

ЛЕКЦІЯ 9

СТАДІЇ РУЙНУВАННЯ НАВАНТАЖЕНИХ КОНСТРУКЦІЙ І ЙМОВІРНІ НЕБЕЗПЕКИ ДЛЯ ПРАЦЮЮЧИХ

План

1. Три стадії напруженого стану залізобетонних елементів при їх згинанні
2. Основні вимоги до безпеки експлуатації будівель та споруд
3. Ризики нещасних випадків при експлуатації будівель та споруд

Три стадії напруженого стану залізобетонних елементів при їх згинанні

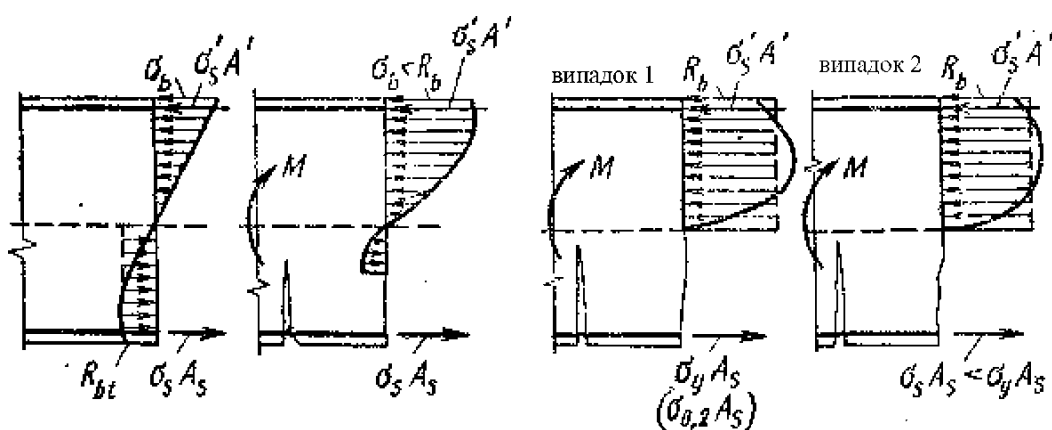
Досліди показують, що при завантаженні залізобетонної балки відбуваються специфічні явища, які можна уявити як різні стадії напруженого стану залізобетонного елемента, що згинається. У міру зростання навантаження в балці виникають тріщини по нормальних і похилих перерізах.

Причиною перших є нормальні напруження, других – головні напруження, що з'являються у похилих перерізах. Руйнування цієї балки може відбуватися як по нормальних, так і по похилих перерізах. Розглянемо послідовність розвитку напружень у залізобетонній балці по нормальних перерізах.

Розсічемо умовно балку посередині і будемо уявляти в місці розрізу розвиток нормальних напружень по всій висоті перерізу. Розрізняють у теорії розрахунку залізобетонних балок три характерні стадії.

I стадія. При малих навантаженнях напруження в бетоні й арматурі невеликі, деформації мають пружний характер, епюри нормальних напружень у стиснутій і в розтягнутій зоні бетону мають форму трикутника (рис.1.11, а).

Ця стадія називається пружною стадією роботи. Зі збільшенням навантаження в розтягнутому бетоні виникають непружні деформації, напруження досягають міцності бетону на розтяг R_{bt} . Цей стан I стадії покладено в основу розрахунку тріщиностійкості залізобетонних елементів. При подальшому збільшенні навантаження в перерізі утворюються тріщини, починається друга стадія напруженого стану.



а) б) в) г)

а – I стадія – пружна; б – II стадія – робота з тріщинами; в – III стадія – руйнування по арматурі; г – III стадія – руйнування по бетону

Рисунок 1.11 – Послідовні стадії розвитку напружено-деформованого стану [5]

II стадія. Після появи тріщин розтягуючі зусилля в перерізі сприймаються в основному арматурою і частково бетоном над тріщиною. Між тріщинами бетон працює на розтяг, і напруження в арматурі за довжиною зменшуються в міру віддалення від тріщини (рис.1.11, б). Епюра напружень у стиснутій зоні бетону викривляється і має вигляд параболічної форми.

По цій стадії, названій роботою з тріщинами або експлуатаційною стадією, виконується розрахунок прогинів та ширини розкриття тріщин у залізобетонних елементах.

III стадія – стадія руйнування (рис. 1.11, в, г). Досвід свідчить, що руйнування залежить від кількості й виду арматури. При невеликому відсотку армування (1% і менше) руйнування відбувається в основному по розтягнутій зоні, по арматурі. З розвитком пластичних деформацій в арматурі розкриваються інтенсивно тріщини в розтягнутій зоні бетону і відбувається руйнування стиснутої зони бетону. Епюра напружень у стиснутій зоні бетону ще більше викривляється. Руйнування має м'який пластичний характер. Даний випадок руйнування має назву випадку 1.

У другому випадку руйнування першим втрачає свої міцнісні властивості бетон, напруження в нижній розтягнутій арматурі можуть не досягати межі плинності і її міцнісні властивості використовуються не повністю. Таке руйнування має крихкий характер і, як правило, має місце в перерізах з надлишковим вмістом арматури (2,5% і більше). Дані конструкції називаються переармованими.

Стадія III покладена в основу розрахунку несучої здатності залізобетонних елементів у діючих нормах [5].

Усі зазначені стадії у завантаженому елементі протікають безупинно, і поділ їх на окремі етапи розглядається в теорії розрахунку залізобетонних конструкцій тільки умовно.

Основні вимоги до безпеки експлуатації будівель та споруд

Безпека експлуатації будівель та споруд визначає аспекти будівельних об'єктів, які пов'язані з ризиком тілесних пошкоджень людей на будівельному об'єкті чи поряд з ним, з будь-якої причини. Основні вимоги щодо безпеки експлуатації дотримуються протягом економічно обгрунтованого терміну експлуатації будівельного об'єкта.

Вимоги забезпечуються взаємопов'язаними заходами:

- планування, проектування та будівництва будівельних об'єктів і їх технічного обслуговування у відповідності з порядком, передбаченим нормативними документами категорії А (організаційно-методичні норми, правила і стандарти);

- використання будівельних виробів із властивостями і характеристиками, що відповідають вимогам нормативних документів категорії В (технічні умови).

Ризики нещасних випадків при експлуатації будівель та споруд

Оцінка ризиків ґрунтується на нормальній чи очікуваній експлуатації будівельних об'єктів, що передбачає користування будівельними об'єктами ризикуючими користувачами: людьми похилого віку, інвалідами та дітьми.

Основна вимога безпеки стосується трьох груп ризиків:

- ковзання, падіння, удари;
- опіки, електроудари, вибух;
- нещасні випадки в наслідок руху транспортного засобу та роботі вантажно-підйомних кранів і будівельних машин і механізмів.

Перша група ризиків стосується перешкод через:

- ковзання і удари, обумовлені, наприклад, падінням, спотиканням чи ковзанням користувачів будівельних об'єктів;
- прямі удари чи контакти, спричинені падінням елементів будівельних об'єктів на користувачів;
- тілесні пошкодження як наслідки контакту чи маніпуляції з елементами рухомих частин будівельних об'єктів (затиснення, трощення, різання тощо).

Друга група ризиків пов'язана з наявністю спеціального устаткування чи обладнання будівельних об'єктів, контактів з ними або використанням і стосується:

- електроударів, опіків і вибухів від електричного обладнання та устаткування;
- опіків і вибухів від термічного обладнання та устаткування;
- опіків та ошпарень від водного обладнання з високою температурою.

До третьої групи ризиків відносяться поранення людей у транспортних засобах або пішоходів на узбіччі доріг (пристрої пасивної безпеки, дорожнє обладнання).

Пояснення причин і вимог до об'єктів наведено в таблицях 1.1 – 1.8.

Ризик падіння після ковзання (табл.1.1) пов'язаний із координацією руху пішоходів, типом взуття, станом підлоги чи тротуару (дороги) через слизькість.

Ризик падіння після спотикання чи зачеплення (табл.1.2) може визвати поранення чи смерть. Причини: погана видимість чи перепади рівнів поверхні підлоги, відсутність відповідних огорож та наявність невідповідних сходів, трапів або пандусів.

Для запобігання падінню після ковзання будівельні вироби, що застосовуються для відповідних елементів будівельних об'єктів (підлоги, тротуари, дороги), повинні мати обмеження щодо слизькості, яка залежить від характеристики поверхонь виробів, а також наявності на них води чи жиру.

Таблиця 1.1 - Ризик нещасних випадків через падіння після ковзання [4]

Причина	Вимоги до споруд в цілому		Вироби	Характеристики виробів
	функціональні	виконавчі		
Ковзання при ходьбі	Обмеження слизькості підлоги чи тротуару за різних обставин	Уникнення слизькості підлоги / тротуару стосовно взуття та босої ноги	Покриття для підлоги чи тротуару	Слизькість

Таблиця 1.2 - Ризик нещасних випадків через падіння після спотикання (зачеплення) [4]

Причина	Вимоги до споруд в цілому		Вироби	Характеристики виробів
	функціональні	виконавчі		
Слабка видимість	Забезпечення необхідного освітлення у внутрішніх зонах приміщення та в запасних виходах	Забезпечення мінімальної освітленості на горизонтальних маршрутах та на сходах, пандусах	Світильники Прилади аварійного освітлення	Потужність, ємність. Час затримки перед початком освітлення. Вихідна потужність (ватт)
	Безпечне освітлення в запасних виходах	Реагування на відмову електромагістралі, мінімальний проміжок часу	Світильники	Потужність

Для запобігання падінню після спотикання необхідно забезпечити гладкі поверхні підлоги в місцях пересування користувачів об'єктів без раптових малих змін у рівні, змін у слизькості та низьких перепонах.

Для запобігання падінню через спотикання або зачеплення в умовах слабкої видимості вимагається мінімальне стандартне освітлення, щоб люди могли рухатись безпечно в приміщеннях будівельного об'єкта, в тому числі бігти у разі небезпеки. Крім того, мають бути запасні виходи з адекватним освітленням, здатним до функціонування навіть у разі відмови електроживлення.

Таблиця 1.3 - Ризик падіння через зміни в рівні переходів та раптові зниження [4]

Причина	Вимоги до споруд в цілому		Вироби	Характеристики виробів
	функціональні	виконавчі		
Раптові зниження	Захист всіх раптових змін у рівні підлоги та вертикальних зниженнях	Встановлення огорож відповідної висоти, цілісності, міцності та опору щодо сходження	Балюстради, поручні, парапети	Висота без отворів, через які проходить сфера заданим діаметром ;опір горизонтальному навантаженню у вершині; без особливостей, які провокують крок між заглибленням та вище рівня підлоги
	Безпечність доступних отворів у зовнішній стіні та перекритті	Встановлення поручнів чи інших огорож достатньої висоти та міцності Захист отворів над деякими рівнями	Вікна, що відкриваються, та двері	Запобіжні шпінгалети та петлі
Зміни в рівні	Безпечність засобів вертикального переміщення	Обмеження висоти безперервного сходження	Сходи, прямі марші	Сходинок узгодженого розміру "крізь марш"; Форма сходинок Похил у градусах Максимальна висота та глибина сходинок Мінімальна ширина сходинок
			Відкриті сходи	Мінімальний напусток між суміжними сходинок та максимальний отвір
			Площадки	Така сама ширина та мінімальна глибина
			Поручні	Висота над лінією похилу
			Балюстрада	Без отворів, через які проходить сфера діаметром ...
			Криволінійні сходи	Похил у градусах на відстані не менше ніж ... від краю сходів
			Встановлені сходи	Мінімальний напусток між суміжними сходинок та максимальний отвір

Таблиця 1.4 - Ризик нещасних випадків через прямі впливи (удари) [4]

Причина	Вимоги до споруд в цілому		Вироби	Характеристики виробів
	функціональні	виконавчі		
Удар головою: - у стелю, сходи та площадки; - у дверних прорізах та дверях	Мінімізація ризику поранення голови та можливого (наступного) падіння через зіткнення я зі стелею над сходами чи в дверних прорізах	Забезпечення мінімальної висоти просвіту з урахуванням висоти стелі, сходів та сходової клітки, площадок чи дверних прорізів	Прямі сходи / пандуси Спіральні сходи Двері та їх рами	Просвіт до стелі Просвіт до стелі Висота
Зіткнення з людьми / об'єктами під час пересування на будівельних об'єктах	Мінімізація ризику зіткнення через впровадження належного візуального стану: - під час нормальної експлуатації; - - під час відмови головного освітлення	Забезпечення мінімального освітлення та відповідних написів (знаків)	Світильники (арматура) Ознаки для запасних виходів Батареї. Резервне енергообладнання	Потужність Світлова продуктивність Інтенсивність світла Розмір літер чи символів та/чи ілюмінації Ємність Потужність
	Мінімізація ризику через візуальні попередження Мінімізація ризику затискання в автоматичних дверях	Забезпечення належної прозорості дверей	Коливальні двері Автоматичні двері	Розмір прозорого елемента, видимість Характеристика запобіжних пристроїв для захисту людей
Удар транспортним засобом усередині приміщення	Обмеження ризику поранення / смерті від удару / зіткнення з транспортними засобами	Забезпечення захист/бар'єрами достатньої висоти та міцності (кН/м)	Захист / бар'єри	Висота Опір горизонтальному навантаженню
Зіткнення з "проекціями" назвні чи в зоні переміщення (в об'єкті)	Мінімізація ризику зіткнення із фіксованими чи рухомими "проекціями" всередині чи ззовні будівельних об'єктів	Проектування з метою уникнення небезпечних перешкод	Проектування без небезпечних перешкод	Проектування без небезпечних перешкод
Зіткнення з крихкими елементами	Мінімізація ризику поранення (порізів) / смерті від зіткнення з крихкими елементами дверей, вікон, балюстрад, дахів	Обмеження використання крихких елементів, пов'язані з розміром віконного скла (м), типом скління та його розміщенням Наявність попереджувачих позначок чи маркувань	Крихкі елементи, включаючи скління / скло та пластики, двері, вікна, поручні, балюстради, покрівельні елементи	Розмір віконного скла Геометрія скла у дверях Крихкі властивості / реакція на удар та опір

Таблиця 1.5 – Ризик нещасних випадків через опіки [4]

Причина	Вимоги до споруд в цілому		Вироби	Характеристики виробів	
	функціональні	виконавчі			
Контакт з гарячими поверхнями	Унеможливлення опіку після контакту із такою поверхнею	Забезпечення температури обігрівуючих рідин - стан (фаза) рідини, пари (тиск насиченої пари). Забезпечення температури доступних частин	1. Системи нагрівання замкнуті	Надійність утримання рідини нижче встановленої максимальної температури (насичена пара)	
			2. Тепло-генератори	Тиск	
			3. Обігрівачі (та інші частини 1)	Температура доступних частин	
			4. Запобіжні пристрої, пов'язані з 1, 2, 3	Точність Чутливість	
	Попередження контактів з гарячими поверхнями	Недосяжність попереджувальних пристроїв	Теплогенератори Обігрівачі Димоходи	Доступність гарячих частин	
Контакт з гарячою водою (рідинами) - занурення	Унеможливлення опіку через контакти з гарячою водою (рідинами, хімікаліями)	Забезпечення максимального рівня температури води у пункті постачання	Запобіжні пристрої для обмеження температури на місці виробництва Запобіжні змішувальні клапани після виробництва Змішувальні крани на місці постачання	Точність, чутливість, надійність Точність, чутливість, температурна стабільність Те саме	
			Забезпечення граничного ризику через розпилення гарячої води	Нагрівальні системи	Щільність системи щодо води
			Забезпечення граничного ризику падіння в стічні ями	Огорожі Захисні поручні	Закріплення, висота, механічний опір
Випромінювання тепла нагрівачами та лампами	Уникнення опіку стоячи або проходячи біля такого обладнання		Випромінюючі панелі чи апаратура	Температурний ефект Рівень випробувальної поверхневої передачі (тест-метод)	

Таблиця 1.6 - Ризик нещасних випадків через електричний удар та електрошок [4]

Причина	Вимоги до споруд в цілому		Вироби	Харак-ки виробів
	функціональні	виконавчі		
Блискавка	Забезпечення захисту будівельного об'єкта та користувачів від удару блискавкою	Ефективність пристроїв перехоплення систем захисту від блискавки, опір їх заземлення тощо	Компоненти систем захисту від блискавки: перехоплювачі, провідники, конденсатори, електроди	Бути визначеними
Напруга систем електроживлення	Унеможливлення дотику до частин систем електроживлення, які знаходяться під напругою (більше ніж 42 вольт) за нормальних умов. Унеможливлення перебування у межах деякої відстані до частин, які є під напругою, більшою ніж 42 вольт. Унеможливлення наявності напруги на доступних частинах систем за специфічних умов (вологість та ін.)	Захист проти електричних ризиків за всіх умов	Компоненти низьковольтних систем, включаючи розетки, високовольтні системи, освітлювальну апаратуру, електричну вбудовану апаратуру	Доступність частин, які знаходяться під напругою, геометрія тощо
Напруга електричної системи постачання сигналів дорожнього руху, освітлення дороги тощо	Унеможливлення наявності напруги на доступних частинах систем через дотик (прямий контакт людей) або удар (контакт транспортного засобу)	Те саме	Світлофор, сигнали керування переходом, табло для змінних повідомлень, датчики руху, контрольне обладнання, обладнання лінії, джерела енергії	Ізоляція, напруга, запобіжні пристрої

Таблиця 1.7 - Ризик нещасних випадків через вибух [4]

Причина	Вимоги до споруд в цілому		Вироби	Характеристики виробів
	функціональні	виконавчі		
Вибухи	Зниження ризику вибуху вогневих генераторів, комунікацій, витяжних труб, допоміжних паливних систем, димоходів, трубок, резервуарів та трубопроводів (труби) для вогнебезпечних газів та рідин	Забезпечення надійності при обслуговуванні та в разі пожежі	Труби, включаючи їх обладнання та з'єднання	Тиск, температура, щільність, опір до зовнішніх впливів
	Зниження ризику вибуху труб та з'єднання для вогнебезпечних газів	Забезпечення видимості, доступності, прийнятності з'єднань, їх вентиляції, відключення з безпечної позиції, запобігання електроіскрінню	Матеріал з'єднання	Щільність, розрядженість, міцність, гнучкість, тиск, внутрішній діаметр
Розриви	Відповідність проекту герметичності системи гарячої води	Забезпечення температури, ємності для зберігання, загальної конфігурації та умов безпечної роботи	Термостати, теплові запобіжники, температурні редуктори, вимірвальні прилади, клапани зменшення тиску, пульти	Надійність, чутливість, температура
	Відповідність проекту систем зберігання		Газгольдери, парові котли (бойлери), повітряний ресивер	Надійність, тиск
Вибухова атмосфера в спорудах (їх частинах)	Зниження ризику щодо вибухової атмосфери середовища	Вжиття запобіжних заходів щодо небезпечної та вибухової атмосфери	Контейнери, посудини, арматура, завантажувальне та розвантажувальне устаткування, з'єднання труб	Щільність, тиск, температура

Таблиця 1.8 - Ризик нещасних випадків через рух транспортних засобів [4]

Причина	Вимоги до споруд в цілому		Вироби	Характеристики виробів
	функціональні	виконавчі		
Буксування	Уникнення поранення чи смерті після буксування на дорозі (рух на велосипеді, мотоциклі, пересування в автомобілі чи автобусі або в будь-якому моторному транспортному засобі)	Обмеження слизькості дорожньої поверхні, рівність, дренаж води, структура	Матеріали, які використовуються для виконання дорожньої поверхні чи тротуару, а саме: камені для бруківки тощо. Дорожнє маркування, впускні отвори, люки тощо	Індекс полірованого каменю Опір буксуванню
Буксування та / або помилка керування	Уникнення раптової чи дезорієнтації через нерозбірливі чи помилково розміщені сигнали біля дороги чи над нею	Забезпечення видимості знаків за будь-яких погодних умов	Дорожні знаки, маркування дороги, включаючи гвіздки, оптичні керівні пристрої (стовпчики маркування, шевронна крива, описи, індикатори відстані тощо)	Колір Розмір (x / y координати) Яскравість, чіткість літер Відбиття
	Уникнення поранення або смерті на шляхах (рух на велосипеді, мотоциклі, пересування в автомобілі чи автобусі або в будь-якому моторному транспортному засобі)	Забезпечення безпеки дорожнього обладнання за всіх необхідних умов	Освітлювальні колони, стовпи, щогли, сигнальні вогні, стовпчики маркування	Безпека через піддатливість перешкоди. Ударна безпека, яку визначено через руйнівні випробування транспортного засобу (маса засобу, швидкість, кут, індекс безпечного прискорення) тощо
	Уникнення поранення або смерті внаслідок падіння зі схилу чи з мосту або внаслідок удару в перешкоду поруч з трасою чи в транспортний засіб з іншого боку розподільної смуги	Забезпечення бар'єрами відповідної висоти, ударної безпеки, опору пробиванню та рикошетними властивостями за всіх умов	Запобіжні огорожі, бар'єри, парапети мосту, подушки безпеки	Ударна безпека, визначена через руйнівні випробування транспортного засобу (маса засобу, швидкість, кут, динамічна деформація, індекс безпечного прискорення, межа поздовжнього ковзання, межа рикошету)

Для запобігання падінню при раптових суттєвих змінах в рівні підлоги чи тротуару наявні отвори в них мають бути закриті сітками чи ґратами. Висота поручнів, балюстрад, парапетів та інших подібних захисних пристосувань визначається відповідно до глибини можливого падіння.

Має бути встановлений також мінімальний рівень опору горизонтальному поштовху.

Для запобігання падінню через раптові зниження рівня підлоги необхідна наявність поручнів, балюстрад та парапетів, які мають характеризуватись:

- висотою над підлогою;
- можливістю подолання дітьми;
- розмірами отворів, які унеможливають застрягнення або провалювання в них дітей;
- стійкістю до горизонтального поштовху.

Ризик прямих впливів стосується поранення чи смерті користувачів, що перебувають всередині чи ззовні будівельного об'єкта, через випадкові чи невідповідні контакти (впливи, зіткнення) з будівельним об'єктом або його частинами (елементами).

Зокрема цей ризик стосується:

- контактів між користувачами та елементами або частинами будівельного об'єкта (двері, вікна тощо);
- контактів між користувачами та частинами будівельного об'єкта в результаті нещасних випадків (наприклад, провалювання скрізь слабкий елемент) чи специфічні обставини (наприклад, відмова освітлення);
- контактів користувачів з падаючими елементами, складовими частинами будівельного об'єкта;
- ризиків нещасних випадків у результаті руху транспортного засобу.

Характеристиками будівельних об'єктів чи їх елементів, які впливають на рівень ризику, є:

- геометричні параметри (наприклад, висота приміщення);
- наявність гострих чи ріжучих крайок;
- характер поверхонь (твердість, шорсткість тощо);
- реакція на удар (міцність, здатність перешкоджати проникненню падаючих людей чи елементів, крихкі властивості, розмір уламків тощо);
- сили, що можуть бути прикладені до користувачів будівельних об'єктів (наприклад, від автоматичних дверей). Рівень ризику прямих впливів залежить від наявності запобіжних пристроїв для обмеження чи попередження доступу до небезпечних елементів і може бути мінімізованим через вимоги до проекту будівельного об'єкта ніж до виробів.

Суттєвими характеристиками будівельних виробів є:

- для автоматичних виробів (наприклад, двері) - сила, прикладена до тіла, та характеристика запобіжних пристроїв;
- для дверей, балюстрад та вікон із склінням - визначеність геометрії скління та видимість прозорих перепон;
- для сходів, площадок, дверних прорізів - висота приміщення;

- для спіральних сходів - визначеність геометрії;
- для світильників - потужність та світлова продуктивність;
- для знаків запасних виходів - визначеність геометрії знаку, його видимість та чіткість;
- для коливальних дверей - визначеність геометрії прозорих елементів та їх видимість;
- для виробів, які викликають ризики нещасних випадків, - механічний опір та стійкість.

Вимога, яка є загальною для всіх будівельних виробів і має бути відображена у нормативних документах, пов'язана з виключенням ризику порізів від гострих крайок доступних виробів та зменшення ризиків контактів з потенційно небезпечними частинами виробів.

Ризик опіків може бути наслідком:

- контакту з гарячими частинами будівельного об'єкта чи обладнання;
- контакту через розпилення гарячих рідин або занурення в них;
- впливу випромінюючих джерел.

Ступінь одержаного опіку залежить від температури об'єктів чи середовища.

Вимогами безпеки щодо ризиків опіку є температурний критерій (поверхнева температура, температура рідин, температура випромінювання) і ступінь доступності небезпечних частин елементів будівельних об'єктів.

Пов'язані з ризиком опіків робочі характеристики будівельних об'єктів стосуються головним чином обладнання для обігрівання приміщень, зберігання та розподілення гарячої води та інших рідин. Беруться до уваги і деякі частини освітлювального обладнання, механічного чи електричного устаткування, які в нормальному чи аварійному режимах могли б спричинити опіки користувачам.

Засоби для зменшення ризику (огорожі, екрани, СИЗ) повинні обмежити можливість контакту з устаткуванням, знизити температуру будівельних конструкцій та температуру відповідних рідин.

У деяких випадках експлуатація будівельних об'єктів та обладнання не дозволяє зменшити ризики опіку. У цих випадках попередження ризику залежить від навчання користувачів і необхідного інструктажу.

Ризик електричного удару та електрошоку може бути наслідком:

- удару блискавки у будівельний об'єкт або у його користувачів;
- напруги систем електроживлення на частинах будівельного об'єкта, з якими можливий контакт його користувачів.

На ризик удару блискавки у будівельний об'єкт може впливати розташування і висота будівельного об'єкта стосовно оточення. [6]

Ризик того, що напруга системи електроживлення досягає частини будівельного об'єкта, з яким може контактувати користувач, залежить від власне проекту системи, рівня напруги та обставин експлуатації (наприклад наявність вологи). Для систем електропостачання з більш високою напругою ризик виникає також і на деякій відстані від частин системи під напругою.

Для запобігання ризику електричного удару блискавки будівельний об'єкт має бути забезпечений блискавко захисною системою, яка повинна містити пристрої перехвату, провідники розряду та заземлення.

Запобігання ризику електричного удару та електрошоку від напруги систем електроживлення із напругою, більшою ніж визначений рівень, досягається відсутністю контакту користувачів з системою або забезпеченням перебування їх на певній відстані від частин системи; від систем електроживлення сигнального обладнання для дорожнього руху та вуличних ліхтарів досягається заходами щодо відсутності контакту між користувачами доріг та частинами будівельних об'єктів, які є під напругою, або можуть потрапити під напругу (наприклад, через транспортні засоби). [6]

Для мінімізації ризиків електричних ударів від світлофору, сигналів переходу, змінних табло для повідомлень, датчиків руху, контрольного обладнання, обладнання лінії електропередачі та джерел енергії для дорожнього обладнання мають бути узгоджені рівні ізоляції та автоматичні запобіжники; безпечні рівні напруги.

Термін "*вибух*" означає ризики явищ, які є наслідком швидкої термічної чи хімічної реакції, так і розривів, з викидом із системи під тиском, що містить газ.

Ризик вибухів має розглядатись з двох точок зору. З одного боку ризиком для користувачів можуть служити комунальні будівельні об'єкти (лінії постачання палива, теплогенератори, обігрівачі та зберігаючи тепло засоби, устаткування під тиском). З іншого боку вибух може бути викликаний користувачами будівельних об'єктів через необережне поводження з вибухонебезпечними матеріалами.

Вимоги для зменшення ризику вибуху для користувачів у першому випадку стосуються експлуатаційної безпеки комунальних підприємств чи об'єктів і пов'язані з їх проектуванням та виконанням будівельних робіт.

У залежності від типу засобів обслуговування та тисків і температур будівельні матеріали, обладнання, засоби розподілення мають відповідати матеріалам (енергоносіям), які будуть зберігатися та транспортуватися.

Зйомні частини для з'єднань труб та інші з'єднання повинні гарантувати щільність у всіх робочих режимах.

Трубопроводи для вогнебезпечних матеріалів та матеріалів вибухового характеру мають бути обладнані перериваючим пристроєм чи вимикачем на безпечній відстані від місця вводу.

Для запобігання вибуху під дією надмірного тиску чи температури мають бути передбачені засоби обслуговування, які обмежують чи зменшують тиски та температуру, або переривають, виключають чи автоматично зупиняють відповідні засоби обслуговування чи лінії постачання.

Якщо використання ліній постачання веде до ризику вибуху, засоби обслуговування необхідно розмістити та обладнати так, щоб захистити навколишнє середовище відповідно до вимог нормативних документів категорії А. У разі неможливості запобігання розвитку небезпечної та вибухової

атмосфери через витік газів, парів, туману чи горючого пилу через місцеві чи експлуатаційні умови слід передбачити заходи безпеки.

Одним із заходів безпеки може бути використання матеріалів, які не сприяють накопиченню статичної електрики і задовольняють вимогам вибухової безпеки.

При формулюванні вимог стосовно вибухової безпеки окремих будівельних виробів необхідно брати до уваги нормативні документи щодо:

- посудин, що знаходяться під тиском (труби, котли тощо);
- електричного обладнання для експлуатації у потенційно вибуховому середовищі;
- електричного обладнання для експлуатації у потенційно вибуховій атмосфері із застосуванням деяких типів захисту;
- електричного обладнання для експлуатації у потенційно вибухових середовищах у шахтах з наявністю рудникового газу;
- устаткування, що працює на газовому паливі.

Ризик нещасних випадків через рух транспортного засобу (табл. 1.8) є результатом експлуатації будівельних об'єктів людьми, що керують транспортними засобами.

Ризик залежить від стану поверхні для руху, характеристик транспортного засобу, навичок водія, ефективності знаків та маркування, придатності захисних огорож та іншого обладнання.

Транспортні засоби можуть:

- з'їхати до кювету через незахищені боки узбіччя дороги чи впасти з мосту та ін.;
- зіштовхнутися з дорожнім обладнанням, бар'єрами чи перешкодами поруч з дорогами;
- зіштовхнутися з засобами транспорту, що рухаються з іншого боку розподільної межі;
- перекинутися або втратити стійкість з ризиком поранення людей.

Робочі характеристики будівельних об'єктів включають обмеження слизькості поверхні для руху, забезпечення зручного розташування, видимості і чіткості знаків для дорожньої безпеки, маркувань та іншого дорожнього обладнання для різних умов, включаючи різноманітну погоду.

Для попередження ударів транспортних засобів безпеку має забезпечити дорожнє обладнання (пасивна безпека).

Слизькість поверхні для руху залежить від використаних матеріалів і технології їх застосування (складові, процедури укладання, фарби, пластикові композиції, обв'язувальні смуги, головки дорожніх гвіздків) для розмічання доріг. [5]

Постійне дорожнє обладнання (стовпи, освітлювальні колони, щогли, стояки, стовпчики розмічування) має бути випробуване ударним навантаженням.

Параметри для випробувань (маса транспортного засобу, швидкість руху, характеристика удару, пов'язана з точкою та кутом контакту, індексом значущості прискорення тощо) мають бути гармонізовані щодо визначення, способів вимірювання або обчислення.

Системи захисту, які зменшують ризик падіння з мосту чи схилу та ризик удару в перешкоду чи в інший транспортний засіб, включають: запобіжні огорожі та бар'єри зі сталі, бетону чи пластика; аварійні подушки безпеки; парапети. Системи захисту повинні випробовуватись на дію ударних навантажень з урахуванням: маси транспортного засобу; швидкості руху (удару) транспортного засобу; кута між транспортним засобом та допоміжним пристроєм; динамічної деформації запобіжного пристрою; індексу безпечного прискорення, межі поздовжнього сковзання і рикошету.