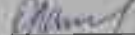


ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач випускової кафедри

 / О.І. Лапенко

"11" листопада 2022 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

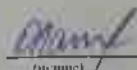
ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР

ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 192 «БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ»
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА
«ПРОМИСЛОВЕ І ЦИВІЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО»

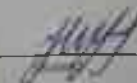
Тема: «Напружено-деформований стан двотаврових колон із боковими порожнинами заповненими бетоном в каркасі промислової будівлі»

Виконавець: студент гр. ЦБ-204М Сулява Тарас Юрійович 
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: Махінько Наталія Олександрівна 
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я)

Консультант розділу «Охорона праці»:  Федина В.П.
(підпис) (ПІБ)

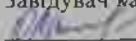
Консультант розділу

«Охорона навколишнього середовища»:  Радомська М.М.
(підпис) (ПІБ)

Нормоконтролер:  Родченко О.В.
(підпис) (ПІБ)

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет архітектури, будівництва та дизайну
Кафедра комп'ютерних технологій будівництва
Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
Освітньо-професійна програма: «Промислове і цивільне будівництво»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
 О.І. Лапенко
« 23 » _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ на виконання дипломної роботи

Сулява Тарас Юрійович
(П.І.Б. випускника)



- Тема роботи «Напружено-деформований стан двотаврових колон із боковими порожнинами заповненими бетоном в каркасі промислової будівлі» затверджена наказом ректора від « 20 » вересня 2022р. № 1583/ст.
- Термін виконання роботи: з 29.08.22 по 19.11.22.
- Вихідні дані роботи: Запроектувати промислову будівлю, розміри в плані 24.0м x 60.0м, висота 16.4 м. Призначення будинку та технологічна потужність: склад, площею забудови – 1440 м². Конструктивна система будівлі – колонна, об'єкт типу фундаменту. Матеріал головних конструкцій – бетон класу C20/25; C25/30, стрижньова арматура класу А240С, А400С, сталь.

4. Зміст пояснювальної записки:

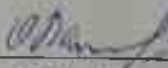
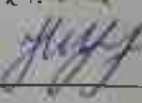

Реферат	3
4.1. Науково-дослідницька частина	5
4.2. Проведення і опис випробувань	25
4.3. Архітектурний розділ	60
4.4. Розрахунково-конструктивний розділ	70
4.5. Охорона праці	86
4.6. Охорона навколишнього середовища	93
Висновок	
Список використаної літератури	102
Додаток. Креслення	112

5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: таблиці, рисунки, діаграми, графіки.

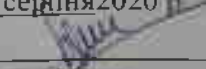
6. Календарний план-графік

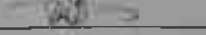
№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1.	Науково-дослідницька частина: проведення огляду експериментально-теоретичних досліджень з розрахунку міцності напружено-деформованого стану двотаврової колони із боковими порожнинами заповненими бетоном	Вересень 2022– Жовтень 2022	
2.	Розробити об'ємно-планувальні рішення будівлі, конструктивну форму, архітектурно-конструктивні рішення, основні будівельні конструкції.	Вересень 2022– Жовтень 2022	
3.	Виконати розрахунок та конструювання фундаменту та конструювання залізобетонної колони - стійки.	Жовтень 2022– Листопад 2022	
4.	Оцінити інженерно-геологічні умови майданчика, визначити глибину закладання фундаментів	Жовтень 2022– Листопад 2022	

7. Консультація з окремих розділів:

Назва розділу	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	К.Т.Н Федина В.ІІ.		
Охорона навколишнього середовища	К.Т.Н Радомська М.М.	17.10.22 	14.11.22 

9. Дата видачі завдання: «29» серпня 2020 р.

Керівник дипломної роботи: 

Завдання прийняв до виконання: 

Махінько Н.О

Сулява Т.Ю

РЕФЕРАТ

У дипломній роботі наводиться огляд літератури, де представлені результати і процес проведення дослідів з двотавровими колонами із боковими порожнинами заповненими бетоном і їх напружено-деформований стан. Переваги та недоліки залізобетонних конструкцій. Було досліджено впливу клейового з'єднання бетонної та сталеві частин сталезалізобетонних елементів на їх несну здатність. Проаналізовано розвиток тріщиноутворення в бетоні та пластичних властивостей сталеві частини.

Вступ

Останнім часом будівництво потребує створення нових прогресивних несучих конструкцій або раціоналізації вже відомих конструкцій з метою зниження витрат, матеріаломісткості та трудомісткості при зведенні будівель і споруд. Сьогодні цим вимогам повністю відповідають залізобетонні конструкції, де найбільш раціонально поєднуються сталь і бетон. Однак розробники цих структур стикаються з проблемою забезпечення сумісної роботи компонентів. При реконструкції залізобетонних конструкцій і монтажі анкерних болтів все більш поширеним стає використання клеїв для забезпечення функції з'єднання бетону і сталі. Найбільш ефективними в цих випадках виявилися акрилові клеї. Так, в ряді традиційних залізобетонних конструкцій замість анкерних засобів використовувалися клеєні з'єднання на його основі.

Залізобетонні конструкції широко поширені в усьому світі, значний досвід вивчення та впровадження залізобетонних конструкцій накопичено в нашій країні. Найбільшого поширення набули конструкції із зовнішнім армуванням (трубобетон, блокові конструкції), особливістю яких є те, що під час навантаження в бетоні виникає об'ємний напружений стан. Для підвищення техніко-економічної ефективності конструкцій у багатьох випадках можуть застосовуватися й інші конструктивні рішення, що дозволяють істотно спростити технологію виготовлення окремих несучих елементів і конструкцію всієї конструкції. Такі конструкції являють собою стислі елементи зі складених сталевих двотаврових балок із бічними порожнинами, заповненими бетоном. Ці конструкції мають значні переваги при проектуванні та будівництві різноманітних будівель і споруд. Тому дослідження міцності та деформування елементів сталевих композиційних двотаврів із бічними пустотами, заповненими бетоном, та розробка методики їх розрахунку є актуальним. Асортимент залізобетонних, залізобетонних та інших композитних конструкцій з кожним роком розширюється, тому що складна економічна ситуація вимагає

мінімізації витрат, зниження матеріаломісткості та трудомісткості при зведенні будівель і споруд. З моменту формування власного класу конструкції шляхом постійного вдосконалення залізобетон і сьогодні повністю відповідає цим вимогам, оскільки дозволяє найбільш раціонально поєднувати сталь і бетон, використовуючи їх окремо в розтягнутих і стиснутих площах поперечного перерізу. . Однак розробники цих структур неодноразово стикаються з проблемою забезпечення сумісної роботи їх компонентів. Останнім часом набуло поширення використання клеїв при виготовленні та реконструкції несучих композитних конструкцій для забезпечення сумісної функції сталі та бетону (в тому числі у вигляді мобільної бетонної суміші). Найбільш ефективні в цих випадках акриловий і епоксидний клей. Проте досвід їх застосування показав ряд недоліків улаштування клеєних з'єднань, зокрема утворення пустот на поверхні контакту між сталлю та бетоном. Тому необхідно знайти шляхи усунення факторів, що знижують міцність клейових з'єднань сталі зі свіжоукладеною бетонною сумішшю.

Мета та завдання дослідження. Метою роботи є перевірка експериментальних і теоретичних досліджень з розрахунку на міцність згинальних елементів із сталевих двотаврових балок з пустотами, заповненими бетоном шляхом склеювання.

РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

1.1 Сталезалізобетонні конструкції: історія, види, сумісна робота їх переваги та недоліки

Термін «залізобетонні конструкції із зовнішнім армуванням» є загальним терміном, який об'єднує різні напрямки будівництва даного типу конструкцій: збірні (комплексні), залізобетонні, трубобетонні, залізобетонні та ряд інших [67]. Стрічка і плита на початку впровадження залізобетону не використовувалися як зовнішня арматура, оскільки їх контактні зв'язки з бетоном ще не були вирішені. Інженерна думка була зосереджена на пошуку самоанкерної арматури в бетонній масі: залізобетонних конструкцій зі стрижневою та дротяною арматурою різних типів профілів, а також армованих пучками канатів і так званих несучих жорстких конструкцій і трубної арматури. . Цей вид армування називають зовнішнім, а конструкції – залізобетонними, прутковими, залізобетонними. Основним матеріалом залізобетонних конструкцій є бетон, пруткова, стрічкова, листова і профільна сталь. Економічна ефективність залізобетонних конструкцій зростає завдяки використанню високоміцного бетону і сталі зі збільшенням частки арматури. В даний час залізобетонні конструкції, що представляють собою комбінацію профільної сталі, стрижневої арматури і бетону для їх спільної експлуатації, знайшли широке поширення в усьому світі. Це пояснюється їх високою техніко-економічною ефективністю. Залізобетонні конструкції найкращим чином відповідають конкретним вимогам, що виникають при будівництві того чи іншого об'єкта, і дозволяють досить легко вирішувати складні інженерні завдання. Виготовлення залізобетонних конструкцій не вимагає спеціального обладнання. Для виготовлення залізобетонних конструкцій можна з успіхом використовувати існуючі системи залізобетонних конструкцій або виготовляти їх на місці. Такі конструкції бажано заливати бетононасосом. Цей метод має практичне застосування в Україні та за кордоном – у Німеччині,

Китаї, Японії. Вимоги технологічного процесу виробництва практично не обмежують області застосування залізобетону, який може добре працювати в складних температурно-вологісних умовах, в агресивних середовищах, при великих прольотах будівель і споруд і з будь-яким типом виробничого обладнання. де застосування звичайного залізобетону ускладнено. Ефективне та надійне використання залізобетонних конструкцій у сейсмонебезпечних районах. Теоретичні та експериментальні дослідження підтвердили надійність і економічність залізобетонних конструкцій при тривалих, постійних і короткочасних навантаженнях. Як уже було сказано, залізобетонні конструкції знайшли широке застосування в будівництві, завдяки високій міцності, хорошему зчепленню бетону з арматурою та антикорозійному захисту. За рахунок застосування прокату в залізобетонних конструкціях урізноманітнюються перерізи і розширюється область застосування цих конструкцій в будівництві.

У той же час в залізобетоні знаходять нові, відмінні від звичайного залізобетону. З корисних властивостей варто відзначити створення в бетоні напруженого стану, відмінного від лінійного, а з негативних - необхідність використання в деяких випадках різних анкерних пристроїв для забезпечення спільного функціонування бетону і сталі. На цьому етапі було розроблено низку конструкцій, які посилені таким чином, що під час стиснення в бетоні створюється складний стан напруги. Їх можна поділити на дві великі групи: I. Конструкції, в яких складний напружений стан створюється гнучкою бічним підсиленням, що не сприймає поздовжніх зусиль. Це елементи, посилені звичайними і напруженими спіралями, часто з 26 кронштейнами, поперечними решітками. У залізобетонних конструкціях такі розчини застосовують рідко. II. Конструкції, посилені жорсткою арматурою таким чином, що ця арматура може поглинати поздовжні сили і водночас створювати об'ємне напруження в бетоні, тим самим збільшуючи його несучу здатність. Об'ємний напружений стан в бетоні в основному

зустрічається в трубчастих бетонних конструкціях. Головна умова – жорстка арматура повинна мати закритий профіль. Залізобетонні конструкції широко поширені в усьому світі. Вже доведено, що їх можна раціонально використовувати для створення великих прольотів (плит, балок, фрамуг, ферм тощо), в інженерних спорудах. Перерізи таких конструкцій можуть бути найрізноманітнішими. При використанні залізобетонних конструкцій зменшується маса будівель, дуже часто можна обійтися без опалубки і вбудованих деталей. Такі конструкції мають масу переваг, головна з яких – відсутність опалубки, можливість виготовлення складних конструкцій, в яких залізобетон і сталевий профіль працюють разом.

Історія залізобетону - Залізобетонні конструкції з'явилися пізніше сталевих і раніше залізобетону. Будівельники кінця 19 століття вважали, що залізні балки, оштукатурені бетоном (для підвищення стійкості до вогню та корозії або з причин статички), мають підвищену жорсткість і міцність. Це було експериментально підтверджено випробуваннями, проведеними в Англії в 1923 році. Вітчизняні мостобудівники також відзначали, що при наявності монолітного настилу, розміщеного на верхніх полицях сталевих балок, фактичні прогини і напруги значно менше розрахункових. У 1929 році Кохі і Скотт в Англії і в 1939 році Фрейзіне у Франції вперше прокоментували можливість використання спеціальних кріплень для забезпечення спільної функції залізобетону і сталі. У 1939 році в Швейцарії були запатентовані балки системи «Альфа», в яких взаємодія сталі і залізобетону забезпечувалося спіралями, привареними до верхньої полиці сталевій балки. Перші залізобетонні мости системи «Альфа» були побудовані в Нью-Йорку та Швейцарії. У роки Великої Вітчизняної війни і післявоєнні роки для з'єднання залізобетонної частини зі сталевією балкою використовувалися гнучкі опори у вигляді швелерів і двотаврових балок, а також різні конструкції жорстких опор і стрижневих

анкерів. Роками використовувалися ґратчасті залізобетонні системи пост-натягу, в яких залізобетонні плити, з'єднані з верхнім поясом ферм, виступали як єдина конструкція. Застосування такої системи, а саме: поєднання залізобетонних верхніх та нижніх поясів, дозволив розширити прольоти залізобетонних мостів до збільшення. Розвиток залізобетонних мостів пов'язаний із застосуванням подібних конструкцій у багатьох сферах будівництва. У будівництві сільськогосподарських споруд широко використовуються залізобетонні кроквяні ферми, що складаються з 12 залізобетонних елементів стиску (верхні пояси і елементи обрешітки) і гнучких натягнутих елементів (нижні пояси і елементи обрешітки). Досить ефективними є дані Г.Д. Попова 1958 р. багатопролітні залізобетонні перекриття.

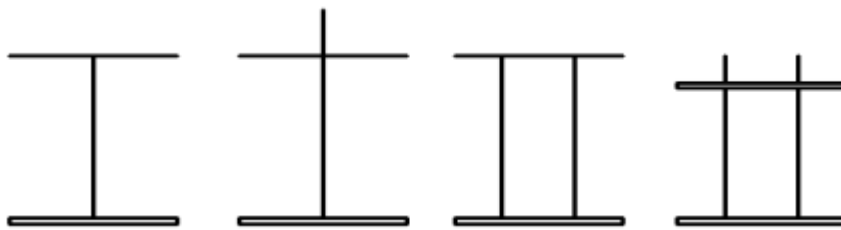


Рис. 1.1 Сталелізобетонні конструкції складовим елементом яких є сталевий профіль розташований поза залізобетонної частини конструкції.

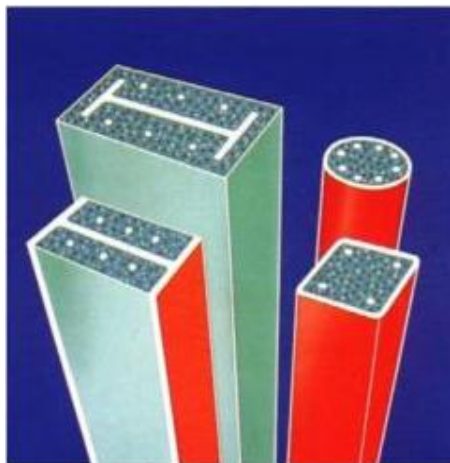


Рис.1.2 Різні типи сталезалізобетонних колон

Властивості залізобетонних конструкцій забезпечуються спільною роботою

сталевих і залізобетонних частин. Виняток зміщення в зоні контакту компонентів при виникненні навантажень забезпечується адгезійними властивостями, тертям і зачепленням кріплень. Останні можуть бути виконані у вигляді жорстких і гнучких упорів, анкерів. Жорсткі упори призначені для згинання. При цьому в бетоні створюються деформації стиснення, які розподіляються рівномірно, на відміну від гнучких упорів, які працюють переважно на вигин. Анкери призначені для передачі розтягуючих навантажень, що виникають в конструкції. Існує ще один вид з'єднання, прикладом якого може служити сталевий лист з тисненням. Такий сполучний елемент забезпечує передачу поперечних зусиль за рахунок зачеплення сталевих елементів з бетоном і за рахунок тертя. Способи з'єднання сталевих і залізобетонних деталей можуть бути запатентовані, застосовуватися конкретним підприємством (організацією) і конструктивно використовуватися. Перші є власністю виробника залізобетонних конструкцій, і принцип їх дії повністю не розкритий, другі – це всі види анкерів і опор. Ефективна робота залізобетонних конструкцій залежить від різних видів і розмірів навантажень, форми і розмірів залізобетонних і сталевих елементів, деформаційних і міцнісних властивостей використовуваних матеріалів, послідовності робіт і інших факторів. До набуття бетоном монолітної конструкції певної міцності всі навантаження (від ваги залізобетону і власної ваги, монтажного обладнання) припадають на сталеві елементи. Після схоплення бетону і з'єднання елементів навантаження відчуває вже вся конструкція в цілому.

Переваги та вразливі місця

Основний конструктивний принцип (поєднання функцій елементів, що відрізняються за структурою, формою та іншими властивостями) повністю і успішно реалізується в залізобетонних конструкціях завдяки поєднанню властивостей сталі і бетону. Одним з найпоширеніших застосувань цих конструкцій є покрівля важких промислових і громадських будівель. Ці плити

виготовлені з профільованого листової сталі, яка служить незнімною опалубкою для монолітного бетону. Такі конструкції, як трубчасті бетонні колони та поперечні балки, стають все більш поширеними. Залізобетонні конструкції настільки ефективні і мають стільки переваг перед залізобетоном і сталлю, що сфера їх застосування з кожним роком розширюється.

Серед переваг цих конструкцій можна назвати, наприклад, зниження витрати сталі і, відповідно, зниження собівартості; велика жорсткість; менша вага; Простота підключення вузлів. Крім того, їх вогнестійкість набагато вище, так як завдяки бетону відбувається зниження температури, що захищає сталевий елемент від перегріву і не знижує його несучу здатність. А завдяки тому, що конструкції виготовляються на заводі, значно скорочується час монтажу та зменшується залежність складання від погодних умов, що економить робочий час. Ще однією перевагою є висока вантажопідйомність. Це можна розглянути на прикладі залізобетонної та залізобетонної колони діаметром 60 см: несуча здатність чотириметрової залізобетонної колони становить близько 6000 кН, а залізобетонна колона має несучу здатність до 32000 кН, тобто в 5,33 рази більше. Якщо, наприклад, порівняти сталеву та залізобетонну стелю, то економія сталі при однаковому сприйнятті навантаження становить приблизно 15% для залізобетонної конструкції.

Практичне використання сталезалізобетонних конструкцій виявило їх переваги порівняно з традиційними.

- зменшена вага конструкцій порівняно із залізобетонними;
- підвищена жорсткість порівняно з металевими конструкціями;
- Зниження витрат сталі в порівнянні з металоконструкціями;

Ефективність використання залізобетонних конструкцій залежить від виду і величини навантаження, геометрії залізобетонних і залізобетонних частин, характеристик міцності і деформативності матеріалів, а також від процесу виконання робіт.

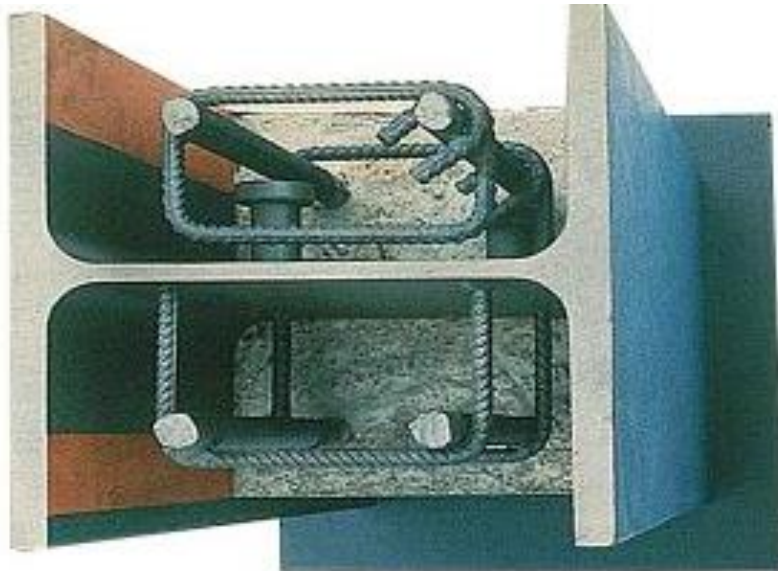


Рис.1.4 Розріз сталезалізобетонної колони.

До недоліків сталевих і залізобетонних конструкцій можна віднести те, що внаслідок все ще відмінних фізико-хімічних властивостей сталь і бетон повинні розташовувати між собою кріплення. Також можуть виникати специфічні ефекти від зміни температури, повзучості та усадки бетону. І, звичайно, розрахунок таких конструкцій більш складний. Розрахунок повинен враховувати поетапність робіт, зміщення різнорідних матеріалів в зоні зіткнення та інші специфічні фактори.

Проте практика експлуатації залізобетонних конструкцій дала змогу виявити деякі їх недоліки: - необхідність використання кріпильних елементів; - Виникнення специфічних дій внаслідок температурних коливань, а також усадки і повзучості бетону; Важливо також відзначити, що розрахунок на міцність і жорсткість для цих конструкцій є складним, оскільки необхідно враховувати двостадійність роботи конструкції, виникнення тріщин і зміщення різнорідних матеріалів по поверхні контакту. .

Однак, незважаючи на всі перераховані вище недоліки, міцність і надійність

залізобетонних конструкцій, а також їх економічна вигода, яка проявляється вже на етапі монтажу, а пізніше – в процесі безремонтної експлуатації, безсумнівно змушують прийняти рішення саме на свою користь.

1.2 Застосування клейових з'єднань в будівництві і доцільність їх використання .

Склеювання металевих, бетонних і залізобетонних конструкцій є найважливішою і найбільшою сферою застосування клеїв. Такі клейові з'єднання повинні мати високу міцність і довговічність в різних кліматичних умовах. У деяких випадках склеювання є єдино можливим способом з'єднання. Мінеральні та органічні (природні) клеї здавна використовуються для з'єднання каменю, цегли, дерева, паперу, картону, облицювальних плит для стін і підлоги та інших матеріалів. До них додавали органічні добавки для поліпшення адгезійних властивостей будівельного розчину (мінерального клею). З появою високоміцних синтетичних клеїв з'явилася можливість використовувати їх для з'єднання несучих конструкцій, здатних витримувати значні статичні, динамічні, вібраційні та інші навантаження. Такі клеї забезпечують достатню тепло-, вогне- і морозостійкість клеєних з'єднань. За допомогою епоксидних, поліефірних, поліуретанових та інших клеїв стало можливим ремонтувати та зміцнювати несучі конструкції з різних матеріалів у промисловому, цивільному, гідротехнічному та транспортному будівництві. Клеї забезпечують повноцінний комплекс структурних властивостей, дозволяючи при цьому істотно поліпшити техніко-економічні показники, в першу чергу знизити трудомісткість робіт. Велике значення в будівництві також має можливість використання клейових матеріалів у серійному виробництві, що зумовлює їх високу економічну ефективність. Кожна тонна полімерного клею виділяє 4,5 тонни металу або 1,8 тонни кріплення [36]. Питома трудомісткість виготовлення клеєних з'єднань в 1,6-2,2 рази менше, ніж традиційних різьбових з'єднань, що дає можливість

прямої економії праці 6-11 тис. людино-годин на тонну клею. Тому при будівництві, експлуатації та реконструкції промислових підприємств монтажні роботи необхідно проводити на новозбудованих та існуючих фундаментах обладнання, технологічних ліній та іншого 28 допоміжного обладнання. Тому важливо застосовувати раціональні способи кріплення технологічного обладнання до фундаментів, бетонних або залізобетонних конструкцій, оскільки щорічно для цих цілей використовуються мільйони анкерів. Особливо це стосується металургійної, машинобудівної, гірничодобувної, хімічної та деяких інших галузей промисловості. За хімічною природою клеї поділяють на природні та синтетичні [36]. До перших належать тваринні, рослинні та мінеральні (за походженням); до інших - неорганічні (керамічні, силікатні, цементні) і полімерні, тобто, згідно з термінологічними рекомендаціями, еластомерні (в залежності від умов затвердіння - вулканізуються і самовулканізуються) і пластомери (термопластичні і термореактивні), а також комбіновані клеї. матеріалів. Товарний вид останніх - тверді, пастоподібні та рідкі клеї - визначає вибір як обладнання для нанесення клею, так і основних технологічних параметрів процесу його використання. До робочих параметрів відносяться умови затвердіння (температура процесу) і стійкість клейових з'єднань до механічних і агресивних (вода, температура, активні середовища) впливів. Сфери застосування клеїв визначаються такими властивостями клеїв, як їх композиційність і життєздатність. Акриловий клей є відносно новим будівельним матеріалом. Розробці композицій, а також вивченню фізико-механічних, фізико-хімічних, технологічних властивостей і довговічності акрилових клеїв присвячені праці М. С. Золотова [36] і Л. Н. Шутенко. В якості сполучного використовується акрилова смола рідкопорошкового типу холодного твердіння. Порошковий компонент (полімер) - це високомолекулярна речовина, що представляє собою суспензійний полімер на основі метилметакрилату.

У таблиці 1.1 наведені порівняльні властивості акрилового та епоксидного клеїв

згідно з дослідженнями вищевказаних авторів.

Таблиця 1.1 – Фізико-механічні характеристики акрилового і епоксидного клеїв

Вид клею	Межа міцності МПа			
	При стисненні	При розтягу	При згині	При зміщенні
Акриловий	55...80	13..15	34..39	21..30
Епоксидний	50...60	7..9	35..37	23..25

З таблиці 1.1 видно, що акриловий клей має високі міцнісні властивості порівняно з епоксидним клеєм. При цьому міцність його може сильно відрізнятися. Виходячи з вищесказаного, можна підібрати економічний клейовий склад з мінімальною витратою акрилового полімеру. Утворення клейової лінії відбувається в два етапи: міграція молекул клею до поверхні підкладки за рахунок мікроброунівського руху; Сорбційна, завдяки якій клей закріплюється на поверхні основи шляхом утворення різноманітних зв'язків. Одне з основних правил теорії адсорбції, виведеної Де Брієном, говорить, що для склеювання матеріалів необхідно використовувати клей, який змочує поверхню цього матеріалу, тобто полярні клеї склеюють полярні матеріали, неполярні клеї - неполярні. Як показали експериментальні дані, при розриві з'єднань акрилових клеїв бетонних і залізобетонних елементів відбувається руйнування бетону. При склеюванні більшості металів руйнування змішане. Тому можна вважати, що природа сил, відповідальних за адгезійну і когезійну міцність, однакова. В основному це міжмолекулярні та хімічні сили.

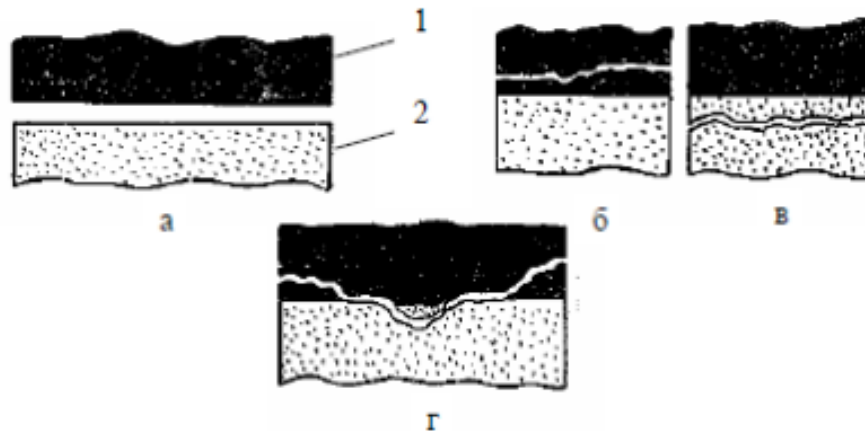


Рисунок 1.6 – Види руйнувань адгезійних з'єднань: а – адгезійне; б, в – когезійне; г – змішане; 1 - адгезив; 2 – субстрат

Руйнування стиків бетону і металу з бетоном у разі поверхневого склеювання проводили на бетоні. Акрилатні клеї [36] є альтернативним матеріалом, який дозволяє з'єднувати бетонні та залізобетонні елементи максимально швидко та якісно з мінімальними трудовитратами.

1.3 Переваги та обмеження клейового склеювання

Тепер ви знаєте, що використання клейового склеювання значно зросло в промисловості у другій половині двадцятого століття привели до технологічного прогресу в матеріалознавстві та хімії та набули популярності завдяки важливим перевагам над іншими усталеними процесами з'єднання. Найважливішими з них є класичні процеси з'єднання, засновані на процесах зварювання та пластичної деформації, і щоб зрозуміти, чому та де сьогодні використовуються клеї, ми повинні спочатку розглянути деякі особливості, пов'язані з цими процесами з'єднання. Ми почнемо з обговорення зварювання — дуже ефективною та недорогою технологією з'єднання металевих конструкцій високої міцності, яка потребує використання великої кількості тепла (або енергії) для з'єднання основи та наповнювача. Саме це надходження тепла піддає з'єднані матеріали впливу великих температурних градієнтів, які можуть значно змінити їх структуру та механічні властивості та серйозно спотворити зварну конструкцію. Насправді

забезпечити зварному з'єднанню міцність, порівнянну з міцністю основного матеріалу, досить складно, а багато металевих сплавів взагалі непридатні для зварювання. Висока температура також не дозволяє використовувати зварювання в деяких специфічних ситуаціях, наприклад, поблизу композитів або полімерів через низьку термостійкість цих матеріалів. Крім того, багато процесів зварювання не застосовуються там, де простір дуже обмежений або де геометрія складна, і часто вимагає додаткової роботи для покращення зовнішнього вигляду зварного шва. Після зварювання зварне з'єднання необхідно покрити захисним шаром (наприклад, ґрунтовкою або антиокислювальним покриттям) для запобігання корозії. Для з'єднання методом пластичної деформації не потрібні дуже високі температури, як при зварюванні, оскільки тут використовуються спеціально розроблені високопродуктивні інструменти, які деформують листи і стискають їх у міцне з'єднання. Однак геометрії з'єднань, які можна створити пластичною деформацією, досить обмежені. Великі пластичні деформації, що застосовуються до металу, призводять до значної концентрації напруги по всій конструкції, що може призвести до раннього руйнування. Зверніть увагу, що методи пластичної деформації також зазвичай вимагають додаткових операцій для видалення гострих країв, які є побічним продуктом процесу з'єднання. Нарешті, у сферах застосування покриттів, таких як техніка зварювання, часто використовується додатковий матеріал, щоб уникнути корозії матеріалів, які з'єднуються. Навпаки, склеювання вважається більш м'яким методом з'єднання, який не потребує високих температур і механічних навантажень, які виникають при зварюванні та з'єднанні пластичною деформацією. Це означає, що клеєні з'єднання забезпечують більш рівномірний розподіл напруги. Оскільки ця технологія також використовує клей для склеювання, різномірні матеріали можуть бути склеєні разом, що робить її особливо придатною для легких багатоматеріальних конструкцій, які сьогодні широко поширені в автомобілебудуванні. Завдяки гнучкості клею та чудовим амортизаційним

властивостям це єдиний спосіб склеювання, який дозволяє склеїти скляні панелі (наприклад, лобове скло) і забезпечити цілісність. Крім того, він використовується у втулці фланця для забезпечення цілісності конструкції та як водонепроникний бар'єр для запобігання корозії. Однак не слід забувати, що клейове з'єднання відносно нове, тому процес з'єднання все ще знаходиться на стадії розробки. Постійно з'являються нові клеї та технології склеювання, що призвело до появи інноваційних продуктів із функціями та можливостями, які неможливо було уявити лише кілька десятиліть тому. Візьмемо, наприклад, транспортний сектор, де дизайнери постійно шукають новітні технології підключення, які пропонують легку конструкцію, необхідну для відповідності нормативним вимогам, які вимагають більшої енергоефективності. Але використання клеїв не обмежується транспортною галуззю. В даний час клеї широко застосовуються в цивільних цілях, для склеювання підлог і дахів, для кріплення елементів конструкцій. Гнучкість клеїв дозволяє адаптуватися до теплового розширення конструкцій у різні пори року,

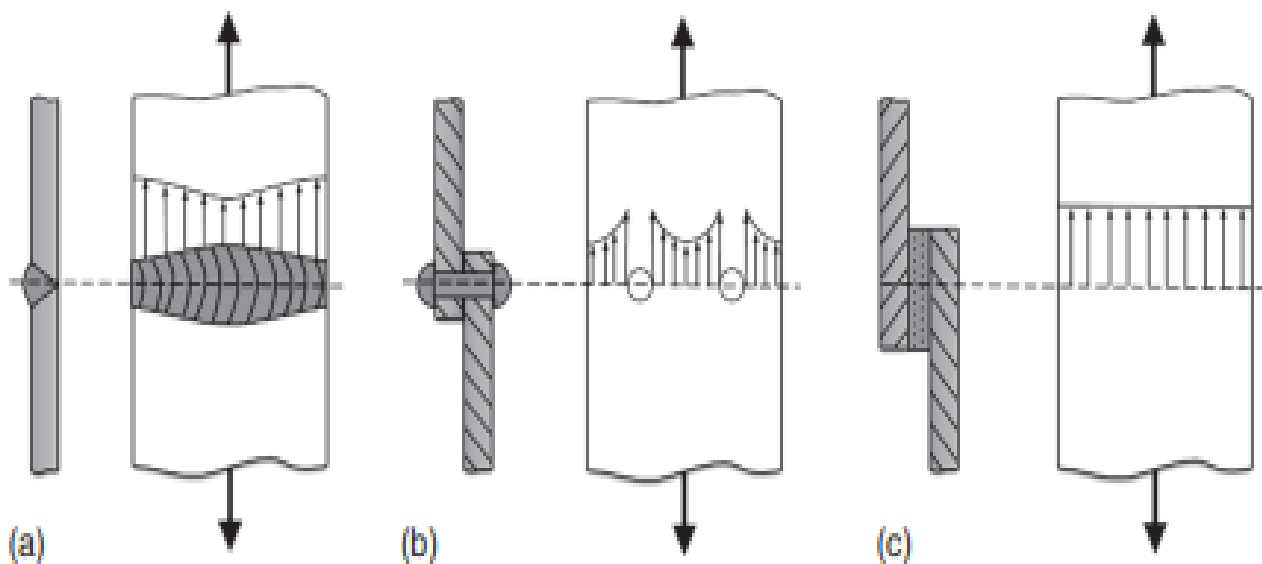


Рисунок 1.7 Розподіл напруги як функція зварювання (а), заклепки (b) і з'єднання (c) технології.

Зауважте, однак, що багато хто в галузі все ще підозрює склеювання, помилково

припускаючи, що ця техніка не може забезпечити механічне склеювання, яке можна порівняти з іншими усталеними методами з'єднання. Таким чином, склеювання є зрілою, ефективною та унікальною технологією склеювання, яка дозволяє створювати високоефективні та високоефективні продукти.

При правильному використанні клейове з'єднання може:

- Забезпечити більш рівномірний розподіл напруги (рис. 1.7);
- Зменшити концентрацію напруги (точки, що представляють високий рівень напруги), оскільки з'єднання повністю безперервне;
- Дозволити будівництво легких конструкцій;
- Підвищена стійкість до втоми;
- забезпечення більшої гнучкості процесів проектування та виробництва;
- Вони дозволяють з'єднувати широкий діапазон матеріалів, включаючи різномірні матеріали;
- Нанесення на великі площі, покращуючи розподіл напруги та структуру жорсткості;
- Забезпечують хороші антивібраційні властивості;
- Вони забезпечують поєднання властивостей з'єднання та ущільнення в одній з'єднувальній лінії;
- Запобігання пошкодженню волокна в наскрізних композитах;
- Переконайтеся, що між частинами, які потрібно склеїти, немає прямого контакту, щоб уникнути корозії;
- Забезпечувати електричну/теплопровідність або ізоляцію;
- Впровадити в повністю автоматизований процес.

Проте є деякі важливі обмеження, про які слід знати, коли мова йде про клеєні з'єднання

використовувати, наприклад:

- Вимога ретельного та відповідного вибору обробки поверхні, особливо для полімерних клеїв. Як ми побачимо, неправильна підготовка поверхні може

сильно вплинути на міцність з'єднання;

- Низька міцність на розрив і розрив. Розщеплення відбувається, коли напруга зосереджена на одному краї суглоба, тоді як протилежна сторона залишається в основному ненапруженою. Це створює ефект відкриття шва, ніби ми вставляємо лом у край шару клею. Завдяки цьому ефекту важеля навантаження на клей є максимальним у зоні навантаження на зазор і мінімальним на протилежній стороні кінця з'єднання. Саме ця концентрація напруги призводить до дуже низької сили розщеплення. Сили відриву зосереджені вздовж тонкої лінії на краю клею і можуть виникнути лише там, де підкладка є гнучкою.

- Найочевиднішим прикладом низької міцності клеїв на розрив є клейка стрічка. Якщо ми наклеїмо стрічку на рівну поверхню, ми побачимо, що її дуже важко видалити, якщо її потягнути в напрямку, паралельному поверхні. Однак, якщо ми потягнемо край стрічки перпендикулярно до поверхні, ми змусимо стрічку дуже легко відірватися. У цьому випадку навантаження, яке ми прикладаємо, зосереджене саме на цій і так невеликій площі. Схематично ці режими навантаження зображено на рисунку 1.7.

- Обмеження часу обробки під час виробництва. Це час після завдяки чому склеєні з'єднання можна розсунути і вільно переміщати, коли клей досягне достатньої міцності, щоб утримувати клей. На практиці це означає, що клейові з'єднання не відразу готові до використання після виготовлення, що може уповільнити деякі виробничі процеси;

- Особливі вимоги до кріпильних елементів, які дозволяють утримувати з'єднані частини під час процесу затвердіння, також у зв'язку з концепцією робочого часу;

- Важке розбирання з'єднаних частин, що створює проблеми для обох Ремонт та придатність до переробки з'єднаних частин;

- Низька стійкість до екстремальних умов навколишнього середовища;

- Велика варіація механічних властивостей залежно від умов навколишнього середовища.

1.4 Дослідження питання підсилення залізобетонних конструкцій за допомогою склеювання в Україні

Нині в будівельній індустрії все ширше використовують різноманітні клейові полімерні розчини для армування, реконструкції та ремонту залізобетонних конструкцій та монтажу анкерних кріплень [1, 2, 3]. Завдяки ряду переваг і відносно невисокій вартості епоксидні та акрилові клеї є найбільш раціональними для використання в будівництві для забезпечення надійного з'єднання бетону і сталі. Створено низку наукових шкіл у провідних технічних університетах України (Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка, Національний авіаційний університет). У наукових публікаціях Лапенко О.І., Машкова А.І., Білокурова П.С. У [4, 5, 6] наведено чисельно-експериментальні дослідження випробувань раціональних згинальних конструкцій (балочних систем) зі сталевих елементів із заповненими бетоном порожнинами шляхом склеювання. На основі проведених випробувань доведено, що бетон, закріплений склеюванням в бічній порожнині згинальних елементів, гармонійно взаємодіє з металом на всіх етапах навантаження. При цьому несуча здатність досліджуваних елементів, в яких використовується клейове з'єднання металу з бетоном, є вищою порівняно з елементами з'єднання [6]. У працях Л.І.Стороженко, О.Г.Горба [7, 8, 9] наведено відомості про експериментальні дослідження залізобетонних балок із зовнішнім армуванням з листового металу та профілю, в яких спільна функція сталі та бетону забезпечується зв'язуванням. Ці випробування проводились для визначення несучої здатності та характеру деформації елементів. У рамках цих випробувань також було проведено порівняння конструкцій з клейовим з'єднанням і без нього. За результатами цих досліджень клейове з'єднання виявилось ефективним і надійним, про що свідчить його безперебійне функціонування аж до повного

руйнування, яке відбувалося після втрати з'єднання бетон-сталь. Міцність клейового з'єднання була вищою за міцність бетону, тобто. Х. Помічено порушення бетону. Таким чином було доведено можливість використання акрилових та епоксидних клеїв для забезпечення сумісної експлуатації сталі та бетону з метою зміцнення залізобетонних конструкцій. При цьому відпадає необхідність використання анкерних засобів і влаштування кліпс [10]. Тому з метою практичного використання накопиченого досвіду в даній галузі виникла необхідність подальших теоретичних та експериментальних досліджень роботи клейових сталобетонних з'єднань та розширення сфери їх застосування в будівельній галузі.

1.5 Обґрунтування використання акрилових композицій та їх модифікації при проектуванні клейових кріплень сталі з бетоном

Конструкційні полімерні клеї широко використовуються у всіх галузях промисловості та будівництва, і потреба в них постійно зростає. Підвищуються вимоги і до клеїв, тому не дивно, що в деяких випадках з великого переліку різноманітних за складом і властивостями полімерних клеїв не вдається вибрати клей, який повністю відповідає всім вимогам. Незважаючи на існування великої кількості клеїв, що відрізняються не тільки за складом і властивостями, але і за технологією виробництва, цільовим призначенням і т.д., проблема створення нових композицій з певним, заданим набором властивостей і цілеспрямованої модифікації існуючих актуальна. залишається наразі. Полімерні клеї (епоксидні, карбамідні, меламіноакрилові, акрилові та інші) мають ряд важливих властивостей: міцне зчеплення з бетоном і сталлю (їх адгезія до сталі в 5-12 разів вище, ніж у цементобетону та інших подібних розчинів) високу механічну міцність, стійкість до агресивних середовищ, задовільну поропроникність і можливість виготовлення клейових швів різної товщини [3, 11, 33, 41-44, 46, 47, 56-59, 96, 97]. Склеювання матеріалів полімерними клеями має певну перевагу перед зварюванням, оскільки забезпечує більш високу корозійну стійкість і

втомну міцність ремонтваної ділянки. Перераховані вище властивості дозволяють успішно використовувати їх у будівництві для кріплення різноманітного виробничого обладнання, інженерних комунікацій та інших технологічних пристроїв до бетонних і залізобетонних конструкцій. В даний час у промисловому виробництві будівельних клеїв використовуються в основному термореактивні смоли холодного затвердіння: фурфуролацетонові смоли (такі як ФА, ФАМ, 4ФА), фенолформальдегідні смоли (марки СФЖ-3032, СФЖ-40-КО), поліефірні смоли (марки ізоефірів), силосан (марка «Епоксил»), карбамід (марка КФ-Ж). Численні дослідження [34, 36, 60-63] показали недоліки цих клеїв як у виробництві, так і в експлуатації. Відносно низька міцність і низька життєздатність роблять фурфуролацетонові клеї непридатними для з'єднання будівельних конструкцій і кріплення технологічного обладнання до основ, що піддаються впливу агресивних середовищ. Поліефірні клеї багатокomпонентні, токсичні, навіть вибухонебезпечні та мають короткий термін зберігання. Істотним недоліком силосанового клею є його багатокomпонентність, необхідність отримання гідромолу, неможливість його використання при дії підвищеної вологості та лужного середовища [61].

З великого переліку клеїв на основі термореактивних смол епоксидні клеї найчастіше використовують для ремонту бетонних і залізобетонних конструкцій та кріплення промислового обладнання [36, 47, 64]. Проте епоксидні смоли мають ряд суттєвих недоліків: необхідність підігріву під час пластифікації, обмежена температура нанесення без хімічних добавок у складі, висока вартість і токсичність [65], відносно висока вартість, дефіцитність компонентів, а також деякі їх фізико-хімічні та технологічні властивості, що ускладнюють технологію приклеювання кріпильних виробів безпосередньо на будівельному майданчику. Термічний вплив сприяє старінню клейових швів на основі епоксидної смоли зі сталі та бетону. Цей процес супроводжується виділенням летких речовин, усадкою і зміною міцності при звичайних і підвищених температурах. Виділення летких

речовин, у свою чергу, супроводжується виникненням внутрішніх напруг і руйнуванням. Дибутилфталат, надзвичайно токсичний ефір фталевої кислоти, починає виділятися з затверділих смол вже при 60 °С [66]. Інша проблема з епоксидними смолами пов'язана з їхньою здатністю втрачати в'язкість із підвищенням температури під час екзотермічного затвердіння. Це створює певні труднощі при роботі з епоксидними смолами на вертикальних і похилих поверхнях. Для усунення зазначених вище недоліків клеїв використовується метод за О.М. Бекетов, співробітник наукової школи Золотов М.С. Розроблено композиції високоміцних акрилових клеїв [67-72]. Експериментальні дослідження, проведені М.С. Золотов Б.Ю. Пагі, Р.О. Спіранде, С.М. Солотов, А.О. Гарбуз, В.О. Склярів, Л.М. Шутенко [59, 67, 68, 73-76, 81] показали, що акрилові клеї практично кращі за епоксидні. Застосування акрилових складів дозволяє створювати міцні безанкерні з'єднання, а також клейове кріплення бетонних і залізобетонних елементів з високим ступенем надійності. За адгезійними та когезійними властивостями вони не поступаються епоксидним, але за технологічними властивостями явно перевершують (табл. 1.1).

Основні фізико-механічні характеристики акрилового та епоксидного клеїв

Таблиця 1.2

Вид адгезиву	Межа міцності, МПа				Модуль пружності, МПа
	При стиску	При розтягу	При згині	При зсуві	
Епоксидний	50-60	7-12	35-37	23-25	$(0.15-0.8) \times 10^4$
Акриловий	60-90	16-19	36-41	21-30	$(0.2-1.6) \times 10^4$

З таблиці 1.2 видно, що акриловий клей має високі міцнісні властивості порівняно з епоксидним. При цьому міцність цього виду клею може сильно відрізнитися через введення модифікуючих добавок.

1.6 Напружений стан в клейових з'єднаннях сталі з бетоном

Напружений стан в клейових прошарках, навіть в разі найпростіших з'єднань, наприклад, безанкерних кріплень (внапусток або встик), істотно неоднорідний. Це говорить про те, що кінцева міцність з'єднання залежить від локальних значень міцності, тобто від міцності в місцях, де руйнування настане раніше, ніж по всій площі з'єднання. При дії руйнівного навантаження, як правило, оцінюють не тільки кінцеву міцність, але і характер процесу руйнування, який може відбуватися в адгезиві (клеї), на межі клей-субстрат і в субстраті. Останній вид руйнування характерний на парі метал-бетон (по бетону), за умови підбору клейового матеріалу з високими когезійними характеристиками і достатньою адгезійною дією до вищевказаних субстратів. Таким чином, практично завжди руйнування клейового з'єднання відбувається по клею або матеріалу, що склеюється (в даному випадку бетону), та міцність шва повинна бути пропорційною когезійній міцності найбільш слабкого компонента системи [89, 100]. Основним фактором, що має істотний вплив на фізико-механічні властивості клейового шва, залишаються внутрішні напруги, які виникають при обмеженні деформації полімерного адгезиву, наприклад, підкладкою. Окрім даних напруг, в з'єднаннях також виникають напруги, які обумовлені дією експлуатаційних факторів. Вони дуже неоднорідно розподіляються по поверхні клейового з'єднання і концентруються на відносно невеликій площі, що в більшості випадків є причиною передчасного руйнування з'єднань. 67 У будь-якому випадку наявність "піку" напруг по крайках безанкерного клейового шва, виникнення яких обумовлено, з одного боку - об'ємною (лінійною) усадкою адгезиву, а з іншої - поглинанням вологи в процесі експлуатації, призводить до нерівномірного характеру розподілення внутрішніх напружень по площі склеювання.

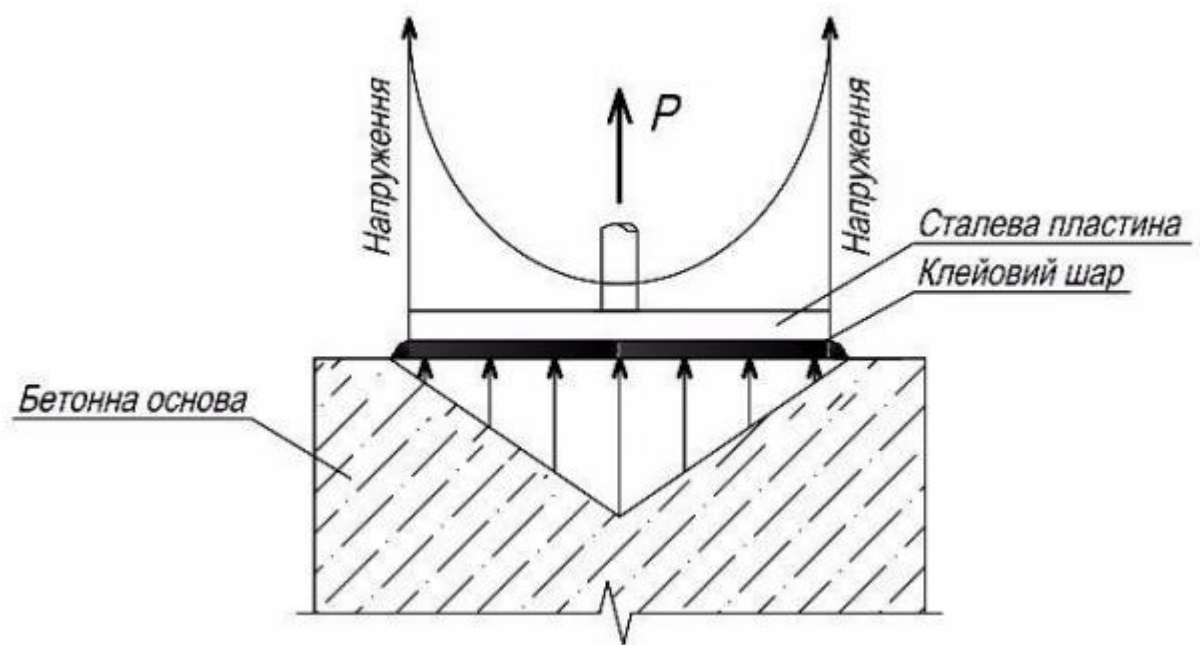


Рис. 1.9. Розподілення напружень в клейових безанкерних з'єднаннях

РОЗДІЛ 2 . Проведення і опис випробувань

2.1 Програма експериментальних досліджень

постановка проблеми. Останнім часом будівництво потребує створення нових прогресивних несучих конструкцій або раціоналізації вже відомих конструкцій з метою зниження витрат, матеріаломісткості та трудомісткості при зведенні будівель і споруд. Сьогодні цим вимогам повністю відповідають залізобетонні конструкції, де найбільш раціонально поєднуються сталь і бетон. Однак розробники цих структур стикаються з проблемою забезпечення сумісної роботи компонентів. При реконструкції залізобетонних конструкцій і монтажі анкерних болтів все більш поширеним стає використання клеїв для забезпечення функції з'єднання бетону і сталі. Найбільш ефективними в цих випадках виявилися акрилові клеї. Так, в ряді традиційних залізобетонних конструкцій замість анкерних засобів використовувалися клеєні з'єднання на його основі.

Раніше невирішеною частиною задачі був розрахунок компонентів, у яких функція з'єднання сталі та бетону забезпечується склеюванням, зокрема з урахуванням властивостей клейового з'єднання.

Мета. Метою проведення експериментальних випробувань криволінійних залізобетонних елементів, що складаються із сталевих двотаврів із пустотами, заповненими бетоном шляхом склеювання, було дослідження:

- вплив міжречовинного зв'язку бетонних і сталевих частин залізобетонних елементів на їх несучу здатність;
- З'єднання двох частин складної конструкції клеєм і без нього;
- Розтріскування бетону та пластичних властивостей сталевих деталей;
- прогини і деформації при різних рівнях навантаження;
- Тип руйнування досліджуваних зразків при різних видах навантаження.

основний матеріал. Найпростішим інженерним методом визначення несучої здатності конструкцій є дворівноважний розрахунок по граничному стану. Досліджувані ущільнені залізобетонні елементи (сталеві двотаврові балки з забетонованими бічними порожнинами; бетонні призми, облямовані сталевими листами), їх перерізи на рис. 1 можна розрахувати за цією методикою з урахуванням основної вимоги до визначення граничних зусиль : опір сталі та бетону представлений напругами, що дорівнюють відповідним розрахунковим опорам, рівномірно розподіленим по висоті (прямокутна діаграма напруг). При нецентральному стисненні створюється зона розтягування. Якщо бетонний елемент потрапляє в цю зону, його розрахунковий опір при розрахунках не враховується, оскільки він досить незначний порівняно зі сталевим. Розрахунок на міцність прямокутних перерізів стиснутих залізобетонних елементів у загальному випадку проводять залежно від висоти стисненої зони x , яка визначається за формулою, отриманою з рівняння рівноваги, згідно з якою сума проєкцій x всіх сил на вертикальній осі має дорівнювати нулю .

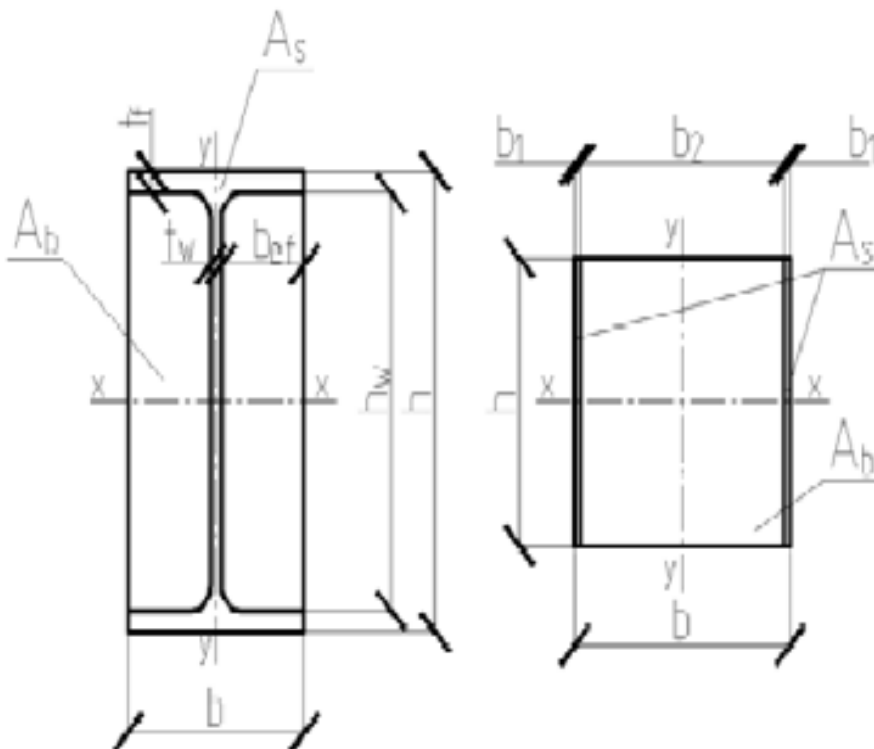


Рисунок 1.1 –Розрахункові схеми поперечних перерізів стиснутих елементів:а) двотавр з боковими порожнинами, заповненими бетоном;б) стиснутий елемент, армований сталевими листами.

Розрахунок за вказаним перерізом служить для наближеної оцінки несучої здатності досліджуваних конструкцій і може бути використаний для перевірки та порівняння з іншими методами розрахунку. Варіанти запропонованих перерізів у нашому випадку приведені до сталі. Несучу здатність залізобетонних елементів, що працюють під ексцентричним тиском з довільними ексцентриситетами, визначають за приведеним до сталі поперечним перерізом згідно СНиП II-23-81*. При підготовці програми експериментальних досліджень було враховано, що несуча здатність залізобетонних елементів залежить від геометричних розмірів (геометричні властивості сталевих двотаврових елементів, плит і бетонної частини), фізико-механічних властивостей матеріалів (сталі), бетон, акриловий клей) і Спосіб забезпечення гармонійного функціонування складових складних конструкцій (рис. 2.2).

Метою проведення експериментальних випробувань залізобетонних елементів було дослідження:

- Вплив наявності та виду клейового з'єднання бетонних і сталевих частин залізобетонних конструкцій на їх несучу здатність і деформативність;
- спільна робота двох компонентів складних конструкцій з клейовим з'єднанням і без нього;
- Розтріскування бетону та пластичних властивостей сталевих деталей;
- прогини і деформації при різних рівнях навантаження;
- вид руйнування досліджуваних зразків при різних видах навантажень.

Враховуючи поставлені цілі дослідження, розроблено дві групи зразків для отримання експериментальних результатів, які дозволять адекватно оцінити характеристики експлуатації залізобетонних елементів з використанням клейового зв'язку з різним компонентним складом бетону та сталі (рис. 2.2).

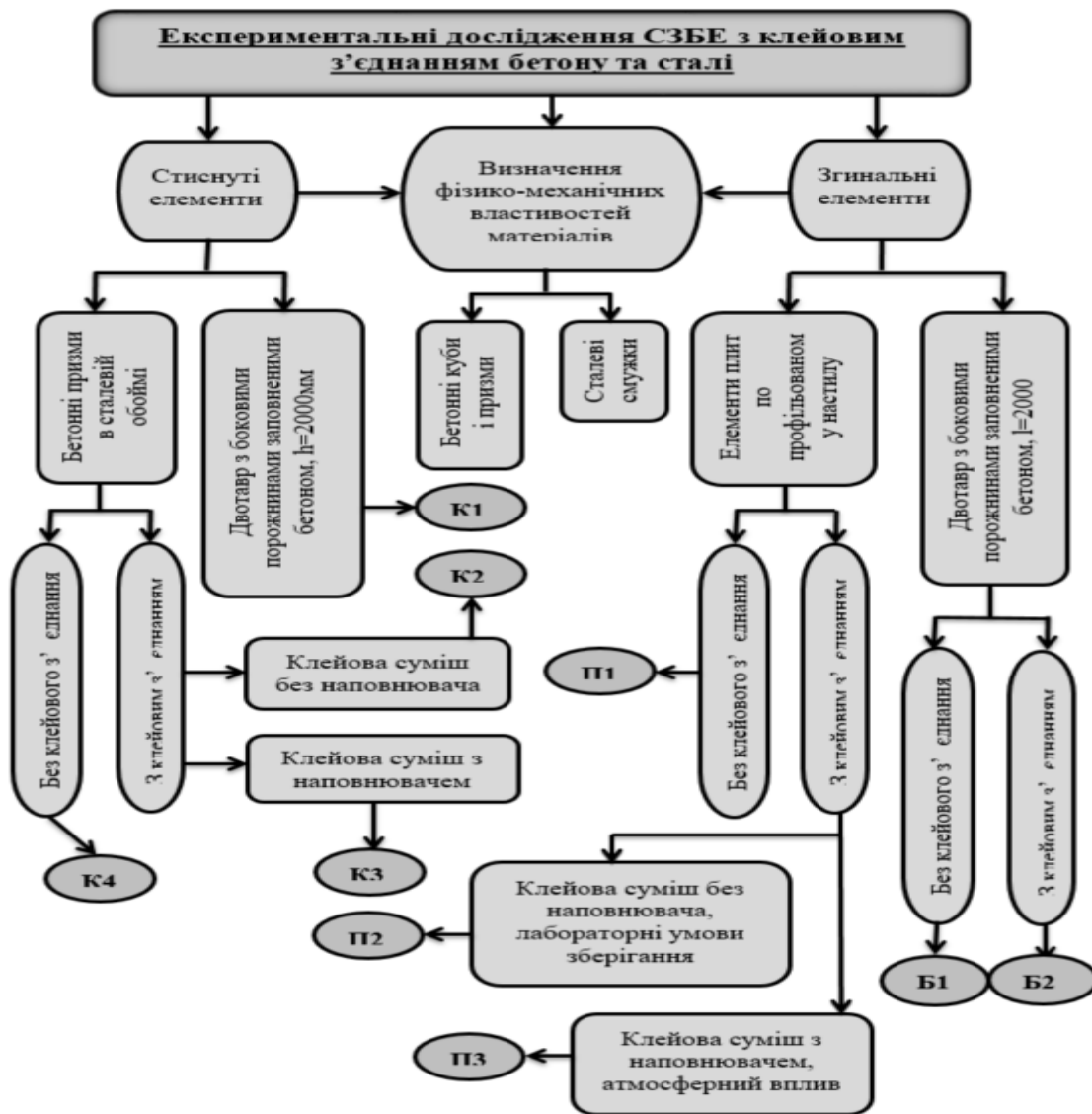


Рисунок 2.2 – План-схема експериментальних досліджень конструкцій з клейовим з'єднанням бетону та сталі

Таблиця 2.1 – Характеристика експериментальних зразків

№ п/п	Спосіб випро- бування	Умовне позначення серії зразків	Висота (довжина) зразка, мм	Наявність клеювого з'єднання	Склад клеювої суміші
1	стиск	К1	2000	+	2
2	згин	Б1	2000	-	-

Для вивчення особливостей роботи сталезалізобетонних елементів з клейовим з'єднанням сталі та бетону на стиск було виготовлено першу групу зразків:

1) сталеві стійки двотаврового перерізу із заповненням бокових порожнин бетоном висотою 2 м із використанням клейового з'єднання;

Для дослідження особливостей сумісної роботи складових частин з'єднаних за допомогою акрилового клею, що працюють на згин, було виготовлено другу групу зразків:

1) згинальні сталезалізобетонні елементи двотаврового перерізу із заповненням бокових порожнин бетоном прольотом 2 м із використанням клейового з'єднання та без нього;

Програма експериментальних досліджень включає в себе вивчення зміни напружено-деформованого стану дослідних зразків при дії:

1. Згинального моменту: балки серій Б1 із зоною чистого згину – 500 мм,
2. Повздовжньої сили: стійки серій К1.

В ході вивчення характеру роботи досліджуваних елементів було заплановано отримати залежності відносних деформацій та прогинів від навантаження, графіки розподілу деформацій по довжині зразків та реальну картину руйнування. Всі етапи виконання програми експерименту фіксувалися цифровою фотозйомкою

2.2 Конструкції дослідних зразків та технологія їх виготовлення

Зразки стиснутих елементів – сталезалізобетонні стійки (рис. 2.3) двотаврового перерізу із заповненими бетоном порожнинами та бетонні призми

(рис. 2.4) висотою 630 мм обрамлені сталевими пластинами з чотирьох сторін по периметру. Стійки утворені зварюванням двотавра №16 (1) довжиною 1,92 м із торцевими сталевимиА, де порожнини заповнені бетонною сумішшю складу №1. В зразка К1 перед бетонуванням поверхня металевої частини, що контактує з бетоном, змащується акриловим клеєм складу №2 із дотриманням технології влаштування клейового з'єднання.

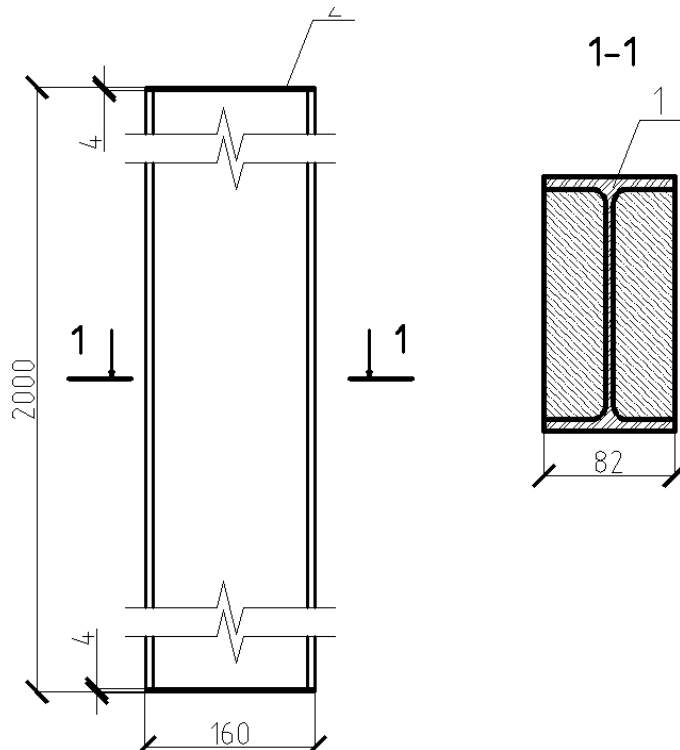


Рисунок 2.3 – Конструкція дослідних зразків стійок:

1 – двотавр №16; 2 – торцеві пластини

Після виготовлення сталеві частини балки у відповідних зразків місця контакту сталі з бетоном покривались шаром акрилового клею та заповнювалися бетоном.

Акриловий клей складався з 100 вагових частин полімеру, 100 вагових частин затверджувача і 200 вагових частин кварцового піску з розміром зерен 0,315 мм. В якості в'язучого використовувався цемент з активністю М500 Балаклеївського цементно-шиферного комбінату. Як заповнювачі для бетону

використовували гранітний щебінь Кременчуцького кар'єру фракцією 5-20 мм і кварцовий пісок з модулем шорсткості 1,4. Зразки зберігали в лабораторних умовах при температурі +15...18 о С і відносній вологості повітря 70...75 % до досягнення проектної міцності бетону.

При виготовленні конструкцій з двометрових двотаврових стійок з бічними порожнинами, заповненими бетоном, використовувалася наступна технологія:

- сталеві заготовки розмічали перед розкромом;
- на ножівці ФА-320 розрізали двотавр до потрібного розміру;
- сталеві листи розрізали на пластини необхідного розміру;
- Сталеві пластини та двотаврові балки перед зварюванням були розмічені;
- листи з'єднали з двотавром ручним дуговим зварюванням;
- розміщення клеєного з'єднання здійснювалось шляхом нанесення клею на очищену поверхню сталеві деталі почергово з кожного боку в горизонтальному положенні;

Укладання бетонної суміші по черзі з кожного боку в горизонтальному положенні.

Короткі залізобетонні полиці виготовлені за такою технологією:

- Після розмітки сталеві листи розрізали на пластини необхідного розміру;
- отримані пластини перед зварюванням маркувалися;
- панелі з'єднані ручним дуговим зварюванням;
- Очищену внутрішню поверхню отриманого короба промазали клеєм з подальшим бетонуванням в горизонтальному положенні.

2.3 Методика проведення експерименту

– Випробування зразків проходили при досягненні проектної міцності бетону у віці понад 28 днів. Випробування балок навантажували двома силами за схемою однопролітної вільно опертої балки, а стійки навантажували зосередженою силою без геометричного ексцентриситету. Розрахунковий проліт балок становив 1940 мм. Елементи панелей з профнастилу випробували за схемою

опори на дві опори, навантажені зосередженим навантаженням в середині прольоту.

- Перед випробуванням металеві поверхні зразків, крім оцинкованих листів елементів панелей, 2 рази очищали від бруду та покривали лаком. Проведено випробування на дію короточасних навантажень на пресах і настільних установках лабораторії факультету інженерної механіки та ОМ Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка (рис. 2.4 – 2.5).



Рис. 2.4 – Випробування сталезалізобетонної стійки висотою 2 м



Рис.2.5 Технологія клейового з'єднання зразка

Під час експериментальних досліджень напружено-деформованого стану зразків під дією згинального моменту та поздовжньої сили встановлюються характерні особливості розподілу деформацій по висоті поперечного перерізу, а також інтенсивність зростання прогинів і вид руйнувань було відзначено. Відносні поздовжні деформації по висоті і ширині елементів для виключення поперечних зусиль вимірювали в зоні чистого вигину за допомогою електротензорів типу 2ПКБ 20-200в комплекту з вибірковою перевіркою придатності по ГОСТ 21615 - 76. Електротензивний опір знімали приладами «АІД-4» і «ВНП-8». Для контролю деформацій у найбільш стиснутих і розтягнутих волокнах зразка також встановлювали індикатори годинникового типу ІСН 10 з поділкою 0,01 мм; База була 200 мм. Вертикальні переміщення зразків, що згинаються, і горизонтальні відхилення стиснутих елементів у процесі навантаження реєстрували за допомогою прогинометра ПАО-6 типу «Аістов», встановленого посередині прольоту.

Схема навантаження для випробування на дію згинаючого моменту та поздовжньої сили з розміщенням індикаторів годинникового типу та прогиноміра зображена на рис. 2.6 – 2.8.

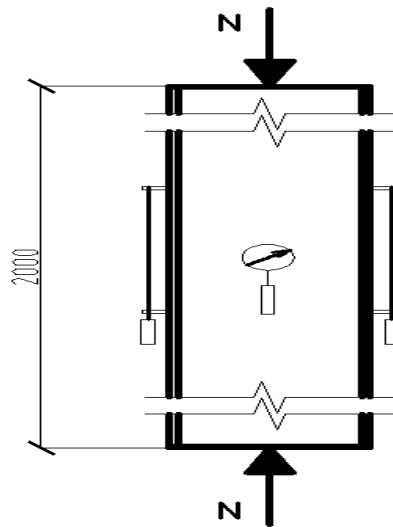


Рисунок 2.7 – Схема завантаження та розміщенням індикаторів годинникового типу, прогиноміра для стійки висотою 2 м

При наклеюванні електротензорних резисторів на бетонну та металеву поверхню досліджуваного зразка поверхню очищали шліфувальним стрижнем та наждачним папером різної зернистості. Поверхню знежирили ацетоном і спиртовим розчином. Після висихання поверхню заґрунтували кількома шарами клею БФ-2. У той же час на нижню сторону електричного резистора і конденсаторного паперу було нанесено шар клею, який запобігав короткому замиканню датчика з металевою поверхнею. Через 1-2 хв. На нанесений шар клею відповідно до маркування через шар целюлозної плівки товщиною 0,02 мм наносили натяжний резистор. Схеми та фото розміщення електронапружних резисторів наведено на рис. 1. 3.15 - 3.20.

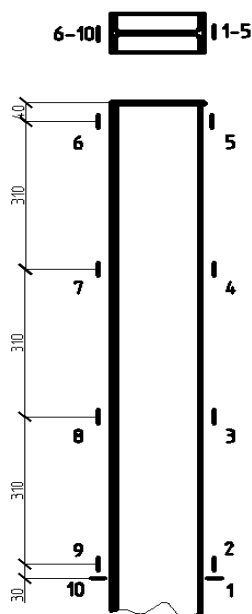


Рисунок 2.8 – Схема розміщення електротензорезисторів для стійки висотою 2 м

Таблиця 1

Зразок	Несуча здатність, кН			Розбіжність, %		Коефіцієнт ефективності сталезалізобетону,
	експериментальні значення	теоретичні значення за граничними	теоретичні значення за приведеним	значення за граничними станами	значення за приведеним перерізом	

		станами	перерізом до сталі		до сталі	
Стійка 2 м	446	470	460,8 (232)*	+5,3	+3,3 (-48)	1,71

Примітки: * – несуча здатність сталевого двотавра довжиною 2 м без заповнення бетоном; ** – несуча здатність елемента з урахуванням виникнення ексцентриситету величиною 10 см; *** – несуча здатність бетонної призми без урахування сталевих обрамлення.

Результати розрахунків (табл. 1), отримані вищевказаними методами, у порівнянні з експериментальними даними показали можливість використання традиційних інженерних методів визначення несучої здатності стиснутих елементів по відношенню до запропонованих зразків, в яких загальна функція сталь і бетон забезпечується клейовим зв'язком. Оскільки останнім часом для забезпечення сумісної роботи бетону і сталі все частіше використовують клейові з'єднання, особливо на основі акрилату, постає проблема визначення надійних характеристик роботи таких конструкцій і врахування фізико-механічних властивостей шва. матеріал їх розрахунок. Якщо теорія композитних стрижнів дозволяє ретельно розглянути кожен складову композитних конструкцій, а особливо клеєне з'єднання, то варто використовувати їх положення при розрахунку вищевказаних елементів.

В результаті вимірювання деформацій досліджуваних залізобетонних балок, які вимірювали за допомогою індикаторів годинникового типу та електророзтяжних резисторів, отримано діаграми залежності деформацій від навантаження та прогинів від навантаження (рис. 2.8-9). З наведених діаграм видно, що в зоні подовження перерізу на початкових етапах навантаження існує лінійна залежність між згинальними моментами та деформаціями, що свідчить про пружну стадію зони видовження елемента. При подальшому навантаженні, близькому до межі текучості, відбувається утворення тріщин, перпендикулярних

поздовжній осі конструкції, і спостерігається втрата стійкості елемента сталеві двотаврової балки, що призводить до втрати несучої здатності елемента. Пластичні деформації спостерігалися при навантаженнях, що дорівнюють 85-90% руйнівного навантаження. Руйнування залізобетонних деталей було не крихким, а при досягненні напружень, що відповідали пластичним деформаціям сталеві деталі.

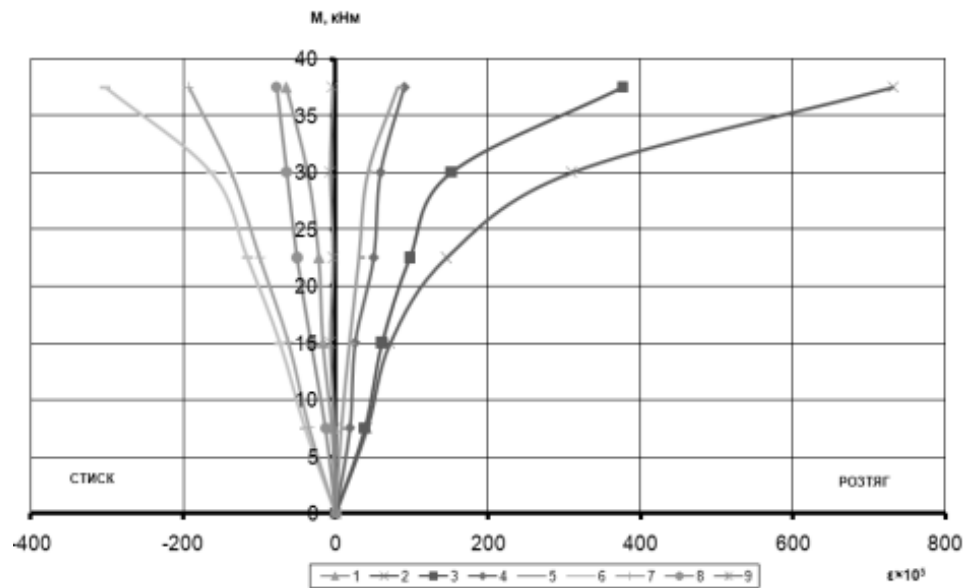


Рис. 2.8. Залежність деформацій від навантаження в нормальному перерізі балки Б1, виміряні електротензорезисторами, розташованими по висоті перерізу

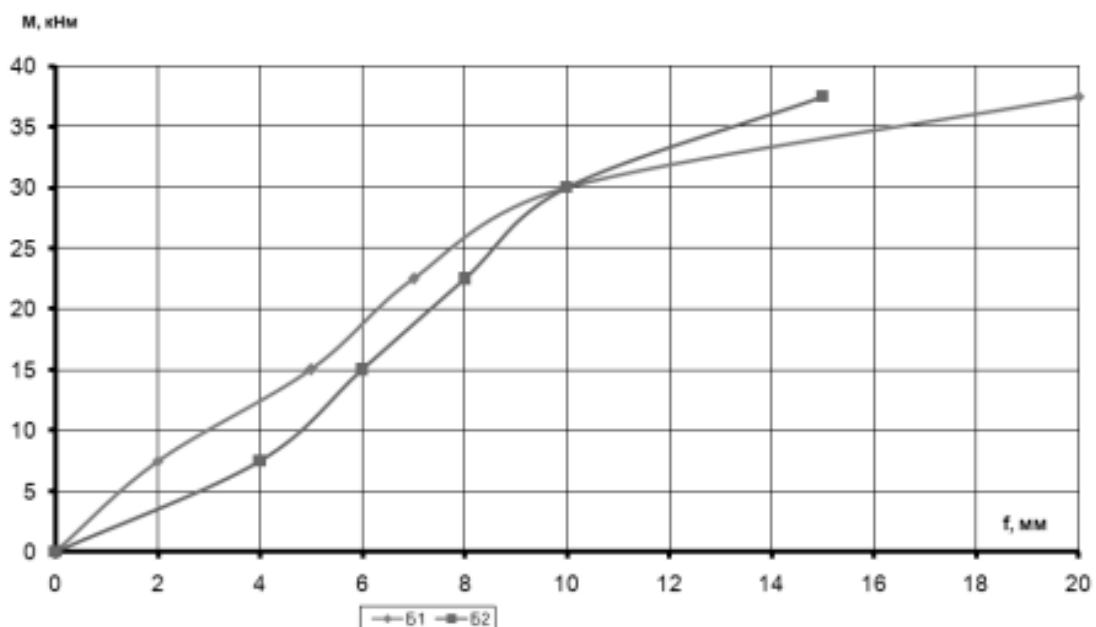


Рис. 2.9. Залежність прогину від зростання навантаження зразків Б1 та Б2

Порівнюючи досліджувані зразки з клейовим з'єднанням сталеві поверхні, що контактує з бетоном, і без нього, можна говорити про значне зниження деформативності конструкцій, де застосовувалося клейове з'єднання, тобто відносні деформації та прогини залежно від навантаження зменшилися приблизно на 25% . Характер деформації балки в залежності від навантаження наведено на рис. 5.



Рис. 2.10 Характер деформування балок

Таблиця 2

Зразок	Згинальний момент, кНм		$n = \frac{M_u}{M_y}$	Прогин f_{max} , см
	M_y	M_u		
Б1	32,22	37,46	1,16	2,02
Б2	33,1	37,61	1,14	1,54

Таблиця 2 – Несуча здатність згинальних елементів по нормальному перерізу

Під час випробування не виявлено суттєвих порушень зв'язку між металевою частиною конструкції та бетонною частиною, як під час навантаження, так і при повній втраті несучої здатності елементів. Це свідчить про те, що крізь полиці та стінку елемента двотаврової балки діяли стискаючі зусилля бетонної частини, незважаючи на наявність адгезійного зв'язку сталі з бетоном. Оскільки під час експериментальних досліджень встановлено, що несуча здатність балок не є крихкою, яка спостерігається у залізобетонних елементів зі звичайним армуванням, а зразки здатні витримувати зростаюче навантаження при значних деформаціях, це враховано. Для несучої здатності при проведенні випробувань зігнутих елементів були зареєстровані наступні значення згинального моменту:

1. Згинальні моменти, що відповідають поздовжнім деформаціям, при яких були межі текучості сталі (M_u), виникають у крайньому волокні .
2. Максимальні згинальні моменти, які може витримати елемент (M). Результати граничних навантажень від згинальних моментів і прогинів представлені в табл. 1. Таким чином, у таблиці наведені межі згинальних моментів для всіх досліджуваних зразків.

Висновки Таким чином, можна вважати доведеним, що прикріплений за допомогою склеювання бетон в боковій порожнині згинаних елементів працює спільно з металом на всіх етапах завантаження. Характер руйнування цих елементів не є крихким, що говорить про їх високу надійність в роботі.

2.4 Методика експериментальних досліджень короткочасної міцності сталобетонних клейових з'єднань

Експерименти по визначенню короткочасної міцності клейових сталобетонних з'єднань при дії центрально-докладених зусиль виконувались на випробувальних зразках (рис. 2.11) за схемою, яка наведена на рис. 2.12. Бетонні зразки виготовлялися в стандартній металевій опалубці у виробничому цеху ТОВ

“Житлобуд-2” (місто Харків) розміром $100 \times 100 \times 100$ мм з бетону класу С12/15. Для виготовлення зразків вузлів кріплення застосовувалася сталь вуглецева якісна марки Ст 08кп (ДСТУ 2834-94). Ці зразки виготовлялись у вигляді пластин шляхом порізки листового прокату промисловою гільйотиною металобази ТОВ “Харківметал”. Розмір в плані $a \times a = 80 \times 80$ мм, товщина $\delta_{пл} = 8$ мм. Умовна жорсткість сталевих пластин складає $\Delta = \delta_{пл} / a = 0,10$.

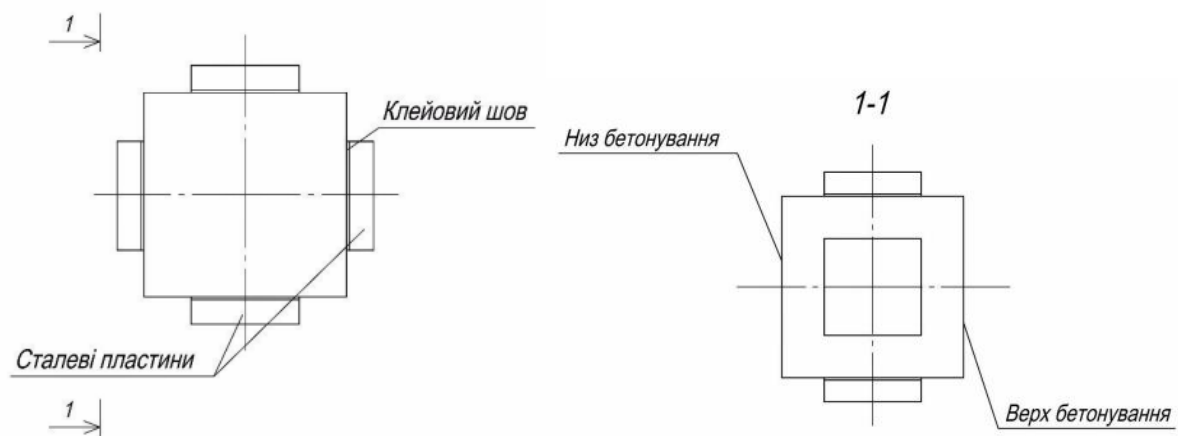


Рис. 2.11. Схема приклеювання сталевих пластин до бетонних зразків

Для центрування панелі розклеювали в ручному напівавтоматичному процесі приварні шпильки для передачі сил відриву на клейове з'єднання. Щоб досягти таких же результатів, панелі склеювали з цих сторін зразка бетону, які були в такому ж стані, коли проводилося бетонування. Увімкнено до кожного кубика приклеїли по чотири пластини (рис. 2.1). Висота шару клею становила $\delta_{кл} = 2$ мм.

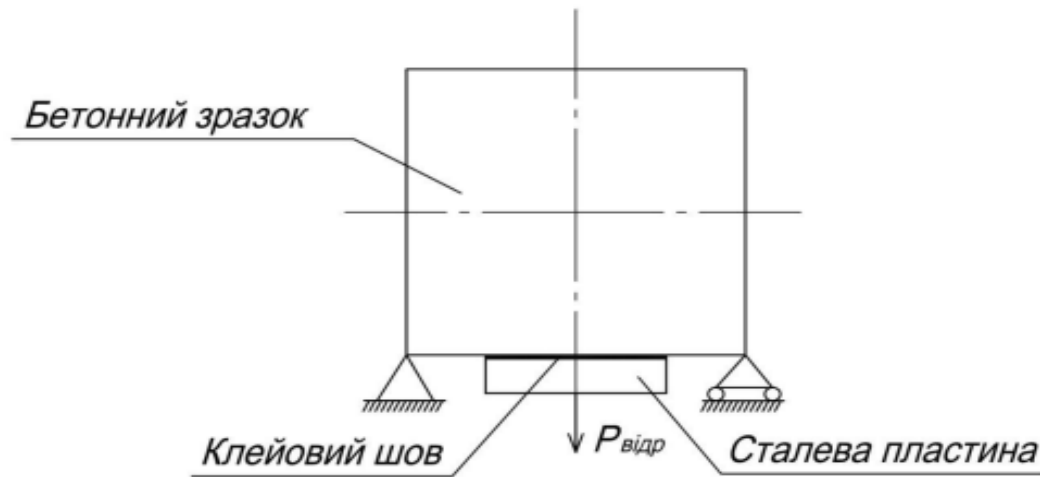


Рис. 2.12. Схема випробування клейового з'єднання на дію центрально-докладених зусиль відриву.

У цих дослідях використовувався модифікований акрилом клей, вдосконалений склад якого розроблено за участю автора [84, 86], рекомендований для створення безшпильового з'єднання конструкцій. Зразки випробували на розпушувачах МП-100 та МП-500 на О.М. спеціальної кафедри будівельних конструкцій ХНУМГ. Бекетова. Під час випробувань визначали сили руйнування та спосіб руйнування дослідних зразків. За результатами цих випробувань також визначено розрахункову несучу здатність залізобетонного клейового з'єднання. Це дозволило розрахувати перший граничний стан. Для цього необхідно було мати інформацію про статистичні показники великої вибірки: стандартне відхилення, асиметрію, ексцес, варіацію, тип розподілу тощо. Для отримання надійних статистичних показників тестові дані великої вибірки тестових вибірок вимагається. Тому кількість зразків для всіх видів випробувань визначали в залежності від прийнятої ймовірності отримання результатів:

$$n = \frac{(A^2 \times t^2)}{p^2};$$

де: A – показник мінливості; t – показник достовірності; p – показник точності. Виходячи з наявних даних [60, 103] для з'єднань будівельних конструкцій

акриловими клеями величина показника мінливості A дорівнює 10%. Далі приймаємо достовірну вірогідність результату 0,9999, тоді показник вірогідності $t = 4$, а показник точності $p = 5\%$. Отже, згідно формули (2.1):

$$n = \frac{(A^2 \times t^2)}{p^2} = \frac{(10^2 \times 4^2)}{5^2} = 64 \text{ зразка.}$$

Тобто для побудови кривих розподілу показника міцності потрібні дані випробувань не менше ніж 64 дослідних зразків. В дисертаційному дослідженні була прийнята вибірка з 67 зразків. 74 Обробка результатів поточного експерименту була виконана із застосуванням методу сум математичної статистики.

1) Вплив жорсткості сталевих пластин на міцність безанкерного клейового сталобетонного з'єднання. Експерименти в даному випадку проводились з використанням в зразках клейових з'єднань сталевих пластин товщиною $\delta_{пл} = 5, 8, 10, 12, 15, 18, 20$ мм при постійних розмірах в плані $a \times a = 80 \times 80$ мм. Значення умовної жорсткості для зазначених пластин відповідно складають $\Delta = 0,06; 0,10; 0,125; 0,15; 0,188; 0,225; 0,25$. Геометричні параметри сталевих пластин під клейове з'єднання наведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Геометричні параметри сталевих опорних пластин під клейове з'єднання

Розмір опорної пластини в плані, $a \times a$, мм	Товщина опорної пластини в плані, $\delta_{пл}$, мм	Умовна жорсткість пластини, $\Delta = \delta_{пл} / a$
80×80	5	0.06
80×80	8	0.10
80×80	10	0.125
80×80	12	0.15
80×80	15	0.188

Зразки пластин виготовлялись зі сталі марки Ст 08кп. Бетонні зразки виготовлялись у вигляді кубів $100 \times 100 \times 100$ мм з бетону класу С16/20. Сталеві пластини приклеювалися за схемою, яка представлена на рис. 2.1. Випробування клейових безанкерних з'єднань проводилися за схемою, яка представлена на рис. 2.12.

2) Вплив висоти клейового шва на міцність безанкерного клейового сталобетонного з'єднання. Експерименти по визначенню впливу висоти клейового прошарку на міцність безанкерного клейового сталобетонного з'єднання на модифікованих акрилових клеях проводилися наступним чином. В дослідних зразках використовувалися сталеві пластини розміром $a \times a = 80 \times 80$ мм і $\delta_{пл} = 8$ мм. Умовна жорсткість $\Delta = 0,10$. Висота клейового шва приймалася відповідно $\delta_{кл} = 2, 4, 8, 12, 16$ мм. Бетонні зразки приймалися аналогічно попереднім випробуванням. Схеми приклейки пластин та випробувань дослідних зразків представлені на рис. 2.11 та рис. 2.12.

3) Вплив відстані кріплення сталевих елементів від грані будівельної конструкції на міцність безанкерного клейового сталобетонного з'єднання. Для визначення впливу цього показника на міцність клейового сталобетонного кріплення в зразках клейових кріплень використовувалися пластини розміром в плані $a \times a = 60 \times 60$ мм, 80×80 мм, 100×100 мм та 120×120 мм при товщині сталевих пластин $\delta_{пл} = 8$ мм. Значення умовної жорсткості дорівнюють $\Delta = 0,13, 0,10, 0,08$ та $0,067$ відповідно. У якості бетонних зразків виготовлялись куби розміром $b \times b \times b = 70 \times 70 \times 70$ мм; $90 \times 90 \times 90$ мм; $100 \times 100 \times 100$ мм; $120 \times 120 \times 120$ мм; $150 \times 150 \times 150$ мм; $180 \times 180 \times 180$ мм; $200 \times 200 \times 200$ мм; $250 \times 250 \times 250$ мм; $300 \times 300 \times 300$ мм та $350 \times 350 \times 350$ мм. В даних зразках використовувався бетон класу С16/20. Схеми приклейки пластин та випробувань на дію центральнодокладених зусиль відриву представлені на рис. 2.11 і рис. 2.12. Приклади дослідних зразків підготовлених до випробувань представлені на рис. 2.13.



Рис. 2.13. Зразки для випробувань на дію центрально-докладених зусиль відриву

5) Вплив розмірів, геометричної конфігурації сталевих пластин і параметрів масштабу. При визначенні впливу геометричного розташування сталевих пластин на міцність залізобетонного клейового з'єднання в якості дослідних зразків використовували квадратні та круглі сталеві елементи. Перші квадратні мають розмір 80×80 мм і товщину $\delta_{p1} = 20$ мм, другі круглі мають діаметр $d_{p1} = 100$ мм і товщину $\delta_{p1} = 20$ мм. Площа цих панелей становила 81 см^2 , умовна жорсткість $\Delta = 0,25$.

При визначенні впливу розмірів сталевих елементів кріплення та параметрів масштабу для зразків клеєних з'єднань використовували пластини розмірами: 80×80 мм і товщиною $\delta_{p1} = 20$ мм; 100×100 мм і товщиною $\delta_{p1} = 25$ мм; 120×120 мм і товщиною $\delta_{p1} = 30$ мм; 150×150 мм і товщиною $\delta_{p1} = 38$ мм з ребрами жорсткості; 200×200 мм і товщиною $\delta_{p1} = 50$ мм з ребрами жорсткості. До пластин 78 більших розмірів приварювали ребра жорсткості для формування їх умовної жорсткості $\Delta > 0,3$, одночасно готували дослідні зразки для дослідження впливу параметрів умовної жорсткості та масштабування на міцність безанкерного залізобетонного зв'язку. Для цього використовували пластини

розмірами 80×80 мм, 100×100 мм, 120×120 мм, 150×150 мм, які мали умовну жорсткість $\Delta=0,06; 0,10; 0,125; 0,15; 0,188; 0,225; 0,25$. Геометричні характеристики дослідних зразків безанкерних клейових сталобетонних з'єднань представлені в таблиці 2.4

Таблиця 2.4

Геометричні характеристики дослідних зразків для визначення впливу розмірів та масштабних параметрів на міцність клейового кріплення

Розмір пластин, $a \times a$ мм	80×80	100×100	120×120	150×150 із ребрами жорсткості	200×200 із ребрами жорсткості
Умовна жорсткість $\delta_{пл}$, мм пластин, Δ	$\delta_{пл}$, мм	$\delta_{пл}$, мм	$\delta_{пл}$, мм	$\delta_{пл}$, мм	$\delta_{пл}$, мм
0.06	5	6	7	9	12
0.1	8	10	12	15	20
0.125	10	12	15	18	25
0.15	12	15	18	22	30
0.188	15	18	22	28	38
0.225	18	22	27	34	45
0.25	20	25	30	38	50

Зазначені зразки вузлів кріплення приклеювалися на поверхню бетонної плити, яка була виготовлена із бетону класу С12/15. Схеми випробувань 79 представлені на рис. 2.12. Випробування проводились за допомогою гідравлічного приладу марки ГПНВ-5 (рис. 2.14).



Рис. 2.14. Прилад марки ГПНВ-5 для визначення міцності бетону методом відриву анкера.

б) Вплив технологічних параметрів. Способи очищення бетонної поверхні під склеювання. Експерименти з визначення заданих показників міцності з'єднань сталь-клей-бетон проводили на повнорозмірних конструкціях – балках розміром 1200x150 мм товщиною 100 мм з бетону класу С12/15. Очищення бетонної поверхні для подальшого склеювання сталевими кріпильними елементами проводили за допомогою механічних, термічних та хімічних процесів. Ручне механічне очищення бетонної поверхні балки проводилося жорсткою металевою щіткою. В якості механізованого інструменту використовували ручну шліфувальну машину Bosch GWS 7-115, оснащену шліфувальним кругом і пневматичним рубальним молотком з відбійником. Термічну очистку бетону проводили паяльною лампою. Ділянку бетонної поверхні, що очищається, прогрівали лампою, яка працювала на максимумі, до появи спеченої структури на поверхневій плівці. Хімічне очищення проводили 30% розчином соляної кислоти. У цьому випадку ділянку бетонної поверхні, що очищається, обробляли кислотою до повного насичення поверхневого шару. Через шість годин після

початку дії кислоти бетонну поверхню промивали водою. Для виготовлення клейового кріплення використовували сталеві пластини розміром 80 x 80 мм і товщиною $\delta_{pl} = 8$ мм. Умовна жорсткість дорівнює $\Delta = 0,1$.

7) Вплив сторони бетонування на міцність залізобетонного з'єднання без анкерів. Для визначення впливу цього параметра на міцність клейового кріплення з конструкцій відбирали балки розміром 1200×100×150 мм з бетону класу С12/15. Склеювання сталевих пластин виконано з протилежних сторін, які являють собою низ і верх бетонування. Висота склеєного шва $\delta_{kl} = 2$ мм. Ці випробування проводились за схемою на рис. 2.12.

2.5 ВИЗНАЧЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ТА МІЦНОСТІ БЕЗАНКЕРНИХ КЛЕЙОВИХ СТАЛЕБЕТОННИХ З'ЄДНАНЬ

Результати експериментів по визначенню короткочасної міцності безанкерних клейових сталобетонних з'єднань

Експерименти по визначенню короткочасної міцності клейових сталобетонних з'єднань на акрилових модифікованих клеях показали наступне. Одержані результати експерименту приведені в таблиці 3.1.

Результати випробувань дослідних зразків на дію центрально-докладених зусиль розтягу (відриву)

Результати випробувань дослідних зразків

на дію центрально-докладених зусиль розтягу (відриву)

Варіаційний ряд	Руйнуюче зусилля, кН	Міцність з'єднання, МПа
1	23,3	2,96
2	23,6	3,01
3	23,8	3,03
4	24,1	3,06
5	24,3	3,08

Таблиця 2.5



Рис. 2.1.5 Характер когезійного руйнування з'єднання сталь-клей-бетон на акрилових модифікованих клеях

Аналіз таблиці 3.1 показує, що руйнівні сили змінилися в діапазоні від 23,3 кН до 29,7 кН і міцність з'єднання в діапазоні 2,96 МПа до 3,67 МПа. При цьому руйнування досліджуваних зразків не було суто когезійним характер, тобто Х. вздовж шару бетону (рис. 2.15).

Для визначення розрахункового опору клейового з'єднання з метод математичної статистики (метод підсумовування), таблиця 3.1 перетворена в Таблиця 3.2, в якій показники міцності розбиті за класами. У цій табл також були розраховані та представлені допоміжні значення для розрахунку статистичні показники та структура кривої розподілу міцності зв'язку.

В якості помилкового нуля обрано варіант (межа класу 32.0-32.5), який мав найвищу частоту – 10. Нулі записували в клітинки терміна, що містить помилковий нуль. У четвертому стовпчику (і далі в наступних) над і під уже встановленим нулем писався ще один нуль. У комірках третього стовпця, які залишилися незаповненими, послідовно записані частоти, що накопичуються: 1; 1+2=3; 3+2=5; 5+4=9; 9+6=15; 15+8=23. Після додавання всіх кумулятивних частот було отримано число $a_1 = 56$, яке було внесено у верхню клітинку третього стовпця. У решті комірок третього стовпця, які залишилися незаповненими

нижче нуля, були записані наступні послідовно накопичені частоти: 2 ; $2+4=6$; $6+4=10$; $10+5=15$; $15+6=21$; $21+6=27$; $27+7=34$. Після додавання всіх кумулятивних частот було отримано число $b_1 = 115$, яке було внесено в нижню клітинку третього стовпця. Четвертий стовпець (і інші) заповнюється так само, в якому частоти третього стовпця вже підсумовуються. Після додавання всіх кумулятивних частот, які були вище нуля, було отримано число $a_2 = 65$, яке було введено у верхню клітинку четвертого стовпця. Сума кумулятивних частот, менших за нуль, дорівнює числу b_2 .

Границі класів, МПа	p	$a_1 = 56$	$a_2 = 65$	$a_3 = 52$	$a_4 = 27$
2,96-2,99	1	1	1	1	1
3,00-3,04	2	3	4	5	6
3,05-3,09	2	5	9	14	20
3,10-3,14	4	9	18	32	0
3,15-3,19	6	15	33	0	0
3,20-3,24	8	23	0	0	0
3,25-3,29	10	0	0	0	0
3,30-3,34	7	34	0	0	0
3,35-3,39	6	27	81	0	0
3,40-3,44	6	21	54	115	0
3,45-3,49	5	15	33	61	101
3,50-3,54	4	10	18	28	40
3,55-3,59	4	6	8	10	12
3,60-3,67	2	2	2	2	2
	$n = 67$	$b_1 = 115$	$b_2 = 196$	$b_3 = 214$	$b_4 = 155$

$a - b$		-59	-131	-164	-128
$a + b$		171	261	268	182

Таблиця 2.6

Значення допоміжних сум [118, 119]:

$$S_1 = a_1 - b_1 = -59;$$

$$S_2 = (a_1 + b_1) + 2 \times (a_2 + b_2) = 171 + 2 \times 261 = 693;$$

$$S_3 = (a_1 - b_1) + 6 \times (a_2 - b_2) + 6 \times (a_3 - b_3) = -59 + 6 \times (-131) + 6 \times (-164) = -1829;$$

$$S_4 = (a_1 + b_1) + 14 \times (a_2 + b_2) + 36 \times (a_3 + b_3) + 24 \times (a_4 + b_4) = 171 + 14 \times 261 + 36 \times 258 + 24 \times 182 = 17841.$$

Сума других, третіх та четвертих ступенів:

$$\sum x^2 = S_2 - \frac{S_1}{n} = 693 - \frac{(-59)^2}{67} = 641;$$

$$\sum x^3 = S_3 - \frac{3 \times S_1 \times S_2}{n} + \frac{2 \times S_1^3}{n^2} = -1829 - \frac{3 \times (-59) \times 693}{67} + \frac{2 \times (-59)^3}{67^2} = -90;$$

$$\begin{aligned} \sum x^4 = S_4 - \frac{4 \times S_1 \times S_3}{n} + \frac{6 \times S_1^2 \times S_2}{n^2} - \frac{3 \times S_1^4}{n^3} = 17841 - \frac{4 \times (-59) \times (-1829)}{67} \\ + \frac{6 \times (-59)^2 \times 693}{67^2} - \frac{3 \times (-59)^4}{67^3} = 14502. \end{aligned}$$

У таблиці 2.7 наведені допоміжні дані для розрахунку статистичних величин.

S_1	S_2	S_3	S_4	Σx^2	Σx^3	Σx^4
-59	693	-1829	17841	641	-90	14502

Таблиця 2.7

При способі сум, необхідне для обчислень показників асиметрії та ексцесу середньоквадратичне відхилення q було розраховано без урахування класового проміжку поправки на мале число спостережень, тобто за формулою:

$$q = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n}} = 3.$$

Таким чином, згідно з формулою (3.1), необхідні величини для обчислення показників асиметрії та ексцесу дорівнюють:

$$\sum x^3 = -90;$$

$$\sum x^4 = 14502;$$

$$n = 67; q = 3.$$

Показник асиметрії дорівнює:

$$A = \frac{\sum x^3}{n \times q^3} = \frac{-90}{67 \times 3^3} = -0,05.$$

Показник ексцесу дорівнює:

$$E = \frac{\sum x^4}{n \times q^4} - 3 = \frac{-90}{67 \times 3^4} - 3 = -0,33.$$

Помилки показників асиметрії та ексцесу в даному випадку дорівнюють:

$$m_A = \pm \sqrt{\frac{6}{n}} = \pm \sqrt{\frac{6}{67}} = \pm 0,3;$$

$$m_E = \pm 2m_A = \pm 0,6.$$

Співвідношення показників асиметрії та ексцесу до їх помилок дорівнює:

$$\frac{A}{m_A} = \frac{-0,05}{0,3} = -0,16 \leq 3;$$

$$\frac{E}{m_E} = \frac{-0,33}{0,6} = -0,55 \leq 3.$$

Експериментальна крива, отримана поточним розрахунком, має невелику від'ємну асиметрию і невеликий від'ємний ексцес. Враховуючи те, що відношення показників асиметрії та ексцесу до їх похибок менше трьох, можна стверджувати, що зміна межі міцності досліджуваного зв'язку підкоряється закону нормального розподілу. Варіаційний ряд досліджуваної ознаки можна

представити графічно у вигляді кривої розподілу.

Розмах варіювання: $R = x_{\max} - x_{\min} = 3,67 - 2,96 = 0,71$.

Середнє арифметичне значення:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^k n_i x_i}{n} = \frac{226,52}{67} = 3,381 \text{ МПа.}$$

Вибіркова дисперсія:

$$D_B = \frac{\sum_{i=1}^k n_i (x_i - M)^2}{n-1} = \frac{1,685}{66} = 0,026.$$

Середньоквадратичне відхилення:

$$\sigma_B = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k n_i (x_i - M)^2}{n-1}} = \pm \sqrt{D_B} = \pm \sqrt{0,026} = \pm 0,16.$$

Варіаційний коефіцієнт:

$$v\% = \pm \frac{100\sigma_B}{M} = \pm \frac{100 \times 0,16}{3,381} = \pm 4,7.$$

Середнє абсолютне відхилення:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^k n_i [x_i - M]}{n-1} = \pm \frac{4,437}{66} = \pm 0,067.$$

Середня помилка середнього арифметичного значення:

$$\sigma_M = \pm \frac{\sigma_B}{\sqrt{n}} = \pm \frac{0,16}{\sqrt{67}} = \pm 0,019.$$

Показник точності дорівнює:

$$\xi = \pm \frac{100\sigma_M}{M} = \pm \frac{100 \times 0,019}{3,381} = \pm 0,05.$$

В таблиці 2.8 приведені розрахункові дані для побудови кривої нормального розподілу.

$\pm d$ в долях від:	Значення абсцис, МПа		h	Значення ординати, y
	x_1	x_2		
0,0	3,38	3,38	1,000	15,075
0,5	3,30	3,46	0,883	13,310
1,0	3,22	3,54	0,607	9,150
1,5	3,14	3,62	0,325	4,900
2,0	3,06	3,70	0,135	2,035
2,5	2,98	3,78	0,044	0,660
3,0	2,90	3,86	0,011	0,165

Таблиця 2.8

На рис. 3.2 приведений розподіл несучої здатності дослідних зразків (табл. 3.1), які зазначені в Розділі 3.1.1 дисертаційної роботи.

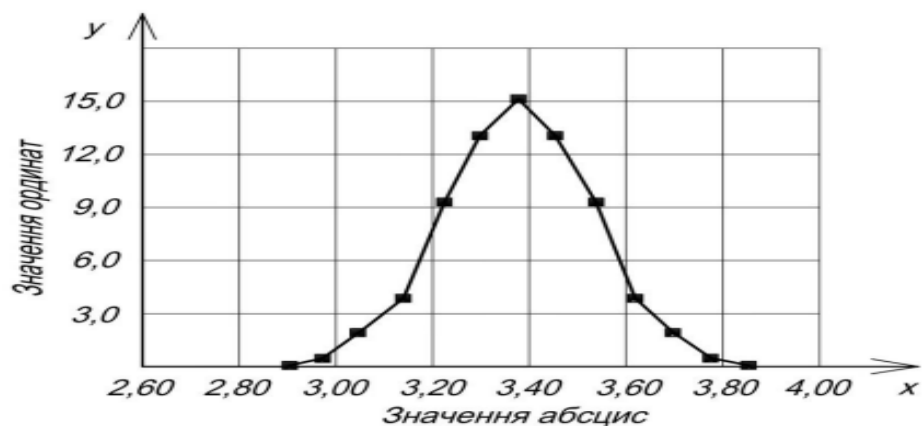


Рис. 2.16. Графік розподілу значень міцності безанкерного клейового сталобетонного з'єднання

1) Результати випробувань на визначення впливу жорсткості сталевих пластин на міцність залізобетонних клейових з'єднань без анкерів наведено в табл. 3,5-3,6. Випробування зразків проводили на дробильній машині МП-500 (рис. 3.3), при цьому руйнування досліджуваного кріплення відбувалося незалежно від умовної жорсткості сталевих пластин на бетоні. Також під час експерименту з порівняльним аналізом експериментальні зразки перевіряли із застосуванням самотвердіючих інженерних пластмас заводського виробництва марки АСТ-Т, які використовувалися в попередніх наукових роботах [59, 67-74].



Рис. 2.17 Випробування зразків клейових безанкерних з'єднань на розривній

Таблиця 2.9

Умовна жорсткість пластин, Δ	Товщина сталевих пластин, $\delta_{пл}$, мм	Розкид даних міцності, МПа	Середнє значення, МПа
0,060	5	0,51-0,60	0,56
0,100	8	1,02-1,22	1,17
0,125	10	1,76-2,07	1,92
0,150	12	2,41-2,68	2,56
0,188	15	2,64-3,10	2,88
0,225	18	2,97-3,36	3,12
0,250	20	3,01-3,48	3,18

Результати випробувань на дію центрально-докладених зусиль відриву клейових сталобетонних з'єднань з використанням акрилової пластмаси АСТ-Т в залежності від умовної жорсткості пластин $a \times a = 80 \times 80$ мм

Таблиця 2.10

Умовна жорсткість пластин, Δ	Товщина сталевих пластин, $\delta_{пл}$, мм	Розкид даних міцності, МПа	Середнє значення, МПа
0,060	5	1,74-1,91	1,83
0,100	8	2,12-2,30	2,21
0,125	10	2,63-2,79	2,71
0,150	12	2,93-3,19	3,06
0,188	15	3,28-3,54	3,41
0,225	18	3,43-3,71	3,57
0,250	20	3,53-3,91	3,72

Результати випробувань на дію центрально-докладених зусиль відриву клейових сталобетонних з'єднань з використанням пропонованих акрилових композицій в залежності від умовної жорсткості пластин $a \times a = 80 \times 80$ мм

За результатами експерименту був побудований графік зміни показників міцності клейового сталобетонного кріплення при дії центрально-докладених зусиль відриву сталевих пластин, які відрізнялись одна від одної за показником умовної жорсткості (рис. 3.4).

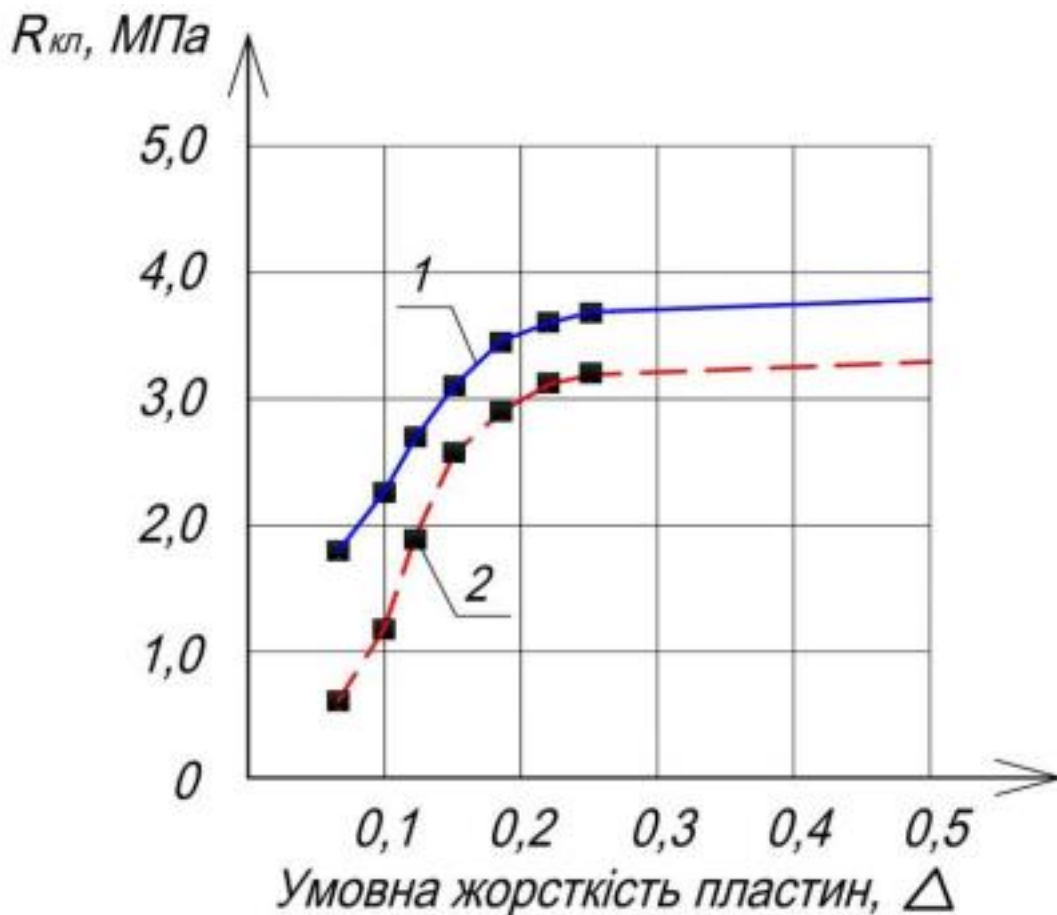


Рис. 2.18. Залежність показників міцності кріплення сталь-клей-бетон від умовної жорсткості сталевих пластин: 1 – з використанням пропонованих акрилових композицій; 2 – з використанням акрилової пластмаси АСТ-Т заводського виготовлення.

Виходячи з табл. 3.5-3.6 та графіка залежності показників міцності кріплення сталь-клей-бетон від умовної жорсткості сталевих пластин при дії центрально-докладених зусиль відриву (рис. 3.4) зроблено наступні висновки. З'єднання з використанням пропонованих акрилових композицій показали більш високі результати міцності на всіх контрольних точках вимірювання (збільшення міцності на відповідних контрольних точках - від 0,6 МПа до 1,3 МПа) ніж стандартні клейові з'єднання з використанням марки АСТ-Т заводського виготовлення. На величину границі міцності клейового сталобетонного кріплення суттєво впливає збільшення умовної жорсткості (Δ) опорних сталевих пластин (як у випадку використання акрилової пластмаси АСТ-Т заводського виготовлення, так і у випадку використання пропонованих акрилових композицій) [120-122]. Так, при умовній жорсткості пластин $\Delta = 0,060$ границя 115 міцності кріплення з використанням пропонованих акрилових композицій складає $\sigma_{0\text{міц}} = 1,83$ МПа: - при умовній жорсткості пластин $\Delta = 0,100$ - $\sigma_{0\text{міц}} = 2,21$ МПа; - при умовній жорсткості пластин $\Delta = 0,125$ - $\sigma_{0\text{міц}} = 2,71$ МПа; - при умовній жорсткості пластин $\Delta = 0,150$ - $\sigma_{0\text{міц}} = 3,06$ МПа; - при умовній жорсткості пластин $\Delta = 0,188$ - $\sigma_{0\text{міц}} = 3,41$ МПа; - при умовній жорсткості пластин $\Delta = 0,225$ - $\sigma_{0\text{міц}} = 3,57$ МПа. Так при умовній жорсткості пластин $\Delta > 0,188$ міцність клейового сталобетонного з'єднання стабілізується, а при $\Delta > 0,225$ досягає своєї максимальної величини. Зростання міцнісних показників клейового сталобетонного з'єднання при збільшенні умовної жорсткості сталевих опорних пластин пояснюється тим, що зі збільшенням умовної жорсткості відбувається вирівнювання епюри напружень розтягу по всій площі склеювання. Очевидно, що при цьому зменшується концентрація напружень в місці докладання навантаження, тобто в центрі пластини, та при умовній жорсткості $\Delta > 0,225$ епюра напружень розтягу під пластиною набуває прямокутного виду. Бетон повністю по всій площі склеювання включається в роботу на розтяг. Отже, при роботі на дію центрально-докладених зусиль відриву

міцність клейових сталобетонних з'єднань функціонально залежить від показників умовної жорсткості сталевих пластин опорного кріплення. Одночасно з цим, збільшення умовної жорсткості(товщини сталевого елемента кріплення), понад певних величин, не призводить до подальшого підвищення показників міцності клейового кріплення. 2) Результати експериментів по визначенню впливу класу бетону на міцність безанкерного клейового сталобетонного з'єднання наведені в табл. 2.11- 2.12 та на відповідному графіку (рис. 3.5). При проведенні експерименту, для порівняльного аналізу, також було випробувано дослідні зразки з використанням самотвердіючих технічних 116 пластмас марки АСТ-Т заводського виготовлення, яка використовувалась у попередніх наукових роботах [59, 67-74].

Клас бетону	Міцність бетону на стиск, МПа	Розкид даних міцності, МПа	Середнє значення, МПа	Коефіцієнт однорідності, $k_{одн}$
C8/10	10	2,60-3,56	3,07	0,71
C12/15	15	3,34-4,08	3,71	0,88
C16/20	20	4,24-4,58	4,42	0,91
C20/25	25	4,89-5,25	5,07	0,927
C25/30	30	5,46-5,73	5,59	0,935
C32/40	40	6,09-6,37	6,23	0,942

Таблиця 2.11

Результати випробувань клейових сталобетонних з'єднань на дію центральнодокладених зусиль відриву в залежності від класу бетону (пропоновані акрилові композиції)

Клас бетону	Міцність бетону на стиск, МПа	Розкид даних міцності, МПа	Середнє значення, МПа	Коефіцієнт однорідності, $k_{одн}$
C8/10	10	2,31-3,42	2,62	0,67

C12/15	15	2,84-3,67	3,18	0,85
C16/20	20	3,65-4,08	3,87	0,87
C20/25	25	4,25-4,67	4,48	0,887
C25/30	30	4,68-5,13	4,91	0,912
C32/40	40	5,51-5,92	5,71	0,932

Таблиця 2.12

Результати випробувань клейових сталобетонних з'єднань на дію центрально-докладених зусиль відриву в залежності від класу бетону (акрилова пластмаса АСТ-Т заводського виготовлення)

За результатами випробувань, дослідні з'єднання з використанням пропонованих акрилових композицій показали більш високі результати міцності на всіх контрольних точках вимірювання (збільшення міцності на 117 відповідних контрольних точках - від 0,42 МПа до 0,58 МПа) ніж безанкерні з'єднання з використанням марки АСТ-Т заводського виготовлення.

Аналіз цих даних свідчить про те, що міцність кріплення сталь-клейбетон при дії центрально-докладених зусиль відриву функціонально залежить від міцнісних характеристик бетону на стиск. Тобто, при використанні бетону С8/10 міцність з'єднання дорівнює 3,07 МПа:

- для класу бетону С12/15- 3,71 МПа;
- для класу бетону С16/20 - 4,42 МПа;
- для класу бетону С20/25 - 5,07 МПа;
- для класу бетону С25/30 - 5,59 МПа;
- для класу бетону С32/40 - 6,23 МПа.



Рис. 2.19 Характер руйнування клейових кріплень в залежності від класу бетону (зліва направо класи бетону: C12/15, C16/20, C20/25, C25/30).

Висновки до 2го розділу

1. Експериментальними дослідженнями встановлено, що незалежно від виду руйнівних зусиль (навантажень), геометричних властивостей клеєного з'єднання (планові розміри та товщина сталевих пластин, висота клеєного шва, відстань кріплення сталевих елементів до кромки бетону) . структура) і фізико-механічні властивості бетону, руйнування адгезійного сталебетонного зв'язку в композиціях, модифікованих акрилом, було когезійним, тобто. X. уздовж бетону.
2. На міцність адгезійного з'єднання на межі бетон-сталь під дією центрально прикладених сил відриву суттєво впливають: обумовлена жорсткість сталевих опорних пластин, Δ (міцність адгезійного з'єднання зменшується на в три рази при зменшенні значень Δ з 0,225 до 0,06); - фізико-механічні властивості бетону (зі збільшенням міцності бетону в межах його класів від C8/10 до C32/40 міцність зчеплення зростає вдвічі, а також збільшується коефіцієнт однорідності зв'язку); - Відстань сталевих кріплень від площі будівельної конструкції від 0 до 2,5 їх

розміру в плані призводить до збільшення показників міцності з'єднання в 2-3 рази; - Збільшення площі панелі з 64 см² до 225 см² призводить до майже 2-кратного зниження показників міцності клейового кріплення.

3. Експериментально доведено, що висота лінії зчеплення не має суттєвого впливу на міцність сталобетонного з'єднання з модифікованими акрилом композиціями.

4. Суттєвий вплив на міцність з'єднань сталь-клей-бетон мають такі технологічні параметри: - способи очищення бетонної поверхні перед склеюванням, при цьому найвищі показники міцності спостерігаються при якісному механічному очищенні бетонної конструкції за допомогою шліфувальний круг;

- сторона бетонування конструкції, до якої приклеюється сталевий кріпильний вузол, завдяки чому міцність з'єднання підвищується на 55-60% при 159 приклеюванні знизу бетонування, ніж при приклеюванні зверху бетонування.

5. Значний вплив на міцність клейового вузла кріплення на межі бетон-сталь має вид прикладеного навантаження, а саме: – Міцність кріплення під дією ексцентрично прикладених сил зменшується майже в 2,7 рази при ексцентриситеті відривна сила збільшується в межах від $e = 0$ до $e = 0,4a$; - при одночасній дії сил відриву та зсуву показники міцності клейового скріплення зростають майже вдвічі зі збільшенням кута прикладання сили відриву; - міцність кріплення при сумісній дії згинального моменту і поперечних сил зменшується майже в 11 разів зі збільшенням ексцентриситету прикладання зусиль в діапазоні від $e = 0$ до $e = a$;

- При сумісній дії крутного моменту і зсувних сил показники міцності клейового кріплення зменшуються майже в 7 разів зі збільшенням розміру плеча для прикладання зусилля від $l = 0$ до $l = 3a$.

6. При проектуванні та розрахунку зазначених з'єднань необхідно враховувати технологічні параметри, які істотно впливають на показники міцності клейового сталобетонного з'єднання.

7. При багаторазовому багаторазовому навантаженні втомна міцність залізобетонних клейових з'єднань при застосуванні акриломодифікованих композицій визначається втомною міцністю бетону і не залежить від коефіцієнта асиметрії повторного циклу навантаження. Можливе на практиці варіювання висоти клейового з'єднання практично не впливає на втомну міцність з'єднань сталь-клей-бетон.

8. Рекомендований акриломодифікований клей здатний надійно утримувати загальну вагу вузла кріплення та технологічних комунікацій під дією короточасних зусиль навантаження при приклеюванні елементів до вертикальних поверхонь залізобетонних конструкцій. Розповзання клейового шару має вицвітаючий характер і стабілізується протягом 10 годин 160 за нормальних умов зовнішнього середовища. При знижених умовах навколишнього середовища повзучість клейової лінії має спадний характер і стабілізується протягом 14 годин.

9. Експериментальні дослідження показали, що модифіковані акрилом композиції дозволяють надійно кріпити різноманітні інженерні пристрої та пристрої з бетонною основою методом поверхневого склеювання кріпильних елементів.

РОЗДІЛ 3 . АРХІТЕКТУРНА ЧАСТИНА

Сьогодні в будівництві все частіше використовуються металеві конструкції. Цьому сприяє застосування нових металів, і особливо високоміцних сталей і алюмінієвих сплавів, розробка раціональних форм конструкції з використанням попереднього напруження, впровадження підвісних, просторових і комбінованих конструкцій, удосконалення методів розрахунку з урахуванням фактичної роботи. і умови експлуатації, більше Удосконалення у виготовленні та монтажі. Більш широкі металокопструкції застосовують для:

- великопролітних навісів громадських будівель (виставкових павільйонів, спортивних і видовищних споруд) і спеціальних споруд (ангарів, елінгів, авіаційних цехів);
- баштово-щоглоподібні споруди: вежі та щогли для радіо і телебачення, опори ліній високої напруги тощо –
- пересувні конструкції: опорні конструкції великих підйомно-транспортних машин і екскаваторів. Основні переваги металокопструкцій:
 - висока навантажувальна здатність. Завдяки високій міцності металу металокопструкції можуть сприймати значні зусилля при порівняно невеликих поперечних перерізах;
 - висока надійність. Завдяки однорідності структури металу і його пружним властивостям металеві конструкції можна розрахувати найбільш точно;
 - Легкість і портативність. Високі механічні властивості металу допускають високі напруги, і в порівнянні з поперечними перерізами з інших матеріалів перерізи металевих конструкцій в тих же умовах легші;
 - цілісність матеріалу та з'єднань, що дозволяють водонепроникні та газонепроникні конструкції;
 - Індустріальність, що досягається за рахунок виготовлення конструкцій на

спеціалізованих заводах і їх високо механізованої збірки на місці. Завдяки цим властивостям сьогодні спостерігається тенденція будівництва складних і великопротитних споруд з використанням метало конструкцій.

Загальні відомості

Ділянка проектування розташована у Північній планувальній зоні міста і згідно генерального плану міста Луцьк відноситься до складської функціональної зони з поверхневою забудовою. Розташування об'єкту проектування передбачається на перетині вул. Тихий та вул. Нижній у зеленій зоні, поруч з залізничним вузлом. Інженерно-транспортна інфраструктура – на території об'єкта проектування існують інженерні мережі та споруди. Електропостачання, газопостачання, теплопостачання, водопостачання, каналізація та інше інженерне забезпечення передбачається від інженерних мереж міста, що проходить на суміжних територіях. Визначення дислокації точок та умов підключення визначено згідно технічних умов інженерних служб міста.

Інженерно-будівельні та екологічні умови району будівництва. Ділянка знаходиться за 150 метрів від автомагістралі та 800 від залізнодорожнього сполучення.

3.1 Генеральний план

Генеральний план будівлі

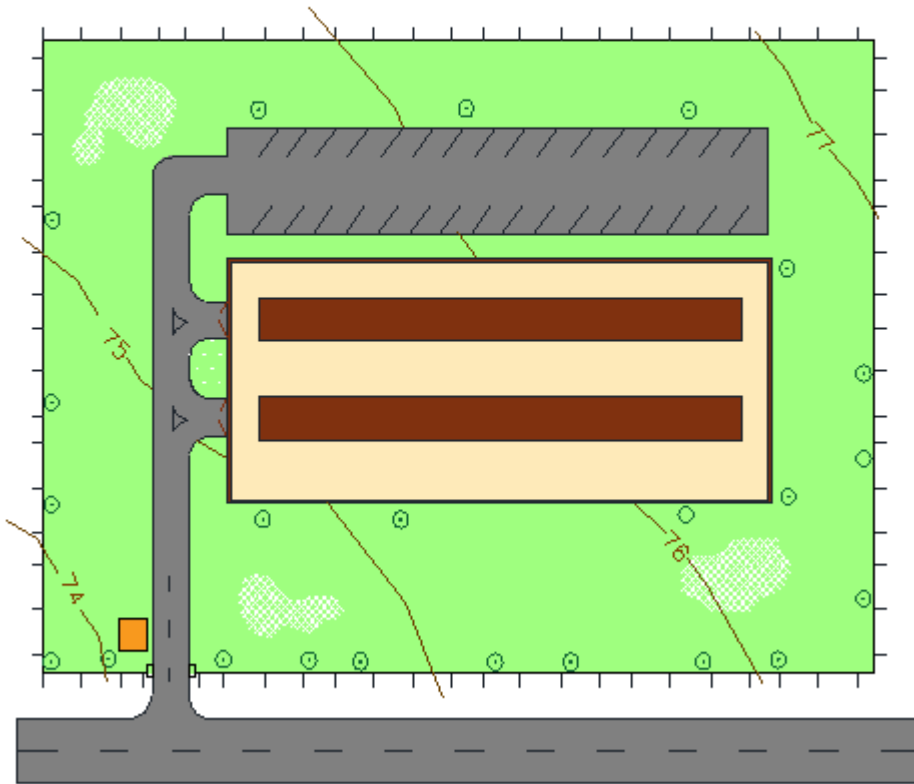


Рис.3.1 Генеральний план

3.2 Інженерно-геологічні умови

В геоморфологічному відношенні майданчик будівництва знаходиться на території першої надзаплавної тераси лівої частини міста. Поверхня майданчика рівна. Несприятливі фізико-геологічні процеси до розвіданої глибини 12.0 під сучасними ґрунтами рослинного шару залягають верхньочетвертинні алювіальні піски. У геологічному розрізі майданчика за результатами вишукувань виділено 2 інженерно-геологічних елемента. Основою будинків і споруд молодіжного центра служити ґрунти ІГЕ-2 у відповідності з фізикомеханічними, які наведені

в таблиці. Ґрунти цього інженерно-геологічного елемента мають звичайні властивості. Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунтів сягає 1,1 м. Інженерно-геологічні умови ділянки, згідно СНиП 1.02.07-87, додаток 10 відносяться до II категорії складності

Об'ємно-планувальне рішення

Під час роботи над дипломною роботою я спроектував одноповерхову промислову будівлю, яка має 2 паралельних прольоту. Два прольоти по 12 м по осі «А-Е» «1-11» мають висоту 12 000, крок між колонами $b=6,0$ м, Для проїзду автомобільної техніки спроектовано 2 ворота, 2 ворота по осі «1» в «В-С», «D-E» 2 воріт по осі «1» в «В-С» металеві ворота мають висоту 4,2 м і ширину. 6 м.

3.3 Конструктивні рішення

1. Фундамент

У промислових будівлях зазвичай використовуються ізольовані фундаменти. Вони призначені для підтримки однієї колони, опори або іншого зосередженого навантаження. Ізольовані фундаменти можуть бути відлиті на місці або зібрані зі збірних елементів. Вони складаються із залізобетонної плити підкладки та постаменту розеткового типу, який використовується для підтримки залізобетонної колони.

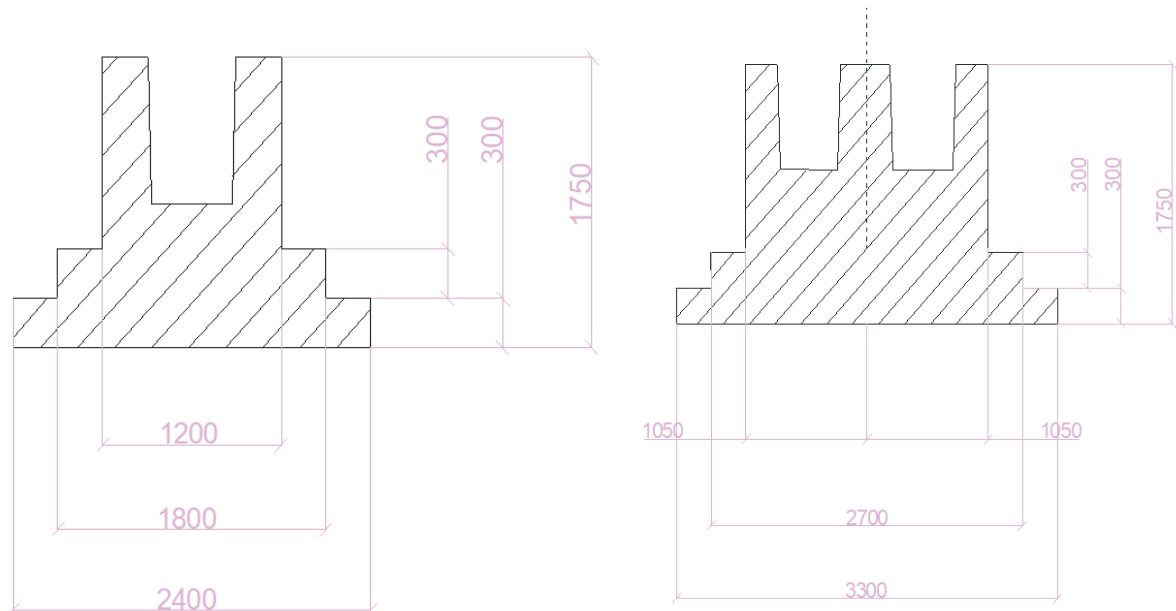


Рис.3.2 Перерізи фундаменту

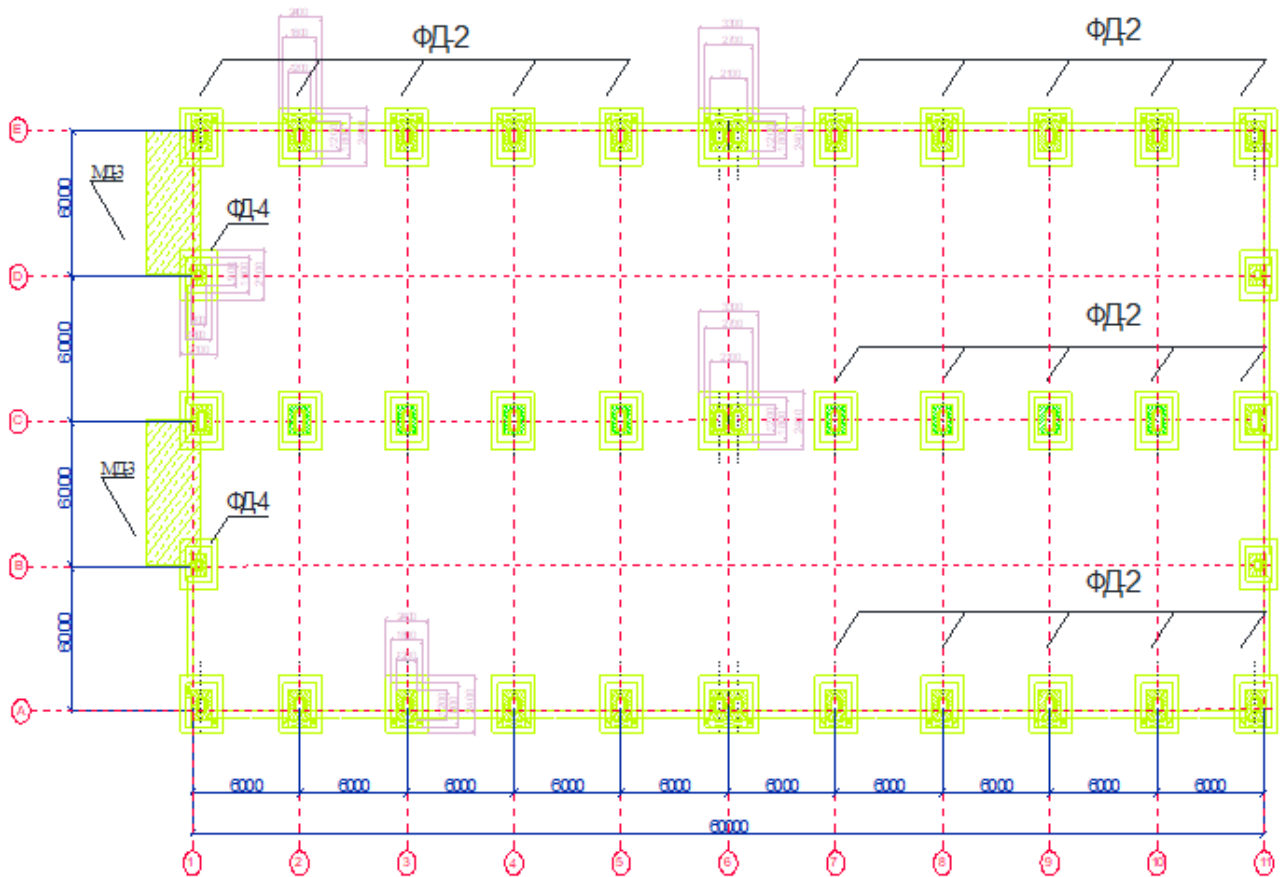


Рис.3.3 План фундаменту

Здвоєні колони температурного стику спираються на загальну основу, але в розрахунковому стику колони розташовуються на окремих опорах.

Ізольовані фундаменти дають опору фундаментним балкам із збірного залізобетону, щоб уникнути деформації внаслідок розширення ґрунту при мінусовій температурі фундаментні балки укладають на подушку з піску або шлаку товщиною 50-60 см.

2. Фундаментні балки

Фундаментні балки призначені для несіння панелей. Фундаментні балки мають номінальні розміри на довжину 6 м, як відстань між колонами та фактичні

розміри залежно від розмірів поперечного перерізу цоколя. Бетонні опори під фундаментну балку з'єднані біля постаменту розтрубного типу і мають розміри в плані 300x600 мм. Переріз і армування фундаментних балок залежать від навантаження і відстані між колонами.

Верхні поверхні фундаментних балок розташовуються на рівні -0,030 і на цьому рівні проектується вологий шар, який складається з 2 шарів бітумного повсті, скріпленого бітумною мастикою.

3. Колони

У масовому будівництві колони одноповерхових промислових будівель зазвичай збирають з уніфікованих збірних елементів, вибраних за типовими каталогами. Колони вибору піддаються вертикальним навантаженням через конструкцію даху, підкранові балки та ухили, а також горизонтальним навантаженням через розривні сили, що накладаються кранами. Таке поєднання навантажень змушує колони працювати ексцентрично на стиск. Колони каркасної конструкції можуть бути цілісними, прямокутними в поперечному перерізі або ажурними. Залежно від розташування між стінами їх можна класифікувати як зовнішні або проміжні. У промислових будівлях існують 3 типи залізобетонних колон: 1) збірні проміжні і зовнішні колони для прольотів без мостових кранів; 2) колони прямокутного перерізу опори мостових кранів вантажопідйомністю до 20 т; 3) збірні двокомпонентні колони опор мостових кранів. Колони, призначені для підтримки мостових кранів, складаються з двох частин, а саме верхньої частини (над підкрановими балками), що несуть несучі елементи покрівлі, і нижньої частини (під підкрановими балками), що передає навантаження від даху та підкранових балок до опори. Підкранові балки спираються на консолі, передбачені в колонах. Розмір перерізу колони залежить від висоти і прольоту будівлі в будівлях, призначених для мостових кранів. На це також помітно впливає підйомна колона крана. Двухсекционные колони відкритого типу застосовуються в будівлях висотою понад 6 м, обладнаних мостовими кранами вантажопідйомністю 5-20 т.

Відкритий простір між лонжеронами можна використовувати для проходу різних інженерних комунікацій. Ширина нижньої частини вибирається такою, щоб центри балок крана збігалися з центрами лонжеронів.

У прольоті «1-11» запроектовані колони підсилені двутаврами прямокутного перерізу, Колони складаються з двох частин: верхньої частини (над підкрановою балкою), що несуть несучі елементи покрівлі, і нижньої частини (під підкрановою балкою), що передає навантаження від покрівлі та підкранової балки на фундамент. Підкранові балки спираються на консолі, передбачені в колонах. Колони мають литі частини для з'єднання зі стіновими панелями, вертикальними сталевими підкосами та балками даху або фермами. Стовпи каркаса мають розміри в плані 300x300 мм і крок 6 м по торцю будівлі.

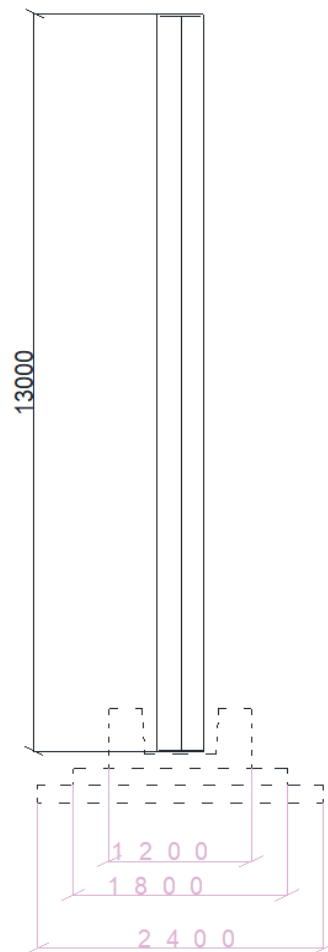


Рис.3.4 Переріз колони.

4. Балки покрівлі

Стандартні прольоти балок даху - 12 і . У конькових дахах верхній шнур балок може мати постійний ухил, трапецію або криву. Балки, що використовуються для зсувних покрівель, мають паралельні шнури. Покрівельні балки доступні для основи та колон з відстанню 6 та 12 м. У середньому прольоті висота балки приймається $1/10..1/15 L$ (L -проліт), а стандартна висота опори дорівнює 800 або 900 мм. Ширина нижнього фланця береться 250-300 мм (в залежності від снігового навантаження і відстані стовпів). Усі типи балок мають сталеві частини, вбудовані у верхній шнур для з'єднання з плитами даху.

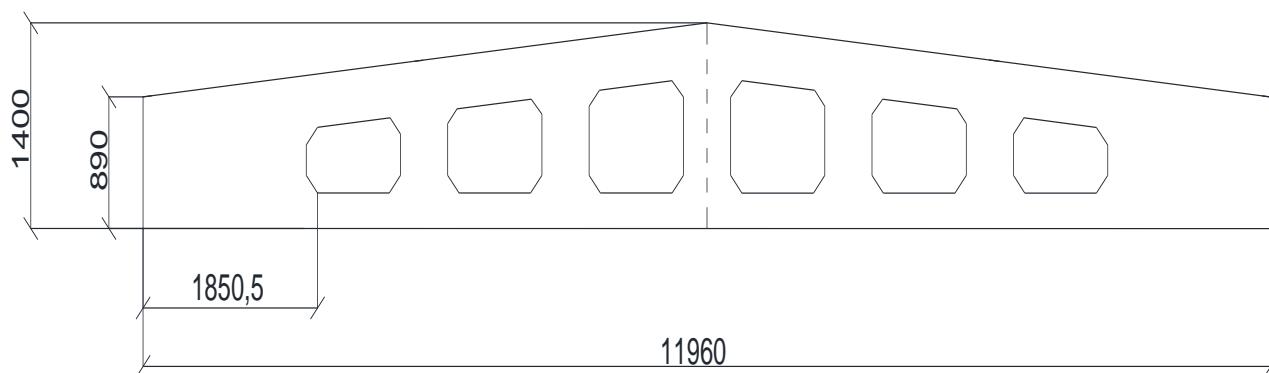


Рис.3.5 Креслення ферми.

5. Плити покриття

Для безпрогонових покрівель використовують великі ребристі плити 3х6 м в плані. Вони безпосередньо спираються на прогони поперечних рам. Ребристі плити розміром 3х6 м в плані мають поздовжні і поперечні ребра, армовані попередньо напруженою сталлю.

Плита покриття

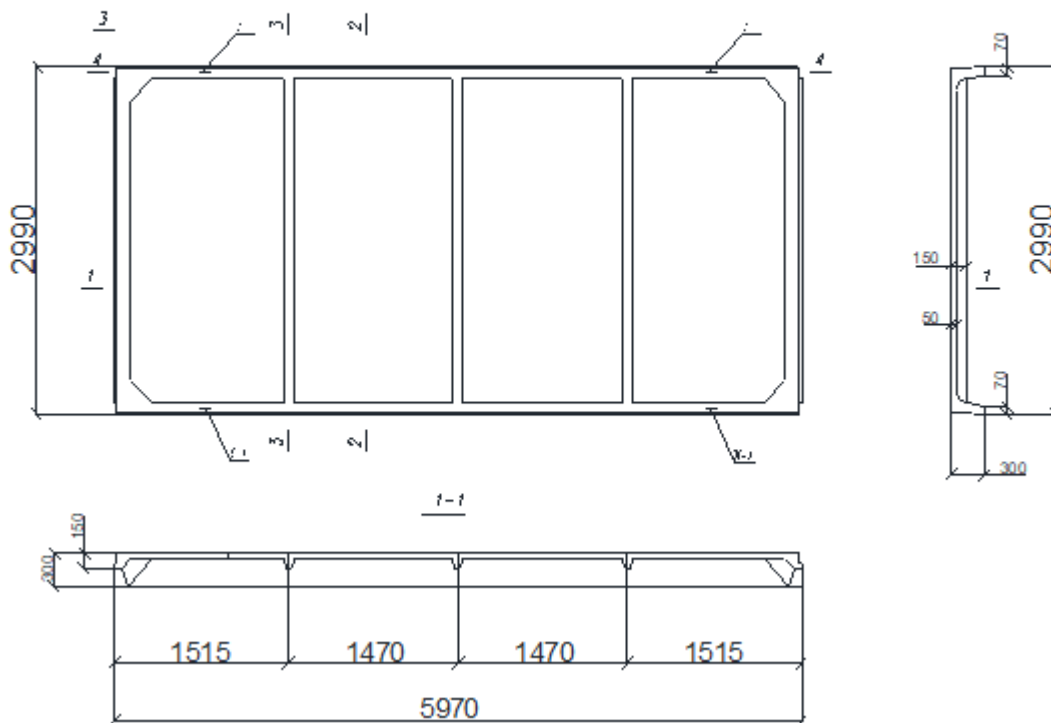


Рис.3.7 Креслення плити покриття.

6. Стінові панелі

Стіни промислових будівель можуть бути побудовані з блоків кладки (включаючи великі блоки, великі панелі та різні легкі матеріали), які використовуються для стін неопалюваних будівель. У промислових будівлях розрахункова температура нижча, тому стінові панелі проектується тоншими порівняно з цивільними будівлями. Висота стандартної стінової панелі для промислових будівель приймається 1200 і 1800 мм, а додаткова висота для парпетних і карнизних панелей - 900 і 1500 мм. Горизонтальний стик стінової панелі у верхній частині одноповерхової промислової будівлі проектується на 600 мм нижче рівня опорних несучих конструкцій даху на колонах. Довжина стінової панелі кратна 600 мм і дорівнює 1200; 1800; 3000; 3600; 6000 і 12000 мм.

Довжина залежить від відстані між колонами і розмірів віконних прорізів. Для опалювального будинку призначені одно- і тришарові стінові панелі.

7. Монітори

Монітор — це піднята частина даху, яка зазвичай тягнеться через коньок і має отвори, жалюзі або вікна з боків для пропуску світла, повітря або обох. Монітори можуть бути встановлені вздовж або поперек будівлі, хоча поперечні конструкції зараз використовуються рідко через складність і незручності обслуговування.

Монітори складаються із сталевих або дерев'яних рам, які слугують опорою для вікон, поздовжніх стін, торцевих стін, конструкцій даху. Монітори виготовляються шириною 6 і 12 м, причому перші застосовуються для прольотів 12 і 18 м, а другі - для прольотів 24 і 30, 36 м. Сталеві монітори приварюють або прикріплюють до сталевих або залізобетонних несучих елементів даху. Для просторової жорсткості між їх рамами передбачені бічні розкоси.

Перекриття та підлоги

В проєктних рішеннях різних типів перекриття залізобетонне монолітне.

Енергоефективність

Зменшення тепловтрат через огорожувальні конструкції й утеплення оболонки споруди (збільшення опору теплопередачі стін, стелі, покриття) за рахунок утеплювачів та обігрівачів та використання високоефективних склопакетів.

Водопостачання та водовідведення

Від водопровідної магістралі робиться врізка відведення зі своїм вентилям. Для подачі води в будівлю найкраще використовувати металопластикових труб. Цей матеріал не боїться корозії, зносостійкий і надійний в експлуатації.

Електропостачання.

Електропостачання - внутрішнє, комплекс мереж і підстанцій, розташованих на території споживача. Для економії електроенергії використовуються сонячні батареї, розташовані на даху спортивного комплексу.

Розділ 4. Розрахунково-конструктивний розділ

Аналіз дослідження перерізу композитного та звичайного

Вихідні дані:

а) Двугтар №16, заповнений бетоном класу С20/25

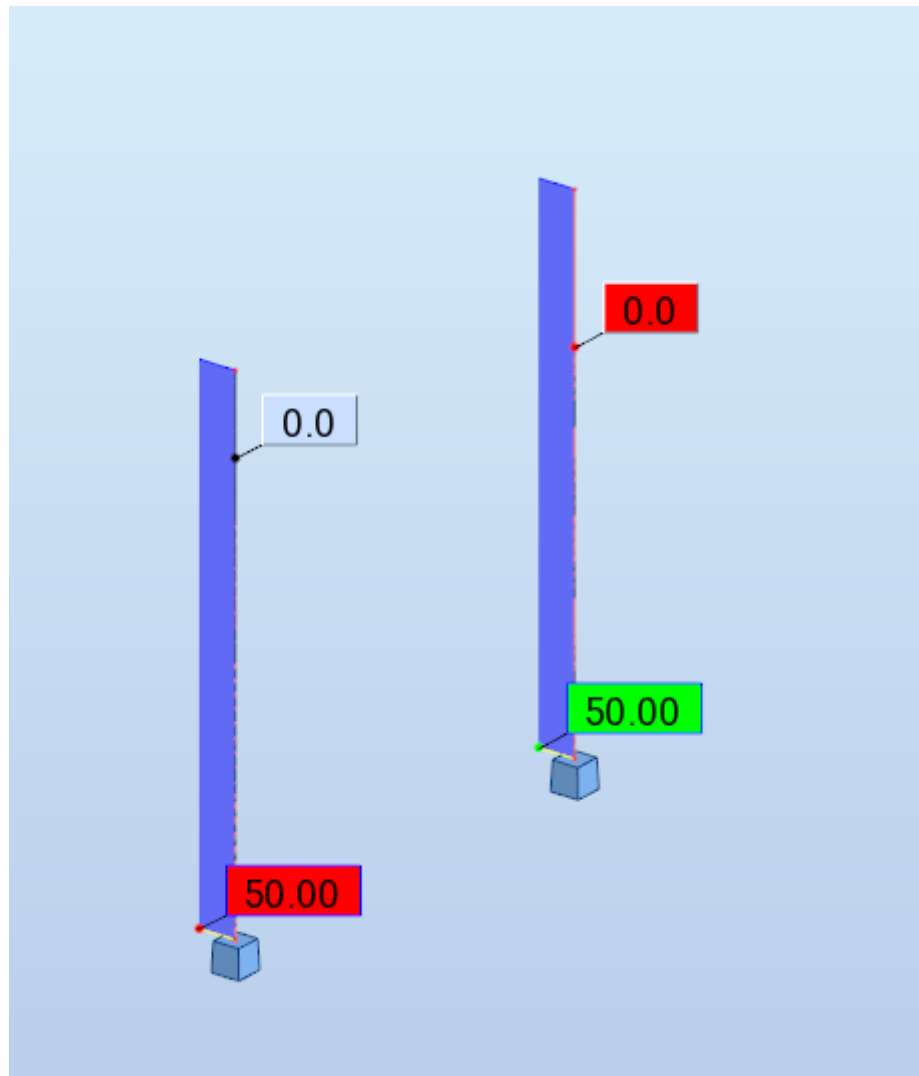
б) Двугтавр №16

Задаємо навантаженням $N=50$ Кн та $M_y=5$ кНм

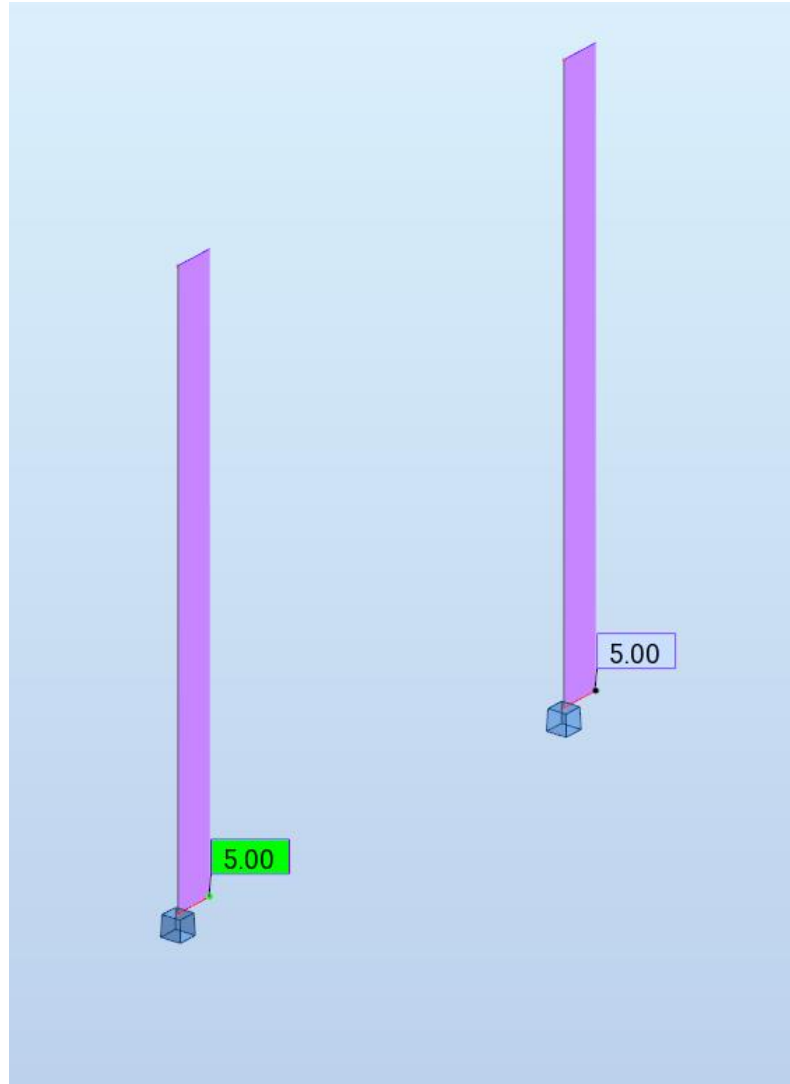
Довжина елемента -2 м

Приймаємо діаметр арматури $\varnothing 16A400C$

Елемент який зліва це композитний, а справа звичайний двугтавр



Епюра поздовжніх зусиль N, Кн



Епюра 1. згинального моменту M, кН

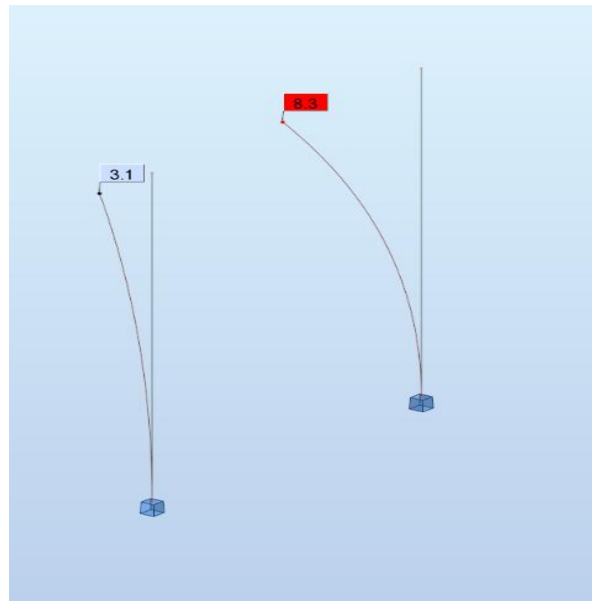


Рис.1 Деформація елемента, см

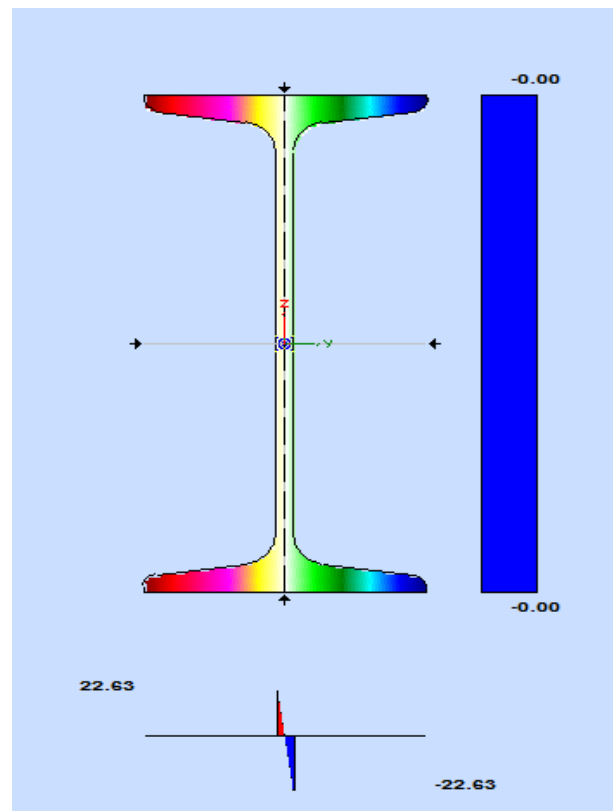
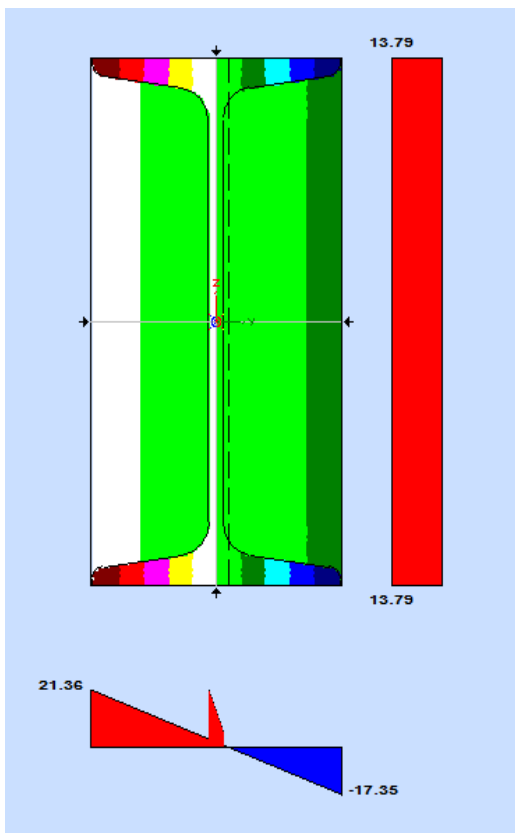


Рис.2 Нормальні напруження в елементі

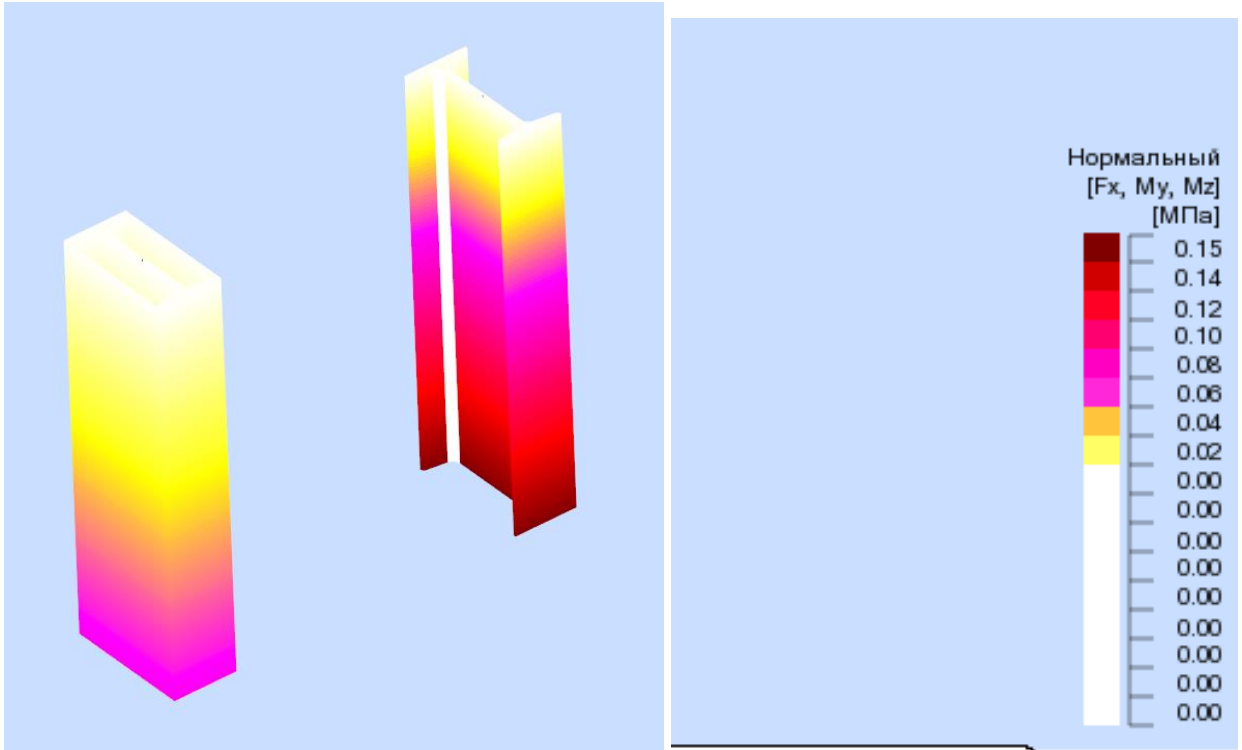


Рис.3 3д перспектива нормальных напряжений

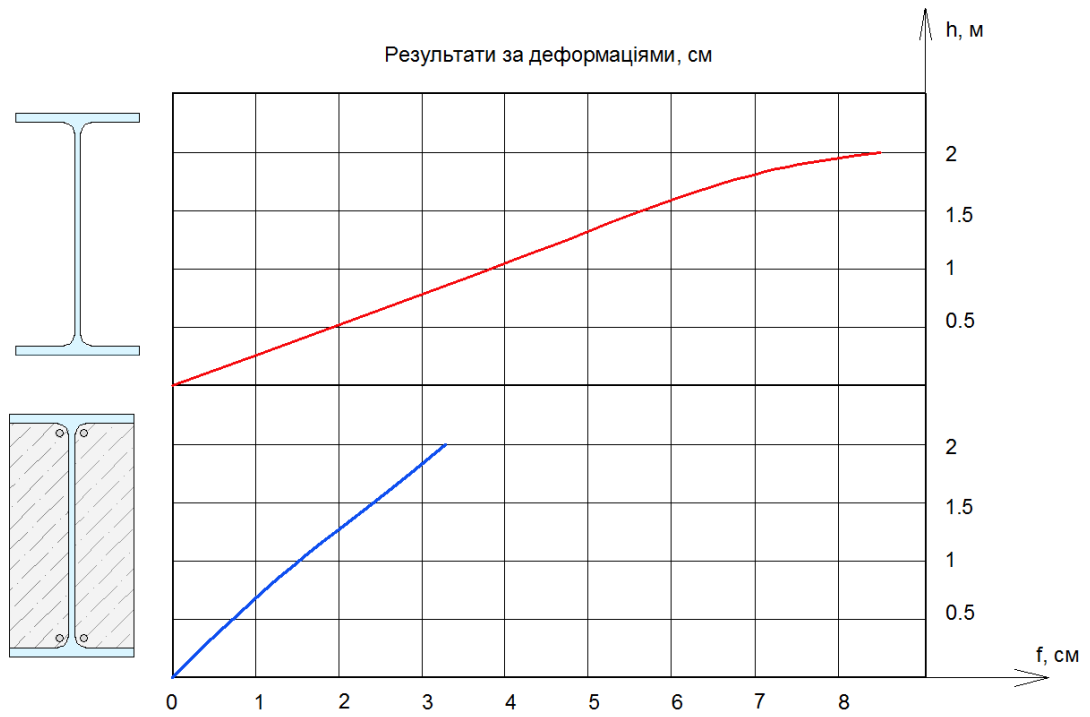


Рис.4 Результаты деформации.

Висновок за допомогою бетонного перерізу деформація колони набагато менше майже в 3 рази, порівнюючи з звичайним перерізом .

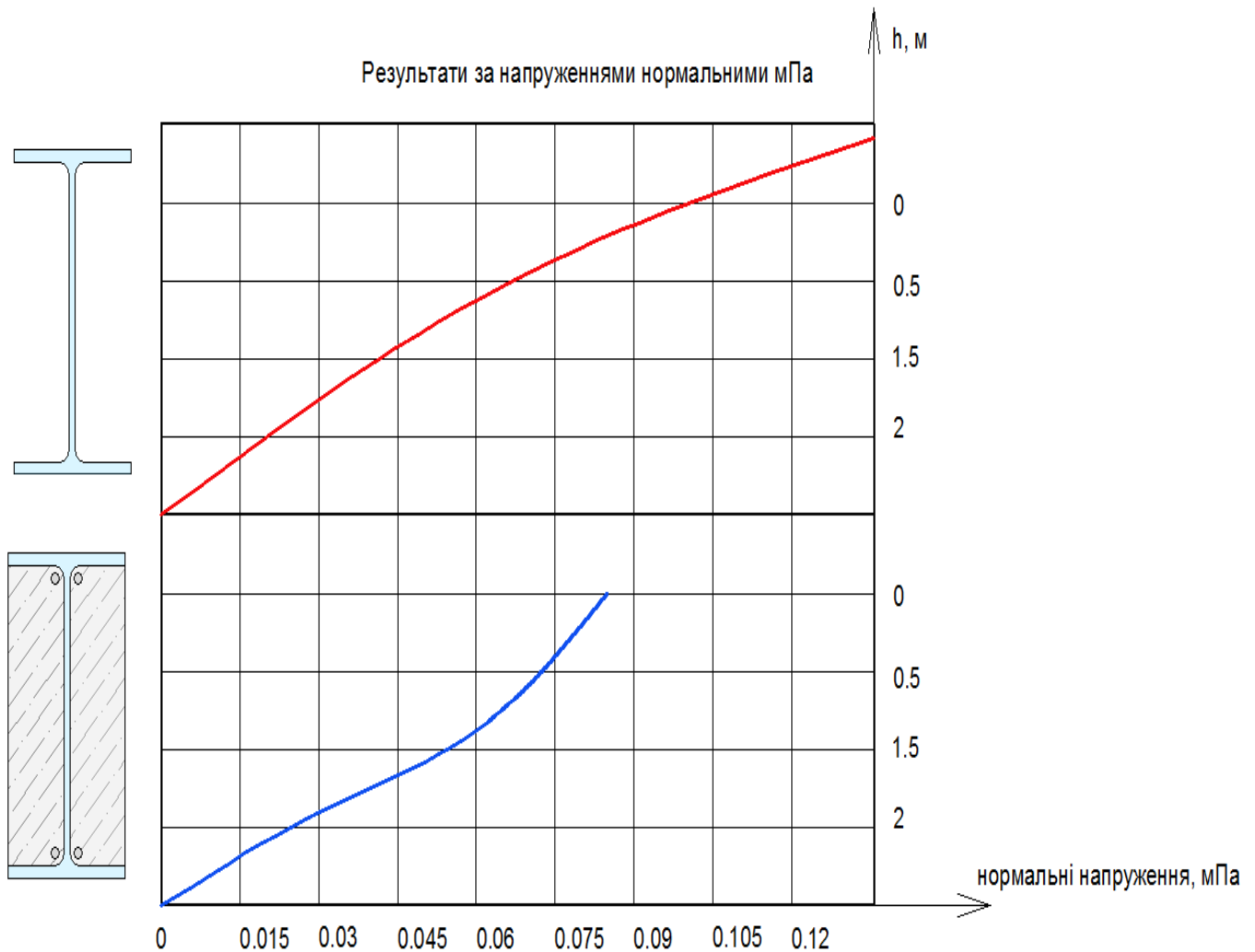


Рис.5 Порівняння показників деформації

Висновок: напруження в елементі в самій нижній точці у бетонного перерізу складають приблизно 0.08 МПа, а у звичайного елемента складають 0.15 мПа. Можна зробити висновок що елмент краще працює при більших навантаженнях майже в два рази .

Розрахунок даного перерізу

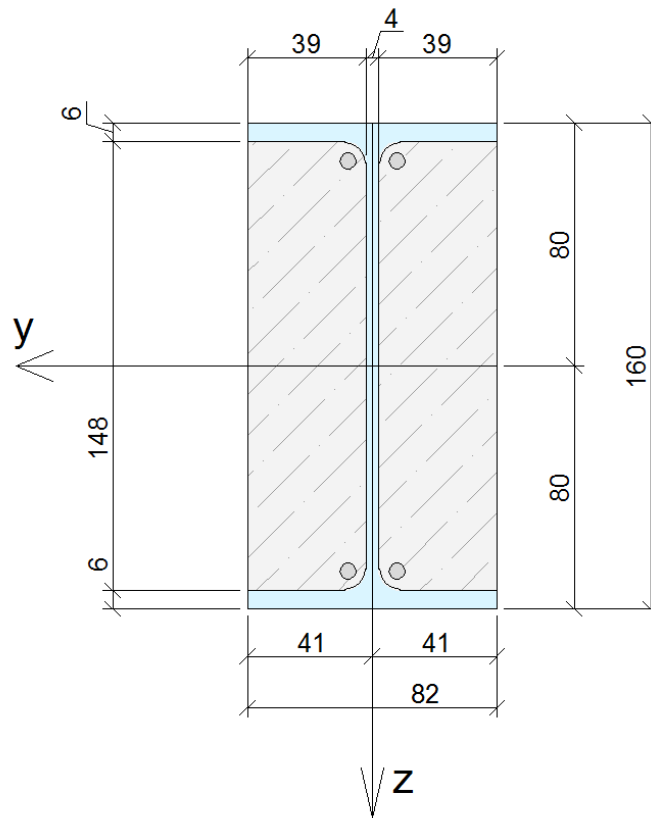


Рис.6 Переріз колони

Площа поперчного перерізу одного стрижня поздовжньої арматури відносно своєї вісі

$$A_s = 201.1 \text{ мм}^2$$

Момент інерції одного стержня поздовжньої арматури

$$I_s = 0.1 \cdot d^4 = 0.1 \cdot 16^4 = 6553.6 \text{ мм}^4$$

Момент інерції двутавра

$$I_{st,y} = 689 \text{ мм}^4$$

З урахування часу дії навантаження розрахунковий опір бетону

$$f_{cd} = 0.9 \cdot 14.5 = 13.05 \text{ мПа}$$

Модуль деформації бетону з урахування чау дії навантаження

$$E_{b1} = \frac{E_b}{1 + \varphi_{b,cr}} = \frac{30\,000}{1 + 2.3} = 9090.9 \text{ мПа}$$

Визначаємо коефіцієнти приведення до бетону для жорсткості і гнучкості

арматури

$$\alpha_{st} = \frac{E_{st}}{E_{b1}} = \frac{206\,000}{9090.9} = 22.6$$

$$\alpha_s = \frac{E_{st}}{E_{b1}} = \frac{200\,000}{9090.9} = 22$$

Визначаємо момент інерції приведенного перерізу елемента відносно його центра ваги.

$$I_{y,\text{red}} = I_y + I_{y,\text{st}} \cdot \alpha_{st} + I_{y,s} \cdot \alpha_s = 6\,308\,747 + 689 \cdot 22.6 + 4\,226\,389 \cdot 22 = 93\,627\,003 \text{ мм}^4$$

Момент інерції арматури

$$I_{y,s} = 4 \cdot I_s + 6 \cdot 201.1 \cdot \left(\frac{H - a - a}{2}\right)^2 = 4 \cdot 6553.6 + 6 \cdot 201.1 \cdot \left(\frac{148 - 15 - 15}{2}\right)^2 = 4\,226\,389 \text{ мм}^4$$

Момент інерції бетонної частини

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} - I_{y,s} - I_{st,y} = \frac{39 \cdot 148^3}{12} - 4\,226\,389 - 689 = 6\,308\,746 \text{ мм}^4$$

Визначаємо площу приведенного поперечного перерізу

$$\begin{aligned} A_{\text{red}} &= A_b + A_{st} \cdot \alpha_{st} + (A_s + A'_s) \cdot \alpha_s \\ &= (2 \cdot 39 \cdot 148 - 1618 - 201.1 \cdot 4) + 1618 \cdot 22.6 + 201.1 \cdot 4 \cdot 22 = 63\,385.2 \text{ мм}^2 \end{aligned}$$

Радіус інерції приведенного перерізу

$$i_{y,\text{red}} = \sqrt{\frac{93\,627\,003}{63\,385.2}} = 38.43 \text{ мм}$$

Розрахункову довжину елемента визначаємо

$$l_o = 0.7 \cdot H = 0.7 \cdot 2000 = 1400 \text{ мм}$$

Тоді

$$\frac{l_o}{i_{y,\text{red}}} = \frac{1400}{38.43} = 36.42 > 14$$

Визначаємо ексцентриситет

$$e = \frac{M}{N} = \frac{5 \cdot 10^6}{50 \cdot 10^3} = 100 \text{ мм}$$

Перевірка міцності поперечного перерізу елемента

Визначаємо висоту стиснутої зони перерізу

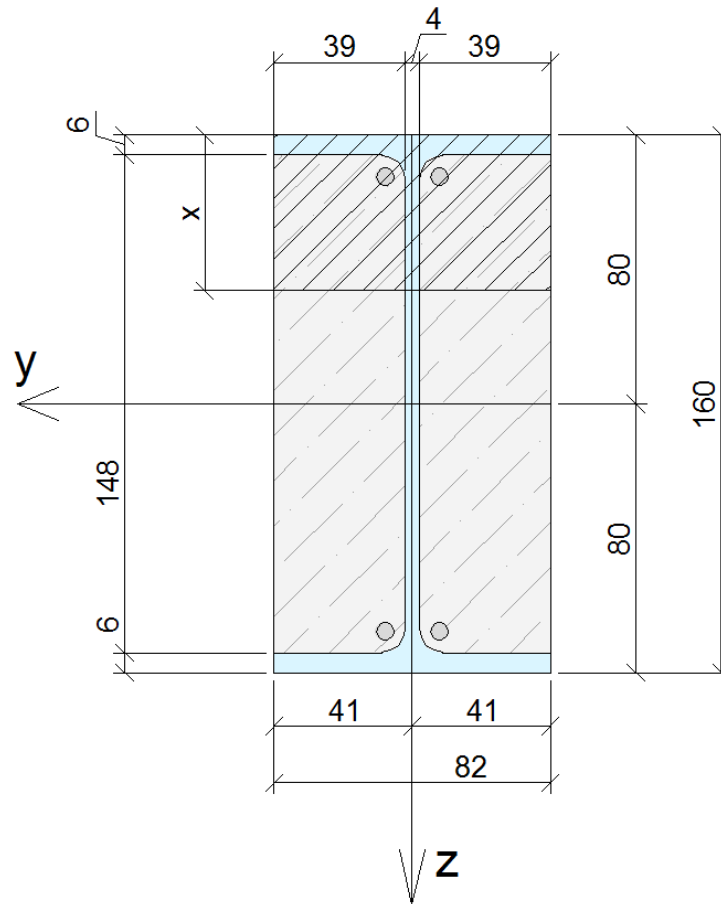
x

$$= \frac{(N + f_{yd} \cdot A_s + f_{cd} \cdot A'_s - f_{yd} \cdot A'_s - (f_{cd} - R_y)) \cdot (t_w \cdot (t_{f1} + c) - b_{f1} \cdot t_{f1}) + R_y \cdot (t_w \cdot (h_w + t_{f1} + c) - b_{f2} \cdot t_{f2})}{f_{cd} \cdot b + R_y \cdot t_w - t_w \cdot (f_{cd} - R_y)}$$

x

$$= \frac{50 \cdot 10^3 + 365 \cdot 4 \cdot 201.1 + 14.5 \cdot 201.1 \cdot 4 - 365 \cdot 201.1 \cdot 4 - (14.5 - 240) \cdot (4 \cdot 6 - 82 \cdot 6) + 240 \cdot (4 \cdot (160 + 6) - 82 \cdot 6)}{14.5 \cdot 148 + 240 \cdot 4 - 4 \cdot (14.5 - 240)}$$

$$x = 46.393 \text{ мм}$$



Визначаємо граничний момент, який може бути сприйнятий даним перерізом, відносно найбільшої розтягнутого стержня арматури

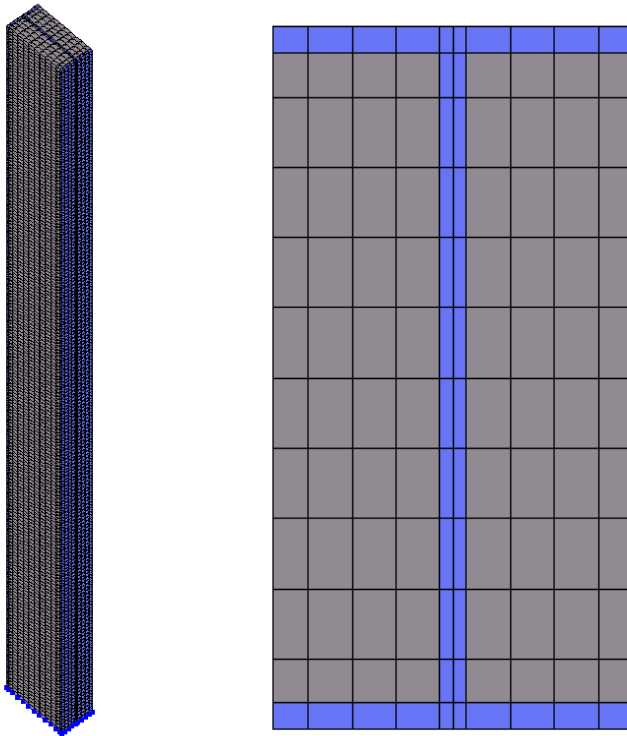
$$M = f_{cd} \cdot (b \cdot x - A'_s - A'_{st}) \cdot (h - a) + f_{yd} \cdot A_s \cdot (h - a) + R_y \cdot \left(b_{f1} \cdot t_{f1} \cdot \left(h - c - \frac{t_f}{2} \right) + t_w \cdot (x - c - t_f) \cdot \left(h - c - t_f - \frac{x - c - t_{f1}}{2} \right) \right) - R_y \cdot \left(b_{f1} \cdot t_{f1} \cdot \left(\frac{t_f}{2} - a \right) + t_w \cdot (h_w + t_f - x) \cdot \left(\frac{h_w + t_f - x}{2} + t_f \right) \right)$$

$$\begin{aligned}
M &= 14.5 \cdot (38 \cdot 46.3 - 4 \cdot 201.2 - 1618) \cdot 160 + 365 \cdot 4 \cdot 201.2 \cdot 160 + 240 \\
&\cdot \left(82 \cdot 6 \cdot \left(160 - \frac{6}{2} \right) + 4 \cdot (46.3 - 6) \cdot \left(160 - 6 - \frac{46.3 - 6}{2} \right) \right) - 240 \\
&\cdot \left(82 \cdot 6 \cdot \left(\frac{6}{2} \right) + 6 \cdot (160 + 6 - 46.3) \cdot \left(\frac{160 + 6 - 46.3}{2} + 6 \right) \right) \cdot 10^{-6} \\
&= 57.471\,573.6 \text{ кНм}
\end{aligned}$$

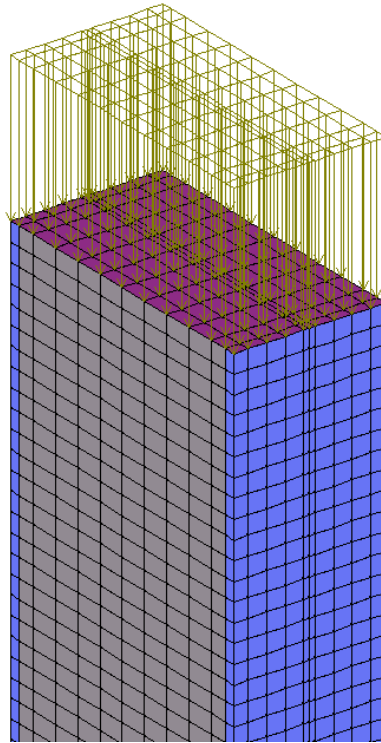
Звідси знаходимо поздовжню силу, яка може сприймати даний переріз елемента.

$$N = \frac{M}{e} = \frac{57\,471\,573 \cdot 10^{-3}}{80} = 718.394 \text{ кН}$$

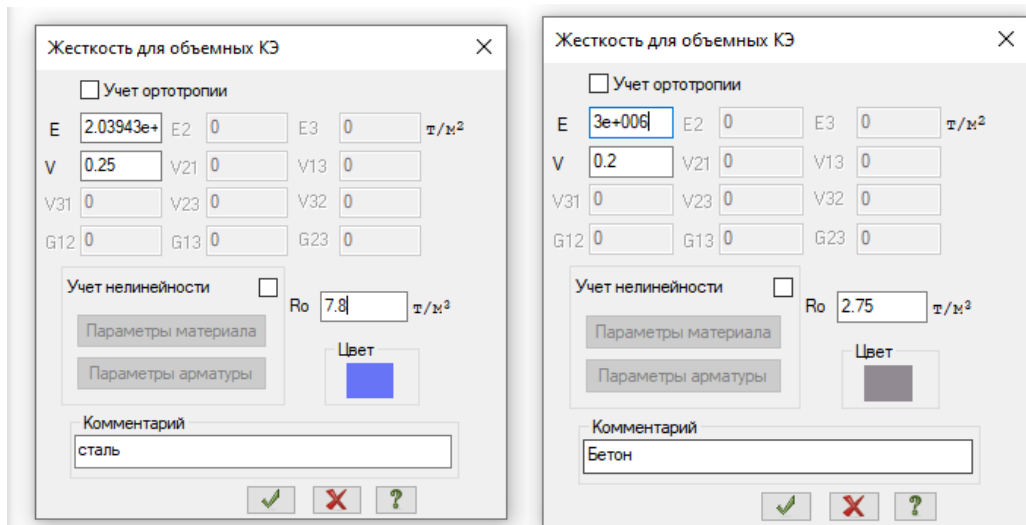
Таким чином можемо зробити висновок що даний переріз може сприймати навантаження зосереджене 718.394 та згинаючий момент 57.471 кНм



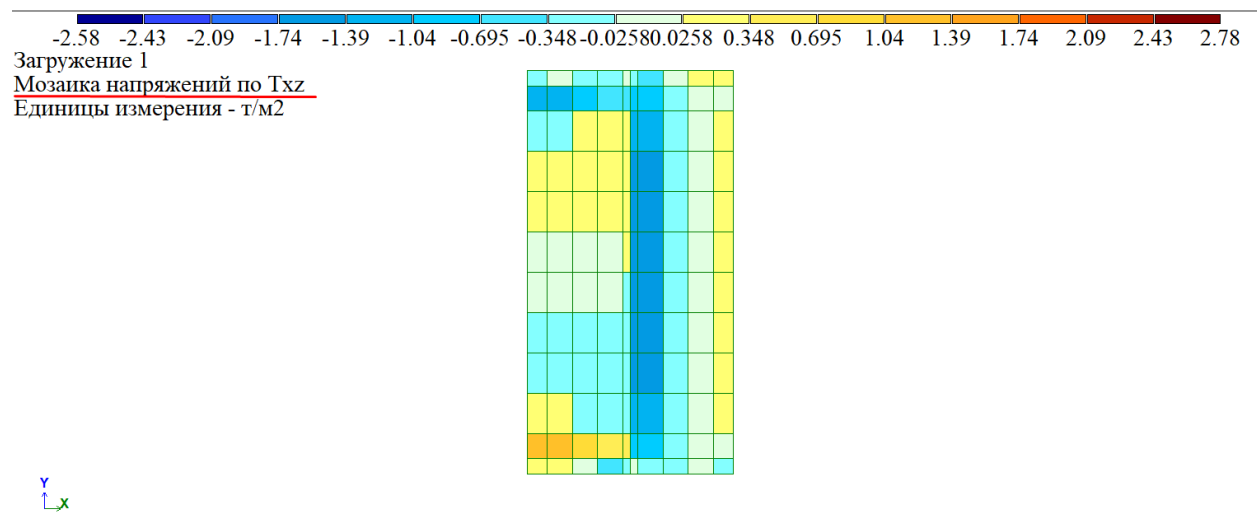
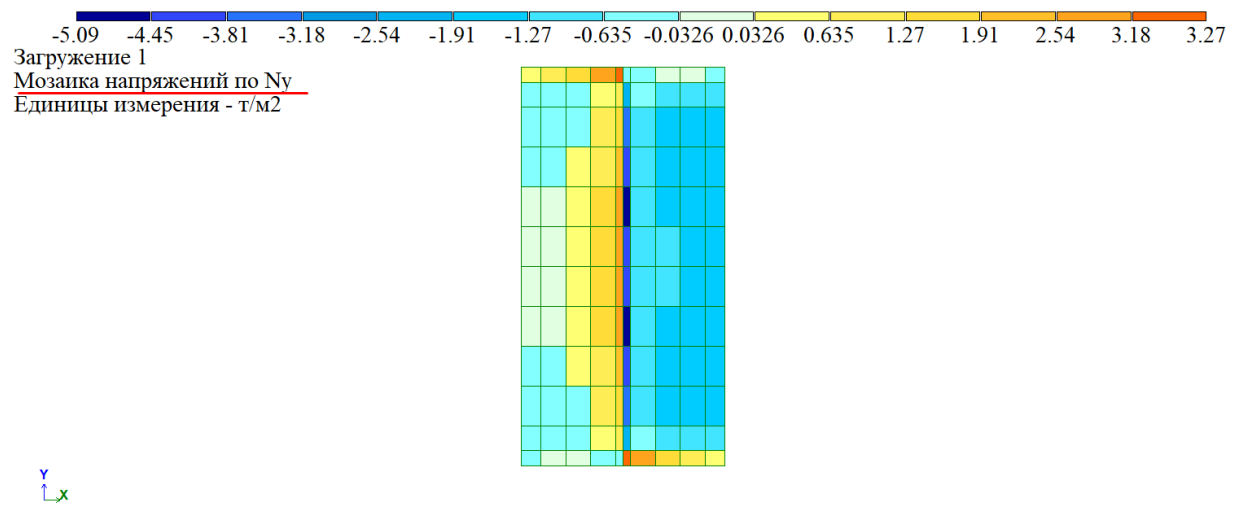
На вершину колони було прикладено рівномірно-розподілене навантаження $P=50 \text{ т/м}^2$:



На об'ємні кінцеві елементи були задані відповідні фізичні характеристики бетону та сталі:



Результати розрахунку :



Розрахунок Фундаменту

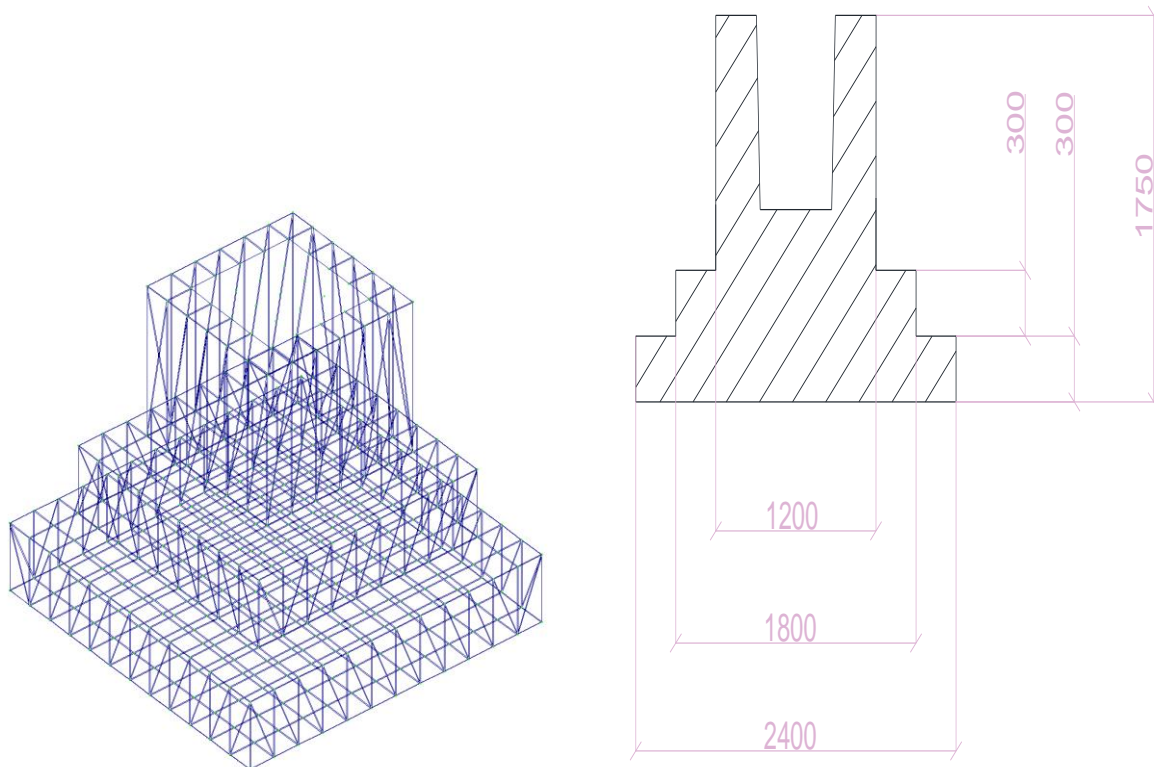


Рис.7 3Д вид фундаменту та його розміри

УМОВИ БУДІВНИЦТВА

Сейсмічність, бали 0 Коэф. К1, який враховує допустимі пошкодження 0

Просадочність - так .

ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕТОНУ

Найменування	Клас бетону	Rb,кгс/см2	Rbt,кгс/см2
Плитна частина	C12/15	86.70	7.65
Підколонник	C12/15	86.70	7.65

ХАРАКТЕРИСТИКИ АРМАТУРИ

Найменування	Класс арматури	$R_s, \text{кгс/см}^2$	$R_{sw}, \text{кгс/см}^2$
Робоча поздовжня:			
плитної частини	АШ	3750.00	3000.00
підколонника	АШ	3750.00	3000.00
Конструктивна			
підколонника	АІ	2300.00	1800.00

ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУНТІВ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ЗА ДЕФОРМАЦІЯМИ

№сл	Товщина шару, м	Розрах.к ут внутр.тертя, град	Питом вага ґрунта, тс/м ³	Розрах. питом. зчеплення. тс/м ²	Модуль деформ. шара, тс/м ²	Коеф. Пуассона	Коеф. пористості
1	3.0	24.0	2.00	3.90	3200.0	0.35	0.45
2	2.3	23.0	2.00	3.40	2500.0	0.32	0.55
3	3.2	25.0	1.60	3.70	3300.0	0.28	0.45

ГРАФІК ВІДНОСНОЇ ПРОСАДОЧНОСТІ ПРИРОДНОГО РЕЛЬЄФА

Глибина від поверхні природного рельєфу, м	Початкове просідання тиск, тс/м ²	Відносна просадність при тиску на ґрунт, тс/м ²			
		10	20	30	40

Завантаження 1
 Ілюстрація навантаження по 3D
 Елементи координати: (x,y,z) м

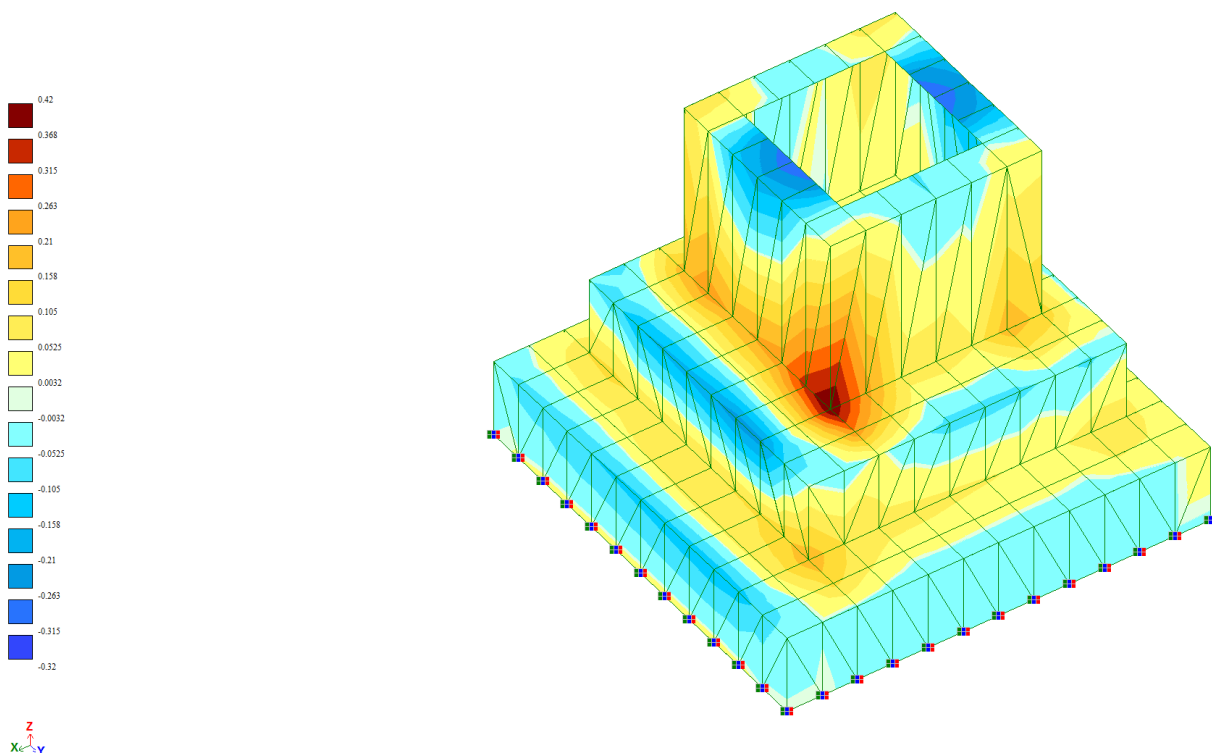


Рис.8 Епюра моментів M_x кНм

Результат 1
Показано элементов: 1020
Самый элемент: -107°/с/с

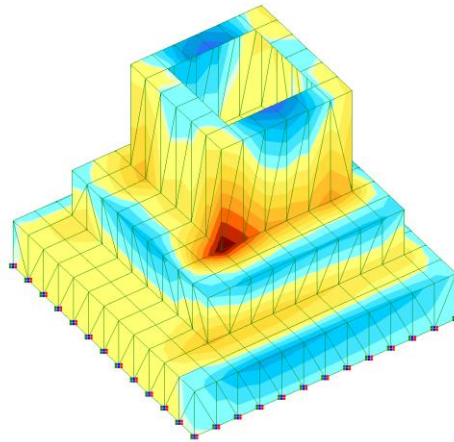


Рис.9 Епюра моментів M_y кНм

Результат 1
Показано элементов: 1020
Самый элемент: -107°/с/с

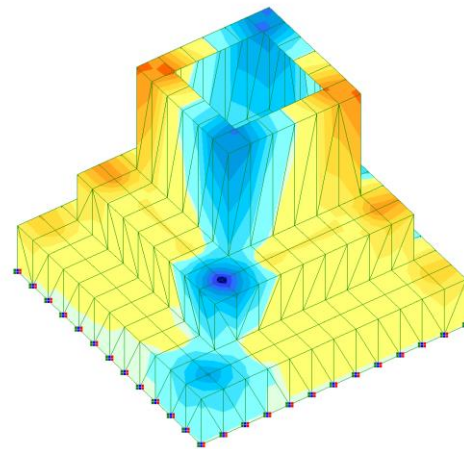


Рис.10 Епюра моментів M_x кНм

Результат 1
Показано элементов: 1020
Самый элемент: -107°/с/с

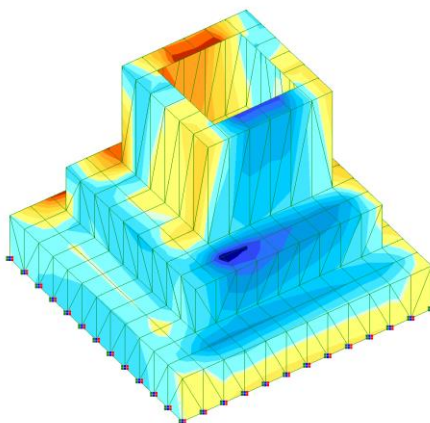
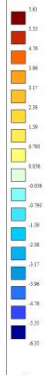


Рис.11 Епюра Q_y кН

Заруження 1
Поле напружень по Тху
Єдиниця вимірюв. - кН/м^2

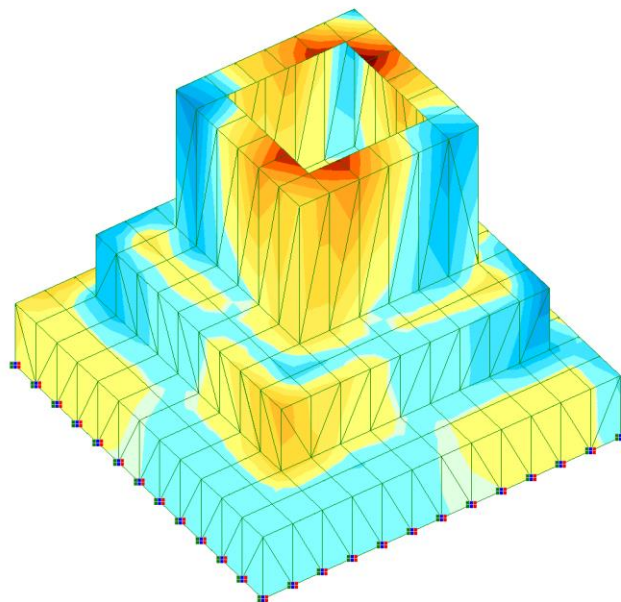
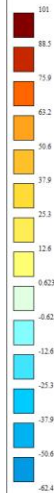


Рис.12 Епюра дотичних напружень кН/м^2

РОЗДІЛ 5 .ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що діють на будівельному майданчику.

Найскладнішим технологічним процесом даної дипломної роботи є складання накладок. Монтажник, який виконує даний вид робіт, встановлює залізобетонні плити за допомогою крана. Його робота ведеться у вибухонебезпечній зоні, як правило, монтаж проводиться на висоті.

Відповідно до ДСТУ-НБ А.3.2-1:2007 на монтажника впливають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

1. Рухомі машини та механізми; рухомі частини виробничих установок.
2. Підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони та наявність у повітрі шкідливих речовин.
3. Підвищений рівень шуму на робочому місці.
4. Підвищене значення напруги в колі, коло якого може проходити через тіло людини.
5. Підвищена температура повітря в робочій зоні.
6. Недостатнє освітлення робочих місць.
7. Розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі.

Всі ці коефіцієнти регулюються наступними нормативними документами і мають такі гранично допустимі значення: 1. Рухомі машини та механізми; рухомі частини виробничого обладнання – згідно з ДБН А.3.2-2-2009 (розділ 8) НПАОП 0.00-1.01-07 це монтажний кран та роботи пов'язані зі зварюванням, пересуванням та монтажем металевих конструкцій.

2. Підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони та наявність у повітрі шкідливих речовин - ГДК регламентується ДСТУ-НБ А.3.2-1:2007. Його джерелами є: переміщення та монтаж конструкцій, пил будівельного сміття,

металевий пил при різанні конструкцій, пари від електрозварювання та газового різання, пари фарби при фарбуванні конструкцій;

3. Підвищений рівень шуму на робочому місці - гранично допустимі значення регламентуються ДБН В.1.2-10-2008. Джерелами шуму на будівельному майданчику є будівельні машини та обладнання (монтажний кран, екскаватор, бетоновоз, бурова установка тощо), ручний електричний та пневматичний інструмент (перфоратори, відбійні молотки, пневматичні гайковерти).

4. Підвищене значення напруги в колі, коло якого може проходити через тіло людини - згідно з ДБН А 3.2-2-2016 (розділ 9.18), НПАОП 40.1-1.21-98. При електрозварюванні напруга електромережі 220/380 В, зварювальні струми в межах 10-100 А.

5. Підвищена температура повітря робочої зони регламентується ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони»[36] в помірних кліматичних умовах, у зв'язку з тим, що робота проводиться влітку, температура повітря в робочому діапазоні може досягати 30-33^oС. Джерелами виділення тепла на будівництві є також зварювальні роботи та роботи з газопламенним різанням.

6. Недостатнє освітлення робочих місць згідно ДБН В.2.5-28-2006 в осінньо-зимовий період, освітленість на будівельному майданчику не повинна перевищувати 5 лк.

7. Розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі.

5.2 Організаційні та технічні заходи з усунення небезпечних і шкідливих чинників на об'єкті

Для безпечної роботи на висоті необхідно дотримуватися наступних правил безпеки:

- Збірку та зварювання великогабаритних секцій проводити у спеціально відведених місцях, з обох боків конструкції мають бути підставки та проходи;
- При зварюванні об'ємних профілів на висоті необхідно влаштовувати ліси з

розташуванням зварювального апарату поза робочим місцем зварника.

- усі прилади, які при пошкодженні можуть бути під напругою, повинні мати індивідуальне заземлення з виходом на загальне захисне заземлення;

- Усі зварювальні системи повинні контролюватися слюсарем. Усунути дефекти електрозварювального апарату має право тільки слюсар.

- При зварюванні великоформатних виробів слід використовувати щитки, які закривають зварні шви з усіх боків. Для заземлення електроустановок на будівельному майданчику використовуються природні заземлювачі:

- підземні водопроводи та інші металеві трубопроводи, крім трубопроводів для горючих і легкозаймистих рідин, горючих або вибухонебезпечних газів і сумішей;

- труби-оболочки;

- металеві та залізобетонні конструкції будівель і споруд, що безпосередньо контактують із землею;

- свинцеві оболонки підземних кабелів;

- Заземлювальні пристрої для носіїв ліній високої напруги. У тих випадках, коли неможливо або важко виконати захисне заземлення або занулення, або коли існує висока ймовірність доторкання людей до неізольованих струмоведучих частин електроустановок, необхідно використовувати захисне відключення - швидкодіючу захисну систему, що захищає електроустановку. автоматично вимикається. Для забезпечення безпеки під час руху машин і механізмів передбачено:

- огороження зони будівництва огорожею заввишки не менше 2 м типовими огорожами з використанням сигнальних кольорів і знаків безпеки, розміщених безпосередньо на огорожі або біля неї;

- Ширина тимчасових доріг: 3,5 м для одностороннього руху, для двостороннього руху та в місцях, де передбачені об'їзди для автотранспорту.

- 6м;

- Пішохідні доріжки є, а кількість перетинів з дорогами мінімальна; - під час роботи монтажного крана та екскаватора: мінімальна відстань людей від умовної лінії, описаної гаком крана або ковшем екскаватора при максимальному вильоті – 5 м. Щоб уникнути негативного впливу підвищеної температури поверхні приладів і матеріалів передбачені такі положення:– розміщення їх в спеціальних місцях, віддалених від місць основного перебування робітників;
- робітники, що використовують устаткування з підвищеною температурою поверхні (устаткування для розігріву електрозварювання) повинні дотримуватись правил техніки безпеки відповідно до робочого процесу, застосовувати засоби індивідуального захисту (рукавички, окуляри, фартуки та ін.), а також правильно користуватися цими засобами.

Для зменшення негативного впливу шуму на робочому місці необхідно:

- проведення будівельних робіт у той час року і доби, коли рівень шуму мінімальний і відповідає санітарним нормам;
- застосування індивідуальних засобів шумового захисту (спеціальні каски, навушники й ін.), обмежений час перебування в зоні зашумлення;
- розміщення захищених від шуму побутових приміщень для відновлення сил робітниками під час перерв.

Для забезпечення безпечної роботи в темний час доби передбачається освітлення робочої зони відповідно до розрахунку прожекторів, що приведений нижче.

5.3. Забезпечення пожежної та вибухової безпеки на об'єкті

Цей розділ відповідає ДБН В.1.1-7-2016 «Протипожежний захист будівель». Ми передбачаємо три основні системи забезпечення пожежної безпеки:

- протипожежний захист;
- протипожежний захист;
- пожежогасіння.

система протипожежного захисту

З метою запобігання утворенню джерел займання в горючому середовищі даним

проектом передбачено:

- послідовність виконання, застосування та режим роботи машин, апаратів та інших пристроїв, матеріалів і виробів, які можуть стати джерелами займання горючого середовища;
- Застосування технологічного процесу та обладнання, що відповідають вимогам електростатичної іскробезпеки;
- блискавковідводи для будівель, споруд та установок;
- регулювання гранично допустимої температури нагріву поверхонь приладів, виробів і матеріалів, які можуть контактувати з горючим середовищем;
- регулювання гранично допустимої енергії іскрового розряду в горючому середовищі;
- регулювання гранично допустимої температури нагріву палива, матеріалів і конструкцій;
- усунення умов для термічного, хімічного або мікробіологічного самозаймання речовин, матеріалів, виробів і конструкцій.
- У місцях скупчення людей передбачені спеціальні місця для куріння.

5.4 Система пожежного захисту

Для забезпечення протипожежного захисту проектом передбачено такі заходи:

- укомплектувати будівельний майданчик необхідною кількістю вогнегасників та вогнегасних засобів. розміщувати їх на території будівельного майданчика таким чином, щоб забезпечити якнайшвидший і безпечний доступ до них після пожежі (вибуху);
- Спеціально облаштовані місця для встановлення гідрантів проектуються на тимчасовому водопроводі таким чином, щоб можна було ліквідувати пожежу, що виникла у найвіддаленішому та важкодоступному місці будівельного майданчика.
- поблизу пожежонебезпечних виробництв, але не ближче 5 м від будинку, обладнують пожежні щити та ящики для піску;

- На місці будівництва планується встановити гідранти (ГГ); при цьому відстань між найближчими ПГ не повинна перевищувати 100 м; Розташування ПГ прийнято по вулицях, 40м від будинків;

- дороги всередині майданчика закільцьовані та забезпечують проїзд пожежного автомобіля;

- максимальне використання негорючих і негорючих речовин і матеріалів замість легкозаймистих;

- обмеження кількості палива та його розміщення;

- Ізоляція горючого середовища;

- використання вогнегасних засобів;

– застосування засобів колективного й індивідуального захисту людей;

– застосування системи противодимного захисту;

– застосування засобів пожежної сигналізації і повідомлення про пожежу;

– організація пожежної охорони ділянки;

– проведення на площадку телефонної лінії та радіозв'язку.

Обмеження кількості пальних речовин і їхнього розміщення досягається:

– розміщення технологічно виправданої кількості пальних речовин і матеріалів на будівельному майданчику (основна їхня кількість повинна зберігатися на складах або спеціально обладнаних площадках);

– наявності аварійного зливу пожежонебезпечних рідин;

– розміщення пожежонебезпечного устаткування на відкритих площадках.

Для забезпечення ізоляції пального середовища проектом передбачені заходи:

– максимальна механізація й автоматизація технологічних процесів, зв'язаних із застосуванням пожежонебезпечних речовин;

– установка пожежонебезпечного устаткування в ізольованих приміщеннях, на відкритих площадках (для хімічних розчинів – криті склади, устаткування для розігріву бітуму

- на відкритих площадках);
- застосування для пожежонебезпечних речовин герметизованого і герметичного устаткування і тари;
- застосування пристроїв захисту виробничого устаткування з пожежонебезпечними речовинами від ушкоджень і аварій.

Система гасіння пожеж

Дипломним проектом передбачені засоби пожежогасіння, що повинні максимально обмежити розміри пожежі і забезпечити його гасіння. У дипломному проекті для гасіння виниклої пожежі використовуються: охолодження зони горіння або самих палаючих речовин (вода), ізоляція реагуючих речовин від зони реакції (двоокис вуглецю), комбінований (повітряно-механічна піна).

Для реалізації цілей пожежогасіння проектом передбачено застосування установок:

- водяного пожежогасіння: пожежний водопровід
- пожежний гідрант-насос-пожежні рукави;
- пінного пожежегасіння
- пересувні установки: з одержанням піни у повітряно-пінних стовбурах.

При виникненні пожежі негайно повідомляється в пожежну частину і приймаються міри до ліквідації пожежі. Згідно НАПБ Б.07.005-86 виробничі процеси розроблені так, щоб вірогідність виникнення вибуху на будь-якій вибухонебезпечній ділянці на протязі року не перевищувала 10⁻⁶.

Запобігання утворенню вибухонебезпечного середовища забезпечено:

- застосуванням герметичного виробничого обладнання;
- застосуванням робочої та аварійної вентиляції;
- контролем змісту повітряного середовища та відкладень вибухонебезпечного пилу;
- застосуванням хімічно-активних та інертних добавок;

– конструктивними та технологічними рішеннями прийнятими при проектуванні. В приміщеннях застосовані стаціонарні автоматичні установки пожежогасіння, аерозольні та рідинні. В приміщеннях де розташовані робочі місця передбачена автоматична система попередження пожежі, що спрацьовує при підвищенні температури, появи диму чи відкритого вогню, та по два переносних вогнегасника з вуглекислим газом ОУ-5 на кожні 20 м² площі. Постійно проводиться контроль та нагляд за дотриманням норм технологічного режиму, правил і норм техніки безпеки, промислової санітарії та пожежної безпеки.

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Основним джерелом збільшення екологічної небезпеки будинків є застосування полімерних матеріалів, у тому числі на основі здрібненої деревини. Проектування варто здійснювати з урахуванням цього фактора. Матеріали для виготовлення несучих і огорожуючих конструкцій, відповідно до існуючого порядку забезпечення екологічної безпеки застосовуються при проектуванні при наявності на них гігієнічних сертифікатів установленої форми. Основний вплив на регулювання рівня екологічної безпеки будинку мають системи опалення, вентиляції й кондиціонування. Їхнє проектування варто здійснювати відповідно до вимог СНиП 2.04-91 (39), СНиП 2.04.07-86 (40), СНиП 2.1.08-87 (41), ВСН 59-88 (42); ВСН 60-89 (43). Використовувані для виготовлення будівельних елементів матеріали, конструкції, деталі повинні мати нормативну документацію, розроблену відповідно до діючої Державної системи стандартизації (ДЕРЖСТАНДАРТ Р 1.0, ДЕРЖСТАНДАРТ Р 1.2, ДЕРЖСТАНДАРТ Р 1.3, ДЕРЖСТАНДАРТ Р 1.4, ДЕРЖСТАНДАРТ Р 1.5) і діючими вимогами до змісту документів, що забезпечують екологічну безпеку продукції.

У нормативних документах повинні бути відбиті наступні гігієнічно значимі параметри:

- найменування матеріалу, торговельна марка, тип;
- область застосування; - умови застосування (насиченість кв./куб. м, температура, кратність повітрообміну);
- рецептура, залишковий зміст мономерів (види й кількості);
- санітарно-гігієнічна характеристика (показники міграції інгредієнтів у модельні середовища);

- методи, частота й обсяг виробничого лабораторного контролю за гігієнічними показниками із вказівкою залишкових мономерів;
- вимоги до впакування, маркуванню, умовам зберігання й транспортування.

При застосуванні імпортованих матеріалів в органи державного санітарноепідеміологічного нагляду представляється сертифікат, що підтверджує їхню безпеку для здоров'я людини, виданий державними повноваженими органами країни-виготовлювача й (або) результати гігієнічних досліджень, виконані установами або акредитованими лабораторіями (центрами). На сьогоднішній день складно уявити собі людську цивілізацію без транспорту, особливо авіаційного. Сьогодні транспорт є одним з найзручніших та найшвидших засобів пересування. Однак, досягнення науко - технічного прогресу приносять людям не лише користь, але й завдають великої шкоди. І не тільки людям – всій природі. Це неминучість шкоди від забруднення навколишнього середовища викидами, транспортного шуму та й від інших фізичних впливів. Саме такого впливу зазнають пасажери та відвідувачі аеропорту та люди, що проживають в неподалік розміщених будівлях.

6.2 Захист повітряного середовища.

а) Характеристика забруднюючих атмосферу речовин та класифікація джерел забруднення: Забруднення атмосфери – зміна складу атмосфери в результаті попадання в неї домішок. Домішки в атмосфері – це розсіяна в атмосфері речовина, що міститься в її постійному складі. Забруднююча повітря речовина – це домішок в атмосфері, що має негативний вплив на зовнішнє середовище та здоров'я населення. Оскільки домішки в атмосфері можуть зазнавати різних перетворень, їх можна умовно розділити на первинні та вторинні: Первинні домішки в атмосфері – домішки, що зберігають, за інтервал часу, що розглядається, свої фізичні та хімічні властивості. Перетворення домішок в атмосфері – процес, при якому домішки в атмосфері підлягають фізичним та хімічним змінам під впливом природних та антропогенних факторів, а також в

результаті взаємодії між собою. Вторинні домішки в атмосфері – це домішки в атмосфері, що з'явилися в результаті перетворення первинних домішок. За впливом на організм людини забруднення атмосфери розділяється на фізичне та хімічне. До фізичного відноситься: радіоактивне випромінювання, тепловий вплив, шум, низькочастотні вібрації, електромагнітні поля. До хімічного – присутність хімічних речовин та їх поєднань.

Викиди в атмосферу забруднюючих речовин характеризуються за чотирма признаками:

- за агрегатним станом;
- за хімічним складом;
- за розміром частинок;
- за масовими затратами речовини, що викидається в атмосферу.

Речовини, що забруднюють атмосферу викидаються у вигляді суміші пилу, диму туману, пару та газоподібних речовин. Джерела викидів в атмосферу розділяються на природні, що обумовлені природними процесами, та антропогенні (техногенні), що являються результатом діяльності людини.

Викиди шкідливих речовин та їх вплив на організм людини.

Вуглекислий газ - CO₂. Наймасовіший продукт органічного горіння Паливо, викиди якого досягають 4 мільярдів тонн на рік у всьому світі. Відноситься до інертних нетоксичні гази. Коли глобальна екосистема перебуває в стабільному стані, її вміст знаходиться в стані атмосфера залишається постійною. У разі франшизи відбуваються зміни Вплив озонового шару на геофізичні та макрокліматичні процеси. Загальні рівні в атмосфері контролюються на регіональному рівні

(національний) та глобальний рівень.

Чадний газ – це безбарвний газ, який не має смаку та запаху. потрапляє в легені через дихальні шляхи. Як наслідок – нестача кисню та збої в роботі всіх систем.

Оксиди азоту – оксиди перетворюються на більш стабільний діоксид (NO₂) при

швидкому контакті з атмосферою (через 0,1-10 годин). Сюди ж входить діоксид азоту, другий клас токсичності (у 41 разів небезпечніший за чадний газ) і вражає дихальні шляхи людини навіть у низьких концентраціях. прогрес На слизовій оболонці оксид азоту перетворюється на азотну і азотисту кислоти, викликаючи хворобливі явища. Гранично допустима концентрація для діоксиду азоту становить 0,085 мг/м³

середньодобова – 0,04 мг/год.

Сажа - це зважені тверді частинки вуглецю. Негативні прояви - вдихання твердих часток небезпечно.

Свинець - важкий метал, він шкідливо діє на всі органи і тканини, порушує їх обмінні процеси. Його наявність призводить до неуважності, глухоти, безпліддя, нервозності.

Вони використовуються лише в незначній мірі для визначення рівня забруднення, така концентрація вважається допустимою (ГДК).

Забруднювачі навколишнього природного середовища, які не впливають на людину безпосередньо або не мають опосередкованого шкідливого впливу, не знижують її працездатність, не впливають на самопочуття та настрої, не мають шкідливого контакту при постійному використанні, а також не викликають негативних наслідків. для потомства. Ступінь токсичності складних біологічних речовин визначається дослідженнями, на підставі яких встановлюються обмеження на застосування різних площ і розмірів ГДК. Дані можуть бути використані для оцінки відносної небезпеки атмосфери Дослідження впливу великих викидів на людину.

Таблиця 6.1. Негативні викиди

Тривалість дії та можливі наслідки	Концентрація в повітрі, мг/м ³ – не більше		
	CO	SO ₂	NO ₂

Декілька годин без помітної дії	115	65	15
Через 2 –3 години ознаки початку отруєння – подразнення слизової оболонки	575	130	20
Через 30 хв. – серйозне отруєння	2300	210	100
Небезпечно для життя при короткочасній дії	5700	1600	150

6.3 Поверхневий стік з території будівництва

1. На території сучасних будівельних майданчиків у процесі виробничої діяльності, що відрізняються за складом домішок. Ці забруднювачі змиваються поверхневим стоком і переносяться через зливові канали до водойм, що прилягають до споруди, спричиняючи значне забруднення.
2. Найбільші концентрації забруднюючих речовин утворюються у стоці штучних поверхневих водозбірних басейнів, які містять основні джерела забруднення поверхневого стоку. Поверхневий стік з таких водозбірних ділянок повинен бути повністю очищений від зважених і розчинених забруднень.
3. Основна кількість забруднюючих речовин, що виносяться у водойми поверхневим стоком з будівельних майданчиків, міститься в дощових стоках. Склад забруднюючих речовин у зливових стоках та їх концентрація нестабільні та коливаються залежно від ряду факторів (пора року, функціонування споруд у даному водозбірному районі, величина шару опадів, інтенсивність, тривалість попереднього «сухого» погодного періоду).) .
4. Проектування споруд для очищення та знешкодження поверхневого стоку необхідно здійснювати з урахуванням рекомендацій, розроблених Всесоюзним науково-дослідним інститутом охорони вод (ВНДІВО).
5. Концентрація забруднюючих речовин у стічних водах сильно залежить від

об'єму випадання опадів. Основна маса домішок залежить від властивостей окремі ділянки водозбірної площі змиваються потрапляючими дощовими водами .Кількість 50 - 100 м3/га (відповідає шару опадів 5 - 10 мм).

6.4 Екологічні заходи, застосовані при будівництві об'єкту

- Для збереження природного середовища, для запобігання його забруднення під час будівництва споруди буде прийнято наступні заходи:

- архітектура будинку, та його внутрішнє оздоблення сприяє ергономічному сприйняттю для людини, що робить перебування в приміщеннях споруди комфортним та приємним;

- в технології будівництва застосовано екологічно чисті матеріали такі, як залізобетон, метал, скло;

- під час виконання робіт буде зведено до мінімуму викиди шкідливих відходів;

- під час експлуатації будинку буде застосовано новітнє освітлювальне обладнання, що дозволить заощаджувати кошти, а також здоров'я людей.

Заходи з захисту повітряного басейну.

Для даного об'єкту будівництва заходом з захисту повітря від шкідливого впливу речовин є архітектурно-планувальні рішення. А саме влаштування значної кількості зелених насаджень, які зможуть поглинають пил та газоподібні домішки. Відомим є те, що 10 кг листя (в перерахунку на суху масу) за період з травня по жовтень поглинають наступну кількість сірчаного газу: тополя – 180г, липа – 100г, береза – 90г, клен – 20-30г. Тому прийняте рішення про зелені насадження по периметру забудови, а також влаштування зелених насаджень на відкритих площадках, а також у приміщеннях у вигляді зимових садів.

6.5 ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ, БУДІВНИЦТВІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОСНОВНИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Промисловість будівельних матеріалів є невід'ємною частиною економіки кожної країни. Вона є матеріальною основою будівельного комплексу країни і

має значний вплив на темпи розвитку інших галузей економіки. Ця галузь включає виробництво цементу, цегли та інших стінових матеріалів, керамічної плитки, бруківки, бетону та бетонних конструкцій, теплоізоляційних та покрівельних матеріалів тощо. Виробництво не надто капіталомістке та добре забезпечене основною сировиною.

Обсяг виробництва і реалізації промислової продукції значною мірою залежить від будівництва та реконструкції житла. Враховуючи стагнацію будівельного ринку в 2018-2019 роках, дані «Всеукраїнського союзу виробників будматеріалів» свідчать про те, що порівняно з 2017 роком спостерігається певне зниження виробництва будівельних матеріалів. Так, у 2018 році виробництво керамічної цегли впало на 11%, бетону, цементу та виробів з них – на 7%, а ось виробництво сухих сумішей у 2018 році зросло на 13% і продовжує зростати. Важливим рушієм розвитку галузі є «зелене» будівництво та реалізація державних програм стимулювання енергоефективності громадських та житлових будівель («Теплі кредити», «Енергодім» Фонду енергоефективності та ін.). потребують виробництва енергоефективних будівельних матеріалів. За даними Державної служби статистики України, в галузі працює близько 9 осіб.000 підприємств, більшість з яких має фізично та морально зношене технологічне обладнання, що зумовлює високу енергоємність виробництва. Великим підприємствам важко підтримувати належний рівень своїх виробничих потужностей та поточних витрат на електроенергію та опалення адміністративно-складських приміщень. будівлі для покриття, навіть якщо немає попиту на продукцію. Для підвищення конкурентоспроможності компаній необхідно впроваджувати інноваційні технології та заходи з енергоефективності. У наступних розділах брошури представлені конкретні заходи, спрямовані на зниження енергоємності виробництва і, відповідно, виробничих витрат.

5.1 Заходи з енергоефективності , прихований найбільший потенціал енергозбереження.



Заходи з енергоефективності (ЕЕ) - це заходи або заходи, які впроваджуються або плануються в компанії, спрямовані на підвищення ефективності використання енергії шляхом впровадження технологічних, управлінських, поведінкових або інших економічно доцільних змін, які призводять до підвищення рівня енергоефективності. Енергоефективність – вимірювані результати щодо енергоефективності, споживання енергії та кількості використаних (спожитих) енергоресурсів.

5.2 Які виробничі процеси споживають найбільше енергії

Як видно з рис. 4, у виробництві нерудних будівельних матеріалів значна частина електроенергії витрачається на приготування сумішей – 43,6 %, крани споживають 15,4 %, печі та сушильне обладнання – 13,9 %, інші споживачі – 27,1 %. Максимальне і мінімальне значення споживаної потужності також наведені в числовому форматі. Слід зазначити, що серед інших споживачів є частина технічного обладнання, яке не вдалося ідентифікувати через відсутність технічних систем білінгу. Втрати потужності також включені сюди. ті категорії, які не можна було розрізнити, і втрати включені. Середнє споживання плитами та сушарками становить 78%, опалення та ГВП 7%, іншими споживачами (з урахуванням втрат) 15%. Печі та сушарки включені в обидві таблиці, оскільки одні використовують електрику, а інші – природний газ.

5.3 Річний потенціал енергозбереження

На малюнку нижче наведено річний потенціал енергозбереження в МВт*год за різними групами споживачів за результатами енергоаудиту на 7 підприємствах промисловості неметалевих будівельних матеріалів. Найбільш перспективними групами споживачів з точки зору потенціалу енергозбереження є виробництво та постачання тепла (663 МВт·год/рік), виробництво та розподіл електроенергії (452), виробництво стисненого повітря (315), виробничі процеси (312), опалення, вентиляція та кондиціонування повітря (294), електричні двигуни (207). Останнє місце належить освітленню (11).



Рисунок 7. Річний потенціал енергозбереження за різними групами споживачів
Які сфери у галузі неметалевих будівельних матеріалів можуть забезпечити заощадження коштів?

На малюнку нижче показано потенційну річну економію витрат, яку можна досягти за допомогою впровадження ZEE. Оскільки витрати на енергоносії безпосередньо пов'язані з обсягом енергоспоживання, рейтинг очолюють виробництво та постачання тепла (1002 тис. грн./рік), на другому місці – виробництво та розподілення електроенергії (581), опалення, вентиляція та кондиціонування. (466), на останніх місцях виробничі процеси (382), електродвигуни (308), виробництво стисненого повітря (256) та освітлення (54).

5.4 Типові заходи з енергоефективності

Кожна компанія у сфері виробництва нерудних будівельних матеріалів унікальна

і потребує індивідуальних підходів для підвищення енергоефективності. Водночас аналіз 7 компаній галузі показав наявність чітких загальних характеристик щодо можливих покращень. Найбільш релевантні енергоефективні заходи з точки зору інвестиційних можливостей, обсягу енергозбереження та коштів, термінів окупності та скорочення викидів у тоннах двоокису вуглецю (т CO₂ еквівалент) наведено в таблиці. 2

Типові ЗЕЕ у галузі неметалевих будівельних матеріалів

	Інвестиції, тис. грн	Економія коштів, тис. грн	Заощадження енергії, МВт·год	Простий період окупності, роки	Скорочення викидів, тCO ₂ екв*
Ізоляція трубопроводів у котельні	1,6	1,9	5,5	0,9	1,1
Децентралізація систем стисненого повітря	89	38	66	1,0	60
Утилізація теплової енергії від компресорів	143	46	443	2,7	120
Термореновація будівель	277	107	69	3,6	14
Модернізація системи освітлення	24	27	11	1,3	10
Оптимізація рециркуляції повітря в тунельних сушарках	1550	1387	477	1,0	126
Теплоізоляція технологічного обладнання	265	306	333	1,3	75

5.5 Скільки енергії потрібно для виробництва тонни нерудних будівельних матеріалів

У 2018 році питоме споживання енергії на 1 тону продукції становило від 44 до 467 кВт·год/т для 7 проаналізованих компаній із середнім значенням 235 кВт·год/т.

Системний підхід до формування енергетичної ефективності будівель протягом життєвого циклу передбачає управління енергозберігаючими властивостями будівель та факторами, що визначають енергоефективність. Життєвий цикл будівель безпосередньо пов'язаний з життєвим циклом матеріалів, які використовуються в будівництві. Будівництво є однією з найбільш матеріаломістких галузей народного господарства. Вартість матеріалів, що використовуються безпосередньо при будівництві будівель і споруд, становить

більше половини загальної вартості будівельно-монтажних робіт і близько 1/3 капітальних вкладень в народне господарство Російської Федерації. Будівництво споживає більше 30% всієї продукції в області фізичного виробництва. Будівельні матеріали та конструкції майбутньої будівлі визначаються на етапі проектування. При цьому важливим критерієм вибору є їх енергоефективність, у тому числі витрата енергоресурсів на їх виготовлення. Основними будівельними матеріалами, з яких в основному зводяться будівлі, є 13 бетон, цегла (керамічна та силікатна) і дерево. Технологічні процеси виробництва будівельних матеріалів, виробів і конструкцій вимагають значних вкладень в енергетичні ресурси, особливо в такі енергоємні, як бетон, скло і металеві вироби. Технологічні особливості виробництва скла вимагають високих температур (до 1500 0 С), піноскла – до 1900 0 С, цементного клінкеру – температура випалу 1450 0 С, випалу вапна – приблизно 1200 0 С, виробництва кераміки. продуктів. Цеглі потрібна температура 1100 0С 0С. Досягнення таких високих температур вимагає більших енергетичних витрат, а технологічні процеси, пов'язані з високодисперсним подрібненням речовин, що входять до складу суміші, також вимагають великих енергетичних витрат.

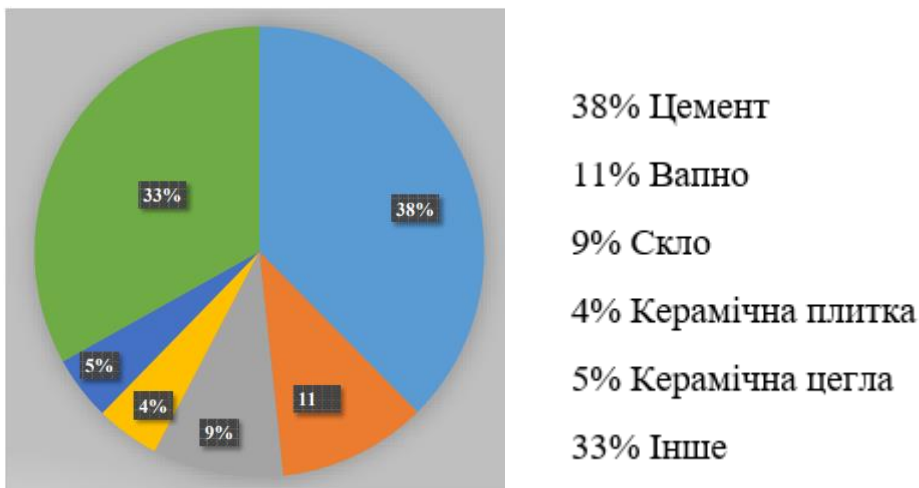


Рисунок 6 – Частки енергетичних ресурсів виробництва основних будівельних матеріалів

Перехід будівельної галузі на енергозберігаючі технології дозволяє не тільки

знизити витрати на опалення на одиницю продукції, а й підвищити продуктивність праці в промисловості. Необхідно враховувати, що енергоємність, рівень 33% 38% Цемент Вапно Скло Керамічна плитка Керамічна цегла Інше 5% 4% 11% 9% 14 Теплозбереження та довговічність будівельних виробів тісно пов'язані між собою. , тому енергоефективність всієї галузі залежить від загального споживання енергії при будівництві будівель та їх експлуатації. В окремих випадках показана заміна енергоємних захисних споруд на менш енергоємні. В інших така заміна менш енергоємних на менш енергоємні та довговічні також може призвести до енергозбереження. Впровадження енергозберігаючих технологій часто вимагає додаткових капітальних та енергетичних витрат. Тільки враховуючи вплив енергоємності, довговічності та теплоізоляції компонентів будівельних виробів разом, можна досягти економії енергії протягом тривалого терміну служби (понад 100 років) будівлі. Промислові підприємства з виробництва будівельних матеріалів, виробів і будівель є великими споживачами енергії. Річне енергоспоживання галузі становить близько 60 млн т умовного палива і близько 40 млрд кВт*год електроенергії, що становить близько 6% від загального виробництва, і витрачається на внутрішні потреби в паливно-енергетичних ресурсах. Найбільше споживання палива витрачається на виробництво цементу - 28 млн т та виробництво глиняної цегли - 13 млн т.

Найбільш енергоємним будівельним матеріалом є цемент, для виробництва 1 тонни портландцементу марки 300 потрібно 140 кг води. Енергоємність при виробництві 1 т портландцементу марки 600 - 345 кг ще більша. Тому збільшення виробництва шлакопортландцементу може призвести до значної економії електроенергії. До 55% первинних енергетичних ресурсів також можна заощадити при переході від мокрого до сухого виробництва цементу. Ще одним перспективним енергозберігаючим заходом у промисловості будівельних матеріалів є виробництво цементу з магнітними добавками. Термічна та

індукційна обробка формованого бетону в магнітних тунельних камерах дозволяє скоротити витрату цементу на 15-20%. Застосування термічної обробки підвищує продуктивність праці, покращує санітарно-гігієнічні умови виробництва і скорочує час теплової обробки продукту в 1,5-2 рази. Основним споживачем енергії в промисловості будівельних матеріалів є виробництво глиняної та силікатної цегли. Впровадження комплексних, 15 механізованих і автоматизованих технологічних ліній з комп'ютерним обладнанням у виробництві цегли дозволяє значно знизити енерговитрати та підвищити продуктивність праці. Основні витрати енергії стосуються сушіння та випалу цегли-сирцю. Загальна питома енерговитрата на виготовлення 1000 глиняних цеглин має економію енергії близько 300 кг, спрямовану на значне зниження тепла з димовими газами в печах для сушіння та випалу. Сушарки розміщують перед тунельними печами, призначеними для випалу. Для зменшення тепловтрат при сушінні та випалюванні цегли вживають ряд заходів: зменшують приплив холодного повітря, оштукатурюють печі та сушарки, використовують висячі склепіння, раціональне розміщення пальників. Використання для сушіння енергетичного потенціалу тепла газів, що виходять з тунельних печей, температура яких становить 120°C, знижує енергоємність виробництва глиняної цегли. Перелічені вище заходи дозволили знизити питомі витрати палива на 100 кг на 1000 одиниць на передових цегельних заводах країни. Цегла Споживання енергії також можна зменшити шляхом автоматичного керування тепловими процесами, пов'язаними з висушуванням і випалом цегли.

Енергетична щільність силікатного каменю в порівнянні з аргілітом в кілька разів нижче і становить близько 85 кг на 1000 одиниць цегла. Технологічний цикл його виробництва в 8-10 разів коротший. При цьому силікатна цегла поступається глиняній по теплозахисту і довговічності. При виробництві глиняної та силікатної цегли виготовлення з них модифікованих виробів з порожнинами дозволяє істотно скоротити енергетичні витрати і поліпшити теплоізоляційні

властивості. Збільшення порожнини цегли на 20% зменшує споживання енергії на 0,12 ГДж. на 1000 шт., але в 30% - зменшується на 0,17 ГДж. на 1000 одиниць, що становить приблизно 10% середньої питомої витрати палива та електроенергії на їх виробництво. Конкуренцію цегляним стінам складають легкі бетонні огорожі по периметру. Легкі бетони виготовляють на основі пористих заповнювачів (керамзиту, шунгізиту, спученого перліту та інших матеріалів). Щільність пористих заповнювачів не повинна бути більше 400 кг/м³, тому що при вищих густинах щільність енергії стін з легкого бетону дорівнює або перевищує щільність енергії земляних стін 16. Крім того, зі збільшенням об'ємної ваги пористого заповнювача знижується теплозахист. Наприклад, термічний опір стіни з керамзиту з об'ємом керамзиту 400 кг/м³ (400 грит) на 25% вище, ніж у такої ж стіни з керамзиту з зернистістю 500. Питома енергоемність керамзиту становить близько 100 т/хв. Для його виробництва в основному використовується котельне паливо і невелика кількість електроенергії. Наприклад, для виробництва 1 м³ керамзиту зернистістю 400 витрачається на 15% менше палива, ніж для керамзиту зернистістю 500. Велику економію енергії можна досягти і за рахунок використання відходів виробництва – питома енергетична щільність доменного шлаку становить 8-30. . кг тонна/м³, тобто набагато менше керамзиту.

Висновок

Типові заходи з енергоефективності

Кожна компанія у сфері виробництва нерудних будівельних матеріалів унікальна і потребує індивідуальних підходів для підвищення енергоефективності. Водночас аналіз компаній галузі показав наявність чітких загальних характеристик щодо можливих покращень. Найбільш релевантні енергоефективні заходи з точки зору інвестиційних можливостей, обсягу енергозбереження та коштів, термінів окупності та скорочення викидів у тоннах

Запропоновано заходи з енергоефективності:

- Роз'яснювальна робота щодо періодичного вимкнення конвеєрів (оптимізація

роботи конвеєрів)

- Кампанії з підвищення поінформованості персоналу про переваги енергозбереження
 - Програми моніторингу та цільового спостереження за енергоспоживанням
 - Управління системами стисненого повітря
 - Встановлення більш ефективного компресорного обладнання з частотним регулюванням
 - ідентифікація та усунення витоків стисненого повітря
 - Оптимізації режимів роботи основного обладнання (печей, сушил, дробарок, міксерів, кранів
 - Утилізація тепла від технологічного обладнання
 - Поліпшення теплоізоляції основного виробничого обладнання (наприклад, печей та сушил)
 - Контроль за використанням освітлення у зонах непостійного перебування персоналу
 - Встановлення високоефективних систем освітлення: установка високочастотних люмінесцентних ламп Т5 або світлодіодних ламп у виробничих приміщеннях
 - Зменшення доступу зовнішнього повітря у зони завантаження/розвантаження (за рахунок установки • ущільнювачів і теплових завіс)
 - Удосконалення систем опалення приміщень
- Покращення теплоізоляції теплотрас
- Використання частотно-регульованих приводів (ЧРП).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бліхарський З.Я. Реконструкція та підсилення будівель і споруд / З.Я. Бліхарський. – Львів: Львівська політехніка, 2008. – 108 с.
2. Золотов М.С. Анкерні болти: конструкція, розрахунок, проектування /

М.С. Золотов. – Харків: ХНАМГ, 2005. – 121 с.

3. Золотов М.С. Опыт применения клеевых соединений в строительстве / М.С. Золотов, Л.Н. Шутенко, Н.А. Псурцева, В.В. Душин. – Харьков: ХИИКС, 1985. – 98 с.

4. Лапенко О.І. Розрахунок сталезалізобетонних конструкцій підсилених за допомогою епоксидних клеїв / О.І. Лапенко, А.І. Машкова // Збірник наукових праць ПолтНТУ імені Юрія Кондратюка. – Полтава: ПолтНТУ, 2014. – Вип. 3 (2). - С. 83-85.

5. Лапенко О.І. Несуча здатність сталезалізобетонних елементів на стиск при склеюванні акриловими клеями / О.І. Лапенко // Збірник наукових праць НАУ “Проблеми міського середовища”. – К.: НАУ, 2013. – Вип. 10. - С. 71-78.

6. Лапенко О.І. Раціональні згинальні конструкції зі сталевих елементів із заповненими бетоном порожнинами за допомогою склеювання / О.І. Лапенко, П.С. Білокуров, Г.І. Гришко, А.І. Машкова // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 150. - С. 98-104.

7. Стороженко Л.І. Конструкції залізобетонних перекриттів по профільному настилу із забезпеченням сумісної роботи бетону і сталі за допомогою склеювання / Л.І. Стороженко, О.І. Лапенко, О.Г. Горб // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. – Львів: Львівська політехніка, 2010. - № 662. – С. 360-365.

8. Стороженко Л.І. Розрахунок стиснутих сталезалізобетонних елементів із клейовим з’єднанням бетону і сталі / Л.І. Стороженко, О.Г. Горб // Наук.-тех. зб. “Комунальне господарство міст”. - Харків: ХНАМГ, 2012. - Вип. 105. - С. 47-54.

9. Стороженко Л.І. Міцність клейових з’єднань сталі та бетону / Л.І. Стороженко, О.Г. Горб, П.С. Білокуров // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 149. – С. 113-118.

10. Стороженко Л.І. Клейові з’єднання сталі та бетону / Л.І. Стороженко, Ю.О. Давиденко, О.Г. Горб, О.А. Горб // Збірник наукових праць УкрДУЗТ. –

Харків: УкрДУЗТ, 2015. – Вип. 155. – С. 184-190.

11. Кріплення технологічного обладнання і металевих конструкцій до фундаментів та безпека праці: навчальний посібник для студентів будівельних спеціальностей / Л.М. Шутенко, М.С. Золотов, Я.О. Серіков, С.М. Золотов, В.О. Склярів, С.Я. Серіков. – Харків: ХНАМГ, 2008. – 285 с.

12. Смородинов М.И. Анкерные устройства в строительстве / И.М. Смородинов. – М.: Стройиздат, 1983. – 184 с.

13. Вишнеvский П.Ф. Современные методы анкерного крепления в строительстве / П.Ф. Вишнеvский. – М.: Воениздат, 1981. – 247 с.

14. Newman A. Foundation and anchor design guide for metal building systems / Alexander Newman. – Pennsylvania, USA: McGraw Hill Professional, 2013. – 286 p. – ISBN-13:978-00717663357.

15. ETAG 001, Edition 1997. Guideline for European Technical Approval of metal anchors for use in concrete. Annex C: Design methods for anchorages. – Brussels: Kunstlaan, 2010. - 3rd Amendment. – 34 p.

16. Характерные дефекты опорного узла абсорбционной колонны в производстве неконцентрированной азотной кислоты / Г.В. Катышева, И.Н. Косячков, И.Н. Феликидис, О.Е. Алексеев, С.В. Дьяконов // Химическая техника № 1 (2016): Официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://chemtech.ru/harakternye-defekty-opornogo-uzla-absorbcionnoj-kolonny-v-proizvodstve-nekoncentrirovannoj-azotnoj-kisloty/>

17. Атабеков В.Б. Монтаж осветительных электроустановок / В.Б. Атабеков, М.С. Живов. – М.: Высшая школа, 1984. – 389 с.

18. Бондаренко В.Л. Справочник электромонтажника / В.Л. Бондаренко, М.Н. Плетник. – К.: Будівельник, 1986. – 256 с.

19. Гайдамак К.М. Монтаж оборудования общего назначения / К.М. Гайдамак. – М.: Стройиздат, 1981. – 187 с.

20. Рябцев Ю.И. Справочник по монтажу распределительных устройств

выше 1000 В / Ю.И. Рябцев. – М.: Энергия, 1981. – 186 с.

21. Наумов В.Г. Справочник молодого монтажника оборудования общего назначения / В.Г. Наумов, К.М. Гайдамак. – М.: Высшая школа, 1986. – 255 с.

22. Перешивкин А.К. Справочник строителя. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации / К.А. Перешивкин, А.А. Александров, Е.Д. Булынин, Б.В. Гусев и др. – М.: Стройиздат, 1988. – 653 с.

23. Тавастшерна Р.И. Изготовление и монтаж технологических трубопроводов / Р.И. Тавастшерна. – М.: Книга по требованию, 2012. - 288 с.

24. Тыркин Б.А. Монтаж компрессоров, насосов и вентиляторов / Б.А. Тыркин, В.В. Шумаков. – М.: Стройиздат, 1985. – 248 с.

25. Тыркин Б.А. Монтаж холодильных установок / Б.А. Тыркин. – М.: Стройиздат, 1986. – 183 с.

26. Киянов И.Д. Монтаж технологического оборудования / И.Д. Киянов. - К.: Будівельник, 1980. - 160 с.

27. Матвеев В.В. Установка, выверка и крепление технологического оборудования и конструкций на фундаментах / В.В. Матвеев, А.А. Кузьмич. - М.: Стройиздат, 1990. – 127 с.

28. Маршев В.З. Монтаж технологического оборудования. Справочник строителя / В.З. Маршев, М.Л. Эльяш, М.П. Демат, А.М. Туранский., Л.Я. Бызер, И.П. Петрухин. – М.: Стройиздат, 1983. – 584 с.

29. Коваленко І.В. Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання хімічних виробництв: навч. посібник / І.В. Коваленко. – К.: Наукова думка, 2011. – 575 с.

30. Доброногов В.Г. Конструювання опорних вузлів хімічних апаратів і перевірка несучої спроможності обичайок на дію опорних навантажень: навч. посібник / В.Г. Доброногов, І.О. Мікульонок. – К.: ІСДО, 1995. – 184 с.

31. Зевакин А.И. Шинопроводы в электрических сетях промышленных

32. Гольстрем В.А. Справочник энергетика промышленных предприятий /

В.А. Гольстрем, А.С. Иваненко. – К.: Техника, 1977. – 464 с.

33. Кейгл Чарльз. Клеевые соединения: Справочник. Пер. с англ. яз. / Чарльз В. Кейгл. – М.: Мир, 1971. – 296 с.

34. Ковачич Л. Склеивание металлов и пластмасс / Людомир Ковачич; пер. со словац. И.В. Холодовой. – М.: Химия, 1985. – 240 с.

35. Петрова А.П. Поведение клеевых соединений при воздействии эксплуатационных факторов / А.П. Петрова, И.В. Семенычева. – М.: ОНТИ ВИАМ, 1986. – 54 с.

36. Кардашев К.А. Конструкционные клеи / К.А. Кардашев. – М.: “Химия”, 1980. – 288 с.

37. Canovas M.F. Las resinas epoxu en la construccion / M.F. Canovas. – Madrid: Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, 1989. – 286 p.

38. Brockmann W. Adhesive bonding: adhesives, applications and processes / W. Brockmann, P. Geiss, J. Klingen, B. Schroder. – Manchester: WILEY-VCH,

39. Adams R.D. Adhesive bonding: science, technology and applications / R.D. Adams. – London: Woodhead Publishing in Materials, 2005. - 560 p.

40. Кардашов Д.А. Эпоксидные клеи / К.А. Кардашев. – М.: “Химия”, 1973. – 192 с.

41. Золотов М.С. Прочность приклейки крепежных узлов эпоксидным клеем при безанкерном креплении оборудования / М.С. Золотов, И.З. Барч, В.Г. Крытов // Реферативный сборник ЦИНИС “Межотраслевые вопросы строительства”. – М., Экспресс, 1973. – Вып. 5. – С. 36-39.

42. Золотов М.С. Исследования прочности клеевого безанкерного крепления на эпоксидных клеях / М.С. Золотов, И.З. Барч // Сборник научных трудов “Расчет конструкций подземных сооружений”. – К.: Будівельник, 1976. – С. 102-106.

43. Золотов М.С. Крепление оборудования и коммуникаций при помощи приклейки эпоксидным клеем к поверхности

железобетонных конструкций, М.С. Золотов, И.З. Барч, В.Г. Крытов // Информ. ЦБНТИ Минтяжстроя СССР “Передовой опыт строительства”. – М.: Экспресс, 1978. – Вып. 8. – С. 12-15.

44. Золотов М.С. Сталеклеевые крепления технологических конструкций при реконструкции зданий и сооружений / М.С. Золотов, Л.Н. Шутенко, М.Л. Гревцев // IV Украинская республиканская научно-техническая конференция по металлическим конструкциям; матер. конф. – К.: Будівельник, 1988. – Часть 4. - С. 16-18.

45. Кочергин Ю.С. Клеевые композиции на основе модифицированных эпоксидных смол / Ю.С. Кочергин, Т.А. Кулик, Т.И. Григоренко // Пластические массы. – М.: МИТХТ им. М.В. Ломоносова, 2005. – Вып. 10. – С. 9-15.

46. Баженов Ю.М. Прочность и деформативность клеевых соединений на основе метилметакрилата / Ю.М. Баженов, Н.Г. Матков, В.Я. Тянь // Сб. научн. трудов “Жилищное строительство”. – М.: Экспресс, 1981. - Вып 1. – С. 19-20.

47. Брусенцева Т.А. Композиционные материалы на основе эпоксидной смолы и наночастиц / Т.А. Брусенцева, А.А. Филиппов, В.М. Фомин // Известия Алтайского государственного университета. – Барнаул: АлтГУ, 2014. – Вып. № 1 (81). - С. 25-27.

48. Rui-Xiang Cheng. Study on bonding properties of PVC-based WPC bonded with acrylic adhesive / Rui-Xiang Cheng, Li Zhang, Ying Li // Journal of Adhesion Science and Technology. – Dec. 2012. – Vol. 26. – Iss. 24. – P. 2729-2735.

49. Abenojar J. Effect of moisture and temperature on the mechanical properties of an epoxy reinforced with boron carbide / J. Abenojar, M.A. Martínez, F. Velasco, J.C. del Real-Romero // Journal of Adhesion Science and Technology. – Apr. 2012. – Vol. 25. – Iss. 18. – P. 2445-2460.

50. Chamochín R. The effect of surface treatment on the behavior of toughened acrylic adhesive/GRP (epoxy) composite joints / R. Chamochín, M.Cano, M. Pantoja, J. Abenojar, Y. Ballesteros, J.C. del Real-Romero // Journal of Adhesion Science and Technology. – Aug. 2010. – Vol. 24. – Iss. 11-12. – P. 1903-1916.

51. del Real-Romero J.C. Adhesive bonding of aluminium with structural acrylic adhesives: durability in wet environments / J.C. del Real-Romero, M. Cano J. Abenojar, M.A. Martínez // Journal of Adhesion Science and Technology. – Apr. 2010. – Vol. 20. – Iss. 16. – P. 1801-1818.

52. Yanmei Wang. Polymerization of epoxide with hydroxylamides as thermally latent initiators / Yanmei Wang, Mika Kimura, Atsushi Sudo, Takeshi Endo // Journal of Polymer Science: Polymer Chemistry. – June 2016. – Vol. 54. – Iss. 16. – P. 2611-2617.

53. Canovas M.F. Refuerzo de elementos estructurales de hormigon armado mediante encolado de bandas de acero con adhesivos epoxidos / M.F. Canovas // Informes de la Construcción. – Madrid: Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, 1985. – Vol. 37. – P. 27-38.