

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет будівництва та транспорту
Кафедра будівництва та експлуатації будівель, доріг та
транспортних споруд

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри
будівництва та експлуатації
будівель, доріг та
транспортних споруд
_____ О.П. Новицький

«___» _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим рівнем вищої освіти

На тему: «Реконструкція цегляного заводу в м. Козелець»

Виконав (ла)	_____	С.В Рябовол
	(підпис)	(Прізвище, ініціали)
Група		БУД 2204м
(Науковий)		
керівник	_____	О.С. Савченко
	(підпис)	(Прізвище, ініціали)

Суми – 2023 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра: будівництва та експлуатації будівель, доріг та транспортних споруд

Спеціальність: 192 "Будівництво та цивільна інженерія"

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Рябовол Сергій Володимирович

Тема роботи: Реконструкція цегляного заводу в м. Козелець

Затверджено наказом по університету № 175-н від "26" 01.2023р.

Строк здачі студентом закінченої роботи: "___" _____ 2023 р.

Вихідні дані до роботи:

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці)

5. Перелік графічного та або мультимедійного матеріалу (з точною вказівкою обов'язкових креслень)

Керівник :		О.С. Савченко
	(підпис)	(Прізвище, ініціали)
Консультант		О.С. Савченко
	(підпис)	(Прізвище, ініціали)
Завдання прийняв до виконання:		
Здобувач		С.В. Рябовол
	(підпис)	(Прізвище, ініціали)

Анотація

Рябовол Сергій Володимирович. Реконструкція цегляного заводу в м. Козелець – Кваліфікаційна робота магістра на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота магістра за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». – Сумський національний аграрний університет, Суми, 2023.

Робота складається із змісту, загальної характеристики роботи та її кваліфікаційних ознак, характеристики об'єкту реконструкції, огляду досліджень за обраною темою, розділу основної частини, висновків за результатами МКР.

Сформульовано мету, задачі, об'єкт та предмет дослідження, методи наукового дослідження.

Результати досліджень дозволяють отримати уяву про НДС дерев'яних конструкцій, послаблених поздовжніми тріщинами і зробити висновки про можливість їх використання при реконструкції або реставрації.

Аналіз публікацій та досліджень встановив актуальність дослідження НДС дерев'яних елементів з тріщинами.

В основній частині наведено опис скінченоелементної моделі дерев'яного елемента, наведено принцип моделювання тріщин в скінченоелементній моделі дерев'яної балки, виконані розрахунки розрахункової моделі при різних положеннях і довжинах тріщин.

У висновках встановлено, що дерев'яні суцільні балки, що зазнають згин, з утворенням поздовжніх тріщин необхідно перевіряти на дію дотичних напружень з урахуванням зменшення розрахункової площі сколювання.

Ключові слова: скінченоелементна розрахункова модель, поздовжня тріщина, напружено-деформований стан.

Список публікацій та/або виступів на конференціях студента:

Рябовол С.В., Савченко О.С. Дослідження впливу розташування поздовжніх наскрізних тріщин по висоті перерізу на несучу здатність дерев'яних балок // Матеріали Всеукраїнської наукової конференції студентів та аспірантів, присвяченої Міжнародному дню студента (13-17 листопада 2023 р.) – Суми, 2023.

В **додатках** наведено; тези конференції, альбом слайдів мультимедійної презентації.

Структура роботи. Робота складається з основного тексту на 50 сторінках, у тому числі 12 таблиць, 18 рисунків. Текст роботи містить загальну характеристику роботи, 5 розділів, висновки і рекомендації за результатами роботи, список з 15 використаних джерел, 2 додатків на 24 сторінках. Графічна частина складається з 21 слайда мультимедійної презентації.

Abstract

Serhiy Ryabovol. Reconstruction of a brick factory in Kozelets – Master's qualification work on manuscript rights.

Master's qualification work in specialty 192 "Construction and civil engineering". – Sumy National Agrarian University, Sumy, 2023.

The work consists of the content, general characteristics of the work and its qualification features, characteristics of the reconstruction object, an overview of research on the chosen topic, a section of the main part, conclusions based on the results of the MQW.

The goal, tasks, object and subject of research, methods of scientific research are formulated.

The results of the research allow us to get an idea of the SDS of wooden structures weakened by longitudinal cracks and to draw conclusions about the possibility of their use during reconstruction or restoration.

The analysis of publications and studies established the relevance of the study of SDS of wooden elements with cracks.

In the **main part**, a description of the finite element model of a wooden element is given, the principle of modeling cracks in a finite element model of a wooden beam is given, calculations of the calculation model at different positions and lengths of cracks are performed.

In the conclusions, it was established that solid wooden beams undergoing bending, with the formation of longitudinal cracks, must be checked for the action of tangential stresses, taking into account the reduction of the calculated chipping area.

Key words: finite element calculation model, longitudinal crack, stress-deformed state

A list of the student's publications and/or speeches at conferences:

Ryabovol S.V., Savchenko O.S. Study of the influence of the location of longitudinal transverse cracks along the cross-section height on the load-bearing capacity of wooden beams // Materials of the All-Ukrainian scientific conference of students and postgraduates dedicated to the International Student Day (November 13-17, 2023) - Sumy, 2023.

In the **appendices** are given; abstracts of the conference, an album of multimedia presentation slides.

Structure of work. The work consists of the main text on 50 pages, including 12 tables, 18 figures. The text of the work contains a general description of the work, 5 chapters, conclusions and recommendations based on the results of the work, a list of 15 used sources, 2 appendices on 24 pages. The graphic part consists of 21 slides of a multimedia presentation.

ЗМІСТ

Розділ 1. Загальна характеристика роботи	9
Розділ 2. Характеристики об'єкта реконструкції	11
2.1. Ситуаційний план	11
2.2. Об'ємно-планувальне рішення	14
2.3. Конструктивне рішення.	18
Розділ 3. Огляд досліджень.....	25
Розділ 4. Дослідження впливу тріщин на несучу здатність дерев'яних балок	33
Розділ 5. Висновки	48
Список використаних джерел.....	49

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність дослідження. При довготривалій експлуатації дерев'яних конструкцій (в основному міжповерхові перекриття будівель старої забудови і кроквяні даху) часто виникає необхідність посилення окремих елементів або конструкції в цілому.

Зниження міцності дерев'яних конструкцій пов'язано з незадовільною їх експлуатацією, що допускає зволоження деревини при відсутності захисту від гниття і шкідників. На ранній стадії виявлення дефектів буває досить змінити умови експлуатації: створити для дерев'яних конструкцій відповідний температурно-вологісний режим (виключення попадання атмосферних і технологічних вод, систематичне провітрювання і просушування, якісна термо- і пароізоляція) або ретельно обробити деревину антисептиками.

При необхідності збільшення міцності або жорсткості дерев'яних конструкцій їх посилення виконують заміною частини зруйнованого перетину або ділянки конструкції, а також збільшенням поперечного перерізу.

При обстеженні будівель і споруд часто зустрічаються випадки, коли в дерев'яних несучих елементах виникають поздовжні тріщини, врахування яких в діючих нормах проектування дерев'яних конструкцій ніяк не описаний, а відповідно відсутня методика врахування послаблень перерізів такими дефектами.

Мета роботи – на основі математичного моделювання визначити вплив поздовжніх тріщин на несучу здатність дерев'яних елементів, що зазнають згин.

Задачі дослідження.

Визначити вплив поздовжніх тріщин на несучу здатність дерев'яних елементів при різних їх довжинах і місцях розташування.

Об'єкт дослідження – дерев'яні елементи, що зазнають згин, послаблені поздовжніми тріщинами.

Предмет дослідження – несуча здатність і деформативність дерев'яних елементів, що зазнають згин, послаблених поздовжніми тріщинами.

Методи дослідження – метод скінчених елементів (програмний комплекс «Лира-САПР»).

Наукову новизну складає:

- оцінка НДС дерев'яних конструкцій, що зазнають згин, послаблених поздовжніми тріщинами, за результатами чисельних досліджень.

Практична значимість магістерської роботи полягає в тому, що отримані результати дослідження дозволяють отримати уяву про НДС дерев'яних конструкцій, послаблених поздовжніми тріщинами і зробити висновки про можливість їх використання при реконструкції або реставрації.

Апробація роботи.

Основні результати роботи доповідалися на студентській конференції Сумського національного аграрного університету.

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБ'ЄКТА РЕКОНСТРУКЦІЇ

2.1. Ситуаційний план

Характеристика земельної ділянки

Земельна ділянка намічена для будівництва цегельного заводу розташована в південно-західній частині міста. В цей час ділянка використовується, як малопродуктивний сад сільськогосподарського товариства – 2,0 га., існуюча територія ЗАТ "Агропромбуду" – 0,8га. та землі не використані сільськогосподарському виробництві - 1,2га. Раніше на існуючій ділянці ЗАТ "Агропромбуд" був розташований цегельний завод, який в 1974 року припинив виробництво. В теперішній час залишились на ділянці піч і складське приміщення. На території ЗАТ "Агропромбуду" розташовані ряд капітальних будівель: двоповерхова будівля адмінбудинку, техмайстерня, автогаражі, столярний цех, арматурний цех, пилорама, котельня, бетонний вузол, ЗТП, склади, насосна станція та інші. Рельєф ділянки спокійний з природним нахилом в південну сторону. На площі 1,2га. розроблений кар'єр по добуванню глини ЗАТ "Агропромбуд", який в нинішній час рекультивований. На існуючій території проходять водопровід, каналізація, ЛЕП та зв'язку.

По даним інженерно-геологічним вишукуванням на ділянці залягають наступні ґрунти:

1. Рослинний шар товщиною 0,8 м.
2. Супісь лісова пластична.
3. Суглинок піщаний.

Підшвою під фундаменти будівлі буде служити супісь піщана із наступними розрахунковими характеристиками: $\gamma_{п} = 1,86 \frac{\text{т}}{\text{м}^3}$; $\varphi_{п} = 21^{\circ}$; $c = 0,11 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$; $E = 100 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$.

Ґрунтові води розташовані на глибині 3,9-4,9 м від поверхні землі.

Кліматичний район будівництва – II.

Вага снігового покриву – 1720 Па.

Швидкість вітру – 410 Па.

Максимальна глибина промерзання ґрунту – 120 см.

Річна кількість опадів становить 639 мм.

Планувальне рішення

Майданчик відведений під забудову заводу керамічної цегли потужністю 10,0 млн.штук в рік розміщений на території колишнього цегельного заводу.

Рельєф майданчику спокійний з ухилом в північно-східному напрямку. Переважаючими вітрами є північно-західні.

Межами майданчику є:

- із сходу – відстойники;
- із заходу – рілля;
- з півночі – складські приміщення;
- з півдня – кар'єр.

Проектом передбачено будівництво слідуєчих будівель та споруд: заводу керамічної цегли потужністю 13,0 млн.штук цегли в рік з розмірами в осях 169,0×48,6 м, двох резервуарів для води місткістю 200 м³.

Існуючі будівлі: склад ПММ, адмінбудинку, складу.

Генплан розроблений на основі ДБН Б.2.2-12:2019.

Організація рельєфу.

Рельєф ділянки спокійний з ухилом в північно-східному напрямку. Вертикальне планування ділянки розв'язане в відповідності з рельєфом і природними умовами. Виконана способом проектних відміток. При проектуванні враховані будівельні та технологічні вимоги, розташування транспортних шляхів, інженерних споруд та комунікацій.

Вертикальне планування створює сприятливі умови для безпечного під'їзду і підходу до будівлі.

Проектні ухили запланованої території коливаються в межах від 4% до 31%. Атмосферні води з запроектованої території відводяться уздовж узбіччя доріг в понижені частини рельєфу і не викликають заболочення прилеглої території.

Прийняті відмітки полу будівель і споруд пов'язані з відмітками покриття існуючих та проектуємих проїздів, будівель і споруд.

Внутрішньомайданчикові дороги, проїзди, площадки

Проектування внутрішньомайданчикових доріг і майданчиків виконано з урахуванням зовнішнього і внутрішнього вантажообігу забезпечення транспортно-технологічних зв'язків проектуємого заводу керамічної цегли потужністю 13,0 млн.штук в рік.

Внутрішньомайданчикові дороги та площадки розроблені у відповідності з вимогами нормативів.

Ширина проїздної частини прийнята 4,5 м з узбіччями шириною 1,0 м укріплених на 0,5 м. Поперечний ухил дороги – 20%, узбіччя – 50%. Повздовжні ухили внутрішньомайданчикових доріг назначені з прив'язкою до проекту планування до дороги прилеглої території і примінені:

мінімальні – 4%

максимальні – 31%.

Внутрішньомайданчикові дороги і проїзди запроектовані односхилого профілю з асфальтобетонним покриттям.

Майданчик для складування готової продукції та розвороту автотранспорту запроектовані асфальтобетонні.

Радіуси поворотів по кромці проїздної частини доріг дорівнюють 8 м.

Всі використані дорожньо-будівельні матеріали повинні відповідати вимогам ДСТУ.

Техніко-економічні показники генплану.

1. Загальна площа земельної ділянки – 19000 м².

2. Площа забудови – 9042 м².
3. Площа твердих покриттів – 3221 м².
4. Площа озеленення – 6140 м².
5. Щільність забудови – 47,58%.
6. Відсоток озеленення – 32,3%.

Роза вітрів.

Роза вітрів побудована згідно даним ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010.

Район будівництва	Січень								Липень							
	Пн	Пн- Сх	Сх	Пд- Сх	Пд	Пд- Зх	Зх	Пн- Зх	Пн	Пн- Сх	Сх	Пд- Сх	Пд	Пд- Зх	Зх	Пн- Зх
м.Козелець	10	10	11	11	14	14	1+	11	18	9	12	7	7	8	17	24

2.2. Об'ємно-планувальне рішення

Об'ємно-планувальне рішення комплексу будівель цегельного заводу обумовлено призначенням будівель і споруд технологічним вимогам, габаритами технологічного та вантажепідйомного обладнання, умовами освітлення місць і максимального блокування.

Будівля виробничого корпусу існуюча одноповерхова однопролітна з розмірами в плані 169,0×24,0 м з кроком колон 6,0 м. Висота до низу структурних конструкцій покриття 8,4 м. Сітка колон 24,0×12,0 м.

Каркас будівлі залишається незмінним із сталевих конструкцій:

Колони – металеві по серії 1.423.3-8

Стійки фахверка – металеві по серії 1.030.1-1 в.4-2.

Стіни – тришарові стінові панелі по шифру 172 КМ 5.

Фундаменти під каркас будівлі – палеві кущові з монолітним з/б ростверком.

Покриття – структурний блок з металевих ферм серії 1.460.2-10/88 в.1 та серії 3.015.2/82 в.ІІІ по яким укладаються металеві двотаврові прогони та профільований настил.

Покрівля виконується по існуючим конструкціям – шатрова двосхила із скісних дерев'яних крокв з латами, по яким вкладаються хвильові азбестоцементні листи типу СВ.

Будівля глинозапасника блокується з виробничим корпусом по осі "Д" в осях "10-25" і має розміри в плані 70,0×24,0 м. Відстань до низу виступаючих конструкцій 9,60 м. Будівля однопролітна, проліт – 24,0м, каркасного типу.

Фундаменти – палеві з окремо розташованим з/б ростверком і кущовим розташуванням паль. Палі прийняті по ГОСТ 19804.1-74.

Колони – залізо-бетонні по серії 1.424.1-5.

Стіни – тришарові стінові панелі по серії 1.432.1-21. Окремі ділянки стін біля воріт виконати з глиняної звичайної цегли з розшивкою швів і послідуєчим нанесенням атмосферотривкої силікатної фарби під колір панелей.

Покриття – із ребристих плит по ГОСТ 22701.2-77* вкладених по збірним з/б фермам серії 1.463.3.

Покрівля – шатрова двосхила із скісних дерев'яних крокв з латами, по яких вкладаються хвильові азбестоцементні листи типу СВ.

При блокуванні виробничого корпусу з глинозапасником на покрівлі утворюється ендова. На цій ділянці крівля рулонна.

Побутовий корпус блокується до виробничого по осі "30" і має розміри в плані 6,0×18,0м. Прибудова одноповерхова, відстань до низу виступаючих конструкцій 3,0 м.

Фундаменти – палеві з монолітним з/б стрічковим ростверком.

Стіни – цегляні, із глиняної звичайної цегли М75 на розчині М25.

Покриття – із збірних з/б плит з круглими пустотами по серії 1.461-1в.64.

Покрівля – шатрова двосхила із скісних дерев'яних крокв з латами, по яких вкладаються хвильові азбестоцементні листи типу СВ.

При прийнятті об'ємно-планувальних рішень були враховані наступні вимоги:

- оптимальне розміщення проектованої будівлі на відведеній території;
- забезпечення технологічного процесу;
- забезпечення природним освітленням;
- забезпечення зручностей для робочого персоналу.

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНОГО РІШЕННЯ:

- загальна площа будинку
- площа зовнішніх стін
- будівельні об'єм будинку
- об'ємний коефіцієнт
- коефіцієнт компактності будинку
- коефіцієнт економічності форм

СХЕМА БЛОКУВАННЯ

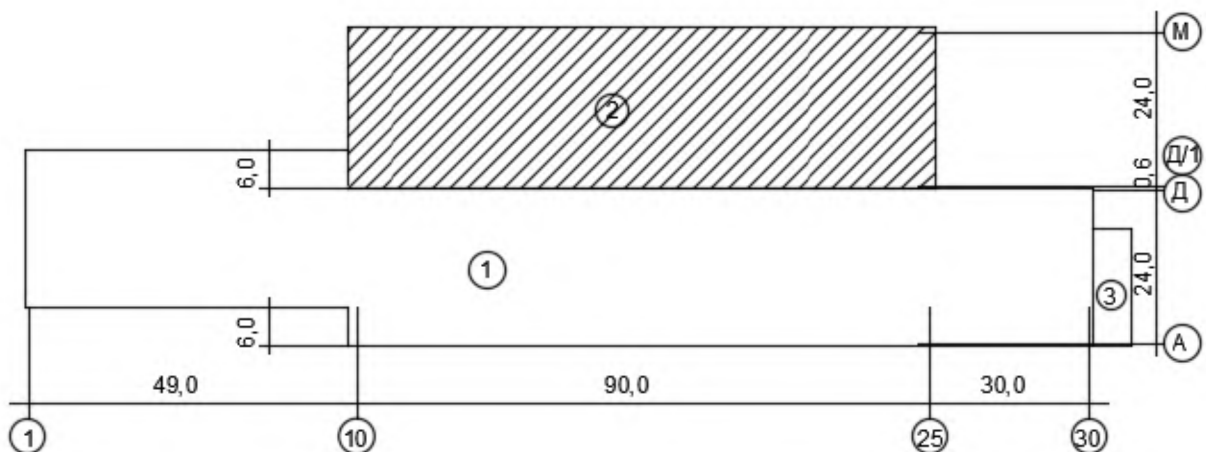


Рисунок 1 - Схема блокування

Таблиця 1 - Експлікація корпусів до схеми блокування

№ п/п	Найменування	Примітка
1	Виробничий корпус (існуючий)	
2	Глинозапасник	
3	Побутовий корпус	

Характеристика технологічного процесу.

Завод спеціалізується на випуску керамічної цегли пластичним формуванням по ДСТУ Б В.2.7-61:2008. Потужність заводу складає 13000 тис.шт. в рік.

В глинозапасник з кар'єру на автотранспорті завозиться сировина – глина, де розміщується бункер для приймання сировини. По стрічковому конвеєру сировина посчається до каменеvidільних вальців СМК-517, потім до вальців дрібного (мілкового) помолу СМК-516. Роздроблена маса переміщується разом з водою в глинозмішувач СМК-126А і далі по стрічковому конвеєрі поставляється готова шихта в вакуумний прес УСМ-50, з якого виходить безперервно брус з поперечним перерізом відповідних форми і розмірами цегли. Різка бруса проводиться на автоматі різки і подається до автомата - укладки СМК-511 на сушильних рамках. За допомогою шебебюна сирець попадає в сушильні камери, де проходить сушка . Після сушки сирець постачається на автомат-укладчик СМК 514, який вкладає сирець на пічні вагонки. Ці вагонки переміщують цеглу-сирець в тунелу піч, де протікає процес випалювання цегли при температурі 900-1100°C.

Обпалену цеглу сортують і вкладають на піддони, на яких вона зберігається на складі готової продукції і відпускається споживачам за допомогою козлового крану, який розміщений на території складу.

Відходи отримані від сушіння періодично вивозяться в кар'єр і повертаються на виробництво разом з сировиною.

Відходи отримані при процесі випалювання відпускаються споживачам.

Захист будівельних конструкцій від корозії.

Середовище приміщень по відношенню до будівельних конструкцій будівель неагресивне. Захист від корозії відкритих металевих елементів проводиться шляхом нанесення лакофарбових покриттів у відповідності з вимогами СНиП 2.03.11-85 та ДСТУ-Н Б В.2.6-186:2013.

Зварювальні шви і частини виробів з порушенням в результаті зварювання захисним покриттям повинні бути додатково металізовані. Відкриті металеві конструкції покрити антикорозійною масляною фарбою.

2.3. Конструктивне рішення.

Фундаменти.

Фундаменти під каркас виробничого корпусу та глинозапасника палеві кущові з монолітним залізо-бетонним ростверком.

Для занурювання палей застосувати палезабивний агрегат С-996 з вагою ударної частини 1,8тн. Занурювання палей розпочинати з динамічно випробуваних контрольних палей.

Відмова палей за один (холостий) удар палезабивного агрегату - 0,91см. Розрахункове навантаження на палі становить 60,45тс, а фактичне - 50,60тс.

По осі "Д" та "Д/1" запроектовані спарені ростверки під колони виробничого корпусу та глинозапасника під які повинні бути занурені допоміжні палі №

Палі заділюють в тіло ростверків на глибину 50 мм. Оголовок палей на довжину 500 мм розбивається, відчищається від бетону арматура і заводиться в тіло ростверка з послідуочим зварюванням до металевих сіток ростверка.

Відмітка оголовка палей -1.500

Палі приймаються по ДСТУ Б В.2.6-65:2008 марки С6-30.

Під підшву ростверка має бути виконана бетонна підготовка товщиною 100мм з бетону класу В7,5. Ростверк залізо-бетонний монолітний під колони металеві та стаканного типу під колони залізо-бетонні. Повинні ростверки виконуватись з бетону класу С12/15 з попереднім вкладанням металевих сіток та закладних деталей.

Під фундаментні балки залити бетонні стобчики та підбетонку під ворота із бетону класу С10/12,5 в один час з бетонуванням ростверків. Фундаментні балки вкладати по шару цементного розчину М50 завтовшки

20мм. Шви між фундаментними балками та ростверком заповнюються тим же розчином. Між фундаментними балками в межах ростверків виконується підбетонка під стіни до відмітки -0.030 із бетону класу С10/12,5.

Горизонтальну гідроізоляцію виконувати із цементного розчину складу 1:2 на відмітці -0.030 завтовшки 30мм.

Фундаменті плити застосувати під фундаменти побутових приміщень, складу в приміщенні виробничого корпусу на відмітці -1.830 по серії 1.112-5 в.2 на підготовку з гравію завтовшки 100мм.

Кладку стін з фундаментних блоків проводити на розчині М50 з перев'язкою швів не менше 200мм. Вертикальні шви між блоками та стін "за місцем" ретельно заповнювати бетоном класу В7,5 на дрібній фракції гравію.

Колони.

Колони одноповерхової каркасної виробничої будівлі залишаються металевими, а прибудованої частини глинозапасника приймаємо залізобетонними.

Металеві колони

Металеві колони застосовуємо при монтажі виробничого корпусу двотаврові січенням 500×230 мм та висотою 7,2 і 8,4м з кроком 6м. Металеві колони різні по висоті встановлюються в такий послідовності 8,4-7,2-8,4-7,2м- і т.д.

Фахверки, насадки, опорні столики.

Фахверкові колони призначені для кріплення торцевих стінових панелей. Висота фахверкових колон 8,4м. В торці будівлі на фахверки встановлені насадки призначені для закриття фронтона . На їх навішуються огорожувальні конструкції. Біля кожної металевої колони встановлюються опорні столики.

Колони залізобетонні.

В глинозапаснику застосовані залізобетонні колони прямокутного перерізу 450×600мм довжиною 10,8м з кроком 6м. Оцінка оголовка колони 9,6м.

Стіни.

Зовнішні стіни одноповерхових каркасних будівель, що являє собою наш проектуємий об'єкт, є самонесучі і ненесучі навісні. Стінові панелі зовнішніх та внутрішніх стін монтують способом "на вісу" за допомогою кранів. В залежності від розмірів панелей їх стропування проводять в двох або чотирьох місцях із застосуванням різних траверс та гнучких строп.

Стіни глинозапасника та виробничого корпусу виконані з тришарових стінових панелей, які монтуються на фундаментні балки на цементному розчині М50. В місцях дверних прорізів та воріт мурується цегляна кладка із звичайної глиняної цегли М75 на цементному розчині М25. Зовнішня поверхність цегляної кладки штукатурити під фактуру стінових панелей. Під час мурування стін з цегли необхідно здійснювати перев'язку швів та ретельно заповнювати шви розчином, а також вкласти в кладку через кожні 7 рядів закладні деталі для подальшого кріплення полотен дверей та воріт.

Стіни побутового корпусу та всіх допоміжних приміщень виконати з глиняної звичайної цегли М75 на цементному розчині М25 з перев'язкою та заповненням швів.

Перемички.

Всі дверні та віконні прорізи, ворота перекриваються залізо-бетонними перемичками серії 1.038.1-1 в.1,2,3. Перемички вкладаються на цементному розчині, попарно зв'язуються проволокою, а також повинні опиратися на цегляну кладку не менше ніж на 150-200мм.

Підкранові залізобетонні балки.

Залізобетонні підкранові балки запроектовані трапецієвидного перерізу 800×500мм і довжиною 6м. Монтуються балки за допомогою кранів на консоль колони в проектному положенні. Закладні деталі на консолі і балці зварюються. По балкам проводимо монтаж рейка двотаврового перерізу висотою 120мм. Відмітка оголовка рейки 7.320. Рельсові колії призначені для пересування грейферного крану марки ДГ2.5-Т2-2К.В.0,75 в глинозапаснику.

Ферми.

Ферми в існуючому виробничому корпусі залишаються металевими з паралельними поясами. Елементи ферми виконані із парних кутиків.

Ферми над глинозапасником приймаємо залізобетонними по серії 1.463-3 прольотом 24 м.

Перекриття.

Залізо-бетонними збірними плитними елементами перекриття і покриття є плити, настіли, панелі, які спираються на несучі конструкції основи будівлі. З/б ребристі плити монтують в глинозапаснику. Плити вкладають на ферми кріплять за допомогою зварювання закладних деталей елементів з усіх чотирьох сторін.

Після закінчення укладання плит перекриття розміом 3,0х6,0м, всіх анкерних кріплень зварювання закладних деталей шви між плитами заповнити бетоном або розчином.

Побутовий корпус та всі допоміжні приміщення перекривати залізо-бетонними плитами перекриття з круглими пустотами серії 1.461-1 в.64 марки ПК 60.12-6AIV_T, ПК60.15-6AIV_T, ПК 57.12-6AIV_T, які монтують несучі стіни на цементному розчині. Після закінчення монтажу і зварювання зв'язків шви між плитами заповнюються цементним розчином або бетоном з мілкою фракцією гравію.

Плити перекриття повинні спиратися на несучі стіни або елементи будівлі не менше ніж на 200мм.

Покрівля

Покрівля на виробничому корпусі та глинозапаснику шатрова двосхила, а на побутовому корпусі односхила. Стійки січенням 120×120мм кроквяної системи закріплюються до прогонів за допомогою опор шарнірно. Крокви кріпляться за допомогою нагелів, накладок, цвяхами та металевими скобами L=300мм. Далі монтується обрешітка (лати), котра виготовлена з бруса січенням 50×70мм з кроком 750мм по яким вкладаються асбесто-цементні хвильові листи. По

дерев'яним латам вкласти контур громовідводу 6000×6000 Ø6A240 з відведенням на колони в 10 місцях.

Пароізоляцію по профнастилу виконати вздовж стикування профнастилу і по довжині їх стиків смугою руберойду в=500мм на бітумній мастиці з попередньо заповненням двох гофр напівтвердою мінеральною плитою. По пароізоляції влаштовується утеплювач - мінеральна вата завтовшки 150-200мм.

По осях "1", "9-10" та "30" встановити віконні блоки для освітлення горища. По гребні даху головного виробничого корпусу встановити вентиляційні шахти горища розміром 500×500×1000мм.

По даху та горищі також встановлюються витяжні шахти та труби з приміщень.

Всі дерев'яні елементи повинні бути оброблені від гниття та вогню, а також повинні бути відокремленими від цегли, бетону, розчину прокладками 2 -х шарів руберойду.

В місці блокування виробничого корпусу та глинозапасника на даху повинна бути виготовлена єндова. По кроквам створюють суцільний дошковий настил, по-якому на бітумній мастиці один на один з перев'язкою швів чотири шари руберойду, а потім гравій на бітумній мастиці.

Для зменшення об'єму води під час опадів встановлюються водостічні воронки по низу єндови Ø100мм в кількості 7 штук. Встановлення воронок та з'єднання між собою показані на плані даху та схемі монтажу воронок.

Вони з'єднуються між собою металевими трубами Ø100-150мм, котрі проходять по перекриттю та стінам з випуском біля цоколю на 500мм. Всі воронки та труби з'єднання їх повинні бути утеплені мінватою і обмотані фольгою.

На даху по осі "29" облаштований вхід на горище.

Заповнення віконних та дверних прорізів, воріт.

Ворота та двері в глинозапаснику та виробничому корпусі металеві. Ширина дверей 1м., висота - 2,4 м. Ворота за призначенням мають такі розміри:

- а). Для завезення глини та інших компонентів розмірами 4,5×6,0м.
- б). Для завезення обладнання розмірами 5,0×4,0м та 4,2×4,0м.
- в). Для вивезення готової продукції 2,0×3,0м та забезпечення швидкого ремонту обладнання розмірами 3,0×3,0м.

Ворота металеві серії 2.435-6 в.3 та серії 1.435.9-17 в.1.

Двері в побутовому корпусі та допоміжних приміщеннях шириною 0,9-1,0м та висотою 2,1м. дерев'яні глухі.

Вікна повинні бути встановлені дерев'яні з подвійним склом по. Всі вікна повинні відкриватися, для провітрювання приміщень.

Підлога.

В глинозапаснику та виробничому корпусі підлога асфальтобетонна. В побутовому корпусі та допоміжних приміщеннях підлога запроектована:

- 1). Коридори, санвузли, лабораторія - полова керамічна плитка з шероховатою поверхнею.
- 2). Побутові приміщення - лінолеум.
- 3). Склади та майстерні асфальтобетон

Оздоблення внутрішніх стін будівлі.

Внутрішні стіни глинозапасника та виробничого корпусу біляться вапняним розчином за 2 рази.

Металеві конструкції повинні бути пофарбовані масляною фарбою темно-червоного кольору за 2 рази з попереднім очищенням від іржі, бруду та прооліфлені.

Віконні та дверні коробки і полотна повинні бути очищені, прооліфлені та потім пофарбовані масляною фарбою білого кольору за 2-3 рази.

Стіни побутового корпусу та всіх допоміжних приміщень повинні бути поштукатурені пісчано-вапняним розчином, а потім побілені вапном.

В санвузлах передбачено облицювання стін керамічною плиткою по всій висоті.

В лабораторії, техмайстерні, електромайстерні передбачено облицювання стін керамічною плиткою на висоту 1,5м, а залишок стіни поштукатурити та побілити вапняним розчином.

Зовнішнє оздоблення фасаду.

Цокольна частина фасаду поштукатурена цементним розчином та пофарбована бітумом.

Стіни глинозапасника, виробничого і побутового корпусу пофарбовані фарбою для зовнішніх робіт оранжевого кольору за 2 рази.

Вікна та двері пофарбовані масляною фарбою коричневого кольору за 2 рази.

Ворота пофарбовані фарбою для металу сірого кольору за 2 рази.

Коробочка пофарбована масляною фарбою коричневого кольору за 2 рази.

Покрівля - АВЦ листи пофарбовані в червоний колір.

Всі елементи перед фарбуванням повинні бути очищені від пилу і прооліфлені.

РОЗДІЛ 3. ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ

Україна є одним з осередків зосередження найцінніших зразків дерев'яного будівництва з усіх країн Європи. Україна зі стародавніх часів мала багаті запаси будівельних лісів завдяки сприятливим кліматичним умовам. У флорі української території в наявності дуже широкий асортимент порід деревини: це і м'які породи, придатні до використання в будівництві, і прекрасні види твердого дерева. Ці умови дозволили українцям відзначитися великою майстерністю в дерев'яному будівництві і створити протягом багатьох років пам'ятники дерев'яного зодчества. Побут населення завжди обмежував творчі вирази в житловому будівництві, тому свою творчу думку і натхнення українські зодчі реалізовували в основному при зведенні громадського, релігійного і захисного призначення. В наслідок свого призначення зразки замкового і оборонного дерев'яного зодчества не збереглися. На їх заміну прийшли більш надійні і довговічні кам'яні споруди. Великі житлові будівлі збереглися в дуже обмеженій кількості, що також обумовлено витиснення їх більш надійними і міцними матеріалами. Набагато в кращому стані збереження будівлі релігійного призначення, в яких найбільше і втілювалася творча думка майстрів. Так, в Україні наявні збережені зразки дерев'яного зодчества 15-17 сторіччя, хоча і в переробленому вигляді.

Збережені на сьогодні дерев'яні дзвіниці, особливо на території західної України, побудовані на території церков, за деякими ознаками за віком набагато старші за самі церкви. Для зведення таких споруд використовувалися переважно довготривала деревина (переважно дуб), міцні конструктивні схеми, монументальні форми. Особливістю конструктивної схеми дзвіниць полягала в можливості заміни деяких конструктивних елементів без зміни її зовнішнього вигляду. Завдяки таким факторам зміна архітектурної форми дзвіниць відбувалася значно повільніше, ніж зміни архітектурних форм самих церков.

В Україні житлове дерев'яне будівництво в більшості асоціюється з сільською хатою. Завдяки описам в казках і розповідях саме сільська хата є осередком мальовничості. Для зведення таких хатинок, особливо в центральній Україні використовували деревину і глину, однак в районах України, багатих лісами (Чернігівщина, Полісся, Карпати), такі хати будували виключно із деревини. В таких дерев'яних хатах в Україні широко використовували різноманітні різьбові елементи – ганки, піддашся та ін.

На прикінці XVIII століття в житловому дерев'яному будівництві намітилися корінні зміни. В хатах почали влаштовувати комини, які виводили дим через сіни. Також при будівництві все частіше почали використовувати плах та тесаний брус. А ще почали прибудовувати сіни й комору. Покрівля виконувалася із соломи по кроквяній системі.

На Закарпатті в основному дерев'яні будівлі житлові і громадські виконувалися у вигляді зрубів. Для зведення таких будівель використовували бруси і колоди із дубу. Зрідка зустрічаються і каркасні дерев'яні будівлі. При такій конструкції стіни заповнювалися різними матеріалами, в основному дошками.

Для центральної України (Уманщина, Полтавщина, Черкащина, Кіровоградщина) притаманними є каркасне і зрубне дерев'яне будівництво. Саме Полтавщину в Україні вважають краєм мальовничого села. Цей край завжди був багатим на ліси, саме цьому основним будівельним матеріалом на цих територіях була деревина. Основною конструктивною схемою будівель на цих територіях був зруб. При цьому в цих будівлях раціонально використовували деревину в конструктивній схемі. В нижніх рядах зрубу укладали колоди твердих порід деревини, а вище породи більш м'які. До цього додатково господарі з метою і естетичності і функціональності додатково хати обмазували глиною з наступною побілкою. Цілісних міст і сіл, як пам'яток дерев'яного зодчества, на території України не зберіглося. Скоріш як виключення із правил можна виділити містечко Потиліч, яке розташовується неподалік Рави Руської. В тому містечку зберігся цілий комплекс дерев'яних

будівель, до яких входять дерев'яний ринок, ратуша, а також три дерев'яні церкви з ратушами. Ці будівлі за деякими ознаками відносять до зведення приблизно 16-17 ст. Конфесійні об'єкти завжди відображають народно-визвольну боротьбу населення, окрім великої історичної і мистецької цінності.

Розглянемо деякі приклади форм перекриттів із деревини. Одна із форм, яка використовувалася при зведенні об'єктів українського дерев'яного зодчества – це пірамідальна форма перекриттів. Така форма перекриття є найбільш простою і примітивною. Така форма, як приклад використання зберіглася на Бойківщині. П'ятизрубна форма конфесійних споруд була широко розповсюджена на Буковині і Гуцульщині, де до сьогодні можна знайти приклади таких споруд. П'ятибанні культові споруди на п'ятизрубній основі широко використовувалися в центральній частині України. Тризубні церкви з однією і трьома банями (рис.1) є доволі виразною з мистецького і архітектурного погляду групою на Поділлі і Волині. Для конфесійних будівель середнього Придніпров'я з архітектурного зору характерні форми з великою видовженістю і значним впливом на їх форми стилю рококо. Тобто такі будівлі мають витончені легкі бані.

При розгляді типів і форм об'єктів дерев'яного будівництва розумієш, що особливим багатством, майстерністю і найбільшою мистецькою цінністю відрізняються конфесійні об'єкти, де особливо помітні душа і прагнення до досконалості народних зодчих. Із усіх типів добре відрізняються тризрубні будівлі, які зазвичай мають три вежі, що перекриваються ступінчастопірамідальними перекриттями



Рис. 1. Михайлівська церква з села Шелестове, 1777, Ужгород.

Дерев'яні культові споруди, які складаються із нахрест розташованими п'ятьма зрубами можна віднести до другого характеристичного типу будівель українського конфесійного дерев'яного будівництва. Найчастіше будівлі такого типу зустрічаються на Покутті. Якщо розглядати плани будівель такого типу, то можна відмітити декілька відмінних характеристик, характерних для такого типу: значне перевищення розміру середнього прямокутника в порівнянні з іншими чотирма прямокутниками (Княздвір) (Рис. 2); довжина бічних прямокутників за величиною наближена до довжини середнього прямокутника (Кошів) (Рис. 3). Серед п'ятизрубних конфесійних споруд на Покутті відомі також церкви з трьома банями. А от п'ять бань для п'ятизрубних культових споруд зустрічаються дуже рідко. Для таких церков характерні надзвичайно висока майстерність виконання. До них можна віднести: Вербовець, Княздвір, Кошів. Кожному з храмів Покуття притаманні свої власні особливості. Вони відрізняються пропорціями, розмірами і навіть силуетом. Майстри своєї справи відрізнялися своєю неповторністю, намагання

надавати кожному своєму архітектурному об'єкту неповторності і особливого образу.



Рис. 2. Церква в с. Княздів, Івано-Франківська область.



Рис. 3. Церква в с. Кошів, Київської обл.

Однак з часом, усі дерев'яні елементи будівель зазнають пошкоджень.

Пошкодження, які виникають в конструкціях в процесі їх експлуатації призводять до зниження якості матеріалу конструкції і, як наслідок, викликає відхилення від фактичних розмірів, відхилення від первісної форми. Такі фактори можуть викликатися впливом різних навантажень, умов експлуатації та інших факторів.

Такі пошкодження можна розглядати як дефекти конструкцій. Наявність дефектів в дерев'яних конструкціях проявляється у відхиленнях форми і відхиленнях від первинних розмірів, які були при розрахунку і проектуванні цих конструкцій.

Найбільш ураженими ділянками дерев'яних конструкцій, на які необхідно звертати особливу увагу при їх обстеженні є ділянки, які можуть підлягати зволоженню завдяки конструктивним особливостям. До таких ділянок відносять: підвіконні ділянки, дощаті настили під рулонним килимом, розжолобки і карнизні ділянки покриття, наявність і стан гідроізоляції, межі балок, арок, рам, ферм, конструкції у торцевих стін, нижні бруси стін, опорні частини конструкцій.

Найбільш часто зустрічаються такі пошкодження дерев'яних конструкцій: загнивання деревини, ураження комахами; поздовжні тріщини від усихання, розриви в місцях ослаблення перерізу розтягнутих елементів; відхилення від вертикалі, вигин згинаних елементів із площини дії навантаження, місцеве випинання стиснутих елементів; прогини і злами елементів, що згинаються; розшарування клейових швів КДК; дефекти з'єднань (зрізи нагелів, сколювання або зминання лобових врубок та інше); механічні пошкодження з ослабленням поперечного перерізу елементів.

При обстеженні розтягнутих елементів необхідно виявити наявність різноманітних розривів або надривів волокон деревини біля стиків; близько сучків, що виходять на кромки елементів; близько отворів під нагелі; фіксувати глибину і протяжність довгих вузьких тріщин і тріщин по косошару.

У стиснутих елементах, елементах, що зазнають згин і стиск зі згином необхідно перевіряти правильність і достатність розкріплення стиснутої кромки із площини дії навантаження, ознаки випинання, злами і прогини. Також необхідною є перевірка небезпечних місцевих деформацій стиснутих елементів, які не повинні перевищувати $1/80$ його довжини.

У елементах, що зазнають згин, деформації, які перевищують граничні величини, свідчать про аварійність конструкцій: граничні прогини і деформації елементів, які зазнають згин залежать від ступеня відповідальності конструкції і наведені в нормативній і довідковій літературі. Обстеження крокв додатково супроводжується фіксацією наявності закріплення крокв стін. Такі кріплення можуть виконуватися різними способами, але такі повинні бути в наявності.

У клеєних дерев'яних конструкціях необхідним при їх обстеженні є вимір розшарування клейового шва, тобто вимірювання довжини і глибини такого розшарування, яке при значних величинах відбивається на монолітності конструкції і, як наслідок на несучій здатності. Найбільш вірогідним місцем розташування такого розшарування є ділянки КДК поблизу опорних вузлів, в криволінійних розпірних конструкціях в місцях появи радіальних напружень.

У вузлових з'єднаннях елементів дерев'яних конструкцій або з'єднаннях самих конструкцій перевіряти і обстеженню підлягають відповідність проекту кількість і місця розташування нагелів, наявність розтріскування деревини між суміжними крипільними елементами, наявність гідроізоляційних прокладок в місцях спірання дерев'яних елементів на кам'яні, бетонні або інші конструкції.

При довгій експлуатації дерев'яних конструкцій найбільш поширеним дефектом, що виникає в них є поява поздовжніх тріщин різноманітної довжини, глибини і розташування, однак у вітчизняній нормативній літературі відсутні рекомендації по врахуванню таких дефектів. В даній магістерській

роботі поставлена задача визначити вплив поздовжніх тріщин різної глибини і довжини на несучу здатність дерев'яного елемента, що зазнає згин.

РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТРІЩИН НА НЕСУЧУ ЗДАТНІСТЬ ДЕРЕВ'ЯНИХ БАЛОК

У діючій вітчизняній нормативній літературі відсутні рекомендації щодо обліку розмірів і розташування тріщин по перерізу і довжині балок при визначенні їх несучої здатності.

Дерев'яні балки суцільного перерізу з горизонтальними тріщинами по обидва боки розглянув Е.М. Квасніков [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. З умови крихкого руйнування деревини балки при сколюванні він визначив граничні нормальні напруження в залежності від граничних сколюючих напружень, глибини і розташування тріщини по висоті перерізу. Однак руйнуючі напруження за експериментальними даними відрізняються від розрахункових на 62%, що свідчить про неточність цієї методики.

Дерев'яні балки з наскрізною тріщиною, що виходить на торець, при різній її довжині і місцезнаходженні можна розрахувати за методом складених стрижнів А.Р. Ржаніцина [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. У роботах [**Ошибка! Источник ссылки не найден.-4**] розглянуті окремі випадки вирішення цього завдання для дефектних елементів, що згинаються. Розрахункові формули і графіки, отримані в зазначених роботах, придатні для визначення міцності згинальних елементів з наскрізною тріщиною, хоча в тривало експлуатованих елементах з цільної деревини найчастіше зустрічаються непрямі тріщини.

В роботі [5] методом математичного моделювання плоскої задачі проаналізовано за методом скінчених елементів напружено-деформований стан великопрольотної дерев'яної клеєної балки з болтовим кріпленням у вузлі обпирання. Болтове кріплення в опорному вузлі балки імітували за допомогою введення вертикальних зв'язків в зоні отвору. Однак цим методом неможливо визначити об'ємний напружений стан балки з експлуатаційним дефектом, яке характеризується наявністю трьох компонентів напружень, що діють у всіх

координатних площинах, а також розрахувати елемент з ненаскрізною тріщиною.

Мета цієї роботи – за допомогою математичного моделювання порівняти об'ємний напружений стан і зміну несучої здатності дерев'яних балок з тріщинами різних розмірів і розташування і балок суцільного перерізу без дефектів.

При вирішенні завдання визначали коефіцієнти зміни напружень в перерізі K_σ і K_τ , що залежать від довжини тріщини і показують у скільки разів знижується несуча здатність балки з дефектом:

$$K_\sigma = \frac{\sigma_d}{\sigma_c}; K_\tau = \frac{\tau_d}{\tau_c} \quad (1)$$

де σ_c, τ_c і σ_d, τ_d – нормальні і дотичні напруження в балці з суцільним перерізом і в балці з тріщиною.

Обстеження багатьох об'єктів, що експлуатуються протягом 50...150 років, показали, що близько 80% балок перекриттів мають вертикальні і горизонтальні тріщини різної довжини, причому 92% з них розвиваються з боку торців.

Об'ємний напружений стан досліджували на прикладі балок перекриттів довжиною $L = 3,0$ м і перерізом 100×160 мм при співвідношенні $H/L = 1/20$ (H – висота перерізу) за допомогою комплексу Лира-САПР, яка працює за методом скінчених елементів.

У відповідності до норм проектування максимальний допустимий згинальний момент визначається із умови:

$$M_{max} = f_{m,y,d} \cdot W_{net,y} = 1,6 \cdot 427 = 683 \text{ кН} \cdot \text{см} = 6,83 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (2)$$

де $f_{m,y,d}$ – розрахункове значення міцності при згині відносно осі y ;

$W_{net,y}$ – момент опору перерізу нетто відносно осі y .

$$W_{net,y} = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{10 \cdot 16^2}{6} = 427 \text{ см}^3 \quad (3)$$

При класі міцності С35

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,6 \cdot \frac{35}{1,3} = 16 \text{ МПа} \quad (4)$$

При завантаженні балки так, як зазначена на Рис. 5 зусилля P , що відповідає максимальному згинальному моменту визначається з формули:

$$P = \frac{M_{max}}{l/3} = \frac{6,83}{3/3} = 6,83 \text{ кН} \quad (5)$$

При цьому максимальна поперечна сила на опорі:

$$Q = P = 6,83 \text{ кН} \quad (6)$$

Максимальні нормальні напруження в перерізі:

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W_{net,y}} = \frac{683}{427} = 1,6 \text{ кН/см}^2 = 16 \text{ МПа} \quad (7)$$

Максимальні дотичні напруження:

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{I \cdot b} = \frac{54,6 \cdot 320}{3413 \cdot 10} = 0,51 \text{ кН/см}^2 = 5,1 \text{ МПа} \quad (8)$$

Статичний момент відносно нейтральної осі:

$$S = \frac{b \cdot h^2}{8} = \frac{10 \cdot 16^2}{8} = 320 \text{ см}^3 \quad (9)$$

Момент інерції перерізу відносно нейтральної осі:

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{10 \cdot 16^3}{12} = 3413 \text{ см}^4 \quad (10)$$

На початковому етапі задавалися фізичні характеристики та жорсткість матеріалів з урахуванням їх ортотропності, напрямком головних осей яких показано на Рис. 4. Для деревини характеристики наведені в Таблиця 2 і прийняті згідно з діючими нормами [6]. Відсутні значення коефіцієнта Пуассона ν_{xy} для деревини прийнятий з наукової роботи Глухих В.Н. і Черних А.Г. [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

У відповідності до вимог [6] розрахункові значення модуля пружності і модуля зсуву визначаються за формулами:

$$\begin{aligned} E_d &= \frac{E_{mean}}{\gamma_m} \\ E_{90,d} &= \frac{E_{90,mean}}{\gamma_m} \\ G_d &= \frac{G_{mean}}{\gamma_m} \end{aligned} \quad (11)$$

де E_{mean} – середнє значення модуля пружності;

G_{mean} – середнє значення модуля зсуву.

Для класу міцності суцільної деревини С35:

$$E_d = \frac{13000}{1,3} = 10000 \text{ МПа}$$

$$E_{90,d} = \frac{430}{1,3} = 330 \text{ МПа} \quad (12)$$

$$G_d = \frac{810}{1,3} = 623 \text{ МПа}$$

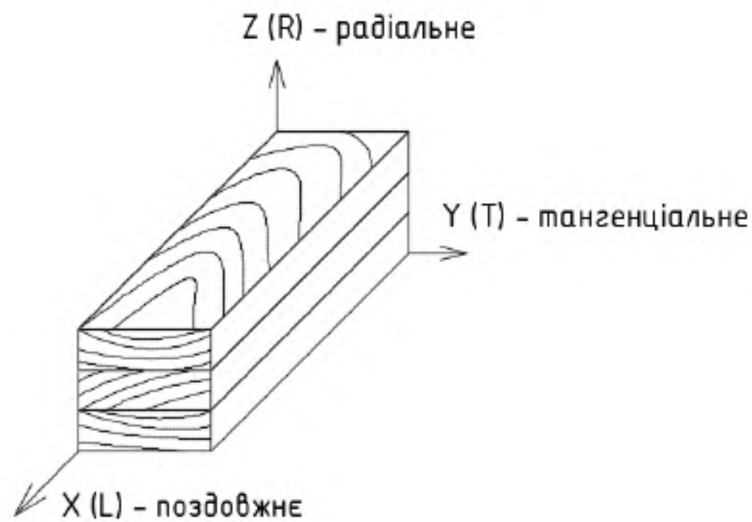


Рис. 4. Напрямок головних осей в дерев'яному елементі.

Таблиця 2. Характеристики деревини, що використовуються при розрахунку.

Назва характеристики	Позначення	Одиниці виміру	Значення
Щільність	ρ	кг/м ³	420
Модуль пружності X	E_x	кН/см ²	1000
Модуль пружності Y	E_y	кН/см ²	33
Модуль пружності Z	E_z	кН/см ²	33
Коефіцієнт Пуассона XY	ν_{xy}	-	0,018
Коефіцієнт Пуассона XZ	ν_{xz}	-	0,018
Коефіцієнт Пуассона YZ	ν_{yz}	-	0,3
Модуль зсуву XY	G_{xy}	кН/см ²	62,3
Модуль зсуву XZ	G_{xz}	кН/см ²	62,3
Модуль зсуву YZ	G_{yz}	кН/см ²	11,2

Моделювання конструкції виконуємо об'ємними скінченими елементами. Розмір елемента прийmemo 20×20×20 мм, при цьому кількість елементів в розрахунковій схемі складатиме 6000 елементів. Жорсткість об'ємних елементів задаємо з урахуванням ортотропії матеріалу різним в трьох напрямках дії зусиль. Завантажимо двома зосередженими силами на відстані $1/3 l$ від опори. Схема прикладення навантаження наведена на Рис. 5.

Спочатку розраховували балку без тріщини при шарнірному закріпленні її на одній опорі і вільному обпиранні на інший. Розрахункове навантаження приймаємо у відповідності до розрахункового навантаження за несучою здатністю $P = 6,83$ кН. Точність розрахунку напруженого стану балки під навантаженням оцінювали за рахунок побудови кривих залежності результатів розрахунку від кількості скінчених елементів.

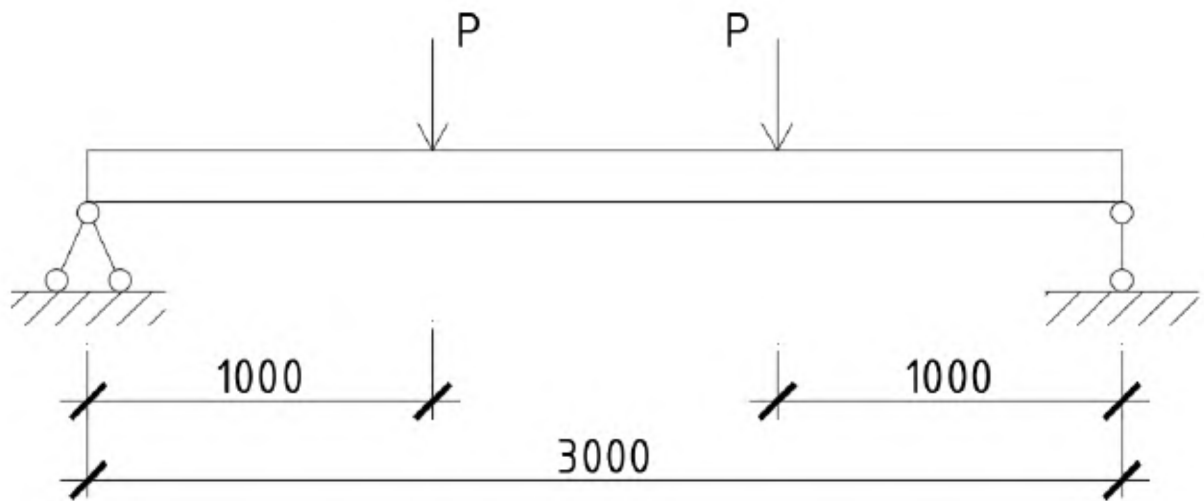


Рис. 5. Схема прикладення навантаження на досліджувану балку.

Потім розраховували балку з наскрізною торцевої тріщиною (від шарнірно закріпленої опори) довжиною $C = 0,3; 0,6; 0,9; 1,2; 1,5; 1,8; 2,1$ м. Співвідношення довжини тріщини і довжини балки (C/L) склало відповідно $0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7$. Горизонтальну тріщину розташовували по осі поперечного перерізу $h/2$ балки.

Для моделювання тріщини попередньо балку моделювали з двох блоків і об'єднували переміщення вузлів суміжних елементів. Це дало ефект суцільної балки. Потім для моделювання тріщини об'єднання переміщень відмінялося, що дало ефект окремої роботи верхньої і нижньої частини балки на ділянці з тріщиною.

Розрахункова схема балки при цьому прийняла вигляд:

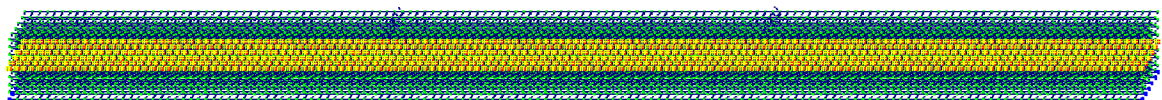


Рис. 6. Розрахункова схема балки без тріщини.

Таблиця 3. Величини нормальних напружень в нижній частині балки, МПа

Відстань по довжині балки	№ елементів	Довжина поздовжньої тріщини, м											Максимальне відхилення, %
		0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3	
0	3	0.788 617	0.785 882	0.785 785	0.785 796	0.785 801	0.785 801	0.785 801	0.785 798	0.785 787	0.785 776	0.785 755	0.3 6
0.3	33	4.308 74	4.360 69	4.336 78	4.335 42	4.335 45	4.335 45	4.335 45	4.335 47	4.335 56	4.335 64	4.335 81	1.2 1
0.6	34	8.271 86	8.272 59	8.297 94	8.273 95	8.275 64	8.275 65	8.275 65	8.275 65	8.275 66	8.275 67	8.275 69	0.3 2
0.9	36	12.57 15	12.57 15	12.57 17	12.59 59	12.57 97	12.58	12.58	12.58	12.58	12.58	12.58	0.1 9
1.2	37	14.10 98	14.10 98	14.10 98	14.11 03	14.12 18	14.12 07	14.12 07	14.12 07	14.12 07	14.12 07	14.12 07	0.0 9
1.5	39	14.00 11	14.00 11	14.00 11	14.00 11	14.00 23	14.00 24	14.00 28	14.00 4	14.00 41	14.00 41	14.00 41	0.0 2
1.8	40	14.10 98	14.10 98	14.10 98	14.10 98	14.10 98	14.10 98	14.10 94	14.11 76	14.12 07	14.12 07	14.12 07	0.0 8
2.1	42	12.57 15	12.57 15	12.57 15	12.57 15	12.57 15	12.57 15	12.57 15	12.56 24	12.57 84	12.58	12.58	0.0 7
2.4	43	8.271 85	8.271 85	8.271 85	8.271 85	8.271 85	8.271 85	8.271 85	8.273 24	8.251 23	8.273 55	8.275 69	0.2 5
2.7	45	4.308 88	4.208 88	4.208 88	4.208 88	4.208 88	4.208 88	4.208 88	4.308 89	4.308 8	4.284 88	4.335 97	2.3 2
3	46	0.909 011	0.909 011	0.909 011	0.909 011	0.909 011	0.909 011	0.909 011	0.909 011	0.909 011	0.908 977	0.908 55	0.0 5

В результаті розрахунку отримаємо нормальні і дотичні напруження по прольоту балки при різній довжині тріщин. Результати розрахунку зведемо в таблицю і побудуємо графіки залежності

Таблиця 4. Величини нормальних напружень у верхній частині балки, МПа

Відстань по довжині балки	№ елемента	Довжина поздовжньої грішки, м											максимальне відхилення, %
		0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3	
0	3014	0.00 256	0.00 114	0.00 102	0.00 102	0.00 103	0.00 103	0.00 103	0.00 103	0.00 102	0.00 101	0.00 1	60.87
0.3	4971	3.85 751	3.86 397	3.83 802	3.83 692	3.83 685	3.83 685	3.83 685	3.83 683	3.83 674	3.83 666	3.83 651	0.54
0.6	4986	8.23 812	8.23 791	8.26 435	8.23 867	8.23 502	8.23 501	8.23 501	8.23 501	8.23 5	8.23 499	8.23 497	0.32
0.9	5001	12.2 748	12.2 748	12.2 751	12.3 025	12.2 939	12.2 937	12.2 937	12.2 937	12.2 937	12.2 937	12.2 937	0.23
1.2	5016	13.8 234	13.8 234	13.8 234	13.8 233	13.8 228	13.8 244	13.8 245	13.8 244	13.8 244	13.8 244	13.8 244	0.01
1.5	5031	13.9 833	13.9 833	13.9 833	13.9 833	13.9 822	13.9 814	13.9 817	13.9 806	13.9 806	13.9 806	13.9 806	0.02
1.8	5047	13.8 234	13.8 234	13.8 234	13.8 234	13.8 234	13.8 234	13.8 233	13.8 243	13.8 244	13.8 244	13.8 244	0.01
2.1	5062	12.2 748	12.2 748	12.2 748	12.2 748	12.2 748	12.2 748	12.2 748	12.2 625	12.2 918	12.2 936	12.2 937	0.15
2.4	5077	8.23 815	8.23 815	8.23 815	8.23 815	8.23 815	8.23 815	8.23 815	8.23 658	8.21 069	8.23 35	8.23 497	0.33
2.7	5092	3.85 751	3.85 751	3.85 751	3.85 751	3.85 751	3.85 751	3.85 751	3.85 751	3.85 731	3.83 3	3.83 652	0.64
3	5106	0.00 259	0.00 259	0.00 259	0.00 259	0.00 259	0.00 259	0.00 259	0.00 259	0.00 259	0.00 257	0.00 1	61.26

Таблиця 5. Величини дотичних напружень по осі балки, МПа

Відстань по довжині балки	№ слемента	Довжина поздовжньої тріщини, м											Максимальне відхилення, %
		0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3	
0	0.014	- 0.182 69	- 0.184 12	- 0.184 67	- 0.184 67	- 0.184 67	- 0.184 67	- 0.184 67	- 0.184 67	- 0.184 68	- 0.184 69	- 0.184 7	1.1
0.3	1.975	- 0.615 43	- 0.622 5	- 0.650 74	- 0.652 85	- 0.652 88	- 0.652 88	- 0.652 88	- 0.652 91	- 0.653 01	- 0.653 12	- 0.653 32	6.16
0.6	1.986	- 0.625 05	- 0.625 16	- 0.639 89	- 0.660 19	- 0.661 02	- 0.661 02	- 0.661 02	- 0.661 05	- 0.661 16	- 0.661 27	- 0.661 48	5.83
0.9	2.001	- 0.581 42	- 0.581 43	- 0.581 62	- 0.595 96	- 0.611 52	- 0.611 54	- 0.611 54	- 0.611 57	- 0.611 68	- 0.611 79	- 0.612 01	5.26
1.2	2.016	- 0.001 54	- 0.001 54	- 0.001 54	- 0.001 71	- 0.002 69	- 0.002 66	- 0.002 64	- 0.002 68	- 0.002 79	- 0.002 9	- 0.003 12	102.18
1.5	2.031	0	- 0.000 15	-1E- 09	8.55 E-08	9.52 E-05	0.000 25	0.000 55	0.000 429	- 6.8E- 05	0.000 222	4.36 E-06	0
1.8	2.047	0.001 542	0.001 542	0.001 542	0.001 542	0.001 545	0.001 546	0.001 648	0.002 697	0.003 426	0.003 343	0.003 127	122.1
2.1	2.062	0.581 424	0.581 424	0.581 424	0.581 424	0.581 424	0.581 424	0.581 423	0.589 583	0.611 266	0.612 205	0.612 02	5.29
2.4	2.077	0.625 054	0.625 054	0.625 054	0.625 054	0.625 054	0.625 054	0.625 054	0.625 276	0.637 789	0.660 676	0.661 492	5.83
2.7	2.091	0.615 125	0.615 125	0.615 125	0.615 125	0.615 125	0.615 125	0.615 125	0.615 131	0.615 329	0.629 957	0.651 132	5.85
3	2.106	0.182 792	0.182 792	0.182 792	0.182 792	0.182 792	0.182 792	0.182 792	0.182 792	0.182 793	0.182 922	0.184 814	1.11

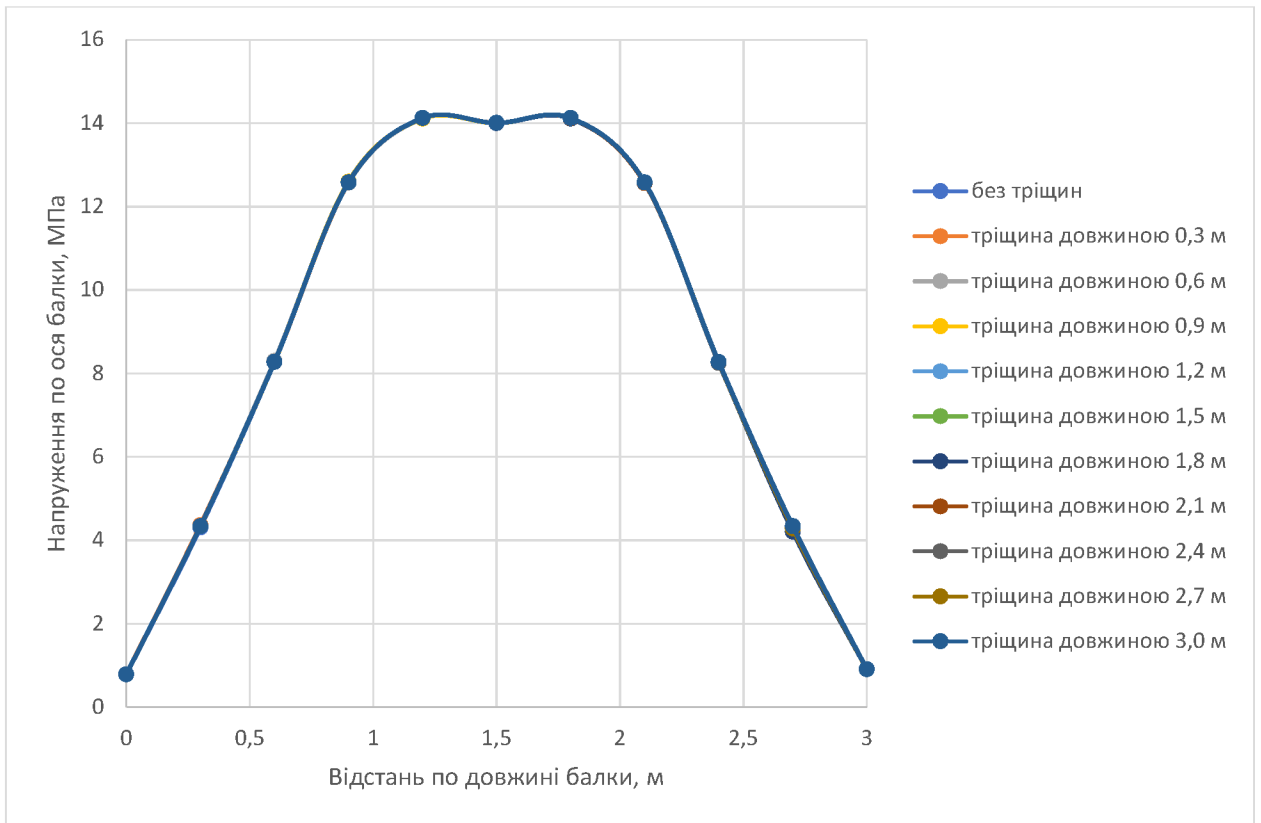


Рис. 7. Графік залежності нормальних напружень по довжині балки в розтягнутій зоні.

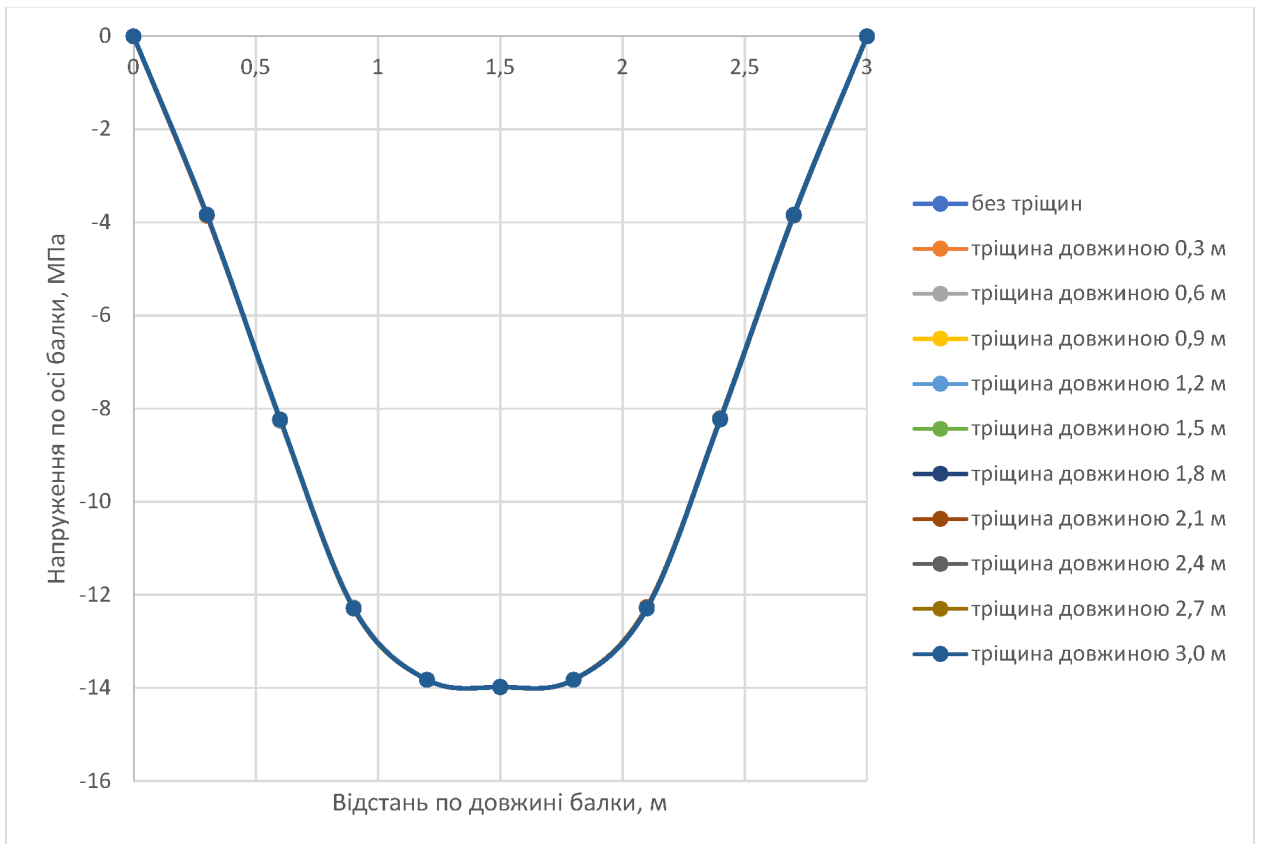


Рис. 8. Графік залежності нормальних напружень по довжині балки в стиснутій зоні.

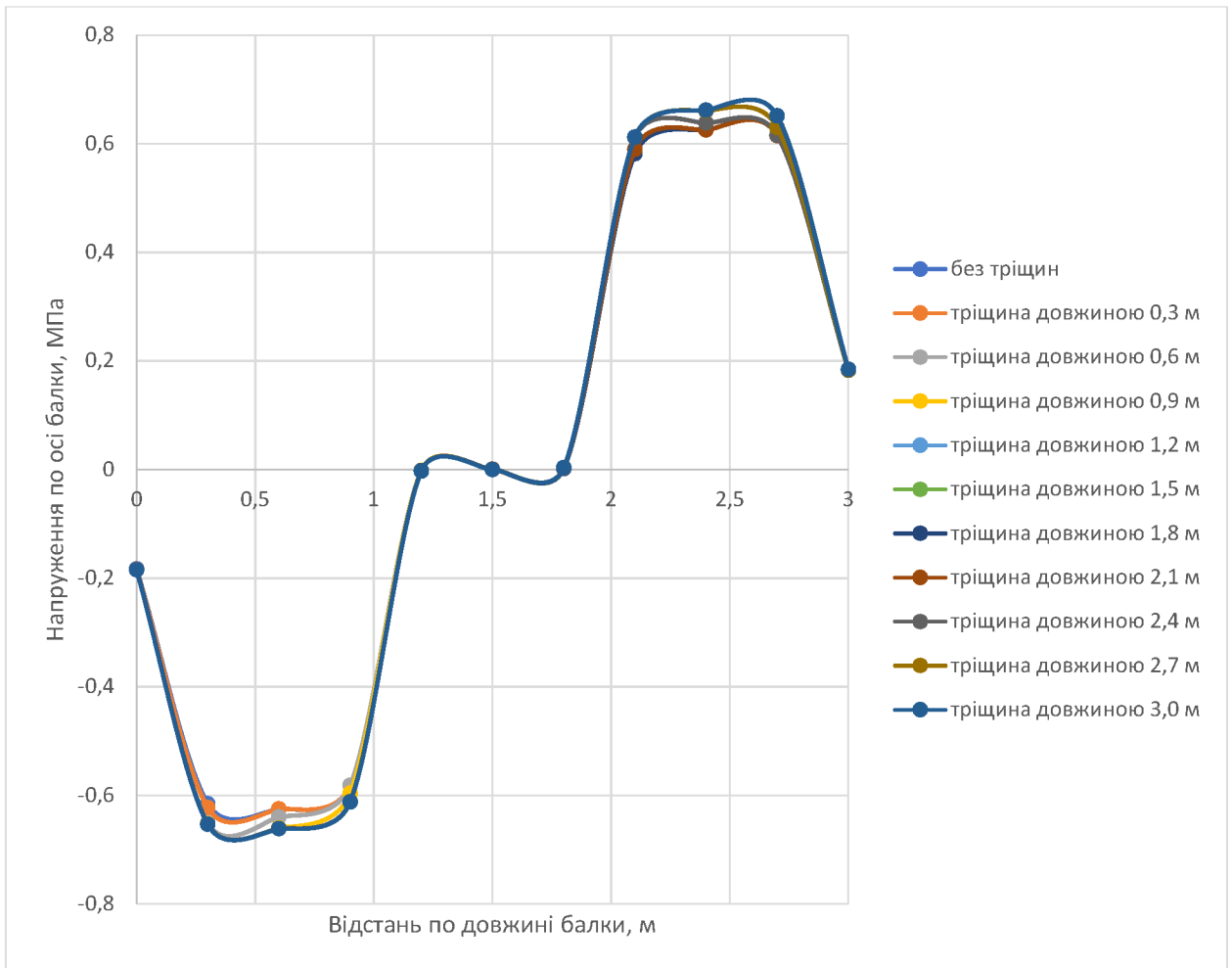


Рис. 9. Графік залежності дотичних напружень по довжині балки.

Аналогічно виконуємо розрахунки для балки, в якій тріщина розташована симетрично по обидва боки. Результати аналогічно зведемо в таблицю і побудуємо графіки залежності напружень по довжині балки в залежності від довжини тріщини.

Таблиця 6. Величини нормальних напружень в нижній частині балки, МПа

Відстань по довжині балки	№ елемента	Довжина поздовжньої тріщини, м											Максимальне відхилення, %	
		0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3		
0	3	0.78 8617	0.78 347	0.78 3289	0.78 3295	0.78 3294	0.78 3294	0.78 3294	0.78 3294	0.78 3294	0.78 3294	0.78 3294	0.78 3294	0.68
0.3	332	4.30 874	4.40 948	4.36 322	4.36 1	4.36 102	4.36 102	4.36 102	4.36 102	4.36 102	4.36 102	4.36 102	4.36 102	2.34
0.6	347	8.27 186	8.27 292	8.32 248	8.27 488	8.27 773	8.27 774	8.27 774	8.27 774	8.27 774	8.27 774	8.27 774	8.27 774	0.61
0.9	362	12.5 715	12.5 715	12.5 718	12.6 196	12.5 885	12.5 887	12.5 887	12.5 887	12.5 887	12.5 887	12.5 887	12.5 887	0.38
1.2	377	14.1 098	14.1 098	14.1 098	14.1 107	14.1 331	14.1 312	14.1 311	14.1 311	14.1 311	14.1 311	14.1 311	14.1 311	0.17
1.5	392	14.0 011	14.0 011	14.0 011	14.0 011	14.0 031	14.0 036	14.0 037	14.0 057	14.0 057	14.0 057	14.0 057	14.0 057	0.03
1.8	408	14.1 098	14.1 098	14.1 098	14.1 098	14.1 098	14.1 098	14.1 095	14.1 26	14.1 311	14.1 311	14.1 311	14.1 311	0.15
2.1	423	12.5 715	12.5 715	12.5 715	12.5 715	12.5 715	12.5 715	12.5 715	12.5 533	12.5 861	12.5 888	12.5 887	12.5 887	0.14
2.4	438	8.27 185	8.27 185	8.27 185	8.27 185	8.27 185	8.27 185	8.27 185	8.27 443	8.23 092	8.27 473	8.27 773	8.27 773	0.49
2.7	453	4.30 888	4.20 888	4.20 888	4.20 888	4.20 888	4.20 888	4.20 888	4.30 89	4.30 864	4.26 212	4.36 117	4.36 117	2.32
3	467	0.90 9011	0.90 9011	0.90 9011	0.90 9011	0.90 9011	0.90 9011	0.90 9011	0.90 9011	0.90 9011	0.90 8945	0.90 829	0.90 829	0.08

Таблиця 7. Величини нормальних напружень у верхній частині балки, МПа

Відстань по довжині балки	№ елемента	Довжина поздовжньої тріщини, м											максимальне відхилення, %	
		0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3		
0	3014	- 0.00 256	0.00 0216	0.00 045	0.00 0452	0.00 0451	0.00 0451	0.00 0451	0.00 0451	0.00 0451	0.00 0451	0.00 0451	0.00 0451	117.63
0.3	4971	- 3.85 751	- 3.87 161	- 3.81 92	- 3.81 717	- 3.81 712	- 3.81 712	- 3.81 712	- 3.81 712	- 3.81 712	- 3.81 712	- 3.81 712	- 3.81 712	1.05
0.6	4986	- 8.23 812	- 8.23 805	- 8.29 044	- 8.23 952	- 8.23 313	- 8.23 313	- 8.23 313	- 8.23 313	- 8.23 313	- 8.23 313	- 8.23 313	- 8.23 313	0.64
0.9	5001	- 12.2 748	- 12.2 748	- 12.2 754	- 12.3 296	- 12.3 113	- 12.3 11	- 12.3 11	- 12.3 11	- 12.3 11	- 12.3 11	- 12.3 11	- 12.3 11	0.45
1.2	5016	- 13.8 234	- 13.8 234	- 13.8 234	- 13.8 233	- 13.8 23	- 13.8 248	- 13.8 249	- 13.8 249	- 13.8 249	- 13.8 249	- 13.8 249	- 13.8 249	0.01
1.5	5031	- 13.9 833	- 13.9 833	- 13.9 833	- 13.9 833	- 13.9 813	- 13.9 809	- 13.9 807	- 13.9 789	- 13.9 788	- 13.9 788	- 13.9 788	- 13.9 788	0.03
1.8	5047	- 13.8 234	- 13.8 234	- 13.8 234	- 13.8 234	- 13.8 234	- 13.8 234	- 13.8 239	- 13.8 246	- 13.8 249	- 13.8 249	- 13.8 249	- 13.8 249	0.01
2.1	5062	- 12.2 748	- 12.2 748	- 12.2 748	- 12.2 748	- 12.2 748	- 12.2 748	- 12.2 748	- 12.2 517	- 12.3 077	- 12.3 109	- 12.3 11	- 12.3 11	0.29
2.4	5077	- 8.23 815	- 8.23 815	- 8.23 815	- 8.23 815	- 8.23 815	- 8.23 815	- 8.23 815	- 8.23 521	- 8.18 558	- 8.22 995	- 8.23 313	- 8.23 313	0.64
2.7	5092	- 3.85 751	- 3.85 751	- 3.85 751	- 3.85 751	- 3.85 751	- 3.85 751	- 3.85 751	- 3.85 75	- 3.85 719	- 3.80 998	- 3.81 712	- 3.81 712	1.23
3	5106	- 0.00 259	- 0.00 259	- 0.00 259	- 0.00 259	- 0.00 259	- 0.00 259	- 0.00 259	- 0.00 259	- 0.00 259	- 0.00 255	- 0.00 045	- 0.00 045	117.34

Таблиця 8. Величини дотичних напружень по осі балки, МПа

Відстань по довжині балки	№ елемента	Довжина поздовжньої тріщини, м											Максимальне відхилення, %	
		0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3		
0	14	- 0.18 269	- 0.18 537	- 0.18 639	- 0.18 64	- 0.18 64	- 0.18 64	- 0.18 64	- 0.18 64	- 0.18 64	- 0.18 64	- 0.18 64	- 0.18 64	2.03
0.3	1975	- 0.61 543	- 0.62 794	- 0.68 323	- 0.68 716	- 0.68 723	- 0.68 723	- 0.68 723	- 0.68 723	- 0.68 723	- 0.68 723	- 0.68 723	- 0.68 723	11.67
0.6	1986	- 0.62 505	- 0.62 529	- 0.65 434	- 0.69 404	- 0.69 547	- 0.69 547	- 0.69 547	- 0.69 547	- 0.69 547	- 0.69 547	- 0.69 547	- 0.69 547	11.27
0.9	2001	- 0.58 142	- 0.58 143	- 0.58 181	- 0.61 018	- 0.64 073	- 0.64 075	- 0.64 075	- 0.64 075	- 0.64 075	- 0.64 075	- 0.64 075	- 0.64 075	10.2
1.2	2016	- 0.00 154	- 0.00 154	- 0.00 154	- 0.00 187	- 0.00 421	- 0.00 437	- 0.00 436	- 0.00 437	- 0.00 436	- 0.00 436	- 0.00 436	- 0.00 436	183.45
1.5	2031	0	-1E-09	0	1.46 E-07	0.00 0164	0.00 0101	0.00 016	- 6.6E-06	- 1.3E-07	5E-09	0	0	
1.8	2047	0.00 1542	0.00 1542	0.00 1542	0.00 1542	0.00 1546	0.00 1542	0.00 143	0.00 2953	0.00 4346	0.00 4364	0.00 4365	183	
2.1	2062	0.58 1424	0.58 1424	0.58 1424	0.58 1424	0.58 1424	0.58 1424	0.58 1419	0.59 7036	0.63 9011	0.64 0727	0.64 0753	10.2	
2.4	2077	0.62 5054	0.62 5054	0.62 5054	0.62 5054	0.62 5054	0.62 5054	0.62 5053	0.62 5473	0.64 9689	0.69 3772	0.69 5467	11.27	
2.7	2091	0.61 5125	0.61 5125	0.61 5125	0.61 5125	0.61 5125	0.61 5125	0.61 5125	0.61 5136	0.61 551	0.64 3941	0.68 492	11.35	
3	2106	0.18 2792	0.18 2792	0.18 2792	0.18 2792	0.18 2792	0.18 2792	0.18 2792	0.18 2792	0.18 2793	0.18 3045	0.18 6512	2.04	

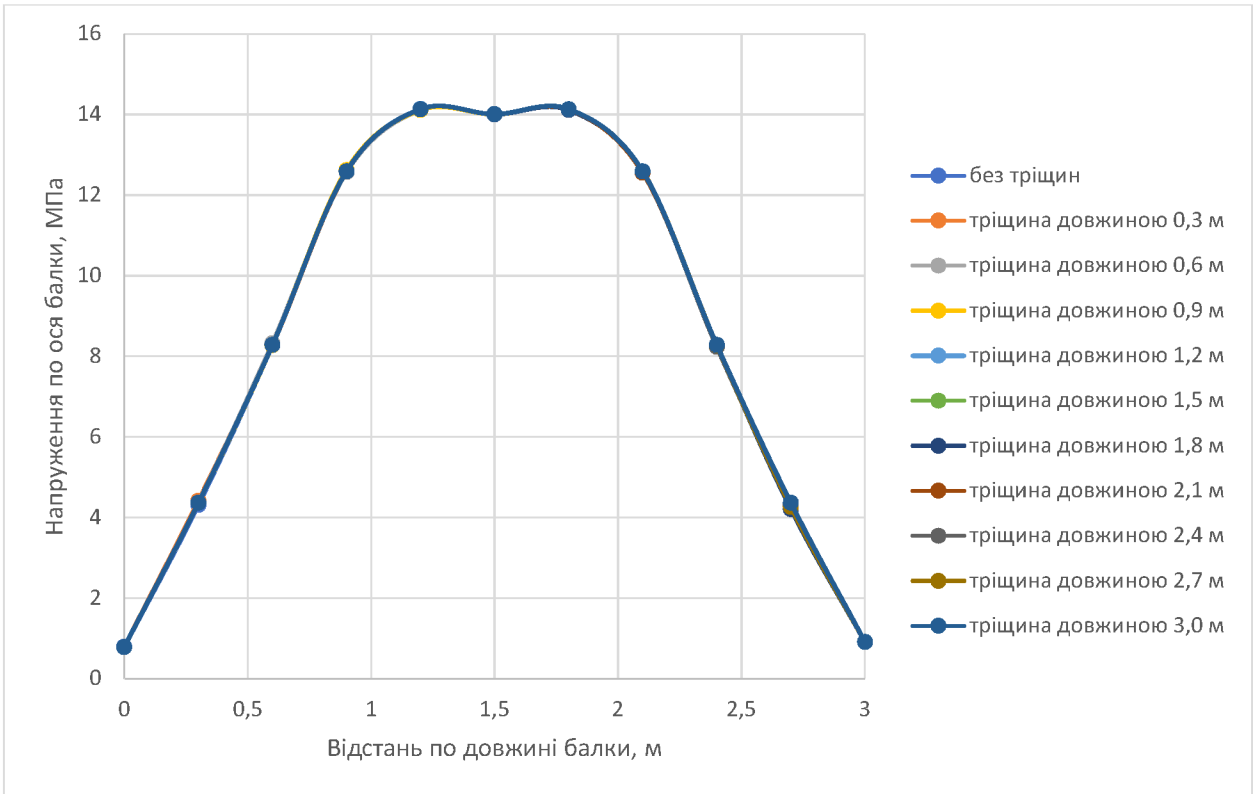


Рис. 10. Графік залежності нормальних напружень по довжині балки в розтягнутій зоні.

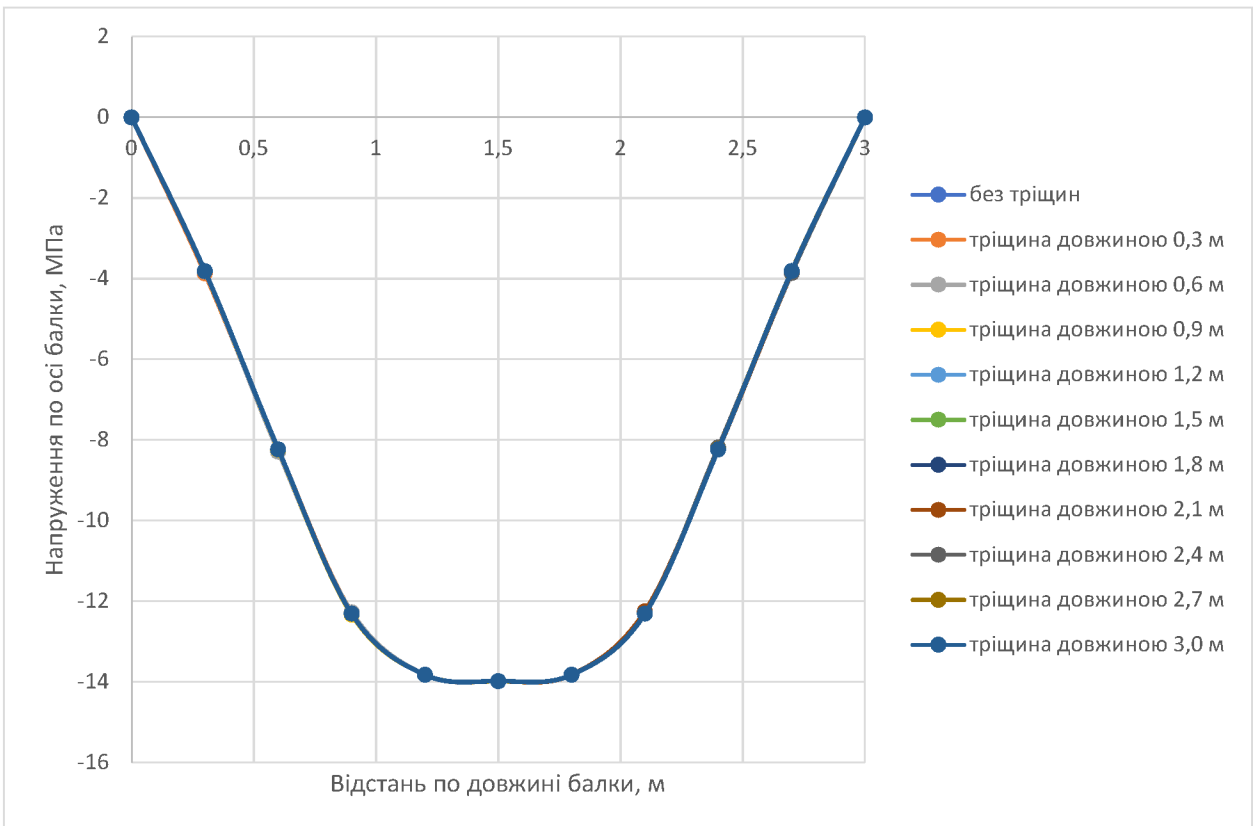


Рис. 11. Графік залежності нормальних напружень по довжині балки в стиснутій зоні.

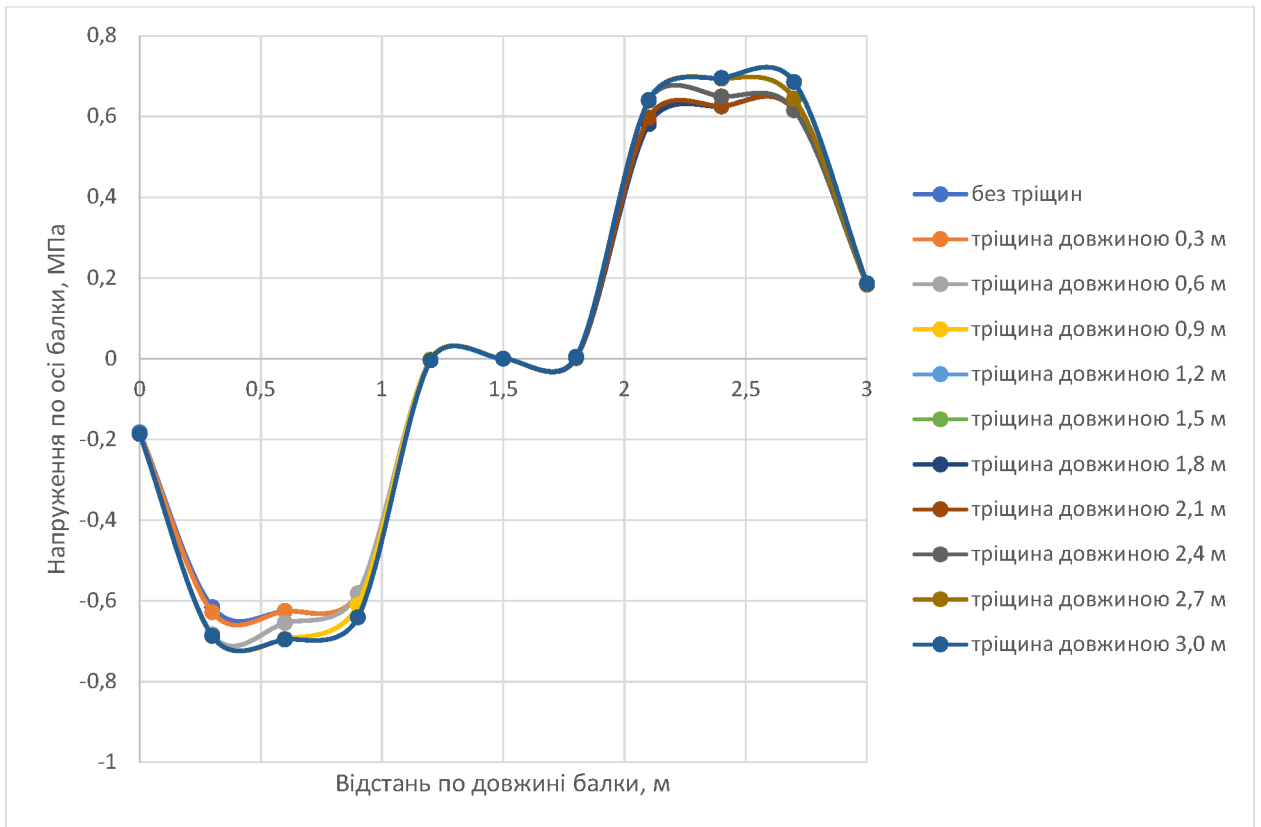


Рис. 12. Графік залежності дотичних напружень по довжині балки.

РОЗДІЛ 5. ВИСНОВКИ

На основі проведених розрахунків суцільної дерев'яної балки за методом скінчених елементів можна зробити наступні висновки:

1. Максимальна різниця нормальних напружень в розтягнутій зоні балки виникає біля опори і, як при симетричному, так і несиметричному тріщиноутворенні, не перевищує 2,5%. В зоні виникнення максимальних напружень ця різниця не перевищує 0,4%. В зв'язку з невеликим розміром різниці, перевірку балки по розтягнутій зоні можна виконувати нехтуючи тріщиноутворенням.
2. Максимальна різниця нормальних напружень в стиснутій зоні балки виникає біля опори і, при симетричному тріщиноутворенні, не перевищує 118%, а при несиметричному тріщиноутворенні – 62%. В зоні виникнення максимальних напружень, як при симетричному, так і несиметричному тріщиноутворенні, ця різниця не перевищує 0,45%. В зв'язку з невеликим розміром різниці в зоні виникнення максимальних напружень, перевірку балки по стиснутій зоні можна виконувати нехтуючи тріщиноутворенням.
3. Максимальна різниця дотичних напружень виникає біля середини прольоту балки і, при симетричному тріщиноутворенні, не перевищує 185%, а при несиметричному тріщиноутворенні – 125%. В зоні виникнення максимальних дотичних напружень при симетричному тріщиноутворенні різниця не перевищує 12%, а при несиметричному тріщиноутворенні – 6%. Окрім цього при розташуванні тріщин по осі балки зменшується додатково розрахункова площа при розрахунку на сколювання.

Таким чином дерев'яні суцільні балки, що зазнають згин, з утворенням поздовжніх тріщин необхідно перевіряти на дію дотичних напружень з урахуванням зменшення розрахункової площі сколювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бойтемирова, И.Н. CLT-панели эффективный материал из древесины для несущих и ограждающих конструкций зданий / И.Н. Бойтемирова, Е.А. Давыдова // Вестник научных конференций №12-1, 2016. – С.18-21.
2. Gintoff, V. CLT and the future of wood: The timber revolution comes to industrial architecture / V. Gintoff URL: <https://www.archdaily.com/782264/clt-crosslaminated-timber-and-the-future-of-wood-the-timber-revolution-comes-to-industrialarchitecture>
3. Биричевский М.Л., Варфоломеев Ю.А. Расчет деревянных изгибаемых элементов с трещинами, выходящими на торец // Строительство и архитектура. – 1985. – № 7. – С. 10–14. – (Изв. высш. учеб. заведений).
4. Крылов Н.А., Потапов А.И., Биричевский М.Л. Расчет клееной деревянной балки с симметричным непрочлеем // Лесн. журн. – 1975. – № 1. – С. 10–14. – (Изв. высш. учеб. заведений).
5. Варфоломеев Ю.А., Потуткина Л.Г. Причины снижения эксплуатационной надежности опорных узлов большепролетных балок // Перспективные направления использования сырья и совершенствования продукции в лесопилении: Науч. тр. / ЦНИИМОД, 1986. – С. 116 – 121.
6. Дерев'яні конструкції. Основні положення. ДБН В.2.6-161:2017. – [Чинний від 2018-02-01]. – К.:Мінрегіон України, 2017 – 111 с.
7. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення.
8. ДБН В.2.6-163:2010 Конструкції будівель і споруд. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу.
9. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій

- 10.ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування
- 11.ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12)
- 12.РД 31.30.14-85 Положення про склад, порядок збору вихідних даних для розробки проектно-кошторисної документації на капітальне будівництво берегових об'єктів ММФ.
- 13.Екельчик М.К. и др. Справочник строителя. К.; Будівельник, 1979.
- 14.Майдаков В.П. и др. Методические указания к проектированию стройгенплана методом игрового проектирования. К. КИСИ, 1992.
- 15.Проектирование железобетонных конструкций. Справочное пособие. Под редакцией А.Б.Гольпева. К. 1990.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**МАТЕРІАЛИ
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ
ТА АСПІРАНТІВ, ПРИСВЯЧЕНОЇ
МІЖНАРОДНОМУ ДНЮ СТУДЕНТА**

(13 - 17 листопада 2023 р., м. Суми)

Пожиленкова Т.Д., Бородай Я.О. ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТІ БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ – МАЙБУТНЄ БУДІВНИЦТВА	104
Покидченко В.Є., Циганенко Л.А. ЗАДАЧІ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА ЇХ ВИРІШЕННЯ НА ПРИКЛАДІ ТОРГОВЕЛЬНОГО ЦЕНТРУ	105
Помаз М.М., Андрух С.Л. СУЧАСНІ МЕТОДИ ЗАХИСТУ ПОКРІВЛІ В ПРОМИСЛОВОСТІ	106
Ревунов М.В., Павлюченков М.В. ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ЗАЛІЗОБЕТНОЇ ПЛИТИ ПЕРЕКРИТТЯ, ЩО ПІДСИЛЮЄТЬСЯ НАРОЩУВАННЯМ З ВКЛЕЮВАННЯМ АРМАТУРНИХ СТРИЖНІВ	107
Рень О.В., Бородай Д.С. ІСТОРИЧНО-СОЦІАЛЬНІ ЧИННИКИ РОЗВИТКУ БУДІВЕЛЬ ГОТЕЛІВ	108
Рошко В.І., Резніченко Є.А., Роговий С.І. ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ТА ВИЗНАЧЕННЯ СПОСОБІВ ПІДСИЛЕННЯ ФЕРМ ПОКРИТТЯ, ЩО ДЕФОРМОВАНІ (ВИГИН НИЖНЬОГО ПОЯСУ З ПЛОЩИНИ).....	109
Рудь С.М., Огієнко Я.С. ДОСЛІДЖЕННЯ ОБСЯГУ ВНУТРІШНІХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ УКРАЇНИ	110
Рудь С.М., Огієнко Я.С. МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ	111
Рушак Є.В., Савченко О.С. ОПТИМІЗАЦІЯ СТАТИЧНОГО РОЗРАХУНКУ СЕГМЕНТНИХ ДЕРЕВ'ЯНИХ ФЕРМ У ВІДПОВІДНОСТІ ДО ЄВРОКОД	112
Рябовол С.В., Савченко О.С. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РОЗТАШУВАННЯ ПОЗДОВЖНИХ НАСКРІЗНИХ ТРИЩИН ПО ВИСОТІ ПЕРЕРІЗУ НА НЕСУЧУ ЗДАТНІСТЬ ДЕРЕВ'ЯНИХ БАЛОК.....	113
Рябцев С.В., Волошко Т.П. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ В УПРАВЛІННІ СКЛАДАМИ.....	114
Рябцев С.В., Волошко Т.П. ПЕРЕВАГИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СКЛАДОМ.....	115
Садовий Я.Г., Бородай С.П. КЛАСИФІКАЦІЯ ОФІСНИХ ЦЕНТРІВ ПРЕСТИЖНОГО РІВНЯ.....	116
Сасенко С.С., Савченко О.С., Савченко Л.Г. ВИКОРИСТАННЯ ПУСТОТУОУТВОРЮВАЧІВ ПРИ ВЛАШТУВАННІ МОНОЛІТНОГО ПЕРЕКРИТТЯ.....	117
Самбур В.О., Срібняк Н.М., Галушка С.А. ВАРІАНТНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МОНОЛІТНОГО ПЕРЕКРИТТЯ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ	118
Сасін Д.В., Андрух С.Л. ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНОГО ЕПОКСИДНО-ПОЛІУРЕТАНОВОГО ПОКРИТТЯ.....	119
Сахно Б.О., Циганенко Г.М. ПИТАННЯ ВЗАЄМОДІЇ ФУНДАМЕНТІВ І ШТУЧНИХ ОСНОВ З ГРУНТОМ	120
Сердюк В.М. МОДЕЛЮВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ БІЗНЕС – ПРОЦЕСІВ	121
Сидоренко Б.І., Новицький О.П. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІСЕЧОВИНИ ЯК ЕФЕКТИВНОГО ТА СТАЛОГО СИРОВИННОГО МАТЕРІАЛУ В БУДІВНИЦТВІ ПІД ЧАС КАПРЕМОНТІВ ТА РЕМОНТІВ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ, ДОВГОВІЧНОСТІ ТА СТІЙКОСТІ ДО НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	122
Сімонов А.Б., Срібняк Н.М., Галушка С.А. РОБОТА СТРУКТУРНОЇ ПЛИТИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ГРАНИЧНИХ УМОВ.....	123
Скорина К.О., Павлюченков М.В. ЗАСТОСУВАННЯ СТАЛЕФІБРОБЕТОНУ ПРИ ВЛАШТУВАННІ ПІДЛОГ ВИРОБНИЧИХ БУДІВЕЛЬ З ПІДВИЩЕНИМ РІВНЕМ ЗНОСОСТІЙКОСТІ.....	124
Скрипка С.О., Андрух С.Л. ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОБІГРІВІ ОЗДОРОВОЧОГО ЗАКЛАДУ	125
Слиньок С.Г., Трифонов К.Д., Луцковський В.М. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННОГО ПЕРЕКРИТТЯ НАД ПРИМІЩЕННЯМИ УКРИТТЯ ПРИ РУЙНУВАННІ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЛІ	126
Строкач Д.В., Бородай Я.О. ВІДБУДОВА НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ ТА ПРИРОДНИХ КАРКАСІВ КРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ.....	127
Ступак В. В., Бородай А.С. РОЛЬ СФЕРИ АРХІТЕКТУРИ ТА БУДІВНИЦТВА У СУЧАСНОМУ СВІТІ.....	128
Сушко Б.С. ПОКРАЩЕННЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ РАНИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР	129
Сушко Б.С. ПРО ТРАНСПОРТУВАННЯ РАНИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР	130
Тараненко С.В. ЗАГАЛЬНІ РИСИ УКРАЇНСЬКОГО НАРОДНОГО ЗОДЧЕСТВА ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ	131
Тверезовська Т.С., Бородай Д.С. ПРОБЛЕМА ОРГАНІЗАЦІЇ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ В ЗАБУДОВІ ВЕЛИКИХ МІСТ	132
Ткачевський В.О., Циганенко Л.А. АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ МОНОЛІТНОГО ПЕРЕКРИТТЯ З СИСТЕМОЮ ПОПЕРЕДНЬОГО НАПРУЖЕННЯ БЕЗ ЗЧЕПЛЕННЯ З БЕТОНОМ	133
Ткачевський М.О., Бородай С.П. ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ БІЗНЕС-ГОТЕЛЕЙ НА ПРИКЛАДІ ДОСВІДУ СВІТОВОГО ПРОЕКТУВАННЯ ТА В УКРАЇНІ	134
Ткаченко А.Д. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДІЙ СИЛ ВІД'ЄМНОГО ТЕРТЯ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ	135
Ткаченко М.О., Бородай А.С. ОСОБЛИВОСТІ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ ТА ЇХ ПЕРЕВАГИ В ПОРІВНЯННІ З ІНШИМИ ТИПАМИ ЖИТЛА.....	136
Фесенко Б.В., Циганенко Л.А. ПРОСТОРОВІ СКЛАДЧАСТІ ПОКРИТТЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД	137

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РОЗТАШУВАННЯ ПОЗДОВЖНИХ НАСКРІЗНИХ ТРІЩИН ПО ВИСОТІ ПЕРЕРІЗУ НА НЕСУЧУ ЗДАТНІСТЬ ДЕРЕВ'ЯНИХ БАЛОК

Рябовол С.В., студ. 2 курсу ОС «Магістр» БУД
Савченко О.С., к.т.н., доцент
Сумський НАУ

При обстеженні будівель і споруд часто зустрічаються випадки, коли в дерев'яних несучих елементах виникають поздовжні тріщини, врахування яких в діючих нормах проектування дерев'яних конструкцій ніяк не описаний, а відповідно відсутня методика врахування послаблень перерізів такими дефектами.

З часом, усі дерев'яні елементи будівель зазнають пошкоджень.

Найбільш часто зустрічаються такі дефекти і пошкодження дерев'яних конструкцій: загнивання деревини, ураження комахами; поздовжні тріщини від усихання, розриви розтягнутих елементів в місцях ослаблення перерізу; відхилення від вертикалі, вигин з площини, місцеве випинання стиснутих елементів; прогини і злами елементів, що згинаються; розшарування по клейових швах клеєних дерев'яних елементів; дефекти з'єднань (сколювання лобових врубок і шпонок, зрізи нагелів); механічні пошкодження з ослабленням поперечного перерізу елементів.

При обстеженні розтягнутих елементів необхідно виявити наявність повних або часткових розривів або надривів волокон деревини біля стиків; близько сучків, що виходять на кромки елементів; близько отворів під нагелі; фіксувати глибину і протяжність довгих вузьких тріщин і тріщин по косошару.

У стислих, що згинаються і стиснуто-зігнутих елементах перевіряється правильність і достатність розкріплення стислої кромки з площини дії вертикального навантаження, ознаки випинання, прогини і злами. Небезпечні місцеві деформації (випинання) стиснутих елементів, що перевищують 1/80 його довжини.

У діючій вітчизняній нормативній літературі відсутні рекомендації щодо врахування розмірів і розташування тріщин по перерізу і довжині балок при визначенні їх несучої здатності.

Результати теоретичних розрахунків дерев'яних елементів суцільного перерізу, які працюють на згин, проведених Е.М. Квасніковим в порівнянні з експериментальними дослідженнями виявили відхилення на 62 %, що може говорити про неточність методики. Методика базувалася на умові крихкого руйнування деревини при дії сколюючих напружень. Квасніковим були визначені нормальні напруження, які залежали від глибини тріщини, її розташування по висоті перерізу і від граничних сколюючих напружень.

Робота присвячена дослідженню об'ємного напруженого стану і виявлення зміни несучої здатності дерев'яних елементів при виявленні у них тріщин. При цьому дослідження проводилися при впливі на елемент як поперечного навантаження, яке викликає в елементі згин, так і поздовжнього навантаження. Причому поздовжнє навантаження прикладаємо таким чином, щоб воно викликало розтяг в елементі, а також таким чином, щоб воно викликало стиск.

Конструкцію моделювали об'ємними елементами. Геометричні розміри усіх елементів приймали однаковими - 20×20×20 мм.

На початковому етапі задавалися фізичні характеристики та жорсткість матеріалів з урахуванням їх ортотропності. Для деревини характеристики наведені в таблиці і прийняті згідно з діючими нормами. Відсутні значення коефіцієнта Пуассона ν_{xy} для деревини прийнятий з наукової роботи Глухих В.Н. і Черних А.Г.

Назва характеристики	Позначення	Одиниці виміру	Значення
Щільність	ρ	кг/м ³	420
Модуль пружності X	E_x	кН/см ²	1000
Модуль пружності Y	E_y	кН/см ²	33
Модуль пружності Z	E_z	кН/см ²	33
Коефіцієнт Пуассона XY	ν_{xy}	-	0,018
Коефіцієнт Пуассона XZ	ν_{xz}	-	0,018
Коефіцієнт Пуассона YZ	ν_{yz}	-	0,3
Модуль зсуву XY	G_{xy}	кН/см ²	62,3
Модуль зсуву XZ	G_{xz}	кН/см ²	62,3
Модуль зсуву YZ	G_{yz}	кН/см ²	11,2

Результатом дослідження буде отримані залежності міцності дерев'яного елемента на стиск, розтяг і згин при виникненні поздовжньої тріщини в конструкції різної довжини, глибини і при розташуванні тріщини на різних висотах по перерізу елементу.

Реконструкція цегляного заводу в м. Козелець

Виконав: Рябовол Сергій Володимирович

Керівник: Савченко Олександр Сергійович





Мета роботи – на основі математичного моделювання визначити вплив поздовжніх тріщин на несучу здатність дерев'яних елементів, що зазнають згин.

Задачі дослідження.

Визначити вплив поздовжніх тріщин на несучу здатність дерев'яних елементів при різних їх довжинах і місцях розташування.

Об'єкт дослідження – дерев'яні елементи, що зазнають згин, послаблені поздовжніми тріщинами.

Предмет дослідження – несуча здатність і деформативність дерев'яних елементів, що зазнають згин, послаблених поздовжніми тріщинами

Методи дослідження – метод скінчених елементів (програмний комплекс «Лира-САПР»).



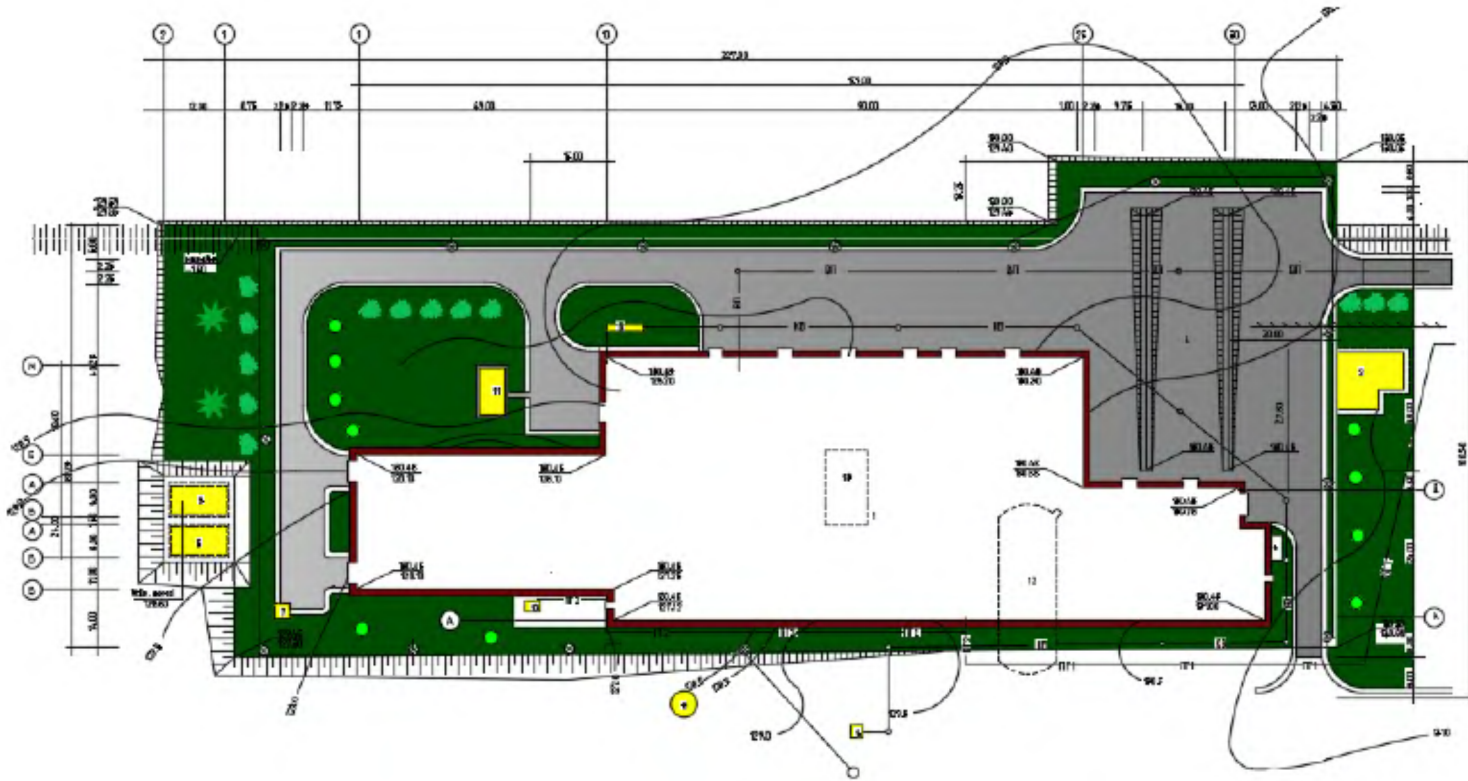
Наукову новизну складає:

оцінка НДС дерев'яних конструкцій, що зазнають згин, послаблених поздовжніми тріщинами, за результатами чисельних досліджень

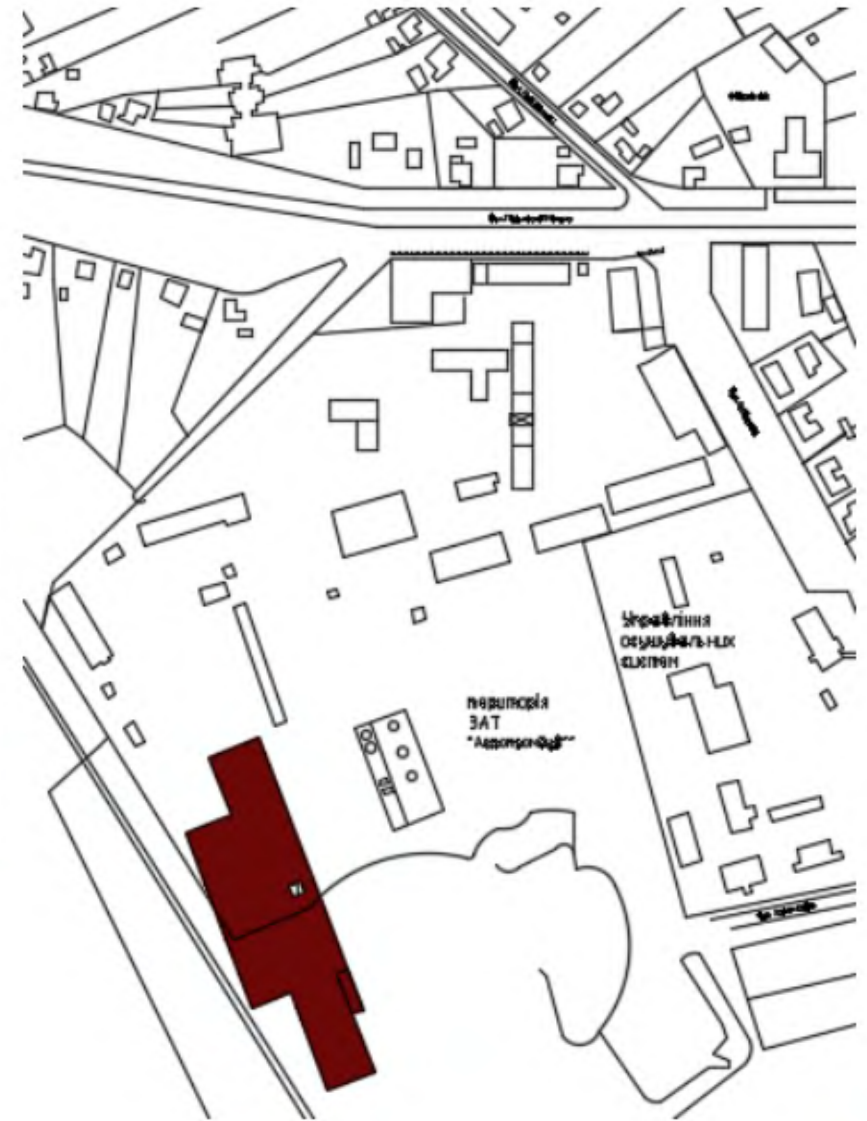
Практична значимість магістерської роботи полягає в тому, що отримані результати дослідження дозволяють отримати уяву про НДС дерев'яних конструкцій, послаблених поздовжніми тріщинами і зробити висновки про можливість їх використання при реконструкції або реставрації.



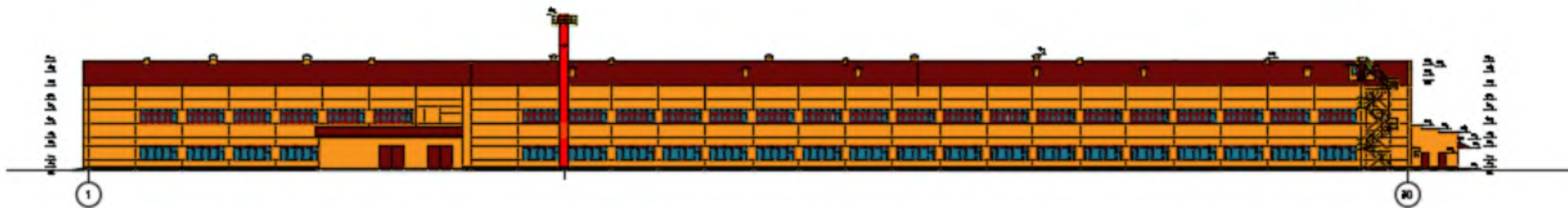
Генеральний план



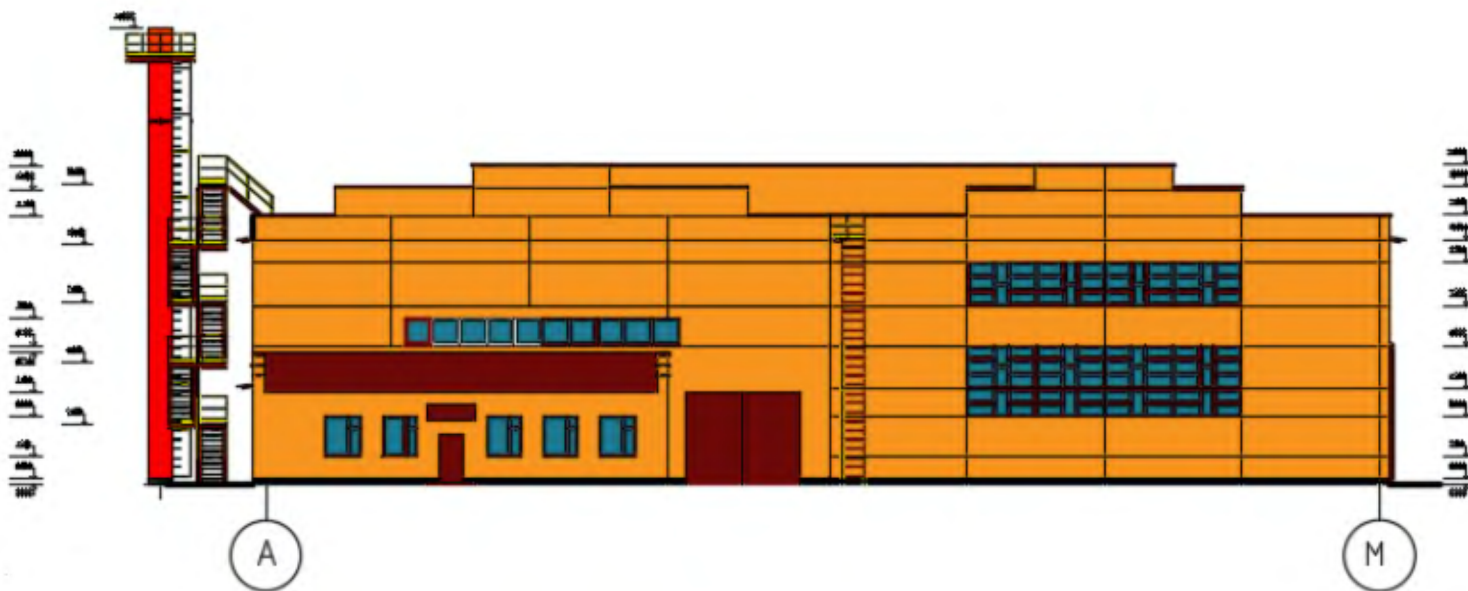
Ситуаційний план



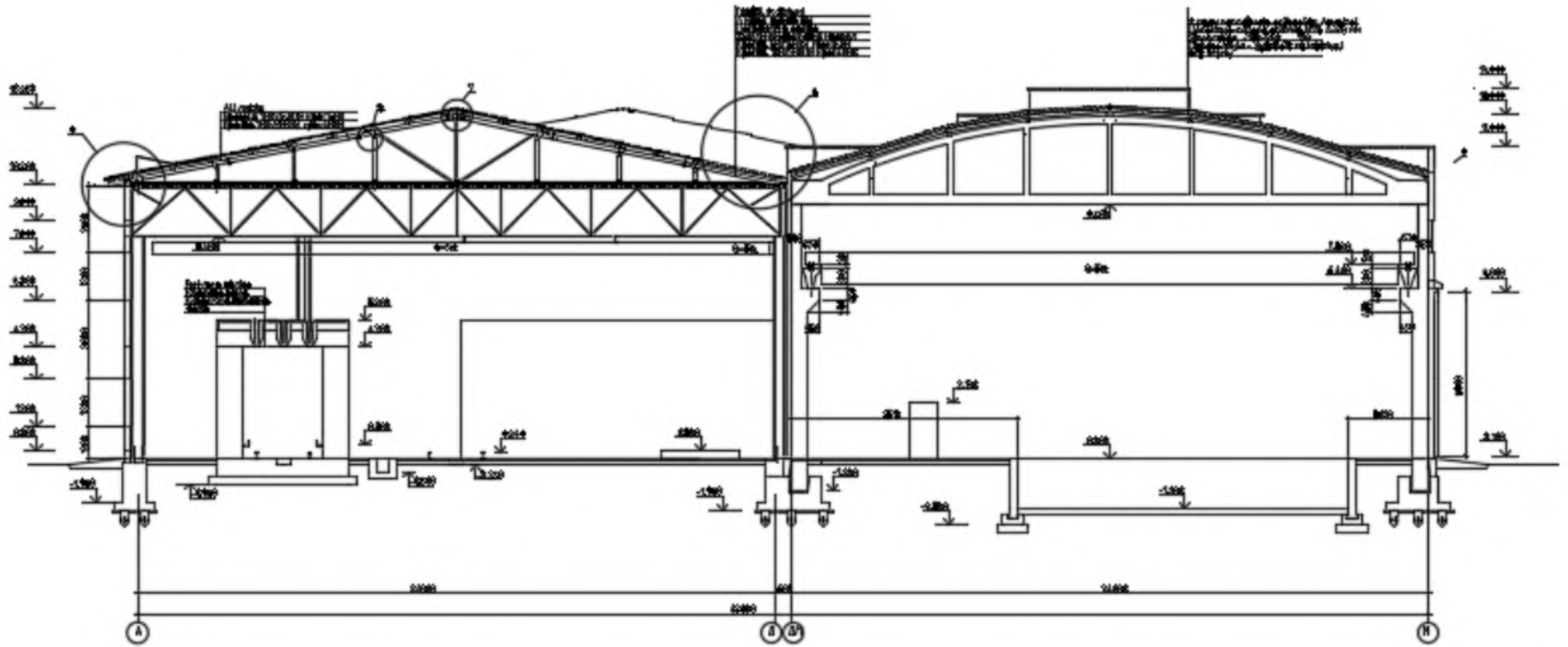
Фасад 1-30



Фасад А-М



Розріз 1-1

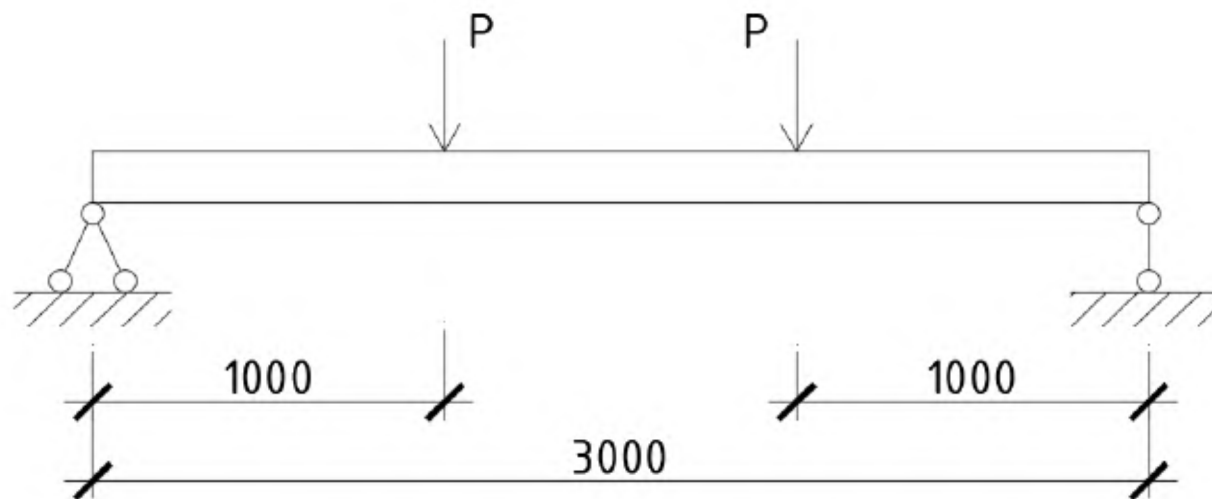


Характеристики деревини, що використовуються при розрахунку

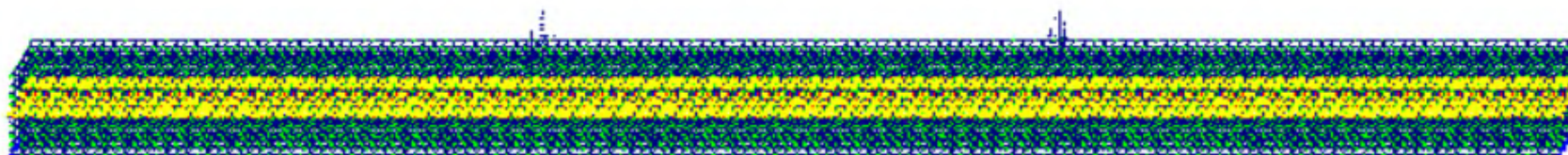
Назва характеристики	Позначення	Одиниці виміру	Значення
Щільність	ρ	кг/м ³	420
Модуль пружності X	E_x	кН/см ²	1000
Модуль пружності Y	E_y	кН/см ²	33
Модуль пружності Z	E_z	кН/см ²	33
Коефіцієнт Пуассона XY	ν_{xy}	-	0,018
Коефіцієнт Пуассона XZ	ν_{xz}	-	0,018
Коефіцієнт Пуассона YZ	ν_{yz}	-	0,3
Модуль зсуву XY	G_{xy}	кН/см ²	62,3
Модуль зсуву XZ	G_{xz}	кН/см ²	62,3
Модуль зсуву YZ	G_{yz}	кН/см ²	11,2



Схема прикладення навантаження на досліджувану балку

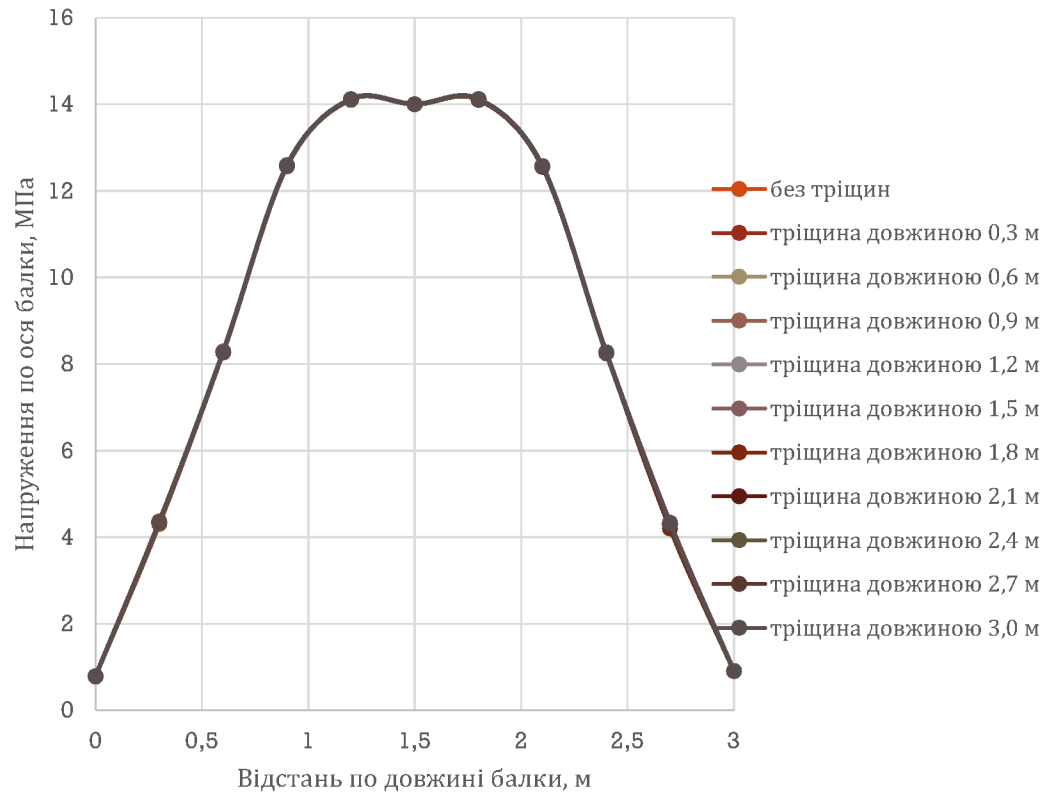


Розрахункова схема балки без тріщини.

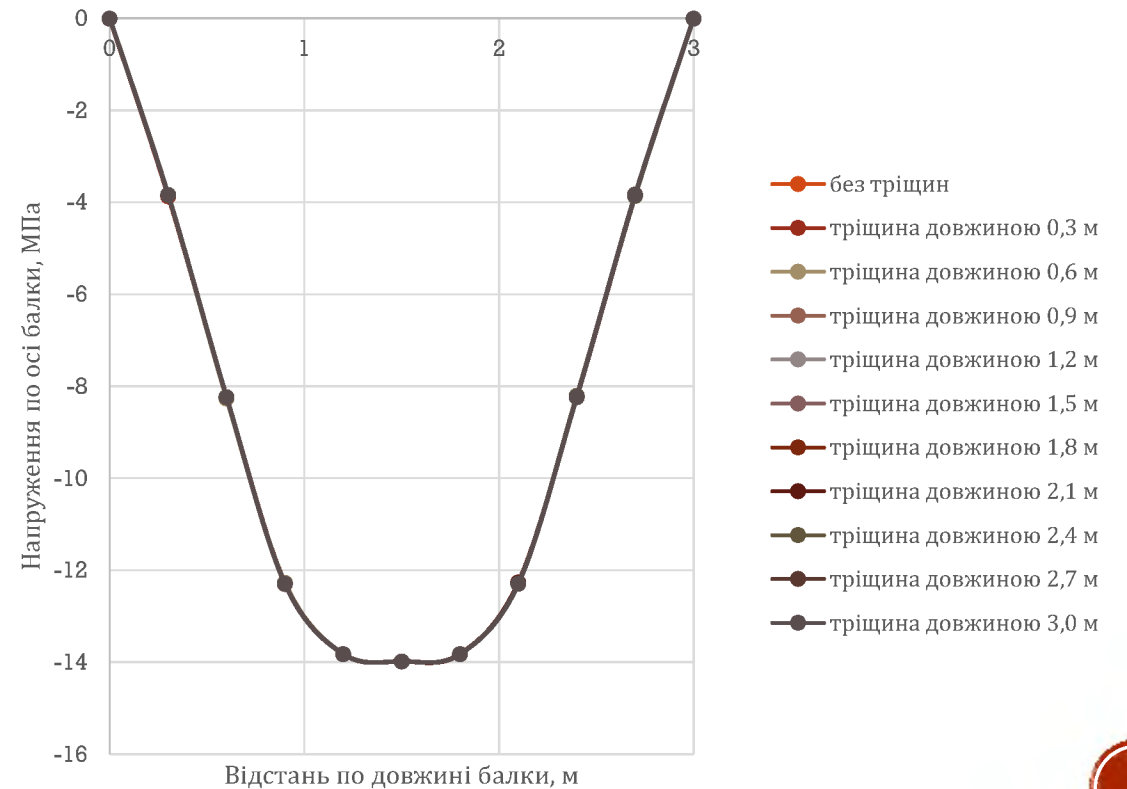


При розташуванні тріщин з одного боку балки

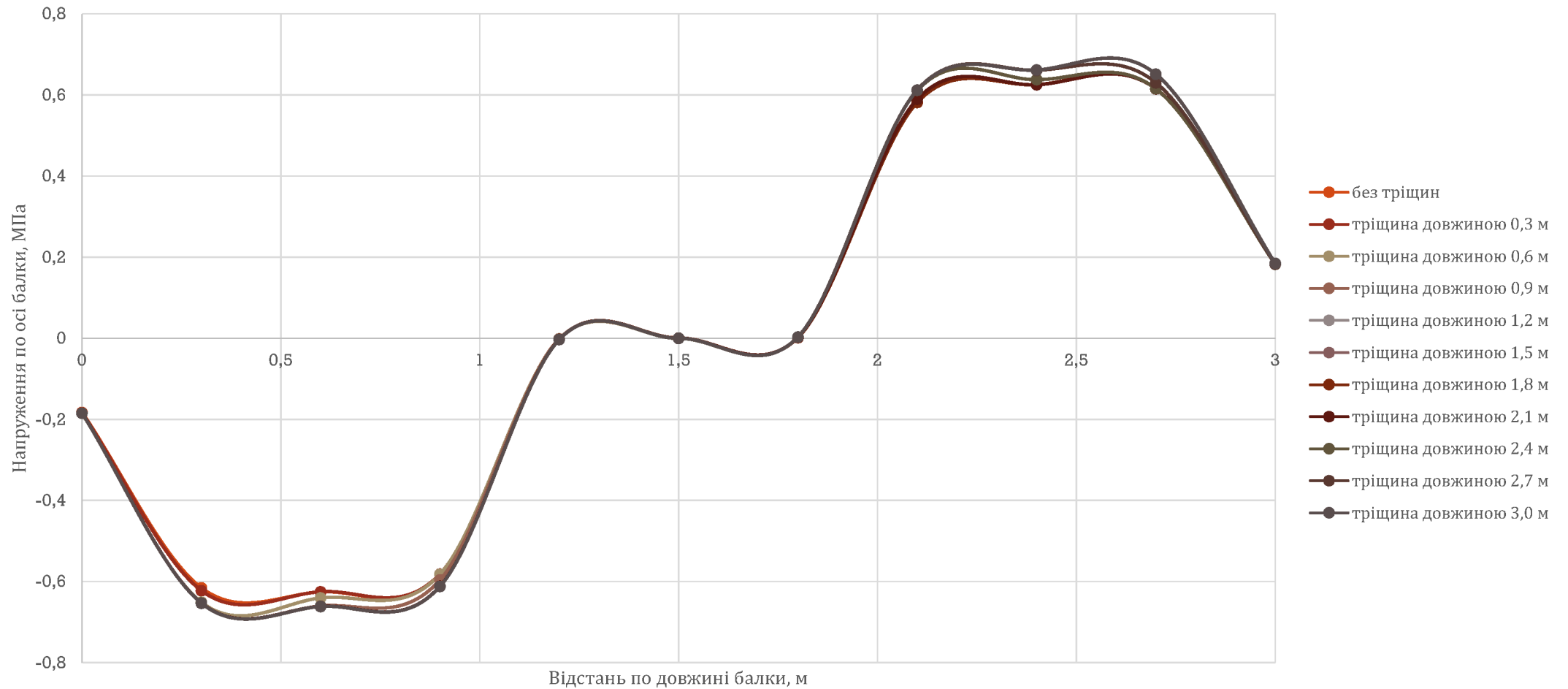
Графік залежності нормальних напружень по довжині балки в розтягнутій зоні



Графік залежності нормальних напружень по довжині балки в стиснутій зоні.

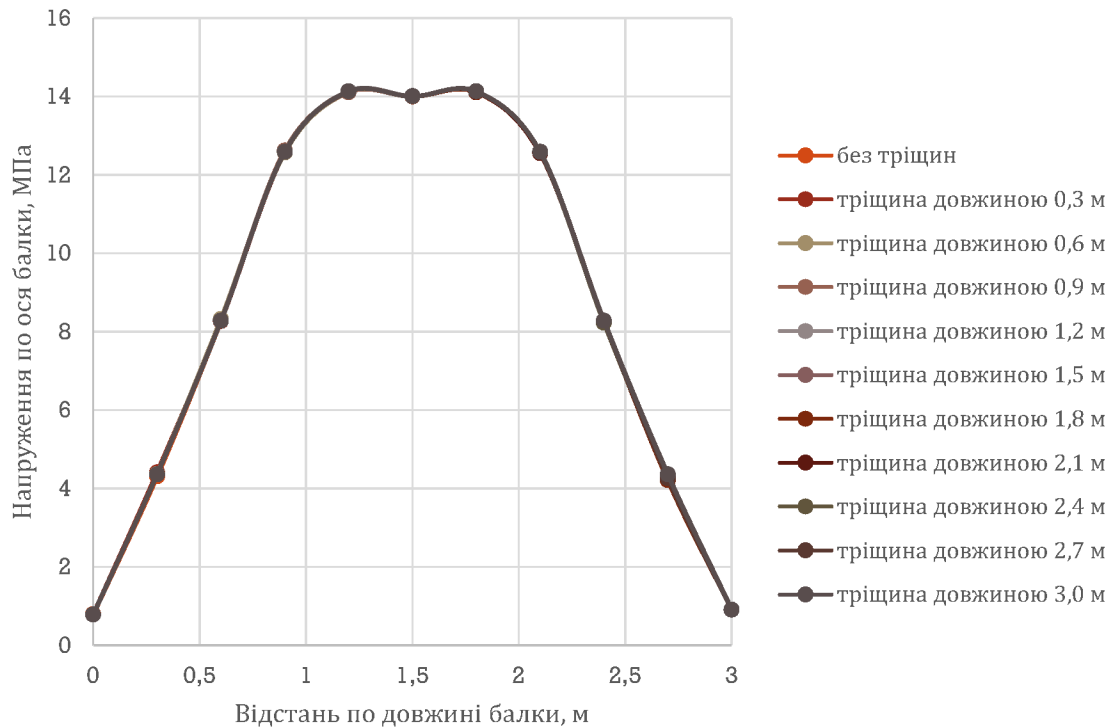


Графік залежності дотичних напружень по довжині балки

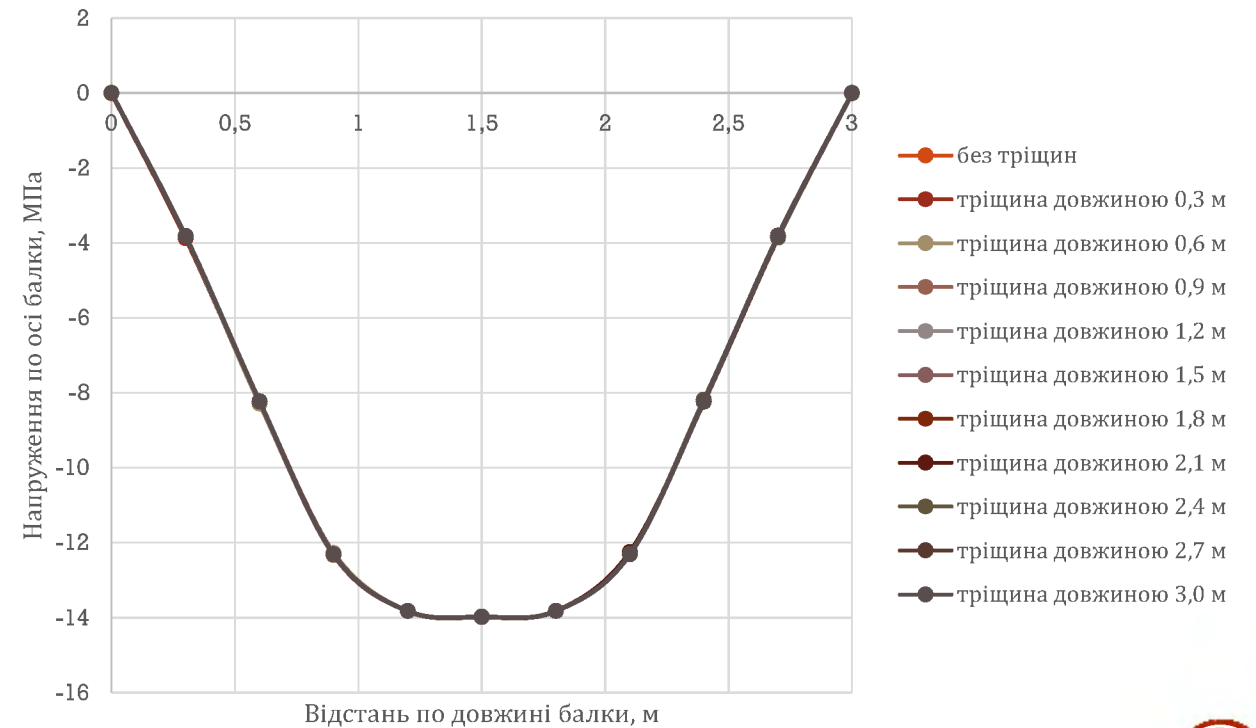


При розташуванні тріщин симетрично з двох боків балки

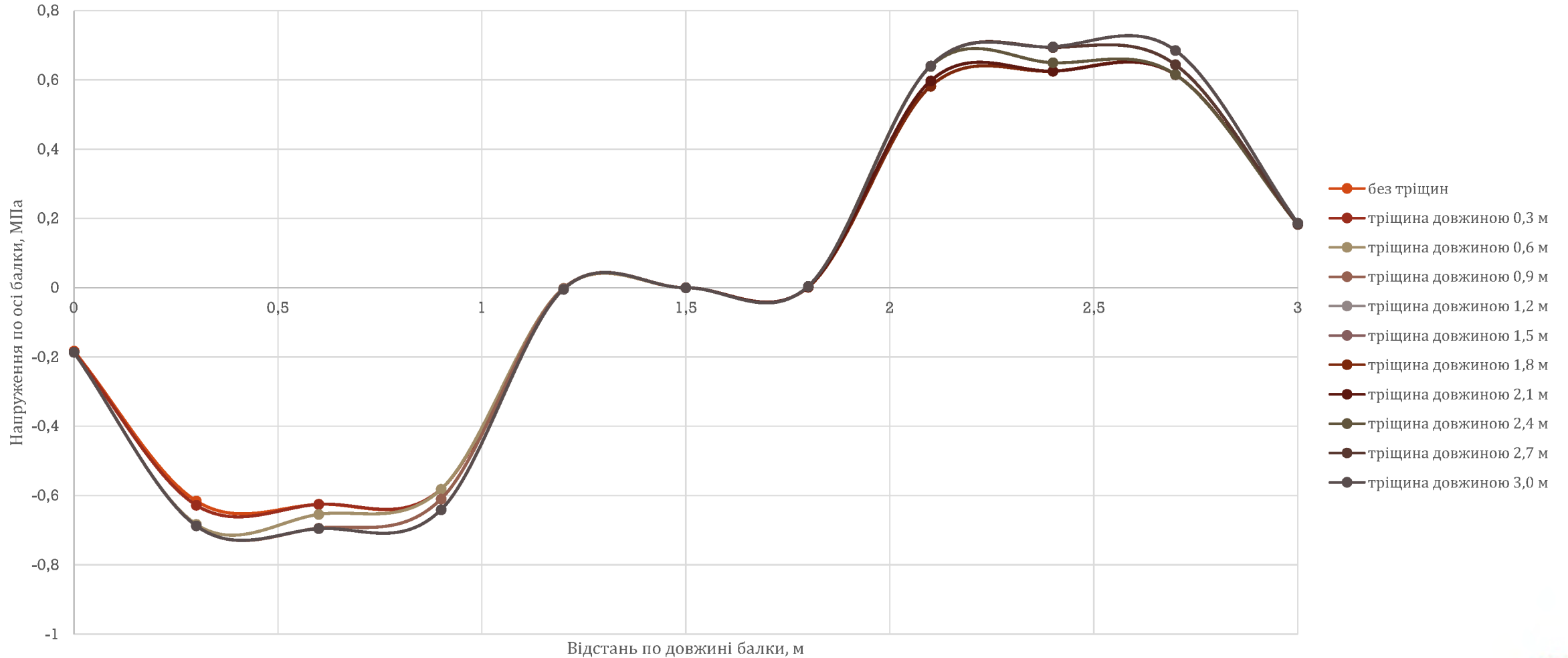
Графік залежності нормальних напружень по довжині балки в розтягнутій зоні



Графік залежності нормальних напружень по довжині балки в стиснутій зоні



Графік залежності дотичних напружень по довжині балки.



Висновки

На основі проведених розрахунків суцільної дерев'яної балки за методом скінчених елементів можна зробити наступні висновки:

1. Максимальна різниця нормальних напружень в розтягнутій зоні балки виникає біля опори і, як при симетричному, так і несиметричному тріщиноутворенні, не перевищує 2,5%. В зоні виникнення максимальних напружень ця різниця не перевищує 0,4%. В зв'язку з невеликим розміром різниці, перевірку балки по розтягнутій зоні можна виконувати нехтуючи тріщиноутворенням.
2. Максимальна різниця нормальних напружень в стиснутій зоні балки виникає біля опори і, при симетричному тріщиноутворенні, не перевищує 118%, а при несиметричному тріщиноутворенні – 62%. В зоні виникнення максимальних напружень, як при симетричному, так і несиметричному тріщиноутворенні, ця різниця не перевищує 0,45%. В зв'язку з невеликим розміром різниці в зоні виникнення максимальних напружень, перевірку балки по стиснутій зоні можна виконувати нехтуючи тріщиноутворенням.



3. Максимальна різниця дотичних напружень виникає біля середини прольоту балки і, при симетричному тріщиноутворенні, не перевищує 185%, а при несиметричному тріщиноутворенні – 125%. В зоні виникнення максимальних дотичних напружень при симетричному тріщиноутворенні різниця не перевищує 12%, а при несиметричному тріщиноутворенні – 6%. Окрім цього при розташуванні тріщин по осі балки зменшується додатково розрахункова площа при розрахунку на сколювання.

Таким чином дерев'яні суцільні балки, що зазнають згин, з утворенням поздовжніх тріщин необхідно перевіряти на дію дотичних напружень з урахуванням зменшення розрахункової площі сколювання.



Доповідь закінчено

Дякую за увагу

