь кладку: $q_K = \frac{t_B - t_0}{\frac{S}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_3}}$, Вт/м².

Потім уточнюють величини t_3 та α_3 :

$$t_3 = t_B - q_K \frac{S}{\lambda}, \text{ } ^\circ\text{C}; \quad \alpha_3 = \frac{C_0 \varepsilon_3}{t_3 - t_0} \left[\left(\frac{T_3}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_0}{100} \right)^4 \right] + 2,554 \sqrt{t_3 - t_0}, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)},$$

де $C_0 = 5,67 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К}^4)$ – коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла;

ε_3 – ступінь чорноти поверхні кладки (додаток Б);

$T_0 = t_0 + 273$ – абсолютна температура оточуючого середовища, К.

Ці значення t_3 та α_3 використовують для уточнення t , λ , q за наведеними формулами. Аналогічно виконують уточнення t_3 , α_3 , t , λ , q у другому та наступних наближеннях. Якщо значення t_3 , що отримано у попередньому та наступному наближенні, відмінні не більш, ніж на $5 \text{ } ^\circ\text{C}$, уточнення t_3 припиняють і приймають у якості розрахункової величину, яка отримана в останньому наближенні.

Припустимий рівень теплового випромінювання знаходять з додатку В у залежності від тривалості роботи, що треба виконувати на робочому місці.

Задача 2

Визначити максимальну тривалість безперервного виконання технологічних операцій робітником на відстані l , м від нагрітої до температури t_3 , $^\circ\text{C}$ поверхні обладнання площею F , м². Який сумарний час на протязі години він може працювати на цьому місці?

Таблиця 2.2 – Вихідні дані до задачі 2

№№ вар.	F , м ²	l , м	t_3 , $^\circ\text{C}$	№№ вар.	F , м ²	l , м	t_3 , $^\circ\text{C}$
1	4	1,5	300	6	2,2	2,5	350
2	1,5	6	800	7	1,5	1	350
3	4	1	300	8	3	3,2	375
4	18	1	200	9	1,5	1,6	300
5	12	2	270	0	8,8	2	250

Вказівки до рішення

Інтенсивність теплового випромінювання на робочому місці визначають як:

$$q = \frac{0,78\sqrt{F}\left[\left(\frac{T_3}{100}\right)^4 - 110\right]}{l}, \text{ Вт/м}^2 \text{ при } l \leq F$$
$$\text{або } q = \frac{0,78F\left[\left(\frac{T_3}{100}\right)^4 - 110\right]}{l^2}, \text{ Вт/м}^2 \text{ при } l > F,$$

де T_3 – абсолютна температура поверхні обладнання, К.

За величиною q інтерполяцією даних додатку В знаходять величини τ_1 і τ_Σ .

Задача 3

У скільки разів буде зніжено інтенсивність теплового випромінювання на робочому місці, якщо зовнішню поверхню кладки печі площею F , м^2 з температурою t_3 , $^\circ\text{C}$ екранувати металевим листом? Відстань від екрана до робочого місця l , м; зазор між екраном та кладкою $l_3 = 200\text{мм}$. Матеріал кладки та екрана наведений в табл. 2.3; температура оточуючого повітря і конструкцій $t_0 = 30^\circ\text{C}$.

Таблиця 2.3 – Вихідні дані до задачі 3

№№ вар.	$F, \text{м}^2$	$l, \text{м}$	$t_3, ^\circ\text{C}$	Матеріал	
				Кладки	Екрана
1	1,5	1	250	Динас	Алюміній шорсткий
2	2,2	2,5	250	Шамот	Алюміній полірований
3	1,5	1,6	200	Піношамот	Сталь листова шліфувана
4	3	3,2	275	Червона цегла	Жерсть біла стара
5	4	1,5	200	Динас	Алюміній дуже окислений
6	8,8	2	200	Шамот	Сталь окислена шорстка
7	1,5	3	300	Червона цегла	Залізо оцинковане блискуче
8	4	1	250	Піношамот	Алюміній полірований
9	18	1	175	Шамот	Алюміній шорсткий
0	12	2	210	Динас	Жерсть біла стара

Вказівки до рішення

Інтенсивність теплового випромінювання на робочому місці при відсутності екрана та при його установці можна визначити за формулами:

$$q = \frac{0,78\sqrt{F}\left[\left(\frac{T_p}{100}\right)^4 - 110\right]}{l_p}, \text{ Вт/м}^2 \text{ при } l_p \leq F$$

$$\text{або } q = \frac{0,78F\left[\left(\frac{T_p}{100}\right)^4 - 110\right]}{l_p^2}, \text{ Вт/м}^2 \text{ при } l_p > F,$$

де l_p – відстань від робочого місця до поверхні, що випромінює, м; при відсутності екрана: $l_p = l + l_3$, м; при його установці: $l_p = l$, м;

T_0 та T_p – абсолютна температура оточуючого середовища та поверхні, що випромінює, К; при відсутності екрана: $T_p = t_3 + 273$, К; при його установці: $T_p = T_e$, К.

Абсолютну температуру екрана T_e , К визначають за формулою:

$$T_e = 100\sqrt[4]{\frac{\left[\left(\frac{T_3}{100}\right)^4 \varepsilon_3 + \left(\frac{T_0}{100}\right)^4\right]}{1 + \varepsilon_3}}, \text{ К},$$

де $\varepsilon_3 = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_k} + \frac{1}{\varepsilon_e} - 1}$ – зведена ступінь чорноти системи «кладка-екран»;

ε_k , ε_e – ступінь чорноти матеріалу кладки і екрана, які знаходять з додатків Б і Г.

Задача 4

Стінка печі площею F , м² і товщиною S , мм виконана з шамотної цегли та віддалена на l , м від робочого місця. Визначити товщину шару теплоізоляції кладки з піношамоту для можливості періодичної роботи тривалістю до τ_1 , хвилин. Температура внутрішньої поверхні кладки t_b , °С; оточуючого повітря і обладнання $t_0 = 30$ °С.

Таблиця 2.4 – Вихідні дані до задачі 4

№№ вар.	F, м ²	l, м	S, мм	τ ₁ , хвилин	t _в , °C	№№ вар.	F, м ²	l, м	S, мм	τ ₁ , хвилин	t _в , °C
1	16	2,5	240	17	1200	6	14	1,5	240	14	1200
2	16	1,5	240	13	1200	7	16	2,5	180	17	1250
3	4	2	180	20	1250	8	16	1,5	180	13	1250
4	4	2	240	20	1200	9	15	3	180	16	1250
5	15	3	240	16	1200	0	14	1,5	180	14	1250

Вказівки до рішення

Припустимо температуру поверхні, що випромінює, тобто зовнішньої поверхні шару теплоізоляції, визначають за формулою:

$$t_3 = 100 \sqrt{\frac{ql}{0,78\sqrt{F}}} + 110 - 273, \text{ } ^\circ\text{C},$$

де q – припустима інтенсивність теплового потоку на робочому місці, Вт/м², яку знаходять інтерполяцією за тривалістю одноразової дії випромінювання τ₁, хвилин, з додатку В.

Коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні теплоізоляції в довкілля:

$$\alpha_3 = \frac{C_0 \varepsilon_3}{t_3 - t_0} \left[\left(\frac{T_3}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_0}{100} \right)^4 \right] + 2,55 \sqrt{t_3 - t_0}, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{K)},$$

де C₀ = 5,67 Вт/(м²·К⁴) – коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла;

ε₃ – ступінь чорноти поверхні теплоізоляції (додаток Б);

T₀, T₃ – абсолютна температура оточуючого середовища і зовнішньої поверхні шару теплоізоляції, К.

Тепловий потік крізь стінку печі та необхідну товщину шару теплоізоляції знаходять за формулами:

$$q_{\text{ст}} = \alpha_3(t_3 - t_0), \text{ Вт/м}^2; \quad S_i = \frac{\lambda_i}{q_{\text{ст}}} (t_c - t_3), \text{ м},$$

де λ_i – коефіцієнт теплопровідності піношамоту, Вт/(м · К), який розраховують за відповідною формулою додатку Б для його середньої температури: $t_i = \frac{t_c + t_3}{2}, \text{ } ^\circ\text{C};$

t_c – температура на межі робочого шару кладки (шамоту) і теплоізоляції, °C, яку знаходять за методом ітерацій.

Спочатку приймають температуру на межі шарів: $t_c = \frac{t_B + t_3}{2}$, °С; знаходять

середню температуру шару шамоту: $t_{ш} = \frac{t_c + t_B}{2}$, °С; коефіцієнт його

теплопровідності при цій температурі $\lambda_{ш}$ за відповідною формулою додатку Б і

значення температури на межі шарів у другому наближенні: $t_c = t_B - q_{cm} \frac{S}{\lambda_{ш}}$, °С.

За уточненим значенням t_c роблять перерахунок $t_{ш}$, $\lambda_{ш}$ та знову уточнюють t_c .

Якщо різниця між отриманим у попередньому і наступному наближенні значеннями t_c не перевищує 5 °С, уточнення припиняють і приймають величину t_c за останнім наближенням.

Задача 5

У виробничому приміщенні розмірами 20×10×4 м з апаратів об'ємом V_1 і V_2 , м³ за припустимих умов їх герметизації крізь нещільності відбувається виток газів відповідно A_1 і A_2 . Тиск в апаратах становить P_1 і P_2 , МПа; температура t_1 і t_2 , °С. Визначити потрібний повітрообмін у приміщенні, якщо у припливному повітрі концентрація цих газів складає a , % від їх ГДК_{рз}.

Таблиця 2.5 – Вихідні дані до задачі 5

№№ вар.	Газ		P ₁ , МПа	P ₂ , МПа	V ₁ , м ³	V ₂ , м ³	t ₁ , °С	t ₂ , °С	a, %
	A ₁	A ₂							
1	Ангідрид сірчистий	Ангідрид сірчаний	0,6	1,6	25	12	80	20	21
2	Аміак	Діоксид азоту	1,0	2,5	40	20	120	40	20
3	Ангідрид сірчаний	Діоксид азоту	2,0	3,0	20	8	90	30	16
4	Хлор	Аміак	4,0	6,0	50	20	130	40	8
5	Водень фтористий	Ангідрид сірчаний	0,5	1,0	60	10	80	35	6
6	Ангідрид сірчистий	Сірководень	0,1	0,2	20	10	100	25	10
7	Ангідрид сірчистий	Діоксид азоту	0,3	0,5	25	15	120	30	12
8	Ангідрид сірчистий	Водень фтористий	0,6	0,8	30	17	110	28	15
9	Водень фтористий	Водню хлорид	1,0	1,2	35	20	90	25	22
0	Хлор	Водню хлорид	1,6	1,0	30	15	100	30	28

Вказівки до рішення

Кількість газів, що точиться крізь нещільності апаратів, визначають за наближеною формулою Н.Н. Репіна:

$$G_i = K_i b_i V_i \sqrt{\frac{M_i}{T_i}}, \text{ кг/годину; } i = 1, 2,$$

де K_i – коефіцієнт, що враховує ступінь зношування обладнання; $K_i = 1 \div 2$;

V_i – об'єм i -того апарату, м^3 ;

M_i і T_i – молекулярна маса газу або пари в i -тому апараті і їх абсолютна температура, К;

b_i – коефіцієнт, що залежить від тиску газу або пари в i -тому апараті і який визначають інтерполяцією з додатку Д.

Для комбінацій шкідливих речовин, що володіють ефектом сумарної дії на організм, повітрообмін у приміщенні повинен забезпечувати дотримання умови:

$$C_1/\text{ГДК}_1 + C_2/\text{ГДК}_2 \leq 1,$$

де C_1, C_2 – фактичні концентрації окремих шкідливих домішок у повітрі, $\text{мг}/\text{м}^3$;

$\text{ГДК}_1, \text{ГДК}_2$ – їх гранично допустимі концентрації у робочій зоні приміщення за ГОСТ 12.1.005-88, $\text{мг}/\text{м}^3$.

З урахуванням цієї умови і концентрації шкідливих речовин у припливному повітрі: $C_{10} = \frac{a}{100} \text{ГДК}_1, \text{ мг}/\text{м}^3$; $C_{20} = \frac{a}{100} \text{ГДК}_2, \text{ мг}/\text{м}^3$ з рівнянь матеріального балансу шкідливих компонентів:

$$C_1 - C_{10} \bar{V} = G_1 \frac{10^6}{3600}, \text{ мг/с}; \quad C_2 - C_{20} \bar{V} = G_2 \frac{10^6}{3600}, \text{ мг/с}$$

визначають потрібний повітрообмін $V, \text{ м}^3/\text{с}$, а потім за об'ємом приміщення $V_{\text{пр}}, \text{ м}^3$, знаходять коефіцієнт повітрообміну: $K = V/V_{\text{пр}}, \text{ с}^{-1}$.

Задача 6

З технологічних агрегатів у робоче приміщення розмірами $40 \times 15 \times 10 \text{ м}$ виділяються речовини A_1 та A_2 у кількості V_1 і $V_2, \text{ м}^3/\text{с}$ з температурою t_1 і $t_2, ^\circ\text{С}$ при нормальному атмосферному тиску. Визначити потрібний коефіцієнт повітрообміну у приміщенні, якщо концентрація цих компонентів у припливному повітрі становить $a, \%$ від їх $\text{ГДК}_{\text{рз}}$.

Таблиця 2.6 – Вихідні дані до задачі 6

№№ вар.	Газ або пара		$V_1, \text{м}^3/\text{с} \times 10^3$	$V_2, \text{м}^3/\text{с} \times 10^3$	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$a, \%$
	A_1	A_2					
1	Водень фтористий	Вуглецю оксид	0,1	0,2	65	75	24
2	Сірковуглець	Сірководень	0,2	0,1	95	60	5
3	Вуглецю оксид	Ангідрид сірчаний	0,3	0,1	30	40	8
4	Сірковуглець	Діоксид азоту	0,4	0,1	85	45	12
5	Вуглецю оксид	Діоксид азоту	0,1	0,4	45	55	16
6	Сірковуглець	Водень фтористий	0,5	0,1	90	65	7
7	Водню хлорид	Сірковуглець	0,1	0,5	40	90	5
8	Вуглецю оксид	Ангідрид сірчистий	0,1	0,1	80	50	10
9	Аміак	Вуглецю оксид	0,2	0,2	50	70	12
0	Вуглецю оксид	Водню хлорид	0,15	0,2	55	65	15

Вказівки до рішення

При одночасному виділенні у повітря робочої зони приміщення декількох шкідливих речовин, що не володіють односпрямованою дією, кількість повітря при розрахунку загально обмінної вентиляції приймають за тою шкідливою речовиною, для якої потрібна подача найбільшого об'єму повітря:

$$L_i = G_i / (ГДК_i - C_{i0}), \text{м}^3/\text{с}; i = 1, 2,$$

де G_i – кількість i -того шкідливого домішка, що виділяється до приміщення, мг/с.

Значення G_i знаходять з рівняння стану:

$$G_i = (P_a \cdot V_i \cdot M_i) / (R \cdot T_i), \text{мг/с}; i = 1, 2;$$

де P_a – атмосферний тиск, що дорівнює 101325 Па;

M_i – мольна маса i -того домішка, кг/кмоль;

R – універсальна газова стала, $R = 8314 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{кмоль})$;

T_i – абсолютна температура i -того домішка, К;

$ГДК_i$ – гранично допустима концентрація i -того шкідливого домішка у повітрі робочої зони приміщення за ГОСТ 12.1.005-88, мг/м³;

C_{i0} – вміст i -того домішка у припливному повітрі: $C_{i0} = \frac{a}{100} ГДК_i$, мг/м³.

За потрібний коефіцієнт повітрообміну вибирають найбільше з отриманих значень:

$$K_i = L_i / V_{\text{пр}}, \text{с}^{-1}, \text{де } i = 1, 2; V_{\text{пр}} - \text{об'єм приміщення, м}^3.$$

Задача 7

У робоче приміщення розмірами 40×15×10м з апаратів та газопроводів сумарним об'ємом $V_{об}$, які працюють при тиску P , МПа і температурі t , °С, точиться газ крізь нещільності за регламентних умов герметизації обладнання. Механічна вентиляція забезпечує коефіцієнт повітрообміну у приміщенні K , с⁻¹ при вмісті газу у припливному повітрі a , % від його ГДК_{р.з.}. Атмосферний тиск – нормальний; температура в приміщенні $t_{п} = 20$ °С. Дайте оцінку відповідності ГОСТ 12.1.005-88 концентрації газу у робочій зоні приміщення. Через який час після аварійного відключення вентиляції у приміщенні концентрація газу буде перевищувати ГДК_{р.з.} і коли може утворитися вибухонебезпечна суміш газу з повітрям?

Таблиця 2.7 – Вихідні дані до задачі 7

№№ вар.	Газ	$V_{об}$, м ³	P , МПа	t , °С	K , с ⁻¹	a , %
1	Сірководень	75	3,4	64	0,047	5
2	Вуглецю оксид	160	1,8	90	0,035	10
3	Сірководень	90	2,8	80	0,05	12
4	Вуглецю оксид	120	4,7	85	0,04	15
5	Сірководень	55	5,5	70	0,045	24
6	Вуглецю оксид	90	10	65	0,027	5
7	Сірководень	80	14	55	0,057	8
8	Вуглецю оксид	120	16	35	0,045	12
9	Сірководень	60	11	45	0,047	16
0	Вуглецю оксид	240	1,9	60	0,05	7

Вказівки до рішення

Кількість газу, що точиться крізь нещільності обладнання G , кг/годину можна визначити за формулою Н.Н. Репіна (див. вказівки до рішення задачі 5).

Повітрообмін у приміщенні об'ємом $V_{пр}$, м³: $V = K \cdot V_{пр}$, м³/с,

Концентрацію газу у повітрі робочої зони C , мг/м³ знаходять з рівняння матеріального балансу за цим компонентом:

$$C - C_0 \cdot V = G \frac{10^6}{3600}, \text{ мг/с,}$$

де $C_0 = \frac{a}{100} \text{ГДК}_{рз}$ – концентрація домішка у припливному повітрі, мг/м³;

$\text{ГДК}_{рз}$ – гранично допустима концентрація шкідливого домішка у повітрі робочої зони приміщення за ГОСТ 12.1.005-88, мг/м³.

Отримане значення C порівнюють з $\Gamma ДК_{рз}$ і роблять висновок щодо відповідності якості повітря робочої зони санітарним нормам.

Вміст газу у повітрі робочої зони при відключенні вентиляції через час

τ_1 , с, складе: $C_1 = C + G \frac{10^6}{3600 V_{np}} \tau_1$, мг/м³. Час досягнення гранично допустимої

концентрації τ_1 , с знаходять з умови: $C_1 = \Gamma ДК_{рз}$. Оскільки у повітрі приміщення до відключення вентиляції знаходиться $C \frac{V_{np}}{10^6}$, кг газу, а після її

відключення через час τ_2 , с його кількість зросте на $\frac{G \tau_2}{3600}$, кг, то з рівняння

стану обсяг газу у приміщенні через час τ_2 , с становить:

$$V_z = \left(\frac{C \cdot V_{np}}{10^6} + \frac{G \cdot \tau_2}{3600} \right) \frac{RT_n}{VP_a M}, \text{ м}^3,$$

де T_n – абсолютна температура повітря у приміщенні, К; P_a – атмосферний тиск (101325 Па); R – універсальна газова стала; $R = 8314 \text{ Дж}/(\text{кмоль} \cdot \text{К})$; M – мольна маса газу, кг/кмоль.

Час досягнення вибухонебезпечної концентрації газу τ_2 , с, знаходять з умови рівняння його фактичного вмісту у приміщенні $100 \cdot V_r / V_{np}$, %, і нижньої межі його вибуховості I_n , % (додаток Е).

Задача 8

Визначити кількість шарів тепловідбивного екрана, встановленого біля стінки печі. Температура поверхні обшивки печі зі сталюого листа t_1 , °С; огорожень, що оточують піч, t_2 , °С; температура на зовнішній поверхні екрана не повинна перевищувати t_e , °С. У непарних варіантах поверхня обшивки окислена, у парних – шліфувана.

Таблиця 2.8 – Вихідні дані до задачі 8

№№ вар.	Матеріал екрану	t_1 , °С	t_2 , °С	t_e , °С	№№ вар.	Матеріал екрану	t_1 , °С	t_2 , °С	t_e , °С
1	Алюміній дуже окислений	105	20	35	6	Жерсть біла стара	185	28	38
2		150	22	40	7	Алюміній	138	25	45
3	Залізо оцинковане блискуче	128	24	45	8	шорсткий	115	21	36
4		112	22	35	9	Алюміній полірований	112	23	35
5	Жерсть біла стара	118	26	40	0		115	25	45

Вказівки до рішення

Необхідне число листів n в тепловідбивному екрані визначається за формулою:

$$n \geq m \frac{\varepsilon_{1,e}}{\varepsilon_{1,2}} - 1,$$

де $\varepsilon_{1,2}$ та $\varepsilon_{1,e}$ – зведені коефіцієнти чорноти:

$$\varepsilon_{1,2} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}; \quad \varepsilon_{1,e} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_e} - 1};$$

$\varepsilon_{1,2}$ – ступінь чорноти навколишніх огорожень, що можна приймати:

$$\varepsilon_2 = 0,82;$$

ε_1 та ε_e – ступінь чорноти поверхні сталевих листів обшивки та екрану, що знаходять з додатку Г;

m – ступінь зниження теплового потоку:

$$m = \frac{1 - \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4}{\frac{1}{\mu^4} - \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4};$$

μ – необхідний ступінь екранування; $\mu = \frac{T_1}{T_e}$;

$T_1 = 273 + t_1$; $T_2 = 273 + t_2$; $T_e = 273 + t_e$ – абсолютні температури поверхонь, К.

Задача 9

Визначити необхідне число шарів циліндричного екрана для сталевих трубопроводу з окисленою поверхнею за умови забезпечення на зовнішній поверхні екрану температури не більш, ніж t_e , $^{\circ}\text{C}$. Зовнішній діаметр трубопроводу d , мм, довжина l , м; температура зовнішньої поверхні трубопроводу t_1 , $^{\circ}\text{C}$, навколишнього середовища t_2 , $^{\circ}\text{C}$, відстань між екраном і трубопроводом $\delta = 20$ мм.

Таблиця 2.9 – Вихідні дані до задачі 9

№№ вар.	d, мм	l, м	Матеріал екрану	t ₁ , °C	t ₂ , °C	t _е , °C
1	2	3	4	5	6	7
1	700	10	Алюміній дуже окислений	105	20	35
2	560	12		120	22	40
3	350	15	Залізо оцинковане блискуче	128	24	45
4	420	20		112	22	35
5	480	25	Жерсть біла стара	118	26	40
6	650	10		105	28	38
7	520	12	Алюміній шорсткий	108	25	45
8	300	15		115	21	36
9	320	20	Алюміній полірований	112	23	35
0	380	25		115	25	45

Вказівки до рішення

Необхідне число шарів n в екрані визначають за методикою, що викладена у вказівках до рішення задачі 8. Відмінним є розрахунок зведених коефіцієнтів чорноти $\varepsilon_{1,2}$ та $\varepsilon_{1,e}$. Для поверхні труби F_1 , повністю розташованої усередині поверхні приміщення F_2 і в екранному огороженні площею F_e , зведені коефіцієнти чорноти становлять відповідно:

$$\varepsilon_{1,2} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \varphi_{1,2} \left(\frac{1}{\varepsilon_2} - 1 \right)}; \quad \varepsilon_{1,e} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \varphi_{1,e} \left(\frac{1}{\varepsilon_e} - 1 \right)};$$

де $\varphi_{1,2} = F_1/F_2$; $\varphi_{1,e} = F_1/F_e$ – кутові коефіцієнти системи «трубопровід-приміщення» і «трубопровід-екран»;

ε_1 , ε_e – ступінь чорноти зовнішньої поверхні трубопроводу та екрану, що визначають з додатку Г;

ε_2 – ступінь чорноти навколишніх огорожень, що можна приймати $\varepsilon_2 = 0,82$.

Оскільки поверхня стін приміщення значно більше в порівнянні з поверхнею труби, тобто $F_1 \ll F_2$, то $\varphi_{1,2}$ можна прийняти $= 0$, звідки $\varepsilon_{1,2} = \varepsilon_1$.

Площі зовнішньої поверхні труби й внутрішньої поверхні екрана становлять:

$$F_1 = \pi \cdot d \cdot l, \text{ м}^2; \quad F_e = \pi \cdot (d + 2\delta) \cdot l, \text{ м}^2.$$

Задача 10

Знайти витрату води крізь порожнину металевого екрану з поверхнею, що сприймає тепло, $F, \text{ м}^2$ для захисту від теплового випромінювання стінки печі, що має температуру $t_c, ^\circ\text{C}$. Температура поверхні екрана $t_e, ^\circ\text{C}$; води на вході та виході з нього t_n і $t_k, ^\circ\text{C}$.

Таблиця 2.10 – Вихідні дані до задачі 10

№№ вар.	Матеріал		$F, \text{ м}^2$	$t_c, ^\circ\text{C}$	$t_e, ^\circ\text{C}$	$t_n, ^\circ\text{C}$	$t_k, ^\circ\text{C}$
	стінки	екрана					
1	Шамот	Алюміній полірований	8	185	38	12	30
2	Динас	Алюміній шорсткий	2,5	98	35	15	30
3	Червона цегла	Жерсть біла стара	5	115	31	18	24
4	Піношамот	Сталь листова шліфувана	4	85	33	11	24
5	Шамот	Сталь окислена шорстка	6	255	35	16	28
6	Динас	Алюміній дуже окислений	5	78	31	21	26
7	Червона цегла	Залізо оцинковане блискуче	4	212	32	18	26
8	Піношамот	Алюміній полірований	3	118	25	11	20
9	Шамот	Алюміній шорсткий	2	81	32	9	24
0	Динас	Жерсть біла стара	3	112	35	15	27

Вказівки до рішення

Витрату води крізь металевий екран визначають за формулою:

$$L = \frac{3600 q_e F}{\rho C (t_k - t_n)}, \text{ м}^3 / \text{годину},$$

де q_e – інтенсивність теплового випромінювання на екран від стінки печі:

$$q_e = \varepsilon C_0 \left[\left(\frac{T_c}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_e}{100} \right)^4 \right], \text{ Вт/м}^2;$$

ε - зведена ступінь чорноти системи «стінка печі-екран»:

$$\varepsilon = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_c} + \frac{1}{\varepsilon_e} - 1};$$

$\varepsilon_c, \varepsilon_e$ – ступінь чорноти матеріалу стінки печі і екрана (додатки Б, Г);

T_c, T_e – абсолютна температура стінки і екрана, К;

C, ρ – теплоємність та густина води; $C = 4186 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$; $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

Задача 11

Визначити необхідну товщину водоповітряної завіси перед джерелом випромінювання інтенсивністю $E_{\text{и}}$, кВт/м², для забезпечення можливості виконання працівником технологічних операцій одноразово на протязі τ_1 , хвилин.

Таблиця 2.11 – Вихідні дані до задачі 11

№№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$E_{\text{и}}$, кВт/м ²	7	4,5	6	3,5	5	4,2	2,8	3,2	2,7	6,5
τ_1 , хвилин	6	7,5	6,5	10	7,5	8,5	11	10	11	6

Вказівки до рішення

Ослаблення потоку випромінювання в поглинальному середовищі аеродисперсної завіси описується залежністю:

$$E_0 = E_{\text{и}} e^{-\tau}, \text{ Вт/м}^2,$$

де E_0 та $E_{\text{и}}$ – ослаблений і вихідний потік випромінювання, Вт/м²;

$\tau = \delta \cdot R$ – оптична товщина завіси;

δ – товщина завіси, м;

R – емпіричний коефіцієнт ослаблення випромінювання, величина якого для водоповітряної завіси становить 8,2.

Інтенсивність ослабленого завісою потоку випромінювання на працівника E_0 , кВт/м², для виконання ним роботи одноразово на протязі τ_1 , хвилин, знаходять інтерполяцією даних додатку В.

Тоді кратність ослаблення початкового потоку випромінювання завісою:

$v = E_{\text{и}}/E_0 = e^{\tau}$, звідки можна знайти її оптичну τ і фактичну товщину δ , м.

Задача 12

На промисловому майданчику унаслідок аварії стався вибух металевого резервуару діаметром d , м, довжиною l , м, в якому знаходився газ з тиском P_1 , МПа, і температурою t , °С. Розрахувати надлишковий тиск вибуху ΔP при розриві резервуару на відстані від епіцентру r , м, і зробити висновок, щодо можливих його наслідків для будівель та персоналу.

Таблиця 2.12 – Вихідні дані до задачі 12

№№ вар.	Газ	P ₁ , МПа	t, °C	d, м	l, м	r, м	№№ вар.	Газ	P ₁ , МПа	t, °C	d, м	l, м	r, м
1	Азот	3,5	23	1,5	2,8	50	6	Неон	3,4	29	1,3	7	120
2	Кисень	3,8	27	2	3	60	7	Хлор	4,4	33	2,4	8	130
3	CO ₂	4,6	31	1,2	3	70	8	Криптон	5,4	22	1,4	9	140
4	Гелій	5,2	35	2,1	4	80	9	Ксенон	2,8	24	1,5	2,4	150
5	Аргон	2,4	25	2,3	6	110	0	Повітря	6,0	21	1,1	5	100

Вказівки до рішення

Роботу, яку здійснює стиснений газ при фізичному вибуху і яка відповідає енергії вибуху, можна визначити за формулою:

$$E = \frac{P_1 - P_0}{k - 1} V, \text{ Дж},$$

де V – об'єм посудини зі стисненим газом, м³;

P_1 – тиск стисненого газу в посудині до вибуху, Па;

P_0 – атмосферний тиск навколишнього середовища, до якого відбувається розширення стисненого газу, Па. При розрахунках можна прийняти

$P_0 = 1,013 \cdot 10^5$ Па;

k – показник адіабатного розширення стисненого газу, який приймають:

$k = 1,67$ – для одноатомних газів; $k = 1,4$ – для двоатомних газів;

$k = 1,33$ – для трьох- і багатоатомних газів.

Маса газу в посудині M може бути визначена з рівняння стану:

$$M = \mu \frac{P_1 V}{RT}, \text{ кг},$$

де μ – молекулярна маса газу, кг/кмоль;

R – універсальна газова постійна, $R = 8314$ Дж/(кмоль К);

T – температура стисненого газу в посудині до вибуху, К.

Зведена маса газу, що розширюється, в тротиловому еквіваленті може бути визначена за формулою:

$$M_{np} = \frac{E}{Q_T}, \text{ кг},$$

де Q_T – питома енергія вибуху тринітротолуолу (тротилу), кДж/кг. При розрахунках вона може бути прийнята: $Q_T = 4,52 \cdot 10^6$ Дж/кг.

Знаючи зведену масу в тротиловому еквіваленті M_{np} можна визначити надлишковий тиск у фронті створюваної ударної хвилі ΔP на відстані r від епіцентру вибуху:

$$\Delta P = P_0 \left(0,8 \frac{M_{np}^{0,33}}{r} + 3 \frac{M_{np}^{0,66}}{r^2} + 5 \frac{M_{np}}{r^3} \right), \text{Па.}$$

Висновок щодо можливих руйнівних наслідків вибуху для будівель та персоналу роблять порівнянням отриманого ΔP з даними додатку Ж.

Задача 13

Знайти межі вибуховості суміші пари легкозаймистих рідин у повітрі.

Таблиця 2.13 – Вихідні дані до задачі 13

№№ вар.	Вміст пари рідини у суміші, a_i , % об.						
	Етанол	Ацетон	Бензол	Толуол	Ксилол	Метанол	Бутанол
1	20	20	20	-	-	20	20
2	-	-	20	20	20	20	20
3	10	25	-	30	25	-	10
4	30	-	30	-	20	10	10
5	25	30	-	25	10	10	-
6	20	20	30	-	-	10	20
7	-	15	15	30	25	15	-
8	-	20	30	25	15	-	10
9	25	-	20	25	-	20	10
0	-	20	30	30	10	10	-

Задача 14

Знайти межі вибуховості суміші горючих газів у повітрі.

Таблиця 2.14 – Вихідні дані до задачі 14

№№ вар.	Вміст газу у суміші, a_i , % об.						
	Етан	Пропан	Бутан	Етилен	Пропілен	Ацетилен	Бутилен
1	20	20	20	-	-	20	20
2	-	-	20	20	20	20	20
3	10	15	-	30	25	-	20
4	20	15	30	-	20	15	-
5	35	30	-	15	-	10	10
6	10	20	50	-	-	15	5
7	15	-	25	20	25	-	15
8	-	25	30	25	10	10	-
9	25	-	20	25	-	15	15
0	-	20	30	25	10	5	10

Вказівки до рішення задач 13 та 14

Нижня і верхня концентраційні межі вибуховості окремого (i -того) компонента горючої суміші (у % об.) приблизно можуть бути знайдені за формулами:

$$l_{Hi} = \frac{100}{1 + 4,76(N_i - 1)}, \% об.; \quad l_{Bi} = \frac{4 \cdot 100}{4 + 4,76N_i}, \% об.,$$

де N_i – число грам-атомів кисню, що необхідні для згоряння одного моля i -тої горючої речовини, що визначають з реакції її горіння.

Межі вибуховості суміші горючих компонентів оцінюють за правилом Ле Шательє:

$$l_H = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \dots}{\frac{a_1}{l_{H1}} + \frac{a_2}{l_{H2}} + \frac{a_3}{l_{H3}} + \dots}, \%; \quad l_B = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \dots}{\frac{a_1}{l_{B1}} + \frac{a_2}{l_{B2}} + \frac{a_3}{l_{B3}} + \dots}, \%.$$

Задача 15

В результаті розгерметизації обладнання виник витік V , м³ газу, який змішався з повітрям у приміщенні розмірами $L \times B \times H$, м. Дати оцінку вибухонебезпечності газоповітряної суміші, що утворилася у приміщенні, та визначити категорію виробництва за пожежною та вибуховою безпекою.

Таблиця 2.15 – Вихідні дані до задачі 15

№№ вар.	Склад газу, % об.					V , м ³	$L \times B \times H$, м
	CO	H ₂	CH ₄	CO ₂	N ₂		
1	6	50	25	9	10	800	50×25×10
2	1	2	93	2	2	900	35×12×9
3	10	40	20	10	20	1000	30×15×8
4	12	18	20	15	35	1100	45×18×9
5	16	20	28	16	20	1200	32×16×8
6	14	28	18	15	35	600	28×14×8
7	25	3	2	15	55	650	25×15×6
8	26	4	4	16	50	700	24×12×6
9	20	10	6	14	50	750	40×15×10
0	10	20	10	20	40	800	40×15×10

Вказівки до рішення

Вибухонебезпечна суміш у приміщенні утворюється при дотриманні умови:

$$l_H^{\bar{o}} < l < l_B^{\bar{o}},$$

де l – фактичний вміст газу у суміші з повітрям: $l = \frac{V}{V_{np}} 100\%$;

V_{np} – об'єм приміщення, м³;

$l_H^{\bar{o}}, l_B^{\bar{o}}$ – нижня та верхня межі спалаху газу заданого складу у суміші з повітрям, %.

Для визначення меж вибуховості технічних газів, що містять інертні домішки, використовують графіки додатку И. Для цього:

- групують горючі компоненти з інертними по парах, наприклад: 1) $H_2 + N_2$ = сума % першої пари a_1 ; 2) $CO + CO_2$ = сума % другої пари a_2 ; 3) $CH_4 + CO_2$ = сума % третьої пари a_3 і т.д., причому сума % всіх пар повинна дорівнювати 100;
- для кожної пари визначають відношення обсягу інертного газу до обсягу горючого газу, наприклад: $m_1 = N_2/H_2$; $m_2 = CO_2/CO$; $m_3 = CO_2/CH_4$ і т.д.;
- знаходять з додатку И границі запалення для першої групи l_{H1} , % об.; l_{B1} , % об.; для другої l_{H2} , % об.; l_{B2} , % об.; для третьої l_{H3} , % об.; l_{B3} , % об.; і т.д.;
- за правилом Ле Шательє визначають границі вибуховості забаластованого горючого газу:

$$l_H^{\bar{o}} = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \dots}{\frac{a_1}{l_{H1}} + \frac{a_2}{l_{H2}} + \frac{a_3}{l_{H3}} + \dots}, \% \text{ об.}; \quad l_B^{\bar{o}} = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \dots}{\frac{a_1}{l_{B1}} + \frac{a_2}{l_{B2}} + \frac{a_3}{l_{B3}} + \dots}, \% \text{ об.}$$

Визначення категорії виробництва за пожежною та вибуховою безпекою виконується згідно НАПБ Б.03.002-2007.

Задача 16

До приміщення розмірами $L \times B \times H$, м надійшло V , м³ газу, який змішався з повітрям. Дати оцінку вибухонебезпечності газоповітряної суміші у приміщенні та визначити категорію виробництва за пожежною та вибуховою безпекою.

Таблиця 2.16 – Вихідні дані до задачі 16

№№ вар.	Склад газу, % об.								V, м ³	L×B×H, м
	CO	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	H ₂ S	CO ₂	N ₂		
1	22	3	2	2	1	1	15	54	800	50×25×10
2	22	4	4	2	2	2	16	48	900	35×12×9
3	17	10	6	2	1	3	14	47	1000	30×15×8
4	10	16	10	3	1	1	20	39	1100	45×18×9
5	6	45	25	3	2	2	9	8	1200	32×16×8
6	1	2	83	4	3	3	2	2	600	28×14×8
7	10	35	19	3	2	1	10	20	650	25×15×6
8	12	16	16	2	2	2	15	35	700	24×12×6
9	16	15	25	3	2	3	16	20	750	40×15×10
0	14	20	18	5	3	1	15	24	800	40×15×10

Вказівки до рішення

Межі спалаху газу з урахуванням наявності в ньому частки інертних (баластних) компонентів: $\delta = (N_2 + CO_2)/100$ можна визначити за наближеними формулами:

$$l_H^{\delta} = l_H \frac{\left(1 + \frac{\delta}{1-\delta}\right) 100}{100 + l_H \frac{\delta}{1-\delta}}, \%; \quad l_B^{\delta} = l_B \frac{\left(1 + \frac{\delta}{1-\delta}\right) 100}{100 + l_B \frac{\delta}{1-\delta}}, \%$$

де l_H, l_B – межі спалаху суміші горючих компонентів газу, які розраховують за правилом Ле Шательє:

$$l_H = \frac{H_2 + CO + CH_4 + H_2S + C_2H_6 + C_3H_8}{\frac{H_2}{l_{H(H_2)}} + \frac{CO}{l_{H(CO)}} + \frac{CH_4}{l_{H(CH_4)}} + \frac{H_2S}{l_{H(H_2S)}} + \frac{C_2H_6}{l_{H(C_2H_6)}} + \frac{C_3H_8}{l_{H(C_3H_8)}}}, \%;$$

$$l_B = \frac{H_2 + CO + CH_4 + H_2S + C_2H_6 + C_3H_8}{\frac{H_2}{l_{B(H_2)}} + \frac{CO}{l_{B(CO)}} + \frac{CH_4}{l_{B(CH_4)}} + \frac{H_2S}{l_{B(H_2S)}} + \frac{C_2H_6}{l_{B(C_2H_6)}} + \frac{C_3H_8}{l_{B(C_3H_8)}}}, \%;$$

де $l_{H(H_2)}, l_{H(CO)}, \dots$ та $l_{B(H_2)}, l_{B(CO)}, \dots$ – нижня та верхня межі спалахування окремих горючих компонентів газу в суміші з повітрям, %, які наведені в додатку Е.

Оцінка вибухонебезпечності суміші у приміщенні та категорії виробництва за пожежною та вибуховою небезпекою виконується так само, як в задачі 15.

Задача 17

Визначити критичну тривалість пожежі за температурою, зниженню концентрації кисню в повітрі і допустиму тривалість евакуації людей при пожежі з приміщення розмірами $L \times B \times H$, м. Початкова температура повітря в ньому t_n , °C.

Таблиця 2.17 – Вихідні дані до задачі 17

№№ вар.	$L \times B \times H$, м	t_n , °C	Розміщення приміщення в будинку	Горючі матеріали
1	10×4,2×3	20	III ступеня вогнестійкості	Меблі з деревини; гума
2	20×8,2×3,5	18		
3	10×4,2×3	24		
4	20×8,2×3,5	22	При наявності засобів автоматичного гасіння та оповіщення про пожежу	Деревина (бруски) при вологості 10 %; каучук
5	10×4,2×3	20		
6	20×8,2×3,5	18		
7	25×9,2×4,5	24	При відсутності засобів автоматичного гасіння та оповіщення про пожежу	Деревина (бруски) при вологості 19 %; папір в рулонах
8	15×8,7×3,5	22		
9	25×9,2×4,5	20		
0	15×8,7×3,5	18		

Задача 18

Визначити критичну тривалість пожежі за температурою і допустиму тривалість евакуації людей при пожежі з приміщення розмірами $L \times B \times H$, м. Початкова температура повітря в ньому t_n , °C; площа поверхні горіння f , м².

Таблиця 2.18 – Вихідні дані до задачі 18

№№ вар.	$L \times B \times H$, м	t_n , °C	f , м ²	Розміщення приміщення в будинку	Горючі матеріали
1	40×10,2×5	20	4	III ступеня вогнестійкості	Дизельне паливо; гас; мазут
2	20×8,2×3,5	18	4,2		
3	40×10,2×5	24	3,6		
4	20×8,2×3,5	22	4,5	При наявності засобів автоматичного гасіння та оповіщення про пожежу	Мазут; каучук; гума
5	40×10,2×5	20	2,7		
6	20×8,2×3,5	18	4		
7	25×9,2×4,5	24	4,2	При відсутності засобів автоматичного гасіння та оповіщення про пожежу	Папір в рулонах; поліетилен; деревина
8	35×18,7×5,5	22	3,6		
9	25×9,2×4,5	20	4,5		
0	35×18,7×5,5	18	2,7		

Вказівки до рішення задач 17 та 18

Для визначення критичної тривалості пожежі за температурою у виробничих будівлях, тобто часу досягнення критичних для людини температур, при горінні легкозаймистих і горючих рідин можна скористатися формулою:

$$\tau_1 = \frac{V_B \cdot c \cdot (t_{кр} - t_H)}{(1 - \varphi) \cdot Q \cdot f \cdot n}, \text{хвилини.}$$

При застосуванні у виробничих і цивільних будівлях твердих горючих речовин критична за температурою тривалість пожежі визначається за формулою:

$$\tau_2 = \sqrt[3]{\frac{V_B \cdot c \cdot (t_{кр} - t_H)}{(1 - \varphi) \cdot Q \cdot f \cdot n \cdot v^2}}, \text{хвилини.}$$

За зниженням концентрації кисню в повітрі приміщення критичну тривалість пожежі визначають за формулою:

$$\tau_3 = \sqrt[3]{\frac{100V_B}{\pi \cdot W_{O_2} \cdot n \cdot v^2}}, \text{хвилини,}$$

де V_B – об'єм повітря в будівлі або приміщенні, м³; вільний об'єм приміщення – це різниця між геометричним об'ємом і об'ємом обладнання або предметів, що знаходяться всередині. Якщо розрахувати вільний об'єм неможливо, приймають його таким, що дорівнює 80% геометричного об'єму;

c – питома ізобарна теплоємність газу, яку приймають 1009 кДж/(кг · град);

$t_{кр}$ – критична для людини температура $t_{кр} = 70^\circ\text{C}$;

t_H – початкова температура повітря, $^\circ\text{C}$;

φ – коефіцієнт втрат тепла на нагрівання конструкцій та оточуючих предметів, що приймається в середньому 0,5;

Q – теплота згоряння речовин, кДж/кг, (додаток К);

f – площа поверхні горіння, м²;

n – вагова швидкість горіння, кг/(м²·хв.), (додаток К);

v – швидкість розповсюдження вогню по поверхні горючих речовин, м/хв., (додаток Л);

W_{O_2} – витрата кисню на спалювання 1 кг горючих речовин, м³/кг, яку приймають 4,76 м³/кг.

Розрахунки часу досягнення критичних для людини температур і концентрацій кисню при пожежі виконуються для всіх присутніх в приміщенні горючих матеріалів і речовин, а потім з отриманих в результаті розрахунків значень критичної тривалості пожежі вибирається мінімальне:

$$\tau = \min \{ \tau_1; \tau_2; \tau_3; \tau_4; \dots \} \text{ хвилини.}$$

Допустиму тривалість евакуації визначають за формулою:

$$\tau_{\text{дон}} = m \cdot \tau, \text{ хвилини,}$$

де m – коефіцієнт безпеки, що залежить від ступеня протипожежного захисту будинку, його призначення та властивостей горючих речовин, що утворюються у виробництві або є предметом обстановки приміщень або їх обробки. Значення коефіцієнта m рекомендується приймати:

- у виробничих будівлях при наявності засобів автоматичного гасіння та оповіщення про пожежу $m = 2,0$;
- у виробничих будівлях при відсутності засобів автоматичного гасіння та оповіщення про пожежу $m = 1,0$;
- при розміщенні виробничих та інших процесів у будівлях III ступеня вогнестійкості $m = 0,65-0,7$.

Задача 19

Знайти площу витяжних та припливних отворів системи аерації прольоту цеха для видалення надлишків теплоти.

Висота приміщення від підлоги до осі витяжних отворів H , м; відстань між осями витяжних та припливних отворів h , м; необхідний повітрообмін L , м³/годину.

Атмосферний тиск P , Па; температура у робочій зоні становить $t_{p,z}$, °С; зовнішня температура t_z , °С; температурний градієнт по висоті приміщення Δt , °С/м. Кут відкривання стулок витяжних отворів α_v , °, припливних α_n , °; відсоток надлишкового тиску на рівні припливного отвору від повного теплового тиску X , %.

Таблиця 2.19 – Вихідні дані до задачі 19

№№ вар.	L, тис. м ³ /годину	H, м	h, м	P, Па	t _з , °C	t _{рз} , °C	Δt, °C/м	X, %	α _н , °	α _в , °
1	230	10,5	8,5	100911	18,5	23,1	0,5	20	25	34
2	230,1	10,6	8,6	100712	18,6	23,2	0,55	21	26	33
3	230,2	10,7	8,7	100513	18,7	23,3	0,6	22	27	32
4	230,5	10,8	8,75	100314	18,8	23,4	0,65	23	28	31
5	230,7	10,9	8,8	100115	18,9	23,5	0,7	24	29	30
6	230,9	11,0	8,85	100016	19,0	23,6	0,75	25	30	29
7	240	11,1	8,9	99917	19,1	23,7	0,8	26	31	28
8	240,1	11,2	8,95	99818	19,2	23,8	0,85	27	32	27
9	240,2	11,3	8,96	99720	19,3	23,9	0,9	28	33	26
0	240,5	11,4	8,97	99630	19,4	24,0	0,95	29	34	25

Вказівки до рішення задачі

Площу припливних та витяжних отворів системи аерації визначають за формулами:

$$S_n = \frac{L}{3600v_n\mu_n}, \text{ м}^2; \quad S_B = \frac{L}{3600v_B\mu_B}, \text{ м}^2,$$

де v_n, v_B – швидкість руху повітря у припливних та витяжних отворах:

$$v_n = \sqrt{\frac{2\Delta P_H}{\rho_3}}, \text{ м/с}; \quad v_B = \sqrt{\frac{2\Delta P_B}{\rho_B}}, \text{ м/с};$$

μ_n, μ_B – коефіцієнти, що залежать від конструкції стулок нижнього та верхнього отворів та кута їх відкривання; наближено їх значення можна знайти за формулами: $\mu_n = 0,63\sin\alpha_n$; $\mu_B = 0,63\sin\alpha_B$;

$\Delta P_H, \Delta P_B$ – надлишковий тиск на рівні осі нижнього та верхнього отворів:

$$\Delta P_H = P_H X/100, \text{ Па}; \quad \Delta P_B = P_H - \Delta P_H, \text{ Па};$$

P_H – повний тепловий тиск: $P_H = (\rho_3 - \rho_c) \cdot g \cdot h, \text{ Па};$

g – прискорення вільного падіння; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

ρ_3, ρ_B, ρ_c – густина припливного повітря при температурі $t_3, ^\circ\text{C}$;

повітря, що видаляється з приміщення, при його температурі

$t_B = t_{p3} + \Delta t(H - 2), ^\circ\text{C}$; повітря при середній температурі у приміщенні

$t_c = (t_{p3} + t_B)/2, ^\circ\text{C}$.

Значення ρ_3, ρ_B, ρ_c можна отримати інтерполяцією з додатку М за відповідною температурою та атмосферним тиском $P, \text{ Па}$.

Задача 20

Надати висновок щодо можливості виконання у приміщенні робіт з розмірами об'єктів розпізнання d , мм при запасі природного освітлення 20%. Приміщення довжиною l , м і шириною e , м має n вікон розміром $e_1 \times h_1$, м зі світлотехнічною характеристикою $\eta = 10$. Азимут вікон α , °; затінення протилежними спорудами, сонцезахисних пристроїв та захисних сіток немає; коефіцієнти втрат світла на матеріалі вікон, у віконній рамі та несучих конструкціях $t_1 = 0,8$; $t_2 = 0,6$; $t_3 = 0,8$. За рахунок відбиття світла поверхнею приміщення коефіцієнт природного освітлення підвищується у r разів. Який розряд зорової роботи можна виконувати у цьому приміщенні без додаткового освітлення і з об'єктами яких розмірів?

Таблиця 2.20 – Вихідні дані до задачі 20

№№ вар.	l , м	e , м	N	$e_1 \times h_1$, м	d , мм	R	α , °	№№ вар.	l , м	e , м	N	$e_1 \times h_1$, м	d , мм	R	α , °
1	10,0	6,0	4	1,25×2,1	0,7	1,22	108	6	12,0	5,0	3	1,2×2	2,0	1,28	216
2	10,1	5,1	2	1,2×2	0,8	1,2	0	7	12,5	6,0	4	1,12×2	3,0	1,32	252
3	12,2	6,3	4	1,2×2	2,1	1,3	36	8	14,5	8,0	6	1,0×2,1	0,8	1,3	288
4	15,0	7,5	6	1,0×2	1,2	1,24	144	9	10,5	8,0	2	1,16×2,1	5,3	1,27	324
5	11,4	7,2	5	1,15×2,1	1,5	1,26	180	0	14,3	5,2	4	1,1×2,1	6,4	1,25	72

Вказівки до рішення задачі

У перевірочному розрахунку бічного природного освітлення шляхом порівняння необхідної площі вікон у приміщенні S_Σ з фактичною $S_b = n \cdot e_1 \cdot h_1$, м² роблять висновок щодо достатності бічного природного освітлення або необхідності його доповнення у денний час штучним.

Необхідну площу визначають за формулою:

$$S_\Sigma = \frac{S_n e_H \eta K_3 K_{\text{зат}}}{100tr}, \text{ м}^2,$$

де S_n – площа підлоги, $S_n = e \cdot l$, м²;

K_3 – коефіцієнт запасу освітлення, з урахуванням 20% запасу $K_3 = 1,2$;

t – коефіцієнт пропускання світла вікнами: $t = t_1 \cdot t_2 \cdot t_3 \cdot t_4 \cdot t_5$;

$K_{\text{зат}}$, t_4 , t_5 – коефіцієнти, що враховують затінення вікон протилежними спорудами, втрати світла у сонцезахисних пристроях та захисних сітках; за їх відсутності $K_{\text{зат}} = t_4 = t_5 = 1,0$;

e_H – нормоване значення коефіцієнта природного освітлення: $e_H = e_H^{\text{III}} \text{мс}$;

e_n^{III} – КПО для III поясу світлового клімату, який приймають з урахуванням характеру зорової роботи за ДБН В.2.5-28-2006;

m – коефіцієнт для IV поясу світлового клімату, де розташована Україна, $m = 0,9$; c – коефіцієнт сонячності клімату, який для IV поясу південніше 50° північної широти при азимуті $\alpha = 135^\circ \div 225^\circ$ $c = 0,7$; при $\alpha = 316^\circ \div 45^\circ$ $c = 0,95$; для інших α , $c = 0,75$.

Розряд зорової роботи, яку фактично можна виконувати у приміщенні без додаткового освітлення, а також мінімальний розмір об'єкта розпізнання, визначають шляхом порівняння нормативних значень e_n^{III} згідно з ДБН В.2.5-28-2006 і фактичного КПО у перерахунку для III поясу світлового клімату:

$$e_\phi^{III} = \frac{100S_{Btr}}{S_n \eta K_3 K_{zam} mc}, \%$$

Задача 21

Визначити необхідний повітрообмін у приміщенні розмірами $b \times l \times h$, м, де встановлені C_1 персональних комп'ютерів кожен потужністю N_1 , Вт і C_2 принтерів потужністю N_2 , Вт кожен. На них постійно працюють K_1 жінок і K_2 чоловіків. Природне освітлення крізь m вікон розміром $b_1 \times h_1$, м доповнено штучним за допомогою n_1 світильників з 2 люмінесцентними лампами потужністю N_3 , Вт кожна та n_2 місцевих світильників з лампами розжарювання потужністю N_4 , Вт. Втрати тепла з приміщення біля 10% від тепловиділень у ньому; температура припливного повітря $t_n = 18^\circ\text{C}$, у робочій зоні $t_{pz} = 20^\circ\text{C}$; градієнт температур по висоті приміщення $\Delta t = 1^\circ\text{C/м}$; густина теплового потоку від сонячної радіації крізь вікна та покриття $q_b = 150 \text{ Вт/м}^2$; $q_n = 6 \text{ Вт/м}^2$.

Таблиця 2.21 – Вихідні дані до задачі 21

№№ вар.	$B \times l \times h$, м	K_1	K_2	m	$b_1 \times h_1$, м	C_1	N_1 , Вт	C_2	N_2 , Вт	n_1	N_3 , Вт	n_2	N_4 , Вт
1	14×5,2×3,7	4	3	4	1,1×2,1	5	600	5	130	28	30	3	200
2	10×6×3,6	4	3	4	1,2×2,1	4	700	4	130	22	40	2	200
3	15×7,5×3,5	4	4	6	1×2	10	600	8	130	40	30	6	100
4	11×7,2×3,4	4	4	5	1,1×2,1	8	630	6	150	30	30	4	200
5	10×5,1×3,5	3	2	2	1,2×2	3	600	2	130	20	30	2	200
6	12×6,3×3,8	3	4	4	1,2×2	5	650	4	140	30	20	3	150
7	12×5×3,3	4	4	3	1,2×2	4	650	4	120	22	20	4	100
8	12×6×3,5	4	5	4	1,12×2	5	620	5	140	32	30	5	100
9	14×8×3,8	8	9	6	1×2,1	9	600	9	130	46	20	9	100
0	10×8×3,9	6	8	6	1,1×2,1	7	620	5	120	32	30	2	200

Вказівки до рішення

Об'єм припливного повітря, який потрібен для поглинання надлишків теплоти у приміщенні визначають за формулою:

$$V = \frac{3600 Q_H}{C' (t_B - t_n)}, \text{ м}^3/\text{годину},$$

де t_B – температура повітря, що видаляється з приміщення:

$$t_B = t_{pz} + \Delta t(h - 2), \text{ } ^\circ\text{C};$$

C' – об'ємна ізобарна теплоємність повітря; $C' = 1310 \text{ Дж}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$;

Q_H – надлишок теплоти у приміщенні, який знаходять як різницю між сумарним тепловиділенням у ньому Q_Σ і втратами тепла Q_B .

Оскільки $Q_B = 0,1 Q_\Sigma$, то $Q_H = 0,9 Q_\Sigma$, Вт.

Сумарне тепловиділення у приміщенні Q_Σ складається з тепловиділення людей Q_1 , від сонячної радіації Q_2 , джерел штучного освітлення Q_3 , від пристроїв обчислювальної техніки Q_4 , тобто:

$$Q_\Sigma = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4, \text{ Вт},$$

де $Q_1 = K_1 N_{ж} + K_2 N_{ч}$, Вт; $Q_2 = q_B F_B + q_n F_n$, Вт; $Q_3 = 2 n_1 N_3 a_1 + n_2 N_4 a_2$, Вт;

$$Q_4 = (C_1 N_1 + C_2 N_2) a_3, \text{ Вт},$$

$N_{ж}$, $N_{ч}$ – тепловиділення від жінок та чоловіків у приміщенні, яке залежить від важкості роботи та метеоумов у ньому. Для розумової роботи за нормальних умов мікроклімату (20°C) явне тепловиділення дорослого чоловіка складає біля 55 Вт, жінки – 85%, дитини – 75% від його тепловиділень;

F_B , F_n – площа вікон та покриттів: $F_B = m \cdot b_1 \cdot h_1$, м^2 ; $F_n = l \cdot b$, м^2 ;

a_1 , a_2 , a_3 – коефіцієнти тепловтрат для люмінесцентних ламп, ламп розжарювання та пристроїв обчислювальної техніки: $a_1 = 0,55$; $a_2 = 0,9$;

$a_3 = 0,5$.

Задача 22

Розрахувати нормативну кількість повітря для вентиляції приміщення розмірами $L \times B \times H$, м в адміністративному корпусі підприємства і коефіцієнт повітрообміну. У приміщенні, де можливе провітрювання, постійно працюють N , людей; устаткування займає a , % його обсягу.

Таблиця 2.22 – Вихідні дані до задачі 22

№№ вар.	L×B×H, м	N	a, %	№№ вар.	L×B×H, м	N	a, %
1	10×6×3,2	10	15	6	12×7×3,2	10	15
2	10×6×3,2	7	12	7	12×8×3,2	12	14
3	15×9×3,2	24	12	8	12×8×3,2	15	15
4	15×9×3,2	18	14	9	14×8×3,2	14	12
5	12×7×3,2	16	10	0	14×8×3,2	18	14

Вказівки до рішення

Санітарні норми для приміщень, де можливе провітрювання, передбачають витрату повітря на 1 людину L_n , м³/годину: не менше 30 м³/годину при обсязі приміщення, що припадає на людину, менше 20 м³; не менш, ніж 20 м³/годину при обсязі приміщення 20-40 м³ на людину; тільки природне провітрювання при обсязі більш 40 м³ на людину, наявності вікон і відсутності виділень шкідливих речовин.

Мінімально необхідна кількість повітря на вентиляцію:

$$L = L_n \cdot N, \text{ м}^3/\text{год.}$$

Коефіцієнт повітрообміну при цьому складає:

$$n = L/V_{\Pi}, \text{ год}^{-1},$$

де V_{Π} – вільний обсяг приміщення:

$$V_{\Pi} = L \cdot B \cdot H \cdot (100 - a)/100, \text{ м}^3.$$

Задача 23

Розрахувати штучне освітлення цеху розмірами $a \times b \times h_n$, м методом коефіцієнтів використання світлового потоку.

Система освітлення – загальна; тип світильників – ЛПО 01; джерело світла – люмінесцентні лампи.

В таблиці 2.23 наведені коефіцієнти відбиття від поверхні стелі $\rho_{\text{стелі}}$, % , стін $\rho_{\text{стін}}$, %, розрахункової поверхні ρ_p , %; розряд зорової роботи; тип кривої сили світла (КСС) світильника; тип ламп та їх кількість у світильнику n .

Таблиця 2.23 – Вихідні дані до задачі 23

№№ вар.	$a \times b \times h_n$, м	$\rho_{\text{стелі}}$, %	$\rho_{\text{стін}}$, %	ρ_p , %	Розряд зорової роботи	Тип КСС	Тип ламп	n
1	24×12×3,7	70	50	30	IVa	Д-1	ЛЕ 20	2
2	18×12×3,6	70	50	10	IVб	Д-2	ЛД 20	2
3	30×18×3,5	50	30	10	IVв	Л	ЛБ 40	2
4	36×18×3,6	50	50	30	IVг	Д-1	ЛД 40	2
5	30×24×3,5	70	50	30	IIIв	Д-2	ЛБ 80	1
6	24×18×3,8	70	50	10	IIIг	Л	ЛД 80	1
7	18×12×3,3	50	30	10	Va	Д-1	ЛД 20	2
8	30×18×3,5	50	50	30	Vб	Д-2	ЛБ 40	2
9	24×18×3,8	70	50	30	Vв	Л	ЛД 40	2
0	36×18×3,9	70	50	10	Vг	Д-1	ЛБ 80	1

Вказівки до рішення

Коефіцієнт використання світлового потоку η визначають за величиною індексу приміщення в залежності від коефіцієнтів відбиття стелі, стін та розрахункової поверхні з додатку Н.

Значення індексу приміщення становить:

$$i = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)},$$

де h – висота світильника над робочою поверхнею; $h = h_0 - h_p$, м;

h_0 – висота світильника над підлогою, м; світильники ЛПО 01 кріпляться до стелі, тому їх висота над підлогою майже дорівнює висоті приміщення $h_0 = h_n$, м;

h_p – висота робочих поверхонь, яку приймають звичайно 0,7 м.

Необхідне число світильників для забезпечення нормованої освітленості робочих поверхонь:

$$N = \frac{ESK_3Z}{n\Phi_{\text{л}}\eta},$$

де E – мінімальна нормована освітленість, лк, для загального освітлення залежно від характеристики зорової роботи згідно ДБН В.2.5-28-2006;

S – освітлювана площа, тобто площа розрахункової поверхні, м²;

K_3 – коефіцієнт запасу, що залежить від вмісту пилу і стану середовища в приміщенні, частоти чисток світильників, змінності робіт на підприємстві та приймає значення від 1,2 до 2,0;

Z – коефіцієнт, що характеризує нерівномірність освітлення, який можна приймати $Z = 1,15$ для ламп розжарювання і ДРЛ та 1,1 для люмінесцентних ламп;

$\Phi_{\text{л}}$ – світловий потік однієї лампи, лм, що визначають з додатку П.

Сумарну електричну потужність усіх світильників, що встановлені в приміщенні, знаходять за формулою:

$$\sum P_{\text{св}} = P_{\text{л}} \cdot N \cdot n, \text{ Вт.}$$

Наприкінці наводять схему розміщення світильників у приміщенні з розмірами відстані від стін, між рядами та окремими світильниками.

Задача 24

Визначити необхідну витрату повітря через витяжну шафу з розмірами вхідного перетину $B \times H$, м для видалення: $Q_{\text{к}}$, кВт конвективного тепла; нетоксичних та токсичних виділень, а також швидкість руху повітря у вхідному перетині.

Таблиця 2.24 – Вихідні дані до задачі 24

№№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
В, м	0,5	0,6	0,7	0,5	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,6
Н, м	0,7	0,8	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,4	0,5	0,7
$Q_{\text{к}}$, кВт	3	4	3,5	2,8	3,1	3,5	3,8	2,2	2,0	3,4

Вказівки до рішення

Кількість повітря через витяжну шафу за відсутності у ній джерел тепловиділень визначають за формулою:

$$L = v \cdot F, \text{ м}^3/\text{с},$$

де v – швидкість повітря у вхідному перетині витяжної шафи, м/с;

її рекомендована величина становить:

- для нетоксичних виділень $0,25 \div 0,5$ м/с;
- для токсичних сполук $1,05 \div 1,25$ м/с;

F – площа цього перетину, м^2 ; $F = B \times H$.

За наявності $Q_{\text{к}}$, Вт тепловиділень, витрата повітря, що видаляється з шафи, складає:

$$L = 126 \sqrt{Q_{\text{к}} \cdot H \cdot F^2}, \text{ м}^3 / \text{годину},$$

а швидкість повітря у її вхідному перетині v , м/с, визначають за величинами L і F .

Задача 25

Виконати розрахунок витяжного зонту для видалення нетоксичних виділень; токсичних виділень; виділень конвективного тепла від джерела з температурою t_n , °С при температурі повітря в робочій зоні $t_{p.з.}$, °С. Зонт прямокутного перетину, який розміщений на висоті h , м над джерелом виділень з розмірами (у плані) $a \times b$, м.

Таблиця 2.25 – Вихідні дані до задачі 25

№№ вар.	h , м	$a \times b$, м	t_n , °С	$t_{p.з.}$, °С	№№ вар.	h , м	$a \times b$, м	t_n , °С	$t_{p.з.}$, °С
1	1,4	0,8×0,65	450	20	6	1,5	0,8×0,55	500	20
2	1,3	0,75×0,6	460	22	7	1,45	0,8×0,65	510	22
3	1,2	0,7×0,65	470	24	8	1,4	0,7×0,75	520	24
4	1,25	0,65×0,7	480	25	9	1,35	0,8×0,75	530	25
5	1,35	0,6×0,75	490	26	0	1,5	0,8×0,58	540	26

Вказівки до рішення

Кількість повітря через витяжний зонт для видалення нетоксичних виділень і токсичних сполук визначають за формулою:

$$L = v \cdot F, \text{ м}^3/\text{с},$$

де v – швидкість повітря у вхідному перетині витяжного зонту, м/с, яку приймають як і для витяжної шафи (див. вказівки до задачі 24);

F – площа цього перетину, м²; $F = A \times B$. Його розміри A і B , м приймають більше відповідних розмірів джерела виділень a і b , м на величину подвоєної величини виносу зонту $c_1 = a/3$ і $c_2 = b/3$, тобто:

$$A = a + 2c_1; \quad B = b + 2c_2.$$

Витрата повітря через зонт для видалення конвективного тепла дорівнює витраті повітря у тепловому струмені:

$$L = 125k \sqrt[3]{Q_k \cdot h \cdot F_0^2}, \text{ м}^3 / \text{годину},$$

де F_0 – площа джерела в плані, м²; $F_0 = a \times b$;

h – відстань від нагрітої поверхні до повітроприймального перетину зонту, м;

Q_k – конвективна складова джерела тепла, яку розраховують за формулою: $Q_k = \alpha_k \cdot \Delta t \cdot F_d$, Вт;

κ – коефіцієнт, що характеризує співвідношення площ зонти й джерела;

$$\kappa = 1,25 \div 1,5.$$

Δt – різниця температур поверхні джерела тепла t_n і повітря в робочій зоні $t_{p.з.}$, $^{\circ}\text{C}$; $\Delta t = t_n - t_{p.з.}$.

α_k – коефіцієнт конвективної тепловіддачі, який знаходять за емпіричною формулою:

$$\alpha_k = 3,256 \sqrt{t_n - t_{p.з.}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{градус}}.$$

Швидкість повітря v , м/с у вхідному перетині зонти площею F , м^2 у цьому разі визначають за величиною L .

Задача 26

Виконати розрахунок витяжного зонти квадратного перетину, який розміщений на висоті h , м над плитою розмірами (у плані) $a \times b$, м з температурою t_n , $^{\circ}\text{C}$ якщо температура повітря в робочій зоні $t_{p.з.}$, $^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 2.26 – Вихідні дані до задачі 26

№№ вар.	h , м	$a \times b$, м	t_n , $^{\circ}\text{C}$	$t_{p.з.}$, $^{\circ}\text{C}$	№№ вар.	h , м	$a \times b$, м	t_n , $^{\circ}\text{C}$	$t_{p.з.}$, $^{\circ}\text{C}$
1	2,0	0,8×0,65	450	20	6	2,1	0,8×0,55	500	20
2	1,7	0,75×0,6	460	22	7	2,0	0,8×0,65	510	22
3	1,8	0,7×0,65	470	24	8	1,9	0,7×0,75	520	24
4	1,9	0,65×0,7	480	25	9	1,8	0,8×0,75	530	25
5	2,0	0,6×0,75	490	26	0	1,7	0,8×0,58	540	26

Вказівки до рішення

Полюс теплового струменя розташовується на його осі, нижче джерела тепловиділення, на відстані $2d_e$, де d_e – еквівалентний діаметр джерела, м, який приймається таким, що дорівнює більшому габариту джерела тепловиділення (a або b), м.

При $h > 1,5$ м швидкість v_z на відстані $Z = h + 2d_e$, м від полюса теплового струменя до нижньої крайки зонти, витрата повітря L_z і еквівалентний діаметр смолоскипа d_z у цьому перетині потоку знаходять за формулами:

$$v_z = 0,82 Q_k^{0,33} / Z^{0,29}, \text{ м/с}; L_z = 0,13 Z^{1,5} Q_k^{0,33}, \text{ м}^3 / \text{с}; d_z = 0,45 Z^{0,88}, \text{ м},$$

де Q_k – конвективний тепловий потік від джерела, який розраховують за формулою: $Q_k = \alpha_k \cdot \Delta t \cdot F_d / 3600$, ккал/с;

$\Delta t = t_{\text{п}} - t_{\text{р.з.}}$ – різниця температур поверхні джерела тепла $t_{\text{п}}$ і повітря в робочій зоні $t_{\text{р.з.}}$, $^{\circ}\text{C}$;

$F_{\text{д}}$ – площа джерела в плані, м^2 ;

$\alpha_{\text{к}}$ – коефіцієнт конвективної тепловіддачі, який знаходять за емпіричною формулою:

$$\alpha_{\text{к}} = 2,84 \sqrt{t_{\text{п}} - t_{\text{р.з.}}}, \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{година} \cdot \text{градус}}.$$

Необхідна площа зонта: $F_{\text{з}} = L_{\text{з}} / v_{\text{з}}, \text{м}^2$. Розмір бічної сторони зонта l , м обирають за умови: $l \geq d_{\text{з}}$. При цьому площа його перетину $F = l^2, \text{м}^2$ повинна бути не менше $F_{\text{з}}, \text{м}^2$.

Задача 27

Виконати розрахунок зонта над завантажувальним отвором електричної нагрівальної печі. Ширина отвору B , мм; висота H , мм; робоча температура газів в печі $t_{\text{г}}$, $^{\circ}\text{C}$; температура повітря у приміщенні $t_{\text{п}}$, $^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 2.27 – Вихідні дані до задачі 27

№№ вар.	B , мм	H , мм	$t_{\text{г}}$, $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{п}}$, $^{\circ}\text{C}$	№№ вар.	B , мм	H , мм	$t_{\text{г}}$, $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{п}}$, $^{\circ}\text{C}$
1	600	400	850	20	6	680	450	900	20
2	620	410	860	22	7	700	460	910	22
3	640	420	870	24	8	720	470	920	24
4	650	430	880	25	9	740	480	930	25
5	660	440	890	26	0	750	500	940	26

Вказівки до рішення

Обсяг повітря, що відсмоктується зонтом-козирком біля завантажувального отвору печі, яка обігрівается електрикою, визначається за формулою:

$$L = B \cdot L' / H, \text{м}^3 / \text{годину},$$

де L' – обсяг повітря, що вибивається із завантажувального отвору електропечі:

$$L' = 7700 H^{3/2} \frac{\sqrt[3]{n}}{1 + \sqrt[3]{n}} \sqrt{\frac{\sqrt[3]{n}}{1 + \sqrt[3]{n}}} (1 - 1), \text{м}^3 / \text{годину},$$

n – відношення абсолютних температур газів в печі й навколишнього повітря:

$$n = T_{\text{г}} / T_{\text{п}} \approx \rho_{\text{г}} / \rho_{\text{п}};$$

T_r і T_n – абсолютна температура газів, що вибиваються, і повітря у приміщенні, К;

ρ_r і ρ_n – густина газів, що вибиваються, і повітря у приміщенні, кг/м³.

Швидкість руху газів біля нижньої крайки зонти становить:

$$v = \frac{L}{3600 \cdot l \cdot b}, \text{ м/с},$$

де l та b – рекомендовані розміри зонти-козирка:

виліт (довжина) зонти $l = (1,2 \div 1,25)H$, м; ширина зонти $b = 0,2 + B$, м.

Задача 28

Виконати розрахунок зонти для електросталеплавильної печі діаметром d_e , м. Втрати тепла через огороження печі становлять Q_1 , кВт; надлишковий тиск у печі $P_{\text{над}}$, Па; сумарна площа нещільностей у місці зчленування склепіння з піччю, електродами, у робочих вікнах, біля кисневих фурм f , м²; коефіцієнт витрати для цих отворів μ ; температура газів, що вибиваються, t_r , °С; їхній склад наведений у таблиці 2.28; відстань від склепіння печі до устя зонти h , м; температура повітря в цеху t_n , °С; атмосферний тиск P_6 , кПа.

Таблиця 2.28 – Вихідні дані до задачі 28

№№ вар.	d_e , м	Q_1 , кВт	$P_{\text{над}}$, Па	f , м ²	μ	t_r , °С	Склад газів (у % об.)				h , м	t_n , °С	P_6 , кПа
							CO ₂	CO	O ₂	N ₂			
1	4,5	380	40	0,6	0,05	1400	16	15	0,5	68,5	6	40	100
2	4,0	320	38	0,52	0,045	1420	15	14,5	0,5	70	5,2	36	102
3	4,2	325	35	0,54	0,046	1410	14,5	16	0,2	69,3	5,4	35	103
4	4,4	330	36	0,56	0,048	1380	15,2	14,8	0,5	69,5	5,6	38	104
5	4,6	360	41	0,59	0,048	1450	16,1	13,9	0,4	69,6	6,1	34	101
6	4,8	400	42	0,62	0,055	1385	16	15	0,5	68,5	5,4	36	100
7	4,3	340	39	0,53	0,047	1455	15	14,5	0,5	70	5,6	35	102
8	4,5	340	37	0,55	0,046	1415	14,5	16	0,2	69,3	6,1	38	103
9	4,7	350	38	0,57	0,049	1425	15,2	14,8	0,5	69,5	6	34	104
0	4,8	375	43	0,61	0,048	1390	16,1	13,9	0,4	69,6	5,2	40	101

Вказівки до рішення

Необхідну площу зонти і його діаметр визначають за формулами:

$$F_z = L_z / v_z, \text{ м}^2; \quad d_z = \sqrt{4F_z / \pi}, \text{ м},$$

де L_z і v_z – витрата газів і їх швидкість біля устя зонти:

$$L_z = 0,13Z^{1,5} Q_k^{0,33}, \text{ м}^3 / \text{с}; \quad v_z = 0,82Q_k^{0,33} / Z^{0,29}, \text{ м/с};$$

Z – відстань від полюса теплового струменя до зонта: $Z = h + 2d_e$, м;

Q_k – сумарні тепловтрати від печі, ккал/с: $Q_k = Q_l + Q_r$;

Q_l – втрати тепла через огороження печі:

Q_l (у ккал/с) = Q_l (у кВт)/4,1868;

Q_r – кількість тепла, що виноситься з печі газами:

$Q_r = C_r \cdot t_r \cdot G_r / 4,1868$, ккал/с. Для його визначення розраховують:

- густину пічних газів при їхній температурі t_r , $^{\circ}\text{C}$ и тиску P_6 , кПа:

$$\rho_z = \frac{\mu_{CO_2} CO_2 + \mu_{CO} CO + \mu_{O_2} O_2 + \mu_{N_2} N_2}{100 \cdot 22,4} \cdot \frac{P_6}{101,325} \cdot \frac{273}{273 + t_z}, \text{кг/м}^3;$$

- швидкість газів, що вибиваються крізь нещільності з

печі: $v = \sqrt{\mu \frac{2P_{над}}{\rho_z}}, \text{м/с};$

- об'ємну й масову витрату газів, що вибиваються: $L_r = v \cdot f$, $\text{м}^3/\text{с};$

$$G_r = L_r \cdot \rho_r, \text{кг/с};$$

- середню питому ізобарну теплоємність цих газів в інтервалі температур $0 \div t_r$, $^{\circ}\text{C}$:

$$C_r = 0,01(C_{CO_2} CO_2 + C_{CO} CO + C_{O_2} O_2 + C_{N_2} N_2), \text{кДж/(кг} \cdot \text{K)};$$

де μ_{CO_2} , μ_{CO} , μ_{O_2} , μ_{N_2} – маса 1 кмоль CO_2 , CO , O_2 , N_2 , кг/кмоль;

C_{CO_2} , C_{CO} , C_{O_2} , C_{N_2} – теплоємність компонентів газу в інтервалі $0 \div t_r$, $^{\circ}\text{C}$, кДж/(кг \cdot К), яку знаходять з додатку Р.

Діаметр зонти d_z повинен бути не менше, ніж діаметр смолоскипа біля устя зонти:

$$d_z = 0,45Z^{0,88}, \text{м}.$$

Температура газів на вході зонти:

$$t_z = \frac{4,1868 \cdot Q_k + C_n \rho_{n0} t_n \left(L_z - L_z \frac{273}{t_z + 273} \right) \frac{P_6}{101,325}}{C_n \rho_{n0} \left(L_z + L_z \frac{t_n}{t_z + 273} \right) \frac{P_6}{101,325} - \frac{4,1868 \cdot Q_k}{273}}, ^{\circ}\text{C},$$

де C_n – питома ізобарна теплоємність повітря в інтервалі температур $0 \div t_n$, $^{\circ}\text{C}$, кДж/(кг \cdot К), яку визначають з додатку Р;

$\rho_{n0} = 1,2875 \text{ кг/м}^3$ – густина повітря за нормальних умов.

Задача 29

Розрахувати максимальний тиск при вибуху стехіометричної суміші пари легкозаймистої рідини з повітрям, якщо початкова температура її $t_n, ^\circ\text{C}$, а початковий тиск P_n , мм рт. ст.

Таблиця 2.29 – Вихідні дані до задачі 29

№№ вар.	Рідина	$t_n, ^\circ\text{C}$	P_n , мм рт. ст.	№№ вар.	Рідина	$t_n, ^\circ\text{C}$	P_n , мм рт. ст.
1	Етиловий спирт	18	750	6	Етиловий спирт	20	765
2	Ацетон	20	750	7	Ацетон	25	745
3	Бензол	26	780	8	Бензол	24	745
4	Толуол	26	780	9	Толуол	23	790
5	Ксилол	18	765	0	Ксилол	21	790

Вказівки до рішення

Максимальний тиск вибуху без урахування ступеня дисоціації продуктів горіння визначають за формулою:

$$P_{\max} = \frac{P_n \cdot T_{\text{ад}} \cdot \sum m_{ik}}{T_n \cdot \sum m_{jk}}, \text{ Па},$$

де P_n – початковий тиск, при якому перебуває вихідна суміш, Па;

T_n – початкова температура суміші пального з повітрям, К;

$\sum m_{ik} = 1 + 4,84b$ – сума числа молей вихідних речовин;

$\sum m_{jk} = 3,84b + m_C + m_S + m_X + 0,5(n_H + m_N - m_X) \cdot 0,25m_P$ – сума числа молей кінцевих продуктів горіння;

$m_C, m_S, m_X, m_H, m_N, m_P$ – число атомів вуглецю, сірки, галоїду (F, Cl, Br, J), водню, азоту, фосфору в молекулі горючої речовини.

У складі наведених речовин відсутні сірка, галоїд, азот і фосфор, тому

$m_S = m_X = m_N = m_P = 0$;

$b = m_C + m_S + 0,25(n_H - m_X) \cdot 0,5m_O + 2,5m_P$, – стехіометричний коефіцієнт кисню в реакції горіння;

m_O – число атомів кисню в молекулі горючої речовини;

$T_{\text{ад}}$ – адіабатична температура горіння стехіометричної суміші пального з повітрям, К. Для її визначення знаходять:

- мольну масу M , кг/кмоль й елементний склад горючої речовини, % мас.:

$$M = m_C \cdot M_C + m_S \cdot M_S + m_X \cdot M_X + m_H \cdot M_H + m_N \cdot M_N + m_P \cdot M_P + m_O \cdot M_O;$$

$$C^P = \frac{m_C \cdot M_C}{M} \cdot 100; H^P = \frac{m_H \cdot M_H}{M} \cdot 100; O^P = \frac{m_O \cdot M_O}{M} \cdot 100;$$

$$S^P = \frac{m_S \cdot M_S}{M} \cdot 100; X^P = \frac{m_X \cdot M_X}{M} \cdot 100; N^P = \frac{m_N \cdot M_N}{M} \cdot 100;$$

$$P^P = \frac{m_P \cdot M_P}{M} \cdot 100,$$

де $M_C, M_S, M_X, M_H, M_N, M_P, M_O$ – маса кг-атому відповідного елементу. Оскільки тут $m_S = m_X = m_N = m_P = 0$, то $S^P = X^P = N^P = P^P = 0$;

- нижчу теплоту згоряння речовини за формулою Д.І. Менделєєва:

$$Q_H^P = 339C^P + 1030H^P - 109O^P - S^P \quad \text{кДж / кг},$$

де вміст вологи у пальному W^P дорівнює нулю;

- теоретичну витрату сухого повітря (вологівміст $d_B = 0$) та обсяг продуктів горіння:

$$L_0 = 0,0889C^P + 0,375S^P + 0,265H^P - 0,0333O^P, \text{ м}^3 / \text{кг};$$

$$V_{CO_2} = 0,0187C^P, \text{ м}^3 / \text{кг};$$

$$V_{H_2O} = 0,112H^P + 0,0124W^P + 0,00124L_0d_B, \text{ м}^3 / \text{кг};$$

$$V_{N_2} = 0,008N^P + 0,79L_0, \text{ м}^3 / \text{кг}; V_d = V_{CO_2} + V_{H_2O} + V_{N_2}, \text{ м}^3 / \text{кг};$$

- склад продуктів горіння, % об.:

$$CO_2^d = \frac{V_{CO_2}}{V_d} 100; H_2O^d = \frac{V_{H_2O}}{V_d} 100; N_2^d = \frac{V_{N_2}}{V_d} 100.$$

Адіабатичну температуру горіння стехіометричної суміші пального з повітрям знаходять методом послідовних наближень. Спочатку задаються деяким значенням $t_{ад}$, наприклад, $t_{ад} = 2000^\circ\text{C}$, з додатку Р визначають об'ємну теплоємність компонентів $C'_{CO_2}, C'_{H_2O}, C'_{N_2}$, кДж/м³, для цієї температури і розраховують теплоємність продуктів горіння:

$$C'_d = (C'_{CO_2}CO_2^d + C'_{H_2O}H_2O^d + C'_{N_2}N_2^d) / 100, \text{ кДж / м}^3 \cdot \text{К}.$$

Потім уточнюють адіабатичну температуру горіння за формулою:

$$t_{ад} = \frac{Q_H^P}{C'_d \cdot V_d}, ^\circ\text{C},$$

для цієї температури розраховують C'_d і знову уточнюють $t_{ад}$. Подібне уточнення припиняють, якщо різниця між попереднім та наступним значенням $t_{ад}$ не перевищує 5°C і за $t_{ад}$ приймають останнє значення.

Задача 30

Розрахувати максимальний тиск при вибуху стехіометричної суміші газу з повітрям, якщо початкова температура її $t_{п}, ^\circ\text{C}$, а початковий тиск $P_{п}$, мм рт. ст.

Таблиця 2.30 – Вихідні дані до задачі 30

№№ вар.	Вид газу	$t_{п}, ^\circ\text{C}$	$P_{п}$, мм рт. ст.	№№ вар.	Вид газу	$t_{п}, ^\circ\text{C}$	$P_{п}$, мм рт. ст.
1	Метан	20	750	6	Пропілен	20	765
2	Етан	25	750	7	Бутилен	25	745
3	Пропан	24	780	8	Етан	24	745
4	Бутан	26	780	9	Пропан	23	790
5	Етилен	18	765	0	Бутан	21	790

Вказівки до рішення

Розрахунок максимального тиску вибуху виконується за методикою, що викладено у задачі 29. Відмінним є визначення Q_H^P , L_0 , V_{CO_2} , V_{H_2O} , V_{N_2} для стехіометричної газоповітряної суміші за формулами:

$$Q_H^P = 0,358CH_4 + 0,636C_2H_6 + 0,913C_3H_8 + 1,185C_4H_{10} + 0,595C_2H_4 + \\ + 0,877C_3H_6 + 1,156C_4H_8, \text{ МДж/м}^3;$$

$$L_0 = 0,0476 \cdot \Sigma(m + n/4)C_mH_n, \text{ м}^3/\text{м}^3; \quad V_{CO_2} = 0,01 \cdot \Sigma mC_mH_n, \text{ м}^3/\text{м}^3;$$

$$V_{H_2O} = 0,01 \cdot \Sigma(n/2)C_mH_n, \text{ м}^3/\text{м}^3; \quad V_{N_2} = 0,79L_0, \text{ м}^3/\text{м}^3;$$

Задача 31

Провести оцінку зміни стану охорони праці на підприємстві за звітний період у порівнянні з попереднім. У таблиці 2.31 позначено: Р – середньооблікова чисельність працюючих, чол.; Н – кількість нещасних випадків на підприємстві; Д – кількість днів непрацездатності.

Таблиця 2.31 – Вихідні дані до задачі 31

№№ вар.	Попередній період			Звітний період			№№ вар.	Попередній період			Звітний період		
	Р	Н	Д	Р	Н	Д		Р	Н	Д	Р	Н	Д
1	12	2	17	10	1	5	6	125	6	87	108	4	72
2	4000	50	650	3650	45	600	7	450	10	75	387	8	72
3	172	1	67	178	2	48	8	182	1	67	168	2	48
4	324	3	75	268	2	65	9	268	3	75	274	2	65
5	57	3	25	50	3	22	0	47	3	25	40	3	22

Вказівки до рішення

Оцінка рівню травматизму виконується за допомогою коефіцієнтів частоти, тяжкості та виробничих втрат, які розраховують за формулами відповідно:

$$K_{\text{ч}} = H \cdot 1000 / P; \quad K_{\text{т}} = D / H; \quad K_{\text{в}} = K_{\text{ч}} \cdot K_{\text{т}}.$$

Порівнюючи отримані коефіцієнти за звітний період з коефіцієнтами за попередній період, роблять висновок про ефективність прийнятих заходів з поліпшення умов праці і зниження травматизму.

Задача 32

Провести оцінку зміни загальної захворюваності на виробництві за звітний період у порівнянні з попереднім.

У таблиці 2.32 позначено: Р – середньооблікова чисельність працюючих, чол.; Б – кількість випадків захворювань; Д – число днів захворювань.

Таблиця 2.32 – Вихідні дані до задачі 32

№№ вар.	Попередній період			Звітний період			№№ вар.	Попередній період			Звітний період		
	Р	Б	Д	Р	Б	Д		Р	Б	Д	Р	Б	Д
1	12	2	17	10	1	5	6	125	6	87	108	4	72
2	4000	50	650	3650	45	600	7	450	10	75	387	8	72
3	172	1	67	178	2	48	8	182	1	67	168	2	48
4	324	3	75	268	2	65	9	268	3	75	274	2	65
5	57	3	25	50	3	22	0	47	3	25	40	3	22

Вказівки до рішення

Оцінка рівню захворюваності виконується за допомогою показників частоти випадків захворюваності та днів непрацездатності на 100 працівників, а також показника тяжкості захворюваності, які розраховують за формулами відповідно:

$$I_{\text{ч}} = B \cdot 100 / P; \quad K_{\text{д}} = D \cdot 100 / P; \quad K_{\text{т}} = D / B.$$

Порівнюючи отримані показники за звітний період з показниками за попередній період, роблять висновок про ефективність прийнятих заходів з поліпшення умов праці.

Задача 33

На підприємстві фонд оплати праці у попередньому році становив Φ , тис. грн. Протягом поточного року витрати на охорону праці склали Π , грн.

Який найменший розмір витрат на охорону праці треба було здійснити, і який штраф за порушення вимог закону України «Про охорону праці» до підприємства може бути застосовано?

Таблиця 2.33 – Вихідні дані до задачі 33

№№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Φ , тис. грн	4000	250	500	1200	2200	3600	4500	4800	3200	2800
Π , грн	10000	1000	2000	6000	8000	12000	16000	16000	10000	10000

Вказівки до рішення

При розрахунках слід керуватися ст. 19 та 43 закону України «Про охорону праці».

Задача 34

Оцінити економічну ефективність заходів з охорони праці на підприємстві. У таблиці 2.34 позначено: D ; D_i та D_c – кількість людино-днів непрацездатності відповідно у потерпілих з втратою працездатності на 1 день і більше, тимчасова непрацездатність яких закінчилась у звітному році; внаслідок інвалідності та недопрацьовані через смертельні випадки; середня денна заробітна плата одного працівника S , грн.; витрати для впровадження заходів для попередження нещасних випадків за попередній і звітний роки K_1 та K_2 , тис. грн.

Таблиця 2.34 – Вихідні дані до задачі 34

№№ вар.	Попередній період					Звітний період				
	D	D_i	D_c	S , грн	K_1 , тис. грн	D	D_i	D_c	S , грн	K_2 , тис. грн.
1	384	282	250	200	70	300	96	-	200	200
2	67	45	40	250	15	62	25	20	250	42
3	190	132	120	300	36	142	45	-	300	120
4	131	98	86	220	25	105	35	28	220	70
5	265	197	170	215	48	202	69	34	215	135
6	304	209	134	185	52	225	78	59	185	150
7	156	104	67	190	28	114	41	26	190	74
8	76	51	34	205	15	58	25	-	205	40
9	102	73	41	210	21	76	32	18	210	52
0	206	151	84	225	40	158	67	45	225	128

Вказівки до рішення

Економічну ефективність заходів з охорони праці визначають за формулою:

$$E = Q - E_n (K_2 - K_1), \text{ грн.},$$

де E_n – нормативний коефіцієнт ефективності заходів з охорони праці,

$$E_n = 0,08;$$

$Q = M_{n1} - M_{n2}$ – річна економія внаслідок зниження виробничого травматизму і окремих статей собівартості, грн.;

M_{n1} та M_{n2} – матеріальні наслідки виробничого травматизму в попередньому і звітному роках, грн. Їх визначають як суму втрат від травматизму: $M_T = D \cdot S \cdot \Phi$, грн. та умовних річних втрат додаткового продукту: $Y = (D + D_i + D_c) \cdot S$, грн. для відповідного року;

$\Phi = 2$ – коефіцієнт матеріальних наслідків (страхові внески, штрафи).

Термін окупності витрат на охорону праці складає: $T = K_2/Q$, років.

Задача 35

Визначити число вертикальних заземлювачів діаметром d , мм і довжиною $l = 3$ м контурного заземлення у вигляді прямокутника $a \times b$, м для установки потужністю N , кВт·А і з напругою U , В. Заземлювачі зариті у ґрунт нормальної вологості на глибину t_0 , м та з'єднані між собою сталеві стрічкою з перетином $h \times x$, мм. Струм короткого замикання на землю I , А.

Таблиця 2.35 – Вихідні дані до задачі 35

№№ вар.	Режим нейтралі	I , А	Ґрунт	Кліматична зона	d , мм	$a \times b$, мм	t_0 , мм	$h \times x$, мм	N , кВт·А	U , В
1	заземлена	-	Глина	I	0,06	10×15	0,7	40×4	450	1200
2	ізолювана	-	Супісок	IV	0,12	8×14	0,95	60×4,5	90	127
3	ізолювана	-	Суглинок	III	0,08	9×16	0,5	50×3	240	220
4	ізолювана	20	Чорнозем	IV	0,15	20×22	0,8	70×5	210	1200
5	ізолювана	40	Супісок	III	0,08	10×20	0,6	60×5	195	1200
6	заземлена	-	Глина	I	0,05	6×9	0,75	45×6	185	1600
7	заземлена	-	Чорнозем	III	0,12	16×20	0,9	40×4	240	1200
8	ізолювана	10	Чорнозем	IV	0,12	14×22	0,55	35×3,5	200	1200
9	ізолювана	-	Пісок	IV	0,15	20×40	0,65	60×6	85	600
0	ізолювана	15	Суглинок	II	0,08	10×20	0,5	50×4	200	1600

Вказівки до рішення

Орієнтовно кількість вертикальних заземлювачів n_B приймають як найближче ціле парне число до значення l_n/l , де l_n – периметр заземлення:

$$l_n = 2(a + b), \text{ м.}$$

Для цього n_B отримують відношення відстані між вертикальними заземлювачами до їх довжини: $K = \frac{l_n}{n_B l}$ і з додатку С шляхом інтерполяції по n_B

і K знаходять коефіцієнт екранування вертикальних заземлювачів η_B . Уточнення числа вертикальних заземлювачів виконують за формулою:

$$n_B = \frac{R_B}{R_3 \eta_B}, \text{ яке також приймають найближчим парним.}$$

Тут R_B – опір розтіканню струму для одного вертикального стрижневого заземлювача:

$$R_B = \frac{\rho \psi}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right), \text{ Ом,}$$

де $t = t_0 + l/2$ – відстань від середини вертикального заземлювача до поверхні ґрунту, м;

ρ – питомий опір ґрунту за нормальної вологості, Ом·м, який знаходять з додатку Т;

ψ – коефіцієнт сезонності для заданої кліматичної зони для вертикального електрода (додаток У);

R_3 – припустимий опір заземлення, Ом, значення якого вибирають за рекомендаціями «Правил улаштування електроустановок» (ПУЕ) (див. розділ 1, п. 1.7).

За уточненим n_B визначають K , η_B і знову n_B ; таке уточнення виконують до збігу чисел n_B (цілого парного) у попередньому і наступному його розрахунку.

Вибрана кількість вертикальних заземлювачів n_B повинна забезпечувати фактичний опір системи, що не перевищує припустимого:

$$R = \frac{R_B R_C}{R_B \eta_C + R_C n_B \eta_B} \leq R_3, \text{ Ом,}$$

де R_C – опір розтіканню струму з'єднувальної сталевий стрічки:

$$R_C = \frac{\rho \psi'}{2\pi l_n} \ln \frac{2l_n^2}{ht_0 \eta_C}, \text{ Ом,}$$

ψ' – коефіцієнт сезонності для горизонтальної з'єднувальної стрічки (додаток У);

η_c – коефіцієнт екранування з'єднувальної стрічки, що знаходять інтерполяцією з додатку Т для вибраних n_B і К.

У разі $R > R_3$ кількість вертикальних заземлювачів збільшують на парне число (2, 4,...) та роблять повторний перерахунок.

Задача 36

Оцінити можливість використання залізобетонного фундаменту будівлі довжиною А, м і шириною В, м в якості заземлювача. У таблиці 2.36 наведено режим нейтралі; напруга U, В; споживана потужність установок N, кВт; струм короткого замикання на землю I, А; питомий електричний опір верхнього ρ_1 , Ом·м, і нижнього шару землі ρ_2 , Ом·м; товщина верхнього шару землі h_1 , м.

Таблиця 2.36 – Вихідні дані до задачі 36

№№ вар.	А, м	В, м	Режим нейтралі	U, В	N, кВт	I, А	ρ_1 , Ом·м	ρ_2 , Ом·м	h_1 , м
1	60	18	ізолювана	1200	250	70	80	200	3
2	72	24		1200	380	60	100	220	3,2
3	66	24		1200	460	20	120	260	3
4	72	18	ізолювана	660	120	-	140	300	3,6
5	90	24		380	85	-	160	360	3
6	60	18	заземлена	1200	295	-	300	100	3,5
7	66	12		1200	520	-	400	120	4
8	72	18		1200	450	-	420	180	3,2
9	90	18	ізолювана	380	250	-	450	150	3
0	36	12		220	75	-	550	220	3

Вказівки до рішення

При використанні залізобетонного фундаменту промислової будівлі в якості заземлювача його опір розтіканню струму оцінюється за формулою:

$$R_{e.з} = 0,5 \frac{\rho_e}{\sqrt{S}}, \text{ Ом},$$

де S – площа, обмежена периметром будівлі: $S = A \times B, \text{ м}^2$;

ρ_e – питомий еквівалентний електричний опір ґрунту, Ом·м:

$$\rho_e = \rho_1 \left[1 - \exp \left(-\alpha \frac{h_1}{\sqrt{S}} \right) \right] + \rho_2 \left[1 - \exp \left(-\beta \frac{\sqrt{S}}{h_1} \right) \right];$$

$\rho_1; \rho_2$ – питомий електричний опір верхнього і нижнього шару землі, Ом·м;

h_1 – потужність (товщина) верхнього шару землі, м;

α, β – безрозмірні коефіцієнти, що залежать від співвідношення питомих електричних опорів шарів землі.

Якщо $\rho_1 > \rho_2$, то $\alpha = 3,6$, $\beta = 0,1$; якщо $\rho_1 \leq \rho_2$, то $\alpha = 110$, $\beta = 0,003$.

Необхідність влаштування додаткового штучного заземлення визначають шляхом порівняння отриманого значення $R_{e.3}$ з припустимою величиною опору заземлюючого пристрою R_3 згідно з рекомендаціями ПУЕ (див. розділ 1, п. 1.7).

При $R_{e.3} \leq R_3$ залізобетонний фундамент будівлі може бути використаний в якості заземлювача без додаткових заземлюючих пристроїв.

При $R_{e.3} > R_3$ треба визначити значення опору розтіканню струму додаткового штучного заземлюючого пристрою за формулою:

$$R_{ш.з} = \frac{R_3 R_{e.3}}{R_{e.3} - R_3}.$$

Задача 37

Людина знаходиться на відстані l_1 , м від проводу діаметром d , м, який лежить на землі і знаходиться під напругою. Довжина ділянки проводу, що лежить на землі l , м; струм замикання на землю I , А. Визначити напругу дотику і крокову напругу, яка діє на людину при виході з зони ураження електричним струмом на першому і другому кроці.

Таблиця 2.37 – Вихідні дані до задачі 37

№№ вар.	Ґрунт	Кліматична зона	l , м	l_1 , м	d , м	I , А
1	Глина	I	5	3	0,010	10
2	Супісок	IV	6	3,5	0,008	8
3	Суглинок	III	7	4	0,009	9
4	Чорнозем	IV	4,5	2,8	0,011	5
5	Супісок	III	5,5	3,3	0,012	4
6	Глина	I	6,5	3,8	0,010	10
7	Чорнозем	III	4,8	3	0,008	11
8	Чорнозем	IV	5,8	3,5	0,009	12
9	Пісок	IV	6,8	4	0,011	8
0	Суглинок	II	5,2	3,1	0,012	9

Вказівки до рішення

Напругу дотику визначають за формулою:

$$U_d = (\varphi_n - \varphi_1)a, \text{ В},$$

де φ_n, φ_1 – потенціал проводу, що лежить на землі, і потенціал поверхні землі, де стоїть людина, В;

a – поправний коефіцієнт, що враховує падіння напруги в опорі розтіканню струму в тілі людини:

$$a = \frac{R_{\text{л}}}{R_{\text{л}} + \psi' \rho};$$

$R_{\text{л}}$ – опір тіла людини, який у розрахунках приймають 1000 Ом;

ρ – питомий опір ґрунту за нормальної вологості, Ом·м, який знаходять з додатку Т;

ψ' – коефіцієнт сезонності для заданої кліматичної зони при горизонтальному заземлювачі довжиною $l_{\text{г}}$ до 10 м (додаток У);

Ділянка проводу, що лежить на землі, являє собою довгий заземлювач круглого перетину. Потенціал проводу та поверхні землі, де стоїть людина, складає:

$$\varphi_n = \frac{I\rho\psi'}{l\pi} \ln \frac{2l}{d}, \text{ В}; \quad \varphi_1 = \frac{I\rho\psi'}{2l\pi} \ln \frac{2x_1 + l}{2x_1 - l}, \text{ В},$$

де $x_1 = l/2 + l_1$ – відстань від людини до середини замкненої на землю ділянки проводу, м.

Розрахункова довжина кроку складає 0,8 м. Тому крокова напруга, яка діє на людину при першому і другому кроці буде:

$$U_1 = (\varphi_1 - \varphi_2)a, \text{ В}; \quad U_2 = (\varphi_2 - \varphi_3)a, \text{ В},$$

де φ_2, φ_3 – потенціали на поверхні землі на відстані $x_2 = (x_1 + 0,8)$, м і

$x_3 = (x_2 + 0,8)$, м від середини замкненої на землю ділянки проводу, які визначають аналогічно φ_1 .

Задача 38

Оцінити можливість використання трубопроводу діаметром d_n , м, довжиною l_n , м, що прокладений на глибині h_{n1} , м, у ґрунті нормальної вологості та пластини, поставленої на ребро, менша сторона якої a , м, більша сторона b , м, глибина закладення в землі h_{n2} , м для заземлення обладнання потужністю N , кВт·А.

В таблиці 2.38 наведено режим нейтралі; напруга мережі U, В; струм замикання на землю I, А; вид ґрунту.

Таблиця 2.38 – Вихідні дані до задачі 38

№№ вар.	Режим нейтралі	I, А	Ґрунт	d _n , м	l _n , м	h _{n1} , м	a, м	b, м	h _{n2} , м	N, кВ·А	U, В
1	Заземлена	-	Глина	0,25	200	0,8	2	3	2	450	1200
2	Ізольована	-	Супісок	0,1	20	0,5	1	2	1,5	90	127
3	Ізольована	-	Суглинок	0,2	30	0,5	1	3	1,5	240	220
4	Ізольована	20	Чорнозем	0,4	100	1	2,5	3	2	210	1200
5	Ізольована	40	Супісок	0,4	50	1,2	2,5	3	2	195	1200
6	Заземлена	-	Глина	0,45	35	1,2	1,5	3	1,5	185	1600
7	Заземлена	-	Чорнозем	0,85	220	1,6	4	5	2,5	240	1200
8	Ізольована	10	Чорнозем	0,85	400	1,6	4	5	2,5	200	1200
9	Ізольована	-	Пісок	0,45	150	0,9	2	4	2,5	85	600
0	Ізольована	15	Суглинок	0,36	40	0,9	2	4	2,5	200	1600

Вказівки до рішення

Величина опору розтіканню струму в природному заземлювачі R_{е.з}, що складається з трубопроводу та пластини у землі, визначають за формулою:

$$R_{e.з.} = \frac{R_{e.з1} \cdot R_{e.з2}}{R_{e.з1} + R_{e.з2}},$$

де R_{е.з1} та R_{е.з2} – опір розтіканню струму у трубопроводі і пластині:

$$R_{e.з1} = \frac{\rho}{2\pi l_n} \ln \frac{l_n^2}{d_n \cdot h_{n1}}; R_{e.з2} = \frac{\rho}{4\sqrt{\pi \cdot a \cdot b}} \left(\frac{\pi}{2} + \arcsin \sqrt{\frac{a \cdot b}{4\pi \cdot h_{n2}^2 + a \cdot b}} \right);$$

ρ – питомий опір ґрунту за нормальної вологості, Ом·м, який знаходять з додатку Т. Якщо отримане значення R_{е.з} не перевищує припустиму величину опору заземлюючого пристрою R_з згідно з рекомендаціями ПУЕ (див. розділ 1, п. 1.7), доповнювати природне заземлення штучним не треба. Якщо величина R_{е.з} не задовольняє вимогам ПУЕ, слід передбачити додаткове штучне заземлення, опір якого складає:

$$R_{ш.з} = \frac{R_z R_{e.з}}{R_{e.з} - R_z}.$$

Задача 39

Для живлення фазною напругою мережі $U_H = 220$ В; 50 Гц в приміщеннях передбачена прокладка двох одножильних проводів в сталій трубі. В таблиці 2.39 наведено тип приміщень, кількість N_i та номінальна потужність P_{Hi} , Вт одиниці приладів, що треба підключити до мережі: нагрівальних приладів N_1 , P_{H1} ; сушильних шаф N_2 , P_{H2} ; компресорів N_3 , P_{H3} ; верстатів N_4 , P_{H4} ; кран-балок N_5 , P_{H5} ; електрозварювальних постів N_6 , P_{H6} ; світильників дволампових з люмінесцентними лампами низького тиску N_7 , P_{H7} ; світильників місцевого освітлення з лампами розжарювання N_8 , P_{H8} ; персональних комп'ютерів N_9 , P_{H9} ; кондиціонерів N_{10} , P_{H10} . Визначити перетин проводів для монтажу електропроводки. У непарних варіантах провід алюмінієвий, у парних – мідний.

Таблиця 2.39 – Вихідні дані до задачі 39

№№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Приміщення	Майстерня	Учебний заклад					Офіс	Склад	Бібліотека	Адмін. споруда
P_{H1} , Вт	2500	3000	-	1500	-	1800	1500	1800	-	2500
N_1	1	2	-	2	-	2	2	2	-	2
P_{H2} , Вт	3000	2000	-	2500	-	1600	-	-	-	-
N_2	1	2	-	2	-	2	-	-	-	-
P_{H3} , Вт	1500	1200	-	1800	-	1500	-	-	-	-
N_3	1	1	-	1	-	1	-	-	-	-
P_{H4} , Вт	5500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N_4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P_{H5} , Вт	2500	-	-	-	-	-	-	2000	-	-
N_5	1	-	-	-	-	-	-	3	-	-
P_{H6} , Вт	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N_6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P_{H7} , Вт	40	40	60	40	60	60	60	60	80	80
N_7	10	18	16	12	20	10	12	16	28	24
P_{H8} , Вт	20	20	20	20	25	20	25	20	20	20
N_8	5	4	25	4	25	5	10	4	30	20
P_{H9} , Вт	-	500	550	500	500	500	500	500	500	500
N_9	-	4	25	2	25	3	10	2	8	20
P_{H10} , Вт	-	1500	1800	2500	2500	3500	2000	3000	3500	2200
N_{10}	-	1	2	1	2	1	2	2	3	2

Вказівки до рішення

Необхідний перетин дроту вибирають за допустимим струмовим навантаженням I , А, з таблиці 1.3.4 «Правил улаштування електроустановок»

для мідних проводів та 1.3.5 для алюмінієвих при забезпеченні умови: $I \geq I_p$, де I_p – розрахунковий струм, що протікає по провідниках відгалуження при роботі в номінальному режимі.

Для двохпровідної однофазної мережі:

$$I_p = \frac{P \cdot 10^3}{U \cdot \cos \varphi}, A,$$

де P – розрахункова споживана потужність, відносно якої проводиться визначення необхідної пожежобезпечної площі поперечного перетину жил провідників, котрими споживачі будуть підключатися до мережі. Для групи споживачів:

$$P = K_c \sum_{i=1}^n P_{ni};$$

P_{ni} – номінальна потужність i -того споживача, кВт;

K_c – коефіцієнт попиту, що являє собою відношення розрахункового навантаження до номінального; для бібліотек, адміністративних споруд $K_c = 0,9$; учбових закладів та офісів $K_c = 0,8$; майстерень $K_c = 1$; складів $K_c = 0,6$.

$\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності мережі; для електроприймачів, що мають різні $\cos \varphi$, середньозважене значення $\cos \varphi$ знаходять за формулою:

$$\cos \varphi = \frac{\sum_{i=1}^n P_{ni} \cdot \cos \varphi_i}{\sum_{i=1}^n P_{ni}}.$$

Значення $\cos \varphi$ для нагрівальних приладів та світильників місцевого освітлення з лампами розжарювання складає 1,0; сушильних шаф 0,9; компресорів 0,85; верстатів 0,65; кран-балок та електрозварювальних постів 0,5; світильників дволампових з люмінесцентними лампами низького тиску 0,92; персональних комп'ютерів 0,7; кондиціонерів 0,75 при потужності електродвигунів від 1 до 4 кВт.

Задача 40

Визначити звукоізолюючу здатність одношарової загороди товщиною h , м і критичну частоту звуку, нижче якої використання її є неефективним. Матеріал загороди, його модуль пружності E , кг/см², щільність ρ , кг/м³ і коефіцієнт втрат енергії звуку в ньому η наведені в таблиці 2.40.

Таблиця 2.40 – Вихідні дані до задачі 40

№№ вар.	Матеріал	E , кг/см ²	ρ , кг/м ³	η	h , м
1	Залізобетон	$2,0 \cdot 10^5$	2500	0,005	0,1
2	Цегляна кладка	$2,8 \cdot 10^4$	1600	0,01	0,05
3	Шлакобетон	$1,1 \cdot 10^5$	1400	0,005	0,05
4	Пінобетон	$3 \cdot 10^4$	880	0,008	0,04
5	Дерево	$1 \cdot 10^5$	500	0,01	0,03
6	Плити ДСП	$5 \cdot 10^4$	800	0,01	0,05
7	Азбоцементні плити	$2 \cdot 10^5$	1500	0,005	0,03
8	Скло силікатне	$4 \cdot 10^5$	2500	0,002	0,02
9	Скло органічне	$3 \cdot 10^4$	1150	0,002	0,01
0	Гума	$1 \cdot 10^2$	1300	0,1	0,05

Вказівки до рішення

Оскільки товщина загороди знаходиться в межах 10÷100мм, то розрахунок її звукоізолюючої здатності виконують за формулою:

$$R = 30 \cdot \lg \rho - 10 \cdot \lg E + 2 \cdot \lg \eta - 9,6, \text{ дБ.}$$

Критичну частоту звуку, нижче якої використання загороди є неефективним, знаходять за формулою:

$$f_{кр} = \frac{c^2}{1,8h} \sqrt{\frac{\rho}{E}}, \text{ Гц,}$$

де c – швидкість звуку у повітрі, яка дорівнює 331 м/с.

Задача 41

Який максимальний штраф може бути накладений на підприємство за порушення вимог пожежної безпеки, якщо місячний фонд заробітної плати на ньому складає A , тис. грн.? Яку пеню буде нараховано підприємству за несплату цього штрафу протягом місяця після остаточного вирішення спору за B , днів прострочення?

Таблиця 2.41 – Вихідні дані до задачі 41

№№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
А, тис. грн.	100	120	130	150	200	75	85	90	95	98
Б, днів	16	15	14	30	25	7	18	8	19	12

Вказівки до рішення

При розрахунках слід керуватися ст. 35 закону «Про пожежну безпеку».

Задача 42

Який максимальний штраф (у грн.) за порушення вимог законодавства про працю та охорону праці може накласти на посадовця контролююча особа територіальної Державної інспекції праці (ТДІП) та Державної служби з питань праці (Держпраці)?

Таблиця 2.42 – Вихідні дані до задачі 42

№№ вар.	Вид порушення	Контролююча особа
1	Порушення встановленого порядку повідомлення Держпраці про нещасний випадок на виробництві	Державний інспектор ТДІП
2		Начальник ТДІП
3		Заступник керівника Держпраці
4	Невиконання законних вимог посадових осіб Держпраці щодо усунення порушень законодавства про працю	Уповноважені керівником Держпраці
5		Керівник Держпраці
6		Заступник керівника Держпраці
7	Порушення вимог законодавчих актів про охорону праці (крім згаданих у вар. №№ 1÷3)	Заступник начальника ТДІП
8		Головний державний інспектор ТДІП
9		Начальник відділу Держпраці
0		Заступник начальника управління Держпраці

Вказівки до рішення

При рішенні слід керуватися ст. 230 та 231 «Кодексу України про адміністративні правопорушення».

Задача 43

Визначити допустиме середнє квадратичне значення звукового тиску P , Па, від постійного і імпульсного шуму в октавних полосах з середньгеометричними частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц при виконанні різних видів діяльності.

Таблиця 2.43 – Вихідні дані до задачі 43

№№ вар.	Вид діяльності, робочі місця	№№ вар.	Вид діяльності, робочі місця
1	Наукова діяльність	6	Диспетчерська робота
2	Конструювання	7	Робота, що вимагає постійного слухового контролю
3	Програмування	8	Викладацька робота
4	Управлінська діяльність	9	Вимірювальні роботи в лабораторії
5	Навчання	0	Робота в лабораторії з шумним обладнанням

Задача 44

Визначити допустиме середнє квадратичне значення тиску P , Па від ультра- та інфразвуку на робочих місцях за даними таблиці 2.44, де ω_y позначено середньгеометричні частоти в третинооктавних смугах ультразвуку, а ω_i – в октавних смугах інфразвуку.

Таблиця 2.44 - Вихідні дані до задачі 44

№№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ω_y , кГц	12,5	16	20	25	31,5	100	12,5	16	20	25
ω_i , Гц	2	4	8	16	2	4	8	16	2	4

Вказівки до рішення задач 43, 44

Середнє квадратичне значення звукового, ультра- та інфразвукового тиску P , Па пов'язане з його рівнем L , дБ залежністю:

$$L = 20 \lg P/P_0,$$

де $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па – умовний поріг чутності.

Допустимі значення L наведені в ДСН 3.3.6.037-99.

Задача 45

Визначити логарифмічні рівні віброшвидкості V , м/с та віброприскорення a , м/с² при середньгеометричній частоті октавних смуг, ω_b , Гц за даними таблиці 2.45 та відповідність їх ДСН 3.3.6.039-99 для локальної вібрації.

Таблиця 2.45 – Вихідні дані до задачі 45

№№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ω_B , Гц	8	16	31,5	63	125	250	500	1000	8	16
$V \times 10^2$, м/с	2	2	1,5	1,5	1,2	1,2	1,6	1,6	1	1
a , м/с ²	2	2	2	2	20	20	20	20	1,5	1,2

Вказівки до рішення задачі 45

Рівні віброшвидкості та віброприскорення визначають за формулами:

$$L_v = 20 \lg V/V_0, \text{ дБ}; \quad L_a = 20 \lg a/a_0, \text{ дБ},$$

де $V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ м/с та $a_0 = 3 \cdot 10^{-4}$ м/с² – опорні значення цих параметрів.

Задача 46

Визначити розряд та підрозряд зорової роботи з еквівалентним розміром об'єкта розрізнення d , мм і необхідний рівень освітленості E , лк при комбінованому штучному освітленні, якщо коефіцієнт відображення робочої поверхні становить ρ ; яскравість об'єкта, який треба розрізняти при роботі, L_p і фону L_ϕ , кд/м².

Таблиця 2.46 – Вихідні дані до задачі 46

№№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
d , мм	0,12	0,14	0,2	0,3	0,35	0,45	0,6	0,8	2	0,5
ρ	0,3	0,5	0,25	0,6	0,2	0,45	0,25	0,15	0,18	0,12
L_p , кд/м ²	270	200	230	200	275	200	230	210	220	225
L_ϕ , кд/м ²	300	300	250	250	310	350	250	250	250	275

Вказівки до рішення задачі 46

Розряд та підрозряд зорової роботи, а також необхідний рівень освітленості визначають згідно з ДБН В.2.5-28-2006 за еквівалентним розміром об'єкта розрізнення d , мм, характеристикою фону ρ та контрасту об'єкта з фоном K . Фон вважається світлим при $\rho > 0,4$; при $\rho=0,2-0,4$ – середнім; при $\rho < 0,2$ – темним.

Величина K характеризується відношенням яскравості об'єкта, який треба розрізняти при роботі, і яскравості фону:

$$K = (L_\phi - L_p) / L_\phi.$$

Контраст вважається великим при $K > 0,5$; при $K=0,2-0,5$ – середнім; при $K < 0,2$ малим.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Конституція України. – К.: Алерта, 2015. – 75 с.
2. Кодекс законів про працю України. – К.: Центр учбової літератури, 2015. – 84 с.
3. Закон України «Про охорону праці». – К.: Паливода, 2015. – 32 с.
4. Артеменко О.В. Науково-практичний коментар до закону України «Про охорону праці». – К.: Професіонал, 2012. – 592 с.
5. Бедрій Я.І. Основи охорони праці: Навчальний посібник для студентів ВНЗ. Видання 4-те перероблене і доповнене. – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2014. – 240 с.
6. Геврик Є.О. Охорона праці: Навчальний посібник для студентів ВНЗ. – К.: Ельга, Ніка-Центр, 2003. – 280 с.
7. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. За редакцією М.П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2004. – 408 с.
8. Голінько В.І. Основи охорони праці: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2010. – 271 с.
9. Грищук М.В. Охорона праці: Підручник. – К.: Кондор, 2005. – 240 с.
10. Жидецкий В.Ц., Джигирей В.С., Мельников А.В. Основы охраны труда. – Львов: Афіша, 2000. – 350 с.
11. Запорожець О.І., Протоєрейський О.С., Франчук Г.М., Боровик І.М. Основи охорони праці: Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 264 с.
12. Катренко Л.А., Кіт Ю.В., Пістун І.П. Охорона праці: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Суми: Університетська книга, 2004. – 495с.
13. Москальова В.М. Основи охорони праці. – К.: Професіонал, 2005. – 672 с.
14. Основи охорони праці: Навчальний посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів / В.В. Березуцький, Н.П. Вершиніна, С.В. Котлярова та ін.; за ред. В.В. Березуцького; Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». – Х.: Факт, 2005. – 479 с.
15. Основи охорони праці: Навчальний посібник для студентів ВНЗ./ Р.М. Івах, Я.І. Бедрій, Б.О. Білінський та ін. – К.: Кондор, 2015. – 464 с.

16. Основы охраны труда: Учебник для студентов ВУЗов/А.С. Беликов, А.И. Касьян, С.П. Дмитрюк и др. – Днепропетровск: Журфонд, 2007. – 494 с.
17. Охорона праці (Законодавство. Організація роботи): Навчальний посібник / За загальною редакцією к.т.н., доц. І.П. Пістуна. – Львів: «Тріада плюс», 2010. – 648 с.
18. Третьяков О.В., Зацарний В.В., Безсонний В.Л. Охорона праці: Навчальний посібник. Для самостійної роботи студентів. – Х.: УЦЗУ, 2009. – 436 с.
19. ГОСТ 12.1.005-88 ССТБ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 75 с.
20. ДСН 3.36.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. – К.: Держстандарт, 1999. – 31 с.
21. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Терміни та визначення. – К.: Держстандарт, 1999. – 17 с.
22. ДСН 3.3.6.037-99. Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. – К.: Держстандарт, 1999. – 15 с.
23. ДСТУ 2272–93. ССБП. Пожежна безпека. Терміни та визначення. – К.: Держстандарт, 1993. – 27 с.
24. Кодекс України про адміністративні правопорушення. – К.: Право, 2015. – 272 с.
25. НПАОП 0.00-6.02-04. Порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві. – К.: Основа, 2004. – 104 с.
26. НПАОП 27.0-1.01-08. Правила охорони праці в металургійній промисловості. – К.: Держгірпромнагляд України, 2009. – 142 с.
27. НАПБ Б.03.002-2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. – К.: УкрНДІПБ, 2007. – 27 с.
28. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. – К.: Мінрегіонбуд, 2006. – 93 с.
29. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – К.: Мінбуд України, 2013. – 149 с.
30. Правила улаштування електроустановок. ПУЕ –2009. – Х.: Форт, 2009. – 726 с.

Інтернет-ресурси

1. <http://www.dnopr.kiev.ua> - Офіційний сайт Держгірпромнагляду.
2. <http://www.mon.gov.ua> - Офіційний сайт Міністерства освіти і науки України.
3. <http://www.mns.gov.ua> - Офіційний сайт Міністерства надзвичайних ситуацій України.
4. <http://www.social.org.ua> - Офіційний сайт Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України.
5. <http://portal.rada.gov.ua> – Офіційний веб-сайт Верховної Ради України
6. <http://www.nau.ua> – Інформаційно-пошукова правова система «Нормативні акти України (НАУ)».
7. <http://www.budinfo.com.ua> - Портал «Украина строительная: строительные компании Украины, строительные стандарты: ДБН, ГОСТ, ДСТУ».

Приклад завдання до залікової або екзаменаційної роботи

НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ

Дисципліна «*Основи охорони праці*»

БІЛЕТ № 25

Питання

1. Умови праці і фактори, що їх формують.
2. Класифікація приміщень за ступенем електронебезпеки.

Задачі

1. Визначити мінімальну суму вихідної допомоги робітникові при середньомісячному заробітку 5000 грн. у разі порушення власником законодавства з охорони праці та розриву робітником трудового договору за власним бажанням.
2. Знайти відносну вологість повітря у робочій зоні приміщення (%), якщо фактична та максимальна абсолютна вологість повітря становлять:
$$\rho_{\text{п}} = 0,014 \text{ кг/м}^3 \text{ та } \rho_{\text{max}} = 0,019234 \text{ кг/м}^3.$$
3. Рівень теплового випромінювання на робочому місці від гарячої стінки агрегату становить 800 Вт/м^2 . Яким буде випромінювання при установці між ними тонкостінного екрану? Ступінь чорноти поверхні стінки, робочого місця та екрану однакова.
4. Який фон має поверхня, якщо світловий потік, що падає на неї, 200 лм, а відбитий потік 30 лм?

Тести

1. До санітарно-гігієнічних факторів, що формують умови праці відноситься:
1) естетичність робочого місця; 2) мікрокліматичні параметри; 3) фізичні навантаження; 4) травмонебезпечність; 5) відповідність вимогам ергономіки.
2. Повторний інструктаж з техніки безпеки на виробництві з підвищеною небезпекою виконується не рідше, ніж 1 раз на:
1) місяць; 2) квартал; 3) півроку; 4) рік; 5) 2 роки.
3. Температура поверхні обладнання на робочих місцях не повинна перевищувати: 1) 30; 2) 35; 3) 40; 4) 45; 5) 50°C .

4. Висота робочої зони приміщень: 1) 2; 2) 2,5; 3) 3; 4) 4; 5) 5 м.
5. Оптимальна вологість повітря в робочому приміщенні: 1) 20-30; 2) 30-40; 3) 40-60; 4) 60-70; 5) 65-75 %.
6. Виробничі приміщення з температурою 35 °С за електробезпечністю відносяться до категорії приміщень:
 - 1) середньої небезпеки; 2) підвищеної небезпеки; 3) низької небезпеки; 4) особливо небезпечних; 5) критично небезпечних.
7. Кількісним показником освітлення є:
 - 1) коефіцієнт пульсації; 2) фон; 3) контраст; 4) показник засліпленості; 5) сила світла.
8. Виробництво, що використовує у технологічному процесі горючі газу з нижньою межею вибуховості менше 10%, відноситься до пожежної категорії: 1)А; 2)Б; 3)В; 4)Г; 5)Д.
9. Оптимальний вміст кисню в повітрі:
 - 1) 78,08; 2) 35,93; 3) 20,95; 4) 16,64; 5) 0,93%.

*Критерії оцінювання: відповідь на запитання – до 0,8 бали;
задачі – 0,4 бали; тести – 0,2 бали.*

Затверджено на засіданні кафедри екології, теплотехніки та охорони праці
Протокол № 2 від «18» вересня 2017 р.

Зав. кафедри,
д-р техн. наук, проф.
Екзаменатор
канд. техн. наук, доц.

О.О. Єршомін

І.І. Іванов

Додаток Б

Коефіцієнт теплопровідності та ступінь чорноти матеріалу кладки печей

Матеріал	λ , Вт/(м·К)	ε	Матеріал	λ , Вт/(м·К)	ε
Динас	$1,046 + 0,00093t$	0,66	Піношамот	$0,312 + 0,000195t$	$0,75 \div 0,85$
Шамот	$0,7 + 0,00064t$	$0,59 \div 0,85$	Червона цегла	$0,466 + 0,000512t$	$0,88 \div 0,93$

Додаток В

Режим роботи залежно від інтенсивності теплового опромінення*

Максимальна тривалість опромінення, хвилин	Інтенсивність теплового опромінення q , Вт/м ²							
	350	700	1050	1400	1750	2100	2450	2800
Одноразово τ_1	20	15	12	9	7	5	3,5	2,5
Сумарно за годину τ_Σ		45		30			15	

* Для проміжних значень q тривалість опромінення визначають інтерполяцією

Додаток Г

Ступінь чорноти металів для виготовлення екранів

Метал	Алюміній			Жерсть біла стара
	Дуже окислений	Шорсткий	полірований	
ε	$0,11 \div 0,3$	$0,06 \div 0,07$	$0,04 \div 0,062$	0,28
Метал	Сталь		Залізо оцинковане блискуче	
	Листова шліфована	Окислена шорстка		
ε	$0,52 \div 0,61$	$0,8 \div 0,98$	0,23	

Додаток Д

Витратний коефіцієнт витоку газів та пари крізь нещільності

($1 \text{ кГс/см}^2 = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Па}$)

P , кГс/см ²	< 1	1	6	16	40	160	400	1000
b	0,121	0,166	0,182	0,189	0,252	0,289	0,297	0,37

Додаток Е

Межі спалаху газів у суміші з повітрям

Газ		H ₂	CO	CH ₄	H ₂ S	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈
Межа спалаху, % об.	Нижня	4,1	12,5	5,3	4,3	3,2	2,3
	Верхня	74,2	74,2	14,0	45,5	12,5	9,5

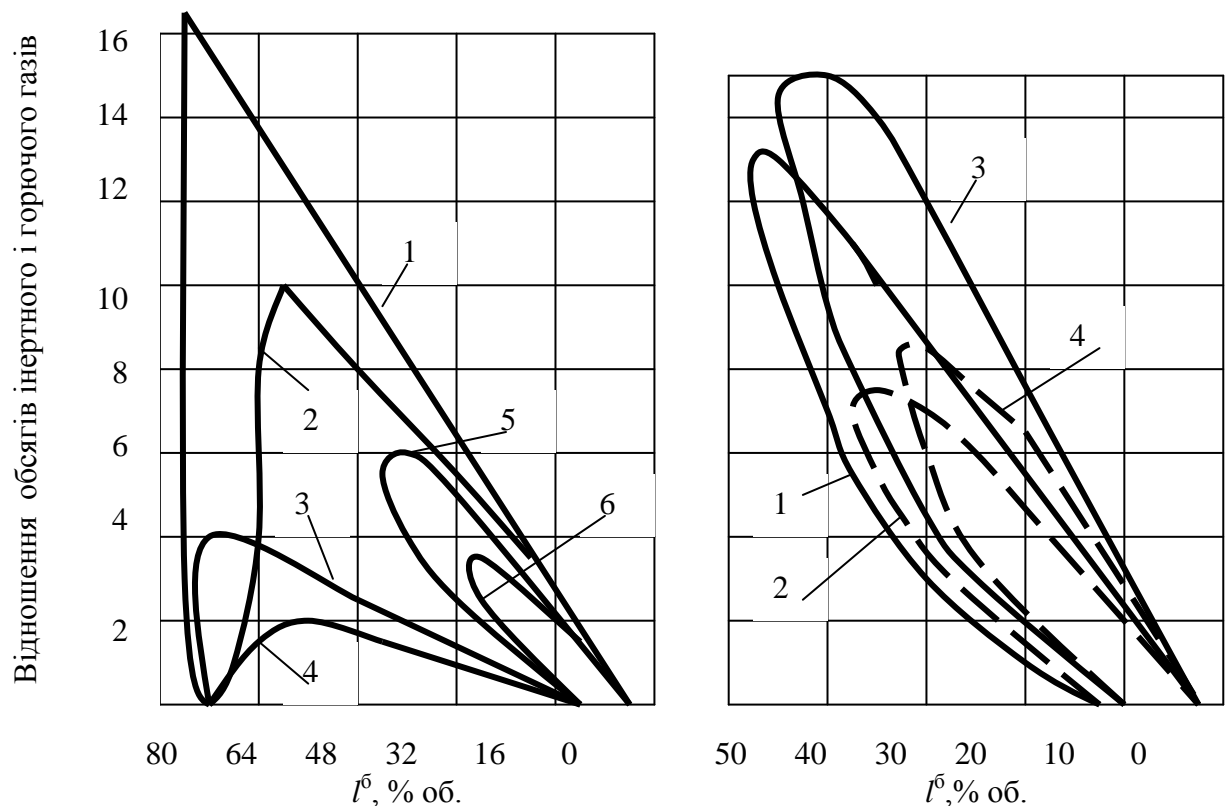
Додаток Ж

Гранично допустимий надлишковий тиск ΔP при вибухах газо-, паро- або пилоповітряних сумішей в приміщеннях або на відкритому просторі, кПа

Ступінь ураження	Надлишковий тиск
Повне руйнування будівель	100
50% руйнування будівель	53
Середнє пошкодження будівель	28
Помірне пошкодження будівель (пошкодження внутрішніх перегородок, рам, дверей тощо)	12
Нижній поріг пошкодження людини хвилею тиску	5
Малі пошкодження (розбита частина скління)	3

Додаток И

Залежності меж вибуховості горючих газів від домішок інертних компонентів



Залежність меж вибуховості CH_4 , H_2 , CO від домішок N_2 и CO_2

1- $\text{H}_2 + \text{N}_2$; 2 - $\text{H}_2 + \text{CO}_2$; 3 - $\text{CO} + \text{N}_2$;
4 - $\text{CO} + \text{CO}_2$; 5 - $\text{CH}_4 + \text{N}_2$; 6 - $\text{CH}_4 + \text{CO}_2$.

Залежність меж вибуховості C_2H_6 , C_3H_8 від домішок N_2 и CO_2

1 - $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{N}_2$; 2 - $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{CO}_2$;
3 - $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{N}_2$; 4 - $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{CO}_2$.

Додаток К

Вагова швидкість горіння n , кг/(м²·хв) і теплота згорання

Q , кДж/кг речовин і матеріалів

Речовина	n , кг/(м ² ·хв)	Q , кДж/кг	Речовина	n , кг/(м ² ·хв)	Q , кДж/кг
Бензин	61,7	41870	Деревина (бруски)	39,3	13800
Ацетон	44	28890	Меблі з дерева	14	13800
Бензол	73,3	38520	Поліетилен	10,3	47140
Дизельне паливо	42	48870	Папір в рулонах	4,2	13400
Гас	48,3	43540	Етанол	33	27200
Мазут	34,7	39770	Каучук	19	44725
Нафта	28,3	41870	Гума	11,2	33520

Додаток Л

Швидкість поширення полум'я на поверхні матеріалів v , м/хвилину

Матеріал	v	Матеріал	v
Деревина (бруски) при вологості, %:		Текстильні вироби	0,6
8-12	6,7	Папір в рулонах	0,5
16-18	3,8	Каучук	0,7
18-20	2,7	Дерев'яні покриття, дерев'яні стіни, оброблені ДВП	2,8-5,3
20-30	2	Солом'яні і комишитові вироби	6,7
більше 30	1,7	Гума	1,7
Меблі з деревини	0,36	Кабель	0,3

Додаток М

Густина повітря, кг/м³ при температурі t , °С і

атмосферному тиску P , мм рт.ст.*

t , °С		-10	-5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35
P , мм рт.ст.	760	1,342	1,317	1,293	1,27	1,248	1,226	1,205	1,185	1,165	1,146
	745	1,316	1,291	1,267	1,244	1,223	1,202	1,181	1,162	1,141	1,123

*750мм рт. ст. =10⁵ Па

Додаток НКоефіцієнт використання η світильників з типовою кривою сили світла КСС

Тип КСС	Значення η											
	при $\rho_{\text{стелі}} = 0,7$; $\rho_{\text{стін}} = 0,5$; $\rho_{\text{р}} = 0,3$ та і, що дорівнює						при $\rho_{\text{стелі}} = 0,7$; $\rho_{\text{стін}} = 0,5$; $\rho_{\text{р}} = 0,1$ та і, що дорівнює					
	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5
Д-1	36	50	58	72	81	90	36	47	56	63	73	79
Д-2	44	52	68	84	93	103	42	51	64	75	84	92
Л	32	49	59	71	83	91	31	46	55	65	74	83
Тип КСС	при $\rho_{\text{стелі}} = 0,5$; $\rho_{\text{стін}} = 0,3$; $\rho_{\text{р}} = 0,1$ та і, що дорівнює						при $\rho_{\text{стелі}} = 0,5$; $\rho_{\text{стін}} = 0,5$; $\rho_{\text{р}} = 0,3$ та і, що дорівнює					
	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5
	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5
Д-1	28	40	49	59	68	74	36	48	57	66	76	85
Д-2	33	43	56	74	80	76	42	51	65	71	90	85
Л	24	40	50	62	71	77	32	47	57	69	79	90

Додаток П

Характеристика люмінесцентних ламп

Тип лампи	Потужність $P_{\text{л}}, \text{Вт}$	Світловий потік $\Phi_{\text{л}}, \text{лм}$	Тип лампи	Потужність $P_{\text{л}}, \text{Вт}$	Світловий потік $\Phi_{\text{л}}, \text{лм}$
ЛЕ 20	20	1060	ЛД 40	40	2300
ЛД 20	20	880	ЛБ 80	80	5200
ЛБ 40	40	3000	ЛД 80	80	4250

Додаток РПитома c , кДж/(кг·К) і об'ємна (через дріб) c' , кДж/(м³·К) ізобарна

теплоємність газів

Т - ра, °С	Кисень	СО ₂	Азот	Повітря	СО	Водяна пара
	c/c'	c/c'	c/c'	c/c'	c/c'	c/c'
1	2	3	4	5	6	7
0	0,9148/1,3059	0,8148/1,5998	1,0392/1,2987	1,0036/1,2971	1,0396/1,2992	1,8594/1,4943
100	0,9232/1,3176	0,8658/1,7003	1,0404/1,3004	1,0061/1,3004	1,0417/1,3017	1,8728/1,5052
200	0,9353/1,3352	0,9102/1,7373	1,0434/1,3038	1,0115/1,3071	1,0463/1,3071	1,8937/1,5223
300	0,9500/1,3561	0,9487/1,8627	1,0488/1,3109	1,0191/1,3172	1,0538/1,3167	1,9192/1,5424
400	0,9651/1,3775	0,9826/1,9297	1,0567/1,3205	1,0283/1,3289	1,0634/1,3289	1,9477/1,5654
500	0,9793/1,3980	1,0128/1,9887	1,0660/1,3322	1,0387/1,3427	1,0748/1,3437	1,9778/1,5897
600	0,9927/1,4168	1,0396/2,0411	1,0760/1,3452	1,0496/1,3565	1,0861/1,3574	2,0092/1,6148
700	1,0048/1,4344	1,0639/2,0884	1,0869/1,3586	1,0605/1,3708	1,0978/1,3720	2,0419/1,6412

Продовження додатку Р

1	2	3	4	5	6	7
800	1,0157/1,4499	1,0852/2,1311	1,0974/1,3716	1,0710/1,3842	1,1091/1,3862	2,0754/1,6680
900	1,0258/1,4645	1,1045/2,1692	1,1078/1,3845	1,0815/1,3976	1,1200/1,3996	2,1097/1,6957
1000	1,0350/1,4775	1,1225/2,2035	1,1179/1,3971	1,0907/1,4097	1,1304/1,4126	2,1436/1,7229
1100	1,0434/1,4892	1,1384/2,2349	1,1271/1,4089	1,0999/1,4214	1,1401/1,4248	2,1771/1,7501
1200	1,0509/1,5005	1,1536/2,2638	1,1359/1,4202	1,1082/1,4327	1,1493/1,4361	2,2106/1,7769
1300	1,0580/1,5106	1,1660/2,2898	1,1447/1,4306	1,1166/1,4432	1,1577/1,4465	2,2429/1,8028
1400	1,0647/1,5202	1,1782/2,3136	1,1526/1,4407	1,1242/1,4528	1,1656/1,4566	2,2743/1,8280
1500	1,0714/1,5294	1,1895/2,3354	1,1602/1,4499	1,1313/1,4620	1,1731/1,4658	2,3048/1,8527
1600	1,0773/1,5378	1,1995/2,3555	1,1673/1,4587	1,1380/1,4708	1,1798/1,4746	2,3346/1,8761
1700	1,0831/1,5462	1,2091/2,3743	1,1736/1,4671	1,1443/1,4788	1,1865/1,4825	2,3630/1,8996
1800	1,0886/1,5541	1,2179/2,3915	1,1798/1,4746	1,1501/1,4867	1,1924/1,4901	2,3907/1,9213
1900	1,0940/1,5617	1,2259/2,4074	1,1857/1,4821	1,1560/1,4939	1,1983/1,4972	2,4166/1,9423
2000	1,0990/1,5692	1,2334/2,4221	1,1911/1,4888	1,1610/1,5010	1,2033/1,5039	2,4422/1,9628
2100	1,1041/1,5759	1,2405/2,4359	1,1966/1,4955	1,1664/1,5072	1,2083/1,5102	2,4664/1,9824
2200	1,1087/1,5830	1,2468/2,4484	1,2012/1,5018	1,1710/1,5135	1,2129/1,5160	2,4895/2,0009
2300	1,1137/1,5897	1,2531/2,4602	1,2058/1,5072	1,1757/1,5194	1,2175/1,5215	2,5121/2,0189
2400	1,1183/1,5964	1,2586/2,4716	1,2104/1,5127	1,1803/1,5253	1,2217/1,5269	2,5334/2,0365
2500	1,1229/1,6027	1,2636/2,4811	1,2142/1,5177	1,1840/1,5303	1,2259/1,5320	2,5544/2,0528

Додаток С

Коефіцієнт екранування заземлювача

Число вертикальних заземлювачів	Вертикальні електроди, що розміщені:						З'єднувальна стрічка при розміщенні електродів:					
	в ряд			по контуру			в ряд			по контуру		
	K=1	K=2	K=3	K=1	K=2	K=3	K=1	K=2	K=3	K=1	K=2	K=3
2	0,85	0,91	0,94	-	-	-	0,85	0,94	0,96	-	-	-
4	0,73	0,83	0,89	0,69	0,78	0,85	0,77	0,80	0,92	0,45	0,55	0,70
6	0,65	0,77	0,85	0,61	0,73	0,80	0,72	0,84	0,88	0,40	0,48	0,64
10	0,59	0,74	0,81	0,55	0,68	0,76	0,62	0,75	0,82	0,34	0,40	0,56
20	0,48	0,67	0,76	0,47	0,63	0,71	0,42	0,56	0,68	0,27	0,32	0,45
40	-	-	-	0,41	0,58	0,66	-	-	-	0,23	0,25	0,40
60	-	-	-	0,39	0,55	0,64	-	-	-	0,20	0,27	0,36
100	-	-	-	0,36	0,52	0,62	-	-	-	0,19	0,23	0,33

Додаток Т

Питомий електричний опір ґрунту нормальної вологості (10÷20%)

Ґрунт	Чорнозем	Глина	Суглинок	Пісок	Супісок
ρ , Ом·м	20	40	100	700	300

Додаток У

Коефіцієнт сезонності для вертикального заземлювача довжиною $l_b = 3$ м і горизонтальної стрічки за нормальної вологості ґрунту

Кліматична зона		I	II	III	IV
Електрод	Вертикальний	1,7	1,5	1,3	1,1
	Горизонтальний довжиною $l_r = 10$ м	5,5	3,5	2,5	1,5
	Те ж для $l_r = 50$ м	4,5	3,0	2,0	1,4