

Міністерство освіти і науки, молоді і спорту України

Донбаська державна машинобудівна академія

**«ОХОРОНА ПРАЦІ»
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ РОЗДІЛУ
В ДИПЛОМНИХ ПРОЕКТАХ**

**для студентів спеціальностей ОМТ, ОТПФКМ
усіх форм навчання**

Затверджено
на засіданні
методичної ради
Протокол № від

Краматорськ
ДДМА
2011

Охорона праці : методичні вказівки до виконання розділу в дипломних проектах для студентів спеціальностей ОМТ, ОТПФКМ / уклад. І. Л. Марченко. – Краматорськ : ДДМА, 2011. – 90 с.

Містяться основні вимоги щодо змісту і оформлення розділу «Охорона праці» дипломних проектів для студентів спеціальностей ОМТ(7.050401), ОТПФКМ(7.05050203). Наведено рекомендації щодо вибору конкретних завдань у залежності від теми дипломного проекту; довідковий матеріал, який потрібен студентам при виконанні даного розділу проекту; методики розрахунків та приклади конкретних рішень з охорони праці для основних засобів захисту людини від виробничих факторів при роботі в ковальсько-пресових цехах.

Укладач І. Л. Марченко, доц.

Відп. за випуск

А. П. Авдеєнко, проф.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ЩОДО ОФОРМЛЕННЯ РОЗДІЛУ «ОХОРОНА ПРАЦІ».....	5
2 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....	7
3 Розробка заходів щодо виробничої санітарії.....	14
4 Розробка заходів щодо технічної безпеки.....	25
5 Методики розрахунків основних засобів захисту.....	34
5.1 Вентиляція виробничих приміщень.....	34
5.2 Захист від шуму.....	44
5.3 Виробниче освітлення.....	45
5.4 Захисне заземлення.....	51
ЛІТЕРАТУРА.....	56
Додаток А. Рекомендації з використання нормативно-технічної документації.....	58
Додаток Б. Вимоги до повітря робочої зони.....	63
Додаток В. Вимоги до виробничого шуму та вібрації.....	65
Додаток Г. Вимоги до виробничого освітлення.....	67
Додаток Д. Вимоги до електробезпеки.....	78
Додаток Е. Вимоги до пожежної безпеки.....	85

ВСТУП

«Основи охорони праці» та «Охорона праці в галузі» – нормативні дисципліни, які вивчаються в усіх вищих навчальних закладах з метою формування у майбутніх фахівців знань щодо стану і проблем охорони праці в галузі, складових і функціонування системи управління охороною праці, методів і засобів забезпечення умов виробничого середовища і безпеки праці в галузі згідно з нормативно-правовими актами.

Мета цих курсів – одержання студентами як теоретичних, так і практичних знань, необхідних для творчого рішення питань, зв'язаних з опрацюванням і вибором технології і устаткування, які вилучають або доводять до мінімуму виробничий травматизм і професійні захворювання, а також забезпечують охорону навколишнього середовища.

Майбутні спеціалісти повинні знати засоби захисту працюючих від впливу шкідливих і небезпечних виробничих факторів, найбільш широко поширених в ковальсько-пресових цехах, вимоги до промислової санітарії і техніки безпеки, до устаткування та технологічних процесів, загальні вимоги до пристрою підприємств і цехів. Крім того, студенти повинні вивчити джерела забруднення навколишнього середовища при обробці металів тиском та основні напрямки і методи захисту довкілля. Особливу увагу необхідно приділити захисту робітників від механічного травмування.

Для забезпечення формування перерахованих знань та умінь студенти всіх спеціальностей при розробці дипломних проектів та науково-дослідних робіт виконують розділ «Охорона праці». Він є невід'ємною частиною дипломного проекту, де, як правило, розглядаються технічні і організаційні заходи, що спрямовані на забезпечення безпеки обладнання, що проектується або знаходиться в експлуатації. Крім того, можуть бути розглянуті питання організації робочого місця, створення оптимального мікроклімату, розрахунку освітлення, питання ергономіки і інженерної психології, які направлені на створення оптимальних умов праці.

Всі питання з охорони праці розробляються у вигляді конкретних рішень, за якими можливо судити про наявність у молодого фахівця інженерної кваліфікації в області охорони праці. Це є завершальним етапом формування компетенції студентів у галузі охорони праці для подальшої професійної діяльності.

1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ЩОДО ОФОРМЛЕННЯ РОЗДІЛУ «ОХОРОНА ПРАЦІ»

Розділ «Охорона праці» виконується після проходження переддипломної практики і узгодження теми по охороні праці з консультантом по розділу.

Під час проходження переддипломної практики студент зобов'язаний ознайомитися з рішенням питань охорони праці відповідно до теми дипломного проекту, зробити аналіз ефективності цих рішень і пропозицій по підвищенню рівня безпеки. Зміст завдання з охороні праці повинен відповідати основній темі дипломного проекту і бути його складовою органічною частиною.

В ході виконання завдання студент повинен періодично відвідувати консультації для узгодження вибраного рішення, для уточнення об'єму розробок, кількості розрахунків і так далі, а чернетку виконаного завдання по розділу «Охорона праці» представити консультантові для перевірки і твердження не пізніше, ніж за місяць до захисту.

Зброшурована записка пояснення дипломного проекту повинна бути представлена на підпис консультантові з розділу «Охорона праці» не пізніше, ніж за 10 днів до захисту. Про виконання завдання по охороні праці свідчать підпис консультанта-викладача на титульному листі записки пояснення.

При виконанні розділу «Охорона праці» дипломного проекту необхідно виконувати наступні **вимоги** [11; 19]:

- строго дотримуватися вимог НПАОП, ГОСТ, норм, правил, інструкцій та інших нормативних документів з питань охорони праці при прийнятті й обґрунтуванні відповідних рішень;
- вибір заходів щодо охорони праці проводити на основі аналізу небезпечних і шкідливих виробничих факторів з метою зведення до мінімуму впливу їх на працюючу людину;
- вибір заходів щодо створення здорових і безпечних умов праці супроводжувати посиланнями на нормативні документи, а в необхідних випадках – інженерними розрахунками, науково-дослідними й конструкторсько-дослідницькими даними. Шифр і назву нормативних документів приводити безпосередньо в тексті пояснювальної записки дипломного проекту (роботи) на мові оригіналу (додаток А). При використанні чисельних значень величин і результатів робіт інших авторів необхідно привести посилання на джерело інформації;
- проектувати прогресивну, з високим ступенем автоматизації техніку, при експлуатації якої виключається потенційна небезпека аварій, вибухів, пожеж, нещасних випадків, професійних захворювань незалежно від кваліфікації й психофізіологічного стану обслуговуючого персоналу;

- розробляти заходи щодо профілактики травматизму, професійних захворювань, аварій, пожеж, а також по підвищенню культури виробництва, технічної естетики, наукової організації праці, ергономіки.

Розділ «Охорона праці» у загальному випадку **складається** з таких підрозділів:

- аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів;
- розробка заходів щодо виробничої санітарії;
- розробка заходів щодо технічної безпеки.

Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НіШВФ) здійснюється для базового варіанта на основі результатів роботи існуючих виробництв. Мета даного підрозділу – обґрунтування необхідності здійснення й вибір заходів щодо забезпечення безпечних умов праці. Матеріал для виконання цього підрозділу наведено у розділу 2 посібника.

Розробка заходів щодо виробничої санітарії здійснюється у такий послідовності:

- забезпечення якості повітря робочої зони;
- організація освітлення приміщень;
- захист від шуму, вібрації та випромінювання.

Матеріал для виконання цього підрозділу докладно наведено у розділу 3 посібника.

Розробка заходів щодо технічної безпеки здійснюється за такою схемою:

- заходи щодо забезпечення безпеки обладнання;
- заходи щодо забезпечення безпеки технологічних процесів, в тому числі охорона навколишнього середовища;
- електробезпека;
- пожежна та вибухова безпека.

Матеріал для виконання цього підрозділу наведено у розділу 4 посібника.

Розрахунки захисних пристроїв, найбільш важливих для забезпечення безпечних умов праці, здійснюється згідно з відповідними методами (розділ 5). Розрахунок пристрою наводиться за схемою:

- обґрунтування необхідності використання даного пристрою (засобу) захисту;
- опис захисного пристрою, основні його характеристики;
- обґрунтування вибору методики розрахунку;
- розрахунок основних елементів пристрою;
- перевірка відповідності пристрою та його частин нормативним вимогам.

Неприпустимо заповнювати розділ «Охорона праці» загальними міркуваннями і переписуванням нормативних положень, правил, інструкцій та підручників, а слід конкретно розробити і вказати заходи, які відносяться безпосередньо до виробництва тільки проєктованих видів робіт або що вимагають проєктної розробки.

Розділ у цілому виконуються з урахуванням теми дипломного проєктування та спеціальної частини проєкту.

Використана **література** наводиться в загальному списку залежно від побудови записки в цілому. Нормативні документи (ГОСТ, ДНАОП, ДСанНіП та інші) при цьому повинні бути наведені безпосередньо у тексті записки і у перелік літератури не входять. Назва документів наводиться на мові оригіналу.

Обсяг розділу «Охорона праці» не повинен перевищувати 10-15 сторінок. При складанні тез виступу при захисті дипломного проекту студент повинен передбачити час для короткого освітлення розділу «Охорона праці» і зв'язку його з основною темою дипломного проекту.

2 АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕЧНИХ ТА ШКІДЛИВИХ ВИРОБНИЧИХ ФАКТОРІВ

Визначити небезпечні та шкідливі виробничі фактори (які відповідно до ГОСТ 12.0.003-74 підрозділяються на чотири групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні), що можуть мати місце під час експлуатації, обслуговування, ремонту та монтажу устаткування, оцінити ступінь впливу кожного фактора на працівника. Охарактеризувати причини можливих аварій, пожеж, нещасних випадків та професійних захворювань.

Ковальсько-пресові цеха відрізняються великою кількістю небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НіШВФ) [2; 10; 12; 16; 17; 18; 21].

До небезпечних фізичних виробничих факторів належать:

- рухомі машини і механізми; рухомі частини устаткування (повзуни, шпинделі, муфти станів, відкриті кривошипно-шатуні механізми); вироби, що пересуваються, заготовки, матеріали;
- осколки металу, відлітаюча окалина;
- нагріті поверхні устаткування, заготовок;
- висока напруга в силовій електричній мережі й статична електрика;
- гострі кромки заготовок, інструментів і устаткування;
- підйомно-транспортні пристрої і переміщувані вантажі;
- можливість виникнення пожеж.

До шкідливих фізичних виробничих факторів відносять:

- підвищений рівень шуму і вібрації;
- підвищену запиленість повітря;
- підвищену температуру повітря робочої зони;
- підвищену вологість повітря;
- підвищену рухливість повітря;
- недостатню освітленість робочої зони;
- знижену контрастність;
- підвищений рівень електромагнітних полів;
- підвищений рівень інфрачервоної радіації;

- підвищений рівень інфразвукових коливань, ультразвуку.

Хімічні небезпечні і шкідливі виробничі фактори підрозділяються:

- по характеру дії на організм людини на: токсичні; подразнюючі; сенсibiliзуючі; канцерогенні; мутагенні; що впливають на репродуктивну функцію;

- по шляху проникання в організм людини через: органи дихання; шлунково-кишковий тракт; шкірні покрови і слизисті оболонки.

Виділення шкідливих речовин в повітря (токсичного пилу, газів, аерозолі) відбувається при обробці металу тиском і проведенні робіт, зв'язаних із застосуванням хімічних речовин і матеріалів (мастило, технічне масло та ін.). При роботі в ковальсько-пресових цехах найбільш вірогідне проникнення в організм речовин у вигляді пару і пилу через органи дихання (близько 95 % всіх отруєнь).

Біологічні небезпечні і шкідливі виробничі фактори включають мікроорганізми, що знаходяться у відпрацьованій мастильно-охолоджувальній рідині (МОР). При обробці металів тиском не є значними.

Психофізіологічні небезпечні і шкідливі виробничі фактори по характеру дії підрозділяються на наступні:

- фізичні перевантаження (статичні і динамічні);

- нервово - психічні перевантаження (розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці, емоційні перевантаження).

Найбільш характерними психофізіологічними факторами для ковальсько-пресового виробництва є висока швидкість технологічних процесів та інтенсивність вантажопотоків, що обумовлює в свою чергу високу інтенсивність праці персоналу. Це приводить до розумового стомлення, що пов'язане з помилками в управлінні механізмами, і виникнення небезпечних ситуацій, тобто переважають нервово-психічні перевантаження.

У табл. 2.1 наведений перелік НіШВФ, що характерні для ковальсько-пресових цехів.

Коротка характеристика НіШВФ

У ковальсько-пресових цехах виготовляються поковки і штамповки для деталей і виробів машинобудування. Виробничий процес в ковальсько-пресових цехах складається з окремих технологічних операцій: різання холодних заготовок металу, а іноді і правки заготовок, нагріву металу під кування або гаряче штампування в нагрівальних печах до температури 1100 – 1250°C; кування металу на молотах різного типу (парових, повітряних, механічних, приводних і ін.) і на кувальних машинах; штампування, вирубки або правки кованих виробів на гарячих пресах (механічних, гідравлічних і ін.).

У термічних цехах здійснюється обробка металевих зливків і заготовок відштампованих виробів для додання ним певних хімічних, механічних і металографічних властивостей шляхом цементації, гарту, азотування, цінування, відпалу, відпуску і нормалізації.

Таблиця 2.1 – Перелік процесів, операцій та обладнання, що є джерелами небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Найменування процесів, операцій, обладнання та професій	Небезпечні та шкідливі виробничі фактори
Транспортування металу, заготовок, поковок (штамповок) – кранівники	Рухомі частини обладнання, матеріали, заготовки, гострі пружки, задирки і шорсткості на поверхні металу, заготовок, інструменту, обладнання, що рухається; оксид вуглецю, підвищена температура повітря
Нагрівання металу для різання заготовок - нагрівальники, різальники металу	Підвищений рівень інфрачервоної радіації, оксид вуглецю, висока температура поверхні обладнання
Нагрівання заготовок для кування і штампування – нагрівальники, ковалі – штампувальники та їх підручні	Підвищена температура і рухомість повітря робочої зони, підвищений рівень інфрачервоної радіації, температура нагрітої поверхні обладнання, підвищений рівень шуму, оксид вуглецю та азоту. Динамічні та статичні перевантаження.
Електронагрів для різки заготовок, ковки і штампування – нагрівальники, штампувальники	Ті ж фактори і підвищений рівень електромагнітних полів(ЕМП)
Налагодження ковальсько – пресового обладнання – слюсарі з ремонту обладнання	Динамічні та статичні перевантаження, підвищена температура і рухомість повітря, підвищений рівень шуму, підвищений рівень ЕМП
Кування і штампування – ковалі, ковалі – штампувальники та їх підручні, машиністи молотів, пресів, маніпуляторів, ковалі горизонтально – кувальних машин	Підвищена температура і рухомість повітря робочої зони, підвищений рівень інфрачервоної радіації, підвищений рівень ЕМП і температура нагрітої поверхні обладнання, підвищений рівень шуму, а також підвищений рівень вібрації загальної та локальної. Динамічні та статичні перевантаження. Відлітаюча окалина
Очистка поковок в дробометальних камерах – дробометники	Підвищена запиленість, підвищений рівень шуму, динамічні та статичні перевантаження, відлітання дробу
Очистка поковок на заточувальних верстатах	Підвищена запиленість, підвищений рівень шуму і локальної вібрації, динамічні та статичні перевантаження
Травлення в кислотах – травильники	Забруднення повітряного середовища парами кислот, динамічні перевантаження

Нагрів деталей може здійснюватися в печах, а також у ваннах з розплавленими солями хлористого натрію або хлористої барії. Для цієї ж мети останнім часом почали застосовувати установки для нагріву виробів струмами високої частоти.

При термічній обробці вироби покриваються шаром окалини і для її зняття в термічних цехах передбачають гідропіскоструйні або дробоструйні установки.

Таким чином, основними несприятливими чинниками в ковальсько-пресових і термічних цехах є висока температура повітря (до 34...36 °С), інтенсивне інфрачервоне випромінювання, шкідливі токсичні виділення, підвищений рівень шуму та вібрації.

Ковальсько-пресові цехи характеризуються значними виділеннями **теплоти**, переданої випромінюванням і конвекцією, у зв'язку з чим, вони відносяться до групи гарячих цехів. Джерелами тепловиділень є поверхні нагрівальних печей, гарячі поковки, що обробляються і остигають потім в цеху. Термічні печі підрозділяються за принципом дії на періодичну і безперервну дії; по характеру середовища в робочому просторі на вакуумні, з відновною або на вуглецьованою атмосферою і др.; по джерелу теплової енергії на полум'яні, полум'яні з радіаційними трубами і електричні; по технологічному призначенню на цементацийні, азотування, гартування і т. п.; по конструкції робочого простору на муфельні, шахтні, камерні, конвеєрні і ін. Інтенсивність теплового потоку від нагрівальних печей, пресів і молотів становить 1,4...2,1 кВт/м², у місцях складування заготівель, пультів керування й кабін крановиків – 1...1,95 кВт/м², у місцях складування виробів після кування – 0,5...1 кВт/м²; на робочих місцях: при нагріванні металу на високочастотних установках – 0,24...0,3 кВт/м², нагрівальників на важких і середніх молотах – 5,5...6,5 кВт/м², на легких молотах – 0,35...1,8 кВт/м²; штампувальників і пресувальників – 0,37...2,0 кВт/м², виділення теплоти від електропечей – до 2,2 МДж год на 1 кВт потужності печі.

Санітарно-гігієнічні умови в ковальсько-пресових цехах характеризуються наявністю в повітрі виробничого приміщення шкідливих **токсичних речовин**: масляного аерозолю, що утворюється при змазуванні штампа, і продуктів згоряння мастильних матеріалів (мінеральних масел, масел тваринного походження, сухих мил консистентних мастильних матеріалів, воску, емульсій, водяних розчинів мила, синтетичних масел, графітних мастильних матеріалів); сірчистого газу, окису вуглецю, сірководню й ін. Концентрації пилоподібних часток, окалини й графіту, що здувається повітрям з поверхні матриць, штампів і поковок, у повітрі робочої зони становлять 3,9...4,1 мг/м³, за пресами можуть досягати 22...138 мг/м³ (при відсутності місцевих отсосів).

У термічних цехах повітря приміщення може забруднюватися ціаністим воднем, аміаком, парами масла і води.

Робота печей, в яких як паливо застосовуються вугілля, мазут або сірчана нафта (зміст сірки 3,5 % і більш) супроводжується виділенням в повітря робочої зони пилу (перевищення ГДК в два-десять раз), окисли вуг-

лецю, SO_2 , сажі (у останній виявляється 3,4 бензопирен). При використанні природного газу, електричного і індукційного нагріву газоподібні продукти поступають в повітря унаслідок несправності і неправильності режиму роботи печі, а також недостатньої тяги. За відсутності ефективної вентиляції виділення токсичних газів від нагрівальних печей у молотових і пресових прольотах досягають 3...7 г при спалюванні 1 кг природного газу й 2,2...5,2 г SO_2 при спалюванні 1 кг мазуту. При спалюванні 1 м³ природного газу утвориться 0,2 г NO, 0,21 г NO₂; при спалюванні 1 кг мазуту – 58 г CO, 0,33 г N₀, 0,33 г NO₂, 0,714 г SO₂. У цех попадає до 10% загальної кількості шкідливих речовин, виділюваних при згорянні палива. При обдувці матриць штампів і поковок стиснутим повітрям в робочу зону може надходити від 20 до 138 мг/м³ пилу.

Робота, яка виконується в ковальсько-пресових цехах, може бути як важкою (ІІІ категорія), так і середньої важкості (категорія ІІб).

Ковальсько-пресові цехи характеризуються підвищеним рівнем **шуму** (табл. 2.2) і **вібрації**.

Підвищена загальна вібрація на робочих місцях виникає при роботі молотів, пресів та іншого обладнання. Крім того, вібрацію спричиняють вентилятори, що не мають належного фундаменту та повітроводи, які не мають пристроїв для гасіння вібрації.

Джерелами шуму є пароповітряні і пневматичні штампувальні молоти, вихлопи стислого повітря при роботі пресів і молотів без глушників, а також струмів стислого повітря, що використовується для обдування матриць штампів від пилу і окалини. Основні причини шумоутворення при роботі пресів пов'язані з їх конструкцією: вихлоп повітря з фрикційної пневматичної муфти включення, робота шестерень, удар планки виштовхувача по упорах, удари окремих деталей механізму преса, робота двигуна.

Шум, що виникає в процесі роботи преса з одночасним повітряним вихлопом, зростає до 105 дБ, значно виходячи за межі допустимого по всьому діапазону частот, особливо у високочастотній частині спектру.

Шум, що генерується у момент зімкнення штампів преса, в основному носить низькочастотний характер. Перелік лише цих причин свідчить про те, що боротьба з шумом при роботі пресів є важким завданням і повинна включати одночасне вирішення всього комплексу питань.

У ковальсько-пресових цехах існує небезпека **поразки електричним струмом**, оскільки застосовується величезна кількість різноманітного електроустаткування, яке небезпечно впливає на працюючих. Небезпека поразки електричним струмом виникає при використанні печей опору для нагріву заготовок, споживаючих електричну потужність 15...330 кВт при напрузі на клеммах 50...80 В. При індукційному нагріві середня потужність, що передається від генератора до індуктора, складає 15...350 кВт, напруга до 1000 В, частота 50...300000 Гц. Напруженість магнітного поля при частоті 50 Гц досягає 8×10^5 А/м, що перевищує допустимі величини по ГОСТ 12.1.006-84 і СН 848-80.

Таблиця 2.2 – Рівні звукової потужності обладнання ковальсько-пресових цехів при сумарній тривалості впливу за зміну понад 4 години

Устаткування	Середньгеометричні частоти октавних смуг, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Кувальний молот	123	124	121	121	121	115	115	106
Гарячештампувальний кривошипний прес	115	120	119	118	118	117	113	106
Прес ДС-135/800 при вирубці штампом:								
прямим	120	134	135	134	135	131	128	123
скошеним	120	119	123	123	123	120	115	108
Холодновисаджувальний автомат А-1219	102	103	105	108	110	109	107	102
Холодновисаджувальний автомат А-163	105	109	110	111	109	107	103	95
Гайковий автомат А-4Д	102	105	105	109	109	107	104	99
Обрізний автомат А- 33	103	109	112	116	112	109	105	98
Кривошипний прес АМР-30	98	104	106	108	105	103	97	93
Холодновисаджувальний автомат А-1914	95	97	100	103	102	100	97	95
Холодновисаджувальний автомат А- 1822	98	104	106	105	105	102	99	94
Різенакатувальний автомат А-2528	95	100	104	108	110	108	105	101
Холодновисаджувальний автомат А-121	99	102	106	109	109	107	106	101
Дрото-цвяховий автомат А-714	104	107	110	115	116	111	110	105
Кривошипний прес ГП-1	102	106	108	110	112	112	109	104
Однокривошипний двостояковий прес К2130Б	93	94	97	96	93	95	92	89
Холодновисаджувальні автомати :								
А-1916, А-1914	88	92	92	95	93	88	83	79
А-1617	87	88	89	100	88	85	84	81
АБ-120	90	91	95	100	100	95	94	93
А-411	92	89	95	94	93	89	86	85
А-231	96	95	100	102	102	99	96	93
М-250	95	96	98	102	103	102	105	95

Примітка. На постійних місцях і в робочих зонах рівні звукової потужності в октавних смугах частот у децибелах повинні відповідати значенням, вказаним у ГОСТ 12.1.003-83. Рівні звуку й еквівалентні рівні звуку не повинні перевищувати 85 дБ (А).

Ковальсько-пресові цехи по пожежній небезпеці відносяться до категорії Г, Д і мають II ступінь вогнестійкості будівель. У цехах існує небезпека виникнення пожеж в прямках під пресами (із-за скупчення масла), в підвальних приміщеннях, на складах матеріалів, що згорають, або матеріалів в упаковці, що згорає, стелажних складах, закритих електромашинних приміщеннях, при обробці легкозаймистих металів. Причиною пожежі також можуть стати іскри, які летять з горнів і нагрівальних печей, складування гарячих поковок після штампування або термообробки в безпосередній близькості від легкозаймистих предметів, неправильне зберігання запасів палива, загоряння електропроводки і ін.

Причинами травм робочих, які працюють в ковальсько-пресових цехах є: відсутність огорожі рухомих частин устаткування і автоматичної подачі заготовок, розташованих на висоті до 2,5 м від рівня підлоги, що обертаються; відсутність огорожі робочої небезпечної зони пресів; незабезпеченість преса дворуком управління з такою електросхемою включення, при якій не можна закласти одну з кнопок; відсутність блокування пультів управління при груповому управлінні для кожного поста; наявність відкритих перемикачів режимів роботи преса; відсутність заміни жорстких муфт включення пневмофрикційними на пресах із зусиллям понад 160 кН і наявність здвоєних повітророзподільних клапанів; відкриті кривошипно-шатунний механізм і кінець кривошипного валу на відкритих одностійчних пресах; відсутність огорожі педалі і неправильне її регулювання, урівноважувача повзуна на пресах і ножицях, а також пристрої автоматичної подачі заготовок в штамп і видалення деталей і відходів із зони штампування; конструктивні недоліки штампів холодного штампування; неправильні прийоми роботи на підйомно-транспортних механізмах, відсутність безпечних проходів, проїздів і так далі.

При використанні автоматизованих пристроїв (роботів, маніпуляторів, і т.і.) можливий вплив на працівників фізичних небезпечних та шкідливих виробничих факторів: рухомих пристроїв автоматів і роботів, матеріали, вироби, поковки, що пересуваються.

Згідно до ГОСТ 12.2.072-82 основними причинами виникнення небезпечних ситуацій і можливих нещасних випадків при експлуатації промислових роботів (ПР) є:

- неправильні рухи під час навчання;
- аварія технологічного обладнання на дільниці, що обслуговується ПР;
- помилкові дії оператора під час налашки, регулювання та ремонту;
- поява людини в робочому просторі ПР при його роботі в автоматичному режимі;
- перевищення номінальної вантажопідйомності ПР;
- незручне розташування технологічного обладнання, ПР, пультів управління;
- розміщення пультів управління всередині робочого простору ПР, відсутність огороження;

- відключення при аварійній зупинці ПР пристроїв, перерва в роботі яких пов'язана з можливістю травмування обслуговуючого персоналу;

При проектуванні деяких технологічних процесів і обладнання перелік небезпечних і шкідливих виробничих факторів може бути дещо іншим, і це повинно знайти відображення в наведеному аналізі.

Враховуючи результати аналізу небезпечних і шкідливих виробничих чинників для дільниці, що проектується, необхідно обґрунтувати заходи щодо забезпечення безпечних умов праці.

3 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ВИРОБНИЧОЇ САНІТАРІЇ

Заходи щодо виробничої санітарії потрібно розглянути в наступній послідовності:

- забезпечення якості повітря робочої зони;
- захист від шуму, вібрації та випромінювання;
- організація освітлення приміщень.

Забезпечення якості повітря робочої зони

Нормативні вимоги до якості повітря робочої зони наведено у таблицях Б.1, Б.2, Б.4 додатка Б (ГОСТ 12.1.005-88, ДСН 3.3.6.042-99).

Для забезпечення нормативних вимог використовують наступні заходи [3-5; 7; 10; 1; 16; 18; 19]:

- механізація та автоматизація виробничих процесів, дистанційне управління процесами;
- використання процесів та обладнання, які виключають утворення шкідливих речовин або їх попадання в робочу зону;
- удосконалення обладнання та процесів;
- організація вентиляції та опалення;
- захист від теплового випромінювання;
- використання засобів індивідуального захисту.

При розгляді даного питання варто визначити можливі джерела виділення пилу, газів та пару, їх інтенсивність, а також намітити конкретні заходи щодо попередження забруднення повітряного середовища.

Найбільшу увагу потрібно приділити питанням **організації загальнообмінної вентиляції приміщень та організації місцевої вентиляції в місцях тепловипромінювання, виділення пилу, шкідливих газів і парів.**

До числа найбільш радикальних заходів щодо боротьби з пилом відноситься раціоналізація технологічних процесів та удосконалення устаткування, встановлення місцевих відсмоктувачів.

Для оздоровлення повітряного середовища робочих приміщень ковальських цехів велике значення має застосування при гарячому штампу-

ванні поковок бездимних мастил. В даний час в більшості ковальських цехів як мастило застосовують мазут з графітом і масло мінеральне з графітом.

Графіто-масляне мастило складається з 60% веретенного (або іншого органічного) мастила і 40 % графіту. Застосування його при штампуванні і куванні деталей пов'язане з великим виділенням шкідливих продуктів згорання.

Для гарячого штампування сталевих поковок рекомендується суміш з 34 % сріблястого графіту і 34 % сульфит-целюлозного щелока. Мастило нешкідливе, не виділяє графітового пилу, легко наноситься на інструмент.

При розгляді складу і властивостей мастил і умов їх застосування слід враховувати складність, конфігурацію, габарити і масу поковок.

Для забезпечення нормованих метеорологічних умов в приміщеннях ковальських і термічних цехів, окрім комплексу технологічних заходів, що дозволяють значно скоротити кількість шкідливих речовин, що виділяються, передбачають вентиляцію, що забезпечує видалення або розчинення залишкової кількості цих речовин. У цехах влаштовують **припливно-витяжну вентиляцію**. Видалення повітря здійснюється через **місцеві відсмоктувачі** від устаткування і шляхом **загальнообмінної витяжки** (зазвичай з верхньої зони приміщення). **Припливна вентиляція** проектується у вигляді **повітряних душів і загального обміну**.

Видалення повітря роблять з верхньої зони вентиляторами на даху в одноповерхових будинках і центобіжними вентиляторами через мережу повітроводів, прокладених під стелею, у багатоповерхових будинках.

Ковальсько-пресові дільниці, що входять до складу механічних цехів, як правило, розміщуються біля зовнішніх стін, щоб можна було використовувати аерацію. Обладнання встановлюють біля глухих стін. На шляху надходження зовнішнього повітря на робочі місця не повинно знаходитися обладнання, яке виділяє тепло.

Для видалення надлишкових тепловиділень в прольотах молотових, молотових і пресових з кувальними машинами також доцільно використовувати аерацію. Щоб забезпечити раціональну організацію повітрообміну по припливу в кожному кроці колон по обох зовнішніх стінах влаштовують зсувні ворота. Для витяжки виконуються незадувні світло-аераційні ліхтарі.

При використанні аерації в зимовий час на висоті 4 м і більше доцільно мати стулки віконних прорізів, що відчиняються. Вони повинні мати механічний пристрій, щоб закривати і відкривати їх, знаходячись у робочій зоні.

У тих випадках, коли в приміщенні, що аерується, є зони безприродного провітрювання, рекомендується коректувати мікроклімат механічними припливними системами.

У зв'язку з тим, що в багатопрольотних корпусах ефективність аерації обмежена, на внутрішні прольоти і вздовж глухих стін зовнішнє повітря подають за допомогою механічних припливних систем.

Для видалення від нагрівальних печей продуктів згорання, що містять шкідливі речовини, передбачені місцеві відсмоктувачі у вигляді зонтів-козирків над завантажувально-розвантажувальними пройомми. Розрахунок зонтів зводиться до визначення їх розміру та об'єму повітря, що видаляється. Обсяги повітря для видалення приймають на рівні 3000...5000 м³/год на 1 м² поду печі, від кривошипно-гарячештампувальних пресів – 6000 м³/год, від індукційних установок (зонти над люком завантаження) – 2700 м³/год.

Дільниця обробки штампів за допомогою абразивного ручного інструменту (як пилова) ізолюють від загального приміщення. Для локалізації пиловиділення поворотні круглі столи-стелажі доцільно обладнати напівкруглими витяжними панелями рівномірного всмоктування. Швидкість повітря в щілинах панелі повинна бути не нижче 3 м/с.

Для підвищення ефективності відсмоктувачів слід обмежувати сферу відсмоктування. Панелі у верхній частині рекомендується обладнати козирками, а в нижній – фартухами з брезенту.

Приміщення очистки виробів в дробометальних камерах і галтувальних барабанах обладнують централізованими системами пневматичного прибирання (для виключення вторинних джерел пиловиділення).

Приямки під провальними ґратами біля галтувальних барабанів обладнують механічною витяжною системою. Провальні ґрати розміщують безпосередньо біля місця вивантаження деталей з барабанів.

Гартувальні масляні ванни шириною до 1,5 м повинні мати одно- або двобічні бортові відсмоктувачі. Ванни (баки) шириною більше 2 м необхідно, крім бортових відсмоктувачів, споряджати і верхньобокowymi панелями. Обсяг повітря, що видаляється, і висота розміщення витяжних створів верхньо-бокового відсмоктувача приймається з врахуванням активного виділення шкідливостей в момент закладки деталей у ванну (бак).

Витяжні системи, що обслуговують гартувальні масляні ванни, повинні мати дренаж для уловлювання конденсату парів масла і відповідати вимогам пожежної безпеки.

Травильні відділення розміщують в ізольованих приміщеннях з автономним рішенням вентиляції. Травильні ванни треба обладнувати місцевою витяжною вентиляцією. Місцеві відсмоктувачі можуть бути зроблені у вигляді бортових чи верхньобокowych панелей. У приміщеннях повинна бути природна витяжка з верхньої зони над ваннами. Механічний приплив може бути поданий у верхню зону у віддалені від ванн. У приміщенні повинен бути дефіцит припливу в обсязі 10%.

Для зменшення впливу інфрачервоного випромінювання на робочих місцях в ковальсько-пресових цехах для оздоровлення умов праці необхідно розробляти комплекс захисних засобів і заходів, що дозволяють значно понизити неприємну дію променевого і конвективного тепла на людину. Ці заходи різні по своєму характеру і можуть бути умовно розділені на чотири групи.

До першої групи відносяться заходи, що дозволяють усунути джерела виділення тепла або значно понизити інтенсивність випромінювання. З цією метою на заводах упроваджуються нові технологічні процеси термічної і хіміко-термічної обробки, які, сприяючи застосуванню механізації і автоматизації, дозволяють значно полегшити працю робочим.

На ряду машинобудівних заводів отримали розповсюдження індукційні нагрівачі, в яких нагрів заготовок здійснюється струмами високої частоти. Застосування індукційного нагріву заготовок дозволило значно поліпшити умови праці, оскільки повітря на робочих місцях не забруднювалося продуктами неповного згорання палива (окислом вуглецю, сірчистим газом і ін.). Крім того, при нагріві заготовок на високочастотних установках значно зменшується інтенсивність теплового опромінювання. Наприклад, на робочому місці пресувальника при нагріві заготовок шатуна струмами високої частоти інтенсивність теплового опромінювання в 3-7 разів менша, ніж при нагріві в газових печах.

В цехах створюються ділянки з автоматизованими і механізованими кувальними агрегатами, з безпосередньою термічною обробкою штампувань, що виключає необхідність застосування повторного нагріву їх для нормалізації і оджигу.

Для скорочення надходження тепла в приміщення всі нагріті поверхні технологічного устаткування і огорожі ретельно ізолюють. Температура їх на робочих місцях не повинна перевищувати 45°C.

До другої групи можуть бути віднесені різні пристрої, що захищають робочих від прямої дії променистої енергії: водяні завіси-екрани, що встановлюються в робочих вікнах печей для нагріву металу, стаціонарні і пересувні непрозорі екрани, що встановлюються на шляху теплових променів від нагрітих виробів, часто мають пристрої для циркуляції води, що охолоджує, напівпрозорі ланцюгові екрани з водяною плівкою. До цієї ж групи може бути віднесена і спеціальна, така, що відображає променисту енергію одяг.

До третьої групи слід віднести заходи, сприяючі відновленню працездатності робочих. Для цього в цехах на невеликій відстані від постійних робочих місць передбачають спеціальні кімнати або кабінки для періодичного відпочинку тих, що працюють, в яких є душові для обмивання верхньої половини тіла і питні фонтанчики. У останній час набули поширення системи радіаційного охолодження на робочих місцях і в місцях відпочинку робочих. При цьому охолоджується як поверхня шкіри, так і глибоко лежачі тканини, і може бути повністю знятий або значно ослаблений ефект перегріву нагрітого повітря або джерел радіаційного нагрівання.

До четвертої групи відносяться засоби, що збільшують тепловіддачу тіла людини. До них відносяться різні конструкції установок повітряного душування. Рекомендується використовуватися повітряний душ згідно СНіП 02.04.05-91. Залежно від можливості зміни якості повітря установки повітряного душирування поділяться на чотири типи.

До першого типу відносяться установки, що подають зовнішнє оброблене повітря (очищений, охолоджений в літній і нагрітий в зимовий періоди). До другого типу відносяться установки, що подають зовнішнє повітря без його обробки. До третього типу відносяться установки, що подають внутрішнє повітря цеху, заздалегідь охолоджене. До четвертого типу відносяться установки, що подають внутрішнє повітря цеху без обробки.

Таблиця 3.1 – Рекомендації щодо пристрою загальної і місцевої вентиляції в молотових прольотах і прольотах з пресами і кувальними машинами.

Найменування шкідливостей і джерела їх виділення	Вентиляція			
	Витяжна		Припливна	
	Місцева	Загальнообмінна	У холодний період року	У теплий період року
Тепловиділення від гарячих поверхонь нагрівальних печей, молотів, пресів і так далі, а також від нагрітих виробів (паливо – газ або мазут)	Зонти - козирки над завантажувальними отворами	Через аераційні ліхтарі	Загальнообмінна за рахунок аерації на рівні 4 м і вище	Загальнообмінна за рахунок аерації на рівні від 0,3 до 1,8 м
Те ж при нагріві в електропечах			Механічна зосереджена для душирування ділянок, схильних до теплового опромінювання	
Окисел вуглецю, що виділяється через нещільність печей і газоходів (паливо – газ або мазут)	Зонти над сурмами		Для середніх прольотів, розташованих на відстані більше 30 м від зовнішніх стін, – механічна	

Установки повітряного душирування першого і другого типів виконуються стаціонарними, а третього і четвертого типів зазвичай пересувними або переносними. Стаціонарні душируючі установки першого типу складаються з устаткування для подачі і обробки (очищення, нагріву і охолодження) зовнішнього повітря, розгалуженій мережі повітроводів і припливних душируючих патрубків для подачі повітря на певні робочі місця або майданчики. Устаткування для подачі і обробки повітря застосовують те ж саме, що і в звичайних припливних системах. Інше конструктивне рішення мають лише патрубки для роздачі повітря, які повинні перед-

бачатися поворотними в горизонтальній площині, які забезпечують мінімальну турбулентність струменя, що виходить, і можливість зміни напрямку струменя у вертикальній площині на кут не менше 30°

У тих випадках, коли робочі місця знаходяться в стиснутій зоні, повітряне душення слід вести зовнішнім обробленим повітрям.

У ковальсько-пресових цехах, що характеризуються зазвичай значними надлишками тепла у всі періоди року, спеціальних систем опалювання, як правило, не передбачається. В деяких випадках опалення головних виробничих прольотів (молотових, молотових і пресових з кувальними машинами, термічних) рекомендовано комбіноване – повітряне, сполучене з припливною вентиляцією і опалювальними агрегатами. Для нагріву припливного повітря може бути використане тепло відхідних газів від печей (установки рекуперації).

Для опалення допоміжних приміщень можуть бути використані інфрачервоні випромінювачі, що працюють на природному газі. Опалення травільних і заточувально-шліфувальних відділень, там де не допускаються рециркуляція, проводиться за рахунок місцевого нагрівального устаткування з гладкою поверхнею. При ремонтних роботах використовують вартове опалення і переносні інфрачервоні випромінювачі з електропідігрівом.

У табл. 3.1 наведені рекомендації щодо пристрою загальної і місцевої вентиляції в прольотах цехів.

Вентиляція виробничих приміщень (цехів) цехів докладно розглянуто в літературі [4; 5; 10]. Методика розрахунку вентиляції цеху наведено у розділі 5.1.

Захист від шуму та вібрації

Нормативні вимоги до рівнів шуму наведено у таблицях В.1, В.2 додатка В (ГОСТ 12.1.003-89, ДСН 3.3.6.037-99).

Для забезпечення нормативних вимог використовують наступні заходи [2; 5; 10; 13; 15; 19]:

- будівельно-акустичні заходи;
- розміщення шумного обладнання в окремих приміщеннях або в окремих частинах цеху зі спеціальним огороженням;
- заміна шумного обладнання менш шумним;
- зменшення шуму у джерелі за рахунок зміни конструкції обладнання або технології;
- зменшення шуму по шляху його розповсюдження (звукопоглинання, ізоляція джерела шуму або робочого місця, використання глушників);
- використання засобів індивідуального захисту.
- санітарно-гігієнічні заходи;

При проектуванні, модернізації обладнання необхідно перед усім розробити заходи по зниженню шуму в джерелах його виникнення (використання замість прямозубих шестерен косозубих), а також підвищення класу точності обробки та чистоти поверхонь шестерен. Заміну, якщо це можли-

во, підшипників ковзання, металевих деталей деталями із пластмас та інших незвучних матеріалів, використання змащення частей, що труться.

Найбільш радикальний шлях зменшення шуму включення пресу – забезпечення плавності процесу включення. Цього можна досягти, якщо замінити механічні(кулачкові) муфти пресів фрикційними, пневматичними. Така заміна дозволяє знизити шум включення на 11 дБА.

Шум в джерелі можна зменшити різними способами. Наприклад, шум від направляючих труб пруткових автоматів і револьверних станків можливо знизити, якщо використовувати полімерні втулки, що вставляються в направляючі труби. Також використовують різноманітні конструкції малошумних труб (двостінні з гумовою прокладкою, з зовнішнім покриттям із гуми і т.ін.).

Шум штамповки можна знизити, якщо також забезпечити плавність процесу. При використанні скошених пуансонів на механічних пресах рівень звукового тиску знизиться на 10-14 дБА. Застосування скошених штампів доцільне при вирубці деталей великого розміру, коли потребуються значні зусилля. Одночасно збільшується зносостійкість штампів приблизно на 25-30 %. У ряді випадків скидання деталей зі штампу слід здійснювати менш шумними механічними пристосуваннями (ричажним скидувачем, вакуумним і електромагнітним пристроями). При повній або частковій автоматизації подачі заготівель та видалення деталей можлива звукоізоляція желобів, по котрим скидаються деталі.

Шум в листоштамповочному виробництві можна значно знизити, якщо використовувати звукопоглинальні кабінки, в яких розміщують холодноштамповочні автомати, а також огорожі з шумопоглинаючим облицюванням.

Зниження рівня шуму в приміщеннях ковальсько-пресових цехів - складна технічна задача. Її рішення пов'язане з комплексом заходів і, в першу чергу, зі зниженням рівня вихлопу повітря із фрикційних пневмомуфт включення та шуму, що виникає при механічному *соударении* інструменту з поковкою, а також деталей в механізмах преса та молоту.

Для зниження шуму при роботі пресів використовують глушники шуму відробленого повітря на пресах. Корпус глушника є стаканчиком з поліетилену, що витримує високий тиск, з сферичним дном. Кріпиться глушник за допомогою подовженої шпильки. Для кращого зіткнення глушника з корпусом пневмоклапана між ними встановлюється гумова прокладка завтовшки 3-4 мм.

Відпрацьоване стисле повітря з пневмоклапанів через клапан послідовного включення поступає в порожнину глушника і проходить через 216 отворів діаметром 2 мм, розташованих один до одного під кутом 60°. Ефективність розташування отворів під таким кутом була перевірена дослідним шляхом, тобто порівнянням спектрів шумів, що створюються при роботі пневмоприводів з глушниками, в яких отвори розташовувались по радіусу під кутом 15°, 30°, 60° і паралельно один одному. Сумарна площа отворів в 1,4 раза більше за сумарну площу отворів пневмоклапана,

що зводить до мінімуму протитиснення, що виникає в порожнині глушника. Використання глушника дозволило знизити рівень звуку від вихлопу стислого повітря зі 104 до 85 дБА та змінити характер спектру шуму – ослабити високі частоти. Глушник рекомендовано для використання на пресах зусиллям до 6,5 МН.

Також преси з фрикційними пневматичними муфтами включення забезпечені засобами зниження шуму повітряної струї. На пневматичних молотах зниження шуму досягається викидом повітря в картер станини, який грає роль глушника.

У зв'язку з тим, що ще багато ковальсько-пресового устаткування, що експлуатується не забезпечене глушниками шуму, працюючі в ковальських цехах і цехах холодного штампування повинні користуватися засобами індивідуального захисту від шуму. Для цієї мети використовують розроблені ВЦНІОТом протишумові навушники ВЦНІОТ, ВЦНІОТ-1 і ВЦНІОТ-2, призначені для захисту органів слуху від дії виробничих шумів: низькочастотного з рівнем до 110 дБ, середньочастотного до 105 дБ і високочастотного з рівнем до 120 дБ.

Для зниження шуму пресів необхідно перш за все підтримувати їх в доброму технічному стані. Чим більше прес зношен, тим більше люфти у всіх його кінематичних ланках і тим вище рівні шуму як при включенні пресу, так і при штамповці.

Інтенсивність шуму у виробничому приміщенні залежить не тільки від прямого, але і від відбитого звуку. Тому, якщо в цеху неможливо знизити енергію прямого звуку, то необхідно зменшити енергію звукових хвиль, що відбиваються від внутрішніх поверхонь приміщення. Для цієї мети внутрішні поверхні приміщення облицьовують звуковбирними матеріалами. При падінні звукових хвиль на такі матеріали поглинається значна частина звукової енергії. Процес поглинання звуку відбувається в результаті переходу енергії коливних часток повітря в теплоту унаслідок утрат на тертя в порах звуковбирного матеріалу. Тому для ефективного звукопоглинання матеріал повинний мати пористу структуру, пори мають бути відкритими з боку падіння звуку і з'єднуватися між собою.

В якості звуковбирних матеріалів застосовують пористі тверді плити на цементному сполученні, скловолокно, капронове і базальтове волокна, деревоволокнисті і мінераловатні плити на різних зв'язуваннях. Коефіцієнт звукопоглинання цих матеріалів на середніх частотах більше 0,2. Звуковбирні властивості пористого матеріалу залежать від товщини шару чи частоти звуку, наявності повітряного проміжку між шаром і стінкою, на якій він закріплений. Вибір конструкції і типу звуковбирного облицювання має бути зроблений на основі аналізу спектра шуму в приміщенні цеху чи ділянки і звуковбирних властивостей облицювання. Необхідно домагатися, щоб максимум коефіцієнта звукопоглинання облицювання відповідав частотам, де має місце максимальне перевищення граничного спектра шуму.

Звуковбирні облицювання ефективні для виробничих приміщень висотою приблизно до 4-6 м, тому що в приміщеннях меншої висоти основ-

ними поверхнями, що відбивають, є підлога і стеля великої площі. У таких приміщеннях облицьовують стелю, тому що покриття підлоги звуковбирним матеріалом не можливе.

У високих і витягнутих приміщеннях, де висота більше ширини, облицьовування стін дає великий ефект. У приміщеннях кубічної форми облицьовують стіни і стелю. Практика показує, що установка звуковбирних облицьовань знижує шум на 6-8 дБ у зоні відбитого звуку на відстані від джерела і на 2-3 дБ поблизу джерела шуму. Розрахунки засобів захисту від шуму наведені у літературі [13].

Нормативні вимоги до рівнів вібрації наведено у таблиці В.5 додатка В (ГОСТ 12.1.012-90, ДСН 3.3.6.039-99).

Для забезпечення нормативних вимог використовують наступні заходи [5; 19; 21]:

- дистанційне управління процесами;
- зменшення вібрації у джерелі за рахунок зміни конструкції обладнання або технології;
- зменшення вібрації по шляху його розповсюдження;
- санітарно-гігієнічні заходи;
- використання засобів індивідуального захисту;
- раціональний режим праці та відпочинку;
- контроль вібрації та сигналізація

Методи захисту від вібрації можна поділити на три групи: використання вібробезпечних технологічних процесів, зниження віброактивності устаткування, що є джерелом коливань та віброізоляція, вібродемпфування і динамічне гасіння коливань.

Зменшення вібрації в джерелі є найбільш раціональним методом зниження вібрації устаткування. Важливо цю проблему вирішувати ще на стадії проектування, врахувати наступні рекомендації:

- висувати вимоги до точності балансування валів, муфт;
- прямозубі шестірні замінювати косозубими, застосовувати черв'ячне зачеплення;
- застосовувати підшипники хитання більш високих класів точності, вибирати необхідні для зниження вібрації посадки у вузлах підшипників.

Зниження віброактивності устаткування досягається наступними шляхами:

- змінювання параметрів фізико-хімічних процесів;
- зменшення тріння в кінематичних парах;

Віброізоляція полягає у зменшенні сил, що передаються від джерела вібрації до об'єкта, що ізолюється.

Для забезпечення нормальних санітарно-технічних умов роботи штампувальників важливе значення має зниження вібрації за рахунок зменшення коливань підлоги, що виникають при роботі молотів. Експлуатація молотів на віброізолюваних фундаментах показала, що вони значно знижують коливання, що виникають при роботі молотів, покращують умови роботи конструкцій будівель і обслуговуючого ковальські цехи персоналу.

Особливості пристрою і розрахунок фундаментів докладно наведені в СНиП II-19-79.

Демпфування - примусове гасіння коливань у динамічній системі внаслідок розсіювання енергії в навколишнє середовище, а також в матеріалах ізолятора і спеціально сконструйованих механізмах. Динамічне гасіння коливань здійснюють шляхом приєднання гасителя до об'єкту, що вібрує.

Значного зменшення амплітуди коливань фундаменту молота можна досягти вживанням підшаботної прокладки, яка зазвичай виконується з дубових брусів з гумовими віброізоляторами. Гумові елементи з металевими листами сполучені спеціальним клеєм. Аби забезпечити вертикальну деформацію віброізолятора, в центрі його передбачений направляючий стержень. По дну підшаботної виїмки розміщуються віброізолятори. Щоб уникнути переміщення шабота по віброізоляторах в горизонтальному напрямі з усіх боків в його основі укладені вертикальні дубові прокладки. В результаті досліджень, проведених після реконструкції двотонного молота, виявилось, що амплітуда коливань шабота дорівнює 7...8 мм, а амплітуда коливань фундаменту молота 0,08 мм, що в 7 разів менше амплітуди коливань фундаменту до реконструкції. Молот сповна задовільно працює більше 5 років.

Методика розрахунку різних засобів захисту від вібрації наведено у літературі [19; 24].

Організація освітлення приміщень

Нормативні вимоги до освітлення виробничих приміщень наведено у таблиці Г.1 додатка Г (ДБН В.2.5-28-2006).

Добре освітлення виробничих приміщень є обов'язковою умовою висопродуктивної роботи ковальсько – пресових цехів. Використовують два види освітлення – природне та штучне.

Вибір системи **природного освітлення** визначається, в основному, призначенням та прийнятим об'ємно-планувальним рішенням будівлі, характеристиками технологічного процесу та зорової роботи, що виконуються в приміщенні, а також географічним розташуванням будівлі та особливостями клімату. Верхнє та комбіноване освітлення доцільно застосовувати в одно- та двоповерхових (для верхнього поверху) промислових підприємствах. Бокове природне освітлення, застосовується в багатоповерхових будівлях, а також в одноповерхових, у яких відношення глибини приміщення до висоти вікон над умовною робочою поверхнею і не перевищує 8. Значення коефіцієнтів природного освітлення для приміщень, в яких виконуються штаповочні роботи бажано мати не менше 5% при комбінованому освітлені і не менше 1,5% при боковому освітлені.

При облаштуванні бокового освітлення в крайніх прольотах промислових будівель, як правило, ширина вікон не повинна перевищувати 4,8 м, висота підвіконників повинна становити не менше 1,4 м. У приміщеннях, що мають значну глибину (більше 18 м) площу вікон необхідно вибирати,

виходячи з мінімального коефіцієнта природного освітлення при сумісному освітленні, а вікна у зовнішніх стінах слід розташовувати в два яруси, причому нижній ярус вікон проектується із умов забезпечення зорового зв'язку з навколишнім простором, а верхній ярус освітлення віддалених від вікон зон приміщення.

Для системи **штучного освітлення** вибір джерела світла залежить від характеру робіт, висоти приміщення, техніко-економічних показників і т.ін.

При освітленні ковальсько-пресових робіт використовують, в основному, систему загального освітлення. Місцеве освітлення застосовують лише для упорів механічних ножиць в заготовчому відділенні, пресів холодного штампування і на місцях контролерів відділу технічного контролю. Лампи розжарювання використовують в приміщеннях, де проводять відносно грубі роботи та в побутових приміщеннях. При виконнанні робіт I, II, III, IV і V зорових розрядів зону штамповки, крім системи загального освітлення забезпечують місцевим, при цьому освітленість на поверхні штапу повинна бути не менше ніж 500-600 лк, що відповідає нормам СНиП II-4-79 та ДБН В.2.5-28-2006. Рекомендоване значення освітленості робочої зони печей розігріву поковок, ковочних молотів і пресів горячої штамповки складає 200 лк при загальному освітленні, 300 лк при комбінованому. При розрахунку системи загального освітлення нормоване значення освітленості беруть не менше ніж 150 лк для ламп розжарювання і 200 лк для газорозрядних ламп. Коефіцієнт запасу K при розрахунках в ковальсько-пресових цехах приймають 1,7 і для ламп розжарювання і для люмінесцентних ламп.

Норми освітленості для ковальсько – пресових цехів наведено у таблиці Г.14 додатка Г.

В цехах висотою 10 м і більше для системи загального освітлення використовують ртутні лампи ДРЛ.

Мостові крани обладнують пристроями підкранового освітлення з використанням ламп розжарювання і забезпечують освітлення в зоні затінення не менше нормативного для приміщення від загального освітлення - не менше 150 лк.

У приміщеннях, де виконуються ковальсько-пресові роботи, світлові прорізи і світильники чистять раз у 6 місяців безпечними способами.

У цехах треба також встановлювати аварійне освітлення.

Методики розрахунку природного освітлення та розрахунку загального освітлення методом використання світлового потоку наведено у літературі [3; 5; 19; 20] та розділі 5.3.

Вибір типу розрахунків захисних пристроїв, найбільш важливих для забезпечення нормативних умов щодо виробничої санітарії, узгоджується з консультантом з охорони праці. Розрахунок пристрою наводиться за схемою, яка наведена у розділі 1. Кожний студент повинен виконати не менш одного розрахунку захисного пристрою.

4 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ТЕХНІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Заходи щодо технічної безпеки включають наступні питання:

- заходи щодо забезпечення безпеки обладнання, в тому числі засоби захисту, кольори та знаки безпеки;
- заходи щодо забезпечення безпеки технологічних процесів, в тому числі охорона навколишнього середовища;
- електробезпека;
- пожежна та вибухова безпека.

Заходи щодо забезпечення безпеки технологічного обладнання

Нормативні вимоги до безпеки обладнання наведено у ГОСТ 12.2.003-91 та літературі [8; 12; 20; 22; 24]. Особливості забезпечення безпеки обладнання при холодній обробці металів наведено у ГОСТ 12.2.009-80, ГОСТ 12.2.061-81, ГОСТ 12.2.049-80, НПАОП 0.00-1.30-01, (назви див. додаток А) і літературі [2; 4; 5; 7; 13; 24]. Ковальсько-пресове обладнання (КПО) повинно відповідати ГОСТ 12.2.049-80, ГОСТ 12.2.061-81 і ГОСТ 12.2.003-91.

Загальні вимоги безпеки встановлені ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ [24]. Відповідно до ГОСТ 12.2.003-91 безпека виробничого устаткування повинна забезпечуватися за рахунок наступних заходів:

- вибором безпечних принципів дії, конструктивних схем, елементів конструкції;
- використанням засобів механізації, автоматизації та дистанційного керування;
- застосуванням в конструкції засобів захисту;
- дотриманням ергономічних вимог;
- включенням вимог безпеки в технічну документацію з монтажу, експлуатації, ремонту та транспортування зберігання обладнання;
- застосуванням в конструкції відповідних матеріалів.

Дотримання цих вимог в повному обсязі можливе лише на стадії проектування. Тому у всіх видах проектної документації передбачаються вимоги безпеки. Вони містяться в спеціальному розділі технічного завдання, технічних умов та стандартів на обладнання, що випускається.

При виборі принципу дії машини необхідно враховувати всі потенційно можливі небезпечні та шкідливі виробничі чинники. Застосування в конструкції машин засобів захисту – один з основних у даний час напрямів із забезпечення безпеки. Використовуються огорожувальні, запобіжні та гальмівні засоби захисту, засоби автоматичного контролю та сигналізації, знаки безпеки та дистанційне керування.

Засоби, що обгороджують, є одними з основних при роботі в ковальсько – пресових цехах. Обгородженню підлягають всі приводні та передаточні механізми молотів, пресів(шестерні, ремні, шківи), пристасування, що обертаються, інші небезпечні зони ковальсько – пресових цехів. Всі відкриті рухомі (що обертаються) частини обладнання, розташовані на висоті до 2,5 м над рівнем підлоги, мають бути закриті суцільними або сітчастими огорожами із стороною осередків не більше 10 мм. Огорожі підві-

шують на петлях, шарнірах і тому подібне. Допускається глухе підвішування (на болтах, шпильках і т. п.) за наявності в огорожі вікна з рухомою кришкою для доступу до частин, що вимагають обслуговування. Огорожі масою більше 5 кг повинні мати рукоятки, скоби або інші пристрої для їх утримування при відкритті йди зніманні. Вибір виду огороження залежить від умов його застосування. Стаціонарні огороження лише періодично демонтують для виконання допоміжних операцій (зміна робочого інструмента, змащення, проведення контрольних вимірів деталей). Їх виконують так, щоб вони пропускали оброблювану деталь, але перешкоджали б проходженню рук працюючого в технологічний проріз.

Нерухомі огорожі (захисні ґрати) призначені для усунення можливості попадання рук в небезпечну зону протягом всієї роботи преса. Їх виготовляють з листової сталі або прозорої небиткої пластмаси, що не згорає, а також виконують комбінованими (з металу і прозорої пластмаси) або у вигляді ґрат з металевих прутків.

Форма і розміри нерухомих огорож повинні усувати можливість проникнення рук в небезпечну зону з усіх боків робочого простору, зокрема через верхній край огорожі. Максимальна ширина отворів, що передбачаються в огорожах для подачі заготовок в штамп, відстань між лозинами в ґратчастих огорожах, а також ширина оглядових вікон в огорожах з листового металу мають бути такими, щоб при необхідній відстані від огорожі до рухомих частин штампу робочий не міг дістати пальцями до рухомих частин. Щоб уникнути стомлюваності очей при русі повзуна прутки в ґратах розташовують вертикально. Товщина їх повинна забезпечувати достатню міцність ґрат.

Необхідно, щоб огорожу можна було регулювати в горизонтальному і вертикальному напрямках при установці штампів різних габаритів. Механізм включення преса блокують з огорожею так, щоб при знятій огорожі включення преса було неможливим. Якщо виконати вказані вимоги не можна, видалення огорожі з преса і ручні маніпуляції в небезпечній зоні допускаються тільки після повного відключення преса і двигуна.

Нерухому огорожу застосовують:

- для виключення можливості введення рук в небезпечну зону при штампуванні із смуги, стрічки, листа, окремих заготовок «на провал» ;
- при застосуванні пристроїв для видалення виробів з небезпечної зони;
- як захисний пристрій, що закриває небезпечну зону із задньої і бічних сторін за наявності на пресі рухомої огорожі або іншого захисного пристрою;
- для закриття небезпечної зони преса або штампу при оснащенні преса пристроями для автоматичної або механічної подачі заготовок в штамп і видалення виробів і відходів за межі небезпечної зони;

Можливе застосування рухливого огороження, що являє собою пристрій, який заблокований з робочими органами механізму чи машини,

унаслідок чого воно закриває доступ у робочу зону при настанні небезпечного моменту. В інший час доступ у зазначену зону відкритий.

Наприклад, для забезпечення безпеки при кожному ході повзуна використовують рухому огорожу, що заблокована з механізмом включення преса або конструктивно пов'язано з кривошипним валом. Залежно від цього рухомі огорожі підрозділяють на блокуючі і автоматичні. Рухомі огорожі виготовляють з тих же матеріалів, що і нерухомі.

Блокуючі огорожі пов'язані з механізмом включення преса і попереджають його включення при не повністю закритій небезпечній зоні, зокрема при знаходженні в ній рук. Такі огорожі приводяться в дію або уручну, або електричним, пневматичним або іншим приводом. перевагами блокуючих огорож є неможливість знаходження рук в небезпечній зоні з початку ходу повзуна і таке блокування з пресом, при якому зняття або вихід огорожі з ладу виключає роботу преса.

Блокуючі огорожі повинні забезпечувати неможливість пуску преса (включення муфти на кривошипних пресах або подачі рідини в робочу порожнину циліндра – на гідравлічних) до повного закриття огорожею небезпечної зони. Блокуюча огорожа автоматично фіксується в захисному положенні до тих пір, поки існує небезпека травмування рук між рухомою і нерухомою частинами штампу. На кривошипних пресах з фрикційною муфтою включення, а також на гідравлічних пресах передчасний вихід огорожі із захисного положення повинен викликати останов повзуна.

Доцільно, щоб включення преса, оснащеного блокуючою огорожею, здійснювалося автоматично після того, як огорожа повністю закриє робочий простір преса. Включення преса може бути здійснене шляхом дії огорожі, що повністю закрила робочий простір преса, на кінцеві вимикачі.

Слід пам'ятати, що блокуючі огорожі не можуть запобігти можливість травмування при раптовому ході повзуна, викликаному різними несправностями в системі керування пресом. Тому блокуючі огорожі, які встановлюються на кривошипних пресах, виконують так, щоб виключався поворот валу при незакритому робочому просторі або забезпечувалось усунення рук з небезпечної зони до настання безпосередньої небезпеки (шляхом додаткового зв'язку огорож з повзуном). На гідравлічних пресах передбачають пристрої, що запобігають раптовому опусканню повзуна (рухомої поперечини).

Під час опускання повзуна повинна виключатися можливість проникнення рук в небезпечну зону знизу, зверху, збоку огорожі і через зазори між прутками. Відстань між прутками повинна вибиратися залежно від мінімального відстань від огорожі до небезпечної зони і не перевищувати 35 мм. При нагоді проникнення рук в небезпечну зону з бічних сторін останні закривають нерухомими огорожами.

Щоб пристрої, що захищають, не стали причиною травмування, повинна виключатися можливість затиску руки між огорожею і нижньою частиною штампу або столом преса, а також вимушене або випадкове зімк-

нення частин, що може привести до пошкодження рук робочого. На деталях огорожі, що торкаються рук, мають бути м'які гумові накладки.

Переносні огороження є тимчасовими. Їх використовують при ремонтних і налагоджувальних роботах для захисту від випадкових доторкань до струмоведучих частин, а також від механічних травм і опіків.

Автоматичні огорожі, призначені для закриття небезпечної зони при наближенні повзуна до небезпечної частини його ходу і видалення рук за межі цієї зони, конструктивно пов'язані з кривошипним валом, що приводить огорожу в дію незалежно від робочого. При виборі типу автоматичних пристроїв, що захищають, слід мати на увазі, що найбільш доцільним при опусканні повзуна є рух огорожі від преса убік робочого, оскільки видалення рук йде по вільному шляху, зручнішому і безпечнішому.

Своєчасне видалення рук з небезпечної зони автоматичні огорожі забезпечують на пресах з ходом повзуна 200 мм і більш у зв'язку з тим, що небезпека при опусканні повзуна є вже в той час, коли повзун знаходиться від матриці ще на відстані 100 мм. Автоматична огорожа не використовується на пресах з числом ходів повзуна більше 25 в хвилину, оскільки швидкорухома огорожа може бути причиною травмування рук.

На пресах з ходом повзуна менше 200 мм і в інших випадках, коли застосування автоматичних огорож не може забезпечити своєчасне усунення рук з небезпечної зони або небезпечно у зв'язку з великою швидкістю переміщення, застосовують блокуючі огорожі.

Конструкція і матеріал пристроїв, що обгороджують, визначаються особливостями устаткування і технологічного процесу в цілому. Огородження виконують у виді зварених і литих кожухів, ґрат, сіток на твердому каркасі, а також у виді твердих суцільних щитів (щитків, екранів). Розміри осередків у сітчастому і ґратчастому огороженні визначаються відповідно до ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ.

Зони безпеки для працюючих з урахуванням використання огороження повинні відповідати зонам досяжності моторного полю чи за ГОСТ 12.2.032-78 і ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Мінімальну висоту огорожень типу бар'єрів, що перешкоджають попаданню працюючих у небезпечну зону, вибирають у залежності від висоти розташування небезпечного елемента і відстані між огороженням і небезпечним елементом.

В дипломному проекті необхідно визначити найбільш травмонебезпечні зони устаткування, що потребують встановлення захисних огорож (матеріали, заготовки, вироби та частини устаткування, що рухаються; струмопровідні неізольовані частини; частинки матеріалу, що відлітають при обробці; хімічні речовини, розчини мастильно-охолоджувальних рідин тощо); обґрунтувати вибір виду захисної огорожі та її конструктивного виконання; аргументувати доцільність встановлення захисних огорож з автоматичним блокуванням; урахувати міцність захисної огорожі із врахуванням зусиль, які виникають при можливій дії на неї працівника.

Запобіжні засоби призначені для автоматичного відключення агрегатів і машин при відхиленні якого-небудь параметра, що характеризує

режим роботи устаткування, за межі припустимих значень. Відповідно до ГОСТ 12.4.125-83 запобіжні пристрої за характером дії підрозділяють на блокувальні й обмежувальні.

Блокувальні пристрої перешкоджають проникненню людини в небезпечну зону або на час перебування його в цій зоні усувають небезпечний фактор. Використовують наступні блокування:

- механічні (зв'язки захисного огородження з гальмами, що зупиняють машину при знятті огородження). ;
- електричні (в огородження електроустановки встановлений кінцевий вимикач, що відключає електроустановку при відкритті огородження);
- пневматичні.

Обмежувальні пристрої за конструктивним виконанням підрозділяють на муфти, штифти, клапани, шпонки, мембрани, пружини, сильфони і шайби. Призначення – відключення устаткування при перевантаженнях. Спрацьовування слабкої ланки призводить до зупинки машини на аварійних режимах, що дозволяє виключити поломки, руйнування і, отже, травматизм.

В якості запобіжного захисту використовують фотозахист. Призначенням фотозахисту є унеможливлення пуску преса при знаходженні руки в робочому просторі (при пересіченому промені) і останов повзуна, що опускається, при прагненні ввести руку, що перетнула промінь, в зону переміщення повзуна.

При перетині променя відбувається зміна фотоелектричного струму, спрацьовує фотореле і розмикає свій контакт в ланцюзі управління пресом. В цьому випадку прес не можна включити, оскільки його пусковий ланцюг виявляється автоматично роз'єднаним. Якщо промінь уривається при включеному пресі, повзун зупиняється.

В дипломному проекті необхідно обґрунтувати вибір відповідних запобіжних та блокувальних пристосувань, призначених для попереджування поломок окремих частин устаткування та аварійних ситуацій.

Засоби автоматичного контролю і сигналізації, у тому числі кольори і знаки безпеки – одне з умов безпечної і надійної роботи устаткування. Пристрої автоматичного контролю і сигналізації підрозділяють за:

- призначенням – на інформативні, попереджуючі, аварійні і відповідні;
- характером сигналу – на звукові, світлові, кольорові, знакові й комбіновані;
- характером подачі сигналу – на постійні та пульсуючі.

Ефективність використання засобів автоматичного контролю підвищується при об'єднанні їх із системами сигналізації. Звукова сигналізація служить для інформації персоналу про появу виробничої небезпеки. В якості звукової сигналізації використовують сирену, гудок, дзвінок. Сигнал повинен добре розрізнятися в умовах виробничого шуму; рекомендується звуковий сигнал із частотою до 2000 Гц.

ГОСТ 12.4.026-76 передбачає застосування чотирьох сигнальних кольорів: червоного, жовтого, зеленого і синього.

Встановлено чотири групи знаків безпеки : що забороняють, наказують, попереджуючі та вказівні.

При виборі попереджувальних чи аварійних сигналів перевага віддається звуковим. Коли шум у цеху від працюючого устаткування може перешкодити сприйняттю звукового сигналу, доцільно використовувати для сигналізації яскраве миготливе світло.

В дипломному проекті необхідно охарактеризувати вибір засобів сигналізації (звукові, світлові) для сповіщення обслуговуючого персоналу про подачу напруги на устаткування, його пуск, несправності відповідальних вузлів та механізмів, порушення режимів роботи чи технологічного процесу, виникнення аварійних ситуацій тощо; обґрунтувати необхідність застосування засобів індикації (показників тиску, напруги, температури, рівня мастила); визначити місця встановлення засобів сигналізації та індикації.

Пристрої дистанційного керування дозволяють здійснювати контроль і регулювання його роботи з ділянок, досить вилучених від небезпечної зони, і тим самим вирішувати проблему безпеки праці.

До спеціальних засобів можна віднести гальмові. Призначення **гальмових засобів захисту** – зменшення часу вибігу машини. Наприклад, гальмо кривошипно-шатунного механізму кривошипних машин забезпечує зупинку і утримання повзуна в нерухомому положенні при вимкненій муфті включення. Гальмо є обов'язковою складальною одиницею в приводному механізмі кривошипних пресів всіх типів. Гальмо преса повинно поглинати кінетичну енергію відключених від приводу частин механізму, але ще продовжують знаходитися в русі – повзуна з укріпленою на ньому верхньою частиною штамп, валів шестерень і так далі Крім того, він повинен протидіяти самовільному опусканню повзуна під впливом сили тяжіння, якщо прес не має пристроїв для урівноваження повзуна і штамп. За принципом дії основні гальма пресів розділяються на гальма безперервної і періодичної дії, а по конструкції – на гальма стрічкові, дискові і колодки.

Заходи щодо забезпечення безпеки технологічних процесів

Нормативні вимоги до безпеки виробничих процесів наведено у ГОСТ 12.3.002-75 і літературі [9; 21]. Згідно з ГОСТом безпека процесів забезпечується виконанням наступних заходів:

- вибір технологічного процесу і режиму роботи;
- вибір виробничого приміщення чи промислового майданчика;
- вибір виробничого устаткування, його розміщення й організація робочих місць;
- раціональний розподіл функцій між людиною й обладнанням;
- вибір способів збереження і транспортування вихідних матеріалів, заготівель, напівфабрикатів, готової продукції і відходів виробництва;
- професійний вибір і навчання працівників;
- включення вимог безпеки в нормативно-технічні документи.

Нормативні **вимоги до устрою будинків** та приміщень наведено у НПАОП 45.2-4.01-98, СН 245-71, СНіП 2.09.02-85, НПАОП 27.0-1.01-87 (назви див. додаток А).

Вимоги до організації автоматичних ліній, конве'єрів та застосування робототехнічних комплексів наведено у ГОСТ 12.2.072-82, ГОСТ 12.2.119-88 (назви див. додаток А).

При **організації робочих місць** керуються положеннями, що викладені в ГОСТ 12.2.061-81: конструкція робочого місця, його розміри і взаємне розташування його елементів (органів керування, засобів відображення інформації, крісел, допоміжного устаткування і т. п.) повинні відповідати:

- антропометричним, фізіологічним і психофізіологічним даним людини;
- характеру роботи.

Конструкція робочого місця повинна забезпечувати:

- зручну робочу позу людини, що досягається регулюванням положення крісла, висоти і кута нахилу підставки для ніг при її застосуванні чи висоти і розмірів робочої поверхні;

- виконання трудових операцій у зонах моторного поля (оптимальної, легкої досяжності, досяжності) чи в залежності від необхідної точності і частоти дій. Визначення зони моторного поля виробляється відповідно до вимог ГОСТ 12.2.032-78 та ГОСТ 12.2.033-78;

- стійке положення і волю рухів працюючого, безпеку виконання трудових функцій; виключати чи допускати в рідких випадках короткочасну роботу, що викликає підвищену стомлюваність;

- раціональне розміщення технологічного й організаційного оснащення на робочому місці;

- необхідний огляд – засоби відображення інформації мають бути розміщені в зонах інформаційного поля робітника або місця з урахуванням частоти і значущості інформації, що надходить.

Для правильної організації робочого місця необхідно вирішити наступні основні задачі :

- вибрати доцільне робоче положення (сидячи, стоячи);
- раціонально розмістити індикатори й органи керування відповідно до їх важливості і частоти використання в межах полю зору і зон досяжності;
- забезпечити оптимальний огляд елементів робочого місця;
- забезпечити відповідність конструкції робочого місця антропометричним, фізіологічним і психологічним характеристикам людини;
- забезпечити умови для короткочасного відпочинку оператора в процесі роботи [8; 11; 29; 30].

Заходи з охорони навколишнього середовища

В ковальсько-пресових цехах застосовують різноманітні технологічні процеси, що пов'язані з викидами шкідливих забруднюючих речовин у повітря та водний басейн. Враховуючи це, потрібно визначити основні джерела цих забруднень, їх параметри з тим, щоб прийняти обґрунтовані рішення по знешкодженню або зниженню їхнього шкідливого впливу на довкілля [1; 2; 13; 23].

Джерелами забруднення навколишнього середовища від ковальсько-пресового виробництва можуть бути такі процеси:

- нагрів металу для різання заготовок;
- нагрів заготовок під кування і штампування;
- термообробка при використанні твердого і рідкого палива;
- кування і гаряче штампування;
- загартування в маслі;
- очистка поковок в дробометальних і дробоструминних камерах;
- очистка поковок на заточувальних верстатах;
- травлення в кислотах. При цих процесах головними шкідливими речовинами є пил та окалина, пари кислот, леткі продукти термодеструкції масел та інших органічних продуктів – оксид вуглецю, акролеїн, формальдегід, сірчистий газ, різні вуглеводні.

При проектуванні ковальсько-пресових цехів повинні передбачатися системи очистки повітря, що видаляється, від пилу, шкідливих газів, парів, аерозолей згідно з чинними санітарними нормами ГОСТ 17.2.302-78. В проектах будівництва і реконструкції ковальсько-пресових заводів (цехів) повинні бути наведені ГДК шкідливих речовин в атмосферне повітря для кожного джерела і речовини відповідно до ГОСТ 17.2.3.02-78.

Для зменшення виділень шкідливих речовин у навколишнє середовище змазування штампів необхідно проводити, як правило, негорючими бездимними мастилами, а для зменшення утворення окалини - авоматизацію управління тепловим режимом, удосконалення способу спалювання палива, використання швидкісного (конвективного і радіаційного) і безокислювального нагріву в полумєневих .

У ковальсько-пресових цехах повинні бути передбачені природоохоронні заходи:

- обладнання газоочисними і пилоуловлюючими спорудами нагрівальних і термічних печей при використанні твердого і рідкого палива, кувально-штампувального обладнання, дробометальних і дробоструминних установок, наждачних і заточувальних верстатів та іншого обладнання, при роботі якого утворюється пил;

- уловлення і знешкодження парогазових викидів в атмосферу від ванн загартування в маслі і ванн травлення.

Ковальсько-пресові заводи (цехи) повинні зменшувати водоспоживання і водовідведення шляхом максимального використання очищених стічних вод в системах оборотного і повторного водопостачання промводопроводів. Водоспоживання для процесів охолодження заслінок нагрівальних печей, для водяних завіс коло печей і охолодження компресора насосноаккумуляторної станції повинно здійснюватися замкнутими циклами.

Очищення стічних вод ковальсько-пресових цехів проводять у відстійниках і масловловлювачах. Для очищення стічних вод від масла передбачають пристрій відстійника періодичної дії. У відстійнику перемішують воду, що очищається, з меленим вапном або вапняним молоком. Перемі-

шування рекомендується проводити барботованим стислим повітрям. Тривалість відстоювання не менше 30 хв.

Розчин травильної ванни витрачають до змісту 30 г/л кислоти і після нейтралізації додаванням гашеного вапна і відстою замінюють. В останній час розроблений ефективніший спосіб очищення за допомогою аміаку.

Заходи щодо забезпечення електробезпеки

Нормативні вимоги для забезпечення електробезпеки наведено у ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.1.009-76, ГОСТ 12.1.031-87, ГОСТ 12.1.038-81, НПАОП 40.1-1.07-01, НПАОП 40.1-1.01-97, НПАОП 40.1-1.21-98 (назви див. додаток А) і літературі [8; 14; 23]

Для забезпечення електробезпеки у відповідності з нормативними документами необхідно передбачити наступні засоби захисту:

- застосування малих напруг і захисне розділення мереж;
- застосування посиленої (подвійної) ізоляції;
- захисне заземлення і занулення корпусів електроустаткування і інших конструктивних елементів електроустановок, які можуть виявитися під напругою; металевих конструкцій, на яких встановлюється електроустаткування; приводів електричних апаратів; корпусів електричних машин; трансформаторів; устаткування, розміщеного на рухомих частинах верстатів, машин і механізмів;
- автоматичне захисне відключення частин електроустаткування і пошкоджених ділянок мережі, що випадково виявилися під напругою;
- всі неізольовані токоведучі частини електроустаткування, яке встановлене поза електричними приміщеннями, повинні мати суцільні огорожі, зняття або відкриття яких можливе при допомозі, спеціальних, ключів або інструментів;
- засоби індивідуального захисту;
- організаційні заходи.

У дипломному проекті необхідно визначити категорію приміщення щодо небезпеки ураження людей електричним струмом та характеристику середовища в приміщенні (згідно з ПУЕ); обґрунтувати запроектовані заходи та засоби електробезпеки; передбачити заходи (при необхідності) щодо запобігання появі та накопичення статичних електричних зарядів. Враховуючи клас вибухо- та пожежонебезпеки приміщення (відповідно до ПУЕ), в якому буде встановлено устаткування, потрібно вибрати необхідне виконання електродвигунів та пускорегулювальної апаратури, тип електропроводки, а також обґрунтувати необхідність застосування захисних огорож, блокування, запобіжних пристроїв, заземлення, занулення, відключення тощо.

Методика розрахунку захисного заземлення наведена у підрозділі 5.4.

Заходи щодо забезпечення пожежної та вибухової безпеки

Нормативні вимоги щодо забезпечення пожежної та вибухової безпеки наведено у ГОСТ 12.1.004-91, ГОСТ 12.1.033-81, ГОСТ 12.1.044-89, ГОСТ 12.1.010-76, ОНТП 24-86, СНіП 2.01.02-85 (назви див. додаток А) і літературі [2; 3; 12; 18; 21].

Заходи пожежної профілактики включають:

- систему попередження пожеж;
- систему протипожежного захисту;
- систему організаційно-технічних заходів.

У дипломному проекті необхідно визначити, до якої категорії за вихо- та пожежонебезпекою належить виробнича будівля та окремі приміщення; провести класифікацію приміщень (зон) за вибуховою та пожежною небезпекою; вибрати ступіні вогнестійкості будівлі, а також необхідні межі вогнестійкості будівельних конструкцій; обґрунтувати необхідність встановлення протипожежного перекриття та перепон, а також застосування автоматичних установок пожежогасіння; проаналізувати причини займань та пожеж, що можуть статися під час експлуатації запроектованого устаткування, та передбачити засоби щодо їх недопущення; визначити, які первинні засоби пожежогасіння можна використовувати при виникненні займання під час експлуатації устаткування.

5 МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКІВ ОСНОВНИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ

5.1 Вентиляція виробничих приміщень

У всіх виробничих та допоміжних приміщеннях необхідно передбачити вентиляцію – це є основним заходом з оздоровлення повітря робочої зони. Для ковальсько – пресових цехів найбільш поширеною є аерація, у деяких випадках використовують загальнообмінну механічну вентиляцію. Розрахунок аерації наведено у літературі [3; 4; 20; 21]. Розрахунок механічної вентиляції виробничого приміщення здійснюють за різними принципами [3; 5; 20; 21; 24]. Найбільш поширеними в машинобудуванні є розрахунки по виділенню теплових надлишків. Також використовують місцеву витяжну та припливну вентиляцію. Розрахунок місцевої вентиляції докладно наведено у літературі [4; 7; 18; 19; 20; 23; 24].

Приклад 1

Розрахувати аерацію в однопрольотній будівлі (цеху) в теплий період року, тобто визначити площу аераційних отворів для таких даних: кількість повітря, яке повинно надходити в приміщення $G_{\text{прип}} = 38000$ кг/год., а яке видаляється з приміщення $G_{\text{вит}} = 29000$ кг/год., відстань між осями отворів $h = 10$ м температура зовнішнього повітря $t_{\text{зовн}} = 20$ °С, температура внутрішнього повітря $t_{\text{вн}} = 25$ °С. Коефіцієнт $\tau = 0,41$ (для машинобудування 0,25...0,45). Конструкція стулки віконного отвору – одинарна верх-

ньопідвісна ($h/b = 1$) з кутом відкривання отвору $\alpha = 45^\circ$ (табл. 5.1). Ліхтар П-видний з фрамугами на вертикальній осі з вітрозахисними панелями, які знаходяться на відносній відстані $l/h = 1,5$, з кутом відкривання $\alpha = 90^\circ$ (табл. 5.3).

Розв'язання

Аерація використовується в цехах (виробничих приміщеннях) із значними тепловиділеннями, якщо концентрація шкідливих речовин у припливному повітрі не перевищує 30% ГДК в робочій зоні. Для регулювання припливного зовнішнього повітря в одно- та двопрольотних приміщеннях в теплий період року в зовнішніх стінах роблять отвори, що розташовані на висоті 0,3...1,8 м над підлогою.

Для регулювання припливного зовнішнього повітря в багатопрольотних цехах (виробничих приміщеннях) роблять отвори в зовнішніх стінах і ліхтарі в "холодних" прольотах, які повинні чергуватися з "гарячими", враховуючи, що "холодні" прольоти відокремлюються від "гарячих" спущеними зверху перегородками, які не доходять до підлоги на 2...4 м.

Розрахунок аерації зводиться до визначення необхідної площі припливних $F_{\text{прип}}$ та витяжних $F_{\text{вит}}$ аераційних отворів, що забезпечують необхідний повітрообмін.

Площа, (м^2), припливних аераційних отворів у стіні визначається за формулою

$$F_{\text{прип}} = \frac{G_{\text{прип}}}{3600 \sqrt{\frac{2g\gamma_{\text{прип}}}{\xi_1} \Delta p_1}}, \quad (5.1)$$

де $G_{\text{прип}}$ – необхідна кількість (за масою) повітря, яке надходить в приміщення, кг/год;

g – прискорення вільного падіння, м/с^2 ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$);

$\gamma_{\text{зовн}}$ – питома вага зовнішнього повітря (кг/м^3), визначається за формулою

$$\gamma = \frac{353}{t + 273}, \quad (5.2)$$

де t – температура повітря, для якого визначається γ , $^\circ\text{C}$;

ξ – коефіцієнт місцевого опору припливних отворів (табл. 5.1);

Δp_1 – втрати тиску на прохід повітря через припливні отвори (кг/м^2), визначаються за формулою

$$\Delta p = \beta \Delta p_r, \quad (5.3)$$

де β – частина різниці тисків, яка витрачається на прохід повітря через припливні отвори ($\beta = 0,1 \dots 0,4$);

Δp – різниця тисків, які створює переміщення аераційного повітря черезприпливні та витяжні отвори (кг/м^2), визначається за формулою

Таблиця 5.1 – Характеристика припливних отворів та величини коефіцієнтів місцевого опору ξ припливних отворів

Стулка	h/b	Кут відкривання отвору, α^0				
		15	30	45	60	90
Одинарна верхньоподвісна	0	30,8	9,2	5,2	3,5	2,6
	0,5	20,6	6,9	4	3,2	2,6
	1	16	5,7	3,7	3,1	2,6
Одинарна середньопідвісна	0	59	13,6	6,6	3,2	2,7
	1	45,3	11,1	5,2	3,2	2,4
Подвійна	0,5	30,8	9,8	5,2	3,5	2,4
	1	14,8	4,9	3,8	3	2,4

$$\Delta p = (h_{\text{т.пер}} - h_{\text{н}})(\gamma_{\text{зовн}} - \gamma_{\text{вн}}) + (h_{\text{в}} - h_{\text{т.пер}})(\gamma_{\text{зовн}} - \gamma_{\text{вид}}), \quad (5.4)$$

де $h_{\text{н}}$ – відстань від центру припливного (нижнього) отвору до нейтральної зони (це умовна площа всередині приміщення, яка знаходиться на висоті, де тиск рівний тиску зовнішнього повітря), м;

$h_{\text{в}}$ – відстань від центру витяжного (верхнього) отвору до нейтральної зони, м;

$\gamma_{\text{вн}}$ – питома вага внутрішнього повітря, кг/м^3 ;

$\gamma_{\text{вид}}$ – питома вага повітря, що видаляється, кг/м^3 ;

$h_{\text{т.пер}}$ – відстань від температурного перекриття над підлогою (м), визначається за формулою

$$h_{\text{т.пер}} = 0,1 \left(\frac{C (t + 273) G}{g \gamma_{\text{п}}^2 Q_{\text{конв}}} \right) - h_{\text{пол}}, \quad (5.5)$$

де C – питома теплоємність повітря, $\text{ккал/кг}^\circ\text{C}$ ($C = 0,24 \text{ ккал/кг}^\circ\text{C}$);

t – температура внутрішнього повітря (в робочій зоні) $^\circ\text{C}$;

G – необхідна кількість (за масою) повітря, яке забезпечує підтримання оптимальної температури в робочій зоні приміщення, кг/год ;

n – число основних джерел тепловиділення;

$Q_{\text{конв}}$ – кількість конвентивного тепла, яке виділяється в приміщенні відосновних джерел тепловиділення, ккал/год ;

$h_{\text{пол}}$ – полюсна відстань джерел тепловиділення (м), визначається за формулою

$$h_{\text{пол}} = \frac{2lb}{1+b}, \quad (5.6)$$

де l, b – відповідно довжина та ширина джерела тепловиділення, м (табл. 5.2)

Таблиця 5.2 – Характеристики джерел тепловипромінювання

Джерело тепловипромінювання	Число джерел, n	Геометричні розміри			Тепловиділення $Q_{\text{т.в.}}$, тис.ккал/год.
		Довжина, l	Ширина, b	Висота, h	
Піч камерна	5	3	4	2,5	280
Піч термічна	4	3,5	2	3	225
Піч методична	5	5	3	3	375
Прес	2	2	2	4,5	115
Місце зберігання продукції	2	2	2	1,5	275

Площа отворів ліхтаря визначається за формулою:

$$F_{\text{ліхт}} = \frac{G_{\text{вви}}}{3600 \sqrt{\frac{2g\gamma_{\text{вид}}}{\xi_2} \Delta p_2}} \quad (5.7)$$

де ξ_2 – коефіцієнт місцевого опору ліхтаря (табл. 5.3);

Δp_2 – втрати тиску на прохід повітря через отвори ліхтаря (кг/м^2), визначається

$$\Delta p_2 = \Delta p - \Delta p_1 \quad (5.8)$$

Визначаємо температуру повітря, яке видаляється з верхньої зони приміщення за формулою

$$t_{\text{вид}} = t_{\text{зовн}} + \frac{t_{\text{вид}} - t_{\text{нрз}}}{m} \quad (5.9)$$

де $t_{\text{нрз}}$ – температура повітря, яка надійшла в робочу зону (в теплий період року $t_{\text{нрз}} = t_{\text{зовн}}$).

m – коефіцієнт, що приймається згідно табл 5.4.

Визначаємо питому вагу повітря за формулою (5.2)

$$\gamma_{\text{зовн}} = \frac{353}{20 + 273} = 1,205 \text{ кг/м}^3;$$

$$\gamma_{\text{вид}} = \frac{353}{32,2 + 273} = 1,157 \text{ кг/м}^3.$$

Таблиця 5.3 – Характеристика аераційних ліхтарів та величини коефіцієнтів місцевого опору ξ отворів ліхтаря

Тип ліхтаря	A/h	l/h	a ⁰	ξ
Витяжний КТИС	4	1,1	40	4,3
Припливний П-видний без вітрозахисних панелей	3,3	—	35 70	12,2 6
Витяжний П-видний без вітрозахисних панелей	3,3	—	35 45 55	8,9 5,9 3,8
Витяжний П-видний з вітрозахисними панелями	3,3	1,5	35 45 55 70	11,5 9,2, 7,1 5,8
Витяжний П-видний з вітрозахисними панелями	3,3	2	35 45 55	9,4 6,2 5,1
Витяжний П-видний з стулками на вертикальній осі без вітрозахисних панелей	7,4 3,6 2,8	—	90	2,1 1,8 1,4
Витяжний П-видний з стулками на вертикальній осі без вітрозахисних панелей	7,4 3,6 2,8	1,5	90	4,2 4,1 3,7
Витяжний щелиний	—	—	45 75 90	4,3 3 2,8

Розподілений тиск визначаємо за формулою

$$\Delta p_{1,2} = h (\gamma_{\text{зовн}} - \gamma_{\text{вн}}) \quad (5.10)$$

де h – відстань між осями отворів, м.

$$\Delta p_{1,2} = 10 (1,205 - 1,157) = 0,48 \text{ кг/м}^2$$

Втрати тиску на прохід повітря через припливні отвори визначаємо за формулою (5.3)

$$\Delta p = 0,2 \cdot 0,48 = 0,096 \text{ кг/м}^2$$

Втрати тиску на прохід повітря через ліхтар визначаємо за формулою

$$\Delta p_2 = \Delta p_{1,2} - \Delta p_1 \quad (5.11)$$

$$\Delta p_2 = 0,48 - 0,096 = 0,384 \text{ кг/м}^2$$

Таблиця 5.4 – Коефіцієнт m для виробничих приміщень, в яких встановлене тепловипромінююче обладнання

f/F	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
m	0,33	0,41	0,53	0,63	0,69	0,75	0,8

Примітка. f – площа, яку займає тепловипромінююче обладнання, м^2 ;
 F – загальна площа виробничого приміщення, м^2

Визначаємо площу отворів у стіні $F_{\text{прип}}$ і площу отворів ліхтаря $F_{\text{ліхт}}$ за формулами (5.1) і (5.5)

$$F_{\text{прип}} = \frac{38000}{3600 \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot 1,205}{3,7} \cdot 0,096}} = 13,5 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{ліхт}} = \frac{29000}{3600 \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot 1,157}{4,1} \cdot 0,384}} = 5,5 \text{ м}^2$$

При механічній вентиляції повітрообмін досягається за рахунок різниці тисків, які створюються вентилятором. Механічна вентиляція застосовується в тих випадках, коли тепловиділення в цеху (виробничому приміщенні) недостатні для постійного (протягом року) використання аерації, а також тоді, коли кількість або токсичність шкідливих речовин, які виділяються у повітря приміщення є такою, що виникає необхідність постійного повітрообміну незалежно від зовнішніх метеорологічних умов.

Приклад 2

Розрахувати необхідний повітрообмін ковальсько–пресового цеху. У цеху встановлене устаткування, загальна потужність якого 170 кВт, середня потужність одного електродвигуна не перевищує 10 кВт. Коефіцієнт завантаження електродвигунів – не менш 0,8. У цеху працюють 60 чоловік, категорія робіт з важкості – III. Приміщення освітлюється 20 лампами потужністю 700 Вт, висота приміщення 10 м. Розрахунок зробити для періоду року із середньою температурою -10°C .

Розв'язання

Розрахунок вентиляції необхідно робити по виділенню теплових надлишків, тому що в місцях виділення шкідливих речовин повинна бути організована система місцевої вентиляції. Кількість повітря, яку необхідно подавати вентиляцією, $\text{м}^3/\text{с}$, визначають за формулою

$$L = \frac{Q}{C \rho (t_{\text{вид}} - t_{\text{над}})}, \quad (5.12)$$

де Q – кількість теплоти, яка виділяється всіма джерелами, кВт;

$t_{\text{вид}}, t_{\text{над}}$ – температура повітря, що видаляється та надходить, $^{\circ}\text{C}$;

ρ – густина повітря при температурі $t_{\text{пр}}$, $\text{кг}/\text{м}^3$;

C – теплоємність повітря при температурі $t_{\text{над}}$, $\text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$.

Властивості повітря залежно від його температури $t_{\text{над}}$ визначають за даними табл. 5.5. За температуру повітря, що надходить, приймають середнє значення температур повітря для розглянутого періоду року.

Таблиця 5.5 – Фізичні властивості повітря

Температура, $^{\circ}\text{C}$	Теплоємність, $\text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$	Густина, $\text{кг}/\text{м}^3$
- 20	1,009	1,395
- 10	1,009	1,342
0	1,005	1,293
10	1,005	1,247
20	1,005	1,205
30	1,005	1,165
40	1,005	1,128

Температуру повітря, що видаляється з приміщення, визначають відповідно до необхідного значення температури робочої зони

$$t_{\text{вид}} = t_{\text{р.з}} + \Delta t (H - 2), \quad (5.13)$$

де $t_{\text{р.з}}$ – температура повітря робочої зони, $^{\circ}\text{C}$ (вибирають відповідно до вимог ДСН 3.3.6.042–99 та ГОСТ 12.1.005–88 залежно від категорії робіт з важкості й періоду року по табл. Б.1 додатка Б);

H – висота приміщення, м;

Δt – градієнт збільшення температури по висоті (приймає значення в інтервалі 0,5...1,5), $^{\circ}\text{C}/\text{м}$.

Якщо категорії робіт з важкості невідома, визначення її здійснюють за допомогою табл. Б.3 додатка Б.

Температура повітря робочої зони, відповідно до вимог ДСН 3.3.6.042–99 та ГОСТ 12.1.005–88 для категорії робіт з важкості Пб для хо-

лодного періоду року (середня температура повітря - 10°C) становить 18°C. Тоді температура повітря, що видаляється з приміщення, становить

$$t_{\text{вид}} = 18 + 1,0 \cdot (7 - 2) = 23^{\circ}\text{C}.$$

Властивості повітря, що надходить, при температурі - 10°C визначаємо за даними табл. 5.5

$$\rho = 1,342 \text{ кг/м}^3, \quad C = 1,009 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{K)}.$$

Основними джерелами виділення тепла в цехах є [4]:

- тепловиділення обладнання;
- тепловиділення від ламп штучного висвітлення;
- тепловиділення від працюючих людей;
- тепловиділення від сонячної радіації.

Тепловиділення від обладнання, кВт, залежать від потужності встановлених електродвигунів, ступеня її використання, умов роботи обладнання і визначаються за формулою

$$Q = N k_{\text{заг}} k_{\text{од}} \eta_1^{-1}, \quad (5.14)$$

де N – номінальна потужність електродвигунів, кВт;

$k_{\text{заг}}$ – коефіцієнт завантаження електродвигунів (0,5...0,8);

$k_{\text{од}}$ – коефіцієнт одночасної роботи (0,5...1,0);

η – коефіцієнт корисної дії при даному завантаженні.

Коефіцієнт корисної дії при даному завантаженні визначається за формулою

$$\eta_1 = \eta k_{\text{п}}, \quad (5.15)$$

$K_{\text{п}}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує повноту завантаження (при коефіцієнті завантаження, більшому або рівному 0,8, поправочний коефіцієнт дорівнює 1, при менших значеннях визначається за каталогами);

η – коефіцієнт корисної дії електродвигуна при повному навантаженні, визначається за каталогами або за даними табл. 5.6.

Кількість тепла, що виділяється від обладнання, визначається за формулами (5.14), (5.15) і даним табл. 5.2

$$Q = 170 \cdot 0,8 \cdot 0,7 / 0,85 = 112 \text{ кВт}.$$

Таблиця 5.6– Залежність коефіцієнта корисної дії електродвигуна від його номінальної потужності, кВт

N	Менше 0,5	0,5...5	5...10	10...28	28...50	Більше 50
η	0,75	0,84	0,85	0,88	0,9	0,92

Кількість тепла, що виділяється від працюючих людей, Вт, визначають за формулою

$$Q = nq , \quad (5.16)$$

де q – тепловиділення однієї людини, Вт/люд.;

n – кількість працюючих людей, люд.

Тепловиділення однієї людини приймаємо рівним 80 Вт. Тоді кількість тепла, що виділяється працюючими людьми, становить

$$Q = 60 \cdot 8 \cdot 80 = 4800 \text{ Вт}$$

Кількість тепла, що виділяється джерелами штучного освітлення, Вт, визначають за формулою

$$Q = PE , \quad (5.17)$$

де P – потужність ламп із урахуванням їх кількості, Вт;

E – коефіцієнт, що враховує втрати тепла (0,55).

Кількість тепла, що виділяється джерелами штучного освітлення, відповідно дорівнює

$$Q = 700 \cdot 20 \cdot 0,55 = 7700 \text{ Вт} = 7,7 \text{ кВт.}$$

Тепловиділення від сонячної радіації, Вт, визначають за формулою

$$Q = m S k Q_c , \quad (5.18)$$

де m – кількість вікон;

S – площа одного вікна, м^2 ;

k – коефіцієнт, що враховує скління віконних прорізів (для подвійного скління дорівнює 0,6);

Q_c – тепло, що надходить від одного вікна, $\text{Вт}/\text{м}^2$.

У нашому випадку виділеннями тепла від сонячної радіації (холодний період року) ми можемо зневажити.

Кількість повітря, яке необхідно подавати вентиляцією, визначається за формулою (5.12)

$$L = \frac{112 + 4,8 + 7,7}{1,009 \cdot 1,342 (23 - (-10))} = 2,8 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Розрахована система вентиляції забезпечить виконання нормативних вимог з якості повітря робочої зони.

Приклад 3

Визначити кількість повітря, що буде видалятися витяжним зонтом, відкритим з однією сторони. Розміри зонта: довжина 1,5 м, ширина 0,8 м. При роботі виділяються шкідливі гази та пари.

Розв'язання

Кількість повітря, що вилучається витяжним зонтом визначаємо за формулою

$$L = a \cdot b \cdot v \cdot 3600 \text{ м}^3/\text{Гго} \quad (5.19)$$

де v — швидкість повітря, що вилучається, в площині перетину по краю зонту;] (приймальний отвір зонта), $\text{м}/\text{с}$.

Середня швидкість руху забрудненого потоку повітря в приймальному отворі зонта повинна бути:

$v_{\text{CP}} = 1,05 \dots 1,25 \text{ м}/\text{с}$ - зонт відкритий з чотирьох сторін;

$v_{\text{CP}} = 0,9 \dots 1,05 \text{ м}/\text{с}$ - зонт відкритий з трьох сторін;

$v_{\text{CP}} = 0,75 \dots 0,9 \text{ м}/\text{с}$ - зонт відкритий з двох сторін;

$v_{\text{CP}} = 0,5 \dots 0,75 \text{ м}/\text{с}$ - зонт відкритий з однієї сторони.

$$L = 1,5 \cdot 0,8 \cdot 0,5 \cdot 3600 = 2160 \text{ м}^3/\text{Ггод}$$

Приклад 4

Розрахувати об'єм повітря, що вилучається відсмоктувальною панеллю від ванни діаметром $d_b = 1 \text{ м}$. Від передньої сторони ванни панель знаходиться на відстані $l = 1,4 \text{ м}$, а середина її знаходиться на висоті $H = 0,7 \text{ м}$ від верхньої площини ванни. Кількість тепла, яке виділяється від ванни, рівне $Q = 5100 \text{ ккал}/\text{год}$.

Розв'язання

Об'єм повітря, що вилучається панеллю, визначаємо за формулою

$$L_{\text{П}} = c \cdot Q^{1/3} \cdot (H + B)^{5/3} \text{ м}^3/\text{Гго} \quad (5.20)$$

де c — коефіцієнт пропорційності, що залежить від конструкції панелі та її розташування відносно джерела виділення тепла;

Q - кількості тепла, яке виділяється джерелом, $\text{ккал}/\text{год}$.;

H - відстань від верхньої площини джерела до центру всмоктування панелі, м ;

B – ширина джерела, м .

Коефіцієнт c для панелі без екрана

$$c = 240 \left(\frac{1}{H+B} \right)^{2/3}; \quad (5.21)$$

для панелі з екраном

$$c = 240 \left(\frac{1}{H+B} \right)^{1/2} m; \quad (5.22)$$

при встановленні екрана на відстані:

$$\frac{b_1}{B} = 0; \quad m = 1; \quad \frac{b_1}{B} = 0.3; \quad m = 1.5; \quad (5.23)$$

$$\frac{b_1}{B} = 1; \quad m = 1.8; \quad \frac{b_1}{B} > 1; \quad m = 2; \quad (5.24)$$

$$c = 240 \left(\frac{1.4}{0.7+1} \right)^{2/3} = 212$$

Об'єм повітря, що вилучається панеллю

$$L_{\Pi} = 212 \cdot 5100^{1/3} \cdot (0.7+1)^{5/3} = 8824 \text{ м}^3/\text{го}.$$

5.2 Захист від шуму

Для зниження рівнів шуму на робочих місцях використовують різні заходи [3; 5; 9; 11; 16; 20; 21; 24]. Для боротьби з виробничим шумом застосовують такі основні заходи: зменшення шуму в його джерелі, звукоізоляцію, звукопоглинання, глушники, архітектурно-планувальні заходи, засоби індивідуального захисту.

Приклад 5

Визначити необхідне зниження шуму. У цеху знаходиться кілька джерел шуму, характеристика яких наведена в табл. 5.7

Розв'язання

Сумарний рівень шуму визначають за формулою

$$\Sigma L = 10 \lg(10^{0.1L_1} + 10^{0.1L_2} + \dots + 10^{0.1L_n}), \quad (5.25)$$

де $L_1, L_2, \dots, L_n$ – рівень шуму кожного джерела з урахуванням їх відстані до розрахункової точки, дБ.

Таблиця 5.7 – Характеристика джерел шуму

Джерело шуму	Рівень звукової потужності, дБА	Відстань до розрахункової точки, м
1	115	10
2	112	8
3	122	12
4	115	12
5	114	9

Розрахуємо рівень шуму в кожному джерелі з урахуванням відстані до розрахункової точки за формулою

$$L_r = L_i - 10 \lg 2\pi r^2, \quad (5.26)$$

де L_r – рівень шуму в розрахунковій точці, дБ;

L_i – рівень шуму в джерелі, що знаходиться на відстані r (м) від розрахункової точки, дБ.

$$L_1 = 119 - 10 \lg 2 \cdot 3,14 \cdot 6^2 = 95,5 \text{ дБ}$$

$$L_2 = 112 - 10 \lg 2 \cdot 3,14 \cdot 8^2 = 86 \text{ дБ}$$

$$L_3 = 122 - 10 \lg 2 \cdot 3,14 \cdot 12^2 = 119 \text{ дБ}$$

$$L_4 = 115 - 10 \lg 2 \cdot 3,14 \cdot 6^2 = 91,5 \text{ дБ}$$

$$L_5 = 114 - 10 \lg 2 \cdot 3,14 \cdot 4^2 = 94 \text{ дБ}$$

Сумарний рівень шуму визначають за формулою (5.25)

$$\Sigma L = 10 \lg (10^{0,195,5} + 10^{0,186} + 10^{0,1119} + 10^{0,191,5} + 10^{0,194}) = 99,7 \text{ дБА}$$

У результаті одержуємо, що рівень шуму в розрахунковій точці становить 99,7 дБА, що значно перевищує допустимий рівень (табл. В.1 додатка В). Розрахуємо необхідне зниження рівня шуму

$$\Delta L = 99,7 - 80 = 19,7 \text{ дБ.}$$

5.3 Виробниче освітлення

Розрізняють природне та штучне освітлення приміщень. Розрахунок природного освітлення наведено у літературі [3; 5; 19]. Для розрахунку штучного освітлення використовують 2 метода: метод використання світлового потоку (розраховують загальне освітлення приміщення) [19,20] та точковий метод [5; 19].

Приклад 6

Розрахувати освітлення ковальсько – пресового цеху. Розміри приміщення: довжина $A = 120$ м, ширина $B = 80$ м, висота $H = 10,8$ м. Коефіцієнти відбиття стелі – 50%, стін – 30%. Для освітлення використані світильники з лампами типу ДРЛ.

Розв'язання

Систему освітлення розраховуємо методом світлового потоку.

За методом коефіцієнта використання світлового потоку визначають необхідний світловий потік однієї лампи за формулою

$$F_{\text{л}} = \frac{100 E_{\text{н}} S K Z}{\eta n}, \quad (5.27)$$

де $E_{\text{н}}$ – нормоване значення освітленості горизонтальної робочої поверхні, лк (визначається за додатком Г, табл. Г.1);

S – площа приміщення, м^2 ;

K – коефіцієнт запасу, $K = 1,5$ (визначається за додатком Г, табл. Г.13);

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення (при розташуванні світильників рядами приймають 1,1);

η – коефіцієнт використання світлового потоку;

n – кількість світильників;

Нормована освітленість для механічного цеху при використанні ламп ДРЛ (газорозрядні лампи) складає 300 лк, коефіцієнт запасу – 1,3.

Коефіцієнт використання світлового потоку лампи залежить від типу світильника, коефіцієнтів відбиття стелі $\rho_{\text{п}}$ і стін $\rho_{\text{с}}$, індексу приміщення (визначається за додатком Г, табл. Г.15).

Індекс приміщення знаходимо за формулою

$$i = \frac{A \cdot B}{H_{\text{р}} (A + B)}, \quad (5.28)$$

де A, B – довжина й ширина приміщення, м;

h – висота підвісу світильника від рівня робочої поверхні, м.

Для розрахунку системи освітлення необхідно вибрати схему розташування світильників й, виходячи зі схеми, визначити їх кількість. Найбільше часто використовуються схеми квадратного або прямокутного розміщення світильників. Відстань між світильниками L визначають за даними табл. 5.8, у якій наведені оптимальні відношення L до висоти підвісу світильника H_p над робочою поверхнею. За величиною L для даної схеми розташування світильників визначають кількість світильників по довжині й ширині приміщення, а також їх загальну кількість – n .

Висота підвісу світильника у нашому випадку складає $H_p = 10$ м (висота робочої поверхні приймаємо 0,8 м).

Для світильника з лампами ДРЛ та високих приміщень ($H = 10,8$ м) за табл. 5.8 приймаємо оптимальне відношення відстані між світильниками L до висоти підвісу світильника H_p над робочою поверхнею рівним 0,8 та знаходимо L

$$L = 0.8 \cdot H_p = 0.8 \cdot 10 = 8 \text{ м.}$$

Розрахуємо кількість світильників для прямокутного розміщення їх у приміщенні. Кількість світильників по довжині цеху:

$$n_A = A / L = 120 / 8 = 15 \text{ шт.}$$

Таблиця 5. 8 – Оптимальні відносні відстані між світильниками

Типова крива сили світла світильника	Рекомендоване відношення L / H_p	Приклади використання
Концентрована	0,4...0,7	Світильники з лампами ДРЛ, високі приміщення (12...18 м)
Глибока	0,8...1,2	Світильники з лампами ДРЛ, високі приміщення (6...15 м)
Косинусна	1,2...1,6	Світильники з лампами ДРЛ, Глибоковипромінювач*, приміщення (6...7 м)
Рівномірна	1,8...2,6	Світильники Універсаль*, Люцета*, невисокі приміщення (до 6 м)
Напівширока	1,4...2,0	Світильники з люмінесцентними лампами, невисокі приміщення (до 6 м)

Примітка. * Світильники з лампами розжарювання

Кількість світильників по ширині цеху:

$$n_B = B / L = 80 / 8 = 10 \text{ шт.}$$

Загальна кількість світильників:

$$n = n_A \cdot n_B = 15 \cdot 10 = 150 \text{ шт.}$$

Розрахуємо за формулою (5.33) індекс приміщення:

$$i = \frac{120 \cdot 80}{10 (120 + 80)} = 4,8.$$

Знаходимо коефіцієнт використання світлового потоку для світильників з лампами ДРЛ по табл. Г.15 додатку Г (коефіцієнти відбиття стелі 50%, стін – 30%). Коефіцієнт використання складає 70%.

Розраховуємо за формулою (5.27) світловий потік для однієї лампи:

$$F_{\text{л}} = \frac{100 \cdot 300 \cdot 120 \cdot 80 \cdot 1,3 \cdot 1,1}{70 \cdot 150} = 39223 \text{ лм.}$$

Вибираємо найближчу стандартну лампу (табл. Г.16 додаток Г), причому її світловий потік не повинен відрізнятись від розрахункового більше ніж на (-10) – (+20)%. При неможливості вибрати лампу з таким наближенням коректується кількість ламп у світильнику n , або кількість світильників.

У нашому випадку необхідно взяти 4 лампи: ДРЛ-250 ($F_{\text{л}} = 10000 \text{ лм}$, $W_{\text{л}} = 250 \text{ Вт}$).

Визначаємо фактичну освітленість:

$$E_{\text{факт.}} = \frac{F_{\text{факт.}} \cdot E_{\text{н}}}{F_{\text{л}}} = \frac{4 \cdot 10000 \cdot 300}{39223} = 306 \text{ лк.}$$

Відхилення фактичної освітленості від нормованої складає

$$\Delta E = \left| \frac{E_{\text{ф}} - E_{\text{н}}}{E_{\text{н}}} \right| 100\% = \left| \frac{306 - 300}{300} \right| 100\% = 2\%,$$

що відповідає вимогам.

Визначаємо загальну потужність освітлювальної установки:

$$W = 4 \cdot 250 \cdot 150 = 150 \text{ кВт.}$$

Розрахована система загального освітлення забезпечує виконання нормативних вимог.

Приклад 7

Розрахувати бокове одностороннє природне освітлення для виробничої ділянки з розмірами $L = 120 \text{ м}$ $B = 30 \text{ м}$ і висотою $H = 5 \text{ м}$;

Висота робочої поверхні $h_p = 0,9$ м. Будівля знаходиться в місті Краматорську (IV світловий пояс) і навпроти вікон дільниці, що зорієнтовані на захід, немає затіняючих об'єктів. У виробничій діяльності виконуються роботи грубої точності. Вікна виготовлені з подвійних дерев'яних рам, в яких вставлено віконне листове скло, світлозахисні пристрої відсутні. Розміри вікон: 1,8х2,4 м. Вікна розташовані на висоті 1,5 м від підлоги, відстань від розрахункової точки до стіни становить 15 м.

Розв'язання

Попередній розрахунок природного освітлення полягає у визначенні площі світлових прорізів за формулами:

при односторонньому освітленні приміщення

$$100 \frac{S_v}{S_n} = \frac{e_n K_3 \eta_v K_{буд}}{\tau_o r_1}; \quad (5.29)$$

при верхньому освітленні

$$100 \frac{S_l}{S_n} = \frac{e_n K_3 \eta_l}{\tau_o r_2 K_l}; \quad (5.30)$$

де S_v – площа вікон;

S_n – площа підлоги;

e_n – нормоване значення КПО (визначається за додатком Г, табл. Г.1);

K_3 – коефіцієнт запасу (для виробничих приміщень $K_3 = 1,3 \dots 1,5$);

η_v – світлова характеристика вікон (визначається за додатком Г,

табл. Г.2);

$K_{буд}$ – коефіцієнт, що враховує затінення вікон будівлями, які розташовані навпроти (визначається за додатком Г, табл. Г.3);

τ_o – загальний коефіцієнт світло пропускання;

r_1 – коефіцієнт, що враховує підвищення КПО при боковому освітленні завдяки світлу, яке відбивається від поверхонь приміщення; (визначається за додатком Г, табл. Г.6);

S_l – площа ліхтарів;

η_l – світлова характеристика ліхтарів (визначається за додатком Г, табл. Г.7);

r_2 – коефіцієнт, що враховує підвищення КПО при верхньому освітленні завдяки світлу, яке відбивається від поверхонь приміщення (визначається за табл. ДБН В.2.5-28-2006 та СНиП 11-4-79);

K_l – коефіцієнт, що враховує тип ліхтаря (визначається за табл. ДБН В.2.5-28-2006 та СНиП 11-4-79).

Загальний коефіцієнт світлопропускання визначається за формулою

$$\tau_o = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4 \tau_5, \quad (5.31)$$

де τ_1 – коефіцієнт світлопропускання матеріалу (визначається за додатком Г, табл. Г.5);

τ_2 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у віконній рамі (визначається за додатком Г, табл. Г.5);

τ_3 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у несучих конструкціях (при боковому освітленні $\tau_3 = 1$ при верхньому – визначається за додатком Г, табл. Г.5);

τ_4 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у сонцезахисних пристроях (визначається за додатком Г, табл. Г.5);

τ_5 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями (приймається рівним 0,9).

Значення коефіцієнта r_1 визначається за табл. Г.6, додатка Г залежно від параметрів приміщення та середнього коефіцієнта відбиття $\rho_{\text{ср}}$ стелі, стін, підлоги, який визначається за формулою

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{\rho_{\text{стелі}} S_{\text{стелі}} + \rho_{\text{стін}} S_{\text{стін}} + \rho_{\text{підлоги}} S_{\text{підлоги}}}{S_{\text{стелі}} + S_{\text{стін}} + S_{\text{підлоги}}}, \quad (5.32)$$

де $\rho_{\text{стелі}}$, $\rho_{\text{стін}}$, $\rho_{\text{підлоги}}$ – відповідні коефіцієнти відбиття;

$S_{\text{стелі}}$, $S_{\text{стін}}$, $S_{\text{підлоги}}$ – відповідні площі поверхонь.

Визначені за допомогою розрахунку розміри світлових прорізів допускається змінювати на (+5), (-10)%.

Нормовані значення КПО визначаються відповідно до ДБН В.2.5 – 28 - 2006 та СНиП 11-4-79. З метою врахування особливостей світлового клімату в різних географічних пунктах вся територія колишнього СРСР поділена на 5 поясів світлового клімату (додаток Г, табл. Г.1).

Нормовані значення КПО (e_n) для будівель, що розміщені в I, II, IV та V поясах світлового клімату, визначається за формулою

$$e_n = e_n^{\text{III}} m C \quad (5.33)$$

де e_n^{III} — значення КПО (визначається за додатком Г, табл. Г.1);

m – коефіцієнт світлового клімату;

C – коефіцієнт сонячності клімату (визначається за додатком Г, табл. Г.4).

Коефіцієнт m для IV та V поясів світлового клімату становить відповідно 0,9 та 0,8.

Виходячи з формули 5.29, необхідна площа вікон визначається за формулою

$$S_v = \frac{e_n K_3 \eta_v K_{\text{буд}} S_n}{\tau_o r_1 100}$$

Визначимо спочатку необхідні для розрахунку значення.

Нормоване значення КПО знайдемо, скориставшись табл. Г.1 додатку Г

$$e_n = e_n^{\text{III}} \text{ m C} = 2 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 1,44\%$$

Приймаємо коефіцієнт запасу $K_3 = 1,3$. Значення світлової характеристики вікон η_v визначається відношеннями $L/B = 120/30 = 4$ та $B/h = 30/3 = 10$ (рис. 5.1 а). За табл. Г.2 знаходимо $\eta_v = 12,5$. Площа підлоги виробничої ділянки становить $S_{\text{п}} = 3600 \text{ м}^2$. Оскільки вікна не мають світлозахисних пристроїв приготувані з подвійних дерев'яних рам, в яких вставлено віконне листове скло, то за знайденими в табл. Г.5 значеннями визначаємо загальний коефіцієнт світлопропускання вікон:

$$\tau_o = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4 \tau_5 = 0,8 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,48.$$

Визначаємо середній коефіцієнт відбиття приміщення:

$$\begin{aligned} \rho_{\text{ср}} &= \frac{\rho_{\text{стелі}} S_{\text{стелі}} + \rho_{\text{стін}} S_{\text{стін}} + \rho_{\text{підлоги}} S_{\text{підлоги}}}{S_{\text{стелі}} + S_{\text{стін}} + S_{\text{підлоги}}} = \\ &= \frac{0,7 \cdot 3600 + 0,5 \cdot 1500 + 0,1 \cdot 3600}{3600 + 1500 + 3600} = 0,42 \end{aligned}$$

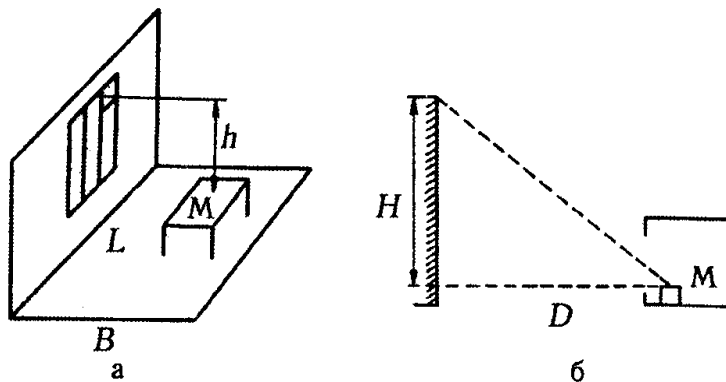


Рис. 5.1 – Природне бокове освітлення приміщення:
а – світлова характеристика вікна; б – затінення вікна будівлею

Для визначення коефіцієнта τ_1 розрахуємо значення параметрів, що характеризують приміщення

$$B/h = 30/3 = 10,$$

$$l/B = 15/30 = 0,5,$$

$$L/B = 120/30 = 4.$$

За табл. Г.6 визначаємо коефіцієнт $r_1 = 1,5$

Підставивши попередньо знайдені значення визначаємо необхідну площу вікон виробничої дільниці

$$S_B = \frac{1,44 \cdot 1,3 \cdot 12,5 \cdot 1 \cdot 3600}{0,48 \cdot 1,5 \cdot 100} = 1170 \text{ м}^2$$

В приміщенні встановлені вікна з розміром 1,8 х 2,4 м, тоді площа одного вікна становитиме $S_B^1 = 4,32 \text{ м}^2$. Визначимо необхідну кількість вікон

$$n = \frac{S_B}{S_B^1} = \frac{1170}{4,32} = 270,8$$

Приймаємо 271 вікно.

5.4 Захисне заземлення

Одним з важливіших заходів з забезпечення електробезпеки є організація захисного заземлення [10; 17; 20; 27].

Приклад 8

Розрахувати систему захисного заземлення, яка виконана з вертикальних труб, з'єднаних стрічковою шиною та розташованих по контуру будівлі. Характеристики пристрою: довжина труби 2,4 м; діаметр труби 0,05 м; відстань між трубами 2,4 м; заглиблення пристрою 0,8 м; ширина смуги 0,8 м. Захисне заземлення розташовано в III кліматичній зоні, тип ґрунту – чорнозем. Для розрахунків захисного заземлення можна використати характеристики пристрою, які наведені в таблиці 5.9.

Розв'язання

Розрахунок захисного заземлення здійснюється у такій послідовності [9]:

- визначають розрахунковий питомий опір ґрунту;
- розраховують опір розтіканню струму одного вертикального заземлювача;
- визначають необхідну кількість заземлювачів та орієнтовне їх розташування по периметру приміщення або в ряд з визначенням відстані між ними (відстань між заземлювачами та розташування їх в ряд або по контуру можуть бути задані – див. табл. 5.9);
- розраховують опір розтіканню з'єднувальної шини;
- розраховують загальний опір заземлюючого пристрою з урахуванням з'єднувальної шини.

Розрахунковий питомий опір ґрунту (Ом·м) визначають за формулою

$$\rho_p = \rho \cdot \varphi, \quad (5.34)$$

де ρ – питомий опір ґрунту за вимірами або орієнтовно за даними табл. Д.1 додатку Д;

φ – коефіцієнт сезонності, що залежить від кліматичних зон та виду заземлювача (табл. Д.2 додатку Д).

$$\rho_p = \rho \cdot \varphi = 30 \cdot 1,5 = 45 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Таблиця 5.9– Характеристики пристрою захисного заземлення

Перед- остан- ня цифра	d, м	l, м	h, м	Остан- ня ци- фра	a, м	b, м	Тип ґрунту	Воло- гість ґрунту
0	0,05	2,3	0,8	0	4,5	0,06	Ж	В
1	0,05	2,4	0,8	1	2,0	0,04	А	В
2	0,05	2,5	1,0	2	3,0	0,04	Б	В
3	0,10	2,6	0,5	3	4,0	0,05	В	С
4	0,10	2,7	0,9	4	5,0	0,05	Г	С
5	0,05	2,8	0,6	5	6,0	0,06	Д	Н
6	0,05	2,9	0,4	6	7,0	0,06	Ж	Н
7	0,10	3,0	1,2	7	8,0	0,04	З	В
8	0,10	2,0	0,7	8	9,0	0,04	А	С
9	0,05	2,2	1,0	9	2,5	0,06	Г	Н

Примітки:

1 У непарних варіантах заземлювачі розташовані по контуру, в парних – в ряд.

2 Вид ґрунту: А – пісок, Б – супісок, В – кам'янистий ґрунт, Г – суглинок, Д – глина, Ж – чорнозем, З – садова земля.

3 Вологість ґрунту: В – велика, С – середня, Н – низька.

Розрахунковий питомий опір ґрунту (Ом·м) визначають за формулою

$$\rho_p = \rho \cdot \varphi, \quad (5.34)$$

де ρ – питомий опір ґрунту за вимірами або орієнтовно за даними табл. Д.1 додатку Д;

φ – коефіцієнт сезонності, що залежить від кліматичних зон та виду заземлювача (табл. Д.2 додатку Д).

$$\rho_p = \rho \cdot \varphi = 30 \cdot 1,5 = 45 \text{ Ом} \cdot \text{м.}$$

Опір розтіканню струму одного вертикального стрижневого (трубчатого) заземлювача при заглибленні, Ом

$$R_{\text{од}} = \frac{\rho_p}{2 \pi \ell} \left(\ln \frac{2 \ell}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 t + \ell}{4 t - \ell} \right), \quad (5.35)$$

де ℓ – довжина заземлювача, м;

d – діаметр заземлювача, м;

h – заглиблення заземлювача, м;

t – відстань від поверхні землі до середини заземлювача, м

$$t = h + \frac{\ell}{2} = 0,8 + \frac{2,4}{2} = 2 \text{ м.}$$

В нашому випадку

$$R_{\text{од}} = \frac{\rho_p}{2 \pi \ell} \left(\ln \frac{2 \ell}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 t + \ell}{4 t - \ell} \right) = \frac{45}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,4} \left(\ln \frac{2 \cdot 2,4}{0,05} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 t + 2,4}{4 t - 2,4} \right) = 14,5 \text{ Ом}$$

Формули для розрахунку опору розтіканню струму заземлювачів інших видів наведено у табл. Ж.Д додатку Д.

Орієнтовна кількість вертикальних заземлювачів, шт.

$$n' = \frac{R_{\text{од}}}{R_{\text{н}}}, \quad (5.36)$$

де $R_{\text{н}}$ – найбільший допустимий опір заземлюючого пристрою (згідно з «Правилами устроюства електроустановок» $R_{\text{н}} = 4 \text{ Ом}$).

$$n' = \frac{R_{\text{од}}}{R_{\text{н}}} = \frac{14,5}{4} = 3,625 \approx 4 \text{ шт.}$$

Шляхом розташування отриманої кількості заземлювачів на плані визначають орієнтовно відстань між ними та коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів $\eta_{\text{в}}$ (табл. Д.4 додатку Д) залежно від кількості стрижнів і відношення відстані між ними до їх довжини.

Необхідна кількість заземлювачів з урахуванням коефіцієнта використання $\eta_{\text{в}}$

$$n = \frac{R_{\text{од}}}{R_{\text{н}} \eta_{\text{в}}} . \quad (5.37)$$

Визначаємо коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів $\eta_{\text{в}}$ (табл. Д.4 додатку Д) залежно від кількості стрижнів і відношення відстані між ними до їх довжини

$$\frac{a}{\ell_{\text{в}}} = \frac{2,4}{2,4} = 1,$$

$$\eta_{\text{в}} = 0,7.$$

Необхідна кількість заземлювачів з урахуванням коефіцієнта використання $\eta_{\text{в}}$

$$n = \frac{R_{\text{од}}}{R_{\text{н}} \eta_{\text{в}}} = \frac{14,5}{4 \cdot 0,7} = 5,17 \approx 5.$$

Опір розтіканню з'єднувальної шини при заглибленні з урахуванням коефіцієнта її використання $\eta_{\text{ш}}$ (табл. Д.5 додатку Д), Ом

$$R_{\text{ш}} = \frac{\rho_{\text{р}}}{2 \pi L \eta_{\text{ш}}} \ln \frac{2 L^2}{b h}, \quad (5.38)$$

де L — довжина шини, м;

b — ширина шини, м;

$\eta_{\text{ш}}$ — коефіцієнта використання шини, м.

Довжина шини визначається за формулою

$$L = 1,05 a n, \quad (5.39)$$

де a — відстань між заземлювачами, м.

Визначаємо коефіцієнта використання та довжину шини

$$\eta_{\text{ш}} = 0,74, \quad L = 1,05 \cdot 2,4 \cdot 5 = 12,6 \text{ м.}$$

Загальний опір складного заземлюючого пристрою, Ом

$$R = \frac{1}{\frac{\eta_{\text{ш}}}{R_{\text{ш}}} + \frac{n \eta_{\text{в}}}{R_{\text{од}}}} \leq R_{\text{н}}. \quad (5.40)$$

Якщо загальний опір більший від нормативного, необхідно збільшити кількість заземлювачів або змінити їх розташування.

$$R = \frac{1}{\frac{\eta_{ш}}{R_{ш}} + \frac{n \eta_{в}}{R_{од}}} = \frac{1}{\frac{0,74}{1,3} + \frac{5 \cdot 0,7}{14,5}} = 1,3 \text{ Ом.}$$

Розраховане значення опору заземлюючого пристрою менше нормативного ($1,3 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом}$), отже пристрій спроектовано вірно.

ЛІТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности в машиностроении / под ред. Ю. М. Соломенцева. – М. : Высш. шк., 2002. – 310 с.
2. Безопасность производственных процессов: справочник / под ред. С. В. Белова. – М. : Машиностроение, 1985. – 448 с.
3. Безопасность труда в промышленности: справочник / К. Н. Ткачук [и др.] – К. : Техника, 1982. – 231 с.
4. Вентиляция и отопление цехов машиностроительных заводов / М. И. Гримитлин [и др.] – М.: Машиностроение, 1978. – 272 с.
5. **Виноградов, Б. В.** Безопасность труда и производственная санитария в машиностроении: сборник расчетов / Б. В. Виноградов. – М. : Машиностроение, 1963. – 264 с.
6. **Войтенко, В. М.** Эргономические принципы конструирования/ В.М. Войтенко , В. М. Мунипов – К.: Тэхника, 1988. – 119 с.
7. **Волков, Ю. Н.** Безопасность производственных процессов в машиностроении. – М. : Машиностроение, 1972. – 168 с.
8. **Гажаман, В. І.** Електробезпека на виробництві: навч. посібник / В. І. Гажаман. – К. : Охорона праці, 2002. – 272 с.
9. **Дементий, Л. В.** Охрана труда в автоматизированном производстве. Обеспечение безопасности труда / Л. В. Дементий, А. Л. Юсина. – Краматорск : ДГМА, 2007. – 300 с. – ISBN 978-966-379-163-0.
10. **Злотников, С. Л.** Техника безопасности и промышленная санитария в кузнечно-прессовых цехах / С. Л. Злотников, П. И. Казакевич, В. Л. Михайлова. – М. : Машиностроение, 1974. – 296 с.
11. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проектів інженерно-будівельних спеціальностей : навч. посіб. / за ред. В. В. Сафонова. – К. : Основа, 2000. – 336 с. – ISBN 966-7233-23-5.
12. **Козьяков, А. Ф.** Охрана труда в машиностроении/ А. Ф. Козьяков , Л. Л. Морозова – М. : Машиностроение, 1990. – 256 с.
13. **Лагунов, Л. В.** Борьба с шумом в машиностроении / Л. В. Лагунов, Г. Л. Осипов. – М. : Машиностроение, 1980. – 150 с.
14. **Маньков, В. Д.** Защитное заземление и зануление электроустановок: справочник / В. Д. Маньков, С. Ф. Заграничный. – СПб.: Политехника, 2005. – 400 с. – ISBN 5-7325-0791-4.
15. **Марченко, І. Л.** Охорона праці в ковальсько-пресових цехах : навчальний посібник / І. Л. Марченко, О. М. Бакланов. – Краматорськ : ДДМА, 2009. – 196 с.
16. **Михайлова, В. Л.** Безопасность труда в кузнечно-штамповочных цехах / В. В. Буренин.: учебное пособие. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. школа, 1988. – 120 с. : ил. – ISBN 5–06–001338–3.
17. **Михайлова, В. Л.** Безопасность труда кузнеца на молотах и пресах / В. В. Буренин. – М. : Высш. школа, 1986. – 64 с.

18. Охрана труда в машиностроении: Учебник для вузов / под ред. Е. Я. Юдина. – М. : Машиностроение, 1993. – 432 с.
19. Практикум із охорони праці: навч. посібник / за ред. В. Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с. – ISBN 966-7760-09-X.
20. **Сивко, В. Й.** Розрахунки з охорони праці / В. Й. Сивко. – Житомир : ЖІТІ, 2001. – 152 с. – ISBN 966-7570-90-8.
21. Справочная книга по охране труда в машиностроении / под ред. О. Н. Русака. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989. – 541 с. – ISBN 5-217-00415-0.
22. Справочник по технике безопасности, противопожарной технике и производственной санитарии / под ред. А. И. Игнатка. – Л. : Судостроение, 1971. – 664 с.
23. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов. Справочник / Алиев Г.М. - М. : Металлургия, 1986. - 544 с.
24. Средства защиты в машиностроении. Расчет и проектирование: справочник / Под ред. С. В. Белова. – М. : Машиностроение, 1989. – 368 с. – ISBN 5-217-00407-X.
25. Электробезопасность на промышленных предприятиях: справочник/ Р. В. Сабарно [и др.] – К. : Техника, 1985. – 288 с.
26. Эргономика: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В. В. Адамчук. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 254 с. – ISBN 5-238-0086-3.

Додаток А
Рекомендації з використання нормативно-технічної документації

Таблиця А.1 – Стандарти системи безпеки праці

Позначення	Найменування
ССБТ. Підсистема 0	
ГОСТ 12.0.001-82	Основные положения
ГОСТ 12.0.002-80	Термины и определения
ГОСТ 12.0.003-74	Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
ССБТ. Підсистема 1	
ГОСТ 12.1.001-89	Ультразвук. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.1.002-84	Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах
ГОСТ 12.1.003-89	Шум. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.1.004-91	Пожарная безопасность. Общие требования
ГОСТ 12.1.005-88	Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
ГОСТ 12.1.006-84	Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
ГОСТ 12.1.007-76	Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности
ГОСТ 12.1.009-76	Электробезопасность. Термины и определения
ГОСТ 12.1.010-76	Взрывобезопасность. Общие требования
ГОСТ 12.1.011-78	Смеси взрывоопасные. Классификация и методы испытаний
ГОСТ 12.1.012-90	Вибрационная безопасность. Общие требования
ГОСТ 12.1.018-79	Статическое электричество. Искробезопасность. Общие требования
ГОСТ 12.1.019-79	Электробезопасность. Общие требования
ГОСТ 12.1.029-80	Средства и методы защиты от шума
ГОСТ 12.1.030-87	Электробезопасность. Защитное заземление, зануление
ГОСТ 12.1.031-81	Лазеры. Методы дозиметрического контроля лазерного излучения
ГОСТ 12.1.033-81	Пожарная безопасность. Термины и определения
ГОСТ 12.1.034-81	Шум. Допустимые уровни в жилых и общественных зданиях
ГОСТ 12.1.038-82	Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов
ГОСТ 12.1.040-83	Лазерная безопасность. Общие положения

Продовження таблиці А.1

Позначення	Найменування
ГОСТ 12.1.044-89	Пожароопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения
ГОСТ 12.1.045-84	Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
ССБТ. Підсистема 2	
ГОСТ 12.2.003-91	Оборудование производственное. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.017-86	Оборудование кузнечно-прессовое. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.020-76	Электрооборудование взрывозащищенное. Термины и определения. Классификация. Маркировка
ГОСТ 12.2.022-80	Конвейеры. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.032-78	Общие эргономические требования. Рабочее место при выполнении работ сидя
ГОСТ 12.2.033-78	Общие эргономические требования. Рабочее место при выполнении работ стоя
ГОСТ 12.2.040-79	Гидроприводы объемные и системы смазочные. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.049-80	Оборудование производственное. Общие эргономические требования
ГОСТ 12.2.061-81	Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам
ГОСТ 12.2.064-81	Органы управления производственным оборудованием. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.065-81	Краны грузоподъемные. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.072-82	Роботы промышленные, роботизированные технологические комплексы и участки. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.074-82	Лифты электрические. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.119-88	Линии автоматические роторные и роторно-конвейерные. Общие требования безопасности
ССБТ. Підсистема 3	
ГОСТ 12.3.001-73	Пневмоприводы. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.002-75	Процессы производственные. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.004-75	Термическая обработка металла. Общие требования безопасности

Продовження таблиці А.1

Позначення	Найменування
ГОСТ 12.3.009-76	Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.020-80	Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.026-81	Работы кузнечно-прессовое. Требования безопасности
ССБТ. Підсистема 4	
ГОСТ 12.4.009-83	Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание
ГОСТ 12.4.011-89	Средства защиты работающих. Классификация
ГОСТ 12.4.021-75	Системы вентиляционные. Общие требования
ГОСТ 12.4.026-76	Цвета сигнальные и знаки безопасности
ГОСТ 12.4.040-78	Символы органов управления производственным оборудованием
ГОСТ 12.4.046-78	Методы и средства вибрационной защиты
ГОСТ 12.4.103-83	Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация
ГОСТ 12.4.125-83	Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация

Таблица А.2 – Стандарты системы «Людина – машина»

Позначення	Найменування
ГОСТ 21033-75	Система «Человек – машина». Основные понятия. Термины и определения
ГОСТ 21034-75	Система «Человек – машина». Рабочее место человека-оператора. Термины и определения
ГОСТ 21889-76	Система «Человек – машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования
ГОСТ 21958-76	Система «Человек – машина». Зал и кабина оператора, взаимное расположение рабочих мест. Общие эргономические требования
ГОСТ 22269-76	Система «Человек – машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования
ГОСТ 22973-76	Система «Человек – машина». Общие эргономические требования. Классификация
ГОСТ 23000-76	Система «Человек – машина». Пульты управления. Общие эргономические требования

Таблиця А.3 – Нормативно-правові акти України

Обозначение	Название
НПАОП 0.00-1.01-07	Правила будови і безпечної експлуатації ван-тажопідіймальних кранів
НПАОП 0.00-1.07-94	Правила будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском
НПАОП 0.00-1.08-94	Правила будови і безпечної експлуатації парових і водогрійних котлів
НПАОП 0.00-1.12-84	Правила вибухонебезпеки при використанні мазуту та природного газу в котельних установках
НПАОП 0.00-1.13-71	Правила будови і безпечної експлуатації стаціонарних компресорних установок, повітропроводів і газопроводів
НПАОП 0.00-1.15-07	Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті
НПАОП 0.00-1.22-08	Правила будови і безпечної експлуатації навантажувачів
НПАОП 0.00-1.24-10	Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом
НПАОП 0.00-1.26-96	Правила будови і безпечної експлуатації парових котлів з тиском пари не більше 0,07 МПа (0,7кгс/см ²), водогрійних котлів і водопідігрівачів з температурою нагріву води не вище 115°C
НПАОП 0.00-1.28-10	Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин
НПАОП 0.00-1.29-97	Правила захисту від статичної електрики
НПАОП 0.00-1.30-01	Правила безпечної роботи з інструментом та пристроями
НПАОП 0.00-1.36-03	Правила будови і безпечної експлуатації підйомників
НПАОП 0.00-1.48-91	Правила охорони праці при холодній обробці металів
НПАОП 27.4-7.15-86	ОСТ 48.264-86 Огородження рухомих частин устаткування. Загальні технічні вимоги
НПАОП 27.5-1.44-61	Правила безпеки при литті та обробці свинцево-цинкових штампів
НПАОП 28.0-1.02-83	Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при холодній обробці металів
НПАОП 28.0-1.02-90	Правила техніки безпеки і виробничої санітарії в ковальсько-пресовому і листоштампувальному виробництві
НПАОП 28.4-1.07-85	Правила охорони праці в ковальсько-пресовому виробництві

НПАОП 28.4-1.18-59	Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії в ковальськопресовому виробництві
НПАОП 28.4-1.31-89	Правила з охорони праці у ковальсько-пресовому виробництві
НПАОП 28.4-7.08-78	Пристрої захисні для для ковальсько-пресового устаткування. Конструкції. Основні розміри. Технічні вимоги
НПАОП 28.4-7.18-81	Холодне штампування металів. Електрогідроімпульсне на пресах типу ПЕГ. Загальні вимоги безпеки
НПАОП 28.4-7.23-80	Штампи для об'ємного штампування. Інструмент для ковальських робіт. Вимоги безпеки
НПАОП 28.4-7.25-85	Ковальсько-штампувальне виробництво з нагріванням заготовок. Вимоги безпеки
НПАОП 28.4-7.61-81	Холодноштампувальне виробництво. Вимоги безпеки
НПАОП 28.5-1.02-07	Правила охорони праці при термічній обробці металів
НПАОП 28.5-1.11-73	Правила техніки безпеки і виробничої санітарії при газоелектричному різанні
НПАОП 28.5-1.34-90	Правила безпеки при обробці металів різанням
НПАОП 28.51-1.03-87	Правила техніки безпеки і виробничої санітарії при термічній обробці металів
НПАОП 28.51-1.11-67	Правила техніки безпеки і виробничої санітарії при термічній обробці металів
НПАОП 28.51-1.19-62	Правила безпеки при експлуатації електротермічних установок підвищеної та високої частоти
НПАОП 29.2-1.01-58	Загальні правила техніки безпеки та виробничої санітарії для підприємств і організацій машинобудування
НПАОП 40.1-1.01-97	Правила безпечної експлуатації електроустановок
НПАОП 40.1-1.07-01	Правила експлуатації електрозахисних засобів
НПАОП 40.1-1.21-98	Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів
НПАОП 45.2-4.01-98	Положення про безпечну та надійну експлуатацію виробничих будівель і споруд
НПАОП 45.2-7.01-97	Про забезпечення надійності та безпечної експлуатації будівель, споруд та інженерних мереж
НПАОП 45.2-7.02-80	Техніка безпеки у будівництві СНиП III-4-80*
НПАОП 63.1-1.06-85	Правила техніки безпеки при проведенні вантажно-розвантажувальних робіт на транспортно-складських роботах

Таблиця А.4 – Норми та правила безпеки

Позначення	Найменування
СН 245-71	Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий
ОНТП 24-86	Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности
ДБН В.2.5-28-2006	Природне та штучне освітлення
СНиП 2.01.02-85	Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений
СНиП 2.09.02-85	Производственные здания
СНиП 2.04.05-91	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха
ДСанПіН 3.3.2-007-98	Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин
ДСН 3.3.6.037-99	Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку
ДСН 3.3.6.039-99	Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації
ДСН 3.3.6.042-99	Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень
ДСН 3.3.6.096-2002	Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів

Додаток Б
Вимоги до повітря робочої зони

Таблиця Б.1 – Оптимальні норми параметрів мікроклімату робочої зони виробничих приміщень (ДСН 3.3.6.042-99)

Період року	Категорія праці	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с, не більше
Холодний	Легка - Іа	22...24	40...60	0,1
	Легка - Іб	21...23		0,1
	Середньої важкості - Іа	18...20		0,2
	Середньої важкості - Іб	17...19		0,2
	Важка – ІІІ	16...18		0,3
Теплий	Легка - Іа	23...25		0,1
	Легка - Іб	22...24		0,2
	Середньої важкості - Іа	21...23		0,3
	Середньої важкості - Іб	20...22		0,3
	Важка – ІІІ	18...20		0,4

Таблиця Б.2– Категорії робіт по ступені важкості (ДСН 3.3.6.042-99, ГОСТ 12.1.005-88)

Категорія робіт	Витрати енергії		Характеристика робіт
	Вт	ккал/ч	
Легка Іа	До 139	До 120	Роботи, які виконують сидячи з незначними фізичними напругами
Легка Іб	140...174	121...150	Роботи, які виконують сидячи або пов'язані з ходьбою та супроводжуються деякими фізичними напругами
Середньої важкості Іа	175...232	151...200	Роботи, які пов'язані з постійною ходьбою, переміщенням дрібних (до 1 кг) предметів в положенні «стоячи» або «сидячи» та вимагають незначної фізичної напруги
Середньої важкості Іб	233...290	201...250	Роботи, які пов'язані з ходьбою, переміщенням предметів вагою до 10 кг, супроводжуються помірною фізичною напругою
Важка ІІІ	Більше 290	Більше 250	Роботи, які пов'язані з переміщенням предметів вагою більше 10 кг та вимагають значної фізичної напруги

Таблиця Б.3 – Допустимі значення температури повітря робочої зони (ДСН 3.3.6.042-99)

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С	
		Постійні робочі місця	Тимчасові робочі місця
Холодний період	Ia	21...25	18...26
	Iб	20...24	17...25
	IIa	17...23	15...24
	IIб	15...21	13...23
	III	13...19	12...20
Теплий період	Ia	22...28	20...30
	Iб	21...28	19...30
	IIa	18...27	17...29
	IIб	15...27	15...29
	III	15...26	13...28

Додаток В
Вимоги до виробничого шуму та вібрації

Таблиця В.1 – Допустимі еквівалентні рівні звукового тиску(ДСН 3.3.6.037-99, ГОСТ 12.1.003-89)

Робоче місце	Рівень звуку, дБ А
Приміщення конструкторських бюро, програмістів обчислювальних машин, лабораторій для теоретичних та дослідних робіт	50
Приміщення керування, робочі кімнати	60
Кабіни спостережень і дистанційного керування:	
- без мовного зв'язку	80
- з мовним зв'язком по телефону	65
Постійні робочі місця і робочі зони у виробничих приміщеннях і на території підприємств	80

Таблиця В.2 – Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах (ДСН 3.3.6.037-99, ГОСТ 12.1.003-89)

Рівень звукового тиску, дБ									Еквівалентний рівень звуку, дБ А
Середньо геометричні частоти октавних смуг, Гц									
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Таблиця В.3 – Коефіцієнти звукопоглинання матеріалів [2]

Матеріал	Коефіцієнт звукопоглинання α за частотою шуму 1000 Гц
Бетонна плита	0,02
Звичайна штукатурка	0,03
Штукатурка акустична (10 мм)	0,11
Перфорировані панелі	0,50
Лінолеум (5 мм)	0,03
Паркет	0,06

Таблиця В.4 – Звукоізоляція матеріалів [2]

Матеріал	Маса 1 м ² , кг	Середня звукоізоляція, дБ
Фанера 3,2 мм	2,2...2,5	17...19
Фанера 6,4 мм	4,5	21
Дерево 5 см	27,5	18,5
Сталь листова 0,7 мм	5,6	25
Сталь листова 2 мм	15,7	33
Дюралюміній 0,5 мм	1,8	15
Скло 3–4 мм	8...10	28
Скло 6 мм	16	31
Пластик із скла 11,5 мм	–	23
Пластик із скла 15 мм	–	26
Повсть 15 мм	2,8	6
Повсть 2 шару	5,6	9
Повсть 4 шару	11,3	17
Картон 5 мм	3	16
Картон 20 мм	12	20
Пробкова плита 50 мм	30	20
Лінолеум 0,5 см	55	25...30
Брезент	3,4...6,8	4...8
Стіни, перегородки подвійні з фанери 3 мм зі шлаковатою (товщиною 25 мм)	8	26
Те ж саме товщиною 50 мм	12	29
Те ж саме товщиною 65 мм	14	34

Таблиця В.5 – Допустимі величини параметрів вібрації (ДСН 3.3.6.039-99, ГОСТ 12.1.012-90)

Локальна вібрація		Загальна вібрація	
Середня геометрична частота, Гц	Рівень віброшвидкості, дБ	Середня геометрична частота, Гц	Рівень віброшвидкості, дБ
8	120	2	108
16	120	4	99
32	117	8	93
63	114	16	92
125	111	31,5	92
1000	102	63	92
2000	99		

Додаток Г

Вимоги до виробничого освітлення

Таблиця Г.1 – Вимоги для освітлення приміщень промислових підприємств (ДБН В.2.5-28-2006)

Характеристика зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне освітлення					Природне освітлення		Суміщене освітлення	
						Освітленість, лк			сукупність нормованих величин показника осліпленості і коефіцієнта пульсації	КПО, e_n , %				
						при системі комбінованого освітлення		при системі загального освітлення		при верхньому або комбінованому освітленні	при боковому освітленні	при верхньому або комбінованому освітленні	при боковому освітленні	
						всього	у т. ч. від загального							Р
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Найвищої точності	Менше 0,15	І	а	Малий	Темний	5000	500	—	20	10	—	—	6,0	2,0
				4500	500	—	10	10						
			б	Малий	Середній	4000	400	1200	20	10				
				Середній	Темний	3500	400	1000	10	10				
			в	Малий	Світлий	2500	300	750	20	10				
Середній-Великий	Середній	Темний	2000	200	600	10	10							
Дуже високої точності	Від 0,15 до 0,3 включно	ІІ	а	Малий	Темний	4000	400	—	20	10	—	—	4,2	1,5
				3500	400	—	10	10						
			б	Малий	Середній	3000	300	750	20	10				
				Середній	Темний	2500	300	600	10	10				
			в	Малий	Світлий	2000	200	500	20	10				
Середній	Середній	Темний	1500	200	400	10	10							
г	Середній	Світлий	1000	200	300	20	10							
	Великий	Світлий	750	200	200	10	10							
	Великий	Середній												

Продовження таблиці Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Високої точності	Від 0,3 до 0,5 включно	III	а	Малий	Темний	2000 1500	200 200	500 400	40 20	15 15	—	—	3,0	1,2
			б	Малий Середній	Середній Темний	1000 750	200 200	300 200	40 20	15 15				
			в	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	750 600	200 200	300 200	40 20	15 15				
			г	Середній Великий Великий	Світлий Світлий Середній	400	200	200	40	15				
Середньої точності	Більше 0,5 до 1,0	IV	а	Малий	Темний	750	200	300	40	20	4	1,5	2,4	0,9
			б	Малий Середній	Середній Темний	500	200	200	40	20				
			в	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	400	200	200	40	20				
			г	Середній Великий Великий	Світлий Світлий Середній	—	—	200	40	20				
Малої точності	Більше 1,0 до 5	V	а	Малий	Темний	400	200	300	40	20	3	1	1,8	0,6
			б	Малий Середній	Середній Темний	—	—	200	40	20				
			в	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	—	—	200	40	20				
			г	Середній Великий Великий	Світлий Світлий Середній	—	—	200	40	20				
Груба (дуже малої точності)	Більше 5	VI		Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном		—	—	200	40	20	3	1	1,8	0,6

Таблиця Г.2 – Значення світлової характеристики вікон (η_v) при боковому освітленні (рис. 5.1 а)

Відношення довжини приміщення (L) до його глибини (B)	Відношення глибини приміщення (B) до висоти від рівня робочої поверхні до верхнього краю вікна (h)							
	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
4 і більше	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12,5
3	7,5	8	8,5	9,6	10	11	12,5	14
2	8,5	9	9,5	10,5	11,5	13	15	17
1,5	9,5	10,5	13	15	17	19	21	23
1	11	15	16	18	21	23	26,5	29
0,5	18	23	31	37	45	54	66	–

Таблиця Г.3 – Значення $K_{буд}$ залежно від відношення відстані між протилежними будівлями D до висоти карнизу протилежного будинку над підвіконником H (рис. 5.1 б)

D/H	0,5	1	1,5	2	3 і більше
$K_{буд}$	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0

Таблиця Г.4 – Значення коефіцієнта сонячності клімату для IV та V поясів світового клімату

Пояс світло- вого клімату	Коефіцієнт сонячності клімату, C							
	при світлових отворах, що зорієнтовані за сторонами світу (азимут, град)							при зеніт- них ліхта- рях
	в зовнішніх стінах будівель			у прямокутних та трапецевидних ліхтарях			у ліхта- рях типу «Швед»	
	136-225	226-315 46-135	316-45	69-113 249-293	24-68; 204-248; 114-158; 294-338	159-203 339-23	316-45	
IV північніше 50°півн. ш.	0,75	0,8	1,0	0,85	0,9	0,95	1,0	0,9
50°півн. ш. і південніше	0,7	0,75	0,95	0,8	0,85	0,9	0,95	0,85
V північніше 40°півн. ш.	0,65	0,7	0,9	0,75	0,8	0,85	0,9	0,75
40°півн. ш. і південніше	0,6	0,65	0,0,85	0,7	0,75	0,8	0,85	0,65

Таблиця Г.5 – Значення коефіцієнтів $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4$

Вид світлопро- пускаючого матеріалу	Значен- ня τ_1	Вид віконної ра- ми	Зна- чення τ_2	Сонцезахисні при- строї	Значен- ня τ_4	Несуча конструкція покриття	Зна- чення τ_3
Скло віконне листо- ве:		Віконні рами для промисло- вих будівель:		Регульовані жалюзі та штори (внутріш- ні, зовнішні)	1	Сталеві форми	0,90
одинарне	0,9	а) дерев'яні:		Стаціонарні жалюзі та екрани з захис- ним кутом не біль- ше 45°:			
подвійне	0,8						
потрійне	0,75						
Скло листове:		одинарні	0,75	горизонтальні	0,65	Залізобетонні й де- рев'яні форми та арки	0,80
армоване	0,6	спарені	0,7				
з візерунком	0,65	подвійні окремі	0,6				
сонцезахисне	0,65						
контрасне	0,75	б) металеві:		вертикальні	0,75		
Органічне скло:							
прозоре	0,9	одинарні (відк- риваються)	0,75	Горизонтальні ко- зирки:		Балки та рами суцільні при висоті перетину: 50 см й більше менше 50 см	0,80 0,90
молочне	0,6						
Пустотілі скляні бло- ки:		одинарні (глухі)	0,9	з захисним кутом не більше 30°	0,8		
світлорозсіюючі	0,5	подвійні (відк- риваються)	0,6	захисним кутом від 15 до 45 ⁰ (багатос- тупеневі)	0,6-0,9		
прозорі	0,55						
Склопакети	0,8	подвійні (глухі)	0,8				

Таблиця Г.6 – Значення коефіцієнта r_1

В/н	ℓ/В	Значення r₁ при боковому освітленні									Значення r₁ при боковому двосторонньому освітленні								
		Середній коефіцієнт відбиття ρ_{ср} стелі, стін і підлоги																	
		0,5			0,4			0,3			0,5			0,4			0,3		
		Відношення довжини приміщення L до його глибини B																	
		0,5	1	2 і більше	0,5	1	2 і більше	0,5	1	2 і більше	0,5	1	2 і більше	0,5	1	2 і більше	0,5	1	2 і більше
Від 1 до 1,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1	1,05	1
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,2	1,1	1,1	1,35	1,25	1,15	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
	1,0	2,1	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3	1,4	1,3	1,2	1,6	1,4	1,25	1,45	1,3	1,15	1,25	1,15	1,1
Більше 1,5 до 2,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1
	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,5	1,85	1,6	1,3	1,5	1,35	1,2	1,3	1,2	1,1	1,8	1,45	1,25	1,4	1,25	1,15	1,25	1,15	1,1
	0,7	2,25	2	1,7	1,7	1,6	1,3	1,55	1,35	1,2	2,1	1,75	1,5	1,75	1,45	1,2	1,3	1,25	1,2
	1,0	3,8	3,3	2,4	2,8	2,4	1,8	2	1,8	1,5	2,35	2	1,6	1,9	1,6	1,5	1,5	1,35	1,2
Більше 2,5 до 3,5	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1
	0,3	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
	0,5	1,6	1,45	1,3	1,35	1,25	1,2	1,25	1,15	1,1	1,5	1,4	1,25	1,3	1,2	1,15	1,2	1,1	1,1
	0,7	2,6	2,2	1,7	1,9	1,7	1,4	1,6	1,5	1,3	2,25	1,9	1,45	1,7	1,5	1,25	1,5	1,4	1,2
	0,9	5,3	4,2	3	2,9	2,45	1,9	2,2	1,85	1,5	3,65	2,9	2,6	2,2	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3
Більше 3,5	1,0	7,2	5,4	4,3	3,6	3,1	2,4	2,6	2,2	1,7	4,45	3,35	2,65	2,4	2,1	1,6	2	1,7	1,4
	0,1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1
	0,2	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05
	0,3	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1
	0,4	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2	2,35	2	1,75	1,6	1,4	1,3	1,35	1,25	1,15
	0,5	3,4	2,9	2,5	2	1,8	1,5	1,7	1,5	1,3	3,25	2,8	2,4	1,9	1,7	1,45	1,65	1,5	1,3
	0,6	4,6	3,8	3,1	2,4	2,1	1,8	2	1,8	1,5	4,2	3,5	2,85	2,25	2	1,7	1,95	1,7	1,4
	0,7	6	4,7	3,7	2,9	2,6	2,1	2,3	2	1,7	5,1	4	3,2	2,55	2,3	1,85	2,1	1,8	1,5
	0,8	7,4	5,8	4,7	3,4	2,9	2,4	2,6	2,3	1,9	5,8	4,5	3,6	2,8	2,4	1,95	2,25	2	1,6
	0,9	9	7,1	5,6	4,3	3,6	3	3	2,6	2,1	6,2	4,9	3,9	3,4	2,8	2,3	2,45	2,1	1,7
1,0	10	7,3	5,7	5	4,1	3,5	3,5	3	2,5	6,3	5	4	3,5	2,9	2,4	2,6	2,25	1,9	

Примітка: B — глибина приміщення; h — висота від рівня умовної робочої поверхні до верхнього краю вікна; ℓ — відстань розрахункової точки до зовнішньої стіни

Таблиця Г.7– Значення світлової характеристики ліхтарів $\eta_{\text{л}}$

Тип ліхтаря	Кількість прольотів	Значення світлової характеристики ліхтарів								
		Відношення довжини приміщення $L_{\text{п}}$ до ширини прольоту l_1								
		Від 1 до 2			Від 2 до 4			Більше 4		
		Відношення висоти приміщення H до ширини прольоту l_1								
		від 0,2 до 0,4	від 0,4 до 0,7	від 0,7 до 1,0	від 0,2 до 0,4	від 0,4 до 0,7	від 0,7 до 1,0	від 0,2 до 0,4	від 0,4 до 0,7	від 0,7 до 0,1
З вертикальним двобічним осклянінням	Один	5,8	9,4	16	4,6	6,8	10,5	4,4	6,4	9,1
	Два	5,2	7,5	12,8	4,0	5,1	7,8	3,7	6,4	6,5
	Три і більше	4,8	6,7	11,4	3,8	4,5	6,9	3,4	4,0	5,6
З похилим двобічним осклянінням	Один	3,5	5,2	6,2	2,80	3,8	4,7	2,7	3,6	4,1
	Два	3,2	4,4	5,3	2,50	3,0	4,1	2,3	2,7	3,4
	Три і більше	3,0	4,0	4,7	2,35	2,7	3,7	2,1	2,4	3,0
З вертикальним однобічним осклянінням	Один	6,4	10,5	15,2	5,1	7,6	10,0	4,90	7,1	8,5
	Два	6,1	8,0	11,0	4,7	5,5	6,6	4,35	5,0	5,5
	Три і більше	5,0	9,5	8,2	4,0	4,3	5,0	3,60	3,8	4,1
З похилим однобічним осклянінням	Один	3,8	4,55	6,8	2,9	3,4	4,5	2,50	3,20	3,9
	Два	3,0	4,30	5,7	2,3	2,9	3,5	2,15	2,65	2,9
	Три і більше	2,7	3,70	5,1	2,2	2,5	3,1	2,00	2,25	2,5

Таблиця Г.8. – Значення коефіцієнта r_2

Відношення висоти приміщення від умовної робочої поверхні до нижньої грані засклення $H_{\text{л}}$, та до ширини прогону ℓ_1	Значення коефіцієнта r_2								
	Середньозважений коефіцієнт відбивання стелі, стін і підлоги								
	$\rho_{\text{сер}} = 0,5$			$\rho_{\text{сер}} = 0.4$			$\rho_{\text{сер}} = 0,3$		
	Кількість прогонів								
	1	2	Зі бі- льше	1	2	Зі бі- льше	1	2	Зі бі- льше
2	1.7	1,5	1.15	1,6	1,4	1,1	1,4	1,1	1,05
1	1.5	1,4	1,15	1.4	1,3	1,1	1,3	1,1	1,05
0,75	1,45	1,35	1,15	1,35	1,25	1,1	1,25	1,1	1,05
0,5	1,4	1,3	1,15	1,3	1,2	1,1	1,2	1,1	1,05
0,25	1,35	1,25	1,15	1,25	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05

Таблиця Г.9 – Значення коефіцієнта K_d

Тип ліхтаря	Значення коефіцієнта K_d
Світлові прорізи в площині покриття, стрічкові	1
Світлові прорізи в площині покриття, штучні	1,1
Ліхтарі з похилим двобічним заскленням	1,15
Ліхтарі з вертикальним двобічним заскленням	1,2
Ліхтарі з однобічним похилим заскленням	1,3
Ліхтарі з однобічним вертикальним заскленням (шеди)	1,4

Таблиця Г.10 – Орієнтовні значення коефіцієнтів відбиття ρ поверхонь інтер'єру приміщення

Поверхні інтер'єру приміщення	Коефіцієнт відбиття ρ , %	Поверхні інтер'єру приміщення	Коефіцієнт відбиття ρ , %
Стеля	80...60	Нижня частина стіни (панель) та перегородки	60...40
Залізобетонні ферми та балки перекриття	70...45		
Металоконструкції	55...40	Підлога	40...10
Верхня частина стіни	70...50	Технологічне устаткування	55...25

Таблиця Г.11 – Орієнтовні значення коефіцієнтів відбиття стелі ($\rho_{\text{стелі}}$) та стін ($\rho_{\text{стін}}$)

Стан стелі	$\rho_{\text{стелі}}$, %	Стан стелі	$\rho_{\text{стін}}$, %
Свіжопобілена	80...65	Свіжопобілені з вікнами, закритими білими шторами	75...65
Побілена в сирих приміщеннях	65...40		
Бетонна чиста	55...45	Свіжопобілені з вікнами без штор	55...45
Бетонна брудна	35...25	Бетонні з вікнами	35...25
Світла дерев'яна (полакована)	60...45	Обклеєні світлими шпалерами	40...25
Темна дерев'яна (нефарбована)	30...25	Обклеєні темними шпалерами	15...5
Брудна (кузні, склади вугілля)	20...10	Цегляні нештукатурені	15...10

Таблиця Г.12 – Коефіцієнти відбиття ρ поверхонь з різним кольоровим пофарбування

Колір пофарбованої поверхні	Коефіцієнт відбиття ρ , %	Колір пофарбованої поверхні	Коефіцієнт відбиття ρ , %
Біла палітура	85	Світло-сіра	53
Біла напівматова	82	Сіра алюмінієва	42
Біла слонова кістка	79	Зелена (колір шавлії)	41
Кремово-біла	72	Бежева	38
Світло-рожева	69	Коричнева	23
Світло-жовта	60	Оливково-зелена	20
Світло-червона	56	Темно-коричнева	15
Блакитна	53	Темно-зелена	10
		Темно-синя	4

Таблиця Г.13 – Значення коефіцієнта запасу при штучному освітленні (ДБН В.2.5-28-2006)

Тип приміщення	Значення коефіцієнта запасу	
	Лампи розжарювання	Газорозрядні лампи
Приміщення звичайні (менше 1 мг/м ³ пилу)	1,5	1,3
Приміщення пильні (1–5 мг/м ³ пилу)	1,8	1,5
Приміщення пильні (більше 5 мг/м ³ пилу)	2,0	1,7
Приміщення с особо чистим режимом	1,4	1,2

Таблиця Г.14 – - Норми освітленості для ковальсько – пресових цехів

№	Цех, дільня, робоче місце, операція	Розряд за СНіП	Найменша освітленість, лк						Площина, в якій нормується освітленість
			Люмінесцентні лампи			Лампи розжарювання			
			Комбіноване освітлення		Одне загальне освітлення	Комбіноване освітлення		Одне загальне освітлення	
			Загальне та місцеве	Від загального освітлення в горизонтальній площині		Загальне та місцеве	Від загального освітлення в горизонтальній площині		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Заготовче відділення	V	—	—	100	—	—	30	горизонтальна —//—
	а) місце відгрузки б) механічні ножниці	V	150	100	150	150	30	30	
2	Кувальне відділення	VII	—	—	150	—	—	50	—//— горизонтальна або вертикальна
	а) кувальні молоти б) преси	IVa	—	—	200	—	—	75	

Продовження таблиці Г.14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	в) ричаги, пускові кнопки, моторні площадки	IVв	—	—	100	—	—	30	—//—
3	Пресове відділення								
	а) матриці, пуансони, стіл гибочної машини	IVа	—	—	200	—	—	75	—//—
	б) ричаги, пускові кнопки, упори, моторні площадки	IVв	—	—	100	—	—	30	—//—
4	Правильні відділення								
	а) упори, ричаги, гнізда	IVв	—	—	100	—	—	30	—//—
	б) пуансони, поверхні деталей	IIIб	400	100	—	400	50	—	—//—
	в) переносні наждачні точила, поверхні деталей, що обробляються	IIIб	400	100	—	400	50	—	—//—
	г) верстаки браковки, станки контролю	IIIб	1000	100	—	500	50	—	горизонтальна
5	Термічні цеха								
	а) місця загрузки в печі та вивантаження з них	VII	—	—	150	—	—	50	вертикальна
	б) транспортери і рольганги	V	—	—	150	—	—	50	горизонтальна
	в) дільниця роботи з кислотами, розплавленими солями, на газових установках	IVа	—	—	200	—	—	75	—//—
	в) шкали приборів	IIIг	400	100	—	200	30	—	Горизонтальна або вертикальна

Таблиця Г.15 – Коефіцієнт використання світлового потоку

ρ _{ст} , %	ρ _с , %	Коефіцієнт використання η, %, при індексі приміщення і											
		0,5	0,6	0,8	1	1,25	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5
Світильник «Глибоковипромінювач»													
70	50	25	31	38	41	43	46	49	52	53	54	55	57
50	30	21	27	34	38	41	43	46	49	51	52	52	54
30	10	19	24	32	36	39	41	44	47	49	50	51	52
Світильник с лампами ДРЛ													
70	50	30	35	44	49	54	58	63	67	69	70	71	72
50	30	24	30	38	43	49	53	59	62	64	66	68	70
30	10	21	26	34	40	45	49	55	59	61	63	65	67
Світильник «Універсаль » без затінення													
70	50	28	34	39	45	48	51	55	59	60	61	62	63
50	30	24	30	35	43	45	48	52	55	57	58	59	60
39	10	21	27	32	41	44	46	50	54	55	56	57	58
Світильник «Люцетта»													
70	50	29	33	41	44	48	51	55	58	60	63	64	65
50	30	22	27	33	37	41	44	48	52	54	57	59	61
39	10	20	25	26	31	34	37	41	45	47	52	54	56

Таблиця Г.16 – Світлотехнічні характеристики джерел освітлення

Джерело освітлення	Тип	Параметри	
		Потужність, Вт	Світловий потік, лм
Лампи розжарювання	НВ-100	100	1240
	НВ-150	150	1900
	НВ-200	200	2700
	НВ-300	300	4350
	НВ-500	500	8100
	НВ-750	750	13100
Ртутні лампи	ДРЛ-80	80	2000
	ДРЛ-125	125	4800
	ДРЛ-250	250	10000
	ДРЛ-400	400	18000
	ДРЛ-700	700	33000
	ДРЛ-1000	1000	50000
Люмінесцентні лампи	ПТБ-20	20	900
	ЛТБ-40	40	2200
	ЛТБ-80	80	3540
	ЛД-80	80	4070
	ЛБ-80	80	5220

Додаток Д
Вимоги до електробезпеки

Таблиця Д.1 – Значення питомого опору ґрунтів і води та кліматичного коефіцієнту

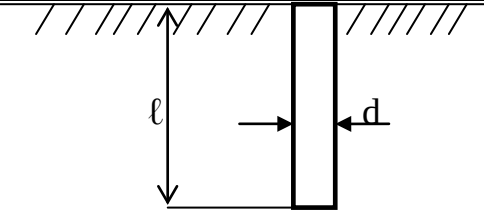
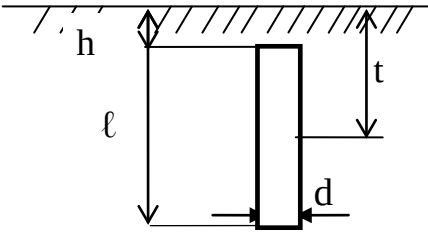
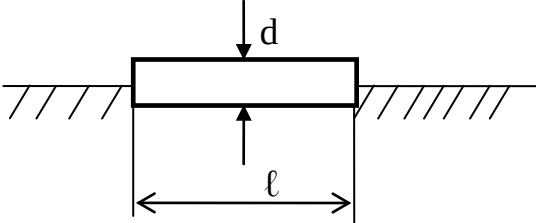
Ґрунт, вода	Питомий опір, Ом·м			Кліматичний коефіцієнт		
	При вологості 10-12% до маси ґрунту	Межі коливань	Рекомендоване для приблизних розрахунків	φ_1	φ_2	φ_3
Глина	40	8...70	60	1,6	1,3	1,2
Гравій, щебінь	–	–	2000	–	–	–
Кам'яний ґрунт	–	500...800	4000	–	–	–
Пісок	700	400...2500	500	2,4	1,56	1,2
Садова земля	40	30...60	50	–	1,3	1,2
Суглинок	100	40...150	100	2	1,5	1,4
Супісок	300	150...400	300	2	1,5	1,4
Торф	20	10...30	20	1,4	1,1	1
Чорнозем	200	9...53	30	–	1,32	1,2
Вода:	–	–	–	–	–	–
– у струмках	–	10...60	–	–	–	–
– ґрунтова	–	20...70	–	–	–	–
– морська	–	0,2...1	–	–	–	–
– ставкова	–	40...50	–	–	–	–
– річна	–	10...100	–	–	–	–

Примітка. φ_1 при великій вологості ґрунту; φ_2 – при середній вологості ґрунту; φ_3 – при сухому ґрунті.

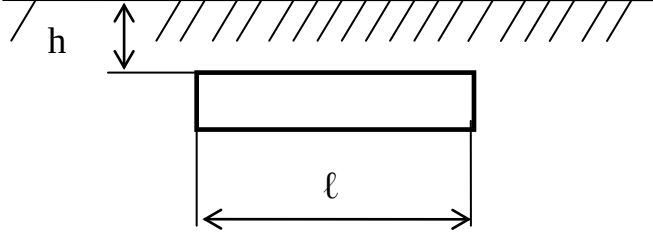
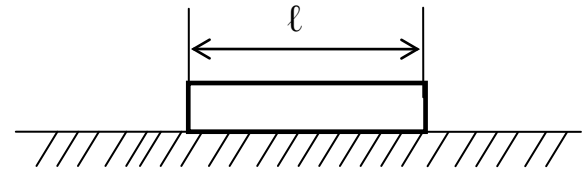
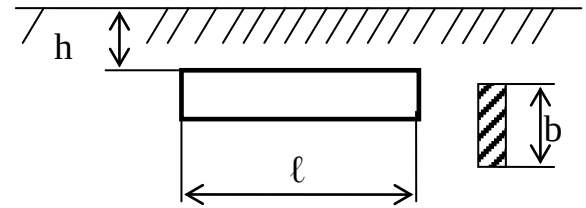
Таблиця Д.2 – Коефіцієнти сезонності

Характеристика кліматичних зон	Кліматичні зони			
	I	II	III	IV
Середня багаторічна нижча t° (січень)	Від -20°C до -15°C	Від -14°C до -10°C	Від -10°C до -0°C	Від 0°C до $+5^{\circ}\text{C}$
Середня багаторічна вища t° (липень)	Від $+16^{\circ}\text{C}$ до $+18^{\circ}\text{C}$	Від $+18^{\circ}\text{C}$ до $+22^{\circ}\text{C}$	Від $+22^{\circ}\text{C}$ до $+24^{\circ}\text{C}$	Від $+24^{\circ}\text{C}$ до $+26^{\circ}\text{C}$
Середньорічний рівень опадів, мм	≈ 400	≈ 500	≈ 5000	$\approx 300 \dots 500$
Тривалість замерзання вод (днів)	190...170	150	100	0
k_c стрижневих заземлювачів ($l = 2 \dots 3$ м, глибина заземлення 0,5 ... 0,8 м)	1,8...2	1,5...1,8	1,4...1,6	1,2...1,4
k_c горизонтальних заземлювачів ($l = 2 \dots 3$ м, глибина заземлення 0,5 ... 0,8 м)	4,5...7,0	3,5...4,5	2,0...2,5	1,5...2,0
k_c при довжині стрижнів 5 м та глибині заземлення 0,7 - 0,8 м	1,35	1,25	1,15	1,1

Таблиця Д.3 – Значення опору розтікання природних заземлювачів

№	Тип заземлювача	Схема	Формула	Додаткові вказівки
1	2	3	4	5
1	Трубчатий або стрижневий біля поверхні ґрунту		$R_3 = \frac{\rho}{2\pi\ell} \ln \frac{4\ell}{d}$	$\ell \gg d$
2	Трубчатий або стрижневий в ґрунті		$R_3 = \frac{\rho}{2\pi\ell} \left(\ln \frac{2\ell}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t + \ell}{5t - \ell} \right)$	$t > 5$
3	Горизонтальний круглого перерізу (труба, кабель і т.д.) на поверхні ґрунту		$R_3 = \frac{\rho}{\pi\ell} \ln \frac{2\ell}{d}$	$\ell/H \geq 5$

Продовження таблиці Д.3

1	2	3	4	5
4	Горизонтальний круглого перерізу в грунті		$R_3 = \frac{\rho}{2\pi\ell} \ln \frac{\ell^2}{dh}$	$\ell/H \geq 5$
5	Горизонтальний смуговий на поверхні ґрунту		$R_3 = \frac{\rho}{2\pi\ell} \ln \frac{4\ell}{b}$	$\ell \gg d$
6	Горизонтальний – смуга в ґрунті		$R_3 = \frac{\rho}{2\pi\ell} \ln \frac{2\ell^2}{dh}$	$\ell/h \geq 5$

Таблиця Д.4 – Коефіцієнт використання заземлювачів, η

Відношення відстані між трубами (стрижнями) до їх довжини	При розташуванні в ряд		При розташуванні по контуру	
	Кількість за- землювачів	η	Кількість за- землювачів	η
1	2	0,84...0,87	4	0,66...0,72
	3	0,76...0,80	6	0,58...0,65
	5	0,67...0,72	10	0,52...0,58
	10	0,56...0,62	20	0,44...0,50
	15	0,51...0,56	40	0,38...0,44
	20	0,47...0,50	60	0,36...0,42
	-	-	100	0,33...0,39
	2	0,90...0,92	4	0,76...0,80
2	3	0,85...0,88	6	0,71...0,75
	5	0,79...0,83	10	0,66...0,71
	10	0,72...0,77	20	0,61...0,66
	15	0,66...0,73	40	0,55...0,61
	20	0,65...0,70	60	0,52...0,58
	-	-	100	0,49...0,55
	2	0,93...0,95	4	0,84...0,86
	3	0,90...0,92	6	0,78...0,82
3	5	0,85...0,88	10	0,74...0,78
	10	0,79...0,83	20	0,68...0,73
	15	0,76...0,80	40	0,64...0,69
	20	0,74...0,79	60	0,62...0,67
	-	-	100	0,59...0,65

Таблиця Д.5 – Коефіцієнт використання шини, $\eta_{ш}$

Відношення відстані між заземлювачами до їх довжини	Кількість заземлювачів					
	4	8	10	20	30	50
1	2	3	4	5	6	7
При розташуванні шини в ряд стрижнів						
1	0,77	0,67	0,62	0,42	0,31	0,21
2	0,89	0,79	0,75	0,66	0,46	0,36
3	0,92	0,85	0,82	0,68	0,58	0,49
При розташуванні шини по контуру						
1	0,45	0,36	0,34	0,27	0,24	0,21
2	0,55	0,43	0,40	0,32	0,30	0,23
3	0,70	0,60	0,56	0,45	0,41	0,37

Додаток Е
Вимоги до пожежної безпеки

Таблиця Е.1 – Характеристика категорій приміщень і будівель за вибухово-пожежною та пожежною небезпекою

Категорія приміщень	Характеристика речовин та матеріалів, що знаходяться (використовуються) в приміщенні
1	2
А Вибухонебезпечна	Горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більш 28°C в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші, при спалахуванні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа. Речовини і матеріали, здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним, у такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа
Б Вибухово-пожежонебезпечна	Горючий пил чи волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більш 28 С, горючі рідини в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні чи парогазоповітряні суміші, при спалахуванні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа
В Пожежонебезпечна	Легкозаймисті, горючі і важкогорючі рідини, тверді горючі і важкогорючі речовини і матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем чи повітря один з одним тільки горіти за умови, що приміщення, у яких вони чи знаходяться (використовуються), не належать до категорій А чи Б
Г	Негорючі речовини і матеріали в гарячому, розжареному чи розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор, полум'я; пальні гази, рідини, тверді речовини, що чи спалюються утилізуються як паливо
Д	Негорючі речовини та матеріали в холодному стані

Таблиця Е.2 – Класифікація пожеж

Клас по-жежі	Характеристика речовин та матеріалів або об'єкта, що горить
А	Тверді речовини, переважно органічного походження, горіння яких супроводжується тлінням (дерево, текстиль, папір)
В	Горючі рідини чи тверді речовини, що розплавляються при нагріванні (нафтопродукти, спирти, каучук, стеарин, деякі синтетичні матеріали)
С	Пальні гази
Д	Метали та їх сплави (алюміній, магній, лужні метали)
Е	Обладнання під напругою

Таблиця Е.3 – Пінні, порошкові, хладонові та вуглекислотні переносні вогнегасники [22]

Категорія при-міщення	Площа, м ²	Клас по-жежі	Пінні ємністю 10 л	Порошкові ємністю 10 л	Хладонові ємністю 2 л	Вуглекислотні ємністю 5 л
А, Б	200	А	2++	1++	–	–
		В	4+	1++	4+	–
		С	–	1++	4+	–
		Д	–	1++	–	–
		Е	–	1++	–	2++
В	400	А	2++	1+	–	2+
		Д	–	1++	–	–
		Е	–	1+	2+	2++
Г	800	В	2+	1+	–	–
		С	–	1+	–	–
Г, Д	1800	А	2++	1+	–	–
		Д	–	1++	–	–
		Е	–	1+	2+	2++

Таблиця Е.4 – Повітряно-пінні, комбіновані, порошкові та вуглекислотні переносні вогнегасники [22]

Категорія приміщення	Площа, м ²	Клас пожежі	Повітряно-пінні ємністю 100 л	Комбіновані ємністю 100 л	Порошкові ємністю 100 л	Вуглекислотні ємністю 80 л
А, Б, В	500	А	1++	1++	1++	3+
		В	2+	1++	1++	3+
		С	–	1+	1++	3+
		Д	–	–	1++	–
		Е	–	–	1+	1++
В	800	А	1++	1++	1++	2+
		В	2+	1++	1++	3+
		С	–	1+	1++	3+
		Д	–	–	1++	–
		Е	–	–	1+	1+

Примітка. Знак "++" означає вогнегасники, що рекомендуються для оснащення об'єктів; знак "+" означає вогнегасники, використання яких дозволяється при відсутності рекомендованих вогнегасників; знак "-" означає вогнегасники, що не допускаються для оснащення об'єктів

Навчальне видання

**«ОХОРОНА ПРАЦІ»
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ РОЗДІЛУ
В ДИПЛОМНИХ ПРОЕКТАХ**

**для студентів спеціальностей ОМТ, ОТПФКМ
усіх форм навчання**

Укладач МАРЧЕНКО Інна Леонідівна

За авторською редакцією

Комп'ютерна верстка

О. С. Орда

2011. Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. .
Обл.-вид. арк. . Тираж пр. Зам.№

Видавець і виготівник
Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК №1633 від 24.12.2003