

Виробниче освітлення. Вимоги до виробничого освітлення. Нормування та розрахунок освітлення. Забезпечення охорони праці під час проектування та реконструкції об'єктів та підприємств: в проектах організації будівництва (ПОБ) та проектах виконання робіт (ПВР).

Освітлення відіграє важливу роль у житті людини. Біля 90% інформації сприймається через зоровий канал, тому правильно виконане раціональне освітлення має важливе значення для виконання всіх видів робіт. Світло є не тільки важливою умовою роботи зорового аналізатора, але є й біологічним фактором розвитку організму людини в цілому. Для людини день і ніч, світло і темрява визначають біологічний ритм - бадьорість та сон. Отже, недостатня освітленість, або її надмірна кількість, знижує рівень збудженості центральної нервової системи і, природньо, активність усіх життєвих процесів. Раціональне освітлення є важливим фактором загальної культури виробництва. Неможливо забезпечити чистоту та порядок у приміщенні, в якому напівтемрява, світильники брудні або в занедбаному стані.

Стан освітлення виробничих приміщень відіграє важливу роль і для попередження виробничого травматизму. Багато нещасних випадків на виробництві стається через погане освітлення. Втрати від цього становлять досить значні суми, а, головне, людина може загинути або стати інвалідом. **Раціональне освітлення повинно відповідати таким умовам:** бути достатнім (відповідним нормі); рівномірним; не утворювати тіней на робочій поверхні; не засліплювати працюючого; напрямок світлового потоку повинен відповідати зручному виконанню роботи. Це сприяє підтримці високого рівня працездатності, зберігає здоров'я людини та зменшує травматизм.

За своєю природою світло - це видиме випромінювання електромагнітних хвиль довжиною від 380 до 780 нм (1 нм дорівнює 10^{-9} м). Видиме світло (біле) є складовою цілого ряду кольорів, які залежать від довжини електромагнітних хвиль: фіолетовий 380...450 нм; синій 450...510 нм; зелений 510...575 нм; жовтий 575...620 нм; червоний 620...750 нм. Випромінювання вище 780 нм називають інфрачервоним, нижче 380 нм – ультрафіолетовим.

Залежно від джерела світла виробниче освітлення може бути трьох видів:

1. Природне - це пряме або відбите світло сонця (небосхила), що освітлює приміщення через світлові прорізи в зовнішніх відгороджуючих конструкціях.
2. Штучне - здійснюється штучними джерелами світла (лампами розжарювання або газорозрядними) і призначене для освітлення приміщень у темні години доби, або таких приміщень, які не мають природнього освітлення.
3. Сполучене (суміщене) - одночасне поєднання природнього і штучного освітлення.

Освітлення, або світло, характеризується кількісними та якісними показниками, при цьому застосовують стандартні одиниці та терміни.

Кількісні показники освітлення визначають світловий потік, силу світла, освітленість та яскравість.

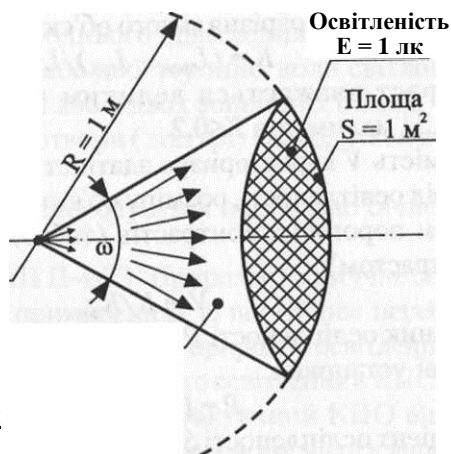
Світловий потік (Φ) - потік променевої енергії, що сприймається органами зору як світло, тобто характеризує потужність променевої енергії.

Одиниця світлового потоку - люмен (лм) - дорівнює потоку, який випромінюється до одиничного тілесного кута w в рівному 1 стерадіан точковим джерелом світла в 1 канделу. Стерадіан - одиничний тілесний кут w , який утворює на сферичній поверхні радіусом 1м поверхню, площа якої дорівнює 1м^2 . Значення $w = 5/R^2$ (рис.)

Джерела світла випромінюють світловий потік у різних напрямках неоднаково. Тому, щоб дати характеристику інтенсивності випромінювання, застосовуємо поняття "просторова або кутова щільність світлового потоку", яку називають силою світла (I), тобто світловий потік, віднесений до тілесного кута, в якому він випромінюється:

$$I = \Phi / w, \text{кд}$$

За одиницю сили світла приймають канделу (кд), яка дорівнює 1 лм/стер.



Точкове
джерело світла
Сила світла $J = 1$ кд

Світловий потік $\Phi = 1$ лм

$w = 1$ стерadian
Просторовий кут

Величину світлового потоку, який припадає на одиницю освітленої/поверхні, називають освітленістю (E):

$$E = \Phi/S, \text{лк.}$$

Одиниця освітленості - люкс (лк) - освітленість поверхні $5 = \text{м}^2$ при світловому потоці $\Phi = 1$ лм, який падає на неї.

Видимість предмета оком залежить від частини світлового потоку, відбитого освітлювальним предметом і характеризується яскравістю (I). Яскравість залежить від сили світла, кута падіння світлового потоку та ряду інших факторів. За величину яскравості прийнято ніт - це яскравість 1м^2 плоскої поверхні, яка відбиває у перпендикулярному напрямі силу світла в 1 канделу:

$$L = I/(S \cdot \cos \alpha), \text{кд/м}^2$$

До якісних показників належать фон, контраст об'єкта з фоном, видимість, показник осліпленості, коефіцієнти відбиття і т.д.

Коефіцієнт відбиття (ρ) характеризує здатність поверхні відбивати падаючий на неї світловий потік : Фон - це поверхня, яка прилягає до об'єкта розрізнення, на який він розглядається. Фон вважається світлим при $\rho > 0,4$, середнім при $\rho 0,2 \dots 0,4$ і темним при $\rho < 0,2$.

Контраст об'єкта з фоном (K) характеризується співвідношенням яскравостей розрізняльного об'єкта та фону:

Контраст вважається великим при $K > 0,5$, середнім при $K = 0,2 \dots 0,5$ і малим при $K < 0,2$.

Видимість V характеризує здатність ока сприймати об'єкт, залежить від освітленості, розміру об'єкта, контрасту та визначається числом порогових контрастів (тобто, найменшим розрізняльним контрастом):

Показник осліпленості P є критерієм оцінки сліпучої дії освітлювальної установки.

Об'єкт розрізнювання - це мінімальні окремі його частини, які необхідно розрізнити в процесі роботи.

Для вимірювання освітленості і світлотехнічних величин застосовують прилади - люксметри модифікації Ю-16, Ю-17, Ю-116, Ю-117 та портативний цифровий люксметр-яскравомір ТЭС 0693. Всі вони працюють зі застосуванням ефекту фотоелектричного явища. Світловий потік, потрапляючи на селеновий фотоелемент, перетворюється на електричну енергію, сила струму якої вимірюється міліамперметром, який проградуєований у люксах. Застосовують також вимірювачі видимості - фотометри та інші комплексні вимірювачі світлотехнічних величин.

Природне освітлення виробничих приміщень може здійснюватися світлом неба або прямим сонячним світлом через світлові прорізи (вікна) в зовнішніх стінах або через ліхтарі (аераційні, зенітні), що встановлені на покрівлях виробничих будівель.

Залежно від призначення промислової будівлі можуть бути одноповерхові, багатоповерхові та різних розмірів і конструкцій.

Залежно від цього і вимог технологічного процесу можуть бути застосовані такі види природнього освітлення:

1. Бокове одностороннє або двостороннє, коли світлові отвори (вікна) знаходяться в одній або в двох зовнішніх стінах.
2. Верхнє, коли світлові отвори (ліхтарі) знаходяться в покритті або в стінах під ними.
3. Комбіноване, коли застосовується одночасно бічне і верхнє освітлення.

Згідно з вимогами ДБН В.2.5-28-2018:

2.1. Приміщення з постійним перебуванням людей повинно мати, як правило, природне освітлення. Без природного освітлення допускається проектування приміщень, які визначені державними будівельними нормами на проектування будинків і споруд, нормативними документами з будівельного проектування будинків і споруд окремих галузей промисловості, затвердженими в установленому порядку, а також приміщення, розміщення яких дозволено в підвальних поверхах будинків.

2.2. Природне освітлення поділяється на бокове, верхнє і комбіноване (верхнє і бокове).

2.3. Нормоване значення КПО, e_N , для будинків, розташованих в різних районах, слід визначати за формулою

$$e_N = e_n \cdot m_N$$

(1)

де e_n - значення КПО за таблицями 1 і 2;

m_N - коефіцієнт світлового клімату за таблицею 4;

N- номер групи забезпеченості природним світлом за таблицею 4.

Отримані за формулою (1) значення слід округлити до десятих долей.

2.4. При двосторонньому боковому освітленні приміщень різного призначення нормоване значення КПО повинно бути забезпечено в розрахунковій точці в центрі приміщення на перетині вертикальної площини характерного розрізу і робочої поверхні.

В житлових і громадських будинках при боковому освітленні з однієї сторони нормоване значення КПО повинно бути забезпечено:

а) житлових приміщень у житлових будинках - в розрахунковій точці, розташованій на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і площини підлоги на відстані 1 м від стіни, найбільше віддаленої від світлових прорізів;

б) житлових приміщень гуртожитків, віталень і номерів готелів - в розрахунковій точці, розташованій на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і площини підлоги на відстані 1 м від стіни, найбільше віддаленої від світлових прорізів;

в) групових і гральних приміщеннях дитячих дошкільних установ, ізоляторах і кімнатах для хворих дітей - в розрахунковій точці, розташованій на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і площини підлоги на відстані 1 м від стіни, найбільше віддаленої від світлового прорізу;

г) у навчальних і навчально-виробничих приміщеннях шкіл, шкіл-інтернатів, професійно-технічних і середніх спеціальних навчальних закладів - в розрахунковій точці, розташованій на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і умовної робочої поверхні на відстані 1 м від стіни, найбільше віддаленої від світлового прорізу;

д) в палатах лікарень, госпіталів, у палатах і спальних кімнатах санаторіїв і будинків відпочинку і пансіонатів - в розрахунковій точці, розташованій на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і площини підлоги на відстані 1 м від стіни, найбільше віддаленої від світлового прорізу;

е) в кабінетах лікарів, що ведуть прийом хворих, в оглядових, в приймально-оглядових боксах, перев'язочних - в розрахунковій точці, розташованій на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і умовної робочої поверхні на відстані 1 м від стіни, найбільше віддаленої від світлових прорізів.

Таблиця 4 (ДБН 2006)

Світлові прорізи	Орієнтація світлових прорізів за сторонами горизонту	Коефіцієнт світлового клімату, <i>m</i>	
		Автономна республіка Крим, Одеська обл.	Решта території України
В зовнішніх стінах будинків	ПН	0,85	0,90
	ПНС, ПНЗ	0,85	0,90
	З, С	0,80	0,85
	ПДС, ПДЗ	0,80	0,85
	ПД	0,75	0,85
В прямокутних і трапецієподібних ліхтарях	ПН - ПД	0,80	0,80
	ПНС - ПДЗ ПДЗ - ПНЗ	0,75	0,80
	С - З	0,70	0,75
В ліхтарях типу "Шед"	ПН	0,80	0,80
В зенітних ліхтарях	—	0,70	0,80
Примітка. ПН - північ; ПНС - північ-схід; ПНЗ - північ-захід; С - схід; З - захід; ПН-ПД - північ-південь; С-З - схід-захід; ПД - південь; ПДС - південь-схід; ПДЗ - південь-захід			

2.5. У виробничих приміщеннях глибиною до 6 м при односторонньому боковому освітленні нормується мінімальне значення КПО в точці, розташованій на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і умовної робочої поверхні на відстані 1 м від стіни або лінії максимального заглиблення зони, найбільше віддаленої від світлових прорізів.

У великогабаритних виробничих приміщеннях глибиною більше ніж 6 м при боковому освітленні нормується мінімальне значення КПО в точці на умовній робочій поверхні, віддаленій від світлових прорізів:

- на 1,5 м висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи I - IV розрядів;
- на 2 м висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи V - VII розрядів;
- на 3 м висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи VIII розряду.

2.6. При верхньому або комбінованому природному освітленні приміщень різного призначення нормується середнє значення КПО в точках, розташованих на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і умовної робочої поверхні (або підлоги). Перша і остання точки приймаються на відстані 1 м від поверхні стін (перегородок) або осі колон.

2.7. Допускається розподілення приміщень на зони з боковим освітленням (зони, які примикають до зовнішніх стін з вікнами) і зони з верхнім освітленням. Нормування та розрахунок природного освітлення в кожній зоні проводиться незалежно одне від одного.

2.8. У виробничих приміщеннях із зоровою роботою I-III розрядів слід використовувати суміщене освітлення. Допускається застосовувати верхнє природне освітлення у великопрогонових складальних цехах, де роботи виконуються в значній частині об'єму приміщення на різних рівнях підлоги і на різноорієнтованих у просторі робочих поверхнях. При цьому нормовані значення КПО приймаються для розрядів I, II, III відповідно 10; 7; 5 %.

2.9. Розрахунок КПО проводиться з урахуванням середньозважених коефіцієнтів відбивання внутрішніх поверхонь приміщень без урахування меблів, устаткування, озеленення та інших затінюючих предметів, а також при 100 % використанні світлопрозорих заповнень у світлопрорізах. Розрахункові значення КПО слід округляти до десятих часток.

2.10. Розрахункові значення середньозваженого коефіцієнта відбивання внутрішніх поверхонь приміщення слід приймати 0,50 в громадських, 0,40 в житлових і 0,30 у виробничих приміщеннях.

Штучне освітлення поділяється в залежності від призначення на робоче, аварійне, евакуаційне та охоронне. Розрізняють такі системи штучного освітлення: загальне, місцеве та комбіноване.

Система загального освітлення призначена для освітлення всього приміщення, вона може бути рівномірною та локалізованою. Загальне рівномірне освітлення встановлюють у цехах, де виконуються однотипні роботи невисокої точності по усій площі приміщення при великій щільності робочих місць. Загальне локалізо-ване освітлення встановлюють на поточних лініях, при виконанні робіт різноманітних за характером на певних робочих місцях, при наявності стаціонарного затемнюючого обладнання, та якщо тре-(>л створити спрямованість світлового потоку.

Місцеве освітлення призначається для освітлення тільки робочих поверхонь, воно може бути стаціонарним.

Комбіноване освітлення складається з загального та місцевого. Його передбачають для робіт I—VIII розрядів точності за зоровими параметрами, та коли необхідно створити концентроване освітлення без утворення різких тіней.

Джерела світла

Головними джерелами світла для промислового освітлення є лампи розжарювання та газорозрядні лампи різноманітних типів. Кожен із типів ламп має свої недоліки та переваги. Лампи розжарювання (ЛР) належать до джерел світла теплового випромінювання, їх світлова віддача складає 10...15 лм/Вт. Вони створюють безперервний спектр випромінювання, який найбільш багатий жовтими та червоними (тобто інфрачервоними) променями та бідніший в зоні синіх та зелених спектрів випромінювання, ніж спектр природнього світла неба, що погіршує розрізнення кольорів. У цих ламп низький коефіцієнт корисної дії, малий термін служби (до 1000 годин), висока температура на поверхні колби (250...300°C). Водночас вони мають деякі переваги: у них широкий діапазон потужностей і типів порівняно з газорозрядними лампами, незалежність експлуатації від навколишнього середовища (вологості, запиленості і т.д.), простота світильників та компактність.

На підприємствах для освітлення застосовують різноманітні види ламп розжарювання: вакуумні (В), газонаповнені (Г), газо-наповнені біоспиральні (Б) та ін.

Газорозрядні лампи (люмінесцентні, ртутні, високого тиску дугові типу ДРЛ та ін.) випромінюють світло близьке до природнього, поверхня колби цих ламп холодна, вони більш економні, дозволяють створювати високу освітленість.

Зараз виготовляють такі види газорозрядних ламп, які розрізняються за спектром: лампи денного світла (ЛД) мають блакитний колір, за спектром випромінювання вони близькі до розсіяного світла чистого неба; лампи денного світла з покращеною передачею кольорів (ЛДЦ), вони близькі до ламп ЛД, але мають кращу передачу кольорів теплих відтінків, у тому числі зовнішнього вигляду людини; люмінесцентні лампи типу ЛЄ найбільш близькі до спектру природнього сонячного світла.

У виробничих приміщеннях підприємств доцільно застосовувати люмінесцентні лампи білого світла - ЛБ. Вони найбільш економні та дають світло теплих тонів. Лампи ЛТБ можна застосовувати в приміщеннях для відпочинку. Там, де необхідно проводити суворий контроль якості продукції, належить застосовувати лампи ЛДЦ.

Люмінесцентні лампи треба застосовувати насамперед там, де недостатнє природнє освітлення (приміщення з вікнами, що затіняються будівлями, деревами або виходять на північ, експедиції, підвальні приміщення тощо). Для комбінованого освітлення краще застосовувати лампи ЛБ.

Лампи ДРЛ (дугові ртутні) належать до ламп високого тиску. Вони економні, світлова віддача майже 75...100 лм/Вт. Такі лампи застосовують для освітлення в цехах при виконанні грубих робіт та робіт середньої точності, при загальному нагляді, а також для зовнішнього освітлення місць навантаження, вивантаження і в цехах великої висоти та площі.

Нормування штучного освітлення виробничих приміщень

Нормами встановлюються мінімально допустимі величини освітленості виробничих та допоміжних приміщень, житлових та громадських будівель, територій виробничих підприємств, відкритих просторів та залізничних шляхів. Мінімальна освітленість встановлюється за характеристикою зорової роботи з найменшим розміром об'єкту розрізнення, контрастом об'єкта з фоном і характеристикою фону. Враховується система робочого освітлення (загальне або комбіноване) та джерела світла (лампи розжарювання або газорозрядні).

Згідно з нормами, всі роботи за зоровими параметрами розподіляються на 8 розрядів та 4 підрозряди (а, б, в, г) в залежності від розміру об'єкта та умов (фон, контраст).

На промислових підприємствах робоче освітлення більшості виробничих приміщень характеризуються III... VIII розрядами зорових робіт. Приміщення, в основному, обладнуються загальним освітленням. На поточних лініях воно локалізоване.

Крім робочого освітлення, нормами передбачається встановлення **аварійного, евакуаційного та охоронного** освітлення.

Аварійне освітлення призначається для продовження робіт там, де у випадку відсутності робочого освітлення може порушуватися технологія, виникнути небезпека вибуху, пожежі, отруєння людей, наприклад, компресорні, котельні, пічні відділення тощо. Найменша освітленість І робочих поверхонь при цьому повинна становити 5% від робочого освітлення, але не менше 2 лк у приміщенні і 1 лк на території підприємства

Евакуаційне освітлення передбачають для безпечної евакуації людей із приміщень у місцях, небезпечних для проходу, сходових клітках, а також на шляху евакуації людей із приміщення або території. Це освітлення повинно забезпечувати освітленість 0,5 лк на підлозі або сходах і 0,2 лк на землі. Для цього застосовуються світильники аварійного освітлення.

Охоронне освітлення передбачають вздовж території в нічний час, або чергове в приміщенні. Для цього виділяють частину світильників робочого або аварійного освітлення, які забезпечують освітленість на рівні землі або підлоги не менше 0,5 лк.

Розрахунок штучного освітлення

В розрахунку штучного освітлення для конкретних умов виробництва виникає потреба, коли необхідно дослідити існуючу освітлювальну установку, або спроектувати нову для даного виду робіт. У першому випадку розраховують освітленість, яку повинна створити освітлювальна установка, вимірюють дійсну освітленість та порівнюють її з нормованою.

У другому випадку обирають систему освітлення, тип джерела світла, визначають нормовану освітленість і розраховують кількість питальників або ламп, які забезпечують нормовану освітленість.

Для цього застосовують методи: **питомої потужності і коефіцієнта використання світлового потоку.**

1, **Метод питомої потужності** - найбільш простий, але є приблизним (орієнтовним) методом розрахунку. Він базується на визначенні за світлотехнічними довідниками питомої потужності освітлювальної установки, яка залежить від коефіцієнтів відбиття стелі, стін та підлоги приміщення і коефіцієнтів запасу для світильників з різними джерелами світла. Таблиці для визначення питомої потужності складені для різних показників освітленості та коефіцієнтів, тому для розрахунку необхідно їх мати.

Знайдену в таблиці питому потужність перемножують на площу отримують загальну необхідну потужність. Поділивши загальну потужність на кількість ламп, одержують потужність однієї лампи і, навпаки, поділивши на потужність однієї лампи - одержують їх кількість.

Для розрахунку локалізованого та комбінованого освітлення можна застосовувати точковий метод. В основі цього методу лежить рівняння:

$$E = I \cdot \cos \alpha / K_3 \cdot H_n^2, \text{ лк},$$

де E - освітленість, лк; I - сила світла у напрямку від джерела на точку робочої поверхні, кд; α - кут падіння світлового потоку між променем і перпендикуляром до робочої поверхні; H_n - висота підвісу світильника, м; K_3 - коефіцієнт запасу (рис. 12.6).

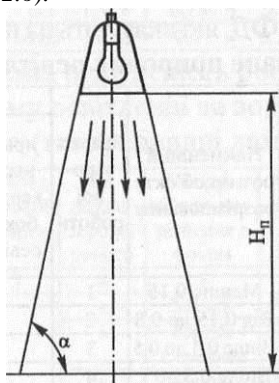


Рис. 12.6. Схема для розрахунку освітлення

Дані про розподіл сили світла I знаходяться у світлотехнічних таблицях.

При розрахунку освітленості робочої поверхні кількома світильниками результати від кожного додають.

Питання ОП в проектній документації.

До початку виконання будівельно-монтажних робіт кожний будівельний об'єкт повинен бути забезпечений проектною документацією по організації будівництва (ПОБ) і безпечному виконанню робіт (ПВР). В проекті реалізації будівництва розробляються заходи по організації санітарно-гігієнічного обслуговування працюючих на будівельному об'єкті та наводиться перелік основних приладів (оздоблювальні засоби, засоби індивідуального захисту), що забезпечують проведення будівельно-монтажних робіт прийнятим методом, у відповідності до вимог правил техніки безпеки. Визначаються методи виконання робіт та заходи з вирішення загально майданчикових питань, наприклад відведення ґрунтових та повенеких вод, що представляють загрозу на будівельному майданчику, та інше.

Проекти виконання робіт розробляються для визначення найефективніших та найбезпечніших методів виконання будівельно-монтажних робіт.

Перелік питань, які потрібно вирішити в проектах виконання робіт, їхній об'єм та ступінь проробки залежать від об'єму та технічної складності будівництва. Так, проекти виконання робіт невеликих і технічно неважких об'єктів можуть складатися тільки із календарного плану виконання робіт, будженплану та пояснювальної записки.

Для забезпечення безпеки виконання робіт ПВР повинен включати в себе наступні конкретні рішення: а) створення умов безпеки та безпечне виконання будівельно-монтажних робіт в цілому; б) вибір безпечних методів виконання кожної операції та технологічного процесу на окремих робочих місцях; в) виконання робіт в холодну та в теплу пори року.

На нові та складні роботи, як правило, складаються технологічні карти, що визначають порядок технологічних процесів та операцій, методи та способи виконання робіт, місце робітника та забезпечення його індивідуальним захистом, що надають можливість видалити корені можливого травматизму та профзахворювань. В технологічних картах мають бути розроблені безпечні методи для виконання виробничих робіт відповідно до конкретних видів робіт та операцій.

Кожна технологічна карта складається із двох частин, що мають рішення із безпеки праці: графічні та таблично-текстові.

При проектуванні будівельного генерального плану (буд генплану) вирішується комплекс питань зі створення здорових та безпечних умов праці. При цьому передбачаються наступні заходи із охорони праці:

проектування приміщень для санітарно-побутового обслуговування робітників, включаючи і місця для обігріву працівників в холодну пору року, для пожежно-охоронної безпеки та службові приміщення для технічного персоналу будівельного об'єкту;

раціональне розміщення складів для матеріалів та площадок для зберігання на короткий термін збірних деталей та виробів;

вибір методу безпечного складування основних будівельних матеріалів, збірних деталей та виробів;

визначити методи безпечного розвантаження на склади та наступного завантаження та подачі на робочі місця збірних елементів конструкції, матеріалів та обладнання (засоби механізації та автоматизації робіт);

організація безпечного транспорту на буд майданчику, розміщення основних монтажних механізмів, укладення доріг та проїздів;

визначення стаціонарних та пересувних «небезпечних зон», пов'язаних із використанням основних будівельних машин та засобів механізації і автоматизації, вантажно-розвантажувальних робіт, організація безпечної праці в транспортних зонах;

проекування заходів із боротьби з шумом, пов'язаним із подрібненням каменю та механізованою розпиловкою лісоматеріалів (якщо такі роботи виконуються на буд майданчику);

вирішення питань щодо розміщення додаткових приладів та обладнання для виконання робіт в зимових умовах;

вирішення питань щодо освітлення робочих місць.

