



ВСЕУКРАЇНСЬКА СТУДЕНТСЬКА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС СУЧАСНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ



ЦНТУ

кафедра БДМБ

КРОПИВНИЦЬКИЙ 2021

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

**ІІІ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ СТУДЕНТСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ**

**“ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС СУЧАСНИХ
КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ”**

28-29 жовтня 2021 року

Матеріали доповідей надруковано в авторській редакції.

Відповідальна за випуск: доц.. Яцун В.В.

**Підписано до друку 20.10.2021
Ум друк.арк. 9,8125. Тираж 80 прим**

**©МОВ ЦНТУ, м.Кропивницький, пр.Університетський, 8.
Тел. 55-10-49**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА ТРАНСПОРТУ
КАФЕДРА БУДІВЕЛЬНИХ, ДОРОЖНІХ МАШИН І БУДІВНИЦТВА

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

ІІІ Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції

**“Досвід впровадження у навчальний процес сучасних
комп’ютерних технологій”**

28-29 жовтня 2021 року

м. Кропивницький

Збірник матеріалів III Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції “Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп’ютерних технологій”. - Кропивницький: ЦНТУ, 2021. – 152 с.

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова: Олександр Левченко, д-р. екон. наук, проф., проректор з наукової роботи Центральноукраїнського національного технічного університету;

Заступник голови: Владислав Настоящий, канд. техн. наук, проф., зав. кафедри БДМБ Центральноукраїнського національного технічного університету.

Члени оргкомітету:

Володимир Вас. Яцун, канд. техн. наук, доц., декан факультету будівництва та транспорту Центральноукраїнського національного технічного університету;

Сергій Хачатурян, канд. техн. наук, доц. кафедри БДМБ Центральноукраїнського національного технічного університету;

Володимир Вол. Яцун, канд. техн. наук, доцент. кафедри БДМБ Центральноукраїнського національного технічного університету;

Віктор Пашинський, д-р техн. наук, проф. кафедри БДМБ Центральноукраїнського національного технічного університету;

Петро Довченко, академік Академії будівництва України, директор ТОВ «Проектно-вишукувальний інститут «Агропроект», заслужений будівельник

Микола Пашинський, канд. техн. наук, старший викладач кафедри БДМБ, голова ради молодих вчених Центральноукраїнського національного технічного університету;

Олег Щербак, канд. техн. наук, доц., науковий керівник СНТ Харківського національного автомобільного університету;

Микола Нестеренко, канд. техн. наук, доц., голова ради молодих вчених навчально-наукового інституту інформаційних технологій та механотроніки (м. Полтава);

Олексій Смірнов, керівник МОВ Центрально-українського національного технічного університету;

Ілона Андрощук, канд. екон. наук, старший викладач кафедри економіки, менеджменту та комерційної діяльності, зав. аспірантурою Центральноукраїнського національного технічного університету.

Редакційна колегія: Настоящий В.А., к.т.н., проф. (відповідальний редактор); Пашинський В.А., д.т.н., проф. (заст. відп. редактора); Дарієнко В.В., к.т.н., доц. (відповідальний секретар); Яцун В.В., к.т.н., доц.; Лізунков О.В., к.т.н., доц., Скриннік І.О., к.т.н., доц.

Адреса редакційної колегії: 25006, м. Кропивницький, пр. Університетський, 8, Центральноукраїнський національний технічний університет, тел.: (0522) 390-471, 551-049, e-mail: kbrmb@kntu.kr.ua

Відповідальна за випуск: доц.. Яцун В.В.

Збірник містить матеріали III Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції “Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп’ютерних технологій”, що відбулась 28-29 жовтня 2021 року на базі кафедри будівельних, дорожніх машин і будівництва Центральноукраїнського національного технічного університету.

Матеріали збірника надруковано у авторській редакції.

ЗМІСТ

Онипенко В.Р., Настоящий В.А. ВИКОРИСТАННЯ САПР «SOLIDWORKS» ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКЦІЇ МЕТАЛЕВОЇ ФЕРМИ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ В ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	4
Тищенко А.А., Настоящий В.А. ВИКОРИСТАННЯ САПР «SOLIDWORKS» ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКЦІЇ МЕТАЛЕВОЇ ФЕРМИ ВИРОБНИЧОЇ БУДІВЛІ В М. МИКОЛАЇВ.....	8
Вітряк Д.О., Настоящий В.А. ВИКОРИСТАННЯ «САПР «SOLID WORKS» ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКТИВНОГО РІШЕННЯ АРОЧНОЇ НЕСУЧОЇ КОНСТРУКЦІЇ СКЛАДУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ.....	11
Коженко Г.С., Босенко М.А., Пашинський М.В. ЗАВДАННЯ ТА МЕТОДИ АНАЛІЗУ ДОВГОТРИВАЛОЇ МІНЛИВОСТІ КЛІМАТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ.....	16
Сорокін Д.О., Чевільча Р.Р., Пашинський В.А. КОМП’ЮТЕРНА БАЗА ГЕОДЕЗИЧНИХ ДАНИХ І ЗАВДАННЯ АНАЛІЗУ ПОЛОЖЕННЯ КОЛІЙ МОСТОВИХ КРАЇВ.....	18
Малінович М.Г., Пашинський В.А. РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ КОМПЛЕКСНИХ СТІН НА ОСНОВІ НІЗДРЮВАТИХ БЕТОНІВ.....	20
Полторадня Г.В., Пашинський В.А. ХАРАКТЕРИСТИКИ СОРТАМЕНТУ ЗВАРНИХ ДВОТАВРІВ ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ В КОЛОНАХ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ.....	22
Руденко О.В., Діброва А.О., Пашинський М.В. ПРИНЦИПИ ПРОЕКТУВАННЯ СОРТАМЕНТУ ЗВАРНИХ ДВОТАВРІВ ДЛЯ ПЕРЕКРИТЬ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ.....	25
Чуманевич В.А., Щербина Д.В., Пашинський М.В. КОМП’ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗМІН ТЕМПЕРАТУРИ НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНІЙ СТАН СТАЛЕВИХ КАРКАСІВ БУДІВЕЛЬ.....	27
Ковтун О.О. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНИХ БАГАТОШАРОВИХ ДЕРЕВ’ЯНИХ ПЛИТ.....	31
Полтавцев Ю.Ю., Аширбеков В.М., Карпушин С.О. ОГЛЯД СУЧАСНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ГЕОТЕХНІЧНОГО МОНІТОРИНГУ.....	34
Пантелесенко В.І., Ващук С.І., Карпушин С.О. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗАНУРЕННЯ ПАЛЬ І ЗАБИВНИХ БЛОКІВ НА БАЗІ ЕКСКАВАТОРА ЭО-3322.....	40
Хоменко А.В., Карпушин С.О., Пантелесенко В.І. SMART-ЖИТЛО, ЗА І ПРОТИ.....	45
Мартинов Д.Б., Джирма С.О. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЦІЛЬНОСТІ БЕТОНУ НА ТЕПЛОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВУЗЛІВ ПРИМИКАННЯ ВІКОННИХ БЛОКІВ З ПВХ В МОНОЛІТНИХ СТІНАХ.....	48
Руденко О.О., Найдьонов І.С., Джирма С.О. ТЕХНОЛОГІЯ УЛАШТУВАННЯ ПРИМИКАННЯ ВІКОННИХ БЛОКІВ ДО ЗОВНІШНІХ СТІН БУДІВЕЛЬ.....	50
Руденко О.О., Сакун Д.О., Джирма С.О. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗОВНІШНЬОГО УТЕПЛЕННЯ НА ЗОНУ ПРИМИКАННЯ ВІКОННИХ БЛОКІВ В ЦЕГЛЯНИХ СТІНАХ ЖИТЛОВИХ І ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ.....	55
Сакун Д.О., Джирма С.О. ПОШКОДЖЕННЯ БЕТОННИХ І ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА ЇХ ПРИЧИНИ.....	58
Остапчук В.М. ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ЦЕМЕНТУ ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ.....	61
Поліщук В.Д., Макаρκін М.В., Величко І.О. ОСОБЛИВОСТІ КОНТАКТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ АРМАТУРИ З БЕТОНОМ НА ПРИКЛАДІ КОМПОЗИТНОЇ АРМАТУРИ.....	64

Yatsun Volodymyr Volodymyrovich , Yatsun Volodymyr Vasilyovich STUDY OF STEADY VIBRATIONS OF A TWO-MASS VIBRATION MACHINE EXCITED BY A PASSIVE AUTOBALANCER.....	66
Кібукевич В.А., Хачатурян С.Л. РОБОТА СИСТЕМИ «БУДІВЛЯ-ФУНДАМЕНТ-ОСНОВА» ПРИ НАДБУДОВІ.....	71
Климовський Р.Я., Хачатурян С.Л. ЧИСЛОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІНИ ДОВАНТАЖУВАЛЬНИХ СИЛ ТЕРТЯ.....	73
Карпенко О.В., Хачатурян С.Л. МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ БУРОНАБИВНОЇ ПАЛІ.....	75
Черниш Д.О., Щербина Д.В., Яцун В.В. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІКИ РУХУ ЦЕМЕНТНОЇ АЕРОСУМІШІ В ЕЖЕКТОРНИХ ПНЕВМОТРАНСПОРТНИХ УСТАНОВКАХ З УРАХУВАННЯМ ІНТЕГРАЛЬНОГО КОЕФІЦІЄНТУ ОПОРУ ПРИ РОЗВАНТАЖЕННІ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАГОНІВ.....	78
Носик В.М., Щербина Д.В., Яцун В.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОДАТКІВ-МОДИФІКАТОРІВ НА ВЛАСТИВОСТІ БЕТОНІВ ТА СУМІШІВ.....	80
Заболотна Н.А., Хоменко А, Скриннік І.О. ВИПРОБУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК САНДВІЧ-ПАНЕЛЕЙ ПРИ ТЕХНОЛОГІЇ МОНТАЖУ В БУДІВНИЦТВІ.....	84
Масляніков В.Ю., Аширбеков В.М., Скриннік І.О. ВИПРОБУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК СТАЛЕВОГО ПРОФІЛЬОВАНОГО НАСТИЛУ (СПН) ПРИ ТЕХНОЛОГІЇ МОНТАЖУ В БУДІВНИЦТВІ.....	87
Гичко С.С., Тихий А.А. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДЕФОРМАЦІЙ БУДІВЛІ НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ПЕРЕКРИТТІВ.....	91
Односум А.В., Павлова Т.М., Тихий А.А. ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК ПРИ ЗНАКОЗМІННИХ РЕЖИМАХ НАВАНТАЖЕННЯ.....	93
Талпа С.С., Ляуш О.О., Тихий А.А. ГЕОМЕТРИЧНА ОСНОВА МАРКШЕЙДЕРСЬКИХ ЗЙОМОК.....	95
Дорул А.М., Дарієнко В.В. ОГЛЯД ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ФАСАДНИХ СИСТЕМ З ВЕНТИЛЯЦІЙНИМ ПОВІТРЯНИМ ПРОШАРКОМ.....	98
Зінченко О.В., Дарієнко В.В. ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ ЩОДО ЗМІНИ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕРЕВИНИ ПРИ ТРИВАЛІЙ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	100
Ігнатенко В.А., Дарієнко В.В. ОГЛЯД ОСНОВНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИХ МЕТОДІВ ВОГНЕЗАХИСТУ СТАЛЕВИХ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ.....	102
Осипенко Д.С., Дарієнко В.В. ЗАГАЛЬНІ КРОКИ СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ НДС В СИСТЕМАХ САІПР.....	104
Марченко І.А., Насуллоєв Ш, Нестеренко М.М., Нестеренко Т.М. ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ УЩІЛНЕННЯ ЛЕГКОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ НА УДАРНО-ВІБРАЦІЙНІЙ УСТАНОВЦІ.....	107
Насуллоєв Ш, Бортновська А.В., Нестеренко М.М., Нестеренко Т.М. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО – ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЕЛЕМЕНТІВ ВІБРАЦІЙНИХ МАШИН.....	110
Руденко В.В., Руденко О.А., Нестеренко М.М. МОДЕРНІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ «МОСТОВИЙ КРАН» НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРА.....	112
Красовський А, Нагорська В., Шевченко А. ВПРОВАДЖЕННЯ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС ЕЛЕКТРОННИХ ДОШОК ПРИ ДИСТАНЦІЙНОМУ ПРОВЕДЕННІ ЗАНЯТЬ.....	115
Зеленська А, Козир В., Шевченко А. ОГЛЯД СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ.....	119

Сорочук Ю.С., Антонів Є.О., Сорочук Н.І ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ CREDO ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ МІСЦЕВОСТІ ПРИПРОЕКТУВАННІ ЗАЛІЗНИЦЬ.....	122
Антонова В.О., Карюк А.М. РОЛЬ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В УПРАВЛІННІ ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ.....	124
Шинкаренко О.М., Міщенко Р.А. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРНИХ РОТАЦІЙНИХ НІВЕЛІРІВ У БУДІВНИЦТВІ.....	126
Упатов Є.С., Ільченко В.В. ПРИНЦИПИ ПРОЕКТУВАННЯ ПІШОХІДНИХ ПОКРИТТІВ.....	129
Шинкаренко О.М., Ічанська Н.В., Стебляк В.С. ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИКИ СТУДЕНТАМ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ.....	131
Суржко Т.О., Савик В.М., Молчанов П.О. КОМП’ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМИ ОЧИСТКИ БУРОВОГО РОЗЧИНУ.....	134
Туракулов М.Р., Почужевский О.Д. КУЛАЧКОВЫЙ МЕХАНИЗМ С СОСТАВНЫМ КУЛАЧКОМ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН.....	136
Штанько К.Г., Гасенко А.В. МЕТОДИ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ САМОНАПРУЖЕНОЇ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННОЇ ПРОГІННОЇ ЧАСТИНИ ШТУЧНОЇ СПОРУДИ.....	138
Лавріненко Є.Ю., Ракович В.І., Аносова З.Б. ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАСМОДІЇ БУРОІНСКЦІЙНИХ ПАЛЬ З ПИЛУВАТОЮ ГРУНТОВОЮ ОСНОВОЮ.....	139
Позняк В., Портнов Г. ВИПРОБУВАННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ АВТОМОБІЛЬНОГО МОСТУ НЕРУЙНІВНИМИ МЕТОДАМИ КОНТРОЛЮ.....	142
Безкостний І.В., Лізунков О.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРИСТИХ БЕТОНІВ.....	143
Безкостний П.І., Лізунков О.В. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ ВИКОНАННІ ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ НА БУДІВЕЛЬНОМУ МАЙДАНЧИКУ.....	146
Джсетере Д.А., Лізунков О.В. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ УТЕПЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ.....	147
Манайло І.І., Лізунков О.В. ВОЛОГІСТНО-ТЕМПЕРАТУРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГАЗОБЕТОНУ.....	149
Коваленко С.М., Лізунков О.В. ЗАГАЛЬНОМАЙДАНЧИКОВІ ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ НА БУДІВЕЛЬНОМУ МАЙДАНЧИКУ.....	151

ВИКОРИСТАННЯ САПР «SOLIDWORKS» ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКЦІЇ МЕТАЛЕВОЇ ФЕРМИ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ В ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

В.Р. Онипенко, магістрант гр. БІ 20 М (1,4)

В.А. Настоящий, канд.техн. наук, професор

Центральноукраїнський національний технічний університет

Мета роботи полягала в використанні САПР «Solid works 2013» для визначення нових конструктивних рішень і виборі варіантів поперечних перетинів металевої ферми покрівлі цеху в місті Горишні Плавні при збереженні допустимих параметрів стійкості та міцності металоконструкції.

На першому етапі досліджень виконувався аналітичний розрахунок ферми, розрахункова схема якої наведена на рис.1, при цьому ферма з ухилом поясів 1,5% розраховувалась як ферма з паралельними поясами.

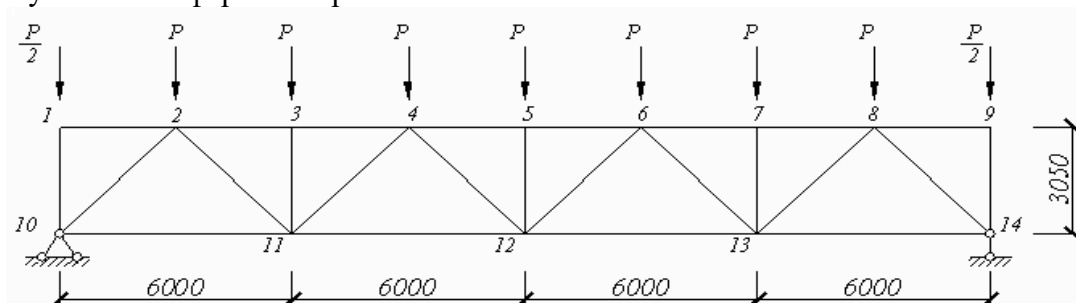


Рисунок 1 - Розрахункова схема ферми

Розрахунок ферми виконувався методом вирізання вузлів (метод Ріттера), після визначення зусиль виконувався підбір перерізів елементів ферми, при цьому пояси запроєктовано з таврів, елементи решітки – з кутових профілів.

Перевіримо результати розрахунку тієї ж ферми, але з похилими поясами в середовищі SolidWorks Simulation (при аналітичному розрахунку кутом нахилу поясів було знехтувано для спрощення). Також врахуємо власну вагу елементів ферми.

На рис. 2 наведений ескіз ферми з похилими поясами, а на рис.3 наведена епюра осевих зусиль від розрахункових навантажень для ферми з похилими поясами, аналіз якої свідчить про збільшення максимального зусилля до 662 кН (для ферми з горизонтальними поясами максимальне зусилля складало 659 кН).

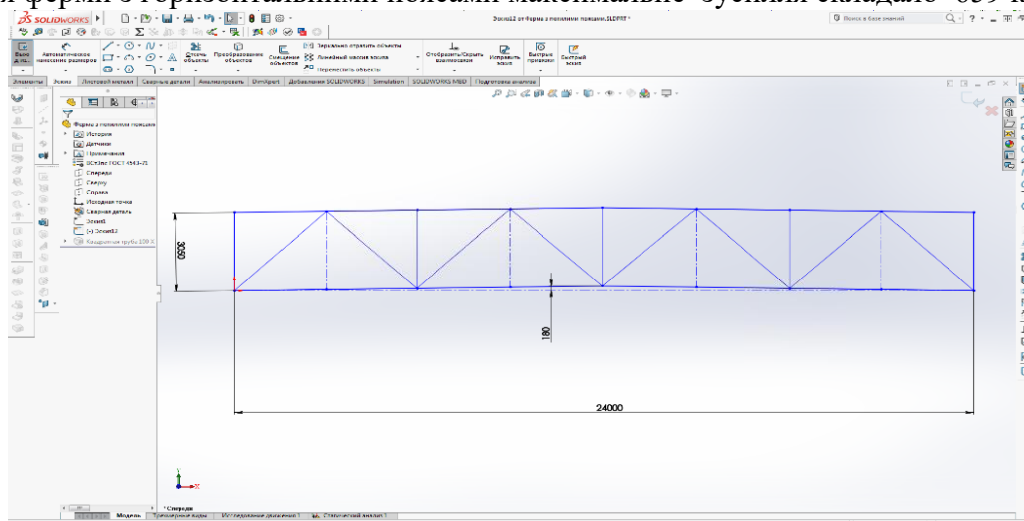


Рисунок 2 - Ескіз ферми з похилими поясами

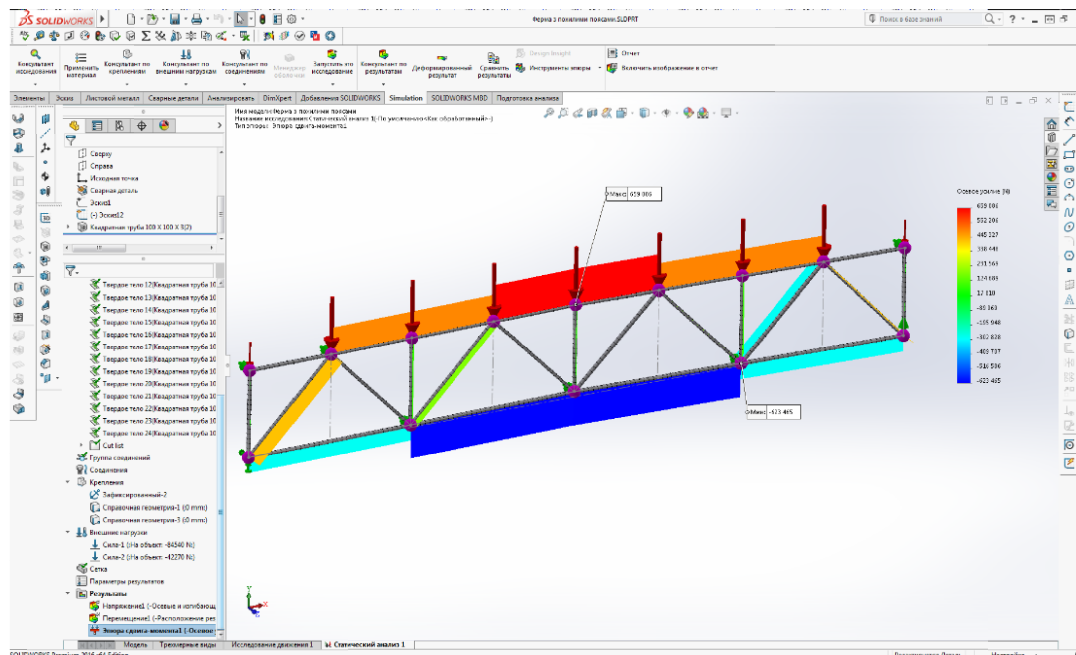


Рисунок 3 - Епюра осьових зусиль від розрахункових навантажень ферми з похилими поясами

На рис. 3,4,5 наведені епюра напружень в елементах ферми з похилими поясами, епюра переміщень елементів ферми з похилими поясами, епюра розподілу запасу міцності елементів ферми з похилими поясами.

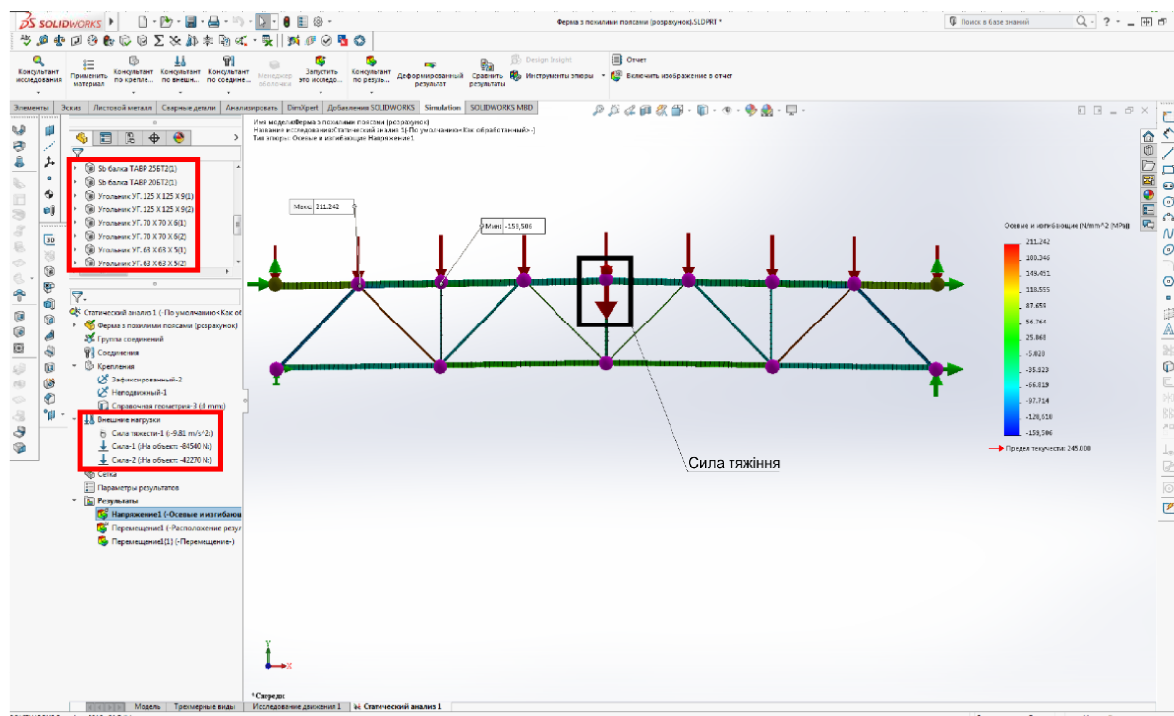


Рисунок 4 - Епюра напружень в елементах ферми з похилими поясами

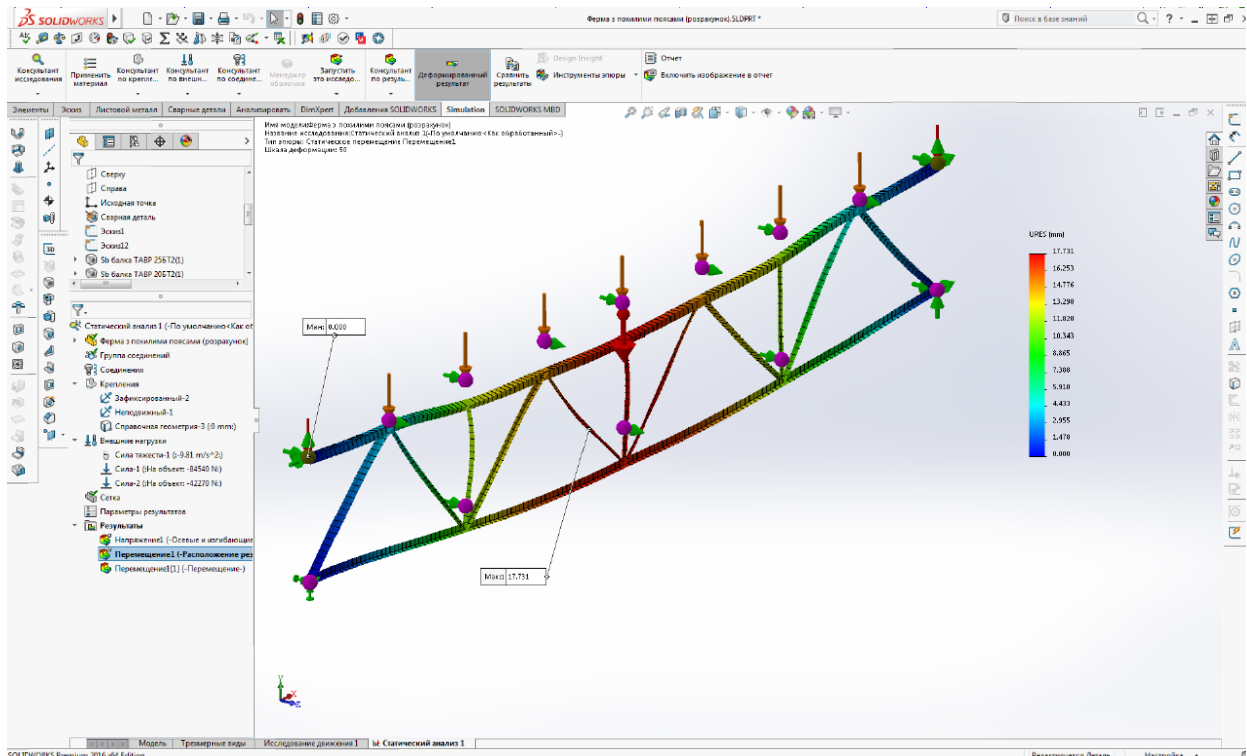


Рисунок 5 - Епюра переміщень елементів ферми з похилими поясами

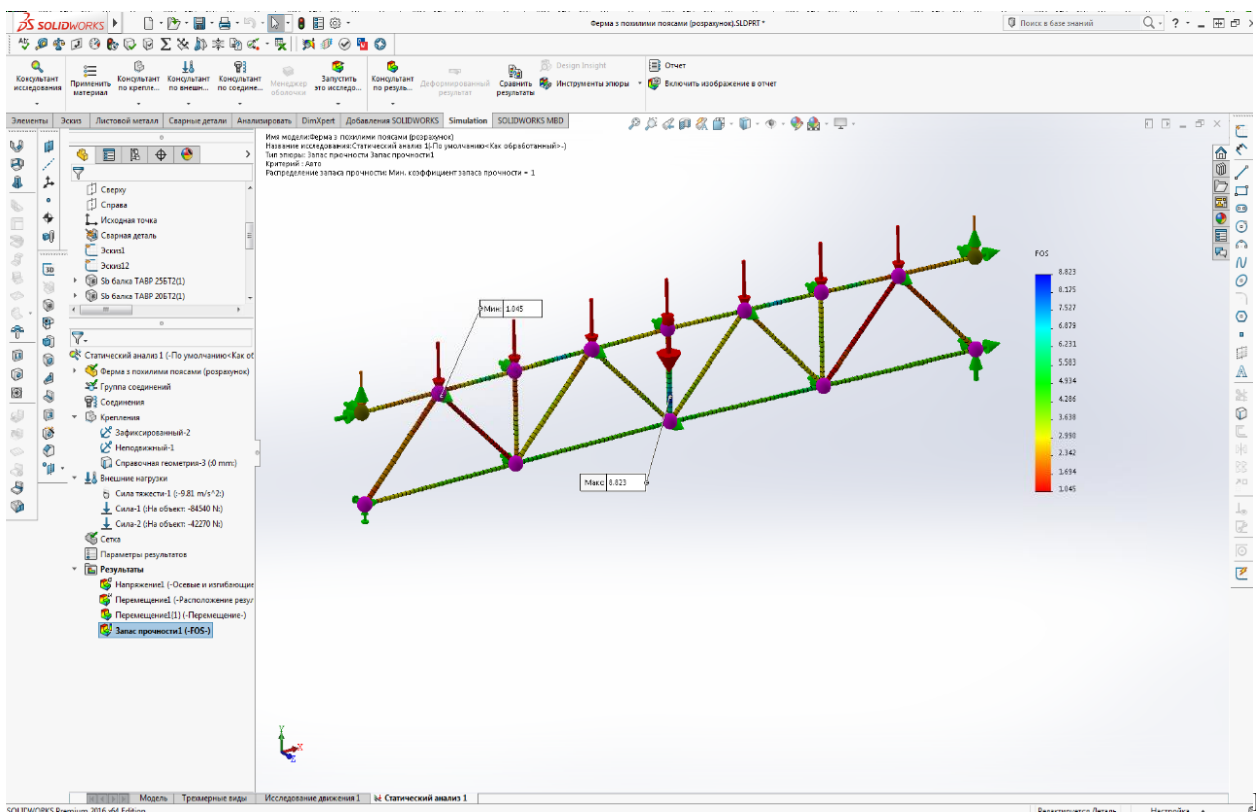


Рисунок 6 - Епюра розподілу запасу міцності елементів ферми з похилими поясами

Аналіз отриманих результатів свідчить, що мінімальний запас міцності для стрижнів 2-11, 13-8 складає 1,05, при тому що запас міцності не повиний бути менше ніж 1,2. Вищезазначені стрижні (розкоси) підлягають заміні. Кутник 70x70x6 замінено на 70x70x7. З урахуванням конструктивних змін виконується перевірочний розрахунок, результати якого наведено на рис.6.

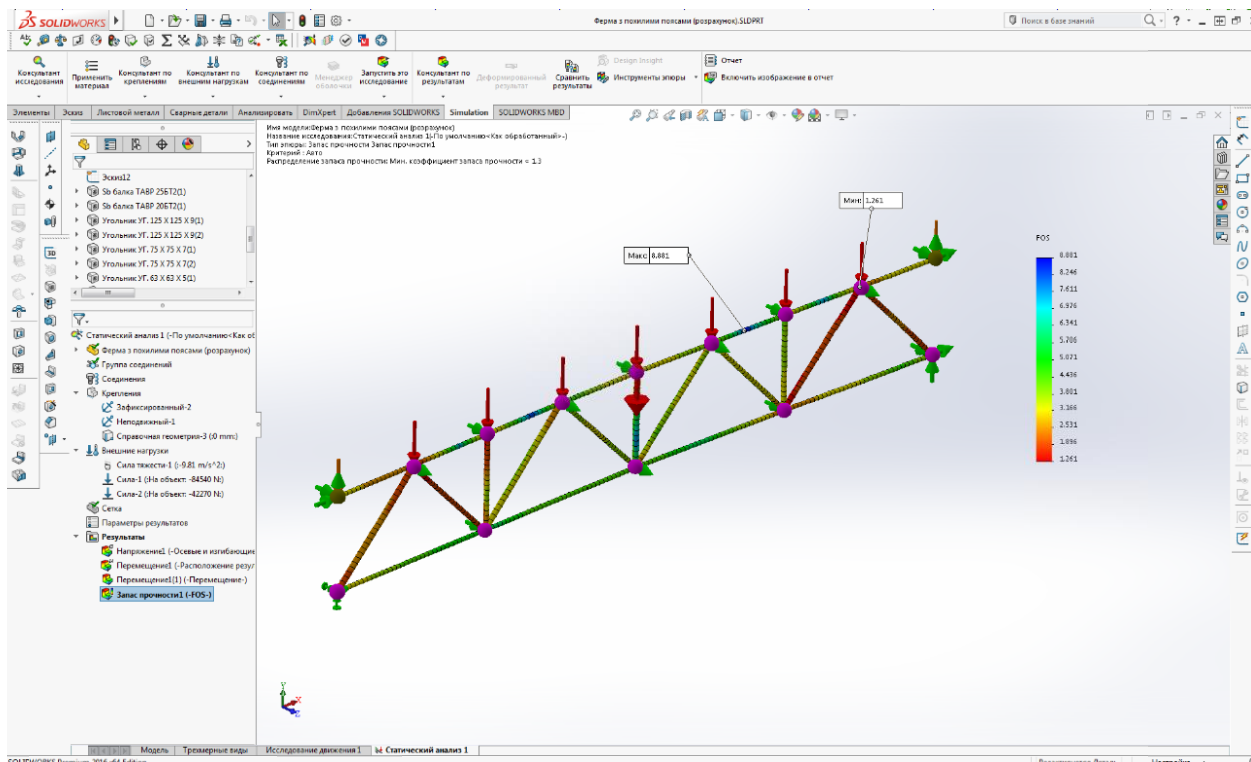


Рисунок 7 - Епюра розподілу запасу міцності елементів ферми оптимізованої конструкції

Отриманий мінімальний коефіцієнт запасу міцності елементів ферми оптимізованої конструкції дорівнює 1.26, що задовольняє вимогам першої групи граничних станів.

Таким чином умова оптимізації конструкції металевої ферми виконано.

Список літератури

1. Клименко Ф.Є., Барабаш В.М., Стороженко Л.І. Металеві конструкції. / За ред. Ф.Є. Кліменка. Підручник 2-ге видання - Львів.: Світ, 2002. - 312 с.
2. Прерис А.М. SolidWorks. Учебный курс. Питер, 2006. – 528 с.

ВИКОРИСТАННЯ САПР «SOLIDWORKS» ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКЦІЇ МЕТАЛЕВОЇ ФЕРМИ ВИРОБНИЧОЇ БУДІВЛІ В М. МИКОЛАЇВ

А.А. Тищенко, магістрант гр. БІ 20М

В.А. Настоящий, канд.техн. наук, професор.

Центральноукраїнський національний технічний університет

Мета роботи полягала в використанні САПР «Solid works 2013» для комп'ютерного моделювання напружено-деформаційного стану та обґрунтованого визначення оптимальних параметрів елементів металевої ферми виробничого приміщення, геометрична схема якої наведена на рис. 1.

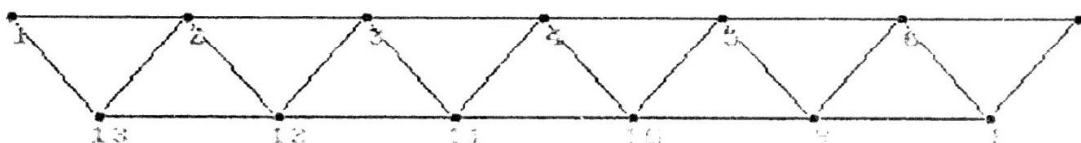


Рисунок 1- Геометрична схема ферми

Після збору навантажень, виконаних для умов м. Миколаїв, було виконано комп'ютерне моделювання ферми в середовищі САПР «Solid works 2013», результати якого наведено на рис.2,3, 4,5.

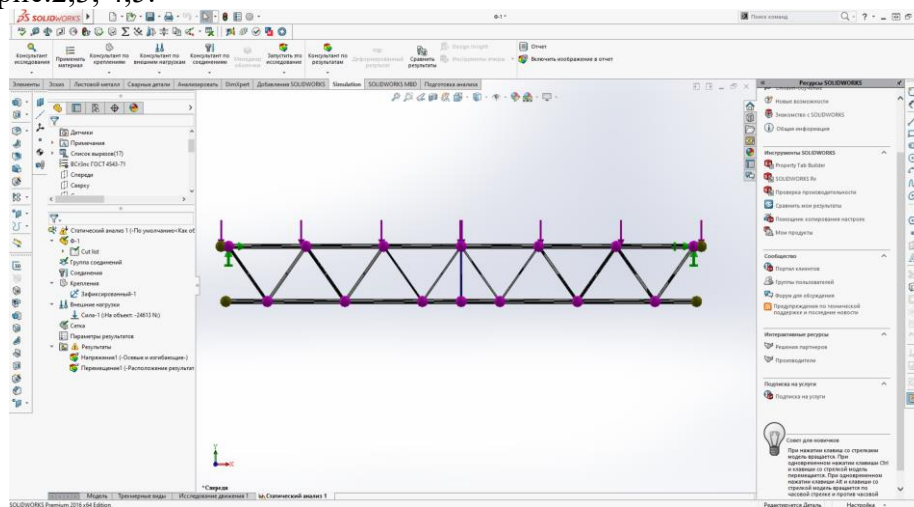


Рисунок 2 - Розрахункова схема ферми

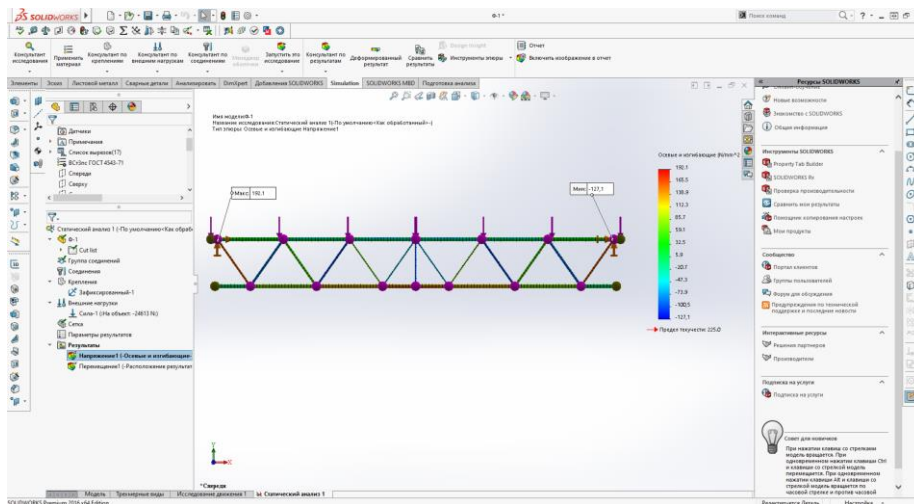


Рисунок 3 - Результати визначення напруження в деталях ферми

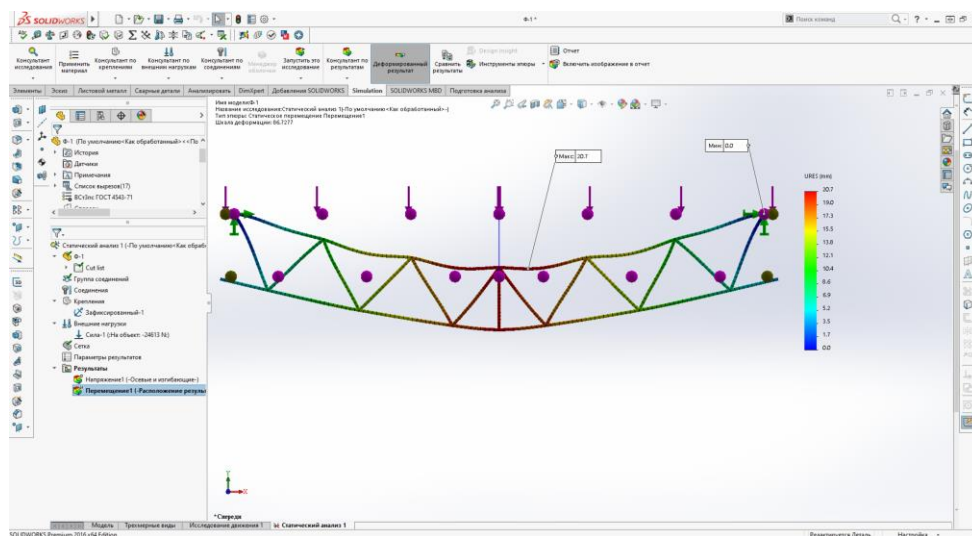


Рисунок 4 - Результати визначення деформацій деталей ферми

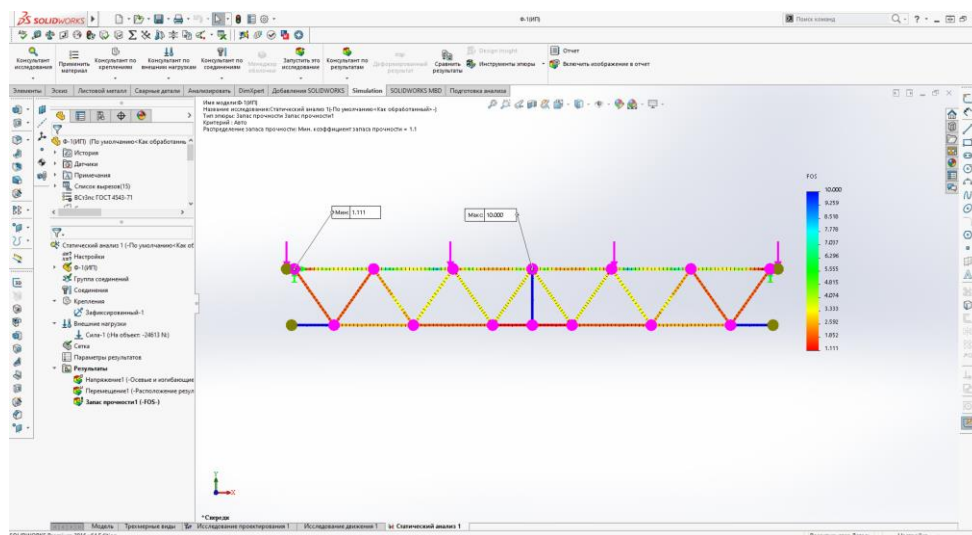


Рисунок 5 - Результати визначення коефіцієнту запасу міцності деталей ферми

Аналіз досліджень показав, що для розкосу 1 ферми має місце недостатній коефіцієнт запасу міцності, значення якого складає 1,11 при допустимих значеннях коефіцієнту запасу міцності 1,2.

Однак з використання можливостей САПР «Solid works 2013» зробимо спробу оптимізувати конструкцію ферми. Мета – підібрати розміри розкосу, які забезпечуть необхідний запас міцності.

Для підбора оптимальних варіацій використовуємо уліт «Дослідження проектування», в якій задаємо бажані характеристики розкосу (рис.6)

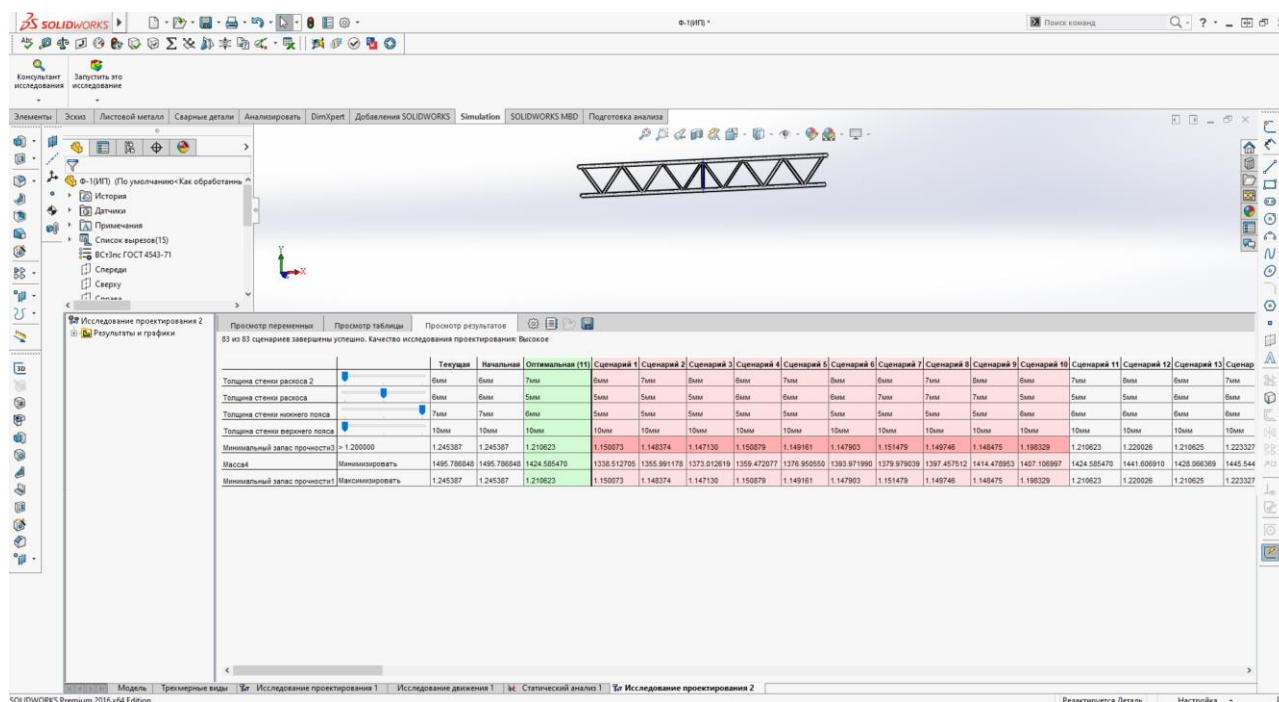


Рисунок 6 - Використання уліт «Дослідження проектування» для підбора оптимальних варіацій

В якості рішення приймаємо розміри стінок розкосу по сценарію 11, які забезпечують значення коефіцієнту запаса міцності 1,21, що відповідає допустимим значенням.

Таким чином мета роботи виконана.

Список літератури

1. Клименко Ф.Є., Барабаш В.М., Стороженко Л.І. Металеві конструкції. / За ред. Ф.Є. Клименка. Підручник 2-ге видання - Львів.: Світ, 2002. - 312 с.
2. Прерис А.М. SolidWorks. Учебный Курс. Питер, 2006. – 528 с.

УДК 681.3.012

ВИКОРИСТАННЯ «САПР «SOLID WORKS» ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКТИВНОГО РІШЕННЯ АРОЧНОЇ НЕСУЧОЇ КОНСТРУКЦІЇ СКЛАДУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ.

В.А. Настоящий, канд.техн. наук, професор

Д.О. Вітряк, магістрант

Центральноукраїнський національний технічний університет

Наукова робота полягала моделюванні та розрахунковом визначенні конструктивного рішення несучих конструкцій складу мінеральних добрив.

В якості несучої конструкції прийнята статично визначена трьох шарнірна металева арка постійного перерізу (рис.1). Геометричні розміри прийнято з об’ємно-планувального рішення складу: проліт $l = 24$ м, стріла підйому $f = 16,2$ м.

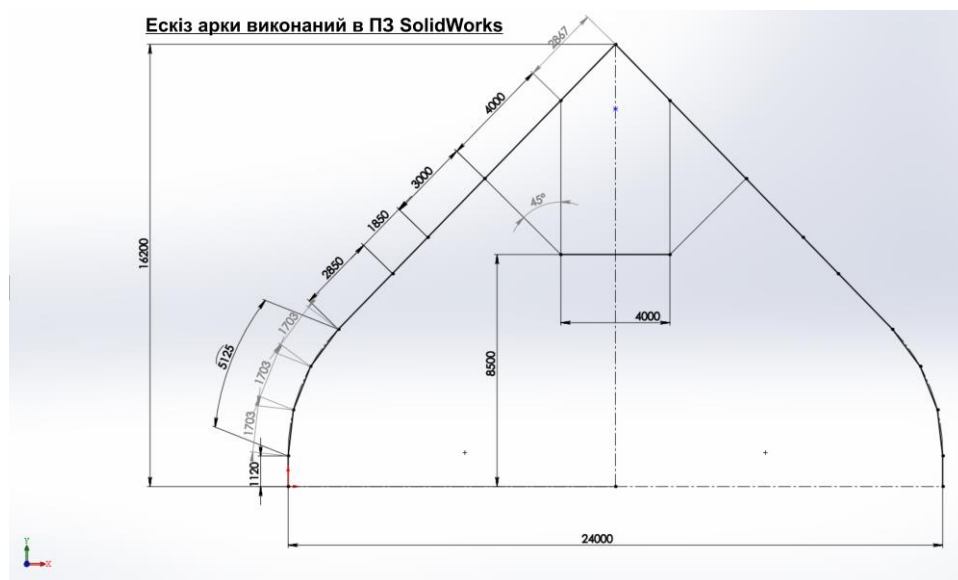


Рисунок1 - Конструктивна схема арки

При розробці розрахункової схеми (рис.2) та при зборі навантажень на арку враховувались власна вага покриття арки та транспортної галереї, снігове навантаження, вага тимчасового навантаження галереї, вага транспортного навантаження та вітрове навантаження.

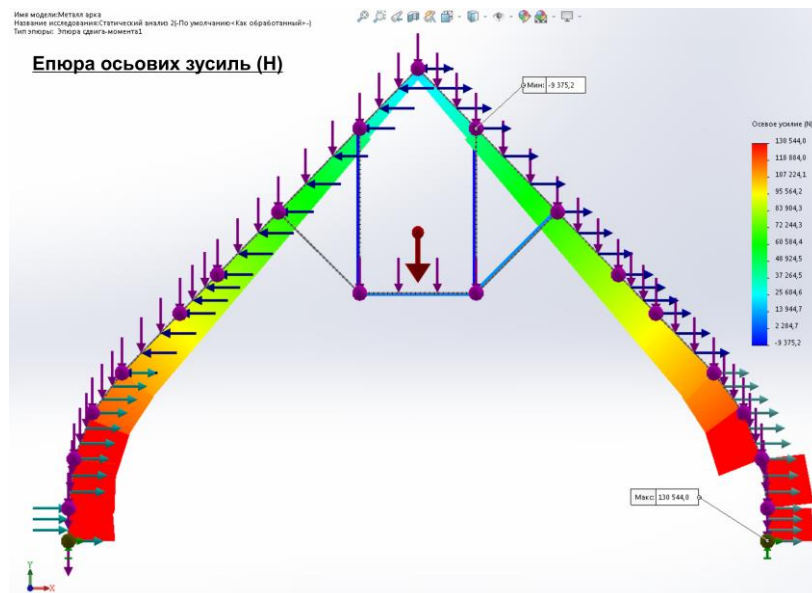


Рисунок 4 - Епюра осевих зусиль

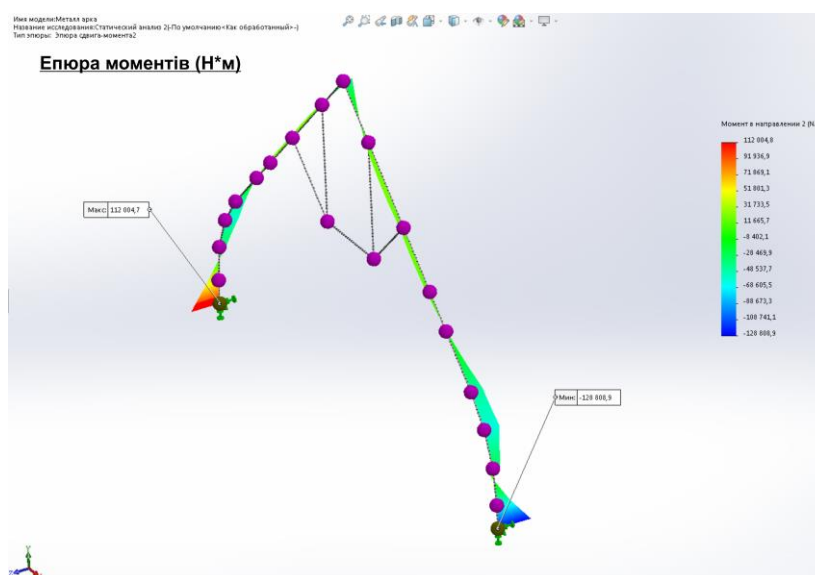


Рисунок 5 - Епюра моментів

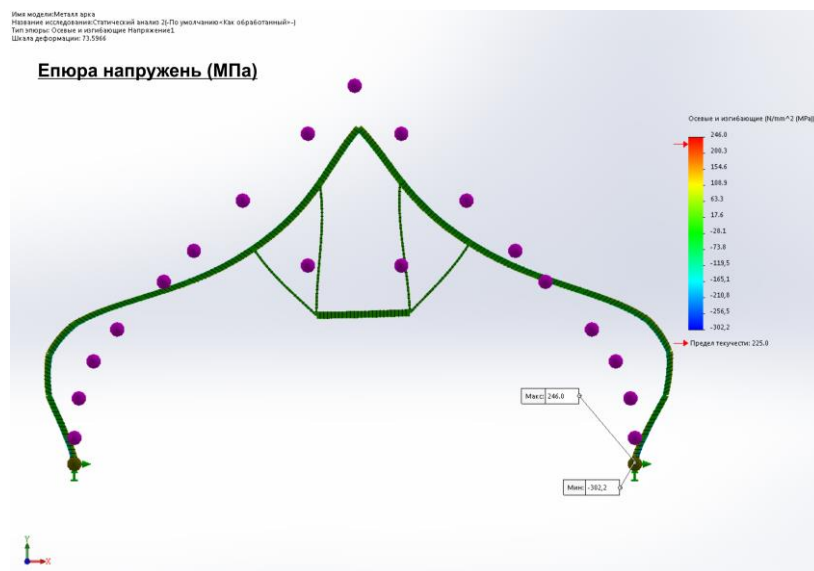


Рисунок 6 - Епюра напряжений

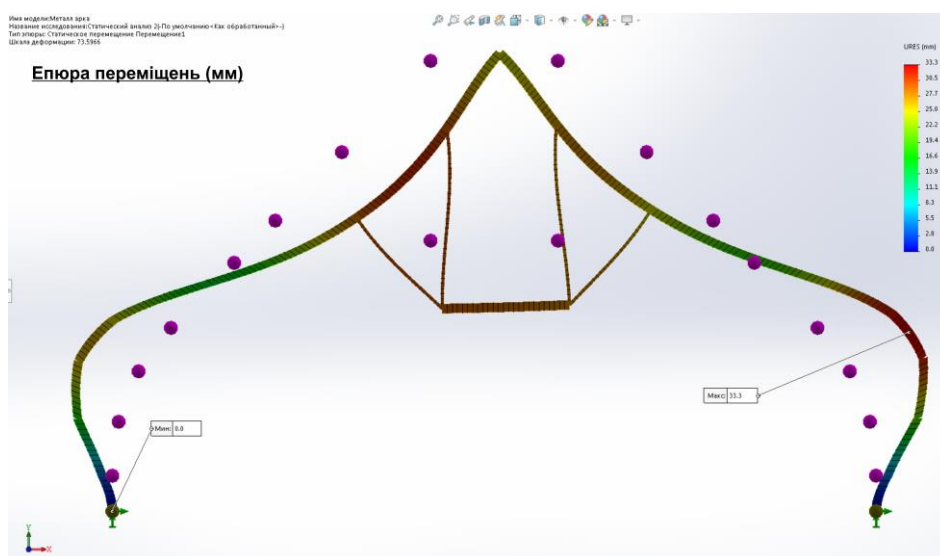


Рисунок 7 - Епюра перемещений

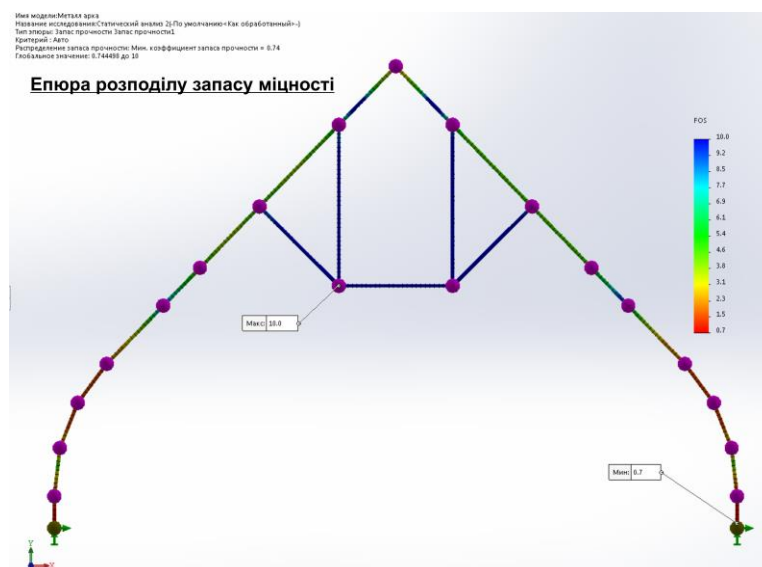


Рисунок 8 - Епюра розподілу запасу міцності

Аналіз отриманих результатів свідчить, що при прийнятих перерізах арки максимальні напруження в опорі складають 246 МПа та перевищують границю міцності металу 225 МПа, відповідно запас міцності складає для цієї ділянки 0,7 при тому що запас міцності не повинний бути менше ніж 1,2.

Однак з використання можливостей САПР «Solid works 2013» зробимо спробу оптимізувати конструкцію арки.

Для підбора оптимальних перерізів використовуємо уліту «Зондування».

Результати зондування наведено на рис. 9.

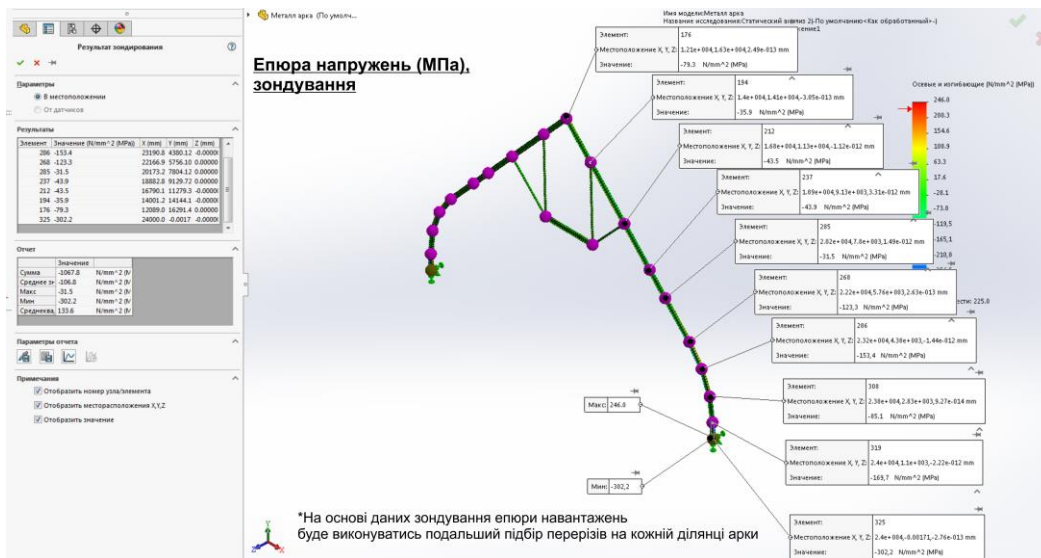


Рисунок 9. Результати зондування

Результати зондування дають можливість встановити рівень напружень на кожній ділянці арки та обґрунтовано підбирати перерізи арки при подальшому проектуванні.

Список літератури

1. Клименко Ф.Є., Барабаш В.М., Стороженко Л.І. Металеві конструкції. / За ред. Ф.Є. Кліменка. Підручник 2-ге видання - Львів.: Світ, 2002. - 312 с.
2. Прерис А.М. SolidWorks. Учебный Курс. Питер, 2006. – 528 с.

**ЗАВДАННЯ ТА МЕТОДИ АНАЛІЗУ ДОВГОТРИВАЛОЇ МІНЛИВОСТІ
КЛІМАТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ****Г.С. Коженко**, *магістрантка гр. БІ-20 МЗ***М.А. Босенко**, *студент гр. БІ-20-ЗСК*Науковий керівник – **М.В. Пашинський**, *ст. викладач., канд. техн. наук*
Центральноукраїнський національний технічний університет

Точне урахування кліматичних навантажень при проектуванні будівельних конструкцій має велике практичне та економічне значення. При нормуванні кліматичних навантажень часто використовується імовірнісна модель послідовності місячних або річних максимальних значень [1, 2]. Завдяки рівномірності поділу на інтервали, послідовність максимальних значень несе інформацію про частотну структуру вихідного процесу і дозволяє визначати розрахункові значення навантажень з урахуванням заданої забезпеченості та строку служби конструкції.

Результати численних досліджень, у тому числі [1, 2], вказують на можливість опису таких послідовностей подвійним експоненціальним законом розподілу Гумбеля з інтегральною функцією розподілу [2]:

$$F(x) = \exp \left[-\exp \left(\frac{\alpha - x}{\beta} \right) \right], \quad (1)$$

Параметри розподілу (1) α і β можуть бути визначені через математичне сподівання M і стандарт S вибірки максимумів за формулами з (2):

$$\alpha = M - 0,45 \cdot S; \quad \beta = 0,78 \cdot S, \quad (2)$$

Граничне розрахункове значення кліматичного навантаження, що відповідає періоду повторюваності T , визначається за формулою, отриманою шляхом подвійного логарифмування (1):

$$S_m(T) = M + S(0,78 \times \ln T - 0,45), \quad (3)$$

де $\ln T$ – натуральний логарифм періоду повторюваності.

Характеристичне значення навантаження відповідає періоду повторюваності $T = 50$ років і з урахуванням $\ln(50) = 3,912$ дорівнює

$$S_0(T) = M + 2,6 \cdot S. \quad (4)$$

Характеристичні значення кліматичних навантажень на території України встановлені в ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» [3] за результатами метеорологічних спостережень, які проводилися до моменту розроблення чи перегляду цих норм. Зміни клімату, які відбуваються внаслідок глобального потепління [4], обумовлюють також зміни кліматичних навантажень, які потрібно врахувати при проектуванні будівельних конструкцій. Для цього необхідно передбачити імовірні тенденції зміни характеристичних значень навантажень протягом наступного десятиліття та врахувати їх при черговому перегляді норм навантажень [3], який повинен здійснюватися кожні 10 років.

Для прогнозування майбутніх змін закону розподілу (1), розрахункових (3) та характеристичних (4) значень кліматичних навантажень необхідно сформулювати базу даних з результатами тривалих спостережень за кліматичними навантаженнями на території України. За наявними даними можна буде проаналізувати міжрічну мінливість статистичних характеристик та характеристичних значень досліджених навантажень, виявити тренди їх довготривалих змін, описати ці тренди математичними залежностями. Такий комплекс досліджень дозволить розробити методику прогнозування майбутніх змін характеристичних значень та оцінити доцільність урахування виявлених змін при розробленні та перегляді норм навантажень на будівельні конструкції.

Спроба аналізу довготривалих міжрічних змін температури атмосферного повітря зроблена в статті [5]. Вихідними даними для дослідження [5] послужили запозичені з метеорологічних щомісячників результати вимірювань температури повітря протягом 20 років на 25-ти метеостанціях України. Аналізувалися середньорічні значення температури повітря, а також її мінімальні та максимальні значення, зафіксовані протягом кожного з років спостереження. Приклад змін середніх, мінімальних (зимових) та максимальних (літніх) розрахункових значень температури на двох метеостанціях України показано на рисунку 1, узятому з [5]. Попри значні випадкові зміни, наведені графіки дозволили виявити дуже невеликі систематичні зміни наведених температур в межах $0,07\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{рік}$.

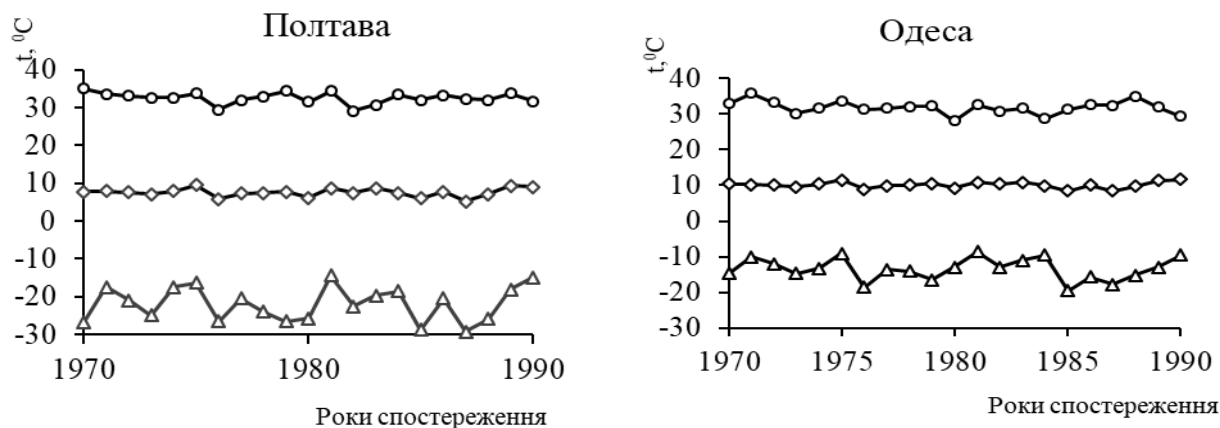


Рисунок 1 – Зміни мінімальних, максимальних і середніх температур повітря

З метою виявлення довготривалих тенденцій залежності досліджених параметрів від часу описані лінійними функціями. Для більшості метеостанцій осереднені річні прирости показників температури є додатними, але виявлені також від’ємні прирости. Середні по території України прирости мінімальної та максимальної температури є додатними, що узгоджується з загальновідомою тенденцією глобального потепління клімату [4].

За результатами виконаного в [5] дослідження запропоновано при розробленні норм температурних впливів на будівлі з урахуванням 10-літнього періоду їх використання розрахункові значення максимальної температури повітря збільшити на $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, а мінімальні розрахункові значення знизити на $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для удосконалення норм [3] потрібно розробити аналогічну [5] методику визначення характеристичних значень кліматичних навантажень з урахуванням імовірних змін протягом наступних років, встановити їх прогностні значення на території України за результатами тривалих метеорологічних спостережень та проаналізувати доцільність урахування встановлених прогностних значень при проектуванні будівельних конструкцій.

Список літератури

1. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения / В.Н. Гордеев, А.И. Лантух-Лященко, В.А. Пашинский, А.В. Перельмутер, С.Ф. Пичугин; Под общей редакцией А.В. Перельмутера. – М.: ИАСВ, 2006. – 482 с.
2. Основи теорії надійності будівель і споруд. Навчальний посібник для студентів будівельних спеціальностей усіх форм навчання / В.А Пашинський: – Кропивницький: ЦНТУ, 2016. – 155 с.
3. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. К.: Мінбуд України, 2007.
4. МакКіббен, Білл. Глобальне потепління: жаклива математика, //«Rolling stone». –19.06.2012.
5. Карюк А.М. Закономірності міжрічної мінливості температури атмосферного повітря / А. М. Карюк // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. - 2013. - Вип. 27. - С. 321-326.

КОМП'ЮТЕРНА БАЗА ГЕОДЕЗИЧНИХ ДАНИХ І ЗАВДАННЯ АНАЛІЗУ ПОЛОЖЕННЯ КОЛІЙ МОСТОВИХ КРАНІВ

Д.О. Сорокін, Р.Р. Чевільча, *магістранти гр. БІ-20М*
 Науковий керівник – **В.А. Пашинський**, *проф., д-р техн. наук*
Центральноукраїнський національний технічний університет

В одноповерхових виробничих будівлях у ролі внутрішньоцехового технологічного транспорту часто використовуються мостові крани. Залежно від призначення, вони мають різну вантажопідйомність і різні режими роботи та можуть створювати значні повторні динамічні навантаження на несучі конструкції каркасів. Вертикальні та горизонтальні навантаження від мостових кранів визначаються згідно з вказівками норм [1]. В монографіях [2, 3] показано, що на величину цих навантажень істотно впливають відхилення кранових колій від проектного положення. Допустимі значення відхилень при монтажі та в процесі експлуатації кранових колій встановлені нормами [4, 5]. Зростання відхилень у результаті дії навантажень від мостових кранів змушує вести систематичний моніторинг (геодезичні спостереження) за станом кранових колій та періодично виконувати їх рихтування.

Метою дослідження є статистичний аналіз вертикальних та горизонтальних відхилень кранових колій від їх проектного положення в діючих цехах машинобудівної промисловості, а також змін відхилень у часі. На першому етапі роботи за результатами раніше виконаних геодезичних спостережень створюється електронна база даних, яка містить результати вимірювань у 23 прольотах цехів Кременчуцького колісного заводу протягом чотирьох років. Обстежені цехи представляють собою багатопролітні одноповерхові будівлі, обладнані мостовими кранами вантажопідйомністю до 50 тс. Положення головок кранових рейок визначалося за допомогою нівеліра й теодоліта, які встановлювалися на гальмівних площадках кранових колій. Частина зйомок виконана з використанням лазерного візиру, промінь якого утворював горизонтальний створ, направлений уздовж кранової колії. Горизонтальні й вертикальні відліки знімалися по шаблону з координатною сіткою, який пересувався уздовж колій при проході працівника по підкранових коліях і встановлювався на головку кранової рейки на кожній з доступних поперечних координатних осей.

Результати виконаних геодезичних зйомок у кожному з прольотів представлені в табличній та в графічній формі. Для кожної з доступних для вимірювання поперечних осей вказані відхилення кранових колій обох рядів від геодезичного створу (зокрема, лазерного променя) по вертикалі H_A , H_B та по горизонталі D_A , D_B . При відомих положеннях геодезичних створів наявні дані дозволяють отримати відхилення кранових рейок від проектного положення по вертикалі та в плані. Для подальшої обробки в середовищі Microsoft Excel сформована комп'ютерна база даних, яка містить вказані вище відхилення для кожного прольоту та для кожного з чотирьох років спостереження. Фрагмент створеної бази даних для одного з прольотів та одного року спостереження наведений в таблиці 1.

Таблиця 1 – Фрагмент бази
геодезичних даних

Осі	H_A	H_B	D_A	D_B
5	34	28	0	0
6	33	25	4	0
7	39	14	-2	0
...	...	...	...	...
27	39	31	-3	0
28	44	36	0	0

В таблиці 2 наведено перелік цехів і прольотів, а також вказана кількість поперечних осей, на яких були виконані геодезичні вимірювання. Наявні результати геодезичних спостережень охоплюють 23 прольоти п'яти цехів. Для переважної більшості прольотів наявні результати спостережень на протязі чотирьох років, що дозволяє проаналізувати зміни відхилень кранових колій у процесі експлуатації мостових кранів. Підрахунок по таблиці 2 показав, що на протязі чотирьох років були проведені вимірювання в 2308 точках.

Таблиця 2 – Обсяг геодезичних вимірювань положення кранових колій

Назви цехів і позначення прольотів	Дані для років спостереження:							
	1981		1982		1983		1984	
	Осі	Кільк	Осі	Кільк	Осі	Кільк	Осі	Кільк
Високі прольоти головного корпусу:								
1-6			A2...И2	28	A2...И2	28	A2-Ж	23
А-Б	10...20	11	10...19	10	10...19	10	7...20	14
Б-В	9...20	12	9...19	11	9...19	11	8...20	13
В-Г	10...20	11	10...19	10	10...19	10	9...19	11
Г-Д	9...20	12	10...19	10	9...19	11	9...20	12
Д-Е	9...20	12	9...19	11	9...19	11	8...14	7
Е-Ж	10...21	12	9...20	12	9...20	12	10...20	11
Ж-И	9...21	13	9...21	13	9...21	13	9...18	10
И-К	10...17	8	9...17	9	9...17	9	10...17	8
Низькі прольоти головного корпусу:								
А-Б	22...33	12	23...32	10	23...32	10	23...32	10
Б-В	26...30	5	26...30	5	26...30	5	26...30	5
В-Г	23...31	9	23...31	9	23...31	9	24...30	7
Г-Д	26...30	5	25...30	6	25...30	6	24...30	7
Д-Е	25...30	6	25...30	6	25...30	6	24...30	7
Прольоти блоку основних цехів:								
А-Б	5...28	24	14...38	25	14...38	25	15...35	21
Б-В	5...28	24	15...37	23	15...37	23	16...36	21
В-Г	4...30	27					11...30	20
Прольоти корпусу допоміжних цехів:								
А-Б	4...23	20	4...25	22	4...25	22	4...17	14
Б-В	8...12	5	1...16	16	1...16	16	4...16	13
В-Г	17...24	8	8...22	15	8...22	15	8...23	16
Прольоти складу готової продукції:								
СГП-1	A4...И2	23	Б1...И3	23	Б1...И4	23		
СГП-2	2...15	14	2...15	14	2...15	14	2...15	14
СГП-3	4...19	16	2...17	16	2...17	16		

Загалом, наявні результати геодезичних вимірювань є достатньо повними і дозволяють виконати статистичний аналіз реальних відхилень кранових колій від проектного положення та зміни цих відхилень у процесі експлуатації обстежених цехів.

Список літератури

- ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. К.: Мінбуд України, 2007.
- Нагрузки и воздействия на здания и сооружения / Перельмутер А.В., Гордеев В.Н., Лантух-Лашенко А.И., Махинько А.В., Пашинский В.А., Пичугин С.Ф. 4-е изд., перераб. М.: Изд. СКАД СОФТ, изд. АСВ, изд. ДЦМК Пресс, 2014. 596 с.
- Пичугин С.Ф. Крановые нагрузки на строительные конструкции: монография. Полтава: ООО «АСМИ», 2014. 504 с.
- ДСТУ Б В. 2.6-200:2014. Конструкції металеві будівельні. Вимоги до монтажу. К.: Мінрегіонбуд України, 2014. 74 с.
- НПА ОП 0.00-1.80-18. Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання. Затверджено наказом Міністерства соціальної політики України 19.01.2018 № 62. 214 с.

РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ КОМПЛЕКСНИХ СТІН НА ОСНОВІ НІЗДРЮВАТИХ БЕТОНІВ

М.Г. Малінович, *магістрант гр. БІ-20 МЗ*

Науковий керівник – **В.А. Пашинський**, *проф., д-р техн. наук*
Центральноукраїнський національний технічний університет

Досліджені характерні для житлових і громадських будівель зовнішні несучі стіни, які складаються з внутрішньої штукатурки чи шпаклівки, кладки з блоків з ніздрюватого бетону, зовнішнього фасадного утеплення з мінераловатної плити та зовнішнього облицювання фасаду. Несуча здатність стіни забезпечується кладкою з блоків з ніздрюватого бетону, а необхідний опір теплопередачі – кладкою та мінераловатною плитою. В роботі [1] за даними норм [2-4] узагальнені технічні характеристики кладки з блоків з ніздрюватого бетону автоклавного тверднення. Для обґрунтування вибору раціонального конструктивного рішення комплексних стін за критерієм мінімальної вартості проведені такі дослідження:

- розроблена конструктивна схема стіни типової цивільної будівлі з характерними розмірами висоти поверху 2,7 м, ширини віконних прорізів і простінків, рівних 1,6 м;
- згідно з вимогами норм [5] встановлені навантаження на зовнішню стіну житлової та офісної будівлі від власної ваги перекриття по збірних залізобетонних плитах та змінного технологічного навантаження на нього;
- шляхом розрахунку в середовищі SCAD Office згідно з вимогами ДБН [2] виявлена несуча здатність 35 варіантів зовнішніх стін товщиною 200, 250, 300, 400, 450 і 500 мм, виконаних з блоків з ніздрюватого бетону марок D400, D500, D600, D700 і D800;
- встановлено, що в більшості випадків несуча здатність стін обмежена умовою стійкості простінка. Шістнадцять з 35-ти розглянутих варіантів стін не мають достатньої несучої здатності і не можуть використовуватися в якості несучих зовнішніх стін.
- згідно з вимогами [4, 6] встановлено, що необхідна товщина зовнішнього фасадного утеплення з мінераловатних плит для стін різної товщини, виконаних з ніздрюватого бетону різних марок за густиною, змінюється від нуля до 120 мм;
- з урахуванням вартості несучої частини з блоків з ніздрюватого бетону певної товщини та марки, фасадного утеплення з мінераловатних плит і зовнішнього захисного шару визначена кошторисна вартість квадратного метра стін усіх можливих конструкцій.

За результатами виконаних досліджень розроблені рекомендації щодо вибору раціонального конструктивного рішення багатошарових стін цивільних будівель з несучою частиною з кладки із блоків з ніздрюватого бетону та додатковим утепленням з мінераловатних плит. Вибір виконується в такій послідовності:

1. З урахуванням конструкції перекриття, покрівлі та інших елементів будівлі, а також залежного від призначення приміщень змінного навантаження на перекриття за вказівками ДБН [5] визначити сумарне погонне навантаження на простінок без урахування перекриття, що безпосередньо обпирається на стіну.
2. За таблицею 1 вибрати допустимі варіанти конструктивного рішення стіни, несуча здатність яких Q (кН/м) перевищує визначене погонне навантаження на простінок.

3. З допустимих за несучою здатністю варіантів конструктивного рішення вибрати з таблиці 1 найменший за вартістю прийнятний варіант конструкції, тобто марку блоків D500...D800, товщину стіни та необхідну товщину шару утеплення.
4. Уточнити характеристики міцності кладки з обраних блоків з ніздрюватого бетону та виконати перевірку несучої здатності стіни з урахуванням реальних конструктивних розмірів та фактично діючих навантажень.
5. Уточнити значення коефіцієнтів теплопровідності стінових блоків та плит з мінеральної вати, перевірити відповідність опору теплопередачі прийнятої стіни вимогам ДБН [6] та за необхідності відкоригувати товщину мінераловатної плити.

Таблиця 1 – Характеристики комплексних стін на основі блоків з ніздрюватого бетону

Товщина стіни, мм	Параметри стін	Параметри стіни для першої температурної зони				Параметри стіни для другої температурної зони			
		D500	D600	D700	D800	D500	D600	D700	D800
250	Q, кН/м			30	76			30	76
	δ , мм			110	120			90	90
	B, грн/м ²			1892	1993			1828	1896
300	Q, кН/м			78	124			78	124
	δ , мм			100	110			80	80
	B, грн/м ²			2021	2135			1956	2038
350	Q, кН/м		70	118	170		70	118	170
	δ , мм		60	90	100		40	70	80
	B, грн/м ²		2013	2149	2277		1949	2085	2212
400	Q, кН/м	62	100	154	218	62	100	154	218
	δ , мм	30	50	90	90	20	20	60	70
	B, грн/м ²	1994	2136	2309	2419	1962	2039	2213	2354
450	Q, кН/м	92	130	190	266	92	130	190	266
	δ , мм	20	30	80	80	0	20	50	60
	B, грн/м ²	2107	2226	2438	2560	1416	2194	2341	2496
500	Q, кН/м	118	160	228	312	118	160	228	312
	δ , мм	0	20	70	80	0	0	40	50
	B, грн/м ²	1561	2349	2566	2735	1561	1658	2470	2638

В таблиці 1 для кожної комбінації марки блоків з ніздрюватого бетону та товщини несучої частини стіни наведені такі характеристики комплексної стіни:

Q – несуча здатність простінка в кН/м;

δ – необхідна товщина утеплення з мінераловатних плит у мм;

B – повна вартість одного квадратного метра комплексної стіни в грн/м².

Дані таблиці 1 дозволяють обрати конструкцію стіни, яка має необхідну несучу здатність, достатній опір теплопередачі та мінімальну вартість. При виборі слід також урахувати реальну можливість закупівлі блоків з ніздрюватого бетону певних марок та додаткові вимоги до конструкції стін. Практична придатність розробленої методики вибору раціонального конструктивного рішення стіни комплексної конструкції підтверджена на прикладі проектування зовнішньої стіни двоповерхового житлового будинку з мансардою.

Список літератури

1. Малінович М. Передумови вибору раціональної конструкції стін цивільних будівель на основі ніздрюватих бетонів // Збірник тез доповідей здобувачів вищої освіти LV науково-технічної конференції «Наука в ЦНТУ: основні досягнення та перспективи розвитку» за підсумками проведення «Дня науки – 2021» 14 травня 2021 року. – Кропивницький: ЦНТУ, 2021. – С. 44–44 (електронне видання).
2. ДБН В.2.6-162:2010. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. – К., 2011. – 94 с.

3. ДСТУ Б В.2.7-137:2008. Блоки з ніздрюватого бетону стінові дрібні. Технічні умови. (Зі зміною № 1 від 2011 року). – К., 2008. – 16 с.
4. ДСТУ Б В.2.6-189:2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. – К., 2013. – 52 с.
5. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. К.: Мінбуд України, 2007. – 50 с.
6. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – К., 2016. – 31 с.

УДК 624.014

ХАРАКТЕРИСТИКИ СОРТАМЕНТУ ЗВАРНИХ ДВОТАВРІВ ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ В КОЛОНАХ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

Г.В. Полторадня, *магістрант гр. БІ-20М*
Науковий керівник – **В.А. Пашинський**, *проф., д-р техн. наук*
Центральноукраїнський національний технічний університет

Останнім часом в крупних містах України зводиться багато висотних будівель. При висоті житлових будинків до 100 м та громадських до 150 м, які дозволяють зводити норми проектування [1], виникають великі навантаження на колони, що вимагає використання сталевих каркасів з високоміцних сталей.

Спільною рисою каркасів висотних будівель цивільного призначення є невеликі розрахункові довжини колон, рівні 3...4 м, тобто висоті одного поверху. Невеликі значення

гнучкості колон та близькі до одиниці коефіцієнти стійкості дозволяють використовувати товстостінні двотаврові перерізи з великими площами. Для спрощення вузлів стикування монтажних марок колон по висоті на фрезерованих торцях доцільно використовувати перерізи з модульними габаритними розмірами, підбираючи необхідну площу перерізу за рахунок зміни товщин полицок і стінки. Для ефективного проектування колон висотних будівель розроблено сортамент зварних двотаврів колонного типу з модульними габаритними розмірами, характеристики профілів з якого охоплюють практично увесь діапазон необхідних габаритів та площ поперечного перерізу. Методика та основні результати розроблення цього сортаменту викладені в [2].

Сортамент зварних двотаврів колонного типу розроблено з використанням розрахункового бланка в середовищі Microsoft Excel. Перерізи скомпоновані з урахуванням стандартних товщин листового прокату, вимог до місцевої стійкості полицок і стінок [3], конструктивних і технологічних вимог до розмірів перерізу. Для кожної з дев’яти висот поперечного перерізу в межах 200...1000 мм з кроком 100 мм використані усі можливі товщини листів полицок від 11 мм до 100 мм, та стінок від 8 мм до 36 мм, які наведені в стандартах на листовий прокат і відповідають умовам місцевої стійкості [3].

Об’єднаний сортамент містить 177 зварних двотаврів колонного типу, більшість з яких придатні для проектування колон зі сталей усіх класів міцності. Частина тонкостінних профілів можуть не задовольняти умови забезпечення місцевої стійкості полицок чи стінки при використанні сталей з розрахунковим опором понад 410 МПа, що вимагає виконання перевірок за [3] при підборі перерізів конкретних колон.

Геометричні характеристики поперечних перерізів профілів з розробленого в [2] сортаменту зварних колонних двотаврів охоплюють діапазони значень, необхідних для проектування колон висотних будівель. Наведена на рисунку 1 гістограма розподілу вказує на зменшення кількості профілів при зростанні площі їх поперечного перерізу. Площа поперечного перерізу більшості профілів не перевищує 1400 см², а двотаврів з більшими площами вдалося скомпонувати усього 40 штук, що складає 23% загальної кількості профілів сортаменту.

Важливою характеристикою сортаменту є величина приросту площі поперечного перерізу при переході від меншого до наступного більшого профілю. З гістограми рисунка 2 видно, що переважна більшість приростів площі перерізу на перевищують 8% і тільки у 27 випадках є більшими (до 14,4%). Середнє значення приросту складає 5,2%. Таким чином, при використанні розробленого сортаменту запаси стійкості при підборі перерізів колон у середньому складатимуть 5,2% і в переважній більшості випадків не перевищать 8%. Сортамент прокатних двотаврів колонного типу [4] забезпечує приблизно такі самі запаси.

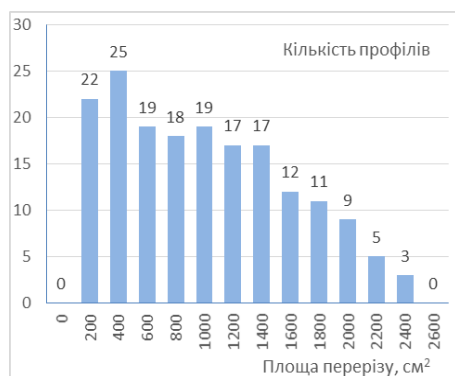


Рисунок 1 – Гістограма розподілу площі поперечного перерізу



Рисунок 2 – Гістограма розподілу приросту площі поперечного перерізу

Рисунок 3 відображає зв'язок між габаритами двотавра (висотою та рівною висоті шириною полицки) та його площею перерізу. Мінливість площі перерізу при незмінному габариті досягається за рахунок змін товщини полицок та стінки в допустимих межах. З рисунка видно, що при збільшенні габаритів профілю його можливі площі перерізу зростають і при цьому розширюється і діапазон зміни цих площ.

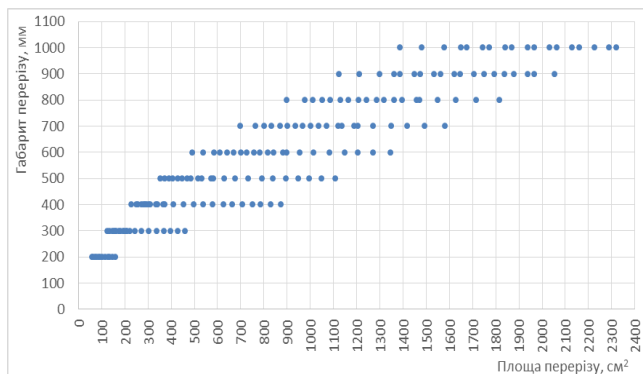


Рисунок 3 – Зв'язок між площею та габаритами перерізу

Графік з рисунка 3 дозволяє обрати раціональні висоти двотаврів з урахуванням отриманого при проектуванні каркасу висотної будівлі діапазону значень необхідних площ поперечного перерізу колон. З його використанням можна мінімізувати необхідну кількість габаритів поперечних перерізів колон і таким чином зменшити кількість більш складних у виконанні вузлів з'єднання двотаврів з різною висотою перерізу.

Методика використання розробленого в [2] сортаменту зварних двотаврів колонного типу показана на прикладі проектування колон 25-поверхової житлової будівлі висотою 80 м, розмірами в плані 18×24 м та сіткою колон 6×6 м. Розраховані 4 кутові колони, 10 крайніх колон та 6 колон середніх рядів, які одночасно є поясами вертикальних в'язевих ферм. Порівнюючи необхідні площі перерізу колон з рисунком 3, прийняті габаритні розміри усіх кутових та крайніх колон рівними 200 мм, а колон середніх рядів – 200 мм для верхніх поверхів та 300 мм для нижніх поверхів. Перерізи колон трьох типів для кожного з 25 поверхів підібрані з сталей С255, С420 та С500 з умови стійкості при центральному стиску відносно осі меншої жорсткості. Уніфікація перерізів на висоту трьох поверхів зменшила кількість відправних марок та монтажних вузлів, але збільшила витрати сталі на 4,6%.

Виконаний аналіз геометричних характеристик поперечних перерізів та результати експериментального проектування дозволяють рекомендувати розроблений сортамент зварних двотаврів для використання при проектуванні колон висотних будівель.

Список літератури

1. ДБН В.2.2-41:2019. Висотні будівлі. Основні положення. – Київ : Мінрегіон України, 2018. – 53 с.
2. Полторадня Г.В. Завдання й результати розроблення сортаменту зварних двотаврів для колон висотних будівель // Збірник тез доповідей здобувачів вищої освіти LV науково-технічної конференції «Наука в ЦНТУ: основні досягнення та перспективи розвитку» за підсумками проведення «Дня науки – 2021» 14 травня 2021 року. – Кропивницький: ЦНТУ, 2021. – С. 42–44.
3. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. К.: Мінрегіон України, 2014. – 199 с.
4. ГОСТ 26020-83. Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок. Сортамент. М.: Госстандарт СССР, 1986. – 6 с.

УДК 624.014

ПРИНЦИПИ ПРОЕКТУВАННЯ СОРТАМЕНТУ ЗВАРНИХ ДВОТАВРІВ ДЛЯ ПЕРЕКРИТЬ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

О.В. Руденко, *магістрант гр. БІ-20 МЗ*

А.О. Діброва, *студентка гр. БІ-20-ЗСК*

Науковий керівник – **М.В. Пашинський**, *ст. викладач., канд. техн. наук*
Центральноукраїнський національний технічний університет

Зростання вартості земельних ділянок в великих містах обумовлює широке впровадження в практику будівництва висотних житлових і громадських будівель. Будівельні норми [1] дають змогу масово проектувати житлові будинки висотою до 100 м та громадські – висотою до 150 м, тобто 25...40 поверхів. Така висота вимагає використання сталевих каркасів, елементом яких є сталеві балки перекриття.

Важливим елементом просторового компонування висотних будівель є вимога щодо мінімально можливих товщин перекриття, виконання якої дозволяє зменшити загальну висоту будівлі. Для реалізації цієї вимоги необхідно підбирати перерізи зварних балок за мінімальною висотою та компонувати балкові клітки в одному рівні. Таке рішення дозволить зменшити вітрові навантаження, довжини колон та опалюваний об’єм, і тим самим забезпечити економію на стадіях зведення та експлуатації будівель.

З метою забезпечення цієї вимоги та спрощення підбору перерізів балок перекриття доцільно розробити сортамент зварних широкополічних двотаврів спеціально для перекриття висотних будівель, який повинен відповідати таким вимогам:

- зварні балки перекриття повинні мати мінімально можливу висоту при повному використанні міцності;
- сортамент повинен містити зварні двотаврові балки декількох модульних висот, які відповідають різним прольотам і навантаженням, при цьому висота стінки визначається як різниця прийнятої модульної загальної висоти балки та товщини полицок;
- при кожному з обраних модульних значень висоти балки повинні мати досить широкий спектр геометричних характеристик поперечних перерізів, що дозволить запроектувати головні балки та балки настилу однієї висоти і спростити улаштування підвісних стель;
- двотаврові перерізи балок необхідно скомпонувати таким чином, щоб для них виконувалися вимоги до місцевої стійкості стінки та стиснутої полицки при використанні сталей різних класів міцності;
- полицки та стінки балок виготовляються з листів широкосмугової універсальної сталі стандартної товщини [2], які можуть використовуватися для виготовлення сталевих конструкцій згідно з вказівками ДБН [3] щодо вибору сталі для балок перекриття;
- ширину полицок бажано обирати за шириною прокату з сортамента [2], але при необхідності може здійснюватися обрізка сталі до необхідної ширини;
- крок зміни площі перерізу балок однієї модульної висоти, не повинен перевищувати 5%.

Межі зміни геометричних характеристик перерізів зварних двотаврів, потрібних для проектування балок перекриття сталевих каркасів висотних будівель при сітках колон від 6×6 м до 12×12 м, встановлені за результатами спеціально проведених досліджень.

З урахуванням можливих конструкцій перекриття і призначення приміщень у висотних будівлях (від квартир до архівів та книгосховищ) за вказівками ДБН [4] встановлені граничні розрахункові значення постійного навантаження від ваги перекриття 6,5 кПа та корисного технологічного навантаження на перекриття в межах від 1,95 кПа до 7,2 кПа.

У зварних балках перекриття висотних будівель, які відносяться до несучих конструкцій першої групи за ДБН [3], можна використовувати сталі 13-ти класів міцності з розрахунковим опором за межею текучості в межах від 230 МПа до 485 МПа.

Для 28 балок з різними комбінаціями прольоту й кроку, найбільшого та найменшого можливого граничного розрахункового значення технологічного навантаження на перекриття 1,95 кПа та 7,20 кПа та трьох значень розрахункового опору сталі обчислена мінімальна й оптимальна висота, необхідний момент опору та момент інерції перерізу. Результати цих обчислень наведені на рисунках 1, 2.

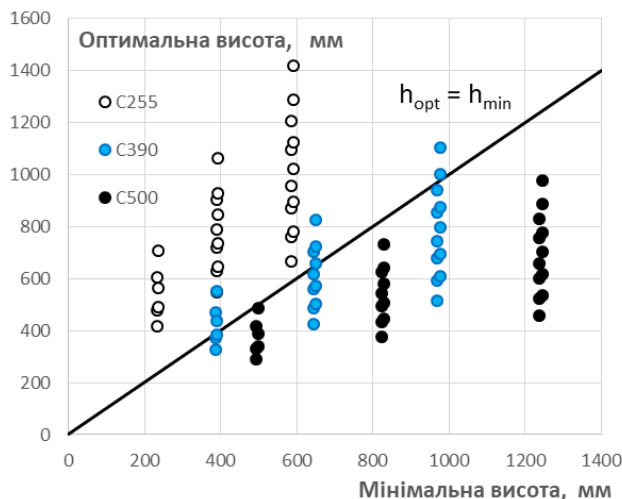


Рисунок 1 – Залежність між мінімальною та оптимальною висотою балок

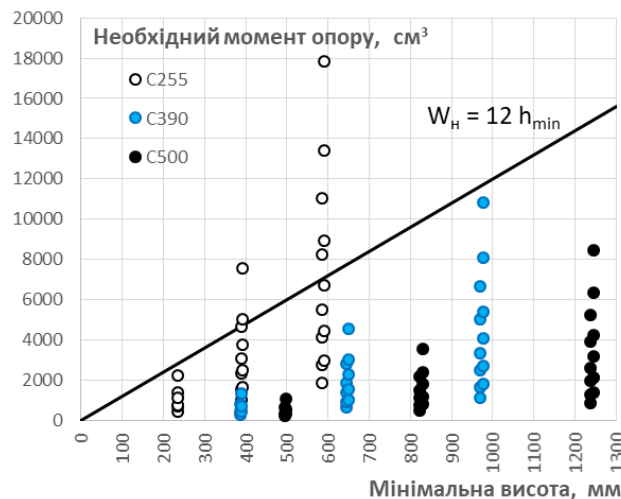


Рисунок 2 – Залежність моменту опору від мінімальної висоти балок

З результатів обчислень та рисунка 1 видно, що мінімальна висота перерізу збільшується з ростом прольоту балки та міцності сталі, але мало залежить від діючого навантаження. Оптимальна висота перерізу при збільшенні навантаження зростає. При малих розрахункових опорах сталі оптимальна висота перевищує мінімальну, а з ростом міцності зменшується і для високоміцних сталей стає меншою від мінімальної висоти балки.

Рисунок 2 показує, що необхідний момент опору перерізу зростає при збільшенні мінімальної висоти балки та зменшується при збільшенні розрахункового опору сталі. На рисунку 2 показана залежність найбільшого необхідного моменту опору (см³) від висоти перерізу $W_n = 12 \times h_{\min}$ (мм). Реалізація цієї залежності в сортаменті зварних двотаврів дозволить проектувати балки перекриття висотних будівель за мінімальною висотою. При цьому для частини балок слід буде використати сталі підвищеної міцності. На це вказують точки для балок зі сталі C255, розміщені вище проведеної на рисунку 2 лінії розмежування.

Проведений аналіз дозволив сформулювати вимоги до перерізів зварних двотаврів для перекриття висотних будівель та поставити завдання на розроблення сортаменту, основні характеристики якого повинні відповідати таблиці 1 та вимогам ДБН [3] до забезпечення місцевої стійкості стиснутої полицки та стінки, виконаних з різних класів міцності сталі.

Таблиця 1 – Необхідні геометричні характеристики перерізів двотаврових балок

h, мм	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
b _{min} , мм	100	100	100	100	120	140	160	180	200	220	240
b _{max} , мм	140	200	260	320	380	450	500	560	600	650	700
W _{max} , см³	2400	3600	4800	6000	7200	8400	9600	10800	12000	13200	14400

Список літератури

1. ДБН В.2.2-41:2019. Висотні будівлі. Основні положення. – Київ : Мінрегіон України, 2018. – 53 с.
2. ГОСТ 82-70 (СТ СЭВ 2884-81) Межгосударственный стандарт. Прокат стальной горячекатаный широкополосный универсальный. Сортамент..
3. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. К.: Мінрегіон України, 2014. – 199 с.
4. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. К.: Мінбуд України, 2007.

УДК 624.042.5:624.014

КОМП’ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗМІН ТЕМПЕРАТУРИ НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНІЙ СТАН СТАЛЕВИХ КАРКАСІВ БУДІВЕЛЬ

В.А. Чуманевич, магістрант гр. БІ-20М

Д.В. Щербина, студентка гр. БІ-20-ЗСК

Науковий керівник – **М.В. Пашинський**, ст. викладач., канд. техн. наук
Центральноукраїнський національний технічний університет

Зміни температури виявляють істотний вплив на роботу несучих будівельних конструкцій. Простий розрахунок показує, що в результаті дії цілком реального перепаду температури в 40°C на сталевий стержень довжиною 12 м (наприклад, підкранова балка чи розпірка в’язей уздовж цеху) у ньому виникають переміщення близько 3 мм, або напруження, рівні 103 МПа. Отже, температурні переміщення є достатніми для помітних змін геометричної схеми конструкції, а напруження можуть сягати 40% розрахункового опору сталі й обов’язково повинні враховуватися при розрахунках. Реальні статично невизначені конструкції каркасів будівель мають певну свободу переміщень, яка зменшує температурні напруження, але робить їх розрахунок на вплив перепадів температури досить складною задачею.

Дослідження просторової роботи сталевих каркасів будівель при дії температурних впливів слід проводити з використанням сучасних комп’ютерних технологій. Існує значна кількість програмних комплексів, які дозволяють виконувати просторове моделювання конструкцій та їх розрахунок на різноманітні навантаження, у тому числі й на температурні впливи. Найрозповсюдженішими серед програмних комплексів для розрахунків несучих будівельних конструкцій методом скінченних елементів є Ліра, SCAD, ANSYS, Robot, Nastran. За результатами аналізу цих програмних комплексів для подальших досліджень обрано Autodesk Robot Structural Analysis Professional, який має такі переваги:

- широкий спектр можливостей, простота й швидкість моделювання просторових каркасів, забезпечена зручним інтерфейсом;
- зручність подання, аналізу й відображення вихідних даних і результатів розрахунку;
- інтеграція з іншими продуктами компанії Autodesk;
- наявність загальнодоступної довідкової інформації [1] та вбудованих сортamentів прокатних профілів;
- сертифікація на території України та безкоштовний доступ здобувачам освіти до навчальної версії програми.

Вплив розмірів будівлі в плані на переміщення, внутрішні зусилля та напруження в елементах досліджується на просторових моделях каркасів одноповерхових будівель. В якості базового модуля прийнята однопролітна рама, схема якої зображена на рисунку 1.

Ригелі з колонами з’єднані жорстко, а колона до фундаменту прикріплена шарнірно. Проліт рами складає 24 м, висота до карнизного вузла – 8 м, а висота конькового вузла – 11 м. Різні каркаси для досліджень моделюються шляхом нарощування кількості прольотів та установки необхідного числа поперечних рам з кроком 12 м. Рами об’єднані прогонами покрівлі та системою в’язей по колонах і ригелях згідно з вимогами ДБН [2].

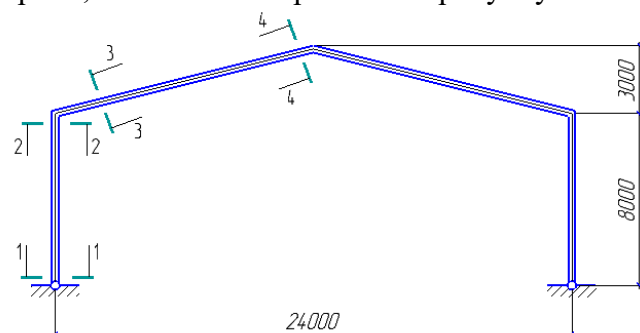


Рисунок 1 – Конструктивна схема однопролітної поперечної рами

Ригелі рам виконуються з прокатних двотаврів балочного профілю, а колони – з прокатних двотаврів з широкими полицками за сортаментом [3]. Матеріал усіх елементів – сталь С245. Поперечні перерізи ригелів та колон підбиралися в процесі розрахунку за критерієм міцності, що обумовлено великими значеннями згинальних моментів. Обрана конструктивна схема близька до системи "Astron", яка широко використовується при спорудженні виробничих будівель.

Каркаси одноповерхових будівель моделюються як просторові рами з необхідною кількістю прольотів та кроків з використанням вбудованого генератора рам, який дозволяє у діалоговому режимі задати основні розміри та характеристики каркасу. Готова просторова модель після визначення діючих навантажень є повністю придатною до розрахунку. Основні етапи роботи генератора рам відображені на рисунках 2...4 у вигляді копій екрана: вибір загальної схеми та габаритів каркаса (рис. 2), вибір розмірів рами та перерізів елементів (рис. 3), конструювання системи в'язей каркасу (рис. 4).

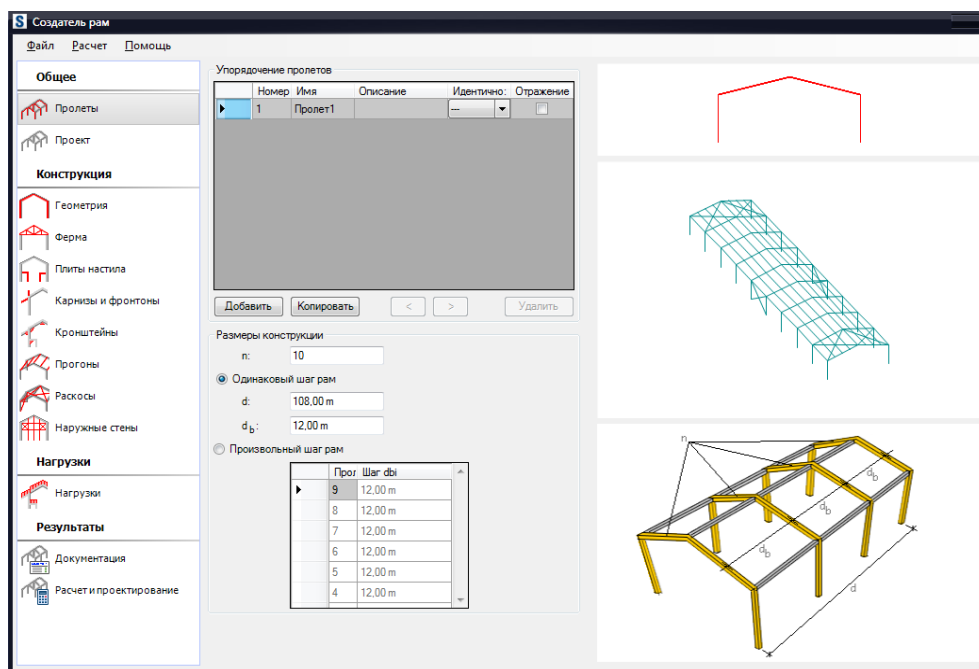


Рисунок 2 – Вибір загальної схеми та габаритів каркаса

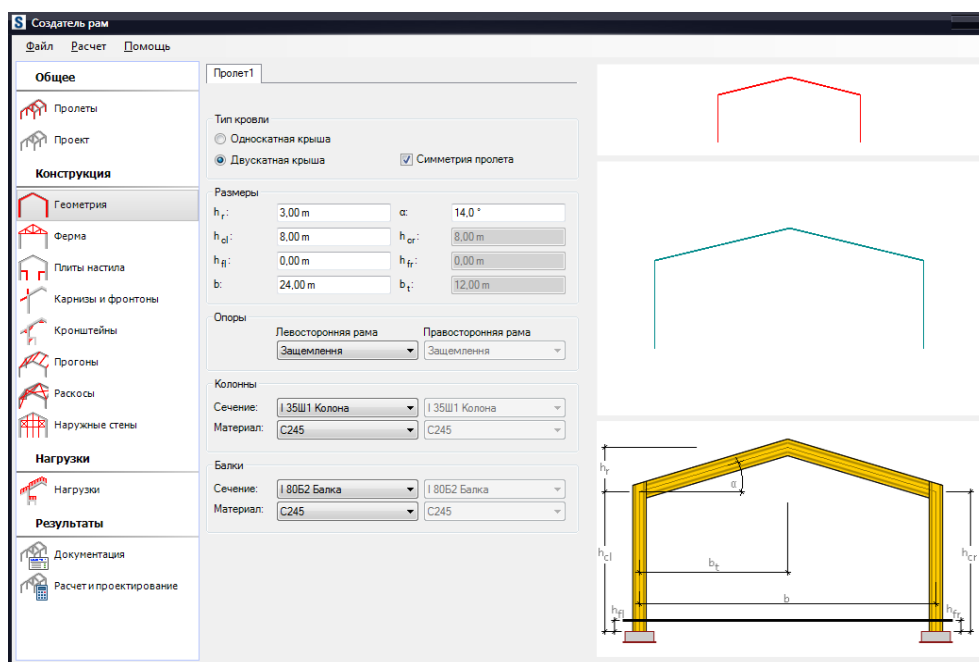


Рисунок 3 – Вибір розмірів рами та перерізів елементів

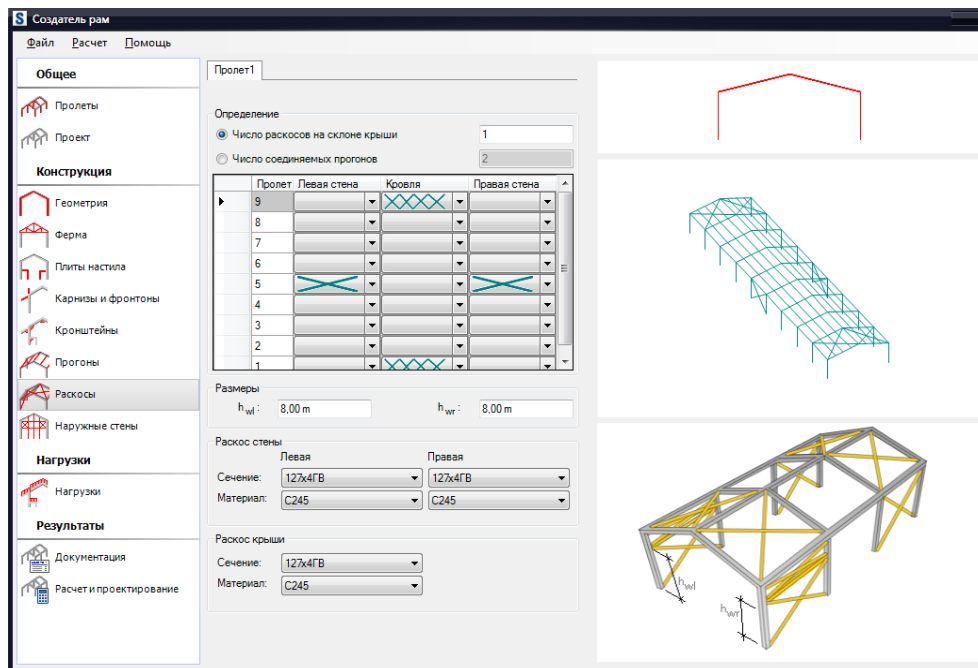


Рисунок 4 – Конструювання системи в'язей каркасу

У результаті роботи генератора рам отримуємо просторовий каркас, який можна наочно переглянути в тривимірному вигляді. Приклад конкретного каркаса з розмірами в плані 24×108 м наведений на рисунку 5. Перевагою такого подання є зручне представлення вхідних та вихідних параметрів: навантажень, перерізів, розмірів, зусиль, переміщень та напружень в елементах.

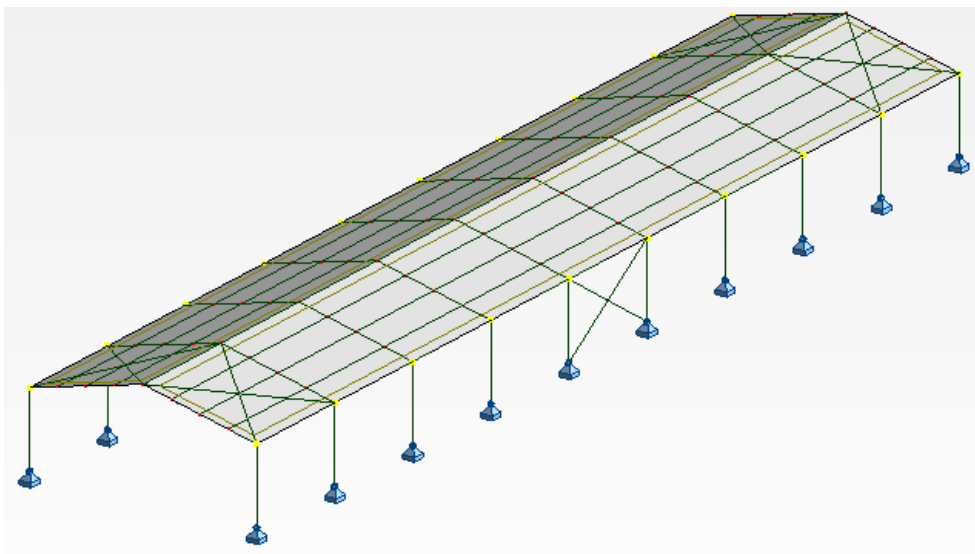


Рисунок 5 – Приклад тривимірного зображення просторового каркасу

Змодельовані каркаси розраховуються на дію таких навантажень:

- власна вага несучих конструкцій (обчислюється автоматично за заданими перерізами);
- вага огорожувальних конструкцій покриття;
- снігове навантаження за ДБН [4] (рис. 6);
- вітрове навантаження за ДБН [4] (рис. 7);
- температурний вплив за ДБН [4] при замиканні каркасу влітку;
- температурний вплив за ДБН [4] при замиканні каркасу взимку.

Діючі навантаження задаються в процесі роботи генератора рам і за необхідності можуть бути змінені при подальших розрахунках. Приклади наочного відображення навантажень у вигляді тривимірних схем наведені на рисунках 6, 7.

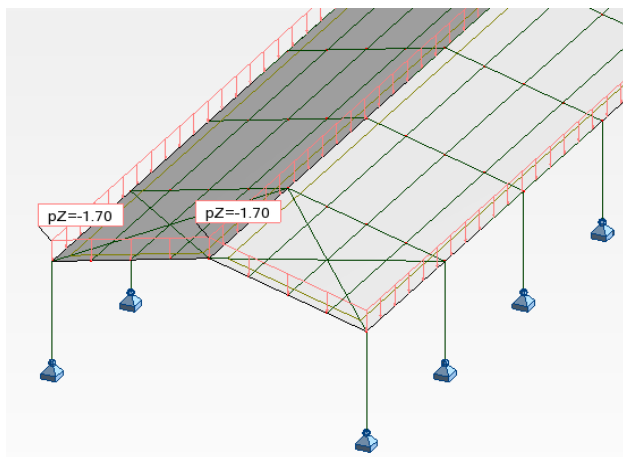


Рисунок 6 – Снігове навантаження на каркас

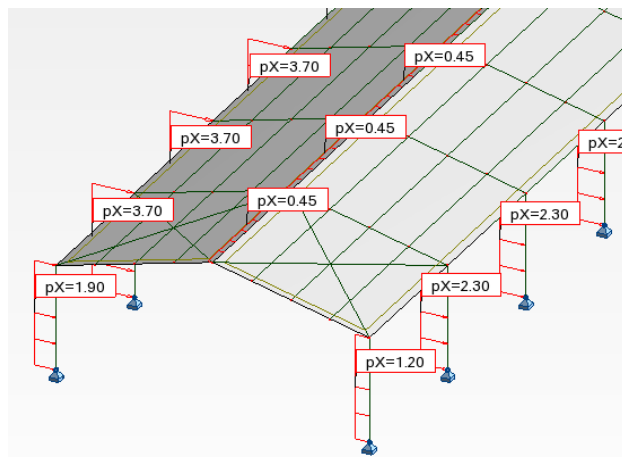


Рисунок 7 – Вітрове навантаження на каркас

Програмний комплекс Autodesk Robot Structural Analysis Professional дозволяє також визначити сполучення зусиль в елементах конструкцій з урахуванням можливості спільної дії навантажень та коефіцієнтів сполучення згідно з ДБН [4]. В розрахунках усіх каркасів розглядаються такі комбінації зусиль:

- постійне, снігове та вітрове навантаження без урахування температурного впливу;
- ті ж навантаження разом із впливом температури при зимовому замиканні каркасу;
- ті ж навантаження разом із впливом температури при літньому замиканні каркасу.

Результати розрахунку можна отримати у формі таблиць зусиль або у вигляді тривимірних епюр, приклад якої наведено на рисунку 8. При необхідності на епюрах можна відобразити числові позначки. Робота з таблицями поступається епюрам у наочності відображення інформації, але має істотні переваги завдяки зручній системі фільтрування результатів та їх попередньої обробки. Окрім того, можна отримати деформовану схему каркаса, зображену на рисунку 9, та динаміку перебігу деформації у часі.

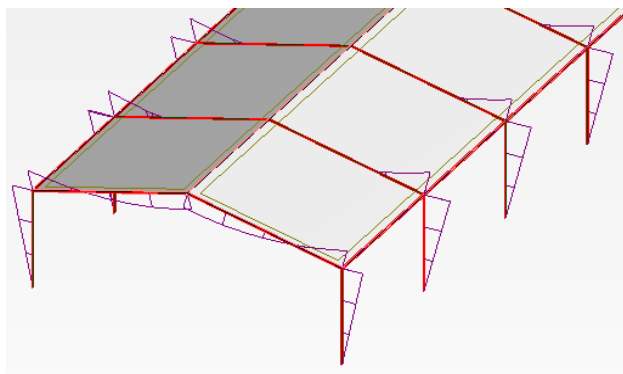


Рисунок 8 – Епюри згинальних моментів

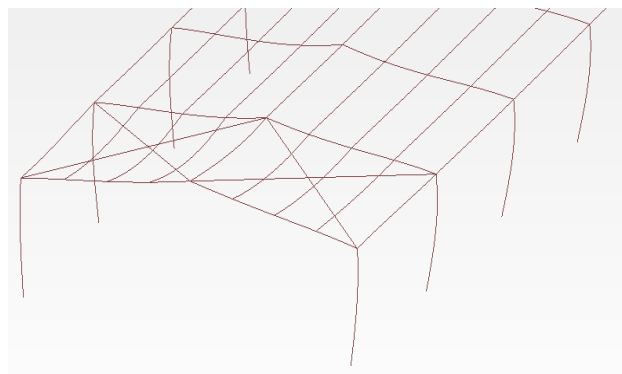


Рисунок 9 – Деформована схема каркаса

Подальший аналіз напружено-деформованого стану каркасів доцільно виконувати в середовищі табличного процесора MS Excel на основі таких результатів розрахунків.

- максимальний згинальний момент в колонах та в ригелях у площині рами;
- максимальні нормальні напруження в колонах і ригелях;
- максимальні переміщення карнизного вузла каркасу по уздовж та впоперек прольоту.

Список літератури

1. Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2012. Руководство пользователя. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://docs.autodesk.com/RSA/2012/RUS/landing.html>
2. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. К.: Мінрегіон України, 2014. – 199 с.
3. ГОСТ 26020-83. Двутаври горячекатані з паралельними гранями полиць. Сортамент. – 6 с.
4. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. К.: Мінбуд України, 2007.

УДК 624.01

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНИХ БАГАТОШАРОВИХ ДЕРЕВ'ЯНИХ ПЛИТ

О.О. Ковтун *магістрант гр. БІ-20МЗ,
Центральноукраїнський національний технічний університет*

Розміри елементів будівельних конструкцій із цільної деревини природно обмежені розмірами природного дерева, а також технологічними обмеженнями по його обробці й транспортуванню. Однак розвиток будівельної галузі приводить до виникнення потреби в перекритті прольотів, що не дозволяє забезпечити застосування пиломатеріалів або круглих лісоматеріалів як готових конструкцій. Традиційно для створення конструкцій із цільної деревини, переріз елементів яких перевищують «природний» сортамент, застосовують поєднання за допомогою механічних зв'язків, що володіють деякою піддатливістю, а для елементів великої довжини – зрощування й нарощування в поздовжньому напрямку.

З'єднання на врубках і шпонках, у силу своєї трудомісткості, на сьогоднішній день практично не застосовуються. З'єднання на нагелях представлені у великому різноманітті форм і матеріалів (гладкі сталеві циліндричні нагелі, дерев'яні нагелі, цвяхи, угвинчені й уклеєні стрижні, пластинчасті нагелі і т.д.). Клейові шви вважаються абсолютно твердими, тобто не мають піддатливості, таким чином, складений елемент, поєднаний за допомогою клею, слід розглядати як монолітний. Однак, у випадку, якщо між окремими шарами є зазори, а їх контакт здійснюється через короткі прокладки, такий стрижень проявляє властивості складеного. У практиці будівництва на сьогоднішній день клеєні дерев'яні елементи практично повністю витиснули складові на податливих зв'язках, крім індивідуального домобудівництва. Однак слід визнати, що, як і всі інші технічні рішення, клеєні дерев'яні конструкції (ДК) повинні мати власну область раціонального застосування. Наприклад, в умовах зниженої вологості нормами не рекомендується застосування клеєних конструкцій. Важливо відзначити, що застосування складових ДК відповідає більш строгим вимогам у частині дотримання принципів сталого розвитку, тому що в цьому випадку не застосовується клей, отже, знижується споживання енергії й викид шкідливих речовин у навколишнє середовище на етапі виробництва конструкцій, їх експлуатації й утилізації.

Сучасні форми складових ДК слабо представлені в практиці будівництва, однак в останні роки намітився ріст інтересу до досліджень у цій області. Наприклад, у роботах А.В. Туркова розглянуті питання роботи складених дерев'яних стрижнів, включаючи елементи просторових конструкцій, при впливі динамічних навантажень. Пояснити знову зрослий інтерес до складових ДК можна структурою ринку будівельної індустрії, а також більш строгими технологічними вимогами до виробництва клеєних конструкцій, ніж до конструкцій із цільної деревини, що закономірно буде приводити до перерозподілу виробничих потужностей на користь останніх. Інша причина – поява нових конструкцій, до яких можливо застосовувати принципи проектування складових ДК. При створенні ДК із шириною перетину понад 240 мм на практиці виконують перетин складений із двох або більш клеєних пакетів, замість склейки заготовок по пласту й по краю. Склейка проводиться за допомогою установки уклеєних або вгвинчених стрижнів. Елемент вважається складовим, якщо працює у площині, паралельній його швам склейки. Якщо всі частини такого складеного стрижня мають однакове закріплення, і навантаження по їхній довжині розподілене пропорційно моментам інерції перетинів, то зв'язки здвигу не беруть участь у роботі, а елемент у цілому слід уважати монолітним.

Враховуючи прогрес технологій і зрослі можливості індустрії виробництва будівельних матеріалів, деталей будівельних конструкцій і металовиробів, окремо слід зазначити, що з'явилися нові типи деревоплит, у яких тією чи іншою мірою усунуті недоліки, властиві класичним ДК. Наприклад, при зміні вологості деревини цвяхової деревоплити, шви склейки між її елементами розкриваються, плита «розсихається», тобто перестає бути

безпустотною, а в щілини, що утворювалися, по-перше, попадає волога, викликаючи загнивання, а по-друге – у випадку пожежі проникає полум'я. Однак угруповання пиломатеріалів за допомогою гвинтів чи арматур забезпечує щільне прилягання елементів друг до друга. Одним з нових типів складених плит є попередньо напружені багатошарові деревоплити (ПНД). Найбільш значні недоліки, через які раніше було обмежене застосування ДК, можуть усуватися правильним ізолюванням конструкції від вологи, а також застосуванням у складі багатошарового пирога покриття ефективних утеплювачів (рисунок 1.).

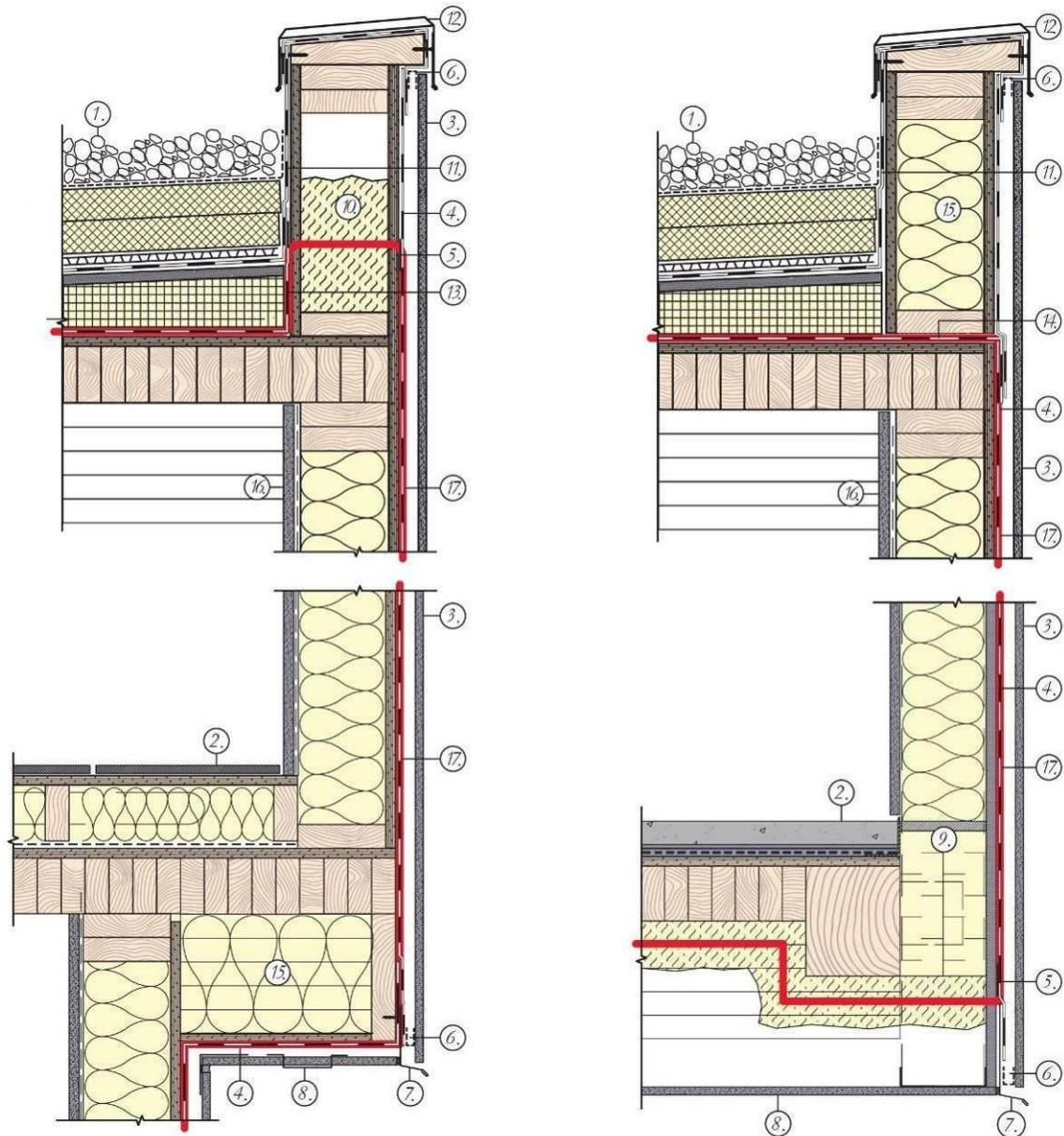


Рисунок 1 – Деревоплита в складі багатошарової конструкції

Застосування сучасних типів складених багатошарових деревоплит дозволяє підвищити несучу здатність, твердість, вогнестійкість і швидкість зведення конструкцій настилів, покриттів і перекриттів з деревини, володіючи при цьому естетичною привабливістю. Створювати аналогічні конструкції на основі ДК нераціонально, через неминучість роботи таких плит за просторовою схемою у випадку їх нерівномірного навантаження або під дією зосереджених навантажень, що приведе до розтягання деревини поперек волокон. У складених багатошарових деревоплитах ці зусилля будуть сприйняті поперечними зв'язками. Крім того, руйнування складеної плити на податливих зв'язках, буде відбуватися пластично, а не крихко.

Деревина, у силу своєї будови (як природний будівельний матеріал), у процесі

росту здобуває початкові напруги в поперечному напрямку – стінки волокон ранньої й пізньої деревини виявляються деформованими. Таким чином, можна припустити, що деревина є матеріалом, по природі попередньо напруженим у напрямку поперек волокон.

Вводити в систему додаткові силові фактори, що підвищують опірність спорудження діючим навантаженням, при зведенні конструкцій з дерева люди почали значно раніше появи поняття попередньої напруги.

Аналіз стану питання, експериментально-теоретичних досліджень і дослідно-конструкторських розробок по складених плитних попередньо напружених багатошарових конструкціях із цільної деревини, дозволяє зробити наступні висновки:

1. Складені конструкції на податливих зв'язках мають власну область раціонального застосування, відмінну від області застосування ДК. Теорія розрахунків складених елементів, поперечний переріз яких складається по ширині, повинна враховувати піддатливість зв'язків.
2. Застосування складених багатошарових деревоплит у покриттях і перекриттях будинків, настилах мостів і т.п. дозволяє підвищити швидкість монтажу конструкцій, вогнестійкість, естетичну привабливість, при забезпеченні високої несучої здатності й твердості. Основні недоліки традиційних складових деревоплит можливо усунути за допомогою сучасних сполучних елементів і ізоляційних матеріалів. Розподіл напруг при вигині такої конструкції буде рівномірним, а її руйнування – пластичним.
3. Попередня напруга й регулювання напружено-деформованого стану елементів конструкцій дозволяє добитися підвищення техніко-економічних показників і є цілком традиційним рішенням для ДК. Початкові напруги можуть створюватися додатком зусиль під різними кутами щодо волокон, у т.ч. поперек. При цьому необхідно передбачати можливість контролю й регулювання зусиль.

Список літератури

1. Амбарцумян, С. А. Теория анизотропных пластин: Прочность, устойчивость и колебания. Изд. 2-е, перераб. и доп. / С. А. Амбарцумян. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 360 с.
2. Бондаренко, В. М. Экспериментальное исследование характеристики и меры ползучести древесины / В. М. Бондаренко, В. И. Римшин, С. И. Рощина, П. Б. Шохин // Сборник материалов конференции «Инновации в отраслях народного хозяйства, как фактор решения социально-экономических проблем современности», 05-06 декабря. – Москва: АНО ВО «Институт непрерывного образования», 2011. – с. 13-16.
3. Глухих, В. Н. Анизотропия древесины как фактор для повышения качества сушки пиломатериалов / В. Н. Глухих. – СПб: Изд-во С.- Петерб. ун-та, 2007. – 162 с.

ОГЛЯД СУЧАСНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ГЕОТЕХНІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

Ю.Ю. Полтавцев, *ст. гр. БІ-20М*

В.М. Аширбеков *ст. гр. БІ-20М*

С.О. Карпушин, *доц., канд. техн. наук*

Центральноукраїнський національний технічний університет

В.І. Пантелєснко, *доц., канд. техн. наук*

ДВНЗ Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

Геотехнічний моніторинг - це комплекс заходів, спрямованих на регулярне (постійне) спостереження за технічним станом об'єктів, територій, ґрунтових мас, з метою попередження негативних явищ, пов'язаних з роботами, що впливають на цілісність і надійність спостережуваних об'єктів.

Згідно з вимогами безпеки державних будівельних норм (ДБН В.1.2. - 12 - 2008) виконання будівельно-монтажних, реставраційних або інших робіт, в умовах ущільненої забудови і, що потенційно несуть загрозу надійності існуючих будівель і споруд - повинні супроводжуватися геотехнічним моніторингом.

У сучасному світі існують технології, що дозволяють запобігти руйнуванню будівель і споруд. Спеціальне обладнання для геотехнічного моніторингу будівель допомагає виявити найменші зміни негативного характеру, такі як просідання фундаменту, розширення тріщин в несучих стінах, збільшення нахилу частин споруди і таке інше. В даній статті частково розглянемо устаткування яке дозволяє здійснювати постійний нагляд за більшістю потенційно небезпечних процесів, контролювати їх і в разі необхідності вживати вчасно заходи для стабілізації ситуації. Геотехнічний моніторинг будівель дуже важливий в сучасному світі, де міська забудова стає з кожним роком все щільнішою. Моніторинг допомагає зберігати цілісність старих будівель і безпечно будувати нові. Засоби геотехнічного моніторингу будівель будуть корисні як на етапі підготовки до будівництва, так і для готових будівель з віковою історією.

Для забезпечення геотехнічного моніторингу ґрунтів, зокрема моніторингу горизонтальних переміщень ґрунтів застосовують свердловинні інклінометри (рис.1).

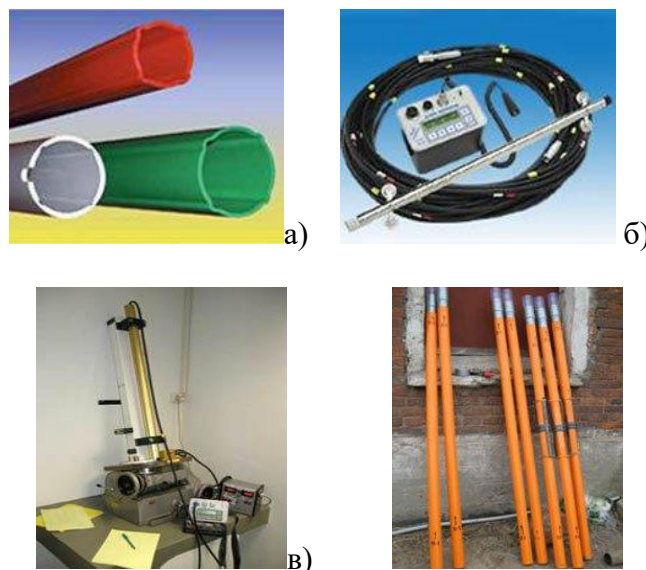


Рисунок 1 – Застосовування свердловинних інклінометрів для геотехнічного моніторингу

- а) - інклінометричні труби; б) - стандартний інклінометричний набір; в) - калібрування зонда і інклінометричних датчиків; г) - інклінометричні труби для встановлення в свердловину.

Свердловинні інклінометри використовуються для реалізації геологічного моніторингу, і є складовою системи режимного спостереження за зміною стану ґрунтів, зокрема, спостережень за горизонтальними переміщеннями ґрунтів (зсув, деформації підпірних стін). Ці виміри проводяться в обладнаних інклінометричними трубами свердловинах вручну (за допомогою інклінометричного зонда з кабелем і пристроєм зчитування) або в автоматичному режимі (за допомогою інклінометричних зондів, з’єднаних в ланцюжок і встановлених стаціонарно в свердловині на різних рівнях). Результатом вимірювань є вертикальний профіль свердловини, що представляє горизонтальні зміщення ґрунтів на різних рівнях. Основа інклінометра повинна бути нижче очікуваного рівня нульового горизонтального зсуву.

Для ручних вимірювань застосовують стандартний набір для проведення інклінометричних вимірювань, що включає (див. рис.1) а) інклінометричний зонд, б) спеціалізований вимірювальний кабель (25, 50, 75 або 100 метрів) і в) портативний пристрій, що зчитує. Інклінометричний зонд призначений для ручних вимірювань відхилень від вертикальної осі всередині вертикально встановлених інклінометричних труб, змонтованих в свердловину заздалегідь.

Для автоматизації інклінометричних вимірювань (рис.2) в кожній досліджуваній свердловині може бути розміщений ланцюжок датчиків, з’єднаних послідовно. Кожен датчик має індивідуальний кабель для вимірювань і сполучну штангу довжиною від 1 до 3 м. Для проведення вимірювань використовують автоматизовану станцію збору даних. Таким чином, при установці в свердловині ланцюжка датчиків можна в режимі реального часу відстежити зміни профілю свердловини.

Технічні характеристики датчиків:

Довжина бази: від 1 до 3 м., діапазон вимірювань: $\pm 10^\circ$ від вертикальної осі; дозволяюча здатність: 0,0023, точність: 0,06.



Автоматичні інклінометричні вимірювання

а) - ланцюжок з сітки інклінометричних зондів; б) - підготовка до монтажу інклінометричних труб для виконання автоматизованих спостережень горизонтальних переміщень ґрунтової основи. Галузь застосування: зони зсувів; насипні ґрунтові плотини; тунелі, стінки котлованів і шахтних стволів; використання горизонтальних інклінометрів для контролю осідання у фундаментах або насипах.

Спостереження за осіданнями ґрунтів (вертикальні переміщення).

Екстензометри, як складова частина геотехнічного моніторингу використовуються для відстеження геологічних процесів, а також як складова системи режимного спостереження за зміною стану ґрунтів. Вони дозволяють вимірювати вертикальні переміщення ґрунтів (осадку, спучування) в безпосередній близькості від зони виробництва будівельних робіт або інших процесів, що впливають на стабільність ґрунту.

Багаторівневий екстензометр складається з декількох заставних анкерів, кожен з яких з’єднаний з інварним стрижнем зі сталі, сплаву інвар або скловолокна. Екстензометр вільно ковзає усередині захисного кожуха і виходить зі свердловини до рівня монтажної пластини. Монтажна пластина закріплена в оголовку свердловини на поверхні землі. Рухи закладного анкера, обумовлені вертикальним переміщенням відповідного шару ґрунту, передаються стрижнем наверх до вимірювальної голівки і вимірюються щодо монтажної пластини

(поверхні землі). Вимірювання осідання головки дозволять визначити абсолютну осадку в усіх точках установки закладних анкерів.

Вимірювання можуть проводитися як вручну (мікрометричним глибиноміром), так і в автоматизованому режимі з використанням лінійних електричних датчиків. У разі виконання автоматичних вимірювань використовується станція збору даних.

Точність вимірювань з використанням ручного або цифрового мікрометра складає $\pm 0.01\text{ мм}$.

Типова область застосування датчиків включає:

- рухи гірських порід і ґрунту із-за розломів, зсувів і атмосферних впливів;
- ослаблення гірських порід навколо стін тунелю, шахт і котловану;
- підземне осідання і деформація фундаменту і опор, а також виїмка ґрунту людиною.

Моніторинг тиску на ґрунти.

За допомогою датчиків тиску, що існують в різних виконаннях (рис.3) можна визначати лінійні і радіальні складові тиску, що виникають при зведенні різних споруд. За результатами вимірювань можна визначити розподіл навантажень і у критичному випадку вжити необхідних заходів щодо їх усунення.

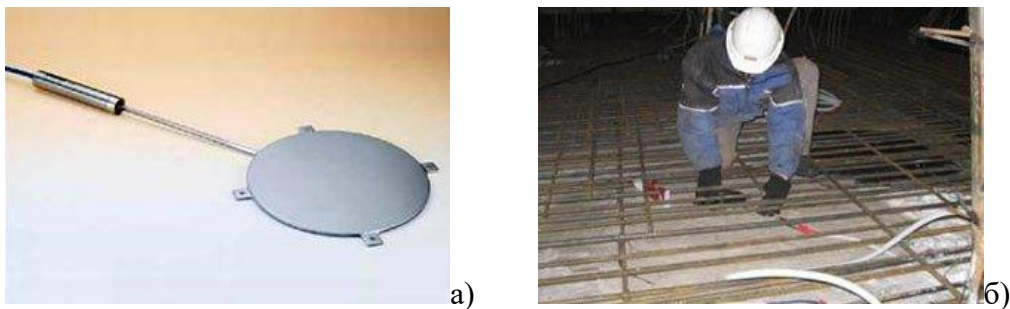


Рисунок 3 – Моніторинг тиску на ґрунти

а) - приклад датчика загального тиску; б) - установка датчиків тиску під плити розтвірка.

Датчики тиску складаються з двох пластин з нержавіючої сталі, які приварені один до одного по периметру доторку і розділені вузьким простором, заповненим маслом. Зовнішній тиск стискає пластини, створюючи еквівалентний тиск масла у внутрішньому об'ємі. Металева трубка з'єднує простір між пластинами заповнений маслом з пристроєм, перетворювати тиск в електричний сигнал, який передається по кабелю до зчитувального пристрою.

Залежно від умов і режиму роботи можуть використовуватися прилади з електричним і струнним перетворювачем тиску.

Вимірювання тиску можуть вестися в ручному режимі за допомогою портативних зчитувальних пристроїв або автоматично.

Спостереження диференціальної усадки.

Спостереження диференціальної усадки можуть виконуватися за допомогою електронних датчиків рівня і системи рідинного рівня (рис.4). Система рідинного рівня для моніторингу нерівномірних осідань (підйомів) конструкцій. Щоб уникнути нерівномірних осідань і руйнування фундаменту (перекрыттів, несучих конструкцій) виконуються вимірювання диференціальних просядок, що цікавлять нас в точках площини плити перекрыття або по лінії фундаменту. Для цього використовується так звана система рідинного рівня. Вона складається з системи поплавцевих датчиків, з'єднаних між собою трубками і наповнених рідиною, утворюючи тим самим систему сполучених посудин. Принцип дії системи полягає в тому, що зміна рівня одного з поплавцевих датчиків тягне за собою зміну рівня рідини у всій системі. Осадка (прогин) в точках замірів співвідноситься з рівнем базового резервуара системи. Для можливості визначення абсолютної просядки (абсолютного осідання) з відносних вимірів базовий резервуар системи повинен бути розташований поза зоною деформації.

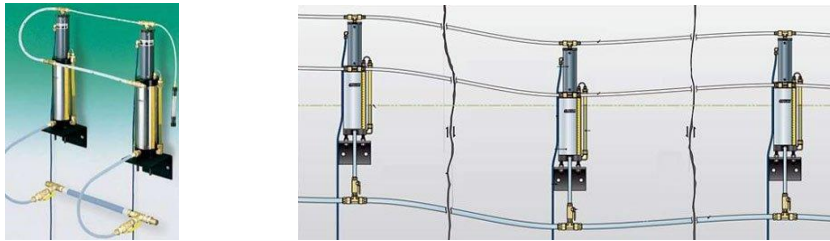


Рисунок 4 - Визначення диференціального осідання (прогину) конструкції, що знаходиться під спостереженням за допомогою високоточної системи рідинного рівня.

Вимірювання кренів і деформацій будівель і споруд.

Нахиломір (рис.5) може бути використаний в ході виконання геотехнічного моніторингу несучих конструкцій (колон, пілонів) існуючих будівель і споруд. Нахиломір призначений для встановлення на вертикальну або горизонтальну поверхню конструкції, що знаходиться під спостереженням за допомогою спеціального кронштейна. Датчик включає чуттєвий елемент мікро електромеханічного типу, котрий забезпечує широкий діапазон вимірюваних кутів з високою чуттєвістю і точністю. Двовісний датчик містить два чуттєвих елементи, котрі орієнтовані під кутом 90 градусів один до одного.



Рисунок 5 – Вимірювання кренів і деформацій будівель і споруд

а) – монтаж і налаштування нахиломіра; б) – електронний датчик рівня; в) – вимірювання профіля просідання (підйому) залізничного полотна.

Електронні датчики рівня використовуються в ході заходів із спостереження за деформацією будівель і споруд і запобігання утворенню дефектів конструкцій, а також деформації несучих елементів будівель. Датчики електронного рівня дозволяють спостерігати відхилення від горизонтальної площини, таким чином визначаючи диференціальну осадку між двома вимірюваними точками. Такий датчик монтується на балку довжиною 1, 2 або 3м і дозволяє контролювати різницю горизонтального рівня між двома контрольними точками. Більш того, шляхом з'єднання датчиків між собою будують ланцюжок датчиків, що дає профіль осідань по осі ланцюжка датчиків.

Типовим застосуванням є:

- контроль положення підпірних стін, колон, пілонів, стовпів і паль;
- моніторинг конструкцій, що знаходяться під навантаженням.

Датчики розкриття тріщин і стиків конструкцій.

Тріщиноміри (рис.6) використовуються в ході заходів щодо забезпечення контролю за збереженням і надійністю експлуатації існуючих будівель і споруд, а також заходів для попередження і усунення дефектів конструкцій.

Геотехнічний моніторинг розкриття тріщин може бути забезпечений з використанням гібридного датчика потенціометричного типу, який характеризується високою надійністю повзункового контакту, що забезпечує практично необмежену дозвільну здатність датчика і його довговічність. Більш того, висока надійність датчика зводить до мінімуму необхідність регулярного калібрування датчика.



а)



б)



в)

Рисунок 6 - Датчики розкриття тріщин і стиків конструкцій

а) – тріщиноміри; б) - тріщиноміри, встановлені для контролю розкриття в реальному часі існуючих тріщин.

Тип і конструкція датчиків для вимірювання тріщин підбираються в залежності від поставлених цілей і можуть виконувати виміри розкриття існуючих тріщин або на з'єднаннях в місцях стиків конструкцій будівель.

Моніторинг ґрунтових вод.

Для забезпечення геотехнічного моніторингу за рівнем ґрунтових вод можуть виконуватися наступні види робіт:

- буріння технічних свердловин, їх облаштування та встановлення п'єзометричних труб, датчиків, водомірів;
- Монтажні роботи для облаштування свердловин п'єзометрами, а також свердловин для моніторингу порового тиску води;
- Моніторинг в ручному або автоматизованому режимі наступних параметрів: поровий тиск води в ґрунті, горизонт (рівень) ґрунтових вод;

П'єзометри.

П'єзометри (рис.7) використовуються для забезпечення заходів зі спостереження за рівнем ґрунтових вод, а датчики надлишкового тиску для вимірювання гідростатичного тиску під час будівництва. За способом установки у водопроникних ґрунтах розрізняють п'єзометри для свердловин відкритого типу і ячейки порового тиску для свердловин закритого типу.



Рисунок 7 – П'єзометри

Свердловини відкритого типу виконуються у вигляді оглядових колодязів малого діаметра, з облаштуванням в ґрунті водонапірного стояка з суцільних труб і фільтрової частини внизу колодязя. Наявність фільтрової частини забезпечує наповнення свердловини водою відповідного горизонту підземних вод, а суцільні труби запобігають змішуванню вод різних горизонтів. Вимірювання рівня води можуть проводитися як в ручному, так і автоматизованому режимі. Встановлюваний датчик з кабелем вимірює тиск води, як правило, в одиницях водяного стовпа над рівнем установки датчика.

При установці датчиків надлишкового тиску води в закритій свердловині датчик з кабелем встановлюється безпосередньо в ґрунт на дно свердловини, а частина свердловини, що залишилася інжектуються цементно-глиняним розчином. В цьому випадку датчик вимірює поровий тиск води в точці установки.

У випадках складних стратифікації геологічного розрізу (за наявності кількох підземних водонасичених шарів ґрунту) в одну свердловину на різних рівнях можуть встановлюватися

кілька ячеек порового тиску води.

При цьому простір між датчиками інжектуються, що забезпечує відсутність перетікання води між різними водоносними горизонтами і вимірювання локального надлишкового тиску води незалежно кожним з встановлених датчиків.

Ручні виміри ведуться за допомогою портативного зчитувального пристрою, що підключається до датчика вимірювальним кабелем, автоматичні виміри - за допомогою станції збору даних (реєстратор даних) із заздалегідь встановленою періодичністю та без втручання оператора.

Вимірювання механічного навантаження з/б конструкцій.

Тензодатчики струнного типу (рис.8) призначені для контролю механічних напружень і деформацій в бетоні, а також арматурі залізобетонних конструкцій. Ці датчики вимірюють відносну деформацію в точці установки, тиск, що утворюється обчислюється по законам поведінки матеріалів при відомих модулях жорсткості конструкції.

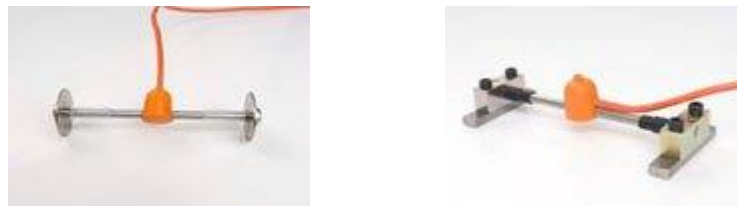


Рисунок 8 - Тензодатчики струнного типу.

Існує декілька типів тензодатчиків: безпосередньо занурювані (утоплювані) в бетон, що приварюються до арматури або тензодатчики поверхневого монтажу (анкерне кріплення до поверхні). В точках прикладання найбільшого зусилля (балки, опорні колони, пілони, перекриття, несучі стіни) можуть бути обладнані тензодатчиками. При наявності згинаючих моментів ці датчики встановлюються попарно на внутрішній стіні і зовнішній утворюючій даного елементу, що дозволяє визначити розподіл механічного навантаження в елементі конструкції.

Список літератури

1. НАСТАНОВА ЩОДО НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ОБ’ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА ДСТУ-Н Б В.Х.Х-XXX:201X Київ, Мінрегіонбуд 201X 62с.
2. Руководство по определению кренов инженерных сооружений башенного типа геодезическими методами М., Стройиздат, 1981 (Керівництво по визначенню кренів інженерних споруд баштового типу геодезичними методами)
3. ГОСТ 31937-2011 Правила обследования и мониторинга технического состояния. Здания и сооружения. (Правила обстеження і моніторингу технічного стану. Будівлі та споруди)
4. Закон України від 05.06.2014 № 1314-VII «Про метрологію та метрологічну діяльність».

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗАНУРЕННЯ ПАЛЬ І ЗАБИВНИХ БЛОКІВ НА БАЗІ ЕКСКАВАТОРА ЭО-3322

В.І. Пантелесенко, доц., канд. техн. наук

ДВНЗ Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

С.І. Ващук, ст. гр. ГМ(ДМ)-19М

С.О. Карпушин, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Актуальність досліджень. Широкий розвиток у будівництві отримали фундаменти із забивних блоків. Застосування нових технологій і різноманітних конструкцій будівельних елементів для спорудження нульового циклу показало, що окрім високої економічної ефективності є значне скорочення об'єму ручної праці [1,2]. Тому дослідження, направлені на розробку і створення обладнання для занурення паль і забивних блоків, є актуальними.

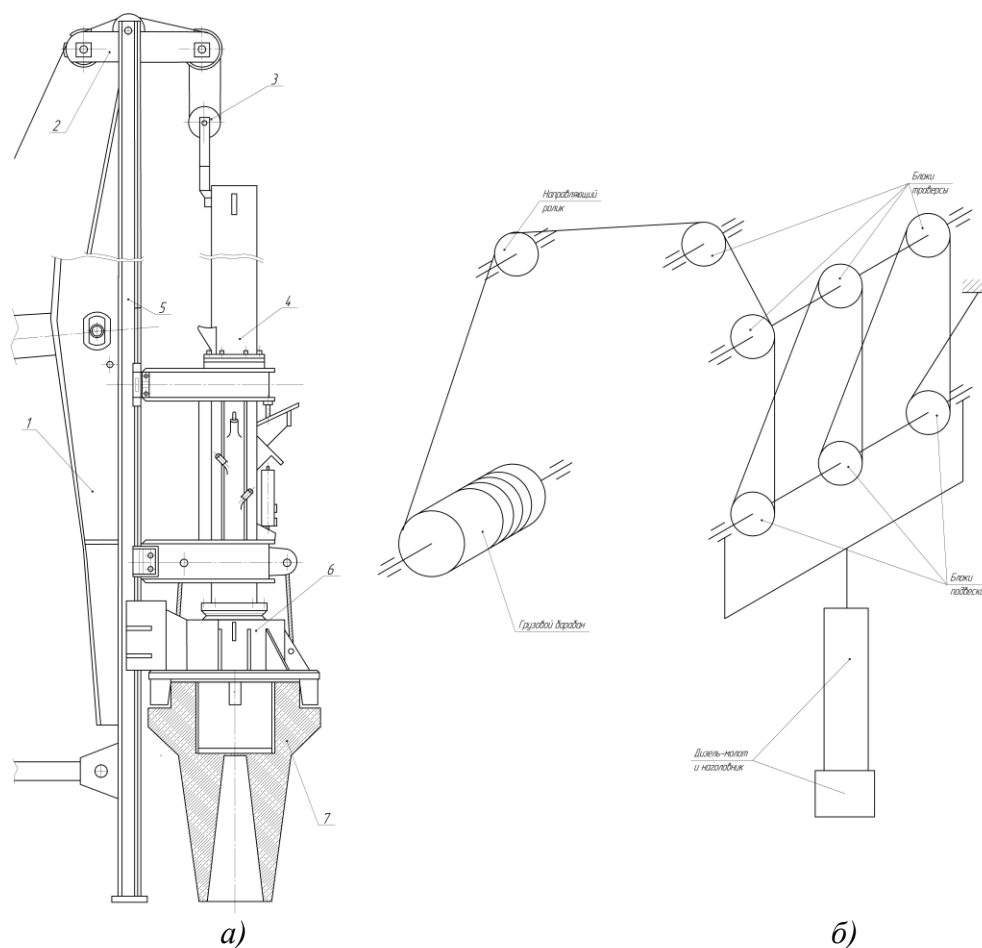


Рисунок 1 - Комплект обладнання для занурення паль і забивних блоків:

- а) обладнання для занурення: 1- коправа щогла; 2- траверса поліспаста; 3- поліспаст; 4 – дизель-молот; 5 – направляючі; 6- наголовник; 7 – забивний блок.
 б) схема запасовки каната для підйому дизель-молота и наголовника.

Метою статті є вивчення процесу занурення будівельних елементів в ґрунт в польових умовах і розробка методичних основ розрахунку основних параметрів обладнання для занурення паль і забивних блоків. [3,4,5]

Обладнання включає наголовник с опорною плитою (рис.1,а), котрий за допомогою кронштейнів переміщується по направляючим щогли, по ним же переміщується ударний

вантаж або дизель-молот. Підйом наголовника і дизель-молота здійснюється кріпленням цих агрегатів до каната підйомної лебідки.

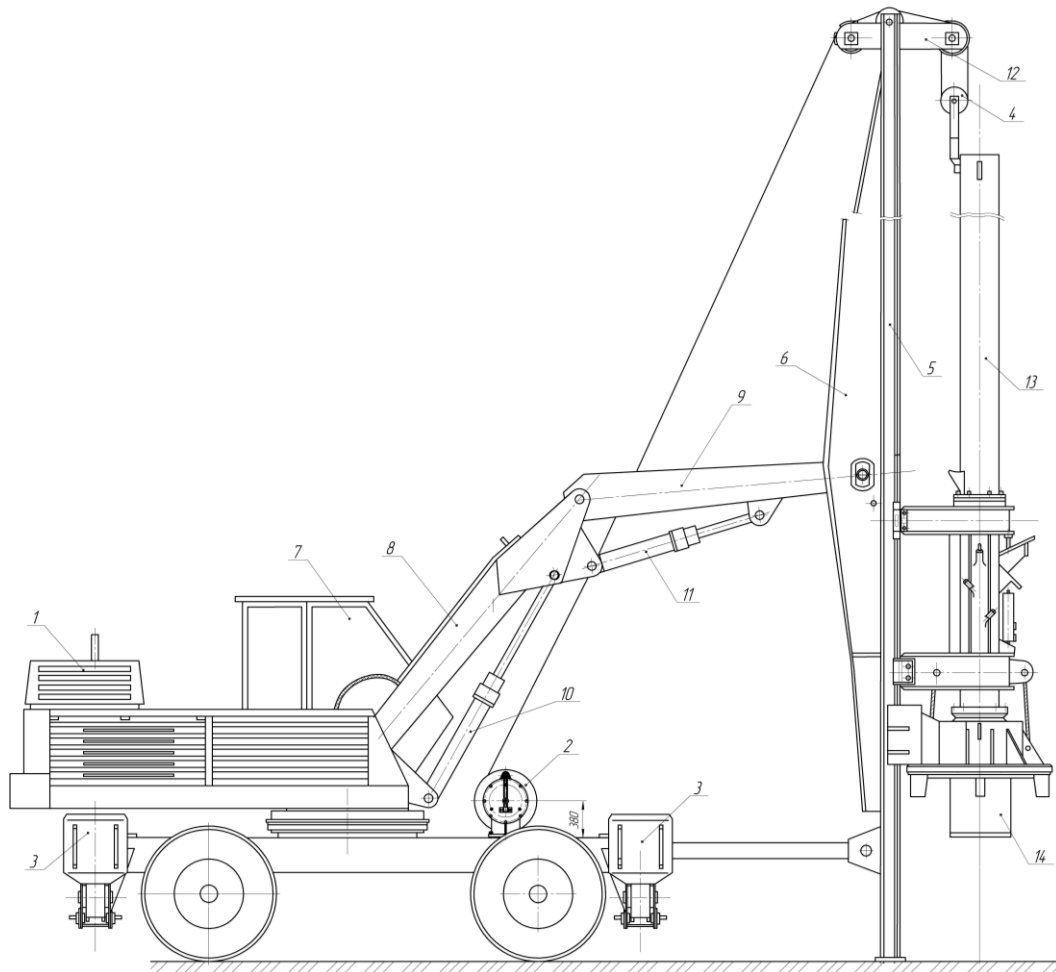


Рисунок 2 – Обладнання для занурення паль і забивних блоків на базі екскаватора ЕО-3322: 1- базова машина; 2 – лебідка для підйому дизель-молота і наголовника; 3 – виносні опори; 4- поліспаст; 5- направляючі; 6- копрові щогли; 7 – кабіна; 8,9- нижня і верхня частини стріли; 10- гідроциліндри підйому стріли; 11- гідроциліндри нахилу стріли; 12- траверса; 13- дизель-молот; 14- наголовник.

Невеликий питомий тиск, що передається на ґрунт цим обладнанням, не дозволяє занурювати блоки на майданчику із зволоженою поверхнею, тому для занурення забивних блоків доцільно застосовувати копрове устаткування на базі екскаваторів або кранів (рис. 2). [6,7,8].

Технологія роботи нового обладнання полягає в наступному:

1. Копрова установка на базі екскаватора встановлюється в безпосередній близькості від проектної позначки в межах зони дії копра.
2. Дизель-молот і наголовник встановлюються на блок при цьому наголовник контактує з верхньою частиною блоку через амортизатор і опорну плиту.
3. Включається в роботу дизель-молот, який завдає ударів по амортизатору розташованому у верхній частині наголовника, потім ударне навантаження через опорну плиту і амортизатор, що закріплений на ній, передається на торець занурюваного блоку.
4. Оболонка занурюється до проектної глибини, при цьому відмови досягають мінімальних значень.
5. Дизель-молот вимикається і разом з наголовником повертається у вихідне положення. Потім робочий цикл повторюється.

Експериментальні дослідження в польових умовах показали, що, що при забиванні фундаментних блоків з великою площею нижньої основи до $1,5\text{ м}^2$, ефективні дизельні

молоти з вагою ударної частини $25...60 \text{ кН}$ і енергією удару від $100...600 \text{ кДж}$. Тому для дизельних молотів з врахуванням маси сердечника доцільно наступне співвідношення:

$$\frac{m_m}{m_{об} + m_H} = 0,6...0,9, \quad (1)$$

де m_m – маса ударної частини дизель-молота;

m_H – маса наголовника;

$m_{об}$ – маса оболонки.

Виходячи із залежності (1) можливо визначити допустиму масу наголовника за умови, що маса оболонки складає $m_{об} = 1500 \text{ кг}$:

$$m_H = \frac{m_m}{0,6...0,9} - m_{об} \approx 2941 \text{ кг}. \quad (2)$$

Таким чином, маса наголовника не повинна перевищувати 2941 кг , інакше значна частина енергії удару буде витрачатися на подолання сили інерції занурюваного елемента.

Виходячи із розрахункової допустимої маси наголовника для занурення оболонок був сконструйований і виготовлений універсальний наголовник, котрий монтується на копровій установці з можливістю його відносного переміщення по направляючим щогли. У відповідності з вагою оболонки і обладнання, був вибраний молот СП- 47А з водяним охолодженням. Маса ударної частини $m_m = 2500 \text{ кг}$.

Найбільша енергія удару молота:

$$\mathcal{E} = m_m g H_1 = 2500 \times 10 \times 3,2 = 80000 \text{ Нм} = 80 \text{ кДж}. \quad (3)$$

де H_1 – висота падіння ударної частини молота, м

g – прискорення вільного падіння, м/с^2 .

З врахуванням ККД молота $\eta = 0,85$ і значенням $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ розрахункова енергія удару молота:

$$\mathcal{E}_p = 2500 \times 9,81 \times 3,2 \times 0,85 = 66708 \text{ Нм} = 66,7 \text{ кДж}.$$

Для визначення правильності вибору молота обчислюємо коефіцієнт застосовуваності K_{II} :

$$K_{II} = g (m_m + m_n + m_{об}) / \mathcal{E}_p. \quad (4)$$

З врахуванням технічної характеристики універсального наголовника

$$m_n = 1450 \text{ кг}.$$

Маса оболонки складає 1500 кг . При цих даних коефіцієнт застосовуваності буде рівний:

$$K_n = 9,81(2500 + 1450 + 1500) / 66708 = 0,8.$$

Рекомендоване значення коефіцієнта застосовуваності $K_n = 0,6$, що більше $0,8$. Відповідно, вибраний дизель-молот задовольняє вимогам ДБНУ.

Окрім того умови застосовуваності молотів і занурюваних елементів оцінювалися по відношенню маси ударної частини молота до маси занурюваних оболонок. Для дизельного молота це співвідношення повинно знаходитися в межах $0,6...0,9$.

Для умов дослідження це відношення склало:

$$\frac{m_m}{m_n + m_{об}} = \frac{2500}{1450 + 1500} = 0,84. \quad (5)$$

Експериментальне занурення оболонок проводилось на майданчику проектного будівництва житлового будинку.

В процесі занурення оболонок виконувалися наступні заміри:

- а) кількість ударів молота на кожні 10 см занурення оболонок і загальна кількість ударів;
- б) фактична висота падіння ударної частини молота;
- в) час занурення оболонок і пустотілих блоків;
- г) контроль вертикальності занурення блоків;
- д) відмова оболонки в момент стабілізації деформації ґрунту т.б. кінцевого утворення ущільненої зони.

Ґрунтові умови при температурі повітря $+21^{\circ}\text{C}$ (суглинок) мали наступні характеристики:

Вміст глини.....25 %

Вологість.....16...18 %

Число ударів ударника ДорНИИИ15...20 уд.

Характеристики ґрунту визначалася із контрольної свердловини перед початком занурення оболонок.

При проведенні польових експериментів використовувалися установки з ударами підвищеної енергії, обладнані дизель-молотами СП-47 СП-47А з масою ударної частини 2500...5000 кг. При цьому енергія одиничного удару досягала 80...120 кДж. Ефективність забивки при цьому істотно зросла.

Занурювання оболонки трубчатими дизель-молотами СП-47 з енергією одиничного удару 80 кДж, а також вільно падаючим вантажем вагою 40...50кН з енергією удару від 80 до 200кДж.

При зануренні оболонок за допомогою навісного обладнання з вільно падаючим вантажем масою 5000 кг і енергією удару від 80 до 150 кДж, ефективність занурення оболонок зростає і відмова на початку і в кінці забивки склала відповідно 20 і 5мм при енергії удару 80 кДж, а при енергії удару до 150 кДж - 100 і 20мм.

При подальшому підвищенні енергії удару важливу роль в забезпеченні бездефектності занурення грають: жорсткість амортизатора, щільність і вологість ґрунту, а також запираючий сердечник, застосування якого не лише перешкоджає проникненню ґрунту в середину оболонки, але і захищає нижню частину оболонки від руйнування.

Результати досліджень показують, що для підвищення ефективності забивки оболонок енергія одиничного удару повинна бути збільшена в 2...3 рази у порівнянні з зануренням паль.

Було встановлено, що зі збільшенням енергії одиничного удару при зануренні оболонок, сумарна витрата енергії молота знижується. На основі статистичної обробки даних експериментів, ця залежність може визначатися наступним виразом:

$$\sum \varepsilon = \frac{(K \cdot \varepsilon_{\text{сд}} + \varepsilon_1) \cdot \varepsilon_3}{\varepsilon_{\text{сд}} - \varepsilon_2} \quad (6)$$

де $\Sigma \varepsilon$ – сумарна витрата енергії,

$\varepsilon_{\text{сд}}$ – енергія одиничного удару,

K – безрозмірний коефіцієнт, рівний 0,18,

$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ – динамічні параметр, рівні по результатам досліджень відповідно $2,4 \cdot 10^6$ Дж, $0,035 \cdot 10^6$ Дж, $0,015 \cdot 10^5$ Дж.

В результаті експериментів в умовах будівельного майданчика, було встановлено, що оптимальна енергія ударів молота при зануренні блоків в маловологі суглинки складає 90...130 кДж.

Список літератури

1. Хмара Л.А., Осипчук В.И., Пантелеенко В.И. Исследование процесса погружения фундаментов-оболочек в грунтовое основание. Ж. "Механизация строительства", №6, 1995.-с.13-15.
2. Хмара Л.А., Пантелеенко В.И. Погружение тонкостенных фундаментов-оболочек в грунтовое основание// Всеукраїнський міжвідомчий збірник наукових праць Гірничі, Будівельні, Дорожні та Меліоративні машини. Випуск №58, К. - 2002.-С.44-50.
3. Хмара Л.А. Пантелеенко В.И. Дослідження та розробка копрового обладнання для занурення тонкостінних фундаментів-оболонок при спорудженні нульового циклу будівель різного призначення // Вісник Українського Державного Університету Водного Господарства та Природокористування. Частина 6. Машинознавство, математичне моделювання. Збірник наукових праць, Випуск 5, Рівне – 2002- С. 94-102.
4. Хмара Л.А., Пантелеенко В.И. Дослідження і визначення основних параметрів обладнання для занурення фундаментів-оболонок.// Вісник Придніпровської Державної Академії Будівництва та Архітектури, №1, 2002.- С.52-56.
5. Хмара Л.А., Пантелеенко В.И. Высокоэффективное оборудование для погружения фундаментов-оболочек в грунт.// Строительство, материаловедение, машиностроение. -Днепропетровск: ПГАСиА. - 2002.- Выпуск 15, Часть 3 - С.95-96.
7. Хмара Л.А., Пантелеенко В.И. Исследование взаимодействия системы "молот-наголовник-оболочка-грунт" с грунтовым основанием.// Сб. науч. тр. Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Выпуск 15. Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование. 2002.- С.161-170.
9. Хмара Л.А. Пантелеенко В.И. Методика вибору та призначення раціональних параметрів обладнання для занурення фундаментів-оболонок // Збірник наукових праць, Української Державної Академії Залізничного Транспорту, Випуск 50, Харків –2002. -С. 10-16.
10. Хмара Л.А., Пантелеенко В.И. Создание копрового оборудования для погружения фундаментов-оболочек // Механизация строительства, №1, М.2003.- С. 4-7.
11. Хмара Л.А., Пантелеенко В.И. Исследование качественных закономерностей процесса погружения фундаментов-оболочек в грунт // Строительство, материаловедение, машиностроение. - Днепропетровск: ПГАСиА. - 2003.- Выпуск 22, Часть 2 - С. 236-240.
12. Хмара Л.А., Пантелеенко В.И. Исследование, разработка и создание высокоэффективного копрового оборудования для погружения фундаментов-оболочек // Сб. науч. тр. ХНАДУ Автомобильный транспорт, серия Совершенствование машин для земляных и дорожных работ. Выпуск 11, Харьков-2003.- С. 24-26.
13. Хмара Л.А., Пантелеенко В.И. Исследование и разработка высокоэффективного оборудования для погружения тонкостенных фундаментов-оболочек в грунтовое основание // Строительные и дорожные машины, №6, Москва - 2003.-С. 37-40.

SMART-ЖИТЛО, ЗА І ПРОТИ

А.В. Хоменко, ст. гр. БІ-20М

С.О. Карпушин, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

В.І. Пантелєснко, доц., канд. техн. наук

ДВНЗ Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

Багатоповерхові житлові комплекси складають основну масу нового будівництва. Попит на житло не зменшується, а ринок демонструє збільшення різноманіття потреб людей. Зростають прошарки населення які фінансово обмежені, але бажають покращити свої житлові умови. Попит породжує пропозицію [1]. Останніми роками на ринку житлової нерухомості України з’явилася досить велика кількість пропозицій з продажу смарт-квартир. Не варто плутати Smart - житло з квартирами-студіями, однокімнатними квартирами або квартирами маленького метражу. Smart-квартири – це окремий клас житла, це новий стиль життя, стиль сучасного городянина. Smart в перекладі з англійського означає «інтелектуальний» Ідея такого житла прийшла із США, де відразу здобула заслужену популярність. І сьогодні за кордоном дане житло користуються величезним попитом. Зважаючи на високий попит, забудовники продовжують наповнювати цей сектор новими пропозиціями.

Щоб точніше розуміти, про що йде мова, порівняємо нерухомість типу smart зі звичайними квартирами за двома основними критеріями:

- площа. У Smart-квартир вона коливається в межах 18-30м², у той час як площа стандартних однокімнатних квартир становить 31м² і більше;
- планування. Smart не передбачає наявності коридору, кухні та інших окремих приміщень. Усі зони, характерні для повноцінної квартири, розташовані, так би мовити, в одній кімнаті. Але, завдяки поділу на різні сектори, мешканці особливого дискомфорту від такого планування не відчують. Багатьом воно навіть подобається.

Також, варто зауважити про існування на пост радянській території п’яти та дев’ятиповерхових будівель 1980-х років забудови, у минулому це гуртожитки з т.з. коридорною системою. Дані житлові приміщення площею 18-20м², які після реконструкції і приватизації отримали вітчизняну назву «гостинка» можуть віддалено бути прикладом Smart-житла. Також, в м. Кропивницький на вторинному ринку присутні Smart-квартири (ЖК Сузір’я) з висотою стелі 3,9...4,2м., що робить цю пропозицію ще більш цікавою – можна обладнати спальне місце на другому ярусі (так звана антресоль). В Україні квартири цього типу почали з’являтися зовсім недавно. Тому попит на пропозиції тільки формується. Але вже помітна позитивна тенденція до його стрімкого зростання. Це зумовлено великою кількістю переваг, характерних для компактного житла.

До основних плюсів компактно житлової нерухомості віднесемо:

- невисоку вартість. Ціна об’єкта нерухомості на первинному ринку у Львові становить приблизно 15 тис. доларів, повноцінна однокімнатна, для порівняння, на вторинному ринку - 40 тис. доларів. Відштовхуючись від цієї цифри, можна приблизно зрозуміти, якими будуть цифри в інших містах країни;
- економію на оплаті ЖКП. Спочатку власник буде витрачати менше грошей на погашення рахунків за опалення й енергопостачання завдяки малій площі. А якщо врахувати, що невеликий простір швидше прогрівається, то нескладно зрозуміти, що на цьому теж вдасться заощадити;
- швидку окупність. Якщо зіставити невисоку вартість житла й економію на оплаті ЖКП, можна відзначити, що окупиться така покупка значно швидше, ніж придбання звичайної квартири. До того ж, можна здавати Smart в оренду, отримуючи додатковий дохід. Попит на таку нерухомість, як згадувалося, хороший;

- відсутність перегородок. Воно візуально розширює простір, тому навіть за невеликої кількості квадратних метрів мешканці відчують себе досить комфортно;
- відсутність просторів, які не використовуються. Кожен квадрат смарт-квартири - це корисна площа, яка буде застосовуватися щодня;
- менші витрати на ремонт. Звичайно, відремонтувати житло на 25 квадратів простіше й дешевше, ніж облагородити 35-40 квадратних метрів;
- можливість розглядати покупку smart-житла, як вигідну альтернативу оренди. Платежі за кредитом будуть приблизно такими ж, як орендні, тільки через кілька років нерухомість перейде у власність людини.

Як бачимо, переваг чимало. До того ж, не можна залишати без уваги широкі можливості в облаштуванні житла. Якщо подивитися на пропозиції сучасного меблевого ринку, можна побачити, що вибір компактних меблів, предметів-трансформерів просто величезний. Обставити нову квартиру не складе труднощів, зробивши її максимально комфортно та функціонально [2, 3].

Звичайно, не обходиться й без мінусів. У нашому випадку до недоліків прийнято відносити такі моменти:

- smart-квартира підійде для сім'ї з одної-двох осіб. Більшій кількості людей тут буде не комфортно;
- вартість за квадратний метр площі виходить вище, ніж у випадку з повнометражною квартирою, але завдяки маленькому метражу, ціна однаково виходитиме нижчою;
- якщо нерухомість належить до нежитлового фонду, комунальні платежі будуть розраховувати за комерційними тарифами;
- швидке поширення запахів. З огляду на те, що ми говоримо про одну велику кімнату, цей момент особливо актуальний. Вирішити питання можна за допомогою гарної витяжки над плитою;
- на одному поверсі розташовується багато квартир. Отже, доведеться налагоджувати контакти з безліччю сусідів;
- немає можливості зробити перепланування.

Перераховані недоліки відносні. У більшості випадків частину з них вдається повністю виключити. Головне - підійти до придбання й облаштування житлової нерухомості максимально відповідально.

З основних категорій споживачів виділимо такі:

- люди, що не мають сім'ї, які не потребують просторої житлової площі. Інтерес із їх боку виправданий тим, що в цій ситуації не доведеться переплачувати за невживані квадратні метри;
- самотні батьки з дітьми, які бажають придбати недорого нерухомість. Для них таке рішення, зважаючи на обмеженість бюджету, виявляється оптимальним;
- особи, які бажають вкласти фінансові заощадження в нерухомість і здавати її в оренду для отримання прибутку. Уже доведено, що окупність smart нерухомості відбувається дуже швидко;
- молоді подружні пари, які не планують поки мати дітей. Вони можуть розглядати компактне житло, як тимчасове, з можливістю подальшого обміну на більш простору квартиру з доплатою.

Коло зацікавлених осіб досить широке. Це і визначає зростаючий попит на нерухомість.

Підіб'ємо підсумки по темі. Смарт-квартира - це житло площею 18-30 м², що не має внутрішніх перегородок. Воно являє собою велику кімнату, розділену на сектори: санвузол, кухонний простір, спальня. Розраховано на проживання 1-2 осіб і за правильного облаштування зможе забезпечити мешканцям бажаний комфорт. Вирішити питання з ремонтом не складе труднощів. Сучасний ринок переповнений пропозиціями, придатними для власників обмеженої кількості житлових квадратних метрів: компактні меблі-трансформери, мініатюрні джерела освітлення, невеликі кухонні гарнітури тощо.

Головна перевага нерухомості типу Smart - фінансова доступність. Купити таке житло простіше, ніж стандартну однокімнатну квартиру. Але й покуця може очікувати сюрприз. Згідно з Державними будівельними нормами України (ДБН В.2.2-15-2005) [4], однокімнатна квартира не може бути менша за 30м². При цьому в документі чітко позначена допустима мінімальна площа кожної з кімнат: житлова кімната – від 15м², кухня – від 7м², суміщений санвузол – від 3,8м².

Список літератури

1. В.Г. Топорков, К.В. Матіїва SMART-Квартири – сучасний тренд. Архітектурний вісник КНУБА: наук.-вироб. зб. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт.; відп. ред. П. М. Куліков.- Київ: КНУБА, 2018. - Вип. 14-15. - С. 153-157.
2. Многофункциональное пространство. Комфорт таун.: [електронний ресурс]. Режим доступу: http://comforttown.com.ua/smar_flat/#func.
3. 4 Сезони, яскравий житловий комплекс [електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.4sezona.com.ua/ua/kvartiry/>
4. ДБН В.2.2-15-2005 Будинки і споруди ЖИТЛОВІ БУДИНКИ. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ 45с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЩІЛЬНОСТІ БЕТОНУ НА ТЕПЛОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВУЗЛІВ ПРИМИКАННЯ ВІКОННИХ БЛОКІВ З ПВХ В МОНОЛІТНИХ СТІНАХ

Д.Б. Мартинов, *магістр гр. БІ-20МЗ*

С.О. Джирма, *доц., канд. техн. наук*

Центральноукраїнський національний технічний університет

Актуальність застосування монолітних технологій посилилася у зв'язку з введенням в 2001-2016 роках нових вимог по теплозбереженню захисних конструкцій будівель [1, 2, 3].

Основна перевага монолітного житлового будівництва, перш за все – це можливість створення вільних планувальних великих прольотами і необхідною висотою стелі. Ще один плюс даної технології – формування будь-яких криволінійних форм, які розширюють можливості архітекторів при створенні унікальних образів будівель.

Стіни, виконані за монолітною технологією, практично не мають швів, і відповідно не виникає проблем з герметизацією стиків. Це теж підвищує показники тепло- і звукопроникності. А у поєднанні з використанням ефективних утеплювачів дозволяє поліпшити режим експлуатації будинку в зимовий час, понизити масу і об'єм огорожувальних конструкцій (товщина стін і перекриттів істотно зменшується). В результаті монолітні будівлі виявляються на 15-20% легше цегляних. Крім того, завдяки своїм технологічним особливостям монолітні будинки стійкіші до дії несприятливих чинників навколишнього середовища, більш сейсмостійкі і довговічні. Нормативний термін експлуатації сучасних панельних будинків – 50 років, побудованих за монолітною технологією – не менше 200 років.

На сьогоднішній день енерго- і ресурсозбереження є головним напрямом сучасної технічної політики в області будівництва.

Виходячи з різних оцінок, основна кількість тепловтрат житлових і цивільних будівель припадає саме на світлопрозору частину фасаду та складає близько 30% усіх теплових втрат будівлі [4]. При цьому значна частина тепла втрачається через місця примикання вікон до стін і через укоси [4, 5].

Керамзитобетон (один з найбільш поширених видів легкого бетону) в якості матеріалу зовнішніх стін житлових будинків застосовується ще з радянських часів. Із керамзитобетону виготовлялись стінові блоки і панелі більшості серійних будинків 1960-х-2000-х років.

Керамзитобетон щільністю 800 кг/м^3 , має міцність 5,0-7,5 МПа, коефіцієнт теплопровідності $\lambda_0 = 0,2-0,21 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}$. Якщо порівнювати його з керамічною цеглою (щільність 1800 кг/м^3 , міцність 7,5-10 МПа, коефіцієнт теплопровідності $\lambda_0 = 0,56 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}$), найближчим родичем якої він є, то тепловий опір керамзитобетону в 1,5-2 рази вище ніж у цегли, міцність приблизно однакова, а вартість у 3-4 рази менша. Тому використання конструкційно-теплоізоляційних керамзитобетонів в якості зовнішніх самонесучих стін каркасно-монолітних будівель більш доцільно [6].

В якості несучих конструкцій колон, пілонів тощо, застосовується конструкційний керамзитобетон щільністю від 1100 до 1800 кг/м^3 , має високі показники міцності і довговічності.

В роботах [6, 7] досліджено вузол примикання віконного блоку з ПВХ до зовнішньої монолітної стіни виконаної з керамзитобетону щільністю 800 кг/м^3 , товщиною 510 мм для кліматичних умов міста Кропивницький. Встановлено, що без додаткового утеплення керамзитобетонної стіни вузол примикання вікна не відповідає нормативним критеріям та вимогам до теплової надійності вузлів стін житлових і громадських будівель [2].

Використання зовнішнього утеплення і зміщення вікна в товщі стіни в зону позитивних температур дозволило вирішити проблему промерзання вузлів примикання вікон з ПВХ до монолітних стін з керамзитобетону щільністю 800 кг/м^3 .

Дослідження вузлів примикання вікон до зовнішніх стін виконаних з керамзитобетону виконувалися за допомогою програмного комплексу THERM, кліматичні умови приймалися для міста Кропивницький відповідно [8]: температура довкілля -22°C (розрахункова температура зовнішнього повітря); температура в приміщенні $+20^{\circ}\text{C}$ [2]; відносна вологість повітря 50%.

Проведений аналіз температурних полів показує, що, при застосуванні керамзитобетону щільністю 500, 600, 800, 1000 кг/м^3 з додатковим утепленням, вікно знаходиться в зоні додатних температур і ізотерма 10°C знаходиться в конструкції стіни це виключає утворення конденсату і промерзання.

Керамзитобетони зі щільністю 800 і 1000 кг/м^3 за призначенням відносяться до конструктивно-теплоізоляційних і застосовують в основному для одношарових стінових панелей, стінових блоків тощо, так як мають міцність при стисканні $35\text{--}100\text{ кг/см}^2$ [9]. Згідно виконаних досліджень рекомендовано приймати з умов гарної теплоізоляції і несучої здатності для зовнішніх стін монолітних житлових будівель.

Подальші дослідження показали, що теплотехнічні властивості керамзитобетонної монолітної стіни знижуються зі збільшенням щільності керамзитобетону, що в свою чергу погіршує умови експлуатації вузлів примикання вікон до зовнішніх стін і вони не відповідають нормативним критеріям.

В подальших дослідженнях планується встановити вплив товщини утеплення і зміщення віконного блоку в товщі керамзитобетонних стін щільністю 1200, 1400, 1600, 1800 кг/м^3 на теплотехнічні властивості вузлів примикання вікон до зовнішніх стін і запропонувати конструктивні рішення які дозволять ефективно використовувати конструктивні керамзитобетони не знижуючи теплотехнічних показників вузлів примикання.

Список літератури

1. В.М. Бондаренко, В.Р. Хлевчук, Ю.А. Матросов, И.Н. Бутовский и др. О нормативных требованиях к тепловой защите зданий // БСТ. - 2001. - №11. - С. 15
2. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016. - К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господ. України, 2013. - 30 с. (Державні будівельні норми України).
3. Настанова з виконання термомодернізації житлових будинків: ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014. - К.: Мінрегіон України, 2014. - 67 с. (Національний стандарт України).
4. Вплив положення віконних блоків по товщині стіни на теплотехнічні характеристики вузла їх примикання / В. А. Пашинський, В. А. Настоящий, С. О. Джирма та ін. // Sciences of Europe. - Praha : Global Science Center LP, 2017. - Vol 3, № 21. - С. 8-13.
5. Правиленко Н.М., Джирма С.О. Зниження тепловтрат будівель шляхом застосування енергоефективних проектних і технологічних рішень вузлів примикання сучасних світлопрозорих огорожуючих конструкцій / Правиленко Н.М., Джирма С.О. // Збірник праць молодих науковців КНТУ. - Вип. 3. - Кіровоград: КНТУ, 2014. - С. 510-513.
6. Ружич, Р. А. Дослідження теплових характеристик вузлів примикання віконних блоків з ПВХ в монолітних стінах / Н. А. Ружич, С. О. Джирма // Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп’ютерних технологій : VI Всеукраїн. студ. наук.-практ. семінар, 25-26 жовтня 2018 р., м. Кропивницький : зб. матеріалів / М-во освіти і науки Укр., Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький : ЦНТУ, 2018. - С. 129-133.
7. Сулима, О.Ю. Удосконалення вузлів примикання віконних блоків в монолітних стінах житлових і громадських будівель / О.Ю. Сулима, С.О. Джирма // Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп’ютерних технологій : I Всеукраїн. студ. наук.-практ. конференція, 29-30 жовтня 2019 р., м. Кропивницький : зб. матеріалів / М-во освіти і науки Укр., Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький: ЦНТУ, 2019. - С. 64-68.
8. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1 – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011. – 131 с. (Національний стандарт України).
9. Керш В.Я. Енергоефективні матеріали для огорожувальних конструкцій будівель та споруд /В.Я.Керш // Навч. пос. – Одеса: Астропринт, 2007. – 31 с.

ТЕХНОЛОГІЯ УЛАШТУВАННЯ ПРИМИКАННЯ ВІКОННИХ БЛОКІВ ДО ЗОВНІШНІХ СТІН БУДІВЕЛЬ

О.О. Руденко, магістр гр. БІ-20М

І.С. Найдьонов, магістр гр. БІ-20М

С.О. Джирма, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Забезпечення нормативного рівня теплової надійності огорожувальних конструкцій будівель є визначальним фактором економії енергоресурсів та комфортного перебування в приміщеннях. Найбільші проблеми виникають у вузлах, де можуть бути містки холоду, що обумовлюють підвищені енерговитрати на опалення, дискомфорт і порушення нормальної експлуатації будівель [1].

Тепловтрати через окремі зовнішні елементи будинку розрізнені і багато в чому залежать від теплоізоляційних якостей окремих конструкцій, а також їх розмірів (рис. 1).



Рисунок 1 – Втрати тепла в будинках у відсотках.

Світлопрозорі огорожуючі конструкції мають термічний опір у 2-3 рази менший в порівнянні з глухими ділянками зовнішніх стін [2], тому через вікна втрачається значна кількість теплоти до 20-30% всіх тепловтрат будинку.

Досвід експлуатації показує, що найбільш проблемними вузлами є примикання світлопрозорих конструкцій до стін, де можуть спостерігатися теплові відмови у формі випадання конденсату і як наслідок їх промерзання [3]. Тому для створення в приміщенні сприятливого мікроклімату, зменшення витрати палива і зниження тепловтрат необхідно особливу увагу звернути на вузли примикання вікна до стіни і конструкцію внутрішніх відкосів.

Підвищити температуру відкосу можна за рахунок зміщення віконного блоку всередину будівлі. Ця ідея була висловлена та підтверджена розрахунками в роботах [4, 5]. В роботі [5] отримана залежність температури в критичній точці внутрішнього відкосу від

положення металопластикового віконного блоку в цегляній стіні товщиною 510 мм при розрахунковій температурі зовнішнього повітря для м. Кропивницький. Показано, що при установці вікна впритул до четверті температура на поверхні внутрішнього відкосу становить близько $+8^{\circ}\text{C}$, що призводить до утворення конденсату. Зміщення віконного блоку всередину будівлі істотно підвищує температуру в критичній точці відкосу. Було встановлено оптимальне положення вікна, це середина стіни (відстань від зовнішньої поверхні стіни складає 220 мм). При такому розташуванні вікна мінімальна температура в зоні примикання віконної коробки до стіни складає $10,5^{\circ}\text{C}$, що перевищує точку роси і гарантує відсутність умов для утворення конденсату на поверхні вузла примикання [5].

Однак, зміщення вікна в бік приміщення зменшує рівень освітленості помешкання і зменшує розміри підвіконня, що в свою чергу негативно впливає на інтер'єр приміщення, змінює вигляд фасаду, потребує додаткових витрат на улаштування зовнішнього утеплення відкосу або наявності широкої додаткової віконної коробки. Даний спосіб зниження тепловтрат в суцільних цегляних стінах має обмежену галузь застосування, тільки для термомодернізації будівель.

При новому будівництві слід враховувати рекомендації положення вікна в товщі стіни, а також теплотехнічні властивості вузлів примикань і відкосів.

Найдешевший спосіб виконання відкосів з штукатурки. Штукатурка наноситься в декілька шарів, кожен наступний шар наноситься після того, як висохне попередній. Обштукатурювання займає близько 2-5 днів. Недоліки такого способу очевидні: будь-яке порушення технології приводить до розтріскування поверхні, не дає гарних показників тепло- та шумоізоляції, недовговічність. Такі відкоси отримали назву "холодних".

Раніше, та і зараз недбайливі монтажники встановлюють вікна лише на одну монтажну піну, в найкращому випадку захистивши її зовні і з середини приміщення штукатурним розчином (рис. 2). Термін служби такого монтажу не перевищує 3 років. Вікна ми змінюємо, як правило, один раз, і тому потрібно подумати про монтаж, який гарантує термін служби монтажного шва не менше 20 років а також його правильну роботу і як наслідок комфортний клімат в приміщенні.

Аналіз вузла примикання віконного блоку до стіни (рис. 2) показує, що такий вузол примикання і улаштування відкосів з штукатурного розчину, не задовольняє теплотехнічним показникам, так як температура у внутрішньому куті складає $8,1^{\circ}\text{C}$.

Дослідження в роботі проводились за допомогою програми THERM, яка є у вільному доступі на сайті Національної лабораторії Лоуренса Берклі (windows.lbl.gov) для суцільних цегляних стін товщиною 510 мм.

Вузол примикання зображений на (рис. 2) не створить комфортних умов в приміщенні, так як він не здатен забезпечити відвід пароподібної вологи назовні. Зміна геометричних розмірів вікна під впливом температур створить щілини в місцях примикання штукатурного розчину до віконної рами. І як наслідок з часом волога через нещільності прилягання захисного шару з штукатурки, як ззовні та і зсередини буде потрапляти до внутрішнього утеплення.

Такий вузол не здатен задовольняти вимогам, водо- і повітронепроникності, пароізоляції, звукоізоляції, мати достатню хімічну стійкість, а також забезпечувати конструктивну рухливість без руйнування системи ізоляції.

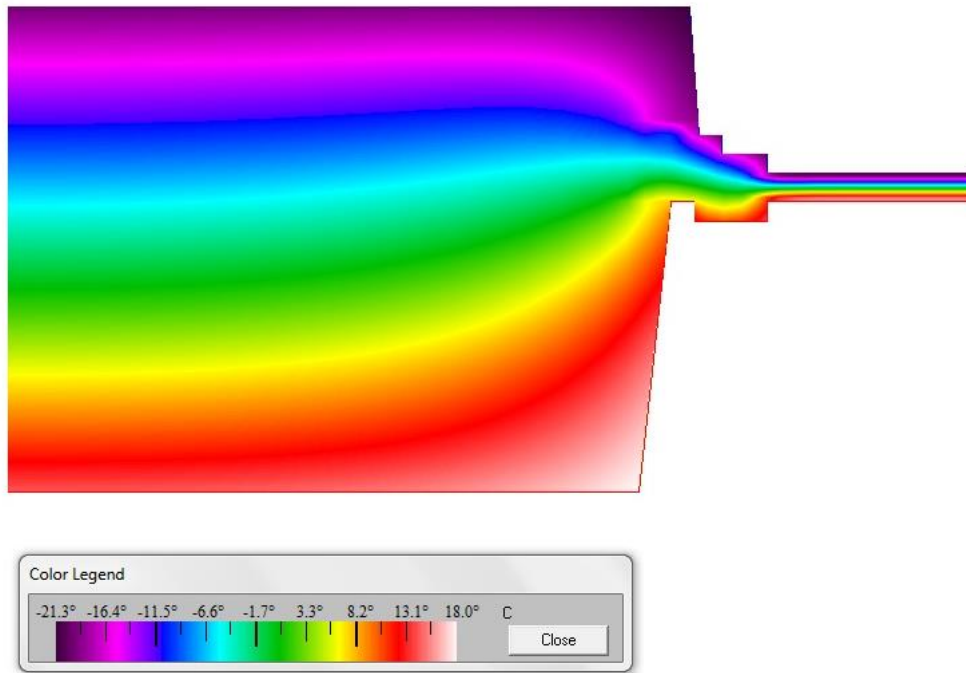
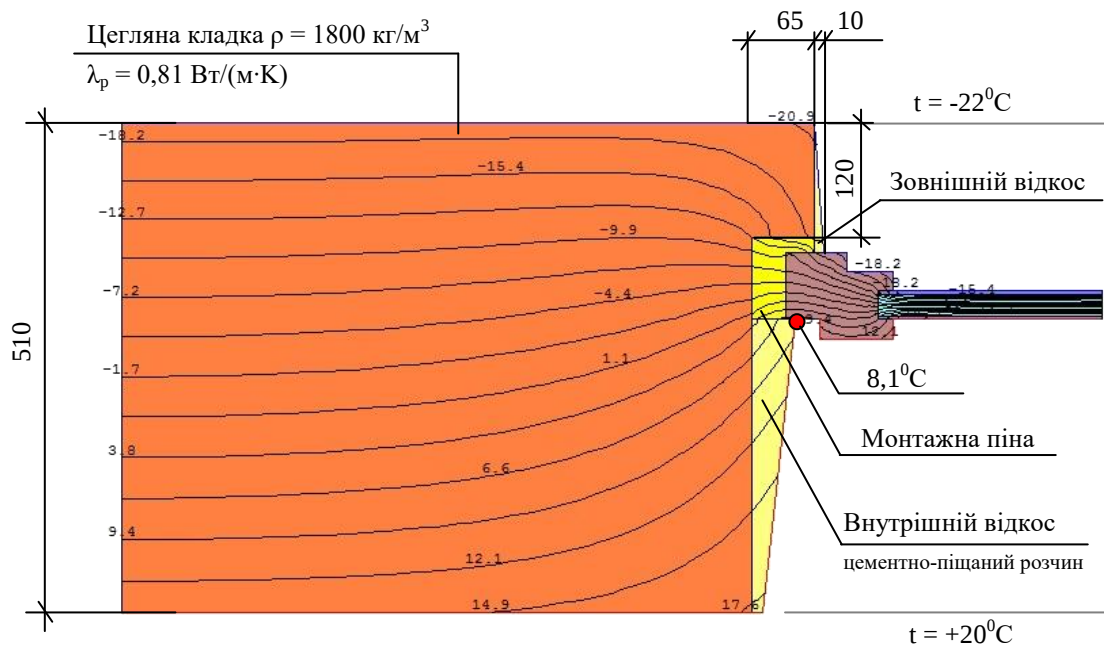


Рисунок 2 – Дослідження примикання вікна до зовнішньої стіни з використання в якості утеплювача піни і захисним шаром з штукатурного розчину.

Як приклад розглянемо три варіанти виконання стандартного примикання віконної рами до одношарової стіни за умови розташування вікна в зоні плюсових температур (виключається небезпека утворення конденсату на поверхні відкосу і профілю) (рис. 3). Граничні кліматичні умови однакові.

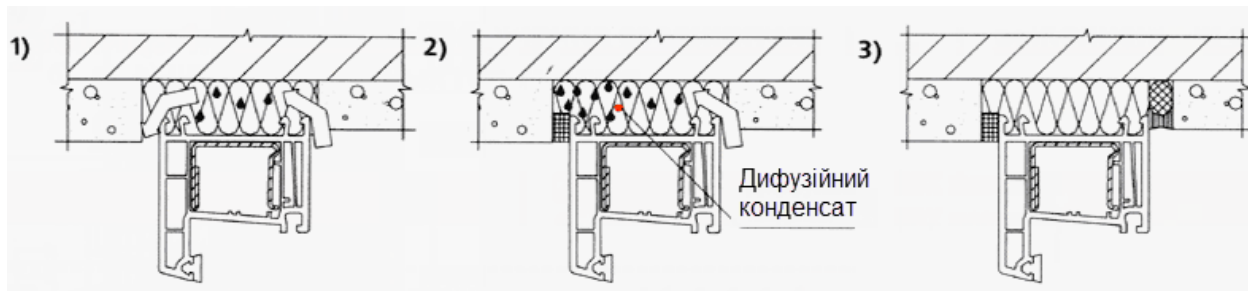


Рисунок 3 – Приклади облаштування ізоляції монтажного шва.

У першому випадку з усієї системи ізоляції монтажного шва примикання є тільки теплоізолююче заповнення. При відкритому доступі повітря з приміщення в шві неминуче накопичується волога і утворюється конденсат, який перетворюється на лід після проходження через нульову ізотеру. До цього ще додається волога, проникаюча з вулиці у вигляді атмосферних опадів, і пряма дія сонячної радіації.

У другому випадку забезпечений захист від дощу і снігу, виконана теплоізоляція, але не закрита поверхня ізоляції з боку приміщення, що призводить до утворення конденсату, який, в результаті відсутності прямого виходу назовні, рясно скупчується поблизу зовнішньої межі шва.

У третьому випадку система ізоляції включає внутрішній ізоляційний шар, заповнювач монтажного шва і зовнішній ізоляційний шар.

Зовнішній ізоляційний шар забезпечує захист від атмосферних опадів, сонячної радіації і вітру. Заповнення монтажного шва забезпечує необхідні теплотахисні якості (термічний опір), достатні для того, щоб виключити локальне промерзання конструкції, по монтажному шву. Внутрішній ізоляційний шар забезпечує необхідний рівень звукоізоляції і запобігає дифузії вологи через монтажний шов (з приміщення – назовні).

Матеріалом для зовнішньої ізоляції служать гідроізоляційні паропроникні стрічки, так звана попередньо стисла стрічка ущільнювача (ПСУС). Принцип роботи ПСУС оснований на саморозширенні стрічки в шві, що забезпечує постійний тиск на прилеглий поверхні. Матеріалами для внутрішньої пароізоляції служать аерозольні герметики спільно з формотворним матеріалом, ізоляційні стрічки. Матеріалом для заповнення монтажного шва є монтажна піна – аерозольний однокомпонентний поліуретановий герметик.

Відповідно до проведеного аналізу вимог до конструкції монтажного шва і матеріалів, що використовуються запропонована конструкція примикання вікна до зовнішньої стіни (рис. 4) і виконано дослідження в програмному комплексі THERM.

В якості зовнішньої ізоляції монтажного шва запропонована попередньо стисла стрічка ущільнювача – ПСУС. Характеризується стійкістю до дії природних чинників, придатна для ущільнення стиків з нерівними поверхнями, сумісна з усіма матеріалами і профілями. Має стійкість до дощу і вітру, при цьому шов, виконаний із стрічки, забезпечує фільтрацію пари води. Матеріалом для заповнення монтажного шва є монтажна піна. Для внутрішньої ізоляції використано акрилатний будівельний герметик (мастика).

Відкос виконано з трьохшарових сендвіч-панелей товщиною 10 мм, з заповненням утеплювачем ROCKWOOL (ІЗОБЕР) (рис. 4).

Висновки.

З виконаних досліджень видно, що запропонована конструкція вузла дозволяє досягти більш оптимальних умов за теплотехнічними показниками, температура у внутрішньому куті підвищилась до $9,5^{\circ}\text{C}$. Також дана конструкція шва буде задовольняти всім вимогам до монтажних швів, не буде накопичувати вологу і сприятиме створенню комфортних умов у приміщенні.

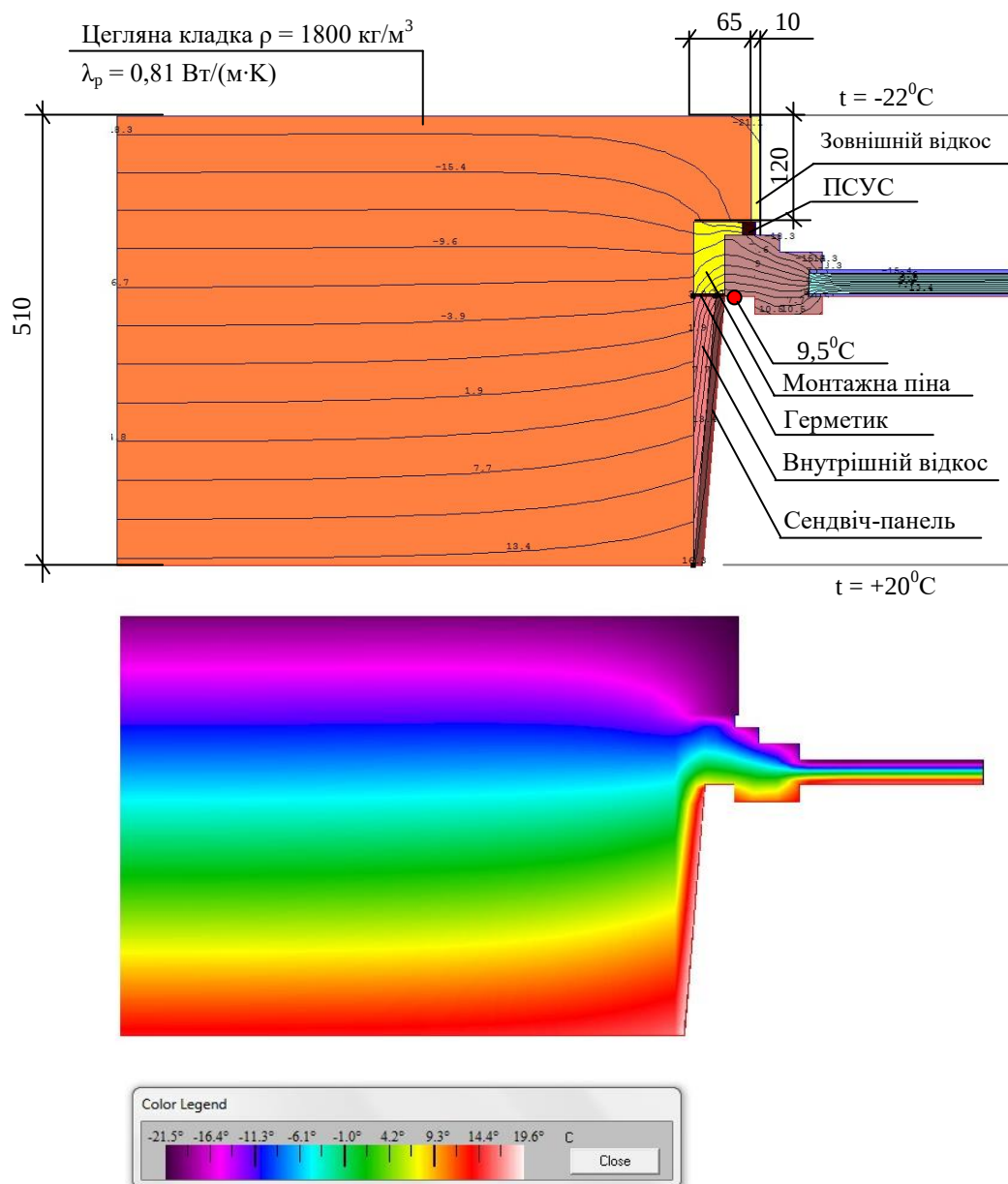


Рисунок 4 – Дослідження примикання металопластикового вікна до зовнішньої стіни з улаштування внутрішньої і зовнішньої ізоляції, з шаром утеплювача і з теплим відкосом.

Список літератури

1. Карпюк А.М. Критерії теплової надійності вузлів примикання віконних блоків / А.М. Карпюк, В.В. Ільченко, Р.А. Міщенко // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. - 2016. - Вип. 61. - С. 147-153. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vodaba_2016_61_25.
2. Борискина, И.Г. Проектирование современных оконных систем гражданских зданий / И.Г. Борискина, А.А. Плотников, А.В. Захаров – К.: Изд. Домашевская О.А., 2005. – 320 с.
3. Лісняк, Н.Ю. Дослідження місця розташування віконних блоків в трьохшарових цегляних стінах житлових та громадських будівель / Н.Ю. Лісняк, С.О. Джирма // Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп'ютерних технологій : І Всеукраїн. студ. наук.-практ. конференція, 29-30 жовтня 2019 р., м. Кропивницький: зб. матеріалів / М-во освіти і науки Укр., Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький: ЦНТУ, 2019. - С. 58-63.
4. Kariuk A., Rubel V., Pashynskiy V., Dzhyrma S. (2020) Improvement of Residential Buildings Walls Operation Thermal Mode. In: Onyshchenko V., Mammadova G., Sivitska S., Gasimov A. (eds) Proceedings of the 2nd International Conference on Building Innovations. ICBI 2019. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 73. Springer, Cham. Pages 75-81.
5. Вплив положення віконних блоків по товщині стіни на теплотехнічні характеристики вузла їх примикання / В. А. Пашинський, В. А. Настоящий, С. О. Джирма та ін. // Sciences of Europe. - Praha : Global Science Center LP, 2017. - Vol 3, № 21. - С. 8-13.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛУВУ ЗОВНІШНЬОГО УТЕПЛЕННЯ НА ЗОНУ ПРИМИКАННЯ ВІКОННИХ БЛОКІВ В ЦЕГЛЯНИХ СТІНАХ ЖИТЛОВИХ І ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

О.О. Руденко, *магістр гр. БІ-20М*

Д.О. Сакун, *магістр гр. БІ-20МЗ*

С.О. Джирма, *доц., канд. техн. наук*

Центральноукраїнський національний технічний університет

Утеплення будинків в поєднанні з комплексом інших заходів дозволяє знизити енергоспоживання і тим самим підвищити енергоефективність будівель, що на сьогоднішній день є важливим напрямком в розвитку економіки нашої держави. Це не тільки фасадне утеплення, це і інші енергоефективні рішення, наприклад заміна вікон, установка сучасного та модернізація існуючого опалювального обладнання.

По даним експертів "Агентства Індустріального Маркетингу" при порівнянні затрат направлених населенням на підвищення енергоефективності своїх осель, найбільшу частину складають вікна 57,3% від загальної суми інвестицій [1]. Для порівняння – утеплення фасадів складає 32,4%, останні 10,3% витрачаються на опалювальне обладнання. Таке співвідношення зберігається з року в рік і змінюється лише на декілька відсотків [1].

Через віконні прорізи втрачається до 25-30% тепла від загальних тепловтрат в житлових і цивільних будівлях. При цьому значна його частина йде через місця примикання вікон до стін і через відкоси [2].

В роботі [3] доведено, що вагоме значення на теплотехнічні показники вузлів примикання вікон має розташування вікна в товщі стіни. Визначено оптимальне положення вікна в товщі суцільних цегляних стін товщиною 510 мм. Це середина стіни (відстань від зовнішньої поверхні стіни складає 220 мм). При такому розташуванні вікна мінімальна температура в зоні примикання віконної коробки до стіни складає 10,5⁰С, що перевищує точку роси і гарантує відсутність умов для утворення конденсату на поверхні вузла примикання [3].

Даний спосіб зниження тепловтрат цегляних стінах має обмежену галузь застосування. При новому будівництві стіни даної конструкції для нового будівництва не застосовуються, так як вони не відповідають нормативному опору теплопередачі огорожувальних конструкцій відповідно [4]. Зміщення вікна в бік приміщення зменшує рівень освітленості помешкання, зменшує розміри підвіконня, що в свою чергу негативно впливає на інтер'єр приміщення, змінює вигляд фасаду, потребує додаткових витрат на улаштування зовнішнього утеплення відкосу.

При традиційному розташуванні вікна відразу за чвертю температура на поверхні внутрішнього відкосу становить близько +8⁰С [3], що призводить до утворення конденсату і в ряді випадків може призвести до промерзання в критичній точці відкосу.

Щоб запобігти промерзанню відкосу не зміщуючи вікно в товщу стіни одним із варіантів є додаткове утеплення стіни і зовнішнього відкосу [5]. Зовнішнє утеплення перешкоджає інтенсивному відтоку тепла через відкос віконного отвору по мінімально можливому шляху і підвищує теплотехнічні властивості самої стіни.

Для виконання зовнішнього утеплення запропоновано спосіб "мокре" утеплення фасадів, або утеплення зовнішніх стін з облицюванням тонкошаровою штукатуркою (рис. 1).

Перевагою цього варіанту є те, що зберігається традиційне розташування вікна зразу за чвертю при незмінних габаритах внутрішньої віконної ніші і підвіконня.

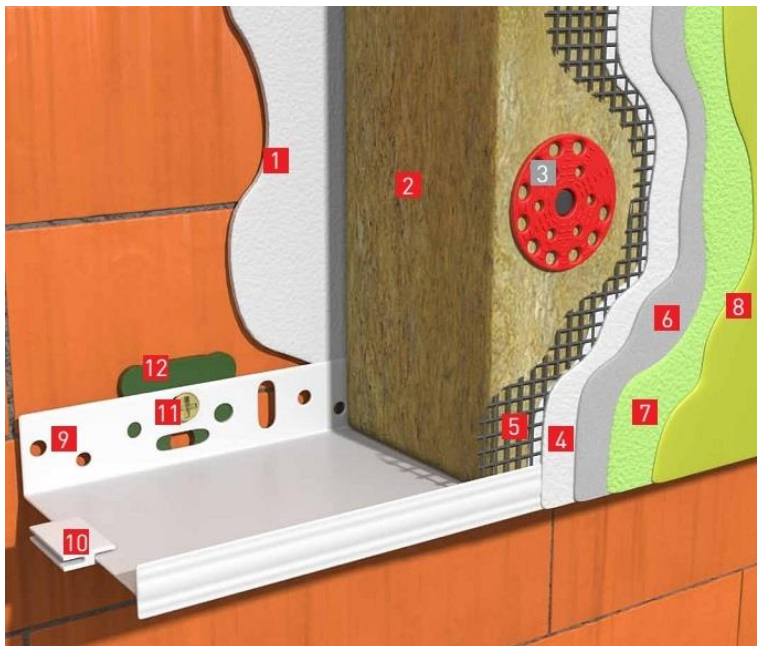


Рисунок 1 – Конструкція фасадної системи утеплення зовнішніх стін з облицюванням тонкошаровою штукатуркою: 1 – клейовий шар; 2 – теплоізоляційні плити; 3 – фасадний дюбель; 4 – гідрозахисний шар (спеціальна шпаклівка або клей); 5 – скловолоконна армувальна сітка; 6 – ґрунтовочний шар; 7 – декоративна мінеральна штукатурка; 8 – фасадна силіконова фарба; 9 – цокольний профіль; 10 – елемент стикування; 11 – цокольний дюбель; 12 – компенсатор нерівності.

Товщина зовнішньої стіни прийнятої в дослідженнях складає 510 мм (дві цеглини).

Для утеплення та подальших розрахунків було обрано плити з кам'яної вати FASROCK фірми ROCKWOOL, що широко застосовуються на ринку для утеплення зовнішніх стін з облицюванням тонкошаровою штукатуркою. Густина цих плит дорівнює 135 кг/м^3 , теплопровідність в сухому стані при температурі $+25 \pm 5^\circ\text{C}$ дорівнює $0,039 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$. Товщина утеплення, відповідно виконаного теплотехнічного розрахунку стіни для м. Кропивницький, складає 100 мм.

Дослідження виконуються за допомогою програмного комплексу THERM.

Кліматичні умови прийняті для міста Кропивницький відповідно [6]: температура довкілля -22°C (розрахункова температура зовнішнього повітря); температура в приміщенні $+20^\circ\text{C}$; відносна вологість повітря 55%.

Віконний блок з ПВХ із товщиною коробки 70 мм, розташований відразу за чвертю, відстань від зовнішньої поверхні стіни складає 120 мм (рис. 2).

Аналіз результатів показав, що в цегляній стіні з шаром утеплювача зміщувати вікно в зону додатних температур не має потреби, так як шар утеплювача створює гарні температурні умови внутрішнього відкосу. Температури отримані в результаті дослідження $10,8^\circ\text{C}$ перевищують точку роси, що виключає можливість утворення конденсату виключає промерзання відкосу і зменшує тепловтрати.

Дане рішення може застосовуватись в існуючих будівлях з цегляними стінами при їх термомодернізації, при заміні дерев'яних вікон на вікна з ПВХ, а також при новому будівництві при зведенні зовнішніх цегляних стін з фасадним утепленням, так як вони відповідають нормативному опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.

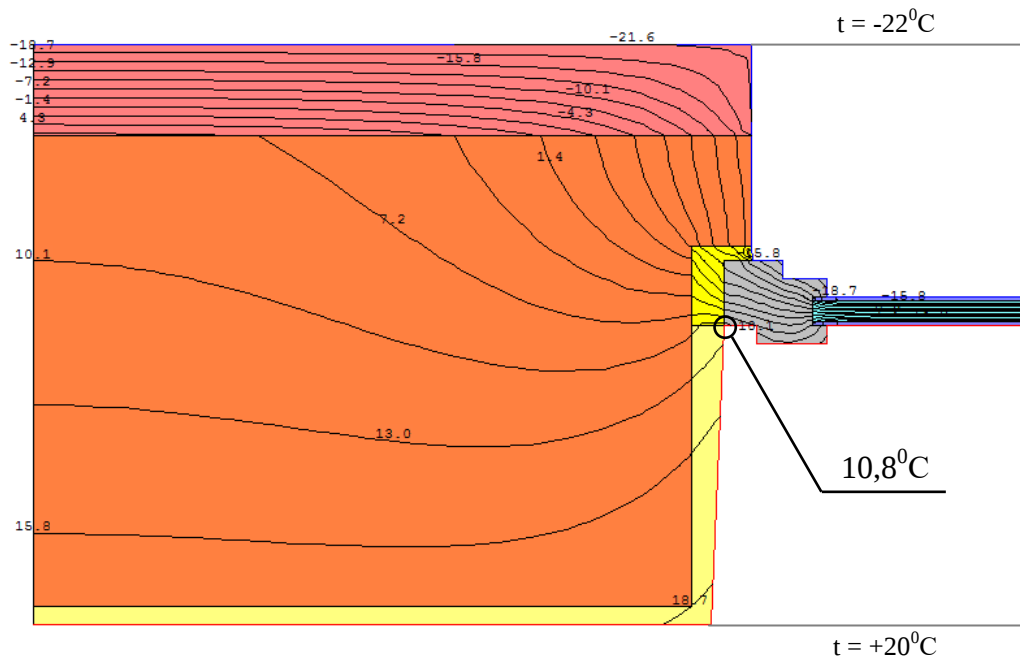


Рисунок 2 – Розподілення температур (ізотерм) в зоні примикання віконного блоку з ПВХ до одношарової суцільної цегляної стіни (з шаром зовнішнього утеплення).

Список літератури

1. Бондаренко С. Отечественный рынок теплоизоляции. Капстроительство. 2016. №7-8. URL: <http://kapstroy.kiev.ua/wp-content/uploads/2017/10/KS-07-08-2016.pdf>. (дата звернення: 15.10.2021).
2. Тукало, О. С. Дослідження впливу положення вікон з ПВХ в товщі стін на тепловтрати існуючих житлових будівель вторинного ринку нерухомості в м. Кіровоград / О. С. Тукало, С. О. Джирма // Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп'ютерних технологій : IV Всеукраїн. студ. наук.-практ. семінар : зб. тез доп. / М-во освіти і науки Укр., Кіровоград. нац. техн. ун-т. - Кіровоград : КНТУ, 2016. - С. 59-66.
3. Вплив положення віконних блоків по товщині стіни на теплотехнічні характеристики вузла їх примикання / В. А. Пашинський, В. А. Настоящий, С. О. Джирма та ін. // Sciences of Europe. - Praha: Global Science Center LP, 2017. - Vol 3, № 21. - С. 8-13.
4. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6.-31:2016 – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. – 30 с. (Державні будівельні норми України).
5. Моцюк, М.Ф. Критерії теплової надійності стін житлових будівель та електронна база кліматичних даних для їх аналізу / М.Ф. Моцюк // Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп'ютерних технологій : III Всеукраїн. студ. наук.-практ. семінар : зб. тез доп. - Кіровоград : КНТУ, 2015. - С. 16-19.
6. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1 – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011. – 131 с. (Національний стандарт України).

ПОШКОДЖЕННЯ БЕТОННИХ І ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА ЇХ ПРИЧИНИ

Д.О. Сакун, *магістр гр. БІ-20МЗ*

С.О. Джирма, *доц., канд. техн. наук*

Центральноукраїнський національний технічний університет

Такі властивості бетону, як довговічність і економічність сприяли тому, що він став найбільш поширеним матеріалом при будівництві будівель у всьому світі. Так, наприклад, обсяги виробництва залізобетонних конструкцій досягали в 80-і роки в колишньому СРСР 250 млн. м³ на рік [1, 2].

Питанням захисту і ремонту конструкцій з бетону та залізобетону в минулому приділялося дуже мало уваги. Це було пов'язано з відносно низькою вартістю матеріалів в той час і масивністю залізобетонних конструкцій, розрахованих з великим запасом.

Помилки при проектуванні і виконанні бетонування в сумі з механічними, фізичними і хімічними впливами призводять до великої кількості різних пошкоджень бетону, що має негативні наслідки. Тому дуже часто виникає необхідність в усуненні помилок і недоліків у вже зведених будинках, виконаних із залізобетону.

Це пояснюється цілим рядом причин, основні з яких наступні:

- виробництво неякісних залізобетонних конструкцій, що мають дефекти;
- порушення технічних правил і умов монтажу конструкцій;
- незадовільна експлуатація будівель і споруд, виконаних із залізобетону;
- відсутність ізоляції огорожувальних залізобетонних конструкцій від агресивних впливів зовнішнього середовища;
- довготривале зберігання готових залізобетонних конструкцій під відкритим небом перед їх монтажем.

Процес руйнування залізобетонних конструкцій дуже складний і залежить від багатьох факторів. Наприклад руйнування бетонного захисного шару і як наслідок подальша корозія арматури можуть істотно знизити довговічність залізобетонних конструкцій.

Причиною руйнування є вплив на залізобетонну конструкцію фізичних і хімічних чинників.

До фізичних впливів на залізобетон відносяться: зовнішні статичні і динамічні навантаження, високі і низькі температури, а також їх перепади, внутрішні і зовнішні напруги.

До хімічних впливів на залізобетон відносяться: зміна вологості навколишнього середовища, корозія арматурної сталі, вплив на бетон кислот, лугів, розчинів солей, тощо.

Руйнівні дії на залізобетон можуть діяти в самих різних комбінаціях. Наприклад, зовнішні погодні фактори можуть викликати напруження в конструкції різної величини за рахунок перепадів температури, впливу води, дії ультрафіолетового опромінення і привести до появи тріщин, що, в свою чергу, призведе до корозії арматури (рис. 1).

Бетон і залізобетон є міцними і довговічними матеріалами, однак, внаслідок несприятливих умов навколишнього середовища вони можуть відносно швидко зруйнуватися.

Основні причини, що призводять до виникнення дефектів в бетоні: застосування неякісних вихідних матеріалів, розшаруванням бетонної суміші при укладанні її в конструкції, переармування конструкцій, незадовільне ущільнення бетонної суміші, неправильний догляд за укладеним бетоном.

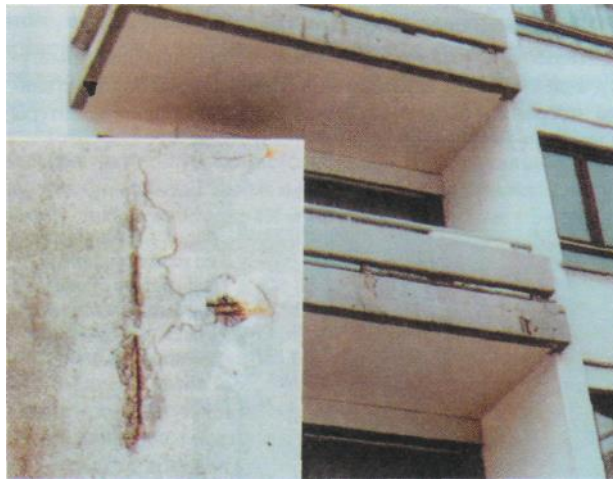


Рисунок 1 - Характерні пошкодження збірних залізобетонних конструкцій будівель і споруд.

Зустрічаються і такі дефекти, як порушення проектних розмірів конструкції, відхилення в армуванні, невідповідність арматури, марок бетону, товщини захисного шару арматури проекту, потрапляння в бетон сторонніх включень. Негативно на бетон впливає агресивне середовище, а також різного роду механічні пошкодження.

До найбільш поширеного виду дефектів в залізобетонних конструкціях відносяться глибинні і поверхневі тріщини, раковини, порожнечі, каверни, прошарки слабого і неоднорідного бетону, оголення і корозія арматури, які значно знижують міцність конструкції (рис. 2).



Рисунок 2 - Корозія арматури в наслідок недопустимо тонкого захисного шару бетону.

Таким чином можна виділити основні причини руйнування бетонних і залізобетонних конструкцій:

- фізичне (механічне) руйнування або фізична корозія бетону;
- хімічна корозія бетону;
- фізико-хімічна корозія бетону.

Фізичне (механічне) руйнування бетонних конструкцій відбувається в результаті заморожування і відтавання в них води, дії пролитих на бетон масел, емульсій і мастил, кристалізації солей при зволоженні конструкцій мінералізованими водами і подальшого випаровування води з вільної їх поверхні, а також з-за динамічних і статичних зовнішніх навантажень в процесі експлуатації конструкції.

Хімічна корозія бетону відбувається при дії на нього агресивного середовища (рис. 3) - кислот, солей і лугів, що вступають в реакцію з складовими цементного каменю, в результаті чого утворюються добре розчинні солі.

Руйнування конструкцій кислотами і кислими газами найбільш часто відбувається на промислових підприємствах, в сховищах кислот, в лабораторіях тощо.



Рисунок 3 - Приклад хімічної корозії бетону: сульфатне розбухання.

Сірчані сполуки в бетоні каналів каналізації призводять до роз'їдання структури бетону і як наслідок - зменшення поперечного перерізу бетонної конструкції.

Інтенсивність руйнування конструкції залежить від швидкості фільтрації води через неї: якщо вода на внутрішній поверхні випаровується, то розчинені солі ущільнюють конструкцію, якщо ж швидкість фільтрації більше швидкості випаровування води на поверхні, вона не встигає випаруватися і вимиває розчинені солі, в результаті чого конструкція руйнується.

Запобігання хімічної корозії полягає в ізоляції конструкцій, зниженні агресивного впливу середовища.

Фізико-хімічна корозія бетону спричиняється фільтрацією крізь товщу бетону м'якої води, що вимиває його складові частини, особливо гідрат окису кальцію – гашене вапно. Цей процес, що носить назву вилуговування вапна, досить небезпечний для бетону, оскільки вапно є складовою майже всіх цементів.

Ознакою корозії такого виду є білий наліт на поверхні конструкції в місці виходу води. Це і послужило підставою назвати даний вид корозії "білою смертю" бетону.

Наліт - це випавші в осадок розчинені в бетоні солі, зокрема, гідрат окису кальцію і карбонат кальцію. При цьому гідрат окису кальцію під впливом вуглекислого газу з навколишнього середовища перетворюється в карбонат кальцію, який веде до втрати бетоном його захисних властивостей: арматура піддається впливу агресивного середовища. В результаті на поверхні бетону утворюються тонкі тріщини, які згодом можуть привести до відшарування бетону.

Для запобігання фізико-хімічної корозії рекомендується виконання ізоляції споруд від агресивних вод, що містять сульфати, а також їх відведення, зниження концентрації солей.

Список літератури

1. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции: Общий курс. Москва: Сройиздат, 1991. 767 с.
2. Будівельні конструкції: навчальний посібник / Є.В. Клименко та ін. Київ: Центр учбової літератури, 2012. 426 с.
3. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-98:2009 – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011. – 69 с. (Державні будівельні норми України).

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ЦЕМЕНТУ ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ

В.М. Остапчук, ст. гр. БІ-20М,
Центральноукраїнський національний технічний університет

Розвиток будівельного виробництва обумовлює необхідність створення ефективних високоякісних матеріалів, застосування яких є економічно доцільним і дозволяє скоротити енергетичні витрати й витрати сировинних ресурсів. При цьому необхідно максимальне використання потенційних можливостей портландцементу, оскільки залізобетонні конструкції й бетонні вироби є основою сучасного будівництва.

Цемент задовольняє вимогам діючих стандартів при дотриманні правил його зберігання й транспортування: протягом 45 діб для швидкотвердіючих і 60 діб для інших його видів, за умови поставки цементу в тарі. Тривале зберігання цементу, навіть при самих сприятливих умовах, приводить до втрати його активності. Разом з тим вимушене зберігання цементу неминуче, насамперед у районах із суворими кліматичними умовами.

Невідповідність фактичної й заявленої марки цементу, порушення правил його транспортування й зберігання негативним образом впливають на якість і собівартість цементних матеріалів (різних видів бетону, розчинних і сухих сумішей).

Необхідне поліпшення експлуатаційних характеристик цементних матеріалів, таких як міцність, морозостійкість, корозійна стійкість і, в остаточному підсумку, довговічність, у тому числі при використанні цементу, що зберігався тривалий час, включаючи зберігання у вологих умовах.

Для досягнення цього доцільне дослідження впливу мінеральних добавок і розчинів електролітів на властивості, що довгостроково зберігалися цементу й клінкера після його здрібнювання, що може забезпечити підвищення експлуатаційних властивостей цементних матеріалів.

Наукова новизна роботи полягає у встановленні особливостей зміни структури й властивостей цементних матеріалів, виготовлених на основі портландцементу або клінкера, що підлягли тривалому зберіганню; визначенні методів підвищення експлуатаційних властивостей таких матеріалів, у тому числі виготовлених з довгострокового зберігання портландцементу й клінкера в суворих кліматичних умовах. При цьому встановлене наступне:

1. На прикладі портландцементу ПЦ 400 Д-20 показано, що після тривалого зберігання протягом 4 і 12 місяців у вологих умовах підвищується його водонеобхідність, подовжуються строки схоплювання, міцність цементного каменю при стиску знижується після 12 місяців зберігання на 60 %.

2. Після тривалого зберігання у вологих умовах портландцементного клінкера (у гранулах з розмірами 5 – 20 мм) водонеобхідність його після здрібнювання зростає на 30 – 35 %, строки схоплювання скорочуються. Оптимальна добавка двуводного гіпсу при здрібнюванні такого клінкера становить 5 % мас. Міцність цементного каменю, виготовленого з такого клінкера, знижується на 25 – 30 % у порівнянні з вихідними значеннями.

3. Для підвищення експлуатаційних властивостей цементних матеріалів доцільно використовувати дисперсні мінеральні кальцій-силікатні добавки (воластоніт, диопсид і ін.), що мають рівну або більшу твердість, ніж частки клінкера, і енергетичні властивості (питому ентальпію утворення, питому ентропію), близькі до аналогічних властивостей основних клінкерних мінералів. Вони обумовлюють мікроармування цементного каменю, впливають на процес гідратації цементу. Якщо щільність добавки близька до щільності основних клінкерних мінералів і дисперсність добавки відповідає

дисперсності цементу, то її розрахунковий оптимальний зміст добавки становить близько 8 % мас. Зі збільшенням дисперсності добавки її оптимальний зміст зменшується.

4. Механоактивування портландцементу, що довгостроково зберігався, у кульовому млині приводить до невеликого збільшення міцності цементного каменю - на 15-20 %. При додатковій уведенні добавки воластоніт (7 -9 %) мас. міцність цементного каменю підвищується на 70 – 80 %, цементно-піщаного розчину – на 50 – 60 % за рахунок армуючої дії добавки й формування більш міцної структури цементного каменю.

5. Уведення добавки діопсиду з дисперсністю, відповідної до дисперсності цементу забезпечує збільшення міцності при стиску зразків із цементно-піщаного розчину, отриманих з використанням довгостроково зберігання, протягом 23 місяців, цементу при нормальній твердінні – на 50 %, при тепловологій обробці (ТВО) – на 70 %; а для бетону, відповідно, на 40 % і 60 %.

6. Найбільше збільшення міцності досягається при використанні солей із тризарядними катіонами. При введенні оптимальної кількості (1 % мас. від цементу) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ або $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ міцність зразків, виготовлених з використанням цементу, що довгостроково зберігався, суттєво перевищує міцність аналогічних контрольних зразків (без добавок електролітів). Це перевищення міцності при зберіганні цементу у вологій середовищі протягом 4, 12 місяців і 4 місяців з додатковим «состарюванням» становить відповідно – 41; 49 і 100 %.

7. Уведення 7 % мас. дисперсних мінеральних добавок (воластоніт, діопсид) і 1 % мас. електролітів з багатозарядними катіонами й аніонами ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ або $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) дозволяє використовувати портландцемент, що довгостроково зберігався (4 місяця) :

- збільшити міцнісні показники цементно-піщаного розчину в 2, 5 рази при твердінні як в умовах тепловологої обробки, так і в нормальних умовах;
- збільшити міцнісні показники важкого бетону в 2, 1 рази при твердінні в умовах ТВО й в 2, 3 рази – при твердінні в нормальних умовах.

8. Уведення дисперсних мінеральних добавок і електролітів з багатозарядними катіонами й аніонами ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ і $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) сприяє підвищенню морозостійкості цементних матеріалів. При введенні 9 % мас. воластоніта марка бетону по морозостійкості збільшується з F150 до F200. Аналогічна зміна властивостей бетону відбувається також при введенні 1 % $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. При введенні 9 % мас. діопсиду а також при додатковій уведенні $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ марка бетону по морозостійкості зростає з F150 до F300. Таке підвищення морозостійкості, як показують результати ртутної порометрії, пов'язане зі збільшенням кількості пор з розмірами до 1,2 мкм. Уведення добавки діопсиду сприяє зміцненню структури цементного каменю, що підтверджується зсувом ефектів на термограмах в область більш високих температур.

Літературні дані показують, що властивості цементу, у першу чергу його гідралічна активність, визначаються комплексом факторів, таких як хімічний, мінеральний і речовинний состав, тонкість помолу.

Однак, у розглянутих роботах недостатньо уваги приділяється дослідженням, присвяченим особливостям зміни структури й властивостей цементу й клінкера у випадку тривалого зберігання, що неминуче у північних районах України.

Комплексним термічним аналізом встановлено, що при тривалій зберіганні портландцементу в умовах з підвищеною вологістю відбувається більш значна його гідратація й карбонізація, ніж при зберіганні клінкера, що приводить до істотного зниження гідралічної активності цементу.

Розглянемо результати дослідження впливу виду й кількості мінеральних добавок на міцність цементних матеріалів, виготовлених з портландцементу й клінкера, що зберігалися тривалий час у різних умовах.

Введення 2% воластоніту приводить до істотного підвищення міцності цементного каменю. Особливо різко цей ріст проявляється у випадку цементу, що зберігався протягом 4 місяців у вологих умовах. У міру збільшення кількості воластоніту до 9 % міцність зразків підвищується. Однак при додаванні 11 % воластоніту відзначається зниження міцності цементного каменю. Додавання до цементу 7 % воластоніту приводить до збільшення міцності цементного каменю при твердінні в

нормальних умовах на 50 %, при твердінні в умовах ТВО – на 61 % у порівнянні із цементним каменем, виготовленим на цементі без введення воластоніту.

Аналогічні результати отримані при випробуванні зразків цементно-піщаного розчину при введенні воластоніту і діопсиду.

Використання добавок електролітів з багатозарядними катіонами (Al^{3+} , Fe^{3+}) і двозарядним аніоном (SO_4^{2-}) забезпечує підвищення активності цементу й клінкера після твердіння як при нормальних умовах, так і при ТВО (табл. 5).

Ефект дії електролітів може бути обумовлений їхнім впливом на заряд поверхні часток цементу й взаємодією іонів електролітів з мінералами цементу, включаючи процеси адсорбції, коагуляції й іонного обміну.

Аналогічний вплив виявляють розчини електролітів на міцність цементно-піщаного розчину й бетону .

Досліджений спільний вплив мінеральних добавок і добавок електролітів на показники міцності цементних матеріалів: цементного каменю, цементно-піщаного розчину й бетону.

Слід зазначити, що основний внесок у збільшення міцності цементних матеріалів вносять дисперсні мінеральні добавки. Разом з тим уведення електролітів додатково до дисперсних мінеральних добавок приводить до подальшого збільшення міцності зразків, тому що механізм дії мінеральних добавок і електролітів різний.

Список літератури

1. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика – М.: Астра семь, 1998 – 768 с.
2. Берг О.Я. Физические Основы теории прочности бетона и железобетона. – М.: Госстройиздат, 1962. – 96 с.
3. Выровой В. Н., д.т.н., проф., Гергега А. Н., к.т.н., доц., Суханов В. Г., к.т.н., доц. Синтетический поход к описанию композиционных материалов. Вісник ОДАБА; Одесская гос. академия стр-ва и архитектуры. – Одесса, 2009. – 172-181 с. ;
4. Выровой В.Н., Дорофеев В.С., Суханов В.Г. Композиционные строительные материалы и конструкции: структура, самоорганизация, свойства. – О.: ТЕС, 2010 – 167 с.

ОСОБЛИВОСТІ КОНТАКТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ АРМАТУРИ З БЕТОНОМ НА ПРИКЛАДІ КОМПОЗИТНОЇ АРМАТУРИ

В.Д. Поліщук, ст. гр. БІ-20МЗ,

М.В. Макарикін, ст. гр. БІ-20МЗ

І.О. Величко, ст. гр. БІ-20МЗ

Центральноукраїнський національний технічний університет

Дослідження, спрямовані на визначення величини міцності зчеплення як головного фактора формуючого характер роботи й напружено деформований стан конструкції під навантаженням, належать до початку виробництва й широкого застосування попередньо-напружених конструкцій.

Міцність зчеплення між арматурою й бетоном залежить від багатьох факторів. Ключовими параметрами, що визначають міцність зчеплення в кожному конкретному випадку, є состав і властивості бетону й арматури. У наукових дослідженнях експериментально визначався вплив на величину міцності зчеплення:

- параметрів арматури - її геометричних характеристик, довжини анкеровки, кількості й відстані між стрижнями, використовуваних хомутиків;
- параметрів бетону - механічних характеристик, речовинного складу й співвідношення компонентів, товщини захисного шару бетону;
- температурних впливів і агресивних середовищ - підвищених або негативних температур, температурно-вологісного режиму твердіння бетону, вплив води й лужних розчинів.

Величина міцності зчеплення арматури з бетоном ураховується в розрахунках по забезпеченню конструктивних вимог, а саме довжини зони анкеровки арматури. У розрахунках по другій групі граничних станів на утворення і розкриття тріщин відстань між тріщинами визначають із умови, по якій різниця зусиль у поздовжній арматурі у перетині із тріщиною й між тріщинами повинна бути сприйнята зусиллями зчеплення арматури з бетоном на довжині цієї ділянки. Існуючі вимоги й формули розрахунків анкеровки арматури в бетоні, наведені у вітчизняних і закордонних нормах, взаємопов'язані з відповідними вимогами за розрахунками довжини анкеровки сталевих арматур і для важкого бетону. Існуючі розрахунки довжини анкеровки арматури по методиках, описаних у ГОСТах, вимагають уточнення параметрів зчеплення для ніздрюватого бетону, виражених коефіцієнтами η_1 і η_2 . У цей момент коефіцієнти враховують профіль металевої арматури, тоді як профіль і поверхня композитної арматури відмінні від неї.

Формула розрахунків опору зчеплення арматури з бетоном R_{bond} не враховує сукупний вплив виду поверхні композитної арматури і структурних характеристик дрібнозернистого пінобетону. Дане дослідження направлено на формування пропозицій по використанню фіксованого значення міцності зчеплення враховуючи довжину анкеровки арматури в елементах з пінобетону.

З появою високоміцної арматури її почали випускати з періодичним кільцевим профілем, що підвищувало міцність зчеплення і її конструкційний потенціал. У ході перших випробувань спільної роботи було зафіксовано, що зчеплення арматури періодичного профілю в першу чергу забезпечується за рахунок механічного зачеплення її ребер за бетон.

Природа зчеплення стрижневої арматури періодичного профілю й бетону представлялася як взаємодія матеріалів по опорних кільцевих майданчиках поперечних виступів арматури. Згідно «теорії зчеплення арматури з бетоном» зчеплення кільцевого профілю арматури (рисунок 1.,а) в основному забезпечувалося зачепленням його виступів, а отже сприяло підвищенню опору зминанню бетону по малих площах. Тому, у якості кращої альтернативи, був запропонований серповидний профіль арматури - стрижень із похилим

або гвинтовим розташуванням поперечних виступів (рисунки 1,а,б), завдяки якому знижувалася концентрація напруг у місцях перетинання поздовжніх ребер і поперечних виступів, що зменшувало розклинування дії на бетон.

Вплив профілю арматури на міцність і деформативність залізобетонних елементів із дрібнозернистого щільного бетону вивчалася в роботах Саврасова І.П. і Дегтярьова В.В. Установлено, що міцність і твердість зчеплення арматури А500СП із чотирибічним серповидним профілем вище, чим в арматури із двостороннім профілем за рахунок підвищення відносної площі змінання f_r поперечних ребер на 25,3%.

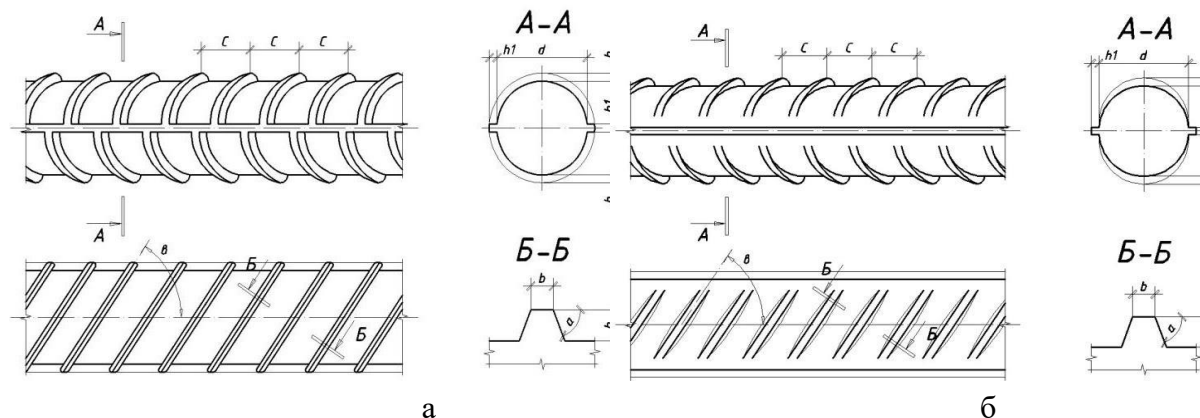


Рисунок 1 – Основні типи профільної арматури:
а) кільцеподібний профіль; б) серповидний двосторонній профіль

Міцність зчеплення стрижнів із чотирибічним серповидним профілем відрізнялася на 19-27% від двостороннього й на 5-9% від кільцевого. Кільцевий профіль має міцність зчеплення від 1,75 раз із класом В15 до 1,18 раз при В60, ніж серповидний профіль із бетонами аналогічної міцності. Міцність зчеплення чотирибічного серповидного профілю в 1,52 рази при В15 вище до 1,61 раз при В60, ніж міцність зчеплення кільцевого профілю. Дослідження роботи анкерів у ніздрюватих бетонах виявили, що величина сприйманого навантаження кожним анкером залежить від його діаметра. Випробування спільної роботи підтвердили, що серповидний профіль має найкраще зчеплення із-за нахилу ребер.

Експериментальні роботи з вивчення спільної роботи зі сталеву арматурою включали вивчення різних питань зчеплення, пов'язаних із силовими й деформативними характеристиками бетону арматури діаметрів 12- 32мм, у тому числі порівняльну оцінку методик випробувань на зчеплення. Значення зчеплення для легких бетонів, отриманих методом осьового висмикування з бетонних призм і балковим методом, близькі по величині. Розбіжність між отриманими даними становило всього 2 %.

Макаричевим В.В. були проведені випробування пінобетонних плит перекриттів армованих сталевими арматурами періодичного профілю й доведена можливість застосування пінобетону в криволінійних елементах, за умови зміцнення торців ребер і поліпшення анкерівки розтягнутої арматури за рахунок подовження анкерних куточків. На міцність зчеплення цементного пінобетону щільністю до 1000 кг/м^3 з металевими арматурами впливає вид профілю: періодичний профіль, на відміну від гладкого, має більшу величину зчеплення. Зчеплення періодичного профілю металеві арматури виявилось достатнім для забезпечення нормальної роботи плити перекриття. Зчеплення із гладкою арматурою гірше, тому що руйнування відбувається по зоні контакту з арматурою, напруги до моменту руйнування нижче границі текучості.

Поява на будівельному ринку полімеркомпозитної арматури внесла свої корективи, зокрема заміщення металеві арматури у несучих конструкціях завдяки її фізико-механічним властивостям і можливості її використання в конструкціях, експлуатованих в агресивному зовнішньому середовищі, тому що вона хімічно інертна. Пошуки економічно ефективного матеріалу для залізобетонних елементів будинків і поява нового виду арматури дали новий поштовх у розвитку вивчення спільної роботи різних видів бетону з композитною

арматурами. Створення перших експериментальних конструкцій армованих композитною арматурою стало можливим завдяки масштабним дослідженням, виконаним у різні роки.

У наш час спільна робота композитної арматури з бетоном активно досліджується у зв'язку з різноманітністю видів профілю й пошуком оптимального виду арматури для бетону конкретного виду й міцності. Але експериментальні дослідження зчеплення нового виду арматури були обмежені. Вони проводилися тільки з метою одержання характеристик зчеплення. В даній роботі планується провести дослідження спільної роботи композитною арматурою як експериментально, так і комп'ютерним моделюванням.

Список літератури

1. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика – М.: Астра семь, 1998 – 768 с.
2. Беккер, А.М., Уманский, А.Т. Перспективы применения композитной арматуры / А.М. Беккер, А.Т. Уманский // Вестник инженерной школы ДВФУ. – 2012. - №2(11). - С.7-13.
3. Дегтярев, В. В. Свойства и совместная работа с бетоном горячекатаной арматуры класса А500С : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.01 / Дегтярев Виталий Владимирович. – М., 2002. – 23 с.
4. Abdalla, H.A., Evaluation of deflection in concrete members reinforced with fibre reinforced polymer (FRP) bars / H.A. Abdalla // Composite Structure/ – 2002. -№56(1). - P.63-71.

УДК 622.74: 621.928.235

STUDY OF STEADY VIBRATIONS OF A TWO-MASS VIBRATION MACHINE EXCITED BY A PASSIVE AUTOBALANCER

Yatsun Volodymyr Volodymyrovich , PhD, Associate Professor,
Yatsun Volodymyr Vasilyovich, PhD, Associate Professor,
Central Ukrainian National Technical University

Among such vibratory machines as sieves, vibratory tables, vibratory conveyors, vibratory mills, etc., the promising ones are multi-frequency-resonance machines.

Multi-frequency vibratory machines have greater performance, resonance vibratory machines are the most energy efficient, while the multi-frequency-resonance vibratory machines combine the benefits of both multi-frequency and resonance vibratory machines. Therefore, there is a common issue of designing multi-frequency-resonance vibratory machines.

The most effective and simple technique to excite resonance two-frequency vibrations is based on the use of a ball-, a roller, or a pendulum auto-balancer as a vibration exciter. This technique is based on the Sommerfeld effect. The feasibility of this technique was tested

analytically in studies. However, given the significant non-linearity of the problems considered, it was not possible to conduct in-depth research and obtain analytical results for the case of a two-mass vibratory machine.

It is relevant to use the results of papers to investigate by analytical-computational methods the steady-state vibrations of a two-mass vibratory machine with a rectilinear translational motion of the platforms.

Two-mass vibratory machines have a series of advantages over single-mass machines. In the two-mass vibratory machines:

- the frequencies of platform oscillations are less dependent on a load mass frequencies;
- it is possible to excite the anti-resonance fluctuations at which platform oscillations are not transferred to the base;
- the resonance modes of motion have large regions of existence and stability;
- it is possible to excite the combined (poly-frequency) resonance vibrations of platforms with the natural vibration frequencies of a vibratory machine;
- the anti-resonance mode of vibratory machine operation is implemented over a wide parameter range, and is less dependent on the mass of a load, etc.

It is proposed to use a ball-, a roller-, or a pendulum auto-balancer to excite two-frequency resonance vibrations in vibratory machines with different kinematic motion of platforms. It is assumed that this technique is applicable for one-, two-, three-mass vibratory machines.

The technique is based on the Sommerfeld effect. The technique employs a special mode of the motion of balls (rollers) or pendulums, which occurs under small forces of resistance to the motion of loads relative to the casing of the auto-balancer. Under this mode, the loads get together, cannot catch up with the rotor, onto which the auto-balancer mounted, and get stuck at one of the resonance frequencies of the vibratory machine. Slow resonance fluctuations of platforms are excited by load jamming. In addition, the casing of an auto-balancer hosts an unbalanced mass. The unbalanced mass rotates in sync with the rotor. That excites the rapid fluctuations of platforms. The parameters of two-frequency vibrations change by changing the rotor rotation velocity, the unbalanced mass, and the total weight of the loads.

The vibrations of rotary machines, which are caused by the Sommerfeld effect, were studied in works [1-3]. The effect of jamming a rotor with an unbalanced mass at the resonance frequency of a platform's vibrations using a dynamic system synchronization method was studied in [1]. The use of an airflow to excite the vibrations of the platform by an impeller hosting an unbalanced mass was studied in [12] by using the energy method. The effect of jamming a pendulum freely mounted on the engine shaft on a platform at the resonance platform vibration frequencies was investigated in [3] by using the motion separation method.

It should be noted that the approximate methods applied in works [1-3] made it possible to establish the very fact of a rotor, an impeller, or a pendulum getting stuck at one of the resonance frequencies of the platform oscillations. At the same time, the laws that govern the platform oscillations were defined in the lowest approximation. Therefore, the above approximate methods and the results obtained cannot be used to study the vibrations of a two-mass machine with a vibration exciter in the form of a passive auto-balancer.

The theoretical justification of the feasibility of the method for exciting two-frequency vibrations by passive auto-balancers was addressed in studies [4-7].

Paper [4] developed the generalized models of single-, two-, and three-mass vibratory machines with a translational motion of the platforms and a vibration exciter in the form of a ball-, roller-, or a pendulum auto-balancer. The differential equations of the motion of vibratory machines have been derived.

Study [5] has analytically established the two-frequency modes of the motion of a two-mass vibratory machine with a rectilinear translational motion of the platforms. At the same time, the motions were not investigated because of the complexity to solve this problem analytically. The difficulties are related to the significant non-linearity of the considered problem.

To investigate the steady-state vibrations of a two-mass vibratory machine, excited by a passive auto-balancer, one can apply the analytical-numerical methods developed in [6, 7] using an example of the single-mass vibratory machines. It was shown in [6] that the various steady-state

motions of a single-mass vibratory machine acquire or lose stability only at the bifurcating points. In [7], the task of studying the steady-state modes of the motion of a single-mass vibratory machine was solved parametrically and using computational methods.

The generalized model of a two-mass vibratory machine is shown in Fig. 1 [4]. The vibratory machine consists of two platforms of masses M_1 and M_2 , forming an angle α with the horizon. Each platform is held by external elastic-viscous supports with a rigidity coefficient k_i and a viscosity coefficient b_i , $i=1, 2$. The platforms are connected via an inner elastic-viscous support with a rigidity coefficient k_{12} and a viscosity coefficient b_{12} .

The direction of the platform motion forms angle α with the vertical. The coordinates of the platforms y_1, y_2 are counted from the positions of the static equilibrium of the platforms.

The second platform hosts a passive auto-balancer – ball-type, roller-type (Fig. 1b), or pendulum-type (Fig. 1c).

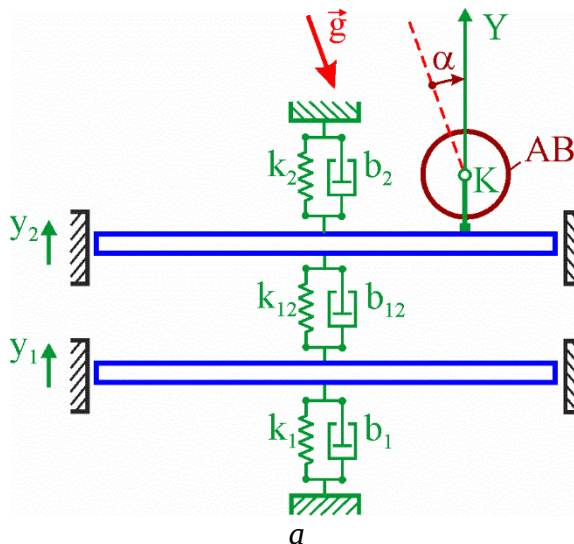
The casing of the auto-balancer revolves around the shaft, point K , at a constant angular speed ω .

The point unbalanced mass μ is rigidly connected to the casing of the auto-balancer. It is located at distance P from point K . The position of the unbalanced mass relative to the casing is determined by the angle ωt , where t is the time.

The auto balancer is made up of N identical loads. The weight of a single load is m . The load mass center can move along the circle of radius R with the center at point K (Fig. 1b, c). The position of load number j relative to the casing is determined by the angle ϕ_j , $j = \overline{1, N}$. The load motion relative to the auto balancer's casing is hindered by the force of viscous resistance, whose module is

$$F_j = b_w v_j^{(r)} = b_w R |\phi_j' - \omega|, \quad j = \overline{1, N},$$

where b_w is a viscous resistance force factor, $v_j^{(r)} = R |\phi_j' - \omega|$ is the module of the motion speed of the center of the mass of load number j relative to the casing of the auto-balancer with a bar by the value denoting a time-derivative t .



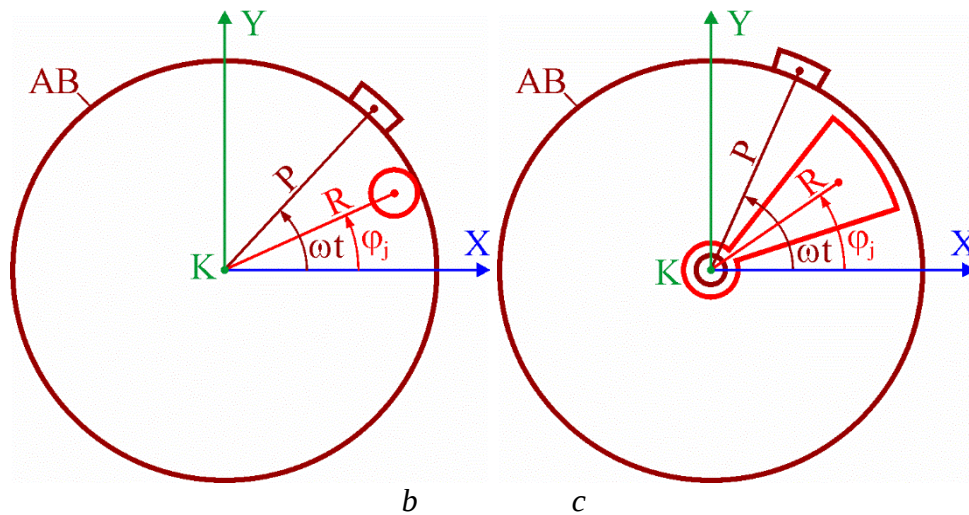


Fig. 1. The generalized model of a two-mass vibratory machine [4]: *a* – the kinematics of platform motion (the scheme is turned at angle α); *b* – the kinematics of motion of the unbalanced mass and a ball or a roller; *c* – the kinematics of the motion of the unbalanced mass and a pendulum

The current study demonstrates the effectiveness of the devised procedure of studying the steady-state vibrations of a two-mass vibratory machine, excited by a passive auto-balancer. The procedure has made it possible to find all possible modes of load jamming, to investigate them, and to assess stability.

The considered vibratory machine has two resonance rotor rotation frequencies and two corresponding shapes of platform oscillations. The use of the procedure has shown that, for the case of small resistance forces, the vibratory machine:

- has five possible modes of load jamming, with the first shape of resonance vibrations of platforms being excited under modes 1 and 2, the second shape – 3 and 4, and, under mode 5, the frequency of load jamming is close to the frequency of rotor rotation;
- demonstrates stable jamming modes under the odd (1,3,5) load jamming modes;
- shows that the jamming modes 1 and 3 are suitable to excite the resonance oscillations of platforms and for industrial application;
- exhibits that increasing the rotor speed monotonously increases the amplitudes of platform oscillations corresponding to a certain jamming mode;
- proves that the amplitude of resonance platform oscillations can be controlled by changing the rotor speed.

The viscous resistance forces acting on the first platform affect the first range of rotor speeds, at which the first resonance shape of platform oscillations is excited. As the resistance forces increase, the first range decreases until the total elimination.

The internal forces of viscous resistance acting between the platforms affect the second range of rotor speeds, at which the second shape of resonance vibrations of platforms is excited. As the resistance forces increase, the second range decreases until the total elimination.

The viscous resistance forces acting on the loads when moving relative to the auto-balancer affect both ranges. As the resistance forces increase, both ranges decrease.

Thus, the two-mass vibratory machine has the following advantages over the single-mass machine:

- a larger number of the resonance modes of platform oscillations
- a larger range of rotor speeds at which the resonance modes are implemented.

It should be noted that the devised procedure has solved an essentially non-linear problem. The procedure is applicable to solve this class of problems for the cases of single-mass and multi-mass vibratory machines at the different kinematics of platform motions. However, the methodology does not make it possible to obtain the analytical results of research. This needs to be compensated for by a large amount of computations, considering the different ratios of smallness between the system parameters.

In the future, it is planned to investigate the steady-state vibrations of a three-mass

vibratory machine using the devised procedure.

References

1. Yaroshevich, N. P., Silivoniuk, A. V. (2013). About some features of run-updynamic of vibration machines with self-synchronizing inertia vibroexciters. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 4, 70–75. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvngu_2013_4_14
2. Kuzo, I.V., Lanets, O.V., Gurskyi, V.M. (2013). Synthesis of low-frequency resonance vibratory machines with an aeroinertia drive. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2, 60–67. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvngu_2013_2_11
3. Artyunin, A.I., Barsukov, S.V., Sumenkov, O.Y. (2020). Peculiarities of Motion of Pendulum on Mechanical System Engine Rotating Shaft. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, pp. 649-657. doi: https://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-22041-9_70
4. Yatsun, V., Filimonikhin, G., Dumenko, K., Nevdakha, A. (2017). Equations of motion of vibration machines with a translational motion of platforms and a vibration exciter in the form of a passive auto-balancer. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (1 (89)), 19–25. doi: <https://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2017.111216>
5. Yatsun V., Filimonikhin G., Dumenko K., Nevdakha A. (2018) Search for the dualfrequency motion modes of a dualmass vibratory machine with a vibration exciter in the form of passive autobalancer. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (91)), 47–54. doi: <https://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2018.121737>
6. Yatsun V., Filimonikhin G., Podoprygora N., Pirogov V. (2019). Studying the excitation of resonance oscillations in a rotor on isotropic supports by a pendulum, a ball, a roller. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(7(102)), 32–43. doi: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2019.182995>
7. Filimonikhin G., Yatsun V., Filimonikhina I. (2020). Investigation of oscillations of platform on isotropic supports excited by a pendulum. *E3S Web Conf.* 168, 00025, 11. doi: <https://dx.doi.org/10.1051/e3sconf/202016800025>

УДК 694.6

РОБОТА СИСТЕМИ «БУДІВЛЯ-ФУНДАМЕНТ-ОСНОВА» ПРИ НАДБУДОВІ

В.А. Кібукевич, ст. гр. БІ-20МЗ

С.Л. Хачатурян, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Через складні умови щільної міської забудови й високу вартість нового будівництва ефективним способом розширити корисну площу будівель є їх надбудова, прибудова та перепланування. Тому актуальність використання існуючих фундаментів, улаштованих з вийманням ґрунту, на природній основі без їх підсилення чи зміцнення основ, досить висока [1, 2].

Для виконання цієї умови необхідне розуміння факторів, які впливають на роботу системи «будівля-фундамент-основа» при надбудові. За характером впливу їх можна розділити на позитивні (зменшують можливість розвитку нерівномірних деформацій) і ризиковані (ведуть до наднормових деформацій).

До позитивних віднесено:

- зростання показників міцності та деформативності ґрунту в межах ущільненої зони при тривалому обтисненні основи;
- збільшення загальної жорсткості будівлі при надбудові.

До факторів ризику віднесено:

- зміну статичної роботи основи будівлі при реалізації проекту реконструкції та проведення будівельно-монтажних робіт (збільшення навантаження на основу чи його короточасне зменшення, влаштування траншей, котлованів, виїмок);
- зміну гідрогеологічних умов майданчика реконструкції;
- додаткові експлуатаційні навантаження на основу від руху транспорту та роботи будівельних механізмів та обладнання [3].

Проблемам роботи основ та фундаментів будівель, що надбудовуються в умовах щільної міської забудови, присвячено праці В.М. Улицького, П.О. Коновалова, С.М. Сотникова й інших. Значну увагу автори приділяють необхідності геотехнічного моніторингу на всіх етапах проведення реконструкції, оскільки найбільш критичними факторами ризику в умовах слабких ґрунтів є техногенне руйнування їх структури при виконанні робіт. За мету моніторингу виступає можливість своєчасного внесення коректив у проект реконструкції та раніше прийнятих технологічних рішень для зниження ризику.

У зв’язку з тим, що при проведенні надбудови мають місце випадки розвантаження основи фундаментів, можливе певне розущільнення масиву ґрунту та підняття основи фундаментів.

Об’єкт, на якому проводилися геодезичні спостереження – одноповерхова громадська будівля. Виконано обстеження основ, фундаментів і будівельних конструкцій об’єкта. Установлено, що будівля має неповний залізобетонний шарнірно-в’язевий каркас серії ІІІ-04, несучими елементами якого є сітка з колон і поперечні й поздовжні несучі цегляні стіни з кроком 6 м. Фундаменти влаштовані з вийманням ґрунту, на природній основі, залізобетонні, монолітні, стрічкові під стіни й окремі збірні під колони стаканного типу. Глибина закладання та ширина підшви стрічкового фундаменту – $d=180$ см, $b=80$ см відповідно, а окремого – $d=210$ см, $b \times l=220 \times 220$ см.

Несучий шар основи фундаментів – суглинок лесований, важкий пилюватий з модулем деформації ґрунту $E=3$ МПа, а підстильний шар – супісок пилюватий, пластичний $E=4,5$ МПа. У результаті замокання лесові ґрунти фактично перейшли в замоклий, «деградований» стан.

У процесі реконструкції проектом передбачено розширення підземної та надземної частин будівлі й надбудова одного поверху.

Для спостереження за процесом деформацій основ фундаментів у підвалі будівлі було встановлено сім деформаційних марок, три з них стінові та чотири на фундаментах колон. Стінові марки являли собою арматурні стержні діаметром 10 мм і довжиною 200 мм, замонолічені в стіну. Як марки на колонах використано стропувальні петлі стакана фундаменту. Нівелірний хід – не замкнений, оскільки нівелювання виконували в підвалі будівлі. Геометричне нівелювання відповідало III класу точності, здійснювалося короткими променями до 15 м. Нівелювання в кожному циклі спостережень виконували по одних і тих же напрямках, у зв'язку із чим у підвалі фіксували постійні місця встановлення інструменту. Упродовж першого циклу нівелювання виконували двічі, розбіжність у відмітках однойменних марок відсутня. Спостереження вели за допомогою нівеліра Topcon AT-G6 і телескопічної рейки з міліметровою шкалою на зворотному боці.

Список літератури

1. Механіка ґрунтів. Основи та фундаменти: підручник / В.Б. Швець, І.П. Бойко, Ю.Л. Винников, М.Л. Зоценко, О.О. Петраков, В.Г. Шаповал, С.В. Біда. – Дніпропетровськ: Пороги, 2012. – 196 с.
2. Коновалов, П.А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий: монографія / П.А. Коновалов, В.П. Коновалов. – М.: Изд-во АСВ, 2011. – 384 с.
3. Улицкий, В.М. Геотехническое сопровождение развития городов: практическое пособие по проектированию зданий и подземных сооружений в условиях плотной застройки / В.М. Улицкий, А.Г. Шашкин, К.Г. Шашкин. – СПб.: Стройиздат Северо-Запад, Группа компаний «Геореконструкция», 2010. – 551 с.
4. Сотников, С.Н. Строительство и реконструкция фундаментов зданий и сооружений на слабых грунтах: автореф. дис. д.т.н. – М.: МИСИ, 1987. – 50 с.
5. Ovando-Shelley, E., Some geotechnical properties to characterize Mexico city clay / E. Ovando-Shelley // Extreme Soil Mechanics: The Challenge of dealing with soft soil. – International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (18th ICSMGE) in Paris, France, 2013. – P. 13 – 31.
6. Брайт, П.И. Геодезические методы измерения деформаций оснований и сооружений: монография / П.И. Брайт. – М.: Недра, 1965. – 293 с.

ЧИСЛОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІНИ ДОВАНТАЖУВАЛЬНИХ СИЛ ТЕРТЯ

Р.Я. Климовський, *ст. гр. БІ-20МЗ*

С.Л.Хачатурян, *доц., канд. техн. наук*

Центральноукраїнський національний технічний університет

Вхідними даними для моделювання були умови проведення повномасштабного натурного експерименту [2], при якому навантаження плити з отвором, нез'єднаної з палєю, виконувалось вагою вантажів. За схемою розташування паль у пальному полі відповідно проектного рішення об'єкту (рис. 2.1, а) була розроблена розрахункова схема навантаження фрагменту плити з отвором навколо палі (рис. 2.1, б) і створена скінченно-елементна модель ґрунтової основи (рис. 2.2, а). У розрахункову область були внесені масив ґрунту, плита з отвором розмірами $2,6 \times 2,6 \times 0,3$ м, дослідна (№327) і оточуючі палі, розташовані на відстані 2,5 і 3 м (№326), та прикладене навантаження P на фрагмент плити з отвором довкола дослідної палі (рис. 2.1).

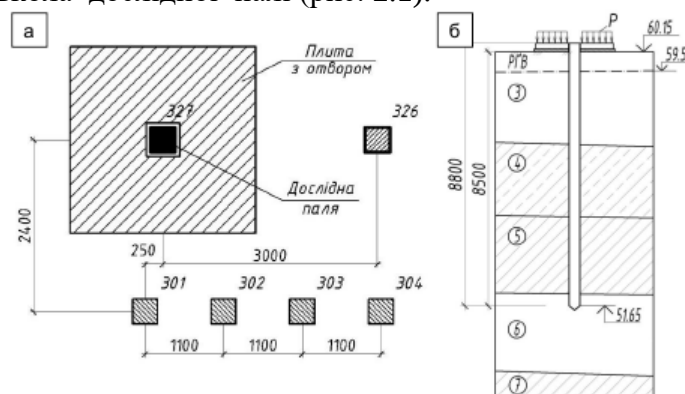


Рисунок 1 – Схема розташування дослідних паль і фрагменту плити в плані (а) та розташування палі на інженерно-геологічному перерізі, розрахункова схема (б); P – навантаження на фрагмент плити з отвором

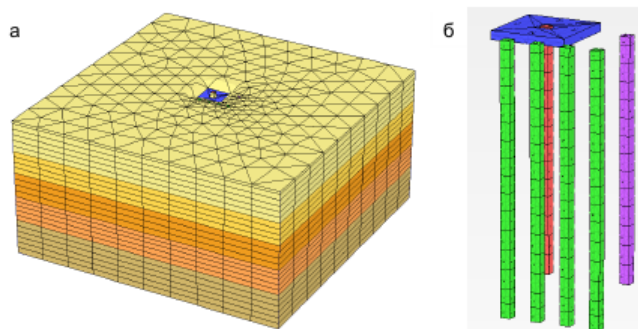


Рисунок 2 – Скінченно-елементна модель масиву ґрунту (а) і плити з отвором, дослідної і сусідніх паль (б) у ПК Plaxis 3D

Навантаження P було прикладене (рис. 2.1, б) за три ступені, максимальне значення якого на останній ступені складало $97,2 \text{ кН/м}^2$. Результати кожної ступені навантаження ставали початковими умовами для наступної. Розбивка розрахункової області на скінченні елементи відбувалась автоматично.

Розв'язання поставленої задачі виконувалось у нелінійній постановці з використанням пружно-пластичної моделі зі зміцненням ґрунту – Hardening Soil Model (HS-модель). Не дивлячись на те, що HS-модель є дуже розповсюдженою сьогодні і за її допомогою розв'язують різноманітні геотехнічні задачі, її застосування потребує проводити підбір та перевірку характеристик у відповідності до індивідуальних інженерно-геологічних умов шляхом розв'язання тестової зворотної задачі, а також створення алгоритму її розв'язання.

Для розрахунку серії задач необхідно коригування чутливих параметрів, зокрема модулів деформації згідно з

$$E^{ref} = 0,8(0,9)E_0, \quad (1)$$

де E_0 – модуль деформації, який визначається на першій лінійній ділянці при деіаторному навантаженні (приймається $1/2 \div 1/3$ від напруження руйнування).

Для задання початкових ґрунтових умов важливо визначити значення коефіцієнтів K_0 , OCR (коефіцієнт переущільнення ґрунту) та POP (коефіцієнт тиску попереднього ущільнення від власної ваги ґрунту). Це має велике значення для оцінки зусиль навколишнього середовища та для визначення початкових умов. Серед недоліків HS -моделі слід відзначити те, що вона не враховує анізотропію міцності та не здатна належним чином відтворювати надмірні сили зрушення у випадку, коли кут дилатансії ψ [1] більший за нуль.

Найбільш надійним способом перевірки адекватності результатів числового моделювання є порівняння з даними натурних експериментів [3], маючи які, можна за допомогою тестових зворотних задач коригувати чутливі параметри HS -моделі у відповідності індивідуальним регіональним геологічним умовам. Підібрані для моделювання в ПК Plaxis 3D фізико-механічні показники ґрунтів з урахуванням рівня ґрунтових вод (табл. 2. 1) відповідають властивостям майданчику, на якому проведено повномасштабний натурний експеримент (Ковба).

На початковому етапі моделювання масиву ґрунту використовувалася функція K_0 -procedure, за допомогою якої можна генерувати вертикальні напруження в стані рівноваги за власною вагою. Для використання K_0 -procedure необхідно враховувати деяке спрощення, щоб усі шари ґрунту були паралельні, оскільки повна рівновага досягається тільки у випадку рівномірного контакту шарів ґрунтового масиву.

Під час моделювання було враховано значення коефіцієнту бічного тиску, K_0 . На практиці значення K_0 для ущільненого ґрунту допускається визначати за емпіричною формулою(формула Джекі):

$$K_0 = 1 - \sin \varphi \quad (2)$$

У випадку розрахунку щільного ґрунту значення K_0 не співпадає із результатом, отриманим за формулою Джекі.

На наступному етапі моделювались дві палі поперечного перерізу 350×350 мм довжиною 8,8 м та чотири палі – по 10,1 м (рис. 2.2, б), а також плита (товщина 0,3 м) з отвором, виготовленим навколо дослідної палі. Палі квадратного перерізу моделювались за рахунок створення просторового об'ємного елемента, якому було призначено характеристики бетону.

Взаємодія палі та ґрунту створює опір на межі поверхонь матеріалів (дотичні напруження та сили тертя), що моделюється шляхом варіювання параметру – коефіцієнт зниження міцності (R_{inter}). Коефіцієнт зниження міцності визначається таким чином, що відношення міцності інтерфейсу до міцності ґрунту становить 2:3.

У випадку моделювання паль (одиначних чи у складі пальового фундаменту) в умовах дії додаткових дотичних напружень, значення R_{inter} відіграє ключову роль, оскільки некоректне значення може просто «виключити» їх з роботи.

Контроль значення R_{inter} (в межах $0,6 \div 0,8$) створює умови реальної поведінки елементів у ґрунтових умовах, тобто дозволяє змодельовати «проковзування» палі й не допустити її фіксації з ґрунтом. Під час моделювання обов'язково було враховано, що значення R_{inter} змінювалося вздовж бічної поверхні палі для кожного шару ґрунту (інженерно-геологічного елемента).

Зменшення величини значення параметру R_{inter} приводить до зменшення додаткового дотичного напруження та дії довантажувальних сил тертя, що сприяє переміщенню ненавантаженої палі, а збільшення – навпаки.

Враховуючи поступове прикладання навантаження до плити, числове моделювання проводилося з врахуванням проміжків часу за допомогою параметру інтервал часу (Time interval), що впливає на якість результату.

За результатами моделювання підтверджено, що при максимальному навантаженні тільки плити з отвором, нез’єднаної з палею, змінювались характеристики ґрунту під плитою навколо ненавантаженої палі на глибину $0,8 \cdot b$, що добре узгоджується зі значенням $0,7 \cdot b$ від ширини плити $b=2,6$ м за даними динамічного зондування при натурних випробуваннях.

Список літератури

1. Гончарова З.И. Строительные конструкции зданий и сооружений, включая основания и фундаменты – М.: Всесоюзный заочный институт инженеров железнодорожного транспорта, 1990. – 21 с.
2. Ковба В.В. Перерозподіл зусиль в пальовому фундаменті з урахуванням послідовного навантаження його складових елементів / Ковба Владислав Валерійович // Дис....канд.техн.наук : Спец. 05.23.02 – основи і фундаменти (19 – Архітектура та будівництво). – Дніпро, 2018. – 240 с.
3. Строкова Л.А. Калибровка параметров упругости упруго-пластической модели путем моделирования лабораторных испытаний // Известия Томского политехнического ун-та. – 2009, Т. 315, № 1 – С. 87-92.

УДК 694.6

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ БУРОНАБИВНОЇ ПАЛІ

О.В. Карпенко , *ст. гр. БІ-20МЗ*

С.Л. Хачатурян, *доц., канд. техн. наук*

Центральноукраїнський національний технічний університет

Для достовірності результатів розрахунку на ЕОМ моделювалась робота буро набивної палі випробуваної статичним навантаженням на будівельному майданчику. Базуючись на даних випробувань створена розрахункова модель в програмному комплексі Plaxis 3D foundation. Обрана натурна паля має такі геометричні параметри: довжина палі складає 24,5м, її діаметр становить 0,82м. Влаштована паля переважно у алювіальних пісках аш-ІV, зверху присутній двометровий шар намівного піску. На рівні трьох з половиною метрів знаходяться ґрунтові води.

Ґрунти мають такі фізико-механічні характеристики: для алювіальних пісків модуль деформації $E=25\text{МПа}$, кут внутрішнього тертя $\varphi=33^\circ$, зчеплення $c=2\text{кН/м}^2$; для намівних пісків: $E=22\text{МПа}$, $\varphi=33^\circ$, $c=3\text{кН/м}^2$.

В якості логіко-математичного опису задачі використовувалась модель скінчених елементів ґрунтової основи та тіла палі. Паля задавалась за допомогою команди Massive circular pile як лінійно-пружний непористий матеріал.

Ґрунтова основа являє собою куб з розмірами $44 \times 44 \times 35 \text{ м}$ ($a \times b \times h$). При цьому для моделювання середовища обрана модель ґрунту, що зміцнюється. Ця пружно-пластична модель гіперболічного типу дозволяє враховувати ефект зміцнення як при стисненні так і при зсуві; а також враховувати залежність жорсткісних характеристик від напруження.

В програмі проведено серію розрахунків типу «навантаження-осадка» в діапазоні навантажень до 5600 кН; при цьому паля навантажувалась ступінчасто у відповідності із статичним випробуванням натурної палі. В результаті побудовано графіки осадки за даними статичного випробування та за результатами розрахунку (рис. 1).

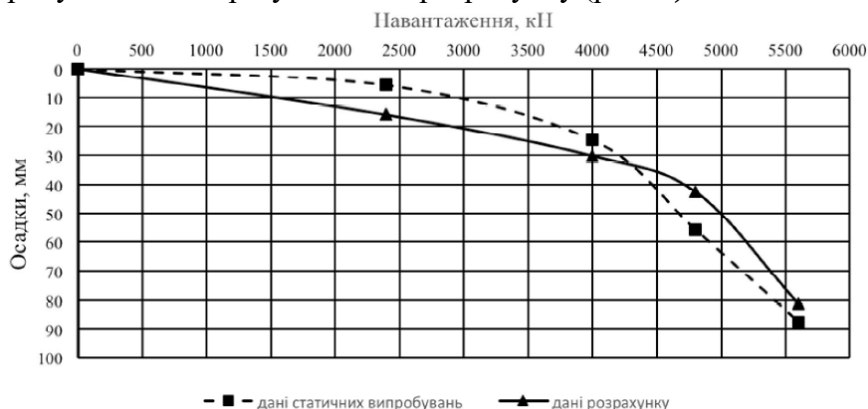


Рисунок 1 - Графік осадки палі за даними статичного випробування і комп'ютерного розрахунку

З графіків видно, що вибрана модель досить точно прогнозує роботу палі у ґрунті, внаслідок чого вона прийнята для подальшого моделювання групи палей.

Розрахунок ведеться для куща з п'яти палей (рис. 2) для двох випадків: при відстані між палями $3 \cdot d$ і $6 \cdot d$.

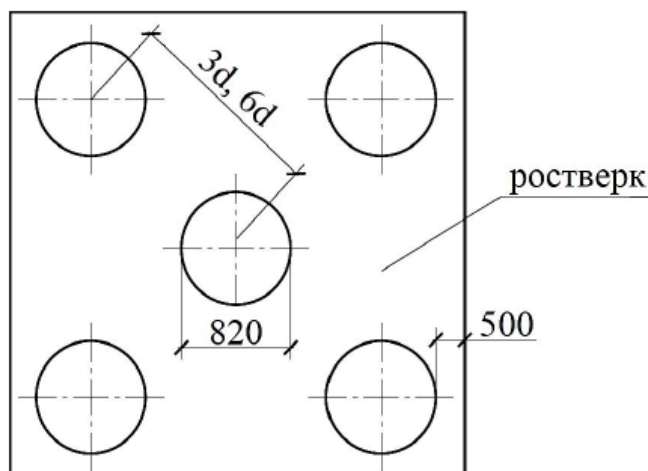


Рисунок 2 - Розташування палей в кущі об'єднаних ростверком

Для кожного з випадків проводиться декілька варіантів розрахунку:

1) Група палей необ'єднана ростверком, кожна з палей ступінчасто навантажується в 4-ри етапи навантагою в 2400 кН, 4000 кН, 4800 кН, 5600 кН;

2) Група палей об'єднана жорстким ростверком з модулем деформації $E = 2,1 \times 10^8 \text{ кН/м}^2$, система навантажується ступінчасто зосередженим навантаженням по центру в 12000 кН, 20000 кН, 24000 кН, 28000 кН. Значення навантаження розраховано виходячи з навантаження на одну палю прийнятого в першому варіанті розрахунку, але з врахуванням кількості палей (5 шт.);

3) Група палей об'єднана жорстким ростверком з модулем деформації $E = 2,1 \times 10^8 \text{ кН/м}^2$, система навантажується ступінчасто розподіленою навантагою, яка розраховується в залежності від площі ростверку, виходячи з навантаження на одну палю прийнятого в першому варіанті розрахунку з врахуванням кількості палей;

4) Група паль об’єднана гнучким ростверком з модулем деформації $E=1 \times 106 \text{ кН/м}^2$, система навантажується ступінчасто розподіленою навантагою, аналогічно попередньому варіанту.

Значення величин осадок за перерахованими варіантами розрахунків для випадків при відстанях між палями в $3 \cdot d$ і $6 \cdot d$ показано на рис. 3 і рис. 4 відповідно. По осі «Х» відкладено значення навантажень, що за прогнозом припадають на 1-ну палу.

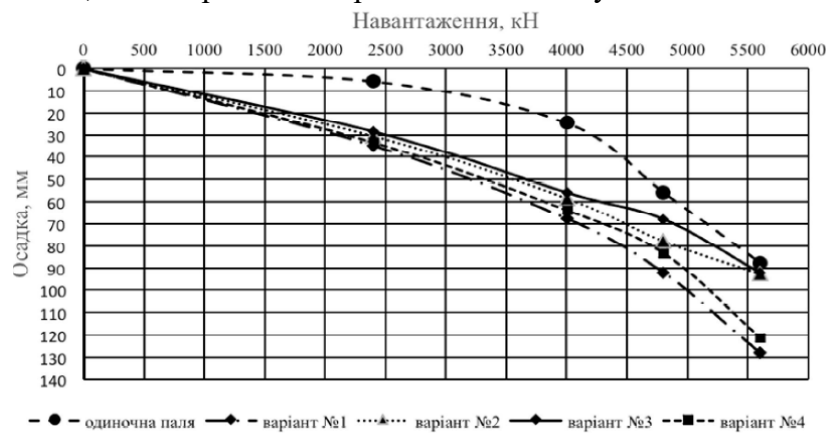


Рисунок 3 - Графіки осадки паль в куці за визначеними варіантами розрахунку при відстані між палями $3 \cdot d$

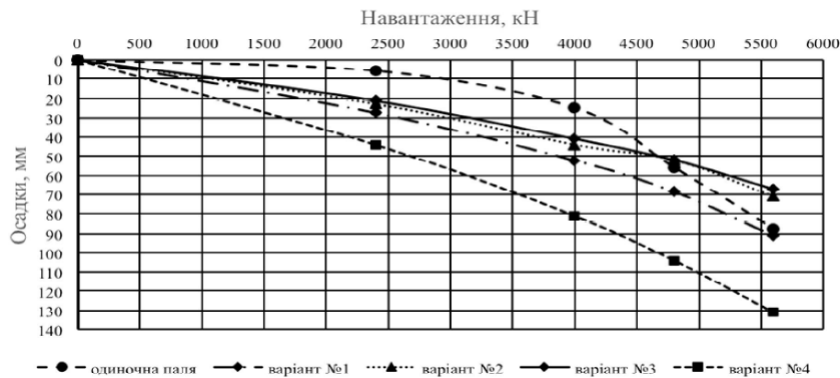


Рисунок 4 - Графіки осадки паль в куці за визначеними варіантами розрахунку при відстані між палями $6 \cdot d$

З графіків на рис. 3 і 4 видно, що ростверк має значний вплив на осадки групи паль, при цьому характер цього впливу залежить від його жорсткості. В цілому, група паль об’єднана ростверком дає менші значення осадок, що відбувається за рахунок передачі навантаження на основу не тільки палями, але й ростверком на верхні шари ґрунту. Особливо це характерно при використанні жорсткого ростверку; так його наявність зменшує осадки паль на 28% і 26% при відстані між ними в $3 \cdot d$ і $6 \cdot d$ відповідно.

Список літератури

1. Маєвська І. В. Вплив виду ґрунту на сумісну роботу паль і ростверку в кущовому пальовому фундаменті / І.В. Маєвська, Н.В. Блащук, К.А. Чобанова // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2013. – №2(15). – С. 40-47.
2. Урахування роботи ростверку у складі стрічкових пальових та підсилених палями фундаментів : монографія / І.В. Маєвська, Н.В. Блащук. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 168 с.

**ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІКИ РУХУ ЦЕМЕНТНОЇ АЕРОСУМІШІ В
ЕЖЕКТОРНИХ ПНЕВОТРАНСПОРТНИХ УСТАНОВКАХ З
УРАХУВАННЯМ ІНТЕГРАЛЬНОГО КОЕФІЦІЄНТУ ОПОРУ ПРИ
РОЗВАНТАЖЕННІ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАГОНІВ**

Д.О. Черниш студент гр. АТ 20 СК - 2

Д.В. Щербина, студентка гр. БІ 20 СК-3

В.В. Яцун, канд. техн. наук, доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Актуальність проблеми до питання руху аеросуміші в ежекторних пневмотранспортних установках заключається в теоретичному і експериментальному дослідженні фізичної картини взаємодії несучого середовища і матеріалу, що транспортується. Опис процесу руху аеросуміші досить складна задача, навіть в тому випадку, коли до початку проектування пневмотранспортних установок попередньо на моделях конструкцій проводились лабораторні дослідження.

Одним з важливих параметрів процесу пневмотранспортування двохфазних потоків являється швидкість переміщення сипкого матеріалу. Визначення швидкості потрібне для розрахунків гідравлічного опору, щільності потоку і інших характеристик пневмотранспортування. Дослідженню швидкості матеріалу приділяється значна увага як вітчизняних так і зарубіжних вчених, однак до цього часу, в зв'язку зі складністю явищ, що мають місце при передачі енергії дисперсним частинкам, не розкриті її основні закономірності.

До питання визначення впливу різних факторів на значення швидкості транспортування в теоретичному і експериментальному напрямках присвячено багато досліджень, які виконуються з метою отримання інженерної залежності, яка б достовірно описувала зону мінімальних енерговитрат при переміщенні сипких матеріалів в транспортних трубопроводах.

В КНТУ спільно лабораторією "Геодинамічних систем і вібраційних технологій" ІГТМ НАН України проведені роботи по створенню пневмотранспортних установок з використанням ежекторних пристроїв, які дозволяють знизити енерговитрати на транспортування сипкого матеріалу за рахунок використання енергії повітря, що ежектуються з атмосфери. Однак, як показали експериментальні дослідження її промислова експлуатація установок даного типу, при незмінних енерговитратах довжину транспортного трубопроводу можливо збільшувати лише до визначеної межі. Подальше нарощування стана транспортного трубопроводу призводить до утворення закупорки трубопроводу сипким матеріалом і виникненню зворотних потоків аеросуміші. Тому однією з головних задач теоретичних і експериментальних досліджень є отримання критеріальної залежності для опису механізму руху аеросуміші по трубопроводу з ежектуванням повітря з атмосфери з урахуванням всіх видів опору.

В результаті математичних перетворень рівнянь, що описують рух аеросуміші по горизонтальному трубопроводу в ежекторних пневмотранспортних установках, отримано наступну залежність:

$$V_2 = \left\{ \frac{\rho_3 f_3 \cdot (1 - \alpha_3)}{2\rho_2 f_2 \cdot (1 - \alpha_2)} \cdot \left[\frac{2 \cdot (P_3^0 - P_\kappa^0)}{\rho_3 \left(K_{об} \frac{l}{d} + \xi \right)} \right]^{\frac{3}{2}} - \frac{\rho_1 f_1 V_1^3}{\rho_2 f_2 \cdot (1 - \alpha_2)} \right\}^{\frac{1}{3}}$$

де V_1, ρ_1, V_2, ρ_2 - швидкість і щільність відповідно ежектуючого і ежектуемого потоків повітря;

$\rho_3, P_3^0, P_\kappa^0$ - щільність і повний тиск повітряного потоку, відповідно, на початку транспортного трубопроводу і на виході з нього;

f_1, f_2, f_3 - площі перерізів, відповідно кільцевої щілини ежектора, завантажувальної ділянки установки і транспортного трубопроводу;

α_2, α_3 - коефіцієнти заповнення сипким матеріалом відповідних перерізів;

l, d - довжина і діаметр трубопроводу;

$K_{об}$ - інтегральний коефіцієнт опору, що визначається як:

$$K_{об} = \lambda + \xi_{ср} \cdot \varphi^2 \cdot \mu$$

де λ - коефіцієнт опору руху для чистого повітря;

$\xi_{ср}$ - середнє значення коефіцієнта аеродинамічного опору матеріалу;

φ - коефіцієнт відносної швидкості руху аеросуміші;

μ - масова концентрація аеросуміші.

Отримана критеріальна залежність дозволяє описати процес руху аеросуміші по горизонтальному трубопроводу в нормальному режимі з ежектуванням повітря з атмосфери ($V_2 > 0$), момент закінчення ежекції ($V_2 = 0$) і виникнення зворотного потоку аеросуміші ($V_2 < 0$). При цьому значення максимально можливої довжини транспортного трубопроводу, перевищення якої призводить до утворення закупорок, виникненню зворотних потоків і викидів сипкого матеріалу через завантажувальну воронку дорівнює:

$$l_{\max} = \frac{d}{K_{об}} \cdot \left\{ \frac{2 \cdot (P_3^0 - P_\kappa^0)}{\rho_3 V_1^2} \cdot \left[\frac{\rho_3 f_3 \cdot (1 - \alpha_3)}{\rho_1 f_1} \right]^{\frac{2}{3}} - \xi \right\}$$

Вищенаведена критеріальна залежність розкриває умови закупорки трубопроводу, з якої для різних витрат повітря визначається мінімально допустима швидкість в залежності від ефективного коефіцієнта тертя.

Результати досліджень можуть бути використані при створенні і удосконаленні пневмотранспортних ежекторних машин, окремих агрегатів установок і робочих органів, що застосовуються в технологічних операціях фасування цементу, хімічній і харчовій промисловості, виробництві будівельних матеріалів і т.п.

Список літератури

1. Потураев В.Н., Волошин А.И., Пономарев Б.В. Вибрационно-пневматическое транспортирование сыпучих материалов. - Киев: Наук. думка, 1989. - 248 с.
2. Исследование механики движения кусковых материалов на разгонных участках в вибропневмотранспортных установках цикличного действия / Волошин А.И., Пономарев Б.В., Яцун В.В.//

Вибрационные эффекты в процессах добычи и переработки минерального сырья : Сб. научн. тр. ИГТМ АН УССР – Киев : Наук. думка, 1991. – с. 142-149

3. Tsuji Y., Morikawa Y., Tanaka L. Numerical simulation of gas-solid two-phase flow in a two-dimensional horizontal channel // Int. J. Multiphase Flow. – 2002. – 13, N 5. – P. 671-684.

4. Nozad I., Carboneell R.G., Whitaker S. Heat conduction in multiphase systems. – I. Theory and experiment for two-phase systems // Chem. Eng. Sci. – 2003. – 40, N 5. – P. 843-855.

УДК 69.00176(075.8)

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОДАТКІВ-МОДИФІКАТОРІВ НА ВЛАСТИВОСТІ БЕТОНІВ ТА СУМІШІВ

В.М.Носик студент гр. БІ 21 М

Д.В. Щербина, студентка гр. БІ 20 СК-3

В.В. Яцун, канд.техн.наук, доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Для регулювання властивостей бетонної суміші та затверділого бетону, а також для економії цементу останнім часом все ширше використовують хімічні добавки різного функціонального призначення, що забезпечують підвищення рухливості бетонної суміші, зменшення кількості води замішування, збільшення ранньої та кінцевої міцності, покращення будівельно-технічних та експлуатаційних характеристик в'язучих матеріалів [1, 2, 3, 4].

Фізико-хімічне модифікування властивостей бетонної суміші та бетону за рахунок використання хімічних добавок різної природи та призначення стало основним напрямком у розв'язанні проблем сучасного монолітного будівництва [5, 6, 7, 8]. Суть процесу модифікування полягає у введенні до складу в'язучого хімічних добавок - поверхнево-активних речовин, електролітів, штучних полімерів, які впливають на процеси гідратації та структуроутворення в'язучого при замішуванні його водою.

У зв'язку з цим, досліджено вплив хімічних добавок-модифікаторів різної природи на реологічні властивості та міцність портландцементу. Відомо [1, 8, 9], що найпоширенішими регуляторами реологічних властивостей цементних систем є поверхнево-активні речовини – пластифікатори та суперпластифікатори.

З метою визначення пластифікуючої дії добавок досліджено їх вплив на розплив цементно-піщаного розчину (Ц:П=1:2) при В/Ц=0,4. Для регулювання реологічних властивостей портландцементу, використано такі хімічні добавки-модифікатори, як лігносульфонат технічний (ЛСТ), С-3, полікарбоксилати та інші речовини.

Додаток ЛСТ виявляє пластифікуючий ефект. Так, при В/Ц=0,4 розплив стандартного конуса зростає до 142 мм та 157 мм відповідно при введеному ЛСТ 0,25 та 0,5 мас.%. Це дозволяє зменшити кількість води

замішування на 7-20%. Разом з тим, слід відзначити, що додаток ЛСТ суттєво знижує міцнісні характеристики цементного каменю, особливо в ранній період, що зумовлено створенням на поверхні зерен портландцементу плівки, яка екранує зерна і сповільнює процес їх гідратації [10]. Тривалість сповільнення процесу гідратації портландцементу залежить від товщини плівки, що утворюється на зернах, а товщина плівки залежить від концентрації добавки.

При введенні до складу цементно-піщаного розчину суперпластифікаторів типу С-3 спостерігається суттєве збільшення розпливу конуса, при цьому водоцементне відношення зменшується на 12-25%. За рахунок значного зменшення кількості води замішування створюються умови для розвитку щільної структури цементного каменю, що призводить до зростання міцності в’язучого при введенні додатків-суперпластифікаторів.

Найкращим пластифікуючим ефектом характеризуються суперпластифікатори, проте вони є дорогим продуктом. Тому з метою зниження вартості в подальших дослідженнях використано поширені та недорогі пластифікатори ЛСТ.

Проте слід відзначити, що у монолітному будівництві, де на перший план виступає рухливість бетонної суміші, не виявляється дія таких додатків-ПАР як С-3, яка полягає у прискоренні набору міцності за рахунок зменшення кількості води. У зв’язку з цим, виникає необхідність активізувати процес тверднення портландцементів в умовах підвищеної рухливості бетонної суміші.

Одним з ефективних способів інтенсифікації тверднення портландцементів є введення хімічних додатків-електролітів у якості прискорювачів тверднення [1]. У даній роботі вивчали вплив електролітів натрію тіосульфату та роданіду системи «Релаксол» на кінетику набору міцності портландцементу. Для порівняння використано традиційні прискорювачі – натрію сульфат та кальцію хлорид.

Аналіз отриманих результатів (табл. 1) показує, що введення сульфату натрію в кількості 1-2 мас.% до складу цементно-піщаного розчину (Ц:П=1:2) сприяє зростанню ранньої міцності в 1,7-2,0 рази.

Як показали результати випробувань, введення додатку кальцію хлориду забезпечує підвищення міцності в’язучого через 2 доби в 1,4-1,6 рази. Введення додатків нового типу на основі натрію тіосульфату та роданіду призводить до суттєвого зростання ранньої міцності в’язучого. Так, введення 1 мас.% $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ та 1 мас.% NaCNS до складу портландцементу сприяє збільшенню міцності через 2 доби тверднення відповідно у 2,7 та 2,1 рази. При дозуванні модифікаторів у кількості 2 мас.% спостерігається підвищення ранньої міцності у 3,2 та 2,5 рази відповідно з додатками $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ та NaCNS , при цьому забезпечується незначний пластифікуючий ефект, що сприяє зменшенню кількості води замішування. Наведені дані показують, що додатки натрію тіосульфату та роданіду суттєво інтенсифікують процеси тверднення портландцементів, що дозволяє використовувати їх в якості ефективних прискорювачів.

Таблиця 1 Вплив додатків-пластифікаторів на реологічні властивості та міцність бетону (Ц:П=1:2)

Вид додатку	Кількість додатку, мас.%	РК*, мм	В/Ц**	Границя міцності при стиску**, МПа, у віці, діб		
				2	7	28
ПЦ П/А-Ш-400						
б/д		110	0,40	10,5	27,1	46,2
пластифікатори						
ЛСТ	0,25	142	0,37	9,3	24,3	39,3
	0,50	157	0,32	1,5	20,2	37,3
суперпластифікатори						
SP100	0,25	165	0,35	11,3	33,4	52,6
	0,50	178	0,33	15,2	40,3	67,0
Febmix	0,04	144	0,34	12,8	21,3	23,4
	0,3	182	0,31	12,1	21,6	38,8
Амкероз	0,5	156	0,32	8,5	29,5	49,3
	1,0	175	0,30	8,4	26,3	48,6

Stachement N	1,0	178	0,31	18,1	32,4	50,1
ПЦ І-500						
б/д	-	112	0,4	24,2	42,4	61,2
С-3	0,5	150	0,36	25,1	48,4	70,1
	1,0	186	0,33	34,8	50,0	77,5
Betomix	0,8	148	0,34	22,6	43,2	66,8
	2,0	166	0,33	20,1	45,3	53,4
Remix	0,8	117	0,39	23,0	40,1	54,8
	2,0	153	0,35	23,9	40,4	58,8

*- при В/Ц=0,4; ** - при РК=106-115 мм

Як видно з рис. 1, суттєве зменшення водовмісту цементного каменю відбувається при твердненні в повітряно-сухих умовах, що складає особливу небезпеку при спорудженні монолітних конструкцій у літній період. Так, цементний камінь з В/Ц=0,3 втрачає 37% води до 7 діб тверднення, у подальші терміни до 28 діб відбувається незначний приріст водовмісту на 1,5%. Особливо значне зниження водовмісту проходить у камені з вихідним В/Ц=0,5, що зумовлено наявністю значної кількості вільної незв'язаної води, яка швидко випаровується. Так, зниження водовмісту системи в період до 7 діб становить 40,4%, потім до 28 діб спостерігається незначний приріст на 1,2%. Введення додатків натрію тіосульфату та роданіду сприяє водоутримуючій здатності цементного каменю, що забезпечує помірне протікання процесів гідратації портландцементу в нормальних та повітряно-сухих умовах і усуває виникнення деформацій, що пов'язані з втратою

Таблиця 2 Вплив додатків-електролітів на реологічні властивості та міцність бетону (Ц:П=1:2)

Вид додатку	Кількість додатку, мас.%	РК, мм (В/Ц=0,4)	В/Ц (РК=106-115 мм)	Границя міцності при стиску, МПа, у віці, діб		
				2	7	28
-	-	110	0,40	10,5	27,1	46,2
Na ₂ SO ₄	1,0	108	0,40	18,3	32,3	45,9
	2,0	108	0,40	20,0	33,8	48,3
CaCl ₂	1,0	106	0,40	15,3	30,8	44,8
	2,0	108	0,40	16,6	33,0	46,4
Na ₂ S ₂ O ₃	1,0	125	0,37	28,1	50,8	53,4
	2,0	127	0,37	33,2	49,8	37,8
NaCNS	1,0	122	0,38	21,6	38,9	46,4
	2,0	125	0,37	26,2	44,2	50,8

вологівмісту в початковий період.

Встановлення закономірностей направленої регулювання параметрів цементних систем на стадії взаємодії цементу з водою є обов'язковою умовою створення бетонів з заданими будівельно-технічними властивостями. Суттєвий вплив на структуроутворення цементних систем і формування структури цементного каменю має характер модифікування продуктів гідратації цементу. Змінюючи дисперсність кристалів-зародків шляхом адсорбційного модифікування, можна керувати міцністю кристалізаційних структур, тобто підійти до розв'язання основної проблеми технології бетонів - одержання матеріалів з заданими структурою і властивостями [11, 12, 13].

Одним із шляхів модифікування цементного каменю є використання хімічних додатків. Підбираючи вид та кількість додатку, можна направлено впливати на фазовий склад та мікроструктуру цементного каменю та регулювати процеси структуроутворення в'язучих систем.

Солі натрію – традиційні прискорювачі - характеризуються високою розчинністю, що дозволяє змінювати властивості рідкої фази при твердненні портландцементу.

Разом з тим, монолітне будівництво вимагає використання високорухливих бетонних сумішей, бетону з високими експлуатаційними

В/Ц характеристиками, який характеризується швидким набранням міцності. Основною одержання високоякісних в’язких матеріалів є розробка комплексних поліфункціональних органо-мінеральних модифікаторів, які ефективно діють на всіх етапах від приготування бетонної суміші до роботи затверділого бетону. Як правило, такі добавки містять поверхнево-активні речовини та прискорювачі тверднення.

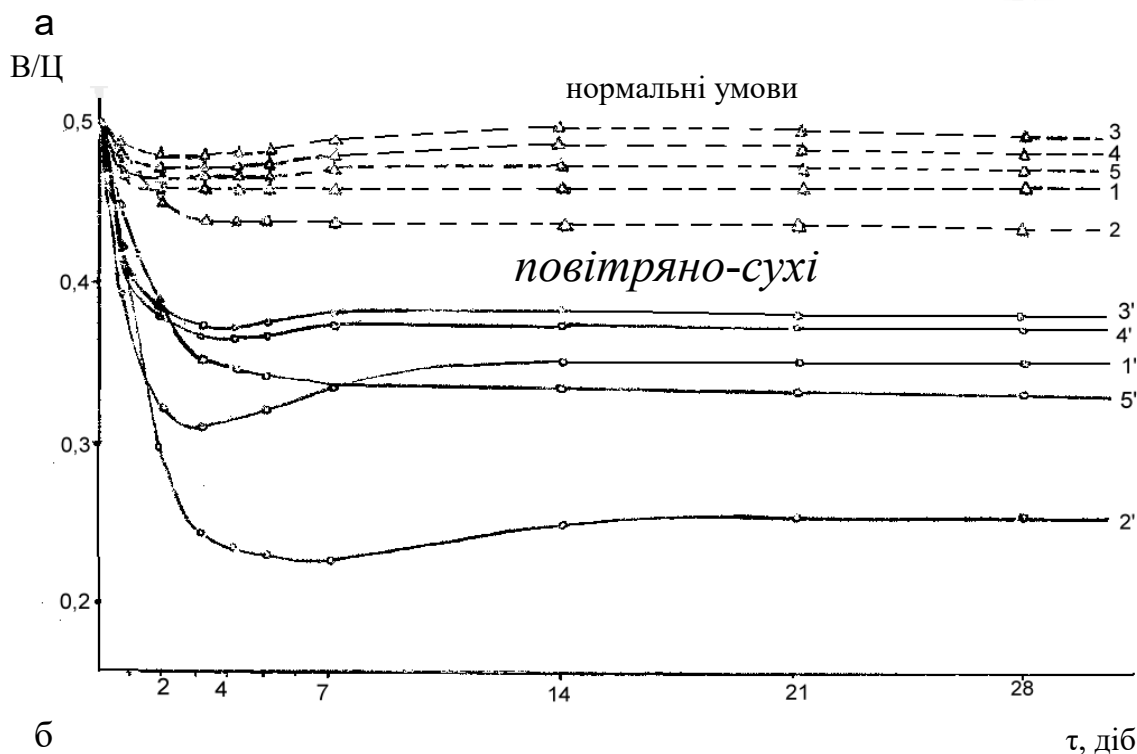
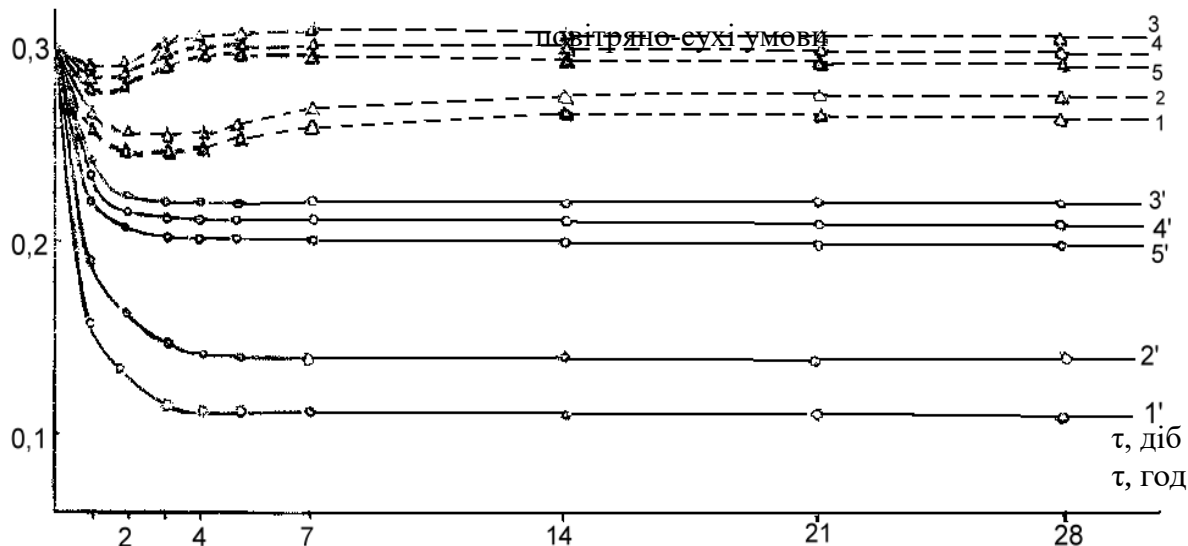


Рисунок 1 - Зміна вологовмісту портландцементного каменю з добавками-модифікаторами при $В/Ц=0,3$ (а) і $В/Ц=0,5$ (б): 1-5 – відповідно без додатків; з добавками 0,2 мас.% ЛСТ; 1 мас.% $Na_2S_2O_3$; 1 мас.% $NaCNS$; 1,2 мас.% КМ.

Список літератури

1. Афанасьев Н.Ф., Целуйко М.К. Добавки в бетоны и растворы. - К.: Будівельник, 1989. - 128 с.
2. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. - М.: Стройиздат, 1990. - 396 с.
3. Добавки в бетоны, твердеющие на морозе / М.А. Саницкий, И.В. Шихненко, Л.А. Вандаловская, С.В. Жерновой // Строительные материалы и конструкции. - 1993. - № 1. - С. 11.
4. Кривенко П.В. Лужні цементы: термінологія, класифікація, галузі застосування // Будівельні матеріали і конструкції. - 1995. - № 1. - С. 23-24.

5. Батраков В.Г. Состояние и перспективы применения бетонов с суперпластификаторами и комплексными модификаторами на их основе // Технология и долговечность железобетонных конструкций. – 1983. - № 6. – С. 39-45.
6. Миронов С.А., Лагойда А.В. Бетоны, твердеющие на морозе. – М.: Стройиздат, 1975. – 264 с.
7. Мхитарян Н.М., Бадеян Г.В., Малацидзе Э.Г. Некоторые проблемы и направление развития жилищно-гражданского строительства в современных экономических условиях // Строительные материалы и изделия. – 2002. - № 5. – С. 9-11.
8. О фазообразовании цемента при его твердении / З.А. Естемесов, Т.К. Султанбеков, Н.А. Васильченко, Г.З. Шаяхметов // Цемент. – 2000. - № 3. – С. 32-35.
9. Саницкий М.А. Некоторые вопросы кристаллохимии цементных минералов. – К.: УМК ВО, 1990. – 64 с.
10. Кривенко П.В. Современные проблемы долговечности бетона: состояние и перспективы // Будівельні конструкції. – Вип. 56. - К.: НДІБК. - 2002. - С. 15-27.
11. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. - М.: Стройиздат, 1986. - 464 с.
12. Ba H., Huang Z., Lui Z. Study of hydration kinetics of C₃S in NaNO₂ solution at negative temperature // Proceedings of II international workshop “Frost resistance of concrete”. – Essen (Germany). - 2002. - P. 81-86.
13. Alkali-activated Portland cement binders and concrete with fly-ash additives / M. Sanitsky, G. Shevchuk, P. Chaba, T. Markiv. - V. 2. – Weimar (Germany). - 1997. - P. 0071-0079.

УДК 633.853.32

ВИПРОБУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК САНДВІЧ-ПАНЕЛЕЙ ПРИ ТЕХНОЛОГІЇ МОНТАЖУ В БУДІВНИЦТВІ

Н.А.Заболотна, магістрантка гр БІ-20м

А.Хоменко, магістрантка гр БІ-20м

І.О.Скриннік, канд.техн. наук,доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Актуальність теми. Сандвіч-панелі знаходять широке застосування у промисловому та громадському будівництві в якості стінових та покрівельних огорожувальних конструкцій. Різноманітність виробників та профілів СП обумовлює необхідність проведення випробувань з метою встановлення несучої здатності конкретної марки панелі.

Ми живемо у світі високих технологій, але основу, інфраструктуру для них забезпечують саме досить прості продукти й технології, наприклад, такі як сандвіч-панелі в будівництві. Одними з головних параметрів, по яких оцінюється той або інший стіновий матеріал (або технологія), є теплотехнічні характеристики, а також ціна і якість виробів. Сандвіч-панелі, у різних варіаціях, дозволяють досягати оптимального співвідношення всіх цих трьох складових.

Поява в нашій країні на початку дев'яностих конструкційних сандвіч-панелей іноземного виробництва, у яких як утеплювач і несучий шар використовується мінераловатна плита, дозволило ефективно вирішити основну проблему – збереження тепла. Наступним етапом розвитку ринку стало виробництво панелей по західних технологіях, на іноземному устаткуванні, із класами точності, прийнятими за рубежом і задовольняючими нашим нормативам. Перші вітчизняні виробники панелей з'явилися в середині дев'яностих років минулого ХХ століття.

На сьогодні сандвіч-технології досить поширені. Сполучаючи в собі метал-плити, метал-залізобетон-плити або будь-який ефективний утеплювач, вони будуть активно розвиватися й вдосконалюватися в майбутньому.

Практично будь-який малоповерховий будинок, починаючи з невеликого особистого гаража, госпблоку або автомийки й закінчуючи великим супермаркетом або ангаром, може мати огорожуючі конструкції, що змонтовані із сандвіч-панелей. Утворюється готова конструкція стіни, при використанні, одного конструкційного елемента, виконаного в заводських умовах. Конструкція при відносно невисокій вартості не вимагає додаткової обробки, легко монтується й у цьому розумінні дуже зручний. Строк служби панелей за параметрами, які в них закладаються, не менше 25 років.

Основні переваги використання сандвіч-панелей:

- високі теплоізоляційні властивості
- скорочення витрат на транспортування будматеріалів
- зниження навантажень на фундамент
- висока швидкість будівництва
- відсутність необхідності обробки
- довговічність
- низьке вологовбирання
- високі гігієнічні якості

Сандвіч-панелі, які підлягали випробуванням, можуть виготовлятися товщиною від 50 до 250 мм. Усі вони мають обшивки зі сталевих листів товщиною 0,5 мм, та сердечники з плит із базальтової вати двох марок: панелі стінового типу виготовляються з жорстких плит з хаотичним розташуванням волокон, а панелі покрівельного типу – з ламельних плит з частково упорядкованими волокнами. Обшивки приклеюються до сердечника синтетичними клеями. Для досліджень фізико-механічних характеристик сердечника обрані плити товщиною 100 мм, які найчастіше використовуються в практиці будівництва.

Середня густина мінераловатних плит, що використовувалися в якості сердечника, визначена шляхом вимірювання та зважування зразків правильної форми. Результати визначення показали, що середня густина звичайних мінераловатних плит, які використовуються в панелях стінового типу, коливається в межах від 94 кг/м^3 до 127 кг/м^3 . Середня густина ламельних плит, використаних в панелях покрівельного типу дещо більша й змінюється від 102 кг/м^3 до 136 кг/м^3 .

Випробування зразків на зсув проведені з метою визначення границі міцності та модуля зсуву плит із базальтової вати. З панелей товщиною 100 мм абразивом вирізалися зразки розмірами $100 \times 300 \text{ мм}$ і встановлювалися в спеціальний кондуктор, поперечний переріз якого зображений на рисунку 1. Кондуктор складається із жорсткої обойми 1, всередині якої встановлюється випробуваний зразок 3 та рухома пластина, через упор якої передається навантаження на зразок; прогиномірні дроти закріплюються до голок 4, встановлених на межі контакту мінераловатної плити з обшивкою. Така конструкція забезпечувала фіксацію випробуваних зразків від повороту й можливість вільного взаємного зсуву обшивок при обпиранні однієї обшивки та вертикальному навантаженні протилежної. Випробування проводилися на універсальній випробувальній машині Р-5, навантаження прикладалися ступенями по 10 – 20 кГс, взаємне переміщення (зсув) обшивок вимірювалося за допомогою прогиномірів.

У результаті випробування кожного зразка отримане значення руйнівного навантаження та діаграма деформування (залежність величини зсуву обшивок від навантаження). Характерні діаграми деформування зразків з панелей покрівельного та стінового типу наведені на рисунку 2, де вздовж осі абсцис відкладені значення взаємного зсуву обшивок у міліметрах, а вздовж осі ординат – величина навантаження в кілограмах сили. З діаграми видно, що панелі покрівельного типу (лінія з світлими точками) є менш деформативними за рахунок використання ламельних мінераловатних плит.

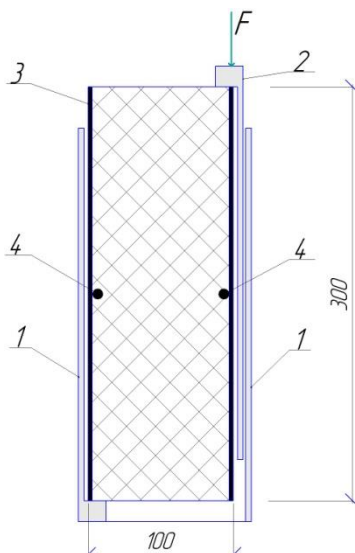


Рисунок 1 - Кондуктор для випробування на зсув

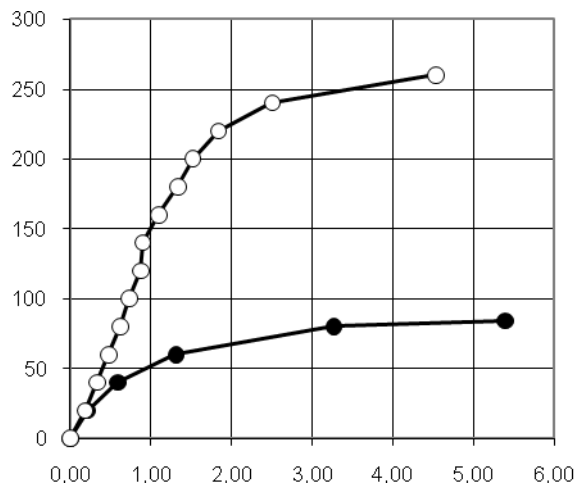


Рисунок 2 - Діаграми деформування зразків

Отримані результати дозволяють для кожного зразка визначити границю міцності сердечника при зсуві та модуль зсуву за формулами:

$$\tau_{\max} = \frac{F_{\max}}{B \times L}; \quad G = \frac{\tau}{\gamma} = \frac{\tau \times H}{\Delta}, \quad (1)$$

де $B=100$ мм і $L=300$ мм – ширина й довжина зразка;

$H=100$ мм – товщина зразка; $F_{\max}$ – руйнівне навантаження;

$\tau_{\max}$ – границя міцності при зсуві; τ – дотичні напруження в зразку;

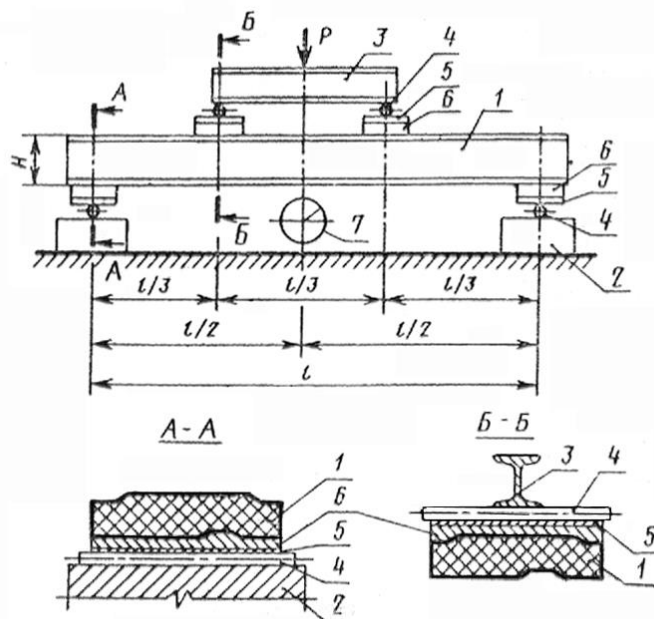
Δ – величина взаємного зсуву обшивок;

γ – кут зсуву; G – модуль зсуву.

Для випробування панелей застосовуються наступні прилади та устаткування:

- установка для випробування панелей за схемою, наведеною на рисунку 3;
- приклади для вимірювання деформацій;
- навантажувальний пристрій (прес або важільна установка);
- вантажі штучні масою від 10 кг до 20 кг.

Випробування проводять у приміщеннях із температурою повітря $18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ та відотною вологістю від 50 % до 60 %.



1 – база; 2 – траверса; 3 – зразок; 4 – циліндричні металеві опори діаметром (40 ± 50) мм; 5 – дерев'яні прокладки перерізом (100×25) мм; 6 – навантажувальна сила

Рисунок 3 – Схема випробування зразка на поперечний згин

Висновки

1. Контроль якості СП слід проводити згідно з вимогами даних стандартів з урахуванням вимог, щодо зовнішнього вигляду, розмірів, характеристик сердечника та обшивок, а також несучої здатності.

2. Для розрахунків несучої здатності СП може використовуватися інженерна методика, заснована на таких передумовах:

- згинальний момент сприймається сталевими обшивками, які працюють на стиск і розтяг;
- поперечна сила сприймається сердечником з пінополіуретану чи мінеральної вати;
- прогин визначається з урахуванням жорсткості обшивок при стиску і розтягу, а також жорсткості сердечника при зсуві.

3. В розрахунках несучої здатності СП слід враховувати фактичні значення модуля зсуву та міцності на зсув реально застосованого сердечника, встановлені за результатами випробувань.

4. Контроль несучої здатності СП слід виконувати згідно зі стандартизованою методикою, яка базується на випробуваннях зразків за схемою чистого згину при прольоті 1м.

Список літератури

1. ГОСТ 23486-79/Панели металлические трехслойные стеновые с утеплителем из пенополиуретана. Технические условия.
2. ГОСТ14918-80/Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий. Технические условия.
3. ГОСТ 21631-76 Листы из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия
4. ОСТ 1-92006-73

УДК 624.014:624.042.41

ВИПРОБУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОКСТАЛЕВОГО ПРОФІЛЬОВАНОГО НАСТИЛУ (СПН)ПРИ ТЕХНОЛОГІЇ МОНТАЖУ В БУДІВНИЦТВІ

В.Ю. Масляніков, магістрант гр БІ-20м

В.М. Аширбеков, магістрант гр БІ-20м

І.О. Скриннік, канд.техн. наук,доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Актуальність теми. Сталевий профільований настил знаходить широке застосування у промисловому та громадському будівництві в якості стінових та покрівельних огорожувальних конструкцій. Різноманітність виробників та профілів СПН

обумовлює необхідність проведення випробувань з метою встановлення несучої здатності конкретної марки настилу.

Типи СНП та його використання у будівництві

Профнастил (сталевий профільний лист) - це сталевий холодногнутий листовий профіль з трапецієподібною формою гофри. Використовується як для внутрішнього, так і для зовнішнього оформлення будинків. Також профнастил дозволяє будувати покрівлі, стіни й огороження з геометрією практично будь-якого рівня складності. Профнастил - екологічно чистий матеріал. Покращена формула захисного покриття убезпечить профнастил від шкідливого впливу атмосферних явищ та збереже його колір на багато років. До переваг профнастилу, як фасадного та покрівельного матеріалу, відноситься довговічність (термін служби до 25 років), сучасний дизайн, простота монтажу, невелика вага і екологічність. Різноманітність кольорів дозволяє підібрати оптимальний варіант оформлення будь-якого об'єкта, від побудови нових будівель до реконструкції та модернізації старих [1].

Мета випробування будівельних елементів (конструкцій), як і теоретичних досліджень, – перевірити поведінку будівельного елемента під впливом зовнішніх факторів. У даній главі в якості зовнішніх факторів розглядаються статичні навантаження. Експериментальні випробування дорожче теоретичних розрахунків, тому перші проводяться тільки в тому випадку, якщо:

- ще не існує прийнятної теорії;
- уже розроблена теорія має потребу в практичному підтвердженні;
- для застосування відомої теорії необхідно отримати певні експериментальні дані.

Для перевірки розробленої теорії розрахунку СНП в лабораторії кафедри "Будівельних, дорожніх машин та будівництва" була здійснена програма досліджень несучої здатності СНП під дією статичного навантаження. Умови випробувань відповідали ДСТУ Б В.2.6-10-96.

Попередні розрахунки несучої здатності СНП

Розрахункове навантаження визначається за формулою 1:

$$F_{\text{розр}} = \frac{600W_{\min} R_{\max}}{L} \quad (1)$$

де $W_{\min}$ – момент опору, см^2 ;

$R_{\max}$ – розрахунковий опір, кгс/см^2 ;

L – довжина настилу, см .

Середнє навантаження слід визначати за формулою 2:

$$F_{\min} = \frac{600W_{\min} R_{\max}}{L} \quad (2)$$

де $W_{\min}$ – момент опору, см^2 ;

$R_{\max}$ – середній опір, кгс/см^2 ;

L – довжина настилу, см .

Максимальне навантаження визначається за формулою 3:

$$F_{\max} = \frac{600W_{\min} R_{\max}}{L} \quad (3)$$

де $W_{\min}$ – момент опору, см^2 ;

$R_{\max}$ – максимальний опір, кгс/см^2 ;

L – довжина настилу, см .

Прогин визначається за допомогою інтерполяції даних таблиці вертикальних граничних прогинів за ДСТУ Б В.1.2-3:2006 [7].

Навантаження, яке призводить на максимального прогину визначається за формулою 4:

Основні характеристики несучої здатності настилу, який випробовується, наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 - Основні характеристики несучої здатності настилу марки ТП-18-О

B=	100	27		E=	20600		
I=	2,92	0,7884		R_розр	R_сер	R_макс	
Wmin=	2,4	0,648		24	34	44	
L см	F_розр	F_сер	F_макс	L/f_гран	F_прог	Q_розр	Q_прог
50	187	264	342	120	325	1843	3208
100	93	132	171	120	81	461	401
135	69	98	127	126	42	253	155
150	62	88	114	128	34	205	111
200	47	66	86	135	18	115	45
250	37	53	68	142	11	74	22
300	31	44	57	150	7	51	12
350	27	38	49	158	5	38	7
400	23	33	43	167	4	29	5
450	21	29	38	175	3	23	3
500	19	26	34	183	2	18	2
550	17	24	31	192	2	15	2
600	16	22	29	200	1	13	1

За даними таблиці 1 можна побудувати графік залежності несучої здатності від прольоту випробовуваного зразка, який зображений на рисунку 1:

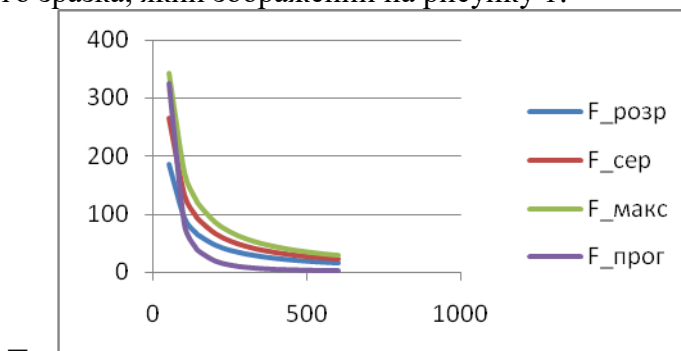


Рисунок 1 - Графік залежності несучої здатності від довжини настилу

За тією ж методикою визначаємо характеристики несучої здатності для інших марок сталевого профільованого настилу.

Таблиця 2 - Основні несучі здатності настилу марки ТП-45-О

B=	100	30		E=	20600		
I=	12,2	3,66		R_розр	R_сер	R_макс	
Wmin=	4,6	1,38		24	34	44	
L см	F_розр	F_сер	F_макс	L/f_гран	F_прог	Q_розр	Q_прог
50	397	563	729	120	1508	3533	13404
100	199	282	364	120	377	883	1675
150	132	188	243	128	157	393	465
200	99	141	182	135	84	221	186
250	79	113	146	142	51	141	91
300	66	94	121	150	34	98	50
350	57	80	104	158	23	72	30
400	50	70	91	167	17	55	19
450	44	63	81	175	13	44	13
500	40	56	73	183	10	35	9

550	36	51	66	192	8	29	6
600	33	47	61	200	6	25	5

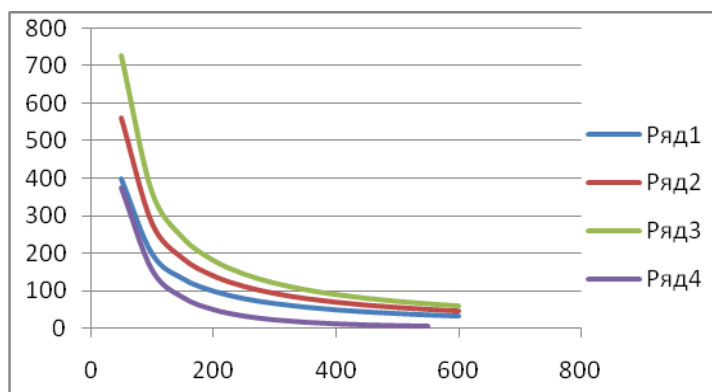


Рисунок 2 - Графік залежності несучої здатності від довжини зразка для марки настилу ТП-45-О

Список літератури

1. Булычев А.П., Сухов Ю.Д. Применение теории надежности для нормирования расчетных значений нагрузок // Строительная механика и расчет сооружений. – 1973. – № 5. – С. 15-19.
 2. Барашиков А.Я., Гольдберг М.Г., Перепечин В.И. Нормирование режимов действия постоянных и временных нагрузок // Надежность строительных конструкций. – Межвуз. сборник науч. трудов. – Куйбышев. – 1990. – С.65-66.
 3. Конструкції будинків і споруд. Профілі сталеві листові гнуті з трапецієвидними гофрами для будівництва. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.6-9-95 Державний комітет України у справах містобудування і архітектури Київ 1997.
 4. Сухов Ю.Д., Булычев А.П. Применение теории надежности для нормирования расчетных значений нагрузок // Строительная механика и расчет сооружений. – 1976. – №6. – С.15-19.
 5. Перельмутер А.В., Пашинський В.А. Про класифікацію навантажень та дій на будівельні конструкції //Технічна метеорологія Карпат: Матеріали першої Міжнародної науково-технічної конференції – ТМК-98: Оксарт.-1998 – С.75-78.
 6. ГОСТ 1497-84. Металлы. Методы испытаний на растяжение. – М.: Издательство стандартов, 1985. – С. 37.
 7. Рекомендации по применению стальных профилированных настилов нового сортамента в утепленных покрытиях производственных зданий. – М.: „ЦНИИПСК им. Мельникова”, 1985. – С.34.
 8. ДСТУ Б.В.2.6.-10-96. Конструкції сталеві будівельні. Методи випробування навантаженням. – К., 1997. –С.20.
 9. Лампси Б.Б. Исследование напряженно-деформированного состояния металлических балочных конструкций типа перекрытий / Б.Б. Лампси, А.А. Панкратов, В.В. Сафонов // Металлические конструкции и испытания сооружений: Межвузовский тематический сборник трудов. – Л.: ЛИСИ, 1982. – С. 16-22.
 10. Мельников Н.П. Металлические конструкции / Н.П. Мельников. – М.: Стройиздат, 1975. – ч. II. – С.190.
 11. Стрельбицкая А.И. Экспериментальное исследование упруго-пластической работы тонкостенных конструкций / А.И. Стрельбицкая, Г.И. Евсеев. – „Наукова думка”. – К., 1968. – С.184
- Білик С.І. Сталеві балки, розкріплені профільованим настилом / С.І. Білик // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Технічні науки (будівництво). – № 45. – Луганськ: МАП

УДК 336.717

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДЕФОРМАЦІЙ БУДІВЛІ НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНІЙ СТАН ПЕРЕКРИТТІВ

С.С. Гичко, *магістр гр. БІ-20М*

А.А. Тихий, *канд. тех. наук, доцент*

Центральноукраїнський національний технічний університет

В роботі виконано моделювання впливу деформацій будівлі на напружено-деформований стан збірних конструкцій плит перекриттів

Ключові слова: **плити перекриття, фундамент, ґрунтова основа, деформації, напружено-деформований стан.**

В будівлях і спорудах, які експлуатуються в складних інженерно-геологічних умовах протягом тривалого часу, спостерігаються деформації викликані осіданням ґрунтових основ. Складність розрахунків при проектуванні даних будівель полягає в тому, що потрібно враховувати попередні деформації від нерівномірних деформацій ґрунтових основ, які є причиною зміни просторового положення несучих конструкцій, осідання їх фундаментів.

Врахування впливу нерівномірних деформацій основ на напружено-деформований стан (НДС) фундаментів будівель, викликає необхідність додаткової перевірки розрахунків під час обстеження для визначення ресурсу експлуатації будівлі. Актуальними стають рекомендації по формуванню скінчено-елементних моделей конструкцій плит та всієї будівлі. Причому методика розрахунків повинна містити дані попередніх деформацій будівель.

Важливою задачею дослідження є максимально точна оцінка впливу деформацій будівлі на НДС збірних конструкцій плит перекриттів. Пошук найбільш адекватних розрахункових моделей, необхідність перевірки врахування схеми деформацій конструкцій при їх розрахунках при нерівномірних осіданнях ґрунтових основ на будівельних майданчиках з анізотропією ґрунтів [1].

Під час виконання досліджень у вигляді чисельних експериментів, об'єктом дослідження були прийняті моделі збірних типових багатопустотних залізобетонних плит типової серії. В процесі тривалої експлуатації, під фундаментами будівлі спостерігаються нерівномірні осідання, за рахунок просідання ґрунтів основи.

Виявлено, що граничний розмір перекосу для плит прогоном 6,0 м відповідно до [2] складає 24 мм (відносна різниця осідань $(\Delta S/l)_u = 24 / 6000 = 0,004$) для будівлі торговельного центру 3 поверхи, де проводилось обстеження, змодельовано зміщення однієї з опор послідовне з частковим затисненням на іншій шарнірно обпертій опорі плити. Отримані епюри внутрішніх зусиль (рис.1) в балочній моделі багатопустотної плити перекриття.

Багатопустотна плита перекриття шарнірно обпирається на зовнішні та внутрішні несучі стіни. Шарнірне – закріплення з урахуванням лінійних ступенів свободи вузлів. Завантаження прийнято – постійним навантаженням (власна вага та вага конструкції підлоги) та тимчасовим корисним навантаженням на перекриття.

Оцінювався прогин плити та згинальний момент. Розрахунки виконані за допомогою програмного комплексу "Scad". В результаті серії розрахунків були отримані параметри розподілу напружено-деформованого стану плити перекриття для заданих варіантів переміщення опори.

Епюра М [кНм]

Епюра Q [кН]

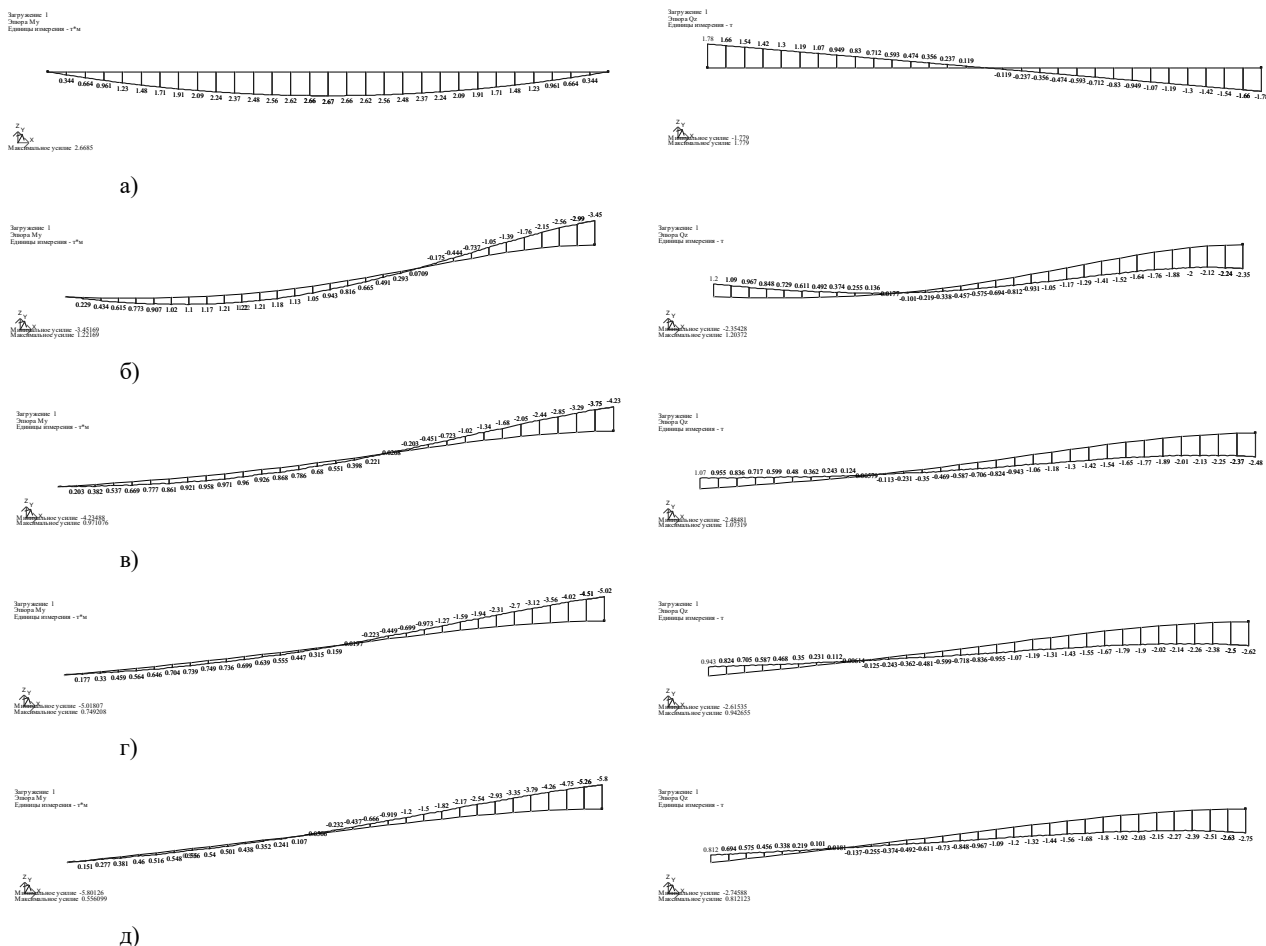


Рисунок 1 - Епюри внутрішніх зусиль в балочній моделі багатопустотної плити при вимушеному зміщенні однієї опори: а) проектне положення; б) осідання опори 6 мм; в) осідання опори 12 мм; г) осідання опори 18 мм; д) осідання опори 24 мм.

З результатів досліджень видно, що при впливі нерівномірних осадок на типову конструкцію будівлі в неї виникає нехарактерний НДС, опорний переріз вигинається і та виникають опорні моменти. При такому характеру роботи утворюються тріщини та відбувається їх понаднормове розкриття у верхній зоні ділянки обпирання плити.

Висновки

Таким чином, при ймовірності виникнення нерівномірних деформацій будівель та споруд з використанням типових збірних конструкцій, повинні бути враховані прогнозовані зміщення опор, крени та перекоси. Значення даних прогнозованих деформацій приймаються за граничними величинами, приведених у нормативних документах, при досягненні яких досліджувана конструкція і будівля не підпадають під стан непридатності до нормальної експлуатації.

Список літератури

1. Бойко І.П. Зміна напружено-деформованого стану при зведенні поруч нових будівель в умовах щільної міської забудови / І. П. Бойко, В. С. Носенко //Будівельні конструкції. – К.: НДІБК – 2008 – Вип. 71. – Книга 1. –С. 370–376.
2. Плити перекриттів залізобетонні багатопустотні для будівель і споруд. Технічні умови. ДСТУ Б В.2-6-53:2008. [Чинний з 2010-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 23 с.
3. Пилягин А.В. Проектирование оснований и фундаментов зданий и сооружений: Учебное пособие, - М.:Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006, - 248с.
4. Будинки і споруди на підроблюваних територіях і просідаючих ґрунтах. Ч. II: Будинки і споруди на просідаючих ґрунтах : ДБН В.1.1-5-2000. – [Чинний від 2000-07-01]. – Офіц. вид. – К.: Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України : Держбуд України, 2000. – 84 с. – (Нормативний документ Держбуду України).

УДК 336.717

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК ПРИ ЗНАКОЗМІННИХ РЕЖИМАХ НАВАНТАЖЕННЯ

А.В. Односум, *магістр гр. БІ-20М*

Т.М. Павлова, *студентка гр. БІ-20СК-3*

А.А. Тихий, *канд. тех. наук, доцент*

Центральноукраїнський національний технічний університет

Проведено аналіз оцінки несучої здатності і напружено-деформованого стану сталезалізобетонних балок. Побудовані діаграми бетону та арматурної сталі за фізичною межею текучості та умовною межею текучості.

напружено- деформований стан, деформації, напруження, згинальні моменти.

В сучасних умовах проектування будівель, визначення напружено-деформованого стану (НДС) сталезалізобетонних балок при небагаторазово повторних і знакозмінних режимах навантаження є складним завданням, загальне рішення якого нині відсутнє.

Методика розрахунку за оцінкою несучої здатності і НДС сталезалізобетонних балок розроблена з використанням та врахуванням наступних передумов і факторів [1, 2]:

- прийнято розрахункові перерізи, НДС яких відповідає проміжному стану блока між тріщинами, якщо такі виявлені;
- для усереднених деформацій бетону, арматури і сталеві балки прийнята методика розрахунку за гіпотезою плоских перерізів;
- зв'язок між напруженнями і деформаціями бетону прийнятий у вигляді діаграми " $\sigma_c - \epsilon_c$ ", показаним на рис.1;
- зв'язок між напруженнями і деформаціями арматури з фізичною межею текучості прийнятий у вигляді діаграми Прандтля (рис. 2, а), для арматури з умовною межею текучості - у вигляді діаграми (рис. 2, б), для сталі балок - у вигляді діаграм (рис. 3) [4];
- вплив тріщиноутворення на роботу залізобетону врахований шляхом множення опору на коефіцієнт;
- при додатньому моменті увесь залізобетонний переріз стиснений;
- руйнування перерізу відбувається у разі досягнення деформаціями стисненого бетону своїх граничних значень.

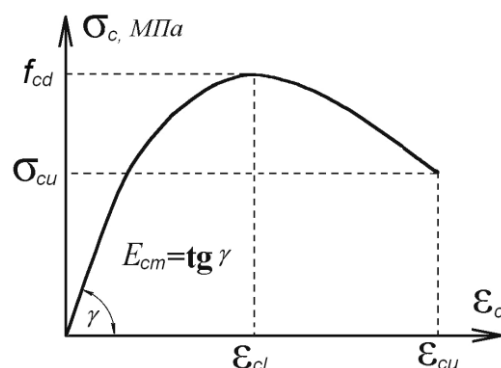
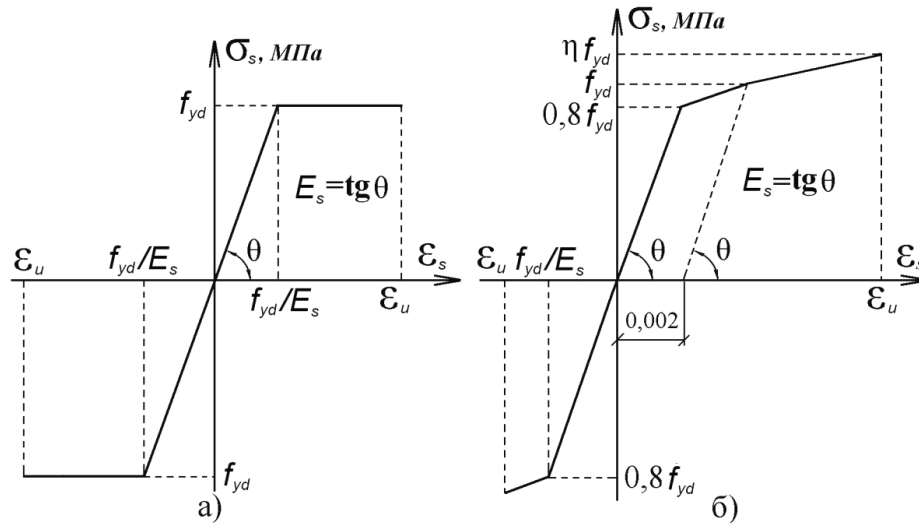
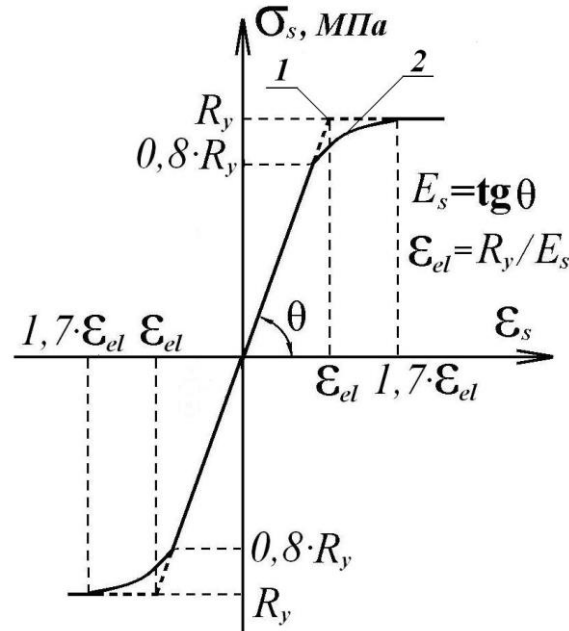


Рисунок 1 - Діаграма " $\sigma_c - \epsilon_c$ " бетону

Рисунок 2 - Діаграми " $\sigma_s - \varepsilon_s$ " арматурної сталі:

- а) - з фізичною межею текучості;
б) - з умовною межею текучості

Рисунок 3 - Діаграми " $\sigma_s - \varepsilon_s$ " сталі балок:

- 1 - ідеалізована (Прандтля);
2 - уніфікована (умовно-точна) [5]

Граничний стан сталезалізобетонної балки досягається за умови, якщо [3,4]:

- зруйнований хоч би один переріз (перша група граничного стану);
- виконана умова досягнення максимуму на кривій станів (граничний стан першої групи);
- прогини конструкції або ширина розкриття тріщин перевищили допустимі з умов нормальної експлуатації значення (друга група граничного стану).

Висновки

Малоповторні і знакозмінні режими навантажень виникають в процесі експлуатації при зміні схеми впливу навантажень, розвитку впливу деформаційної складової поверхні. В сучасних чисельних методиках розроблені способи розрахунку залізобетонних балок при різних режимах і видах навантаження. Для сталезалізобетонних балок необхідне удосконалення методик оцінки несучої здатності при різних режимах навантаження з

урахуванням накопиченого експериментально-теоретичного матеріалу, що вимагає проведення додаткових досліджень.

Список літератури

1. Стороженко Л.І. Дослідження сталезалізобетонних балок з армуванням трубами за допомогою методу скінченних елементів / Л.І. Стороженко, Т.П. Куч // Збірник наукових праць Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка. – Полтава, 2011. – Випуск 2 (30). – С. 53–57.
2. Клименко Ф.Є. Металеві конструкції / Ф.Є. Клименко, В.М. Барабаш, Л.І. Стороженко. – Львів: Вид-во «Світ», 2002. – 311 с.
3. ДСТУ Б В.2.7-226:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності. – Введ. вперше. Надано чинності: наказ Мінрегіонбуду України 22.12.2009 року № 649. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 33 с.
4. Бамбура А.М. До аналітичного описання діаграми механічного стану бетону при одноразовому короткочасному деформуванні / А.М. Бамбура // Буд. конструкції: Міжвідом. наук.-техн. зб. / НДІБК. – К.: НДІБК, 2002. – Вип. 57. – С. 31–34.

УДК 528.44

ГЕОМЕТРИЧНА ОСНОВА МАРКШЕЙДЕРСЬКИХ ЗЙОМОК

С.С. Талпа, студент гр. БІ-21СКЗ

О.О. Ляуш, студент гр. БІ-21СКЗ

А.А. Тихий, канд. тех. наук, доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет

В роботі розглянуто методи побудови маркшейдерської опорної мережі та методи для побудови підземних маркшейдерських сіток.

Ключові слова: маркшейдерська опорна мережа, триангуляція, полігонометрія, трилатерація.

Маркшейдерські опорні сітки поділяють на сітки на земній поверхні і підземні опорні, побудовані в єдиній системі координат та слугують основою для розвитку знімальної основи і виробництва зйомок. Вихідними даними для виробництва всіх маркшейдерських зйомок на території виробничо-господарської діяльності гірничих підприємств є маркшейдерські опорні мережі на земній поверхні, що складаються з пунктів державної геодезичної мережі і геодезичних мереж згущення. На земній поверхні планові опорні мережі створюються методами триангуляції, полігонометрії і трилатерації або їх поєднанням. Такі ж методи використовують для побудови підземних маркшейдерських сіток.

Метод триангуляції полягає в побудові на місцевості мережі трикутників, в яких вимірюються кути, мінімальне число довжин сторін і обчислюють координати їх вершин.

Метод полігонометрії полягає в прокладанні на місцевості систем або окремих полігонів (ходів) з вимірюванням горизонтальних кутів при вершинах ходу і довжин сторін між ними, необхідних для обчислення координат вершин ходів.

Метод трилатерації полягає в вимірі довжин сторін в мережі трикутників на місцевості і обчисленні координат їх вершин. Проте метод трилатерації поки не знайшов широкого практичного застосування.

Спочатку створюється мережа більш рідкісних пунктів вищого класу, які є основою для подальшого згущення мережі. Це дозволяє у відносно стислі терміни розвинути мережі згущення на великій території відповідно до виникаючих потреб. Маркшейдерська опорна мережа на земній поверхні в основному представлена пунктами державної геодезичної мережі 4 класу і пунктами геодезичних мереж згущення. Пункти триангуляції 4 класу визначаються шляхом вставки жорстких систем або окремих пунктів з обов'язковим вимірюванням в трикутниках всіх трьох кутів. Пункти полігонометрії 4 класу утворюють системи або поодинокі ходи, які спираються на пункти триангуляції 1, 2, 3 і 4 класів і полігонометрії 1, 2 і 3 класів з обов'язковою кутовий прив'язкою на всіх вихідних пунктах.

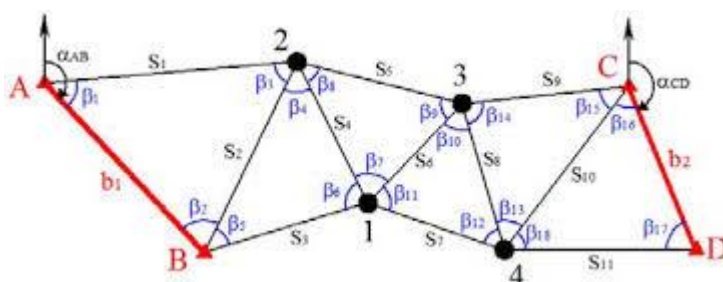


Рисунок 1 - Метод триангуляції

Підземні маркшейдерські опорні мережі є головною геометричною основою всіх підземних зйомок. Для створення опорних мереж за основними гірничих виробках (квершлагоу штольнях, похилих стовбурах, ухилах, бремсбергами, польовим, груповим і основним відкатувальним штрекам) прокладаються полігонометричні ходи (рис.2).

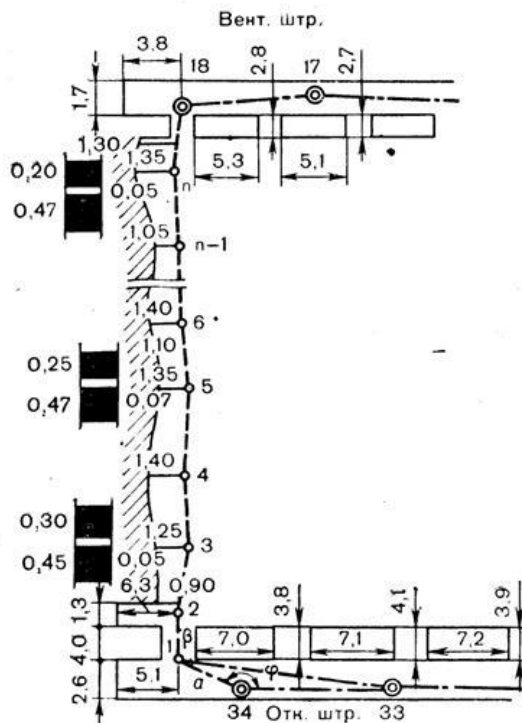


Рисунок 2 - Лінійна підземна зйомка

При довжині полігонометричного ходу більше 2 км він повинен поділятися на секції з твердими дирекційними кутами. Число кутів в секції не повинно перевищувати 20. Опорні мережі призначаються для розвитку знімальних мереж, складання планів гірничих виробок

та інших графічних матеріалів, а також для аналітичного рішення різних маркшейдерських і гірничо-геометричних задач.

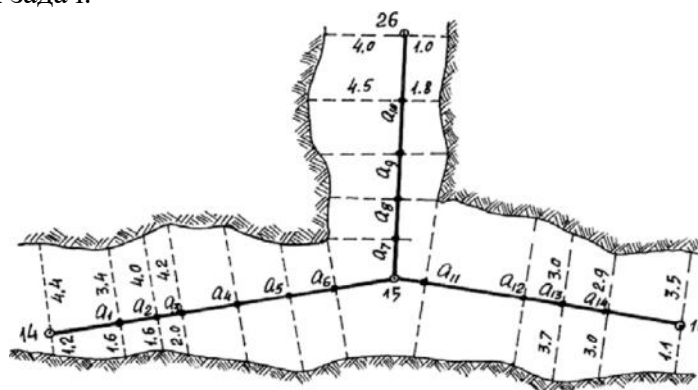


Рисунок 3 - Схема зйомки очисного забою

Принципи побудови підземних маркшейдерських опорних мереж залежать від умов залягання родовища і способів його розкриття. Залежно від цього підземні опорні мережі мають певні конструктивні особливості.

Висновки

Маркшейдерська служба гірничого підприємства щорічно повинна проводити інвентаризацію опорної мережі і зйомок, що характеризує їх стан і необхідний обсяг робіт на відновлення і поповнення опорної мережі.

Список літератури

1. Білокриницький С. М. Геодезія : навчальний посібник / С. М. Білокриницький. – Чернівці : ЧНУ, 2011. – 576 с.
2. Геодезія : навч. посіб. / Б. І. Новак, Л. П. Рафальська, О. П. Жук ; за заг. ред. І. П. Ковальчука. – К.:Компринт, 2013. – 301 с.
3. Статистичний аналіз результатів геодезичних зйомок колій мостових кранів у виробничих будівлях / В. А. Пашинський, А. А. Тихий, М. В. Пашинський, С. Ф. Пічугін // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. - Одеса : ОДАБА, 2020. - Вип. 81. - С. 87-96.

ОГЛЯД ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ФАСАДНИХ СИСТЕМ З ВЕНТИЛЯЦІЙНИМ ПОВІТРЯНИМ ПРОШАРКОМ

А.М. Дорул, *ст. гр. Бі 20мз,*
В.В. Дарієнко, *доц., канд. техн. наук*
Центральноукраїнський національний технічний університет

Одним з найбільш ефективних способів рішення задачі енергозбереження на опаленні будівель є перехід на багатошарові конструкції утеплення та оздоблення зовнішніх стін з вентильованим повітряним зазором. Така система в будь-яку пору року дозволяє підтримувати необхідний режим теплообміну.

При зовнішньому улаштуванні теплового захисту будівлі створюються сприятливі температурно-вологісні умови роботи стіни, що також сприяє підвищенню довговічності зовнішньої огорожувальної конструкції. Перш за все, зовнішня теплоізоляція захищає стіну від зовнішніх впливів: добових і сезонних температурних коливань, які в результаті нерівномірних деформацій елементів цього шару можуть призвести до виникнення тріщин, розкриття швів панельних стін, відшарування штукатурки. А також від атмосферних опадів, обмерзання і промерзання, змінного замерзання і відтавання капілярної вологи, що робить руйнівну дію в поверхневому шарі огорожувальної конструкції.

У холодну пору року зовнішня теплоізоляція перешкоджає охолодженню масивного шару до температури точки роси і випаданню конденсату на його внутрішній поверхні.

Встановлено, що найбільшою теплоакумуючою здатністю, яка характеризується кількістю тепла, що накопичується 1 м² поверхні при сталому тепловому потоці, володіє конструкція з зовнішньою теплоізоляцією [1]. Вона в кілька разів повільніше остигає при відключенні джерела тепла і створює найбільш комфортні температурні умови в приміщенні завдяки тому, що коливання температури зовнішнього повітря мало впливають на зміну температури внутрішньої поверхні стіни. Завдяки цим перевагам можна досягти значної економії енергії опалювальної системи шляхом регулювання подачі тепла, наприклад, періодичного її відключення, що, може бути успішно використано в приватних будинках і в будинках з місцевим опаленням, а також у всіх будівлях з регульованою системою теплопостачання.

Всі системи утеплення мають принципово однакове конструктивне рішення, яке полягає в тому, що на несучі конструкції зовнішньої стіни із зовнішньої сторони встановлюють і фіксують суцільний шар утеплювача і елементи несучого каркаса, за допомогою якого на стіні, з певним зазором щодо шару утеплювача, монтується плитний або листовий оздоблювальний матеріал (екран) [1]. Зазор між екраном і шаром утеплювача необхідний для ефективного видалення вологи і парів, що виходять з помешкання через зовнішню стіну на вулицю [2]. Він працює за принципом витяжки або каміна: перепад тиску і різниця температур зовні і всередині зазору змушують повітря в просторі між зовнішнім облицюванням і поверхнею ізоляційного матеріалу циркулювати [1].

Відмінними рисами між системами є різні способи кріплення плит утеплювача на конструкціях зовнішньої стіни, матеріали і геометрія окремих елементів підконструкції, а також схеми їх розташування на поверхні основи, вибір оздоблювальних матеріалів і способи їх кріплення до несучого каркасу. Крім того, системи відрізняються способами рішення архітектурного вигляду фасаду, в тому числі, по можливості надання будівлям індивідуальної виразності.

При виборі матеріалів і виробів, при проектуванні та монтажу фасадної системи з вентильованим повітряним зазором необхідно враховувати наступні вимоги і рекомендації [1,2]:

- вплив всіх зовнішніх впливів на фасадну систему, в тому числі вітрового тиску, снігового і ожеледного навантаження і т. д.;

- повітряний прошарок повинен бути не менше 60 і не більше 150 мм, слід передбачати розсічки повітряного потоку по висоті на кожні три поверхи з перфорованих перегородок;
- застосування жорстких теплоізоляційних матеріалів щільністю не менше 80 - 90 кг/м², які мають на стороні, зверненій до прошарку, вітро - повітрозахисної паропроникної плівки або кешовані склотканиною, що виключає зволоження утеплювача з боку вентиляованого зазору, але і не перешкоджає випаровуванню з нього вологи; не слід застосовувати горючі утеплювачі; м'які теплоізоляційні матеріали не рекомендуються;
- корозійну стійкість матеріалів в конкретних умовах експлуатації;
- клямери (скоби), використовувані для кріплення фасадних плит, що працюють в особливо агресивних умовах, рекомендується виготовляти з корозійностійких сталей.

Таблиця 1 - Основні елементи фасадних систем з вентиляційним повітряним прошарком.

Найменування елемента системи	Опис	Призначення
1. Основа	Матеріал несучого шару стіни	Кріплення несучих елементів фасаду
2. Несучий каркас	Комплект металевих елементів закріплених на основі.	Забезпечують несучу спроможність стіни.
кронштейни	Металеві елементи, кріпляться безпосередньо до стіни.	З'єднання інших елементів несучого каркасу з основою.
анкерні дюбелі	Металеві з розпорним приладдям підібраним під матеріал основи.	Закріплення кронштейнів.
профілі	Горизонтальні або вертикальні елементи, кріпляться до кронштейнів.	Несучий елемент лицьовального шару.
3. Утеплювач	Плитний, негорючий теплоізоляційний матеріал розрахункової товщини	Теплоізоляційний шар системи
4. Вітрозахисна мембрана	Паронепроникна плівка	Вітрозахисна плівка для утеплювача
5. Тарікаті дюбелі	Задівні, винтові анкерні дюбелі з притисною шайбою	Закріплення плитного утеплювача на основі
6. Кріпильні елементи	Самонарізачі болти, заклепки, клямери і т.д.	З'єднання профілів з кронштейнами, лицьовання до профілів
7. Вентилюємий прошарок	Розташовується між теплоізоляційним і лицьовальним шаром фасадної системи	Вентиляція прошарку між утеплювачем і лицьованням
8. Лицьовання	Листовий або плитний матеріал касети	Захист від зовнішніх впливів, вигляд фасаду
9. Елементи примикань	Металеві добірні елементи	Зовнішній вигляд, в примиканнях

Представлений аналіз підтверджує актуальність і підвищену увагу науково-інженерної громадськості до розглянутої проблеми як з позицій необхідності пошуку нових інженерних рішень і технологій енергозбереження в існуючих та нових будівлях, так і з позицій оцінки безвідмовної роботи, ремонтпридатності, надійності і довговічності несучих елементів фасадних систем.

Список літератури

1. ДБН В.2.6-33:2018 Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування. – Київ: Мінрегіон, 2018. – 18 с.
2. Подласова, И.А. Сопротивление теплопередаче стен с навесными теплоизоляционными фасадами / И.А. Подласова, В.Ю. Чернета, Н.О. Копаница // АВОК. - 2005. - №3

УДК: 694.1

ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ ЩОДО ЗМІНИ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕРЕВИНИ ПРИ ТРИВАЛІЙ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

О.В. Зінченко, *ст. гр. Бі 20мз,*
В.В. Дарієнко, *доц., канд. техн. наук*
Центральноукраїнський національний технічний університет

Сучасними проблемами містобудування є реконструкція та ремонт існуючої забудови, а також способи збільшення термінів її експлуатації на стадіях будівництва. Дерево, як будівельний матеріал, завжди знаходило широке застосування при зведенні будівель і споруд в вигляді несучих і огорожуючих конструкцій. Термін експлуатації значною частиною несучих дерев'яних конструкцій перевищує рекомендований технічною літературою - 50 років.

Забезпечення достатньої несучої здатності дерев'яних конструкцій протягом усього заданого періоду експлуатації передбачено діючими нормативно-технічними документами. В них враховані специфіка роботи деревини як конструкційного матеріалу, анізотропія її фізико-механічних властивостей, зміна міцності в залежності від температурно-вологісних умов експлуатації і часу дії навантаження та інші фактори.

Основними показниками, що визначають зміну несучої здатності конструкції в процесі експлуатації, є початкова і тривала міцність деревини, вивчена вченими: Ю.М. Івановим, Б.П. Уголевим, Ю.Ю. Славіком, Л.М. Перелігіним, Є.Л. Леонтьєвим, В.В. Флаксерманом, Р.Б. Орловичем, В.З. Клименко, Ю.С. Соболевим, Є.М. Серовим та іншими.

В процесі експлуатації дерев'яні конструкції тривалий час знаходяться під навантаженням при змінних температурах і вологості. На міцність деревини, завдяки її реологічним властивостям, значний вплив надає тривалість дії навантаження. Тривалий опір деревини є показником дійсної міцності деревини на відміну від межі міцності, що визначається прискореними випробуваннями.

Тривала міцність деревини - один з критеріїв довговічності і надійності дерев'яних конструкцій [1]. Вивченням тривалої міцності, як одного з питань теорії міцності займалася багато дослідників, такі як Ю.М. Іванов, Б.П. Уголев, Ю.Ю. Славик, Н.Л. Леонтьєв, А.Ф. Іоффе, В.В. Болотін, А.А. Вейбулл, Дж. Коллінз, Т.А. Конторова, Н.Н. Афанасьєва, Б. Медсон, Є.М. Знаменський, О.Б. Рюмина і багато інших [2]. Для опису зниження опору деревини з тривалістю дії навантаження пропонувалися різні залежності.

Таблиця 1 - Термін служби конструктивних елементів будівель

№ з/п	Конструктивний елемент будівлі	Термін служби дерев'яних будівель, споруд та їх конструктивних елементів, років	Нормативний термін служби конструктивних елементів житлових будівель, років	Нормативний термін служби конструктивних елементів житлових будівель для розрахунків норм амортизаційних відрахувань, років	Середні строки служби в роках по групам будівель					
					I	II	III	IV	V	VI
1	Фундаменти: дерев'яні стовпи	10	15	12	-	-	-	-	10	10
2	Стіни: дерев'яні рублені, брусчаті	30	30	50	-	-	-	50	-	-
3	Стіни: дерев'яні здрно-щитові, каркасні		30	30	-	-	-	-	30	-
4	Перекрыття: дерев'яні по дерев'яним балкам, оштукатурені, міжетажні	50	60	50	-	60	60	50	30	15
5	Перекрыття: дерев'яні по дерев'яним балкам, оштукатурені, чердачні	50	30	50	-	60	60	50	30	15
6	Дах (несучі елементи): стропила та ригелювання дерев'яні	50	50	40	50	50	50	40	30	15

Поява в процесі експлуатації в конструкціях пошкоджень, на рівні зі зміною фізико-механічних властивостей деревини, впливає на термін їх експлуатації.

Не дивлячись на різнобічні дослідження зміни фізико-механічних властивостей деревини при тривалій експлуатації, мало вивченим залишається питання впливу виду напружено-деформованого стану тривало експлуатованих конструкцій на міцність і модуль пружності деревини.

Список літератури

1. ДБН В.2.6-161:2017 Дерев'яні конструкції будинків і споруд. Основні положення. – Київ: Мінрегіон, 2017. – 110 с.
2. Рюмина Е.Б., Успенская Г.Б. Некоторые вопросы длительной прочности
3. древесины. / Повышение эксплуатационной надежности и защита древесины: Науч. тр./ Центр. Науч.- исслед. Ин-т мех. Обработ. Древесины. - Архангельск, 1987.- 165 с. стр. 89-96.

ОГЛЯД ОСНОВНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИХ МЕТОДІВ ВОГНЕЗАХИСТУ СТАЛЕВИХ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ

В.А. Ігнатенко, *ст. гр. Бі 20мз,*
В.В. Дарієнко, *доц., канд. техн. наук*
Центральноукраїнський національний технічний університет

Усі існуючі організаційно-технічні методи вогнезахисту можна досить чітко розділити на активні та пасивні. Спробуємо проаналізувати їх ефективність та особливості конкретних вогнезахисних рішень.

Активний вогнезахист - це комплекс заходів для якнайшвидшого виявлення та ліквідації осередку загоряння. Відповідно до існуючих сьогодні норм законодавства України [1] протипожежний захист повинен досягатися застосуванням систем автоматичної пожежної сигналізації та пожежогасіння, засобів протидимного захисту, а також пристроїв, що забезпечують обмеження поширення пожежі.

Автоматичні системи об'ємного пожежогасіння дозволяють безпосередньо впливати на джерело загоряння в самому його зародженні. Системи працюють по принципу ручного, електричного та пневматичного пуску. Мабуть, найбільш надійні сьогодні системи, які приводяться в дію пожежними датчиками (на нагрів і задимленість) і забезпечують оперативне гасіння вогнища загоряння без участі людини.

Системи пожежогасіння діляться, перш за все, по тому, яка використовується вогнегасна речовина:

- газові суміші (CO₂, аргон, азот, фреони);
- вода;
- вода з піноутворювачем;
- порошки спеціального хімічного складу;
- аерозольні системи;
- системи тонкодисперсної води.

Найпоширенішим засобом пожежогасіння в силу дешевизни й ефективності як і раніше є вода. Однак традиційні водяні системи пожежогасіння хоча і дуже надійні, але мають ряд недоліків.

Проблема полягає в тому, що вони споживають величезну кількість води, так що їх використання потребує наявності ємкостей і резервуарів. Крім того, звичайне розпорошення викликає затоплення приміщення, що приносить великі збитки, особливо в сучасних будинках, переповнених електрокабелями і складною оргтехнікою.

Нові технології гасіння поки що повільно впроваджуються в практику. Застосування безводних засобів обмежено із низки міркувань - порошкові, газові, аерозольні системи хоча і мають дуже високу ефективність, але вони дорого коштують і небездоганні з точки зору екології. В даний час все більш популярним стає метод гасіння тонкорозпиленою водою (ТРВ) за допомогою мікрокрапель величиною менше 200 мікрон - метод більш економічний і ефективний, ніж звичайне розбризкування.

Крім високотехнологічних і, найчастіше, дорогих автоматичних систем пожежогасіння існують рішення, які називаються пасивним протипожежним захистом. В основі пасивного захисту лежить використання вже на етапі проектування і зведення будівлі широкого спектру заходів протипожежної безпеки, метою яких є захист людей від вогню в разі його виникнення та локалізації спалаху. У першу чергу, ці заходи засновані на використанні матеріалів, що запобігають загорянню і перешкоджають поширенню вогню, а також підвищують вогнестійкість сталевих будівельних споруд, інженерних систем і конструкцій з деревини, бетону, залізобетону.

Згідно [1], застосування незахищених сталевих конструкцій допускається, коли мінімальна необхідна межа вогнестійкості конструкції встановлена R15 (RE 15, REI 15), за

винятком випадків, коли межа вогнестійкості несучих елементів будівлі за результатами випробувань становить менше R8. У цих, а також у всіх інших випадках, коли необхідна межа вогнестійкості конструкцій більше R15 (RE 15, REI 15), потрібно підвищити їх вогнестійкість до заданого рівня за допомогою засобів вогнезахисту.

Розглянемо основні способи вогнезахисту несучих сталевих конструкцій.

Особливо важливо застосовувати пасивний вогнезахист у будинках з великим скупченням людей: готелі, аеропорти, спортивні комплекси, стадіони та торгові центри, а так само в таких галузях промисловості, як нафтопереробні та атомно - енергетичні комплекси.

Вогнезахист сталевих конструкцій здійснюють як традиційними методами (бетонування, штукатурки цементно-піщаними розчинами, використання цегляної кладки), так і новими сучасними методами, заснованими на механізованому нанесенні полегшених матеріалів і легких заповнювачів - азбесту, спученого перліту та вермикуліту, мінерального волокна, які володіють високими теплоізоляційними властивостями або базуються на використанні плитних і листових теплоізоляційних матеріалах (гіпсокартонних та гіпсоволокнистих листів, азбестоцементних і перлітофосфогелевих плит та ін.) Сучасні методи вогнезахисту сталевих конструкцій включають використання: теплоізоляційних штукатурок, що складаються з цементу або гіпсу, перлітового піску або вермикуліту, рідкого скла; вогнезахисних покриттів з азбесту або гранульованого мінерального волокна, рідкого скла, цементу та ін; фарб, що спучуються, які представляють складні системи органічних і неорганічних компонентів. Вогнезахисна дія цих фарб заснована на спучуванні нанесеного складу при температурах 170-200⁰С та виникненні пористого теплоізолюючого шару, товщина якого складає кілька сантиметрів.

Нагрівання сталевих споруд в умовах пожежі залежить від безлічі факторів, серед яких основними є інтенсивність вогню і способи теплозахисту металоконструкцій.

Конструкції без вогнезахисту деформуються і руйнуються під впливом напружень від зовнішніх навантажень і температури. Вогнезахист, блокуючи тепловий потік від вогню до поверхні конструкцій, оберігає їх від швидкого прогрівання і дозволяє зберегти несучу здатність протягом певного часу [1-5].

Метали відрізняються високою теплопровідністю, тому їх вогнезахист полягає у створенні на поверхні сталевих елементів конструкцій теплоізолюючих екранів, що витримують вплив вогню або високих температур.

Наявність теплоізолюючих екранів дозволяє при пожежі уповільнити прогрівання металу та зберегти конструкціям свої функції протягом певного часу, тобто до настання критичної температури, при якій починається втрата несучої здатності. Можна виділити наступні способи вогнезахисту сталевих конструкцій:

- облицювання конструкцій вогнезахисними плитними матеріалами або установка вогнезахисних екранів (конструктивний спосіб);
- нанесення безпосередньо на поверхню конструкцій вогнезахисних покриттів (обмазка, фарбування, напилення і т.д.);
- комбінований (композиційний) спосіб, що представляє собою раціональне поєднання різних способів вогнезахисту.

Список літератури

1. ДБН В.1.1-7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
2. Абрамов О.О. Вогнезахист металевих конструкцій. Застосування. Оцінка ефективності. // Бізнес і безпека, -2005 .- № 2-С.
3. Єрьоміна Т.Ю. Зниження пожежної небезпеки будівельних конструкцій і матеріалів за рахунок застосування ефективних вогнезахисних засобів: Дис. доктора техн. наук .- 05.26.03-М.: 2004 .- 328 с. Ун, 71:05-5 / 366.
4. Голованов В.І. Прогнозування вогнестійкості сталевих конструкцій з вогнезахист: автореферат дис. доктора технічних наук .- 05.26.03-М.: 2008 .- 48с.
5. Яковлев А.І. Гіпсокартонні листи - вогнезахисна облицювання несучих металевих конструкцій виробничих будівель і споруд // Промислове будівництво, - 1984. - № 1. - 29-32С.

ЗАГАЛЬНІ КРОКИ СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ НДС В СИСТЕМАХ САПР

Д.С. Осипенко, ст. гр. Бі 20м,
В.В. Дарієнко, доц., канд. техн. наук
Центральноукраїнський національний технічний університет

Створення скінченно-елементної моделі для визначення НДС віртуальних зразків та її аналіз у пружній стадії роботи виконується в наступному порядку.

1. Вибір системи координат. Призначення системи координат полягає у вказуванні положення точок у просторі або на площині. У процесі моделювання в MSC/NASTRAN необхідно створити сукупність точок, які разом з елементами визначають розміри і форму моделі. Завдання координат точок має на увазі використання певної системи координат. Базовою системою координат є ортогональна система координат, неявно визначена у всіх звичайно-елементних моделях MSC/NASTRAN.

Часто буває зручним задавати модель або яку-небудь її частину в координатній системі, відмінній від загальної. Поширений приклад використання локальних координат – це моделювання конструкції, що складаються з декількох деталей. У цьому випадку можна використовувати розміри безпосередньо з креслень, без їх попереднього перетворення в єдину систему координат. Далі, якщо деталі задані в їх власних системах координат, їх положення і орієнтація можуть бути модифіковані шляхом змін в специфікації відповідної системи координат, мінімізуючи витрати часу на перестроювання сітки.

2. Створення геометрії моделі. Спочатку створюється плоский поперечний переріз досліджуваної залізобетонної конструкції за допомогою прямих, що задавалися координатами вузлових точок. Об'ємна модель (див. рисунок 1, а) конструкції (бетон) формувалася шляхом видовження утвореної завчасно по заданих прямих плоскої граничної поверхні на необхідну висоту моделі. Для задавання арматурних стержнів необхідно попередньо виділити прямі їх розташування у твердому тілі (бетоні). Для цього тверде тіло різалося площинами, на перетині яких утворювалися прямі для послідовного розташування на них арматурних стержнів (див. рисунок 1, б).

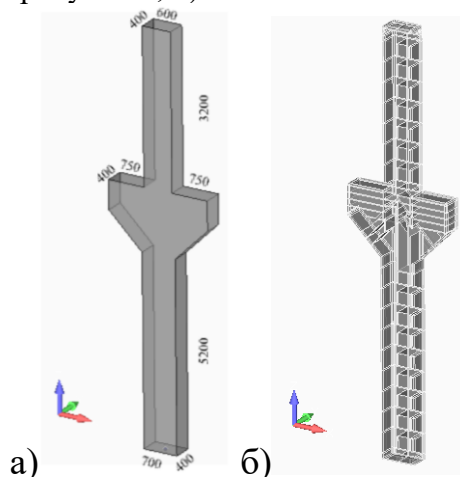


Рисунок 1 - Створення габаритних геометричних розмірів модельованого твердого тіла (а) та виділення площин розташування арматурних стержнів (б) на прикладі залізобетонної колони середнього ряду.

3. Введення властивостей матеріалів. У MSC/NASTRAN можуть бути задані ізотропні, ортотропні та анізотропні матеріали.

Матеріали моделі задавалися окремо як ізотропні. Всі властивості матеріалів задавалися у вигляді скалярних величин. Значення фізико-механічних характеристик

матеріалів (модуль пружності Юнга E і коефіцієнт поперечних деформацій ν) та закону деформування (σ - ϵ) бралися згідно діючих нормативних документів. Третя константа – модуль зсуву G – визначалася автоматично по відомому співвідношенню між E та ν .

4. Вибір типу скінченних елементів (СЕ) та розбиття моделі на СЕ. Створена об’ємна модель “заповнювалася” скінченними елементами. У лінійному статичному аналізі елементи представляються пружними частинками. Ця математична апроксимація досить наближено описує реальну поведінку конструкції. Метою скінченно-елементного моделювання є складання з дискретних частинок моделі, що найдостовірніше описує реальну конструкцію та її роботу.

5. Задавання граничних умов (ступенів вільності) – в’язей, що прикладаються до конструкції. Відповіддю конструкції на прикладені навантаження є опорні реакції в точках закріплення конструкції, де накладені граничні умови у формі фіксування певних ступенів вільності моделі.

До зразків прикладались розподілені по площині граничні умови. Для нижнього горизонтального обрізу моделі колони заборонялися поступальні та кутові переміщення.

6. Формування системи навантажень та задавання їх значень. Навантаження до зразків прикладалась як статично рівномірно розподілене по площині верхнього обрізу колони (навантаження від ферм покриття та конструкції покрівлі) та по площинах консолей колони (від дії мостових кранів). При цьому навантаження від мостових кранів враховане як вертикальне, так і горизонтальне від гальмування візка крану з вантажем. У поєднанні зусиль навантаження від власної ваги не включали так як вона незначна у порівнянні із загальною несучою здатністю модельованої конструкції.

7. Перевірка коректності розробленої моделі. Після створення твердого тіла, видалялися зайві граничні поверхні через які могли виникнути фатальні помилки при розрахунках. Також контролювалася якість та симетричність розбиття моделі на скінченні елементи, кількість об’єднання співпадаючих вузлів скінченно-елементної решітки, тип граничних умов, величини прикладених навантажень та поверхні їх поширення.

8. Вибір типу скінченно-елементного аналізу. Під час проведення чисельного моделювання будівельних конструкцій, були використані декілька типів скінченно-елементного аналізу.

А. Лінійний статичний аналіз (Static) проводився в першу чергу як пробний для контролю коректності створення моделі конструкції. У разі підтвердження правильності розробленої моделі, виконувався наступний повний розрахунок.

В. Нелінійний статичний аналіз (Nonlinear Static) – основний тип аналізу, під час проведення якого враховувались попередньо задані функціональні залежності роботи матеріалів (діаграми σ - ϵ). Результати цього типу аналізу використовувалися для порівняння напружено-деформованого стану несучих будівельних конструкцій як без пошкоджень, так і з ними, а також із врахуванням конструкцій підсилення.

С. Розрахунок на стійкість (Buckling) проводився з метою визначення форми втрати стійкості гнучких елементів будівельних конструкцій, таких як оголені стержні арматурних каркасів тощо.

9. Розрахунок конструкції – скінченно-елементний аналіз. Як вже вказувалося, моделі розраховувалися на статичне навантаження. Число ступенів навантаження від початку завантаження до значення максимально прикладеного – 10 з включенням опції показу результатів на проміжних ступенях. Задане число ітерацій на кожній ступені – 5.

10. Аналіз отриманих результатів розрахунків та формування їх представлення для практичного використання. Внаслідок проведення розрахунків методом скінченних елементів за допомогою електронно-обчислювальних машин були отримані графіки розподілу відносно головних осей деформацій і напружень на поверхні бетону, а також в будь-якому його перерізу чи безпосередньо в арматурних стержнях, та їх числові значення із вказуванням екстремумів.

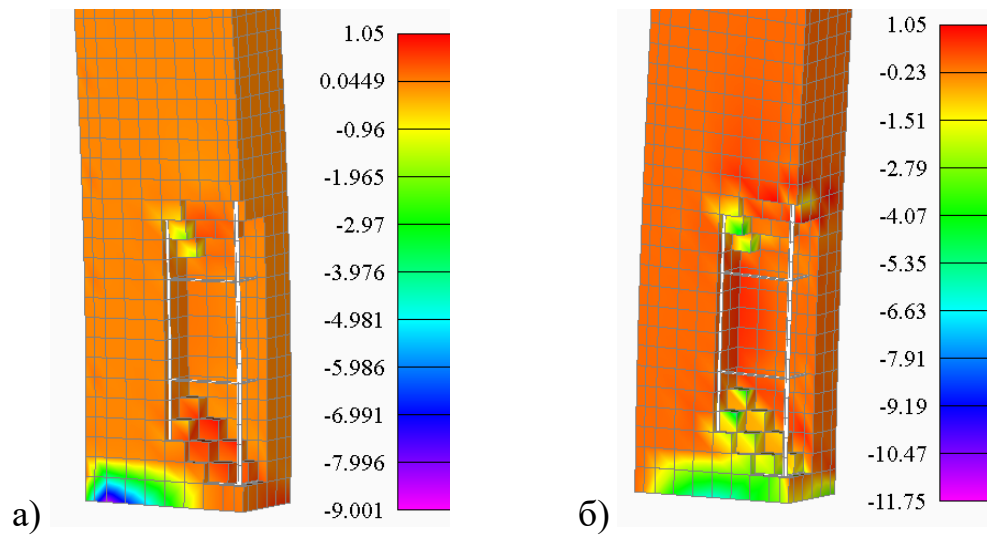


Рисунок 2 - Розподіл напружень (МПа) на бетоні колони при пошкодженні глибиною 200 мм у розтягнутій (а) та стиснутій (б) зонах

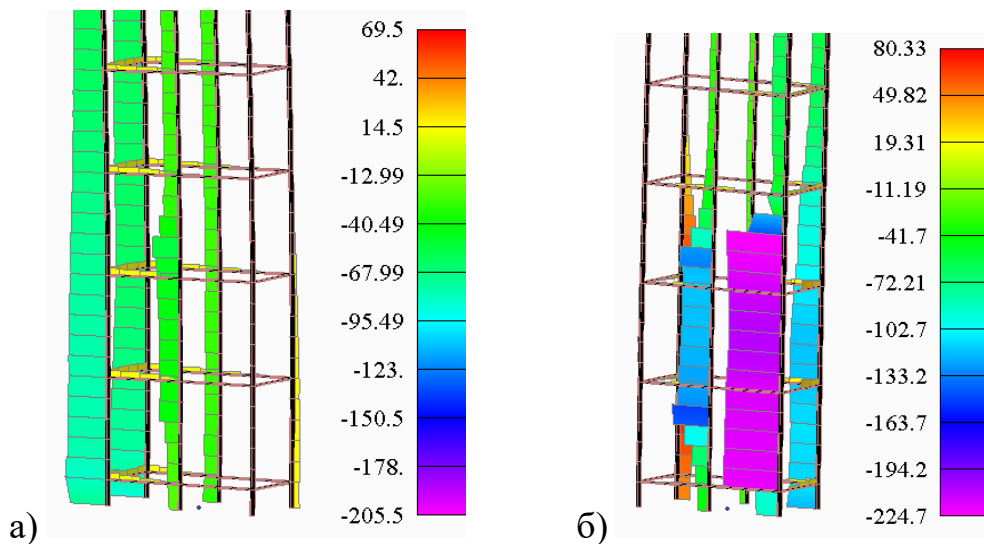


Рисунок 3 - Розподіл напружень (МПа) в арматурних стержнях колони при пошкодженні глибиною 200 мм у розтягнутій (а) та стиснутій (б) зонах

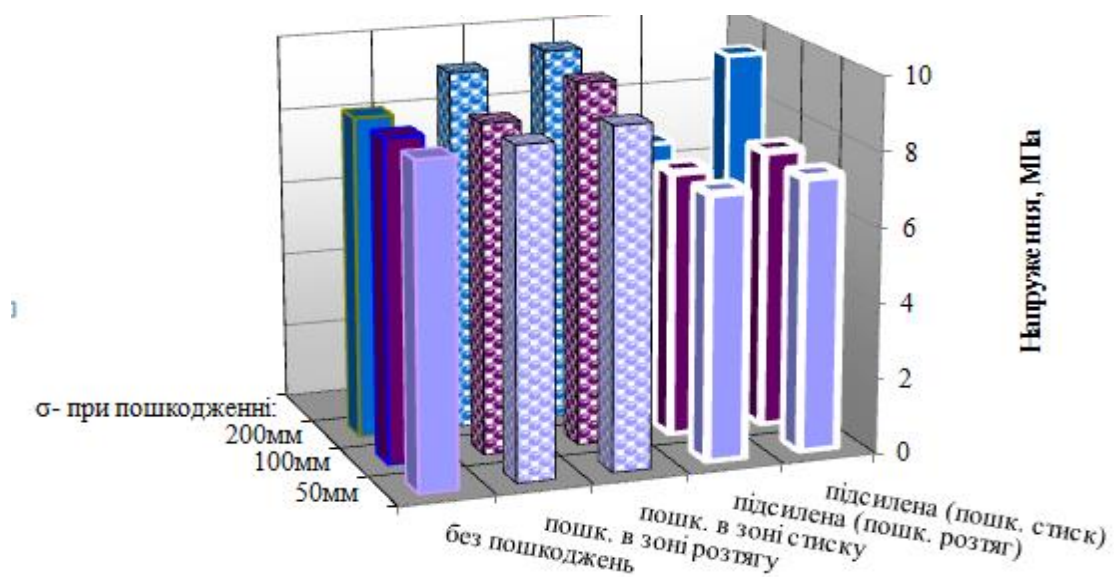


Рисунок 4 - Зміна максимальних напружень у бетоні колони середнього ряду в залежності від величини пошкодження

Список літератури

1. Стренг Г., Фикс Дж. Теория метода конечных элементов. М.: Мир, 1977. – 349 с.
2. Фомица Л.Н. Измерение напряжений в железобетонных конструкциях / Л.Н. Фомица, Р.А. Сумбатов. – К. : Будівельник, 1994. – 168 с.
3. Шимкович Д.Г. Расчет конструкций в MSC/NASTRAN for Windows. – М.: ДМК, 2003. – 448 с.
4. Results of Numerical Modeling the Stress-Strain State of Damaged Reinforced Concrete Columns in the Middle Row of the Industrial Building", / V. Dariienko, D. Artemenko, O. Lizunkov, O. Plotnikov// Materials Science Forum, Vol. 968, pp. 342-347, 2019, DOI: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.968.342>

УДК 666.97.033

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ УЩІЛЬНЕННЯ ЛЕГКОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ НА УДАРНО-ВІБРАЦІЙНІЙ УСТАНОВЦІ

І.А. Марченко, ст. гр. 401ММ,

Ш. Насуллоєв, ст. гр. 401ММ,

М.М. Нестеренко, доц., канд. техн. наук

Т.М. Нестеренко, доц., канд. техн. наук

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та робототехніки

Рівноточність вимірів та адекватність отриманої моделі були визначені за стандартними методами математичної статистики та отримані результати [1] використані в даній роботі.

Для опису залежності міцності арболіту від факторів, що досліджувались, було отримане рівняння

$$Y = 3,245 + 0,101X_1 - 0,033X_1^2 - 0,199X_2 - 0,174X_3 + 0,047X_1X_3. \quad (1)$$

Для наочності результатів були побудовані поверхні відгуку, для цього у математичній моделі експерименту один фактор підставляли на середньому рівні, та розглядали два інших. Поверхні відгуку, побудовані в координатах факторів, разом з двомірними перерізами поверхні відгуку зображено на рисунку 1.

Знаки коефіцієнтів рівняння функції відгуку при X_2 та X_3 є від'ємними, що свідчить про зменшення міцності при збільшенні часу контакту та модуля пружності прокладок. Збільшення, в певних межах, висоти підйому рухомої рами (X_1) позитивно впливає на міцність виробів із арболіту. Вплив усіх трьох факторів на міцність носить не лінійний характер, який зумовлений існуванням оптимальних значень факторів впливу, вище яких функція відгуку зростатиме не суттєво.

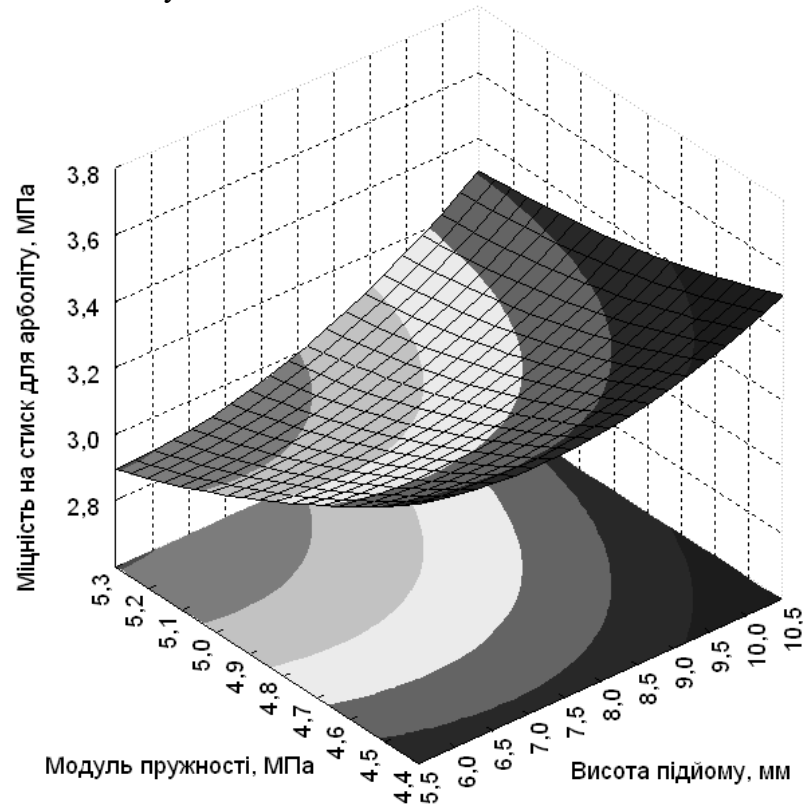


Рисунок 1 – Поверхня відгуку міцності на стиск для арболіту в координатах факторів X_1 та X_3 при $X_2=0,008$ с.

З точки зору порівняння впливів, на міцність арболіту найменший вплив має висота підйому рухомої рами, так як коефіцієнт при ній складає 0,1. Фактори X_2 та X_3 мають приблизно однаковий вплив на функцію відгуку.

Залежність міцності полістиролбетону від факторів, що досліджувались описується рівнянням

$$Y = 2,591 + 0,436 X_1 + 0,198 X_1^2 - 0,124 X_2 - 0,155 X_3 + 0,055 X_1 X_2. \quad (2)$$

Лінійні коефіцієнти рівняння функції відгуку при X_2 та X_3 мають від'ємні значення і, як наслідок, обернено пропорційно впливають на міцність полістирол бетону. Залежність між висотою підйому і міцністю є не лінійною і має параболический характер, що може бути зумовлено фізичними властивостями заповнювача. При зменшенні значень X_2 та X_3 функція міцності зростає практично лінійно (рис.2).

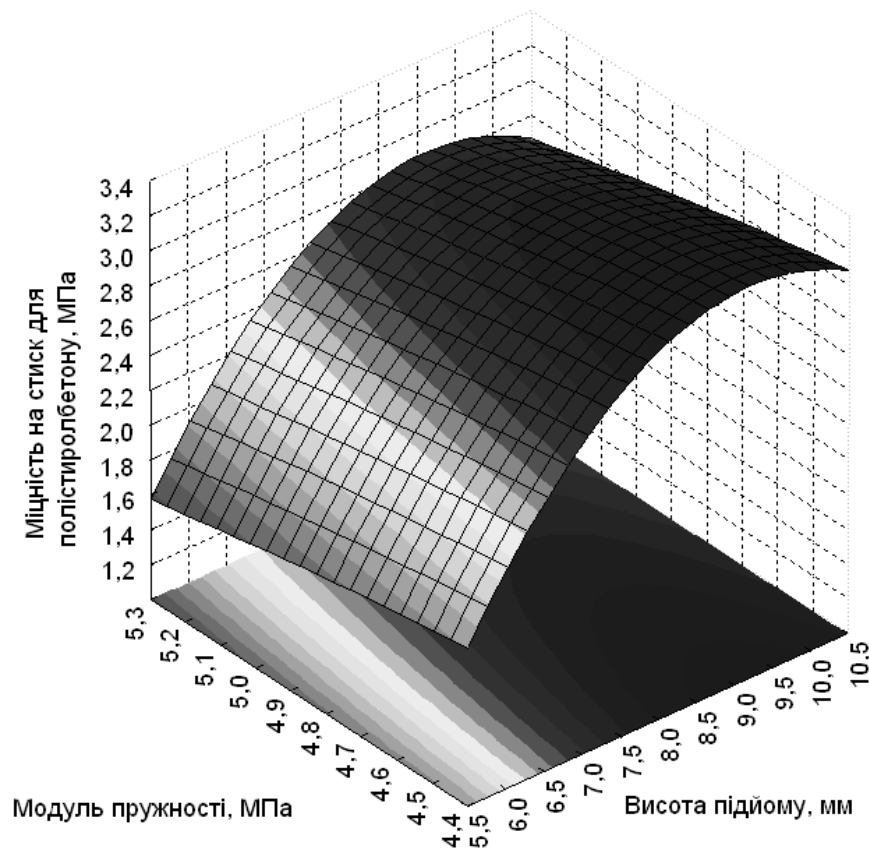


Рисунок 2 – Поверхня відгуку міцності на стиск для полістиролбетону в координатах факторів X_1 та X_3 при $X_2=0,008$ с.

Найбільший вплив на функцію (2) має висота підйому рухомої рами, оскільки коефіцієнт $a_1=0,436$ є найбільшим значенням. Значення коефіцієнтів при вище вказаних факторах майже однакові, і, як наслідок, впливи цих факторів можуть вважатися однаковими.

Список літератури

1. Пічугін, С.Ф. Дослідження режимів ущільнення легкобетонних сумішей на ударно-вібраційній установці методом математичного планування експерименту / С.Ф.Пічугін, М.М.Нестеренко // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво) / Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка. Редколегія: С.Ф.Пічугін (головний редактор) та ін. – Вип. 1 (36), т. 1. – Полтава: ПолтНТУ, 2013. – С. 183 – 190.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО – ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЕЛЕМЕНТІВ ВІБРАЦІЙНИХ МАШИН**Ш. Насуллоєв, ст. гр. 401ММ,****А.В. Бортновська, ст. гр. 501ММ,****М.М. Нестеренко, доц., канд. техн. наук****Т.М. Нестеренко, доц., канд. техн. наук***Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та робототехніки*

Розробка конструкцій вібраційних площадок та їх елементів на етапі проектування можливе за рахунок моделювання роботи під навантаженням, починаючи від стадії не завантаженої конструкції і закінчуючи її повним завантаженням за допомогою методу скінченних елементів.

Метод скінченних елементів в останні десятиліття одержав дуже широке поширення та став одним з основних методів розрахунку конструкцій. Це обумовлено універсальністю підходу, що лежить в основі метод скінченних елементів, що полягає в поданні геометрії будь-якого деформуємого тіла у вигляді сукупності елементів найпростішої форми: трикутної, чотирикутної та ін.

Визначення напружено-деформованого стану рами вібраційної площадки є непростю задачею, складність якої пов'язана з цілою низкою факторів, таких як: збільшення кількості скінченних елементів, використання різних типів скінченних елементів у одній чисельній моделі, механічних властивостей гумових опор площадки, моделювання різних видів навантажень (статичних та динамічних), моделювання зварних швів просторової рами.

На рисунку 1 зображено переміщення в опорі вібраційної машини.

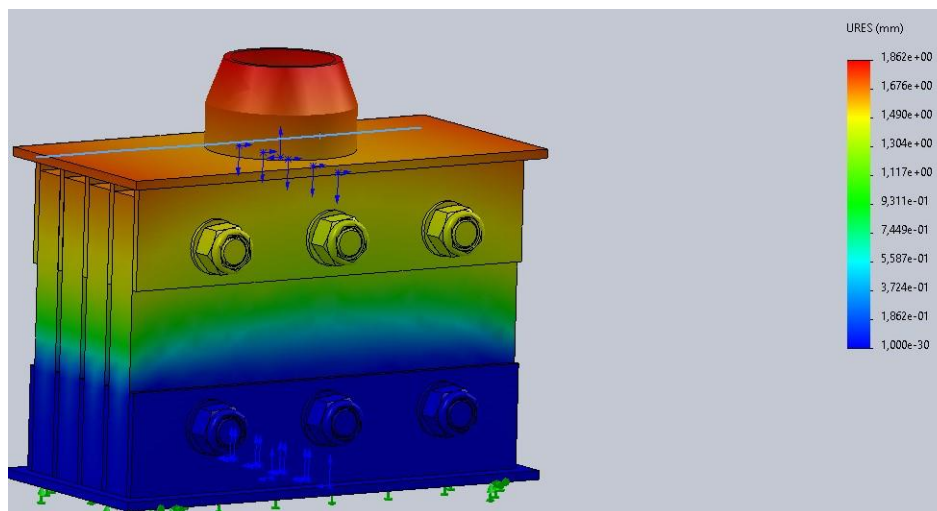


Рисунок 1 – Розподіл сумарних переміщень в вібраційній опорі

На рисунках 2 та 3 зображено розподіл сумарних переміщень та розподіл еквівалентних напружень в рамі вібраційної площадки з вертикальним розташуванням вібратора.

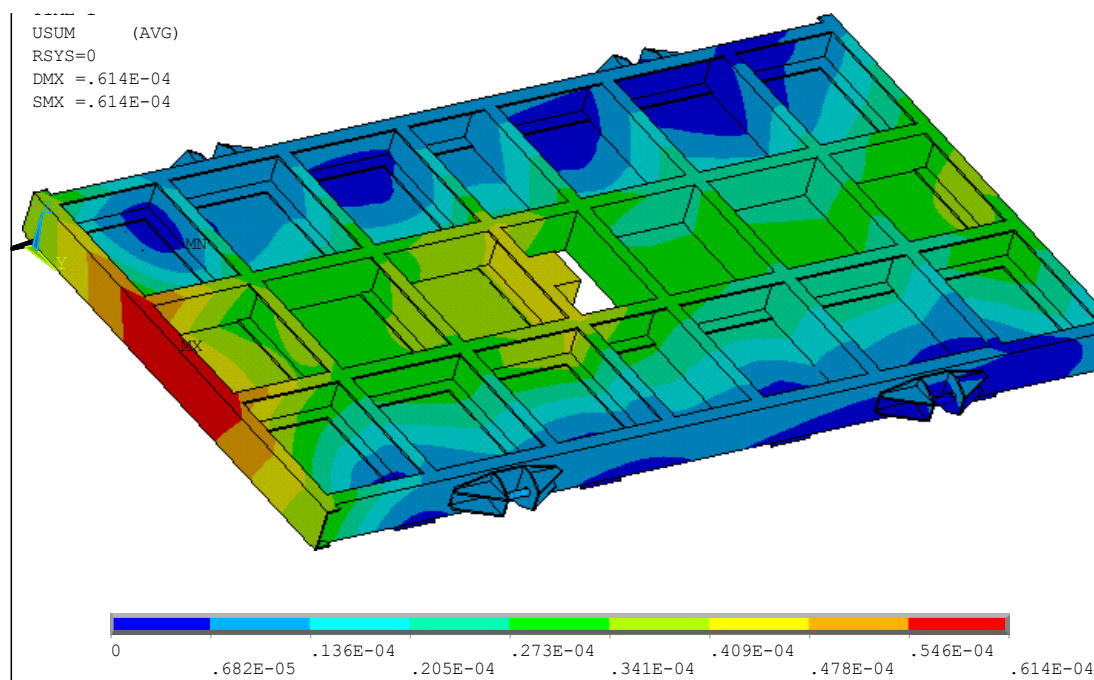


Рисунок 2 – Розподіл сумарних переміщень

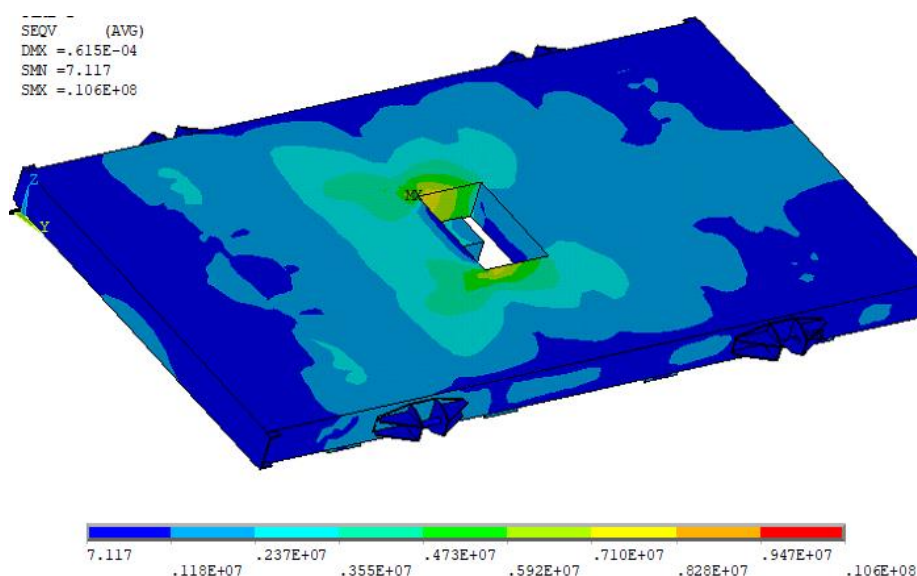


Рисунок 3 – Розподіл еквівалентних напружень

Як видно з наведених матеріалів під час моделювання можна визначити переміщення і деформації елементів опор, рам вібраційних площадок та вібробудувачів коливань з можливістю виявлення місць концентрації напружень на стадії проектування та виконати вдосконалення.

Переміщення елементів рами розподіляються колоподібно від місця розташування вібратора. Найбільші напруження виникають у місцях зварювання поздовжніх, поперечних швелерів та верхнього листа у зоні кріплення вібратора. Їх максимальні значення становлять 11.4 МПа.

МОДЕРНІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ «МОСТОВИЙ КРАН» НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРА

В.В.Руденко, ст. гр. 501ТК,

О.А. Руденко, доц., канд. техн. наук

М.М. Нестеренко, доц., канд. техн. наук

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та робототехніки

Наразі є велика кількість вантажопідіймальної техніки, механічна складова якої не є застарілою, а програмно-апаратна складова або застаріла, або повністю відсутня. Модернізація навчальної установки дозволить підтягнути її рівень до сучасності. Також, програмноапаратний комплекс для навчальної установки, фактично, буде придатний до аналогічних робочих машин.

Також продемонстровано, що дистанційне керування можливе не лише по кабелю чи радіоканалу, а й з використання сучасних мережевих технологій, в даному випадку технології WiFi.

Як вже зазначалось, метою роботи є модернізація навчальної установки мостового крану, для досягнення чого було виділено ряд вимог до проекту зазначених вище. Розглянемо ці вимоги та як можна їх задовольнити. На рис. 1 зображено саму навчальну установку «Мостовий кран».



Рисунок 1 – Навчальна установка «Мостовий кран»

Алгоритм роботи пристрою є досить простим. Пристрій в свої пам'яті має інформацію, SSID та пароль, про WiFi мережу до якої слід підключитися, до цієї ж мережі підключається і пристрій керування, смартфон чи ПК. Користувач, якщо підключення вдалося, бачить на дисплеї мікроконтролера його IP-адресу, яку він вводить в браузері. Після цього браузер

надсилає запит на цю адресу до маршрутизатора, який перенаправляє запит на мікроконтролер.

Так як всі ці пристрої функціонують в одній мережі, мікроконтролер отримує запит. В прошивці написано, що при отриманні запиту з адреси, ESP32 відсилає відповідь на адресу відправника, в якій міститься Web-інтерфейс, що є html, css, js файлами. Користувач завантажує Web-інтерфейс та розпочинає керування краном. Слід додати, що в цій системі присутня WiFi-камера, яка в свою чергу є окремим пристроєм на мікроконтролері. Вона теж підключається до мережі, отримує свою IP-адресу, та стає повноцінним учасником мережі. Програма прошивки камери працює так, що при зверненні за адресою камери на неї, вона починає на адресу відправника транслювати відео, яке сама записує і обробляє.

Нижче наведено загальну структурну схему приладу.

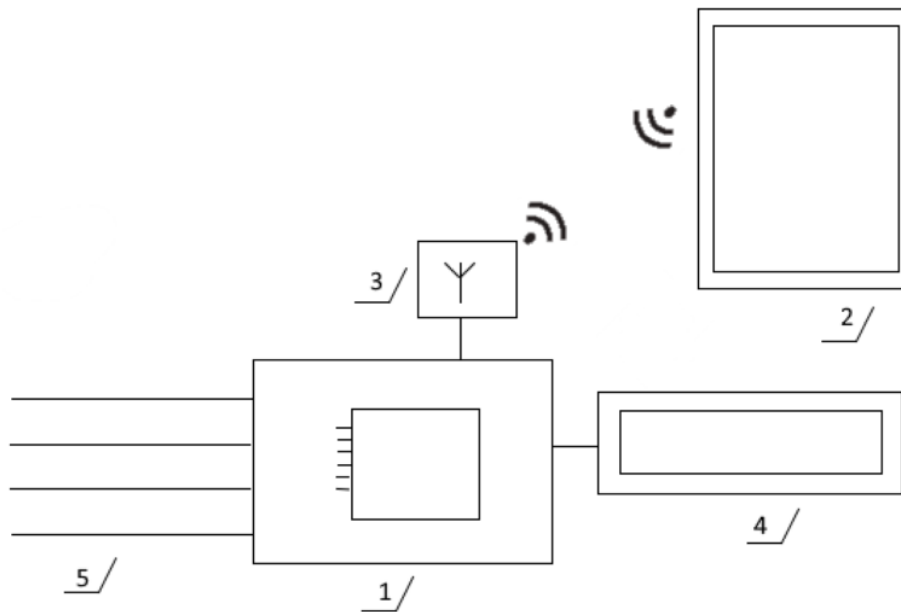


Рисунок 2 – Загальна схема приладу, де: 1 – блок мікроконтролер, 2 – блок смартфон (або ПК), 3 – блок бездротового зв’язку, 4 – блок дисплея, 5 – керуючі виходи на кран.

Реалізація прошивки при розробці програмно-апаратного комплексу полягає не лише в написанні програми, а й в компіляції програми, тобто перетворення словесних команд в бінарний машинний код. Після цього цей код завантажується в постійну пам’ять мікроконтролера. Для написання коду, його компіляції і завантаження в мікроконтролер було використано програмну платформу Arduino IDE

Для модуля WiFi-камери також було виготовлено корпус з пластику на 3d-принтері. Камеру було встановлено на кран, так, щоб було видно всю робочу поверхню. Напруга живлення камери 5V, по живиться по USB або від акумулятора, або від блока живлення.

Реалізація даної роботи підвищила інтерес абітурієнтів (рисунок 3) під час відвідувань лабораторії та дозволила студентам проводити лабораторні роботи дистанційно під час карантину.



Рисунок 3 – Використання модернізованого крана під час виконання лабораторної роботи

В результаті виконання проекту модернізації були зроблені висновки.

- 1) Модернізація застарілої техніки на базі нових технології є можливою та ефективною.
- 2) Використання бездротових технології передачі даних мікропроцесорною технікою дозволяє спростити використання, проектування та реалізацію, та розширити функціонал програмно-апаратного комплексу.
- 3) Розроблений комплекс дозволяє використовувати як смартфони, так і ПК для керування крановою установкою. Фактично керування можливе будьяким пристроєм, що може бути частиною WiFi-мережі та має браузер.
- 4) Програмно-апаратний комплекс створено для модернізації навчальної установки, але це не заважає його адаптувати і до робочих машин. Саме цей комплекс створено для використання в навчальних установах.

УДК 371.3

ВПРОВАДЖЕННЯ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС ЕЛЕКТРОННИХ ДОШОК ПРИ ДИСТАНЦІЙНОМУ ПРОВЕДЕННІ ЗАНЯТЬ

А. Красовський, 103-ГЗ-Д20

В. Нагорська, 103-ГЗ-Д20

А. Шевченко, к.т.н., доцент

Український державний університет залізничного транспорту

У зв'язку з розповсюдженням коронавірусної інфекції (COVID-19) дуже великої популярності набули різноманітні програмні продукти з дистанційного навчання школярів, студентів, викладачів та інше. Це дозволяє стримати розповсюдження захворюваності, і в той же час, виконувати навчальне навантаження та завдання у повному обсязі і з високою якістю. Для цього є електронні дошки, які допомагають висвітлити питання конкретної теми на реальних прикладах, та можливість пояснення з додаванням позначень.

Розглянемо більш детально декілька з них та їх можливості.

Електронна дошка від компанії Google «Jamboard» - це розумна інтерактивна дошка для ефективної роботи в команді, як в аудиторії так і на дистанційному навчанні за допомогою інтеграції з G Suite і Google Cloud Platform [4]. «Jamboard» являє собою інноваційний екран, заснований на хмарних технологіях і дозволяє створювати, планувати і впроваджувати у навчання ідеї командної роботи так і кожного учня окремо. Jamboard відкриває шлях до продуктивних зустрічей і мозкових штурмів. Візуалізують ідеї на спільній дошці, додавання зображення, створення позначок, залучення матеріалів з Інтернету або Google диску, співпраця з членами команди з будь-якого девайса або гаджета (ПК, chromebook, chromebox, Android або iOS смартфон або планшет) в режимі реального часу, з постійним оновленням зображення та інформації на робочій області. Яку за необхідності можна зберегти на диску Google (що дає змогу редагування та доробки), зформувати файл PDF та потім розіслати слухачам (рисунок 1).

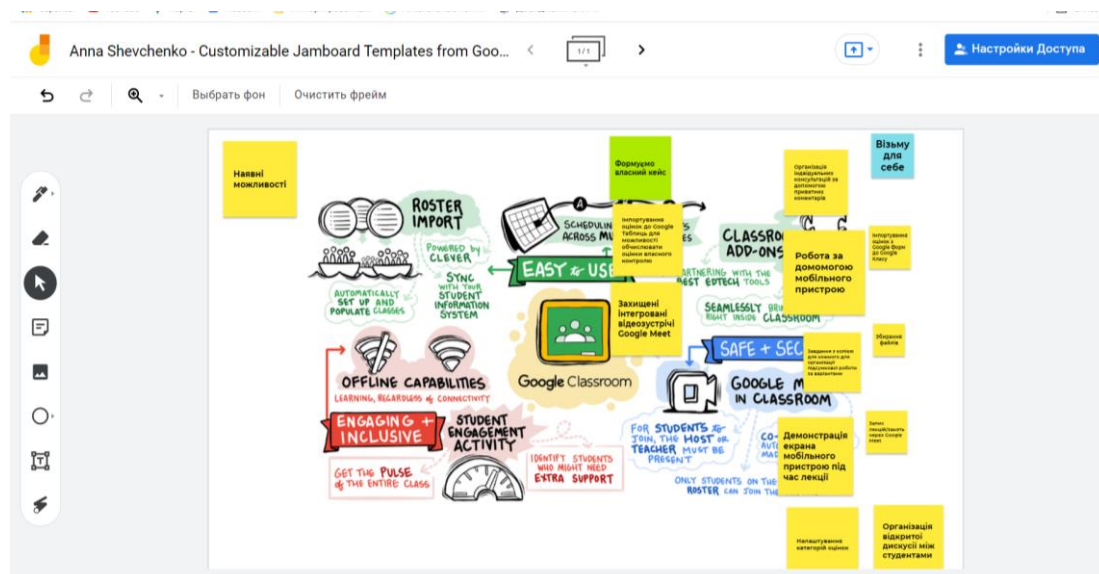


Рисунок 1 – Робота з електронною дошкою Jamboard

Також електронну вбудовану дошку має додаток Google Meet [2]. Це додаток від Google, за допомогою якого можна наживо проводити відео та телефонні зустрічі зі слухачами курсу. І у процесі доповіді можна також увімкнути з панелі керування інтерактивну дошку, яка має такі ж властивості як і Jamboard. Працювати з цією дошкою можуть одночасно всі учасники конференції, якщо це потрібно [3] (цей параметр налаштовується) (рисунок 2).

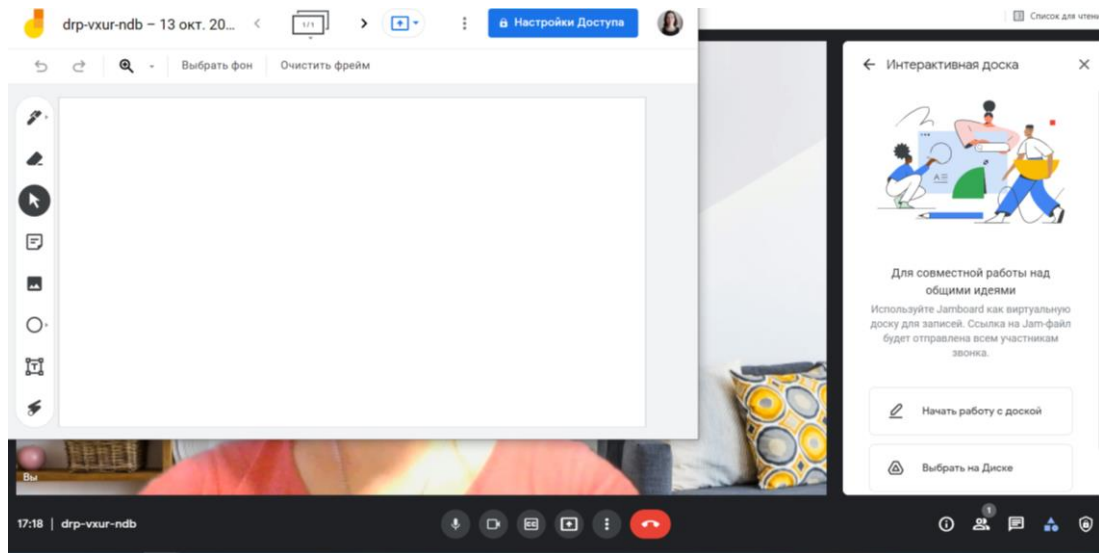


Рисунок 2 – Робота з електронною дошкою Jamboard у відеоконференції Google Meet

І окремими додатком з вбудованою електронною дошкою є Zoom [1]. Zoom представляє собою сучасне рішення для модернізації класичних кімнат для проведення занять, дискусій, співбесід, переговорів, конференцій. Програма підтримує високоякісний відео- і аудіо зв'язок, а також обмін файлами, посиланнями. У Zoom підключення здійснюється за допомогою будь-якого стаціонарного пристрою, смартфона, планшета або будь-якого іншого пристрою з групи конференц-систем (рисунок 3).

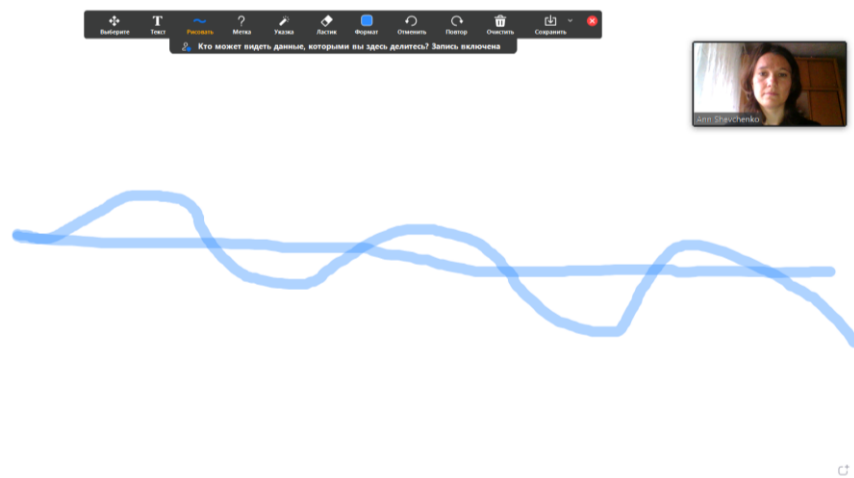


Рисунок 3– Робота з електронною дошкою у відеоконференції Zoom з панеллю для керування

IDroo – ще одна інтерактивна он-лайн дошка. з повним набором інструментів для введення математичних формул і малювання [5]. Можна писати від руки, малювати лінії, криві Безьє, прямокутник, еліпс. Також присутня можливість на онлайн-дошці друкувати текст, змінюючи його колір або шрифт. Щоб запросити учасника сесії потрібно лише відправити йому посилання-запрошення. Одночасно на дошці можуть працювати кілька користувачів. А в платних версіях є можливість додавати документи і зображення, змінювати фон дошки. Розміри дощок нескінченні. Створені дошки можна зберегти в PDF-файл або зображення (рисунок 4).

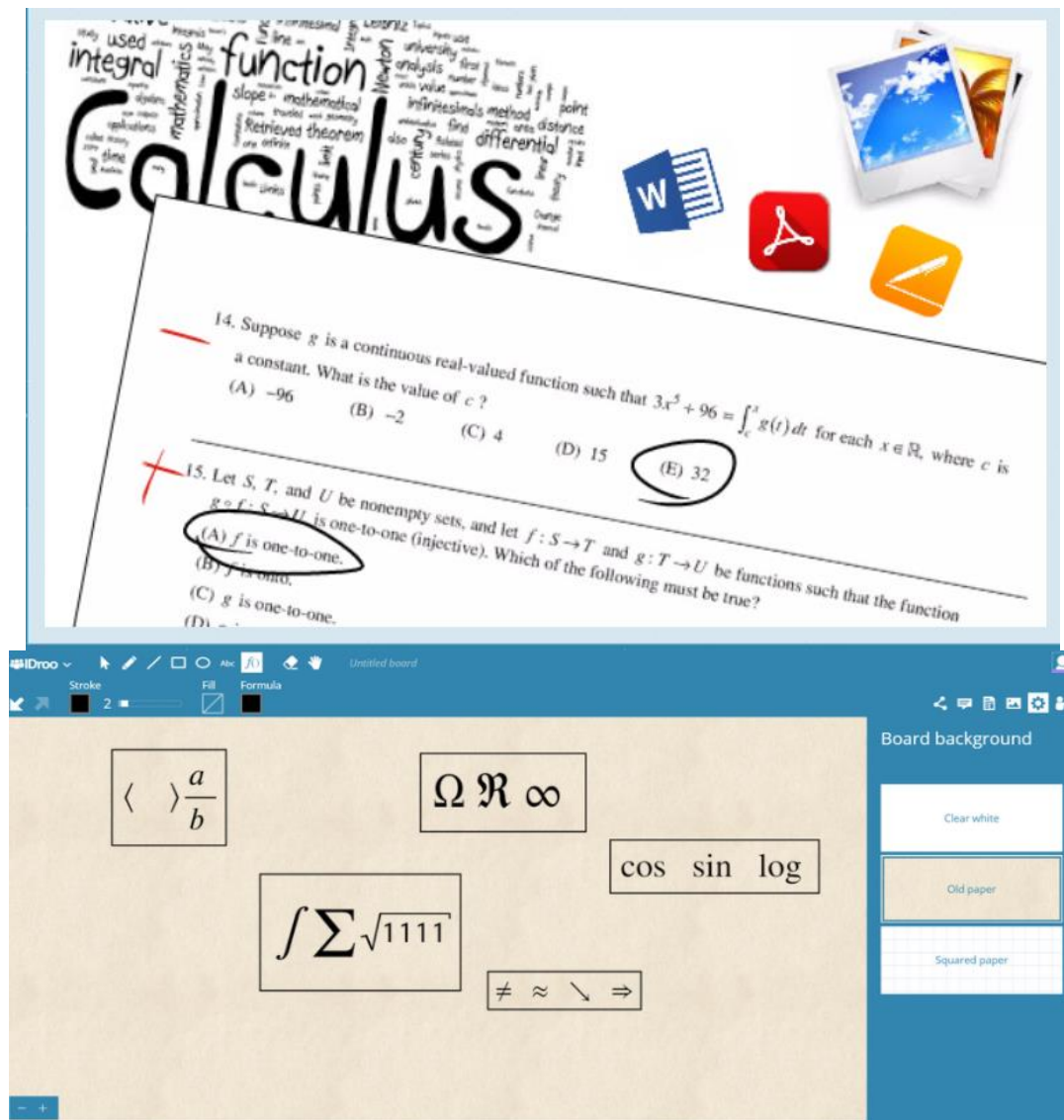


Рисунок 4– Робота з електронною дошкою IDroo з панеллю для керування

Розглянувши декілька прикладів електронних дошок, які знаходяться у вільному доступі та не потребують капіталовкладень при користуванні можна виділити основні переваги цих продуктів:

- доступність електронної дошки у вільному доступі навіть у прямому ефірі при проведенні заняття;
- гнучкий інтерфейс у використанні (не потрібні спеціальні знання та навички);
- можливість користування усіма учасниками конференції, заняття;
- можливість користування без встановлення спеціального програмного забезпечення;
- створення великої кількості екранів та можливість збереження та розсилки користувачам та слухачам;
- використання вже створених дошок для подальшого вивчення теми;
- віддалений доступ при наявності посилання та робота після завершення вивчення теми.

А також висвітliamo недоліки:

- використання електронної дошки у Zoom обмежено тривалістю конференції (у безкоштовному додатку);
- досить складно працювати з електронними дошками у мобільних пристроях та планшетах з невеликими екранами із-за неможливості бачити все поле одночасно та прихованості панелі керування.

Список літератури

1. Новые возможности Zoom Room. веб-сайт. URL: <https://rightconf.ru/novye-vozmozhnosti-zoom-room> (дата звернення: 12.10.2021).
2. Обучение и справка работі в Google Meet. веб-сайт. URL: <https://support.google.com/a/users/answer/9282720?hl=ru> (дата звернення: 12.10.2021).
3. Инструкция по созданию встречи в Google Meet и работе с интерфейсом Google Meet. веб-сайт. URL: https://urfu.ru/fileadmin/user_upload/urfu.ru/documents/coronavirus/distant/teacher-manuals/google_meet/Instrukcija_Google_Meet_dlja_organizatorov_zashchit_1_1_ili_prepodavatelei_polno_cenno_upravljajushchikh_vstrechei.pdf (дата звернення: 12.10.2021).
4. Google Jamboard. веб-сайт. URL: <https://cloudfresh.com/jamboard/> (дата звернення: 12.10.2021).
5. Інтерактивні онлайн дошки. Для інтерактивного навчання, щоб вести уроки онлайн. Блог Марії Цареннок. веб-сайт. URL: <https://polesnyblog.ru/interaktivnye-onlajn-doski-doski-dlya-obucheniya-chtoby-vesti-uroki-onlajn/> (дата звернення: 12.10.2021).

ОГЛЯД СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

А. Зеленська, 103-ГЗ-Д20

В. Козир, 103-ГЗ-Д20

А. Шевченко, к.т.н., доцент

Український державний університет залізничного транспорту

На сьогодні існує багато готових навчальних продуктів, які вже успішно впроваджено у навчальний процес. Це дистанційна система Moodle, iSpring Learn, WebTutor, Teachbase, GetCourse, iSpring Market, Memberluxe а також безліч інших які не поступаються своїми можливостями.

Враховуючи вимоги до освітнього процесу та стандарти до обраної спеціальності [1] дуже гостро стоїть питання у підтриманні якості навчального процесу як освітян так і абітурієнтів. А карантинні заходи, що розгорнуті по всьому світу ще більше ускладнюють цей процес. Адже дистанційне навчання потребує дуже значних зусиль, витримки, самоорганізації, самонавчання та опанування додаткових навичок для успішного отримання знань та вмінь [3].

Розглянемо основні особливості та можливості даних систем.

Moodle - безкоштовна система електронного навчання з відкритим кодом. За роки розробки навколо Moodle сформувалося сильне співтовариство, яке і створює нові модулі (плагіни) для платформи. Модуль - це ZIP-архів, який при установці на платформу додає нові функції або змінює дизайн. Сьогодні Moodle перекладена більш ніж на 100 мов і підтримує понад 1500 плагінів.

Moodle підходить як для організації навчання у ВНЗ і навчальних центрах, так для корпоративного навчання. Moodle відносно складна в налаштуванні, ніж комерційні платформи. Її адміністрування може вийти дорожче, за рахунок скликання сторонніх фахівців і змісту власного сервера. Функціонал і дизайн Moodle змінюється за допомогою плагінів, які можна безкоштовно скачати з інтернету або створити самому. Розробку може вести хто завгодно. Як правило, плагіни розробляють самі користувачі, і потім викладають їх в інтернет для загального доступу. Інтеграція з іншими сервісами. Moodle легко об'єднати з іншими платформами, як, наприклад, WordPress або вебінарів Zoom. Крім того, в Moodle можна завантажувати презентації, зображення, відео, аудіо та текстові файли. У Moodle можна створювати текстові лекції та опитування.

iSpring - платформа для корпоративного онлайн-навчання. iSpring пропонує комплексне рішення для корпоративного онлайн-навчання. У нього входить навчальний портал iSpring Learn і конструктор курсів iSpring Suite. За допомогою iSpring Suite можна створювати навчальний контент: курси, тести, діалогові тренажери і скрінкасти. У iSpring Learn можна завантажувати необмежену кількість файлів.

iSpring Learn легко інтегрується з іншими системами клієнта через відкритий API. Наприклад, це може бути кадрова система або корпоративний портал. Платформу не потрібно довго налаштовувати. Досить зареєструватися, завантажити курси і запросити користувачів. iSpring Learn підтримує електронні курси в форматі SCORM. Курси, створені в iSpring Suite і опубліковані в iSpring Learn дозволяють збирати детальну статистику по навчанню, як при стандарті xAPI (Tin Can).

На платформу також можна завантажувати презентації, зображення, відео і аудіофайли. Якщо ви хочете переглядати текстові файли на платформі, то перед завантаженням конвертуйте їх за допомогою iSpring Flip (входить в Suite). Розмір завантаження, як і самого сховища, не обмежений.

За створення навчального контенту відповідає конструктор курсів iSpring Suite. Це надбудова для PowerPoint, яка дозволяє створювати електронні курси з презентацій. В Suite

входить шість модулів, що дозволяють створювати інтерактивні курси, тести, діалогові тренажери, відеокурси і книги (рисунок 1).

Нових користувачів можна зареєструвати вручну, автоматично списком з CSV-файлу, запросити по email. Також є функція самореєстрації - співробітник заходить на портал, реєструється і проходить потрібний курс. Сервіс працює через інтернет, не вимагає спеціальних знань, його не потрібно встановлювати на комп'ютер. Інтерфейс інтуїтивно зрозумілий, розібратися в ньому може практично кожен. Користувачів можна об'єднувати в групи і організації, записувати їх на курси і навчальні програми і розсилати їм повідомлення. Якщо ви проводите очні тренінги, то можете створити захід у календарі, а після тренінгу внести результати в систему.

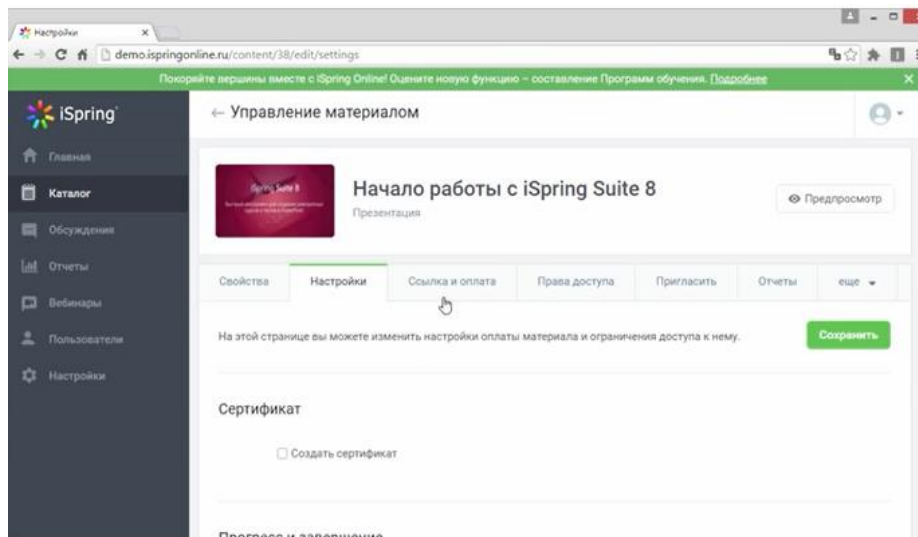


Рисунок 1 – Налаштування курсу iSpring Learn

У iSpring Learn можна вивантажувати 8 видів звітів. Для зручності звіти розбиті по групах:

По тестам, діалогам, завданням можна дізнатися які помилки в тесті слухачі допустили, чи вдалося їм до кінця пройти діалоговий тренажер і що здалося їм складним в домашньому завданні.

WebTutor - розробка компанії WebSoft, за допомогою якої можна створити корпоративну платформу для навчання та атестації персоналу, а також автоматизації HR-процесів. Функціонал платформи залежить від придбаних модулів. WebTutor пропонує модулі - окремі програми з функціоналом. Наприклад, є модулі дистанційного навчання, підбору персоналу, вебінарної кімнати, чат-ботів. Всього модулів 12, кожен оплачується окремо. WebTutor можна інтегрувати з системами IT-інфраструктури клієнта: 1C, Oracle EBS, SAP HR і ін. Конструктор курсів WebSoft дає змогу створювати навчальний контент.

Teachbase - веб-сервіс для дистанційного навчання. На платформі можна організувати як дистанційне навчання співробітників, так і продаж курсів.

GetCourse - сервіс для інфобізнесу, який поєднує в собі майданчик для тренінгів, вебінарну кімнату і CRM. За допомогою платформи можна організувати продаж контенту для навчання.

iSpring Market підійде для тих, хто хоче заробити на своїх знаннях і вміннях. Тут ви зможете створювати онлайн-курси, виставляти їх на продаж в маркетплейсі і приймати оплату від клієнтів.

Це основні моменти, які висвітлено у матеріалі для розуміння можливостей кожної з платформ. Склавши порівняльну таблицю 1 можна зорієнтуватися у можливостях кожної платформи [2].

Таблиця 1 – Порівняння можливостей дистанційних систем навчання

Критерій	Moodle	iSpring	Teachbase	WebTutor	GetCourse
Створення контенту	+	+	+	+	+
Продаж курсів, частин курсу	+	-	+	-	+
Мобільне навчання	+	+	+	+	+
Вебінари	+/-	+	+	+	+
Гейміфікація	+	+	-	+	+
Хмарна версія	+	+	+	-	+
Коробочна версія	+	+	-	+	-

Список літератури

1. Стандарти і рекомендації щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти (ESG) – К.: ТОВ “ЦС”, 2015. – 32 с.
2. Обзор 7 платформ и сервисов для онлайн-обучения: возможности и решаемые бизнес-задач. Блог iSpring : веб-сайт. URL: <https://www.ispring.ru/elearning-insights/platforma-onlain-obucheniya> (дата звернення: 12.10.2021).
3. Start selling online courses in one day Блог iSpring : веб-сайт. URL: <https://www.ispringsolutions.com/ispring-market> (дата звернення: 12.10.2021).

ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ CREDO ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ МІСЦЕВОСТІ ПРИПРОЕКТУВАННІ ЗАЛІЗНИЦЬ

Ю.О. Сорочук, студент гр.101-МКТ-Д19

Є.О. Антонів, студент гр. 103-ГЗ-Д19

Н.І. Сорочук, асистент

Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків

CREDO - це комплекс, що складається з декількох великих систем і ряду додаткових завдань, об'єднаних в єдину технологічну лінію обробки інформації в процесі створення різних об'єктів від виконання досліджень і проектування до експлуатації об'єкта. Кожна з систем комплексу дозволяє не тільки автоматизувати обробку інформації в різних областях (інженерно-геодезичні, інженерно-геологічні вишукування, проектування та інші), а й доповнити своїми даними єдиний інформаційний простір, що описує початковий стан території (моделі рельєфу, ситуації, геологічної будови) і проектні рішення створюваного об'єкту.

Для збереження у користувачів склалася технологія обміну даними в ланцюжку «вишукування - проектування - будівництво - експлуатація», випускається одночасно чотири багатофункціональних продукту. Це стало можливим завдяки розробці нових продуктів на єдиної інформаційно-інструментальної платформі CREDO III.

Програмний комплекс CREDO спочатку був призначений для вирішення завдань проектування автомобільних доріг. Однак, з його допомогою можливо також вирішувати більшу частину завдань проектування нових залізниць, проектування же реконструкції існуючих залізниць викликає проблеми. І тим не менше, всі перераховані недоліки з лишком окупаються можливістю комплексного проектування: від збору і обробки даних польових досліджень до розробки всіх розділів проекту з видачею документації.

В якості вихідних даних для створення проекту залізниці в CREDO можуть використовуватися як безпосередні матеріали польових технічних досліджень, так і готовий картографічний матеріал.

У першому випадку використовується підсистема CREDO DAT для автоматизації розрахункової частини інженерно-геодезичних робіт, забезпечуючи: введення даних польових вимірювань з традиційних відомостей та журналів; імпорт даних з файлів, отриманих з електронних реєстраторів і GPS-систем, текстових файлів; обробку вимірювань і суворе зрівнювання геодезичних мереж; обробку наземної тахеометричної зйомки; експорт результатів обробки в текстові та графічні файли; складання поздовжніх і поперечних профілів за «чорними» позначками.

У другому випадку використовується підсистема CREDO MIX (CREDO TER) для створення та інженерного використання великомасштабних планів у вигляді цифрової моделі місцевості, при цьому забезпечується: імпорт результатів лінійних вишукувань; обробка результатів сканованих картографічних матеріалів; створення та використання цифрових моделей рельєфу і ситуації; створення «твердих копій» плану в листах або планшетах.

Як в першому, так і в другому випадку, підсумком є цифрова модель місцевості (ЦММ) проектування, як основа для проектування (рис. 1).

Вихідними даними до проектування є також технічні параметри проектованої залізниці.

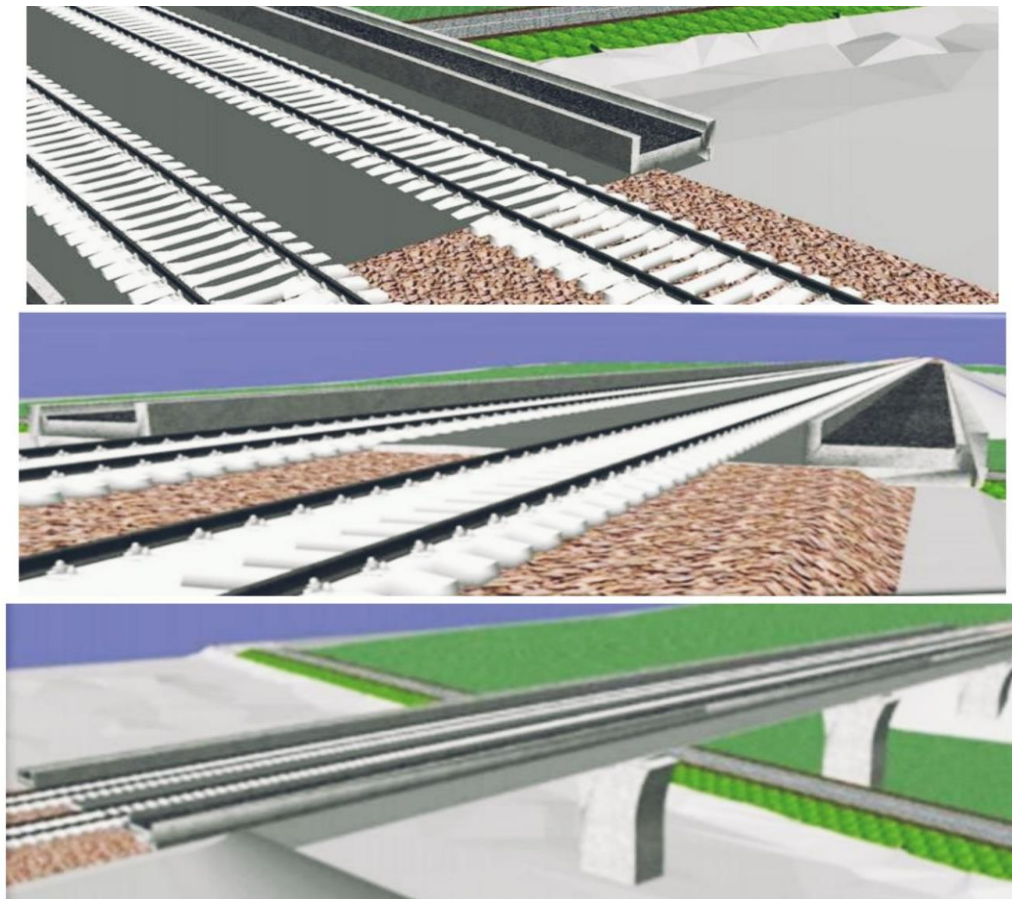


Рисунок 1 - Цифрова модель місцевості (ЦММ), як основа для проектування

Процес проектування включає в себе наступні етапи:

- укладання на ЦММ по заданому напрямку структурної лінії з певним ухилом (лінія «нульових робіт»);
- укладання траси з параметрами плану відповідно до категорії проектованої залізниці;
- експорт траси в підсистему CAD CREDO;
- проектування поздовжнього і поперечних профілів земляного полотна згідно категорії проектованої залізниці і геології;
- визначення розрахункової витрати і об'єму поверхневого стоку заданої ймовірності перевищення для водозбірних басейнів малої площі;
- підбір типів і отворів штучних споруд;
- визначення розрахункової витрати і об'єму стоку заданої ймовірності перевищення для великих;
- проектування поздовжнього водовідводу з вибором типу зміцнення;
- визначення обсягів земляних робіт, площа смуги відводу землі;
- формування відомостей плану лінії, штучних споруд;
- формування креслень плану траси, поздовжнього профілю, поперечних профілів.

Результати проектування зберігаються на відповідному файлі в електронному вигляді, а також можуть бути роздруковані на паперовому носії (як відомості, так і всі згадані креслення). Для виведення на друк креслень плану, поздовжнього профілю, діаметрів земляного полотна використовується програмний продукт AutoCAD.

Список літератури

1. Ye. Ugnenko, O. Tymchenko, E. Uzhviieva, N. Sorochuk, GintasViselga Innovative Geoinformation Systems for the Design of Communication Paths // 11th International Conference “Environmental Engineering” Vilnius Gediminas Technical University Lithuania, 21 – 22 May 2020.
2. Угненко Є.Б., Тимченко О.М., Сорочук Н.І. Застосування програмного комплексу "CREDO" для обробки геодезичних даних і цифрового моделювання місцевості //Сучасні технології землеустрою,

кадастру та управління земельними ресурсами. Матеріали V Всеукраїнської науково-практичної конференції (14-15 березня 2019 року) – Київ, НАУ, с. 131-132.

3. CREDO DIALOGUE. URL: <https://www.ukrgeo.com.ua/products/programmnoe-obespechenie/credo/credo-dat.html>.

4. Склад системи CREDO_DAT. URL: <https://mylektsii.ru/4-34738.html>.

5. CREDO_DAT 5.1. URL: <https://credodialogue.ru/produkty/korobochnye-produkty/239-credo-dat-professionalnaznachenie.html>

УДК 624.042.5:624.014

РОЛЬ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В УПРАВЛІННІ ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ

В.О. Антонова, *магістрантка гр. 501-БЗ*

Науковий керівник – **А.М. Карюк**, *доцент., канд. техн. наук*
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Відкриття ринку землі в Україні вимагає істотного підвищення ефективності управління земельними ресурсами і територіями. Ефективність управлінських рішень залежить від здатності центральної і місцевої влади створити сприятливі умови для соціально-економічного розвитку території на основі оптимального використання земельних ресурсів. Основою ефективного територіального управління в сучасних умовах можуть стати геоінформаційні системи (ГІС), які забезпечують вичерпно повний і точний опис територій [1].

Методологічною основою процесів формалізації даних в ГІС є цифрове моделювання місцевості, яке об'єднує процеси збору первинної інформації, розроблення й наповнення інформаційної моделі, обробки і формування документів. ГІС поєднують модельне зображення території (електронне відображення карт) з інформацією табличного типу (статистичні дані, списки, економічні показники тощо). Такий підхід дозволяє створювати й використовувати дуже широкий спектр видів карт: топографічні, тематичні, демографічні, екологічні, економічні та інші. Загальна концепція технології ГІС полягає в створенні багатопланових електронних карт, опорний шар яких описує географію території, а кожен з інших шарів – один з аспектів стану території.

Геоінформаційні системи мають здатність інтегрувати багато джерел інформації, що забезпечує можливість взаємодії органів територіального управління за різними напрямками використання цих систем. ГІС допомагають встановлювати залежності між різними

параметрами території, проводити обробку даних і отримувати нову інформацію, яка служить основою для прийняття оптимальних управлінських рішень. Сучасні ГІС можуть забезпечити ефективне управління організацією землеустрою, зонуванням територій, містобудуванням, ландшафтною архітектурою, плануванням сільських населених пунктів, формуванням санітарних зон та вирішення інших проблем.

Опис просторових даних в ГІС складається з двох частин: просторових координат і атрибутів. Об’єктами, з якими працює ГІС, можуть бути точки, лінії, ареали, полігони, рельєфи, елементи зображень аерокосмічних знімків. У ГІС просторові дані представляються векторними і растровими моделями.

Векторна модель містить інформацію про точки, лінії, контури та поверхні. Ця інформація кодується і зберігається у вигляді набору координат. При цьому окрім координат точкових об’єктів встановлюються також місця розташування лінійних об’єктів, таких як річки, дороги, трубопроводи, а також рельєфи. Полігональні об’єкти (земельні та лісові ділянки) мають замкнуті координати. Векторна модель зручна для опису дискретних об’єктів і неефективна для опису об’єктів з безперервним характером зміни властивостей.

Растрова модель є оптимальною для роботи з об’єктами, що мають безперервний характер зміни властивостей, таких як типи ґрунтів, види рослинності тощо. Таким чином, геоінформаційні системи зберігають дані про навколишнє середовище у відповідному наборі тематичних шарів карт, об’єднаних просторовим розташуванням.

Основний шар містить географічно прив’язану карту місцевості. На нього можуть накладатися інші шари з інформацією про об’єкти, які знаходяться на даній території: земельні ділянки, ґрунти, межі землекористування тощо.

При розробленні документації із землеустрою доцільно викорисовувати програмні комплекси: «Digitals», «Геопроект», «Інвент-Град», ГІС «Карта» та інші. Основні характеристики та можливості цих програмних продуктів наведені нижче.

Програма «Digitals» НПП «Геосистема» призначена для створення та оновлення топографічних і спеціальних карт, розроблення карт міського кадастру і землеустрою, рішення низки інженерних і прикладних задач. Система містить базове картографічне ядро, що забезпечує функції редагування і друку цифрових карт, запитів і звітів, читання і запису карт в різних форматах, а також модуль для розпаювання земельних ділянок і підготовки документації. Версія Digitals Professional має додаткові функції векторизації карт і поодиноких знімків. Система може взаємодіяти з іншими програмними продуктами: AutoCAD, MapInfo, ArcView, MicroStation, ГІС «Карта», Microsoft Word, Microsoft Excel.

Програма «Геопроект» компанії «Укргеопроект» призначена для обробки результатів геодезичних вимірів, формування електронних карт місцевості, адміністрування і моніторингу електронних карт, обліку просторової і атрибутивної інформації про об’єкти, виводу на друк картографічної та різноманітної звітної інформації. Програма дозволяє імпортувати дані з широкого спектру форматів зовнішніх даних, а також з електронних тахеометрів, працювати з обмінними файлами кадастрових даних у форматі IN-4, створювати цифрові векторні плани та карти за результатами обробки теодолітних ходів та інтерполяції горизонталей.

Програма «Інвент-Град» компанії СНПП «ИТЕС» призначена для обробки результатів польових топографо-геодезичних і кадастрових робіт, що виконуються при інвентаризації земель. Система також може бути використана як кадастрова система населеного пункту або адміністративного району. Програма має інтуїтивно зрозумілий графічний інтерфейс, інтегровану базу даних з доступом у формі традиційних електронних таблиць для введення і редагування даних.

Система "ПАНОРАМА" є набором геоінформаційних технологій, що включає в себе професійну ГІС "Карта", векторизатор електронних карт "Панорама-Редактор", додаток ГІС «Сервер», призначений для забезпечення віддаленого доступу до картографічних даних, універсальний засіб розробки геопорталів різного призначення "GIS WebServer", засоби розробки ГІС-додатків для різних платформ GIS ToolKit, муніципальну ГІС "Земля і Нерухомість", систему обліку об’єктів нерухомості "ГІС Нерухомість", систему для

автоматизації управління сільськогосподарським підприємством у галузі рослинництва ГІС "Панорама АГРО", а також конвертори для обміну даними з іншими ГІС.

Основним модулем системи «ПАНОРАМА» є ГІС «Карта», яка має засоби створення та редагування електронних карт, виконання різноманітних змін та розрахунків, оверлейних операцій, побудови 3D моделей, обробки растрових даних, засоби підготовки графічних документів в електронному та друкованому вигляді, а також інструментальні засоби для роботи з базами даних.

Виконаний огляд показує, що сучасні ГІС-технології незамінні у створенні та веденні системи державного земельного та містобудівного кадастру. Із створенням такої системи на всій території впроваджується єдине інформаційне середовище управління земельними ресурсами, інформаційне забезпечення ринку земель, оподаткування, реєстрації прав власності та взаємодії з іншими автоматизованими системами [2]. Проаналізовані програмні засоби ГІС дають можливість швидко та ефективно вирішувати землевпорядні завдання, аналізувати поточний стан задокументованого землекористування, виявляти раніше допущені недоліки та помилки, формувати масиви відомостей про земельні ділянки та права на ділянки певних землекористувачів.

Список літератури

1. Закон України про землеустрій / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15#Text>.
2. GIS-Асоціація України / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://gisa.org.ua/index.htm>.

УДК 528.48

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРНИХ РОТАЦІЙНИХ НІВЕЛІРІВ У БУДІВНИЦТВІ

О.М. Шинкаренко, студентка гр. 201-БЗ

Науковий керівник – **Р.А. Міщенко**, доцент., канд. техн. наук
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Електронні лазерні нівеліри набувають усе більшої популярності в будівельній галузі. На відміну від своїх механічних попередників, вони мають мінімальну похибку, з ними легко та швидко працювати. Лазерні нівеліри однаково ефективні і у невеликому помешканні, і на масштабному будівництві.

Лазерні нівеліри – сучасні прилади, в основі роботи яких лежить ефект лазерного випромінювання. Принцип роботи той же, що мають механічні прилади, але функцію нитки тут виконує лазерний промінь. Це прилад, що вибудовує горизонтальні та вертикальні лінії, на які зручно орієнтуватися при розмітці різних елементів будівлі (стіни чи підлоги).

На відміну від механічного приладу, такий будівельний нівелір може відображати дві лінії чи площини, адже основна маса приладів генерує по два промені (хоча складні професійні інструменти можуть видавати до 5 променів). Звичайно, так набагато простіше та швидше вирівняти кут чи площину, встановити маячки під стяжку або змонтувати якусь конструкцію.

Лазерні прилади проектують площини та точки на робочі поверхні, відображають нахилених площини та виконують розмітку прямих кутів.

Нівеліри поділяють на два види за механізмом проектування ліній:

- позиційні – це самовирівнювальні лінійні пристрої, що проектують лінії на площини, та точкові рівні (працюють імпульсним способом). Перші використовують для внутрішніх робіт. Вони прості у користуванні, але можуть давати невеличку похибку. Точкові можна використовувати для роботи на відстанях до 100 м. Це більш високоточні та складні у користуванні пристрої;

- ротаційні – лінії у цьому пристрої проектується шляхом обертання лазера («рота» - в перекладі з латині означає коло). Прилад видає точку, яка внаслідок швидкого обертання перетворюється на лінію. Ротаційні лазерні нівеліри – дороге та якісне професійне обладнання. Ціна його відповідно вища, ніж вартість позиційних моделей.

Ротаційний лазерний нівелір широко застосовується при проведенні будівельних, геодезичних та монтажних робіт.

Ротаційний нівелір - це лазерний рівень, у якого лінія виходить за рахунок швидкого обертання точкового лазерного випромінювача. Назва «ротаційний» повністю відображає принцип роботи нівеліра цього типу. Для роботи на відкритій місцевості, а також на великих дистанціях, для більш точного відображення променя використовують приймач лазерного випромінювання. Багато моделей лазерних ротаційних нівелірів вміють працювати як в горизонтальному, так і у вертикальному режимі. А також, можуть задавати ухили в одній або двох площинах. Ротаційні нівеліри просто незамінні при заливці підлог, нівелюванні на великих будівельних майданчиках, фасадних роботах і т.д. Сучасні моделі ротаційних лазерів також використовуються в системах керування будівельною технікою [1].

Прямою функцією будь-якого ротаційного лазерного нівеліра є побудова площини радіусом в 360 градусів і проєкцій. Також ротаційний нівелір дозволяє працювати на далеких дистанціях, за рахунок більш яскравого і чіткого променя лазера, ніж у звичайного нівеліра. Робоча дистанція може досягати 1,3 км. Ротаційні лазери застосовують для виконання будівельних робіт, що вимагають високої точності. Похибка ротаційних нівелірів не перевищує 0,5 мм на 10 метрів. Ротаційні нівеліри дуже прості в застосуванні і не вимагають спеціальної геодезичної підготовки [2].

Розглянемо деякі моделі, зокрема від швейцарської компанії Leica Geosystems.

Базова конфігурація – горизонтальний лазер з однією кнопкою. Ця модель лазера Leica Rugby CLA – є надійним і простим в роботі приладом, управління яким здійснюється за допомогою єдиної клавіші. Використовується при вирівнюванні заливки бетону і поверхні землі, установці опалубки, перевірці та передачі висотної позначки.

Leica Rugby CLA і CLX 250 відкриває доступ до функції ручного регулювання ухилу, дозволяє з більш високою продуктивністю задавати ухили для під'їзних шляхів, а також виконати коректну установку ухилу пандусів, згідно з установленними нормами.

Відкриває можливість ротаційному нівеліру працювати у вертикальній площині, дозволяючи Leica Rugby CLA і CLX 500 вирішувати завдання вирівнювання при установці обноси фундаменту, опалубки, стінних панелей і підвісних стель.

Модернізація CLX 600 додає в горизонтальний і вертикальний ротаційний нівелір Leica Rugby CLA можливість установки кутів нахилу по осі X в повністю автоматичному режимі, тим самим забезпечуючи найбільш надійний результат для задач установки горизонтального кута нахилу під'їзних шляхів і пандусів.

Модернізація CLX 700 додає можливість задавати кут в автоматичному режимі по двох осях X і Y, що робить прилад універсальним рішенням для завдань установки пандусів, а також будівництва під'їзних шляхів, доріг та автостоянок.

Модернізація CLX 800 є найбільш розширеною: з її допомогою ротаційний лазерний нівелір обертається в два рази швидше, забезпечуючи найвищу точність, а з приймачем / пультом управління Leica Combo - дозволяє працювати і управляти приладом на максимальну відстань. Leica Rugby CLA працює в поєднанні з CLX 500 [3].

Під час виконання вирівнювання в будівлях та навколо них червоні промені важко побачити. Обертовий лазер із зеленим променем Leica Rugby 640G полегшує роботу.

Даний універсальний багатофункціональний лазер забезпечує найкращу видимість променю та функціональність для внутрішніх та зовнішніх застосувань: від встановлення гіпсокартону до роботи на підвісних стелях і підлогах. Яскраво-зелений промінь має перевагу над червоним.

Зелений промінь використовує найновіші технології зелених діодів, видимі до 30 метрів без приймача. Захист IP 67 і час роботи до 60 годин роблять ці лазери найнадійнішим і практичним вибором для будівельного майданчика.

Leica Rugby 640G поставляється з Leica Rod Eye 120G з можливістю цифрового зчитування. Універсальний Rugby 640G надійно працює на відкритому повітрі при температурах від -20°C до $+50^{\circ}\text{C}$ [4].

Лазерний роторний нівелір є простим в застосуванні, безпомилковим вимірювальним інструментом, який виконує автоматичне нівелювання, звіряючи горизонтальне положення і автоматично вирівнюючи нерівності в межах діапазону самонівелювання. Це досить ефективний сучасний проектант горизонтальних і нахилених площин та прямих кутів на будівельному майданчику.

Список літератури

1. GEOMARKET [Електронний ресурс]: [Лазерні нівеліри ротаційні]. – Режим доступу: <https://geomarket.in.ua/ua/niveliry/lazernye-rotacionnye-niveliry>
2. КиевГеоПрибор [Електронний ресурс]: [Ротационный нивелир]. – Режим доступу: <http://www.kievgeopribor.com.ua/rotacionnyj-nivelir/a-112.html>.
3. Leica Geosystems [Електронний ресурс] : [Нивелиры]. – Режим доступу: <https://ngc.com.ua>.
4. HEXAGON [Електронний ресурс]: [Building]. – Режим доступу: <https://leica-geosystems.com/industries/building/residential/construction/floors-walls-ceilings-millwork>.

ПРИНЦИПИ ПРОЕКТУВАННЯ ПІШОХІДНИХ ПОКРИТТІВ

Є.С. Упатов, магістрант гр. 601БА

Науковий керівник – В.В. Ільченко, доцент, канд. техн. наук
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Вулично-дорожня мережа населених пунктів, на відміну від мережі автомобільних доріг загального користування, які призначені для руху лише транспортних засобів, поєднує в собі проїзну частину для руху транспортних засобів та тротуари для руху пішоходів.

Тротуар (фр. trottoir від trotter – «швидко ходити») або пішохідна доріжка – елемент вулиці, призначений для руху пішоходів, яка прилягає до проїзної частини або відокремлена від неї газоном [1-3].

Доріжки для пішого ходу люди влаштовували задовго до появи транспортних засобів. Спочатку такі доріжки влаштовували з природних матеріалів, зокрема, в лісових районах їх будували з суцільних чи розпиляних дерев’яних колод, а в степових та гірських – з кам’яних матеріалів чи пластин випаленої глини. Завдяки розвитку крупних міст та промислових центрів в 18-19 ст. для влаштування тротуарів в Європі почали застосовувати кам’яну бруківку з елементів зазвичай прямокутної форми (рис. 1), а на початку 20 ст. на тротуарах почали укладати бетонні плити квадратної та шестигранної форми.



Рисунок 1 – Приклади влаштування тротуарів з кам’яної бруківки

Оскільки в 50-60-х рр. при розбудові вулично-дорожньої мережі для влаштування дорожніх покриттів масово застосовували асфальтобетон, тому ця тенденція не оминула й влаштування пішохідні покриття (рис. 2).



Рисунок 2 – Приклади влаштування тротуарів з асфальтобетону

Пішохідні покриття з асфальтобетону, порівняно з іншими матеріалами, мають ряд

переваг, зокрема достатня шорсткість та однорідність поверхні, технологічність та економічність виготовлення, влаштування та ремонту тощо. До недоліків асфальтобетонних покриттів можна віднести низьку естетичність й екологічність (кам'яний матеріал може бути радіоактивним, в'яжуче може виділяти канцерогенні речовини).

Останнім часом для влаштування пішохідних покриттів все більше використовують вироби бетонні тротуарні неармовані (ВБТН) різноманітної форми й кольору (рис. 3), які частіше називають як фігурні елементи мощення (ФЕМ).



Рисунок 3 – Приклади влаштування тротуарів з фігурних бетонних виробів

Пішохідні покриття з фігурних бетонних виробів, порівняно з асфальтобетонним, мають ряд переваг, зокрема естетичний зовнішній вигляд, екологічність (відсутність канцерогенів), можливість ремонту (перевкладання). До недоліків таких покриттів можна віднести недостатню шорсткість (особливо за наявності на поверхні води, снігу чи льоду) та неоднорідність поверхні (наявність стиків між суміжними елементами).

Таким чином, можна сказати, що ідеального у всіх відношеннях пішохідного покриття на даний момент немає – переваги одного виду покриття є недоліком іншого та навпаки. Аналіз нормативних документів [4-5] свідчить, що основна увага проектувальників концентрується на забезпеченні безперешкодного та безпечного руху пішоходів в загальній системі вулично-дорожньої мережі та їх планувальному вирішенні з урахуванням особливостей руху осіб з обмеженими фізичними можливостями (розділ 10.4 [3], розділ 5.3 [4]). Стосовно конструкції тротуарів з наведених нормативних документів лише [4] регламентує для влаштування покриття тротуарів застосовувати піщаний або дрібнозернистий асфальтобетон (відповідно до вимог [6]), монолітний цементобетон товщиною не менше ніж 12 см та штучні кам'яні й бетонні плити (розділ 8.19 [4]). Тому потрібно розглядати питання удосконалення проектування пішохідних покриттів із застосуванням сучасних дорожньо-будівельних матеріалів і технологій, які б забезпечили необхідні техніко-експлуатаційні показники.

Список літератури

1. Вікіпедія – Вільна енциклопедія [Електронний ресурс.] – Режим доступу <https://uk.wikipedia.org/wiki/Тротуар>
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 10 жовтня 2001 р. № 1306 «Правила дорожнього руху» [Електронний ресурс]. – Режим доступу <https://zakon3.rada.gov.ua>.
3. ДБН В.2.2-12:2018. Планування і забудова територій. – К.: Мінрегіонбуд України, 2018.
4. ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. – К.: Мінрегіонбуд України, 2018.
5. ДБН Б.2.2-5:2011. Благоустрій територій. Зміна № 1 – К.: Мінрегіонбуд України, 2012.
6. ДБН В.2.3-4:2015. Автомобільні дороги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016.

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИКИ СТУДЕНТАМ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

О.М.Шинкаренко, студентка гр. 201 Б

Н.В.Ічанська, доц., канд. фіз.-мат. наук

В.С.Стеблянко, асистент кафедри вищої та прикладної математики
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Історія розвитку інтернет-технологій тісно пов’язана з використанням інтернет-програм, які ми щоденно використовуємо для роботи, навчання, спілкування, організації нашої життєдіяльності та забезпечення її реалізації на найвищому рівні.

Передача інформації через інтернет-мережі та користування інтернет-пакетами дає можливість не тільки розвитку комунікативної сфери, але й сприянню розвитку духовного, культурного та соціального рівня, що є цінним, перш за все, для освітньої діяльності.

Під час навчання встановлюється взаємозв’язок завдяки впровадженню дистанційних методів навчання та спілкування, потенціал яких постійно розширюється, де задовольняються просвітницько - інформаційні потреби через використання спеціалізованих дистанційних освітніх платформ.

В ході дослідження в сфері прикладних програм для онлайн та офлайн навчання, взявши для порівняння різні вікові категорії та враховуючи потреби споживачів, представимо експрес-аналіз інтернет-платформ та сервісів, які сьогодні набули великої популярності та використовуються майже щоденно в сучасних умовах, в яких зараз перебуває українське суспільство.[1]

Дистанційні технології грають велику роль у сучасній освіті, зокрема дистанційні платформи, які призначені як для доставки навчального матеріалу, так і для розміщення виконаних завдань. Вони корисні тим, що можуть використовуватись для організації змішаного навчання, в якому студенти мають можливість спілкуватись та працювати спільно зі своїми колегами.

Дія. Цифрова платформа - це перша в Україні онлайн-платформа з цифрової грамотності. Кожен громадянин може безкоштовно опанувати цифрові навички за сучасним форматом, так звані освітні серіали, з яких складаються безкоштовні сервіси Google для забезпечення професійної діяльності та різноманіття повсякденного життя. З цифровими навичками, які потребує даний ресурс, можна ефективно та безпечно застосовувати інтернет-технології в роботі та навчанні, а також досягати саморозвитку та самореалізації. Кожен освітній серіал спрямований на підвищення рівня знань законодавства, при цьому не беруться до уваги персональні дані користувачів, не порушуються права громадян на інформацію, прискорюється процес обробки інформації та використання інтернет-технологій для оприлюднення та взаємодії громадського суспільства.

GIOS – платформа, яка дозволяє поєднувати змішане та онлайн-навчання, сучасні інтернет технології в навчанні математики, що має гриф Міністерства освіти та науки України. Це великий комплекс інтернет-уроків, який можна використовувати як для дистанційного, так і для звичайного повсякденного навчання. Програма пропонує не розрізнені завдання, тобто нерозділені по модулям або семестрам, а повністю укомплектовані курси або уроки, в кожному з яких можна знайти інтерактивне відео, опорні схеми, розв’язані задачі та вправи, завдання у тестовій формі, пошук помилок, задачі на встановлення відповідностей, а також різноманітні блоки прикладних задач, які можуть бути застосовані до конкретної теми. Кожен курс складається з тем, кожна тема з інтерактивних уроків, які містять як теоретичний, так і практичний матеріал.[3] Неабияк виділяє платформу серед інших те, що всі заняття проводить вчитель - сурикат, який з перших хвилин захоплює увагу учнів та зацікавлює їх до розв’язків задач та пропонує подолати труднощі разом, що

допомагає згуртуванню колективу. Завдяки цьому зростає успішність дітей, вони вчаться бути пристосованими до соціуму та підвищують свої показники в досягненнях з математики.

Zoom – це сервіс для організації онлайн-конференцій та відеозв'язку. Тут можна організовувати конференції та веб-семінари для різної кількості користувачів і спікерів (залежить від тарифного плану). Організовувати спільні чати для переписки і обміну матеріалами – як загальні, так і приватні; проводити онлайн-конференції з відео високої якості і запрошувати до 100 учасників (у безкоштовній версії, платна дозволяє збільшувати кількість учасників і спікерів); записувати як свої звернення, так і спільні розмови; під час конференцій та семінарів можна демонструвати матеріали на робочому столі свого ПК, смартфона чи планшета; можна проводити необмежену кількість конференцій, та в безкоштовній версії кожна з них може тривати не довше 40 хвилин; конференції можна планувати і заздалегідь запрошувати учасників. Зазначимо, що сервіс однаково добре працює як на ПК, так і на смартфоні чи планшеті. Потрібно завантажити програму на комп'ютер чи додаток на гаджет.[4]

Ding Talk – сервіс для відеозв'язку та дистанційного навчання. Він повністю безкоштовний. Для користування потрібно завантажити програму на смартфон, планшет чи ПК. Мова користування – англійська. Інтерфейс простий, інтуїтивно зрозумілий.

Ilearn – це безкоштовна гейміфікована платформа, яка включає в себе збірку тестів, онлайн-курсів, вебінарів та відео-уроків, які дозволяють безкоштовно займатися та готуватися до здачі ЗНО з різних предметів. Крім цього, є можливість безкоштовного репетиторства, яким займаються вчителі – початківці в якості підвищення своєї кваліфікації.

Prometeus – перший та найбільший проект онлайн та офлайн освіти в Україні, яка має на меті зробити найкращі курси від провідних викладачів, поділитися досвідом та поглибити свої вміння і навички з розвитку технологій змішаного навчання. Програма розглядає масові відкриті онлайн-курси, онлайн-освіту, інновації в освітніх програмах, дає можливість доступності освіти для кожного та пропонує змішані курси для підвищення кваліфікації. Курси є як безкоштовні, так і платні, зокрема найбільш популярними зараз є напрямки інформаційних технологій, проєктного менеджменту, англійської мови, місцевого самоврядування, права, психології, а також суспільних наук. По закінченню курсів та здачі іспиту, кожен отримає сертифікат, який підтверджуватиме рівень кваліфікації в тій чи іншій галузі. Провідні українські університети все частіше долучаються до розміщення онлайн-курсів в середовищі «Prometeus».[6]

Google Classroom – безкоштовний сервіс для навчальних закладів. Мета – спростити створення, поширення і класифікацію завдань, прискорити обмін файлами між учителями і учнями. Реєструватись окремо не потрібно, достатньо мати пошту на Gmail. Google Classroom об'єднує в собі: Google Drive для створення і обміну завданнями, Google Docs, Sheets and Slides для написання текстів і створення презентацій, Gmail для спілкування і Google Calendar для розкладу.

Learning.ua – найбільший інтерактивний портал дошкільної та шкільної електронної освіти. Це перша система освіти, яка має на меті змінити застарілу систему освіти на сучасну і розкрити дітям та учням інший бік навчання. Програми навчання повністю відповідають вимогам Міністерства освіти та науки України, а також міжнародним стандартам Common Core. Найважливішими цінностями, які можна зазначити в даній програмі, є відкритість найновішим технологіям в освіті та сучасним інформаційним технологіям, перфекціонізм, прагнення робити цей світ кращим, сміливість відрізнятись від інших та фокусування на довгострокових відносинах з учнями, вчителями та батьками.[5]

Classdojo – це сервіс, який допоможе максимально зімітувати шкільне середовище вдома. Він зроблений для кращої комунікації батьків, учителів та дітей. Classdojo працює таким чином, щоб максимально зацікавити дітей молодшого і середнього шкільного віку. Для кожного учня там є окрема анімована аватарка – вона радіє, коли отримує похвалу від учителя і сумує, коли ставлять негативну оцінку.

Kahoot – платформа для створення вікторин, тестів, дидактичних ігор. Сервіс може бути використано для перевірки знань учнів. Учні можуть виконувати завдання на будь-якому пристрої, що має доступ до Інтернету – смартфон, планшет тощо. У завдання можна

вставити світлини, відеофрагменти. Зареєструватись на сайті можна через GOOGLE або Microsoft профіль, не потрібно створювати нові логіни чи паролі. Можна дублювати чи редагувати тести, що значно економить час.

Mentimeter – сервіс для створення та проведення опитувань. Учитель у кілька кліків може завантажити на сайт одне чи декілька запитань. А потім дає учням посилання з кодом доступу чи можливість сканувати QR-код. Далі учні відповідають зі своїх смартфонів та планшетів. Важливе уточнення – сервіс не персоніфікований (учитель не бачить, хто з учнів як відповів). Тому для оцінювання успішності не підійде. Однак може допомогти простежити динаміку засвоєння матеріалу, оскільки результати кожного опитування зберігаються. А учні відповідають більш розкуто, коли знають, що за неправильну відповідь ніхто не дорікатиме [2].

Таким чином, нова система освіти, нові підходи та технології – це ті реалії сучасного життя, що орієнтовані на входження в сучасний освітній простір, який надає можливості подальшого розвитку педагогічної теорії та практики, можливості навчання у будь-який зручний час, більшої мобільності, обстановки, що сприяє кращому засвоєнню та вивченню запропонованого матеріалу студентів технічних спеціальностей, адже головною метою дистанційної освіти, яка базується на пакетах онлайн та офлайн навчання, є забезпечення максимальної корисності, ефективності та зручності у використанні.

Список літератури

1. Биков В.Ю. Дистанційна навчання // Енциклопедія освіти України / Акад. пед. наук України; Головний ред. В.Г.Кремень. – К.: Юрінком Інтер, 2008. – С. 191 – 193.
2. Дистанційні технології в освіті. URL: file:///C:/Users/HP/Downloads/21.pdf
3. Кухаренко В.М., Бондаренко В.В. Екстрене дистанційне навчання в Україні: Монографія / За ред. В.М. Кухаренка, В.В. Бондаренка – Харків: Вид-во КП «Міська друкарня», 2020. – 409 с.
4. Ichanska N. Освітні інтернет ресурси та онлайн середовища в навчально-виховній діяльності викладача закладу вищої освіти / N. Ichanska, V. Demianenko // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава: ПНТУ, 2020. – Т. 4 (62). – С. 40-42. – doi:https://doi.org/10.26906/SUNZ.2020.4.040.
5. Ichanska N. Застосування освітніх інтернет-ресурсів у навчальній роботі з іноземними студентами / N. Ichanska, S. Sirovuyi // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава: ПНТУ, 2020. – Т. 3 (61). – С. 86-89. – doi:https://doi.org/10.26906/SUNZ.2020.3.086.
 - a. Demianenko V. Використання сучасних веб-технологій для системи контролю та моніторингу знань студентів / V. Demianenko, N. Ichanska // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава: ПНТУ, 2019. – Т. 2 (54). – С. 83-86. – doi:https://doi.org/10.26906/SUNZ.2019.2.083.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМИ ОЧИСТКИ БУРОВОГО РОЗЧИНУ

Т.О. Суржко, аспірантка

кафедри нафтогазової інженерії та технологій

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

В.М. Савик, канд. техн. наук,

доцент кафедри нафтогазової інженерії та технологій

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

П.О. Молчанов, канд. техн. наук,

доцент кафедри нафтогазової інженерії та технологій

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Розглядаємо установку, що являє собою металеву форму, розділену на окремі пластини. Форма установлена на пружні опори та приводиться в коливальний рух за допомогою навісного торцевого вібробудувача кругових коливань. Пластини форми, які розташовані перпендикулярно напрямку розповсюдження вимушених коливань, втягуються в коливання і сприяють очистці бурового розчину.

Розглянемо переміщення точок пластини в площині, для якої запишемо:

Рішення крайової задачі в даному випадку не може бути знайдено в загальній формі. Але теоретичні і експериментальні данні показують, що у пластинок постійної товщини вузлові лінії паралельні сторонам пластинки для всіх форм коливань. Виняток складають тільки квадратні пластинки, для яких можливі комбіновані форми коливань виду $m \pm n$. В подальшому індекс m означає число вузлових ліній, паралельних осі y , а n – паралельних осей, включаючи вузлові лінії, що співпадають із закріпленими контурними лініями пластинки (рис. 1).

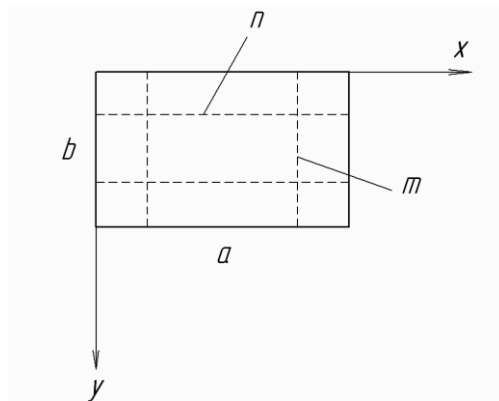


Рисунок 1 – Закріплені контурні лінії пластинки

Пластинки зі всіма можливими випадками крайових умов досліджені за допомогою метода Релея–Ритца. При цьому форма коливань запишемо у вигляді

$$w = A_{m,n} X_m(x) Y_n(y), \quad (1)$$

де $X_m(x), Y_n(y)$ – балочні функції.

Частоту власних коливань визначаємо за формулою

$$\omega = \frac{k_n^2}{a^2} \sqrt{\frac{D}{\rho h}} \quad (2)$$

де

$$k_{n,m}^2 = \pi^2 \lambda; \lambda_{n,m}^2 = (G_x^4)_n + \frac{a^4}{b^4} (G_y^4)_m + 2 \frac{a^2}{b^2} [v(H_x)_n (H_y)_m + (1-v)(J_x)_n (J_y)_m].$$

Розглянемо два випадки граничних умов:

- дві протилежні сторони жорстко закріплені, а дві інших – вільні;
- дві протилежні сторони шарнірно оперті, а дві інші вільні.

Перший випадок відповідає жорсткому кріпленню (приварюванню) пластини до стінок установки, а другий випадок – вільно опертим (рознімним шарнірно закріпленим) пластинам.

Для моделювання коливань пластини використовуємо комп’ютерну програму Nastran. Отримані моделі коливання активного робочого органу з різними видами кріплення його країв при резонансних частотах наведені на рисунках 2 і 3.

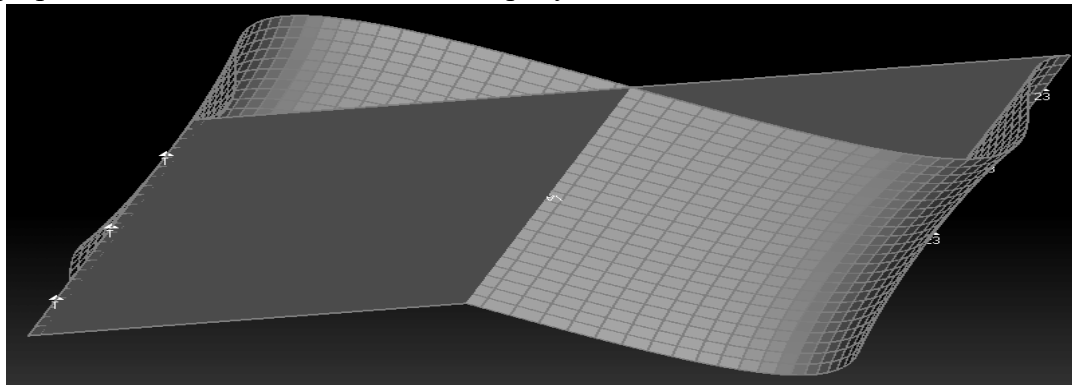


Рисунок 2 – Коливання пластики при двох жорстко закріплених краях і двох інших вільних на частоті 34,41Гц

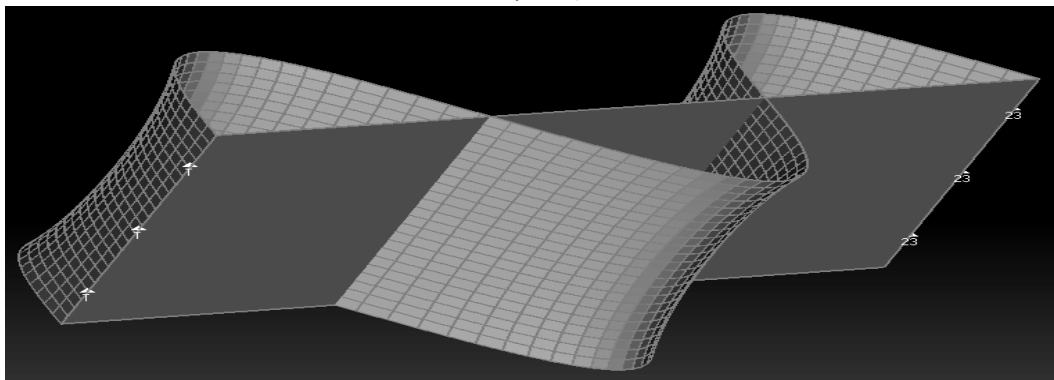


Рисунок 3 – Коливання пластики при двох вільно опертих краях і двох інших вільними на частоті 49,33Гц

Коли пластина коливається в середовищі, яке може розглядатися як ідеальна рідина, зміну її власних частот можна розрахувати по методу Ламба.

Список літератури

1. Nesterenko M.P., Molchanov P.O., Savyk V.M., Nesterenko M.M. Vibration platform for forming large-sized reinforced concrete products. Naukoviy visnik natsionalnogo girnichogo univerplate compactortu. Naukovo – tehichniy zhurnal № 5 -2019. Dnipro 2019. S 74-78. DOI: <http://doi.org/10.29202/nvngu/2019-5/8>.)
2. Ваганов Ю.В. Проблемы и перспективы сервисных технологий в нефтегазовом комплексе / Ю.В. Ваганов, Г.П. Зозуля, А.В. Кустышев, Н.В. Рахимов, В.Б. Обиднов // Нефтегазовое дело. - 2007 (http://www.ogbus.ru/authors/Vaganov/Vaganov_1.pdf).
3. Lyakh, M.M., Savyk, V.M., Molchanov, P.O., 2017. *Experimental and industrial research on foamgenerating devices*. Rozrobka korysnyh kopalyn. Dnipropetrovks: Naykoviy visnyk NGU, No. 5, pp 17 – 23. [Electronic resource]. The link: <http://www.nvngu.in.ua/index.php/en/monographs/1484-engcat/archive/2017-eng/contents-5-2017/mining/4127-experimental-and-industrial-research-on-foamgenerating-devices>
4. Булатов А.И. Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин / А.И. Булатов, Ю.М. Проселков, С.А. Шаманов – М. : Недра, 2003. – 1007 с.
5. Мислюк М.А. Буріння свердловин : довідник : в 5 т. / М.А. Мислюк, І.А. Рибич, Р.С. Яремійчук. – Київ: Інтерпрес ЛТД, 2002. Т. 2 : Промивання свердловин. Відробка доліт – 2002. – 303 с.

КУЛАЧКОВЫЙ МЕХАНИЗМ С СОСТАВНЫМ КУЛАЧКОМ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

М.Р. Туракулов, *старш. преп.,
Ташкентский государственный транспортный университет*
О.Д. Почужевский, *канд. техн. наук, доцент,
Криворожский национальный университет*

С помощью существующих кулачковых механизмов, содержащих основание, кулачок, ролик и толкатель, описанных в литературе [1], довольно трудно получить сложные законы движения выходного звена-толкателя. Кроме того наиболее распространен кулачковый механизм, содержащий кулачок и контактирующий с ним ролик, установленный шарнирно на толкателе [2]. Недостатком данного кулачкового механизма является изготовление сложной кривизны профиля, что также трудоёмко и дорого. Кроме этого известные конструкции кулачковых механизмов не позволяют получения сложных колебательных законов движения толкателя, необходимых для выполнения различных технологических операций. Также известен кулачковый механизм, который содержит основание, кулачок, ролик с встроенным упругим элементом в форме эллипса, установленный шарнирно на толкателе, пружину [3] и встроенного в него упругого элемента в форме эллипса. Недостатком данной конструкции является низкий эффект передачи движения от деформации упругих элементов к кулачку и толкателю. Следует отметить, что наружный профиль (кулачковое кольцо) кулачка за счёт деформации упругого элемента перемещается целиком и параллельно, то-есть фактически отсутствуют перемещения. Кулачковое кольцо является жестким и не деформируется. Кроме этого конструкция очень сложная и дорога в изготовлении.

Нами рекомендуется новая конструкция кулачкового механизма. В предлагаемом в кулачковом механизме кулачок выполнен составным из основания и надетый на него упругого элемента с переменной толщиной, формирующего профиль кулачка по наружной поверхности, с которой контактирует ролик шарнирно соединенный с толкателем. При этом в каждом положении кулачка деформация упругого элемента-кулачка непосредственно передаётся на ролик и толкатель, изменяя его закон движения.

Деформация профиля кулачка будут различными и независимыми для каждого положения кулачка. Это обеспечивается за счёт переменности толщины упругого элемента-кулачка. На рис.1 представлена схема предлагаемой конструкции. Кулачковый механизм содержит корпус 1, шарнирно соединенный с основанием 2, надетый на него упругого элемента-кулачка 3 с переменной толщиной, контактирующий с ним ролик 4, который шарнирно соединен с толкателем 5 и прижимающая его пружина 6. При этом другой конец толкателя 5 шарнирно соединен с корпусом 1. При этом упругий элемент-кулачок 3 формирует профиль кулачка по наружной поверхности и имеет переменную толщину.

Предлагаемый механизм работает следующим образом. Основание 2 вращается вокруг оси O_1 с постоянной угловой скоростью ω_1 . Точно такое движение совершает и упругий элемент- кулачок 2. При этом ролик 4 катится по поверхности упругого элемента-кулачка 3. За счёт изменения радиуса упругого элемента кулачка 3 и деформации пружины 6 изменяются давление ролика 4 на поверхность упругого элемента-кулачка 3. При этом происходят некоторые деформации (сжатие) поверхности упругого элемента-кулачка 3. Значение этих деформаций зависит также от толщины упругого элемента-кулачка 3 и марки резины, и геометрических размеров механизма.

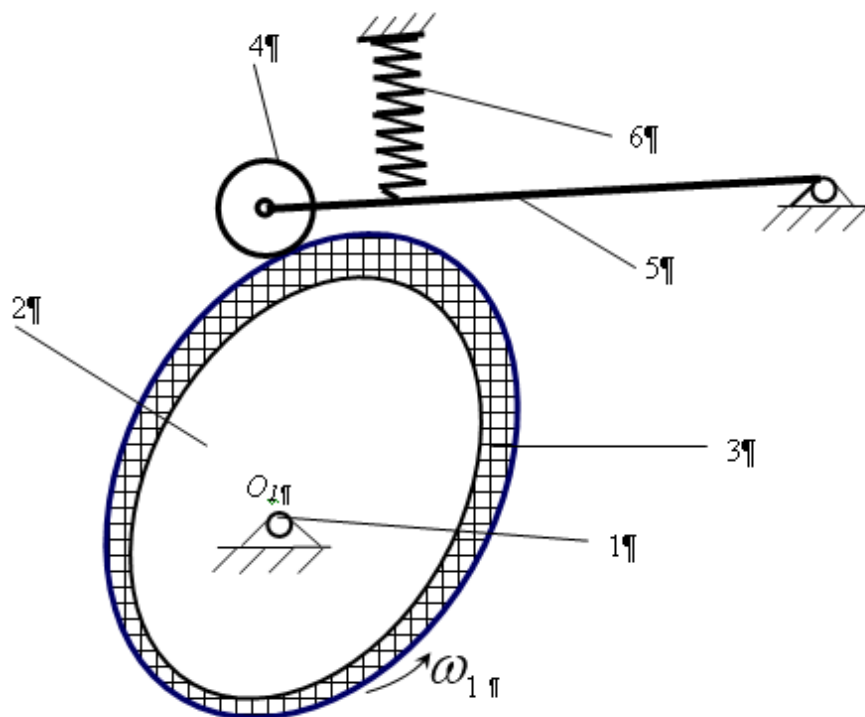


Рисунок 1 - Кулачковый механизм

При деформациях упругого элемента кулачка 3 в каждый момент времени происходит своеобразная коррекция закона движения толкателя 5.

Следует отметить, что деформация профиля упругого элемента кулачка 3 будут разными и независимыми в каждом его положение. При этом получаются очень сложные законы движения толкателя 5. Изменяя толщину упругого элемента кулачка 3, его профиль, геометрические размеры механизма можно получить необходимые сложные законы движения толкателя 5 механизма.

Список літератури

1. Н.И. Левитский, «Теория механизмов и машин». Москва «Наука» 1979г. стр. 30-31.
2. А.Жұраев, М. Мавлявиев и др. “Механизм ва машиналар назарияси” Тошкент. 2004г.стр.276-2796.
3. Джураев А.Д., Саримсаков Д.А. «Кулачковый механизм». Предварительный патент № IDP 04706.1. Б.и. №2, 2000г.
- 4.

МЕТОДИ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ САМОНАПРУЖЕНОЇ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННОЇ ПРОГІННОЇ ЧАСТИНИ ШТУЧНОЇ СПОРУДИ

К.Г. Штанько, *магістр,*

А.В. Гасенко, *доц., канд. техн. наук,*

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Розробивши ефективну черговість бетонування плити сталезалізобетонної прогінної конструкції через проліт у два етапи, можливо створити попередні напруження у сталевих ригелях перекриття, що розташовані у прольотах другої черги бетонування, та монолітній залізобетонній плиті першої черги бетонування. У цьому розумінні і використаний в даній роботі термін «самонапруження». За рахунок створення попередніх напружень у конструктивних частинах перекриття можливо досягти його рівномірності в крайніх та середніх прольотах.

Метою роботи є розгляд методів скінченно-елементного моделювання забезпечення стадійності включення двох різних матеріалів в роботу під час аналізу напружено-деформованого стану самонапруженого сталезалізобетонного перекриття. Моделювання напружено-деформованого стану конструкцій виконано в учбовій версії програмного комплексу Femap 2020.2 with NX Nastran Trial Version Siemens Digital Industries Software з персональним кодом активації 2827301401535961.

Нижче приведені короткий огляд, переваги та недоліки наведених шляхів вирішення поставленої задачі, окремі з яких є досить громіздкими під час створення скінченно-елементної моделі та можливо даватимуть похибки розрахунків.

Для коректного використання функції попереднього натягу типу Bolt Preload необхідно розбити поперечний сталевий переріз на смуги в межах яких, напруження вважатимуться постійними. Ця процедура приводить до великих затрат часу на створення вказаних смуг, визначення та задавання попередніх напружень в них, а також до значного збільшення кількості скінченних елементів моделі сталевих балки.

Під час завантаження композитної сталезалізобетонної конструкції вихідними даними проведених попередньо розрахунків окремо сталевих балок перекриття, бетонна частина конструкції відразу включається в роботу. Цей процес не відповідає дійсності, так як в бетонній частині перерізу на момент набору бетоном проектної міцності до моменту іншого зовнішнього навантаження, напруження відсутні.

Встановити попередній зазор між бетонною недеформованою та сталеву деформованою від ваги свіжого бетону частинами композитної конструкції, що теж є трудомістким. В цьому випадку необхідно розбивати балку по довжині прольоту на безкінечну кількість ділянок в межах яких її прогини вважатимуться постійними.

Задавання різних температур по довжині бетонної полицки з метою отримання температурних напружень в ній, які б обнуляли напруження на момент схватування бетонної суміші, теж є трудомістким. Це пов'язано із різним значенням згинаючого моменту, а отже і різного рівня напружень по довжині всієї балки. Тому необхідно розбивати балку по довжині прольоту на безкінечну кількість ділянок в межах яких згинаючий момент вважатиметься постійним.

Для вирішення поставленої задачі найбільш підходить модуль багатокрокових нелінійних рішень Multistep Nonlinear, що дає можливість створювати subcases розрахунку, за допомогою яких матеріали композитної конструкції включатимуться в роботу на різних необхідних користувачу етапах роботи досліджуваної конструкції.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ БУРОІНЄКЦІЙНИХ ПАЛЬ З ПИЛУВАТОЮ ГРУНТОВОЮ ОСНОВОЮ

Є.Ю. Лавріненко, *магістр гр. БІ-20М*

В.І. Ракович, *магістр гр. БІ-20МЗ*

З.Б. Аносова, *викладач*

Центральноукраїнський національний технічний університет

Кропивницький будівельний фаховий коледж

В роботі проведено аналіз способів підсилення фундаментів, пов'язані зі зміцненням конструкції фундаменту. Проаналізовані недоліки та переваги застосування способів в умовах реконструкції.

Ключові слова: підсилення фундаменту, ґрунтова основа, деформації, ін'єкційні способи, напірна ін'єкція.

Розвиток зовнішньої інфраструктури міст, пов'язаний з висотним будівництвом в умовах обмеженого простору центральної частини міської забудови, підземним будівництвом переходів, станцій метро, паркінгів, прокладання інженерних комунікацій, що призводить до зовнішніх силових динамічних впливів (забивання паль, вібрація механізмів і технологічного обладнання, рух великогазової будівельної техніки) і істотної зміни (підвищення або зниження) рівня підземних вод. Внаслідок чого виникають деформації ґрунтової основи, нерівномірне осідання фундаментів будівель, що знаходяться поруч і їх можливе руйнування конструкцій.

Традиційні способи підсилення фундаментів, пов'язані зі зміцненням конструкції фундаменту і створення навколо нього обойми. До таких способів відносяться: розширення підошви фундаменту, пристрій обойм (металевих, залізобетонних), створення двосторонніх або односторонніх (при позацентровому навантаженні), нарощувань, установка попередньо напружених розпірок і шпренгельних систем, підводка і посилення фундаментів шляхом влаштування зв'язків (тяжів, стійок і т.д.), метод Страбахіна та ін. [1,3]. Дані способи, як показує практика, в складних інженерно-геологічних умовах досить затратні. Особливо це при високому рівні підземних вод та трудомісткі (виконуються переважно вручну), без попереднього опресування (або ущільнення) - малоефективні, і, як правило, застосовуються в комплексі з іншими описаними способами.

До способів пов'язаних зі збільшенням міцності та зменшенням деформованості ґрунтів основи відносяться: ущільнення, кольматація (глинізація), бітумізація, вапнування. До ін'єкційних способів закріплення: силікатизація, смолізація, електрохімічне закріплення, залужування, цементация, мікроцементация, ущільнююча ін'єкція в режимі просочення, високонапірна та манжетна технології ін'єкції розчину в режимі «гідророзривів», струминна технологія закріплення ґрунтів.

Способи, пов'язані зі зміною умов передачі тиску на ґрунт: перевлаштування фундаментів (стрічкові в плитні, стовпчасті в стрічкові, підведення плитного фундаменту з попереднім опресуванням ґрунтової основи), а також пальові способи посилення (пересадка на палі): набивні та вдавлювані палі (технології pretest, mega), буронабивні палі, ін'єкційні палі, буроін'єкційні палі, а також палі з різними видами розширення на кінці.

Струменева технологія закріплення (jet-grouting): заснована на використанні енергії високонапірного струменя розчину під тиском 40-100 МПа для руйнування ґрунту та одночасного його перемішування з розчином [2]. Тиск створюється за допомогою монітора, обладнаного одним або двома соплами, через які у ґрунт у напрямку перпендикулярному осі свердловини подається розчин. Одночасно з подачею розчину відбувається обертання монітора та його переміщення по свердловині. В результаті дрібні частини ґрунту розмиваються і виносяться з розчином на поверхню (утворюється пульпа), а більші залишаються і виступають як наповнювач.

Недоліками застосування даного способу в умовах реконструкції є:

- небезпека виникнення великих локальних деформацій фундаментів у процесі тимчасового розмиву ґрунтової основи під ним до набору міцності розчину, які можуть призвести до критичних деформацій вище розташованих несучих конструкцій;
- складності виконання армування, що вимагає використання профільної арматури у вигляді прямокутних або круглих труб, що занурюються вдавлюванням;
- висока вартість і матеріаломісткість через необхідні великі обсяги закріплення ґрунту і технологічних втрат розчину, що виноситься з частиною ґрунту, що розмивається;
- забезпечення особливих умов техніки безпеки під час роботи з високим тиском.

Напірна (високонапірна) ін'єкція: є своєрідним оптимальним варіантом між двома описаними вище способами: ін'єкцією в режимі просочення та струменевого закріплення. Технологія полягає в ін'єкції розчинів, але вже при тиску від 0,6 до 10,0 МПа, при якому в слабопроникних пилувато-глинистих ґрунтах утворюються гідравлічні розриви (тріщини) ґрунту - гідророзриви [4]. Ін'єкція розчину здійснюється за допомогою розчинонасоса по високонапірних шлангах через ін'єктор, що вдавлюється в ґрунт або встановлюється в пробурену свердловину. Гідророзрив представляє собою тріщину в ґрунтовому масиві, по якій відбувається розповсюдження розчину в різних напрямках: вертикально, горизонтально або похило [3]. За дослідженнями М. Hubbert, D. Willis, проведених у нафтових свердловинах наприкінці 60-х років [1], а також за численними лабораторними дослідженнями професора А. Камбефора [2] на дослідах із желатинових блоків з ін'єкцією гіпсового молока було встановлено, що гідророзриви не піддаються регулюванню та утворюються перпендикулярно найменшому в ґрунтовому масиві головному напруженню (рисунк 1) [2]. У процесі утворення гідророзривів відбувається армування ґрунтового масиву жорсткими елементами із затверділого розчину [4] та його обтиснення між ними у процесі консолідації [4].

Силікатизація: передбачає використання як основного реагенту для приготування розчину рідкого скла (силікат натрію Na_2SiO_3) невисокої щільності – 1,09-1,15 г/см³. В результаті хімічної реакції в процесі ін'єкції розчину в ґрунтових масивах утворюється гідрогель крем'яної кислоти, що обволікає і цементує частинки ґрунту. Перевагою способу є висока механічна міцність та водонепроникність закріплених ґрунтів.

Однорозчинний спосіб силікатизації полягає у використанні розчину, що складається з силікату натрію та однієї з кислот (фосфорної, сірчаної, кремнефтористої) або коагулятора ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$). Спосіб було запропоновано та розроблено В.В. Аскалоновим [1]. Область застосування способу обмежується піщаними ґрунтами з коефіцієнтом фільтрації 0,1-5 м/добу. Міцність закріпленого ґрунту не перевищує 0,5 МПа [3]

Дворозчинний спосіб силікатизації (рис.1) заснований на застосуванні рідкого скла та хлористого кальцію (CaCl_2). Область застосування обмежується піщаними ґрунтами незалежно від водонасичення, з коефіцієнтом фільтрації від 2 до 80 м/добу. Міцність закріпленого ґрунту може досягати 3,5 МПа.

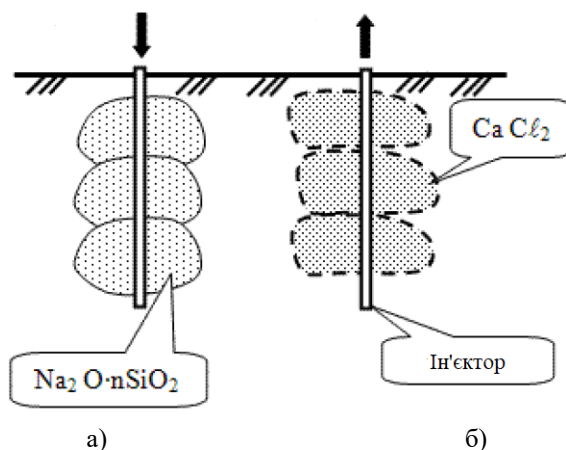


Рисунок 1 – Схема дворозчинної силікатизації основ а – нагнітання рідкого скла при зануренні ін'єктора; б – нагнітання хлористого кальцію під час вилучення ін'єктора

Газова силікатизація полягає в ін'єкції в ґрунт розчину силікату натрію з подальшою його обробкою затверджувачем - вуглекислим газом (CO_2), в результаті чого вільна частина розчину силікату натрію, що не вступила в реакцію з ґрунтом, відтискається в периферійні ділянки і хімічно зв'язується. Область застосування обмежується піщаними ґрунтами незалежно від водонасичення з коефіцієнтом фільтрації від 0,1 до 20 м/добу. Головним недоліком застосування силікатизації є висока вартість силікату натрію (у порівнянні з цементом) та швидкий перехід пластичного розчину в гель, який не дає можливості закріпити ґрунт на значній глибині.

Висновки

Таким чином, для надійного підсилення фундаменту та штучного поліпшення будівельних властивостей ґрунтової основи в умовах реконструкції, особливо коли в основі будівлі залягають водонасичені пілувато-глинисті ґрунти необхідно враховувати такі основні вимоги:

- вибір способу підсилення повинен виходити з конструктивних особливостей будівлі, діючих навантажень, технічної оснащеності організації, що здійснює роботу, проходити в стабільному режимі без значних ударних, динамічних, вібраційних та механічних впливів, що призводять до розструктурування ґрунтів та додаткових деформацій, які мають бути мінімальними;
- технологія виконання робіт повинна передбачати виконання у короткий проміжок часу відразу кількох технологічних операцій: буріння свердловин, вдавлювання ін'єкторів, ін'єкцію розчину тощо. При цьому прийняті рішення повинні бути економічно-доцільними, що у свою чергу досягається правильним вибором розчину для закріплення, величини тиску ін'єкції та її витрат. Перелічені параметри повинні визначатися з аналізу фізико-механічних характеристик ґрунтів з визначенням їхнього гранулометричного та мінерального складу.

Список літератури

1. Зоценко М.Л. Підсилення основ та фундаментів при реконструкції будівель / Зоценко М.Л. Винников Ю.Л., Борт О.В / Бетон и железобетон в Украине. -2006. - №1. - С. 2-8.
2. Яркін В.В. Экспериментальные исследования взаимодействия системы “основание – фундамент – конструкция усиления, совмещенная с отмошкой” // Будівельні конструкції. - Київ: НДІБК. – 2000. - С. 295 – 301.
3. Проектування основ і фундаментів/ [Ваганов І.І.,Маєвська І.В.,Попович М.М., Тітко О.В.]. – Вінниця: ВНТУ, 2003. - 132 с.
4. Будинки і споруди на підроблюваних територіях і просідаючих ґрунтах. Ч. II: Будинки і споруди на просідаючих ґрунтах : ДБН В.1.1-5-2000. – [Чинний від 2000-07-01]. – Офіц. вид. – К.: Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України : Держбуд України, 2000. – 84 с. – (Нормативний документ Держбуду України).

ВИПРОБУВАННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ АВТОМОБІЛЬНОГО МОСТУ НЕРУЙНІВНИМИ МЕТОДАМИ КОНТРОЛЮ.

В. Позняк, магістрант гр. БІ 20 МЗ

Г. Портнов, канд.техн. наук, доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Мета роботи –отримати за допомогою неруйнівних методів контролю відповідні висновки про технічний стан залізобетонних конструкцій моста автомобільної дороги загального користування місцевого значення Турія -Листопадове для оцінки несучої здатності об'єкта. Випробування залізобетонних і кам'яних конструкцій неруйнівними методами контролю виконувалися за участю автора на всіх плитах та вибірково по всій доступній площині бутової кладки.

В ході випробувань використовувався вимірювач міцності будівельних матеріалів ИПСМ-У «NOVOTEST».

Для побудови градувальної залежності до ИПСМ-У «швидкість ультразвуку-міцність матеріалу» використовувався вимірювач міцності матеріалів ОНІКС-1.ОС.050.

Схема розташування контрольних ділянок показана на рис.1.

На підставі виконаних досліджень визначені градувальні залежності:

«швидкість ультразвуку-міцність плит»

$$R = 0,0192 \times V - 16.865 \text{ МПа}$$

«швидкість ультразвуку-міцність елементів бутової кладки»

$$R = 0,0025 \times V + 24.449 \text{ МПа}$$

де R -- міцність бетону, МПа; V - швидкість ультразвуку, м/с.

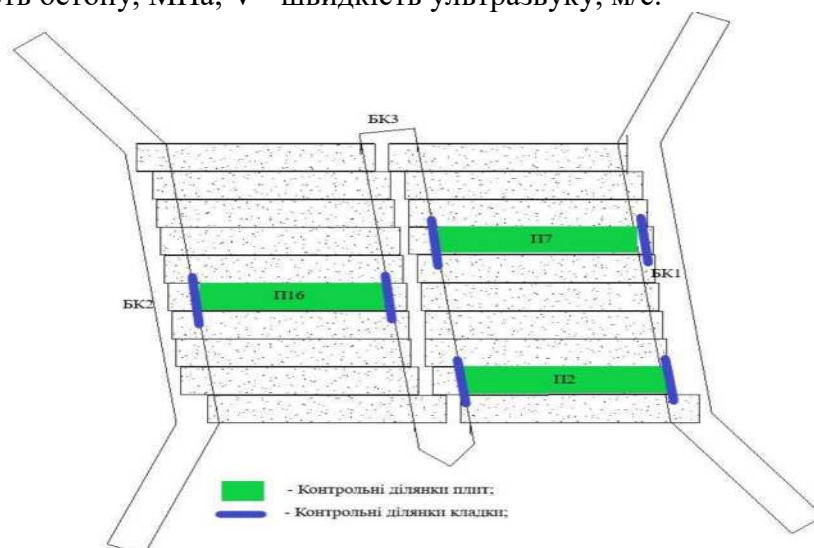


Рисунок 1 – Схема розташування контрольних ділянок для побудови градувальних залежностей

Для кожного елемента, що розглядається (плити / елементи бутової кладки) виконувалися наступні дослідження з використанням приладів неруйнівного методу, а саме Детектор Bosch D-Tect 150 Professional; ИПСМ- У, Тестовий молоток для бетону (склерометр) АТ 241/Е «Тесnotest» та ін.

визначався фактичний захисний шар арматури;

визначався фактичний діаметр і крок арматури (неруйнівним методом);

за встановленою градувальною залежністю перевірявся клас бетону;

- фіксувалися тріщини в елементах конструкцій, їх положення, ширина розкриття, глибина, виконувалася фотофіксація.

Аналіз результатів досліджень конструктивних елементів дозволив встановити фактичний клас бетону залізобетонних плит.

Проектна марка бетону залізобетонних плит відповідає класу В25.

Розташування і діаметри арматурних стержнів, геометричні характеристики і показники марки бетону показують відповідність збірній перехідній плиті за серією 3.503-41.

Для більшості залізобетонних плит висота захисного шару арматури відповідає допустимим відхиленням;

Діаметр арматурних стержнів плит і їх крок, в місцях, де його можна виміряти, відповідає плиті за серією 3.503-41.

Виконанні дослідження дозволили зробити висновок :

подальша експлуатація будівельних конструкцій об'єкта обстеження в цілому може бути допущена за умови та виконанні спеціальних обстежень із зануренням під воду для виявлення дійсного стану плит по нижній грані, а також зменшення граничного навантаження на споруду до 20т до влаштування спеціального обстеження та ремонтів з підсиленням.

Список літератури

1. МОСТИ ТА ТРУБИ. ОБСТЕЖЕННЯ І ВИПРОБУВАННЯ. ДБН В.2.3-6:2009 Київ
Мінрегіонбуд України 2010 -73с.

УДК 691:699.86

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРИСТИХ БЕТОНІВ

І.В. Безкостний, магістр гр. БІ-20МЗ

О.В. Лізунков, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Пористі бетони в останній час широко використовуються в будівництві. Цей вид будівельного матеріалу отримується за рахунок механічного перемішування попередньо приготовленої піни з бетонною сумішшю, а не за допомогою хімічних реакцій, як газобетон. Тому за рахунок зміни технологічного процесу виготовлення пористого бетону можна отримати матеріал з різними фізико-механічними властивостями. Технологічний процес виготовлення матеріалу, що досліджується складається з рівномірного розподілу бульбашок повітря по масі бетону. Піна для отримання пористого бетону готується або за допомогою установки піногенератора або в бароустановці.

Пінобетон як сучасний матеріал для будівництва має цілий ряд переваг, таких як надійність, термічний опір, швидкість монтажу, екологічність, пожежобезпека, зручність транспортування.

Перераховані переваги надають можливість використовувати пористі бетони у тепло- і звукоізоляції дахів, підлог, утеплення труб, виготовлення збірних блоків і панелей перегородок в будівлях, а так само з пористих бетонів більш високої щільності поверхових перекриттів і фундаментів.

Основні властивості та характеристики пористих бетонів наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Властивості та характеристики пінобетонів

Вид пінобетону	Марка пористого бетону за середньою щільністю	Пористий бетон неавтоклавний	
		Клас міцності на стискання	Марка морозостійкості
Теплоізоляційний	D 400	B0,75	Не нормується
	D 500	B1	Не нормується
Конструкційно-теплоізоляційний	D 600	B2,5	От F15 до F35
	D 700	B3,5	От F15 до F50
	D800	B5	От F15 до F75
	D1000	B7,5	От F15 до F50
Конструкційний	D1100	B10	
	D1200	B12,5	

Бетони підрозділяють на класи: B0, 5, B1, 5, .., B60, які визначаються величиною гарантованої міцності на стискування.

Проведено дослідження фізико-механічних характеристик матеріалів з пористого бетону з різними значеннями щільності, отриманої за рахунок зміни компонентів матеріалу на стадії виготовлення та аналіз теплопровідності пористих бетону та інших будівельних матеріалів.

Механічні властивості масиву матеріалу залежать від густини матеріалу, яка регулюється дозуванням таких компонентів як пісок або трепел. В процесі дослідження встановлено значення коефіцієнтів теплопровідності та паропроникності для пористих бетонів різної щільності. Результати досліджень наведені в таблиці 3.

Таблиця 2 – Результати дослідження пінобетонів

Вид пінобетону	Марка пористого бетону за середньою щільністю	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м · ° С), не більш, бетону у сухому стані, виготовленого	Коефіцієнт паропроникності, мг/(м · ч · Па), не менш, бетону, виготовленого	Сорбційна вологість бетону, % не більш	
				при відносній вологості повітря 75 %	при відносній вологості повітря 97 %
				Пористий бетон виготовлений	

		на піску	на золі	на піску	на золі	на піску	на золі	на піску	на золі
Теплоізоляційний	D300	0,08	0,08	0,26	0,23	8	12	12	18
	D400	0,10	0,09	0,23	0,20	8	12	12	18
	D500	0,12	0,10	0,20	0,18	8	12	12	18
Конструкційно — теплоізоляційний	D500	0,12	0,10	0,20	0,18	8	12	12	18
	D600	0,14	0,13	0,17	0,16	8	12	12	18
	D700	0,18	0,15	0,15	0,14	8	12	12	18
	D800	0,21	0,18	0,14	0,12	10	15	15	22
	D900	0,24	0,20	0,12	0,11	10	15	15	22
Конструкційний	D1000	0,29	0,23	0,11	0,10	10	15	15	22
	D1100	0,34	0,26	0,10	0,09	10	15	15	22
	D1200	0,38	0,29	0,10	0,08	10	15	15	22

В лабораторних умовах проведено дослідження експериментальних зразків пористого бетону з метою встановлення граничних значень міцності на стискання в залежності від густини зразка з метою встановлення оптимального складу сумішей для виготовлення пінобетону.

Результати експериментальних досліджень наведено в таблиці 4

Таблиця 3 – Результати визначення границі міцності зразків пінобетону

№ зразка	Водопоглинання зразка, W _M , % за масою	Густина зразка, ρ, кг/м ³ , (у природному стані)	Границя міцності на стиск, R, МПа
1	18,2%	642 (D700)	0,58 (B 0,35)
2	17,9%	617 (D600)	0,75 (B 0,50)
3			0,50 (B 0,35)
4	13,0%	742 (D 800)	0,36 (<B0,35)

Список літератури

1. Будівельне матеріалознавство на транспорті : підручник для вузів / О. М. Пшінько, А. В. Краснюк, В. В. Пунагін, О. В. Громова. -Д. : Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2010. - 624 с.
2. Горлов, Ю. П. Технология теплоизоляционных материалов : учебник для вузов / Ю. П. Горлов, А. П. Меркин, А. А. Устенко. - М : Стройиздат, 1980. - 399 с.
3. Кривенко, П. В. Будівельне матеріалознавство : підручник / П. В. Кривенко, К. К. Пушкарьова, В. Б. Барановський. - К. : ТОВ УВПК «ЕксОб», 2004. - 704 с.
4. Сухарев, М. Ф. Производство теплоизоляционных материалов / М. Ф. Сухарев, И. Л. Майзель, В. Г. Сандлер. - М. : Высшая школа, 1981. -231 с.
5. Теплоизоляционные материалы и конструкции: учебник / Ю. Л. Бобров, Е. Г. Овчаренко, Б. М. Шойхет, Е. Ю. Петухова. - М. : Инфра-М, 2003. - 265 с.

6. Щербак, А. С. Експлуатаційні та екологічні переваги теплоізоляції із застосуванням модифікованого піноскла / А. С. Щербак // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. транс. ім. акад. В. Лазаряна. - Д., 2010. - Вип. 32. - С. 141-142.
7. Schill, F. Penove sklo: vyroba a pouziti / F. Schil. -Praha : SNTL, 196

УДК 691:699.86

ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ ВИКОНАННІ ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ НА БУДІВЕЛЬНОМУ МАЙДАНЧИКУ

П.І. Безкостний, магістр гр. БІ-20МЗ

О.В. Лізунков, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Проведення зварювальних робіт на будівельному майданчику вимагає дотримання певних вимог до проведення даного виду робіт внаслідок особливих умов проведення цих робіт. Якщо в умовах промислових підприємств зварювальні роботи проводять як правило на спеціально обладнаних робочих місцях зварювальників у цехах, де влаштовується примусова витяжна вентиляція шкідливих викидів з подальшою їх очисткою у фільтрах очисних установок, то на будівельному майданчику зварювальні роботи проводяться, як правило безпосередньо у будівлі, що будується, або на відкритій території на збірних площадках для крупно вузлового збирання, що супроводжуються інтенсивним тепловиділенням, виділенням пилу та шкідливих газів.

До найбільш шкідливих газів при операціях зварювання і різання металів відносяться гази оксиду азоту (в особливості O_2), оксид вуглецю, озон, флористий водень, більшість з яких мають токсичний характер.

Основними компонентами пилу при цих процесах являється оксид заліза, марганцю і кремнію (41,18% і 6 % відповідно). Середня концентрація пилу досягає 7-16 мг/м³ (при ГДК=4 мг). Концентрація СО досягає 40 мг/м³ (при ГДК=20 мг/м³), а фтористого водоводу 1,7 мг/м³ (при ГДК=1 мг/м³). При роботі на відкритих площадках значення концентрації шкідливих речовин при веденні зварювальних робіт в основному знаходиться в межах ГДК (прикладом, пилу до 1,2 мг/м³).

Міністерством з надзвичайних ситуацій наказом № 1425 від 14.12.2012 року введено в дію Правила охорони праці під час зварювання металів [1]. Цей документ визначає загальні правила з охорони праці під час зварювання металів. Розглянемо вимоги щодо охорони праці при проведенні зварювальних робіт безпосередньо на будівельному майданчику.

При експлуатації електрозварювального оснащення на будівельному майданчику виконують вимоги електробезпеки. На будівельному майданчику електричне оснащення і робочі місця зварювальників повинні знаходитися під навісом. При заміні зварювального електрода робітник, що виконує зварювальні роботи повинен використовувати діелектричні рукавиці та гумові килимки. Зварювальні трансформатори повинні бути обладнані автоматом “холостого ходу”. Всі відкриті частини електричних провідників повинні мати огороження; корпус – повинен заземлятись. В радіусі 5 м від місця ведення

електрозварювальних робіт повинні бути відсутні горючі матеріали, а в радіусі 10 м – вибухово- та пожежебезпечні. В місцях ведення електрозварювальних робіт повинні бути встановлені первинні засоби пожежогасіння. Виробництво робіт в дощову погоду, снігопад без навісу заборонено. При виконанні електрозварювальних робіт на висоті, необхідно дотримуватись вимог безпеки при виконанні робіт на висоті [1].

При зварюванні та різці в закритих приміщеннях необхідно забезпечити постачання на робочі місця свіжого повітря за рахунок операції, штучно-примусової загальної обмінної або місцевої вентиляції з обов’язковим влаштуванням місцевих відкосів для видалення шкідливостей від місць їх виникнення.

Важливим фактором забезпечення вимог охорони праці про проведенні зварювальних робіт є проведення попередніх та періодичних медичних оглядів працівників, що виконують зварювальні роботи.

Список літератури

1. Правила охорони праці під час зварювання металів <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0063-13#Text>
2. Левченко, О. Г. Охорона праці та цивільний захист [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальностей 132 «Матеріалознавство» та 136 «Металургія» / О. Г. Левченко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,88 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 337 с.
3. ГОСТ 12.3.002-75 «ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности»
4. ГОСТ 12.3.003-86 «ССБТ. Работы электросварочные. Требования безопасности» (далі - ГОСТ 12.3.003-86).

УДК 691:699.86

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ УТЕПЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ

Д.А. Джетере, магістр гр. БІ-20МЗ

О.В. Лізунков, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

На сучасному ринку будівельних матеріалів представлено велику кількість варіантів будівельних матеріалів для термомодернізації будівель. Розглянуто матеріали для проектування, технології застосування та принципові конструктивні рішення огорожувальних конструкцій зовнішніх стін, покриттів, горищних перекриттів, цокольних конструкцій, підлог опалювального приватного будинку з різними варіантами теплоізоляції.

Виконано дослідження змін температурних характеристик приміщень при виконанні комплексного зовнішнього утеплення будівлі

Об’єкт дослідження:

Показники температурних характеристик приміщення у другій кліматичної зони України.

Предмет дослідження - визначення показників температурних характеристик приміщення внаслідок комплексного зовнішнього утеплення

Задачі дослідження :

- патентно-літературний аналіз сучасних нормативних вимог до термоізоляції будівель та виявлення шляхів їх реалізації;

- аналіз основних вузлів будівлі, які потребують комплексного утеплення для досягання максимального ефекту термоізоляції будівлі;
- аналіз мінімально допустимих значень опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будівель, що забезпечують значення задовільних показників мікроклімату в приміщеннях;
- аналіз допустимою за санітарно-гігієнічними вимогами різниці між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції;
- аналіз максимально допустимих значень показника теплосасвоєння поверхнею підлоги в будівлях різного призначення;
- аналіз нормативних вимог щодо звукоізоляції огорожень;
- аналіз вимог до сировини матеріалів сумішей, що використовуються в будівництві та відповідність їх вимогам нормативних документів;
- аналіз сучасних матеріалів, що дозволяють виконувати комплексне утеплення будівлі ;
- дослідження механічних властивостей теплоізоляційного шару;
- розробка конструктивних рішень комплексного зовнішнього утеплення будівлі.
- розробка пропозиції з технології та організації комплексного утеплення будівлі.

У таблиці 1 наведено мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будинків (Р .)

Таблиця 3.1 - Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будинків (Р .)

№	Вид огорожувальної конструкції	Значення $R_{q_{min}}$, $m^2 \cdot K/Wt$, для температурної зони	
		I	II
з/п		I	II
1	Зовнішні стіни	3,3	2,8
2	Суміщені покриття	5,35	4,9
3	Горищні покриття та перекриття неопалювальних горищ	4,95	4,5
4	Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами	3,75	3,3
5	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,75	0,6
6	Вхідні двері в багатоквартирні житлові будинки та в громадські будинки	0,5	0,45
7	Вхідні двері в малоповерхові будинки та в квартири, що розташовані на перших поверхах багатоповерхових будинків	0,65	0,6
8	Вхідні двері в багатоквартирні житлові будинки та в громадські будинки	0,5	0,45
9	Вхідні двері в малоповерхові будинки та в квартири, що розташовані на перших поверххах багатоповерхових будинків	0,65	0,6

В результаті дослідження отримано встановлено наступне:

- патентно-літературний аналіз сучасних нормативних вимог до термоізоляції будівель та виявлення шляхів їх реалізації дозволив визначити сучасні вимоги щодо термоізоляції будівель в залежності від їх призначення;
- аналіз основних вузлів будівлі, які потребують комплексного утеплення для досягання максимального ефекту термоізоляції будівлі показав необхідність комплексного підходу до питання термоізоляції, що дозволяє найбільш ефективно забезпечити необхідні показники мікроклімату в приміщеннях;
- аналіз вимог до сировини матеріалів сумішей, що використовуються в будівництві та відповідність їх вимогам нормативних документів показав велику кількість сучасних матеріалів, але не всі з них є екологічно чистими;
- проведені дослідження дозволили розробити конструктивні рішення комплексного зовнішнього утеплення будівлі.
- розроблено пропозиції з технології та організації комплексного утеплення будівлі.

Список літератури

1. Справочник инженера конструктора жилых и общественных зданий / Ю.А. Дыховичный, М.С. Каменкович, А.Н. Кондратьев и др. / Под ред. Ю.А. Дыховичного. – М.: Стройиздат, 1975. – 439 с.
2. Горлов, Ю. П. Технология теплоизоляционных материалов : учебник для вузов / Ю. П. Горлов, А. П. Меркин, А. А. Устенко. - М : Стройиздат, 1980. - 399 с.
3. Кривенко, П. В. Будівельне матеріалознавство : підручник / П. В. Кривенко, К. К. Пушкарьова, В. Б. Барановський. - К. : ТОВ УВПК «ЕксОб», 2004. - 704 с.
4. Сухарев, М. Ф. Производство теплоизоляционных материалов / М. Ф. Сухарев, И. Л. Майзель, В. Г. Сандлер. - М. : Высшая школа, 1981. -231 с.
5. Теплоизоляционные материалы и конструкции: учебник / Ю. Л. Бобров, Е. Г. Овчаренко, Б. М. Шойхет, Е. Ю. Петухова. - М. : Инфра-М, 2003. - 265 с.

УДК 691:699.86

ВОЛОГІСТНО-ТЕМПЕРАТУРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГАЗОБЕТОНУ

І.І. Манайло, *магістр гр. БІ-20МЗ*

О.В. Лізунков, *доц., канд. техн. наук*

Центральноукраїнський національний технічний університет

Газобетон широко використовується в будівництві як матеріал, що має гарні експлуатаційні властивості, але цікавим є питання зміни вологістних характеристик матеріалу в процесі експлуатації будівлі, що впливатиме на температурний режим..

Огороджуючі конструкції з газобетону утеплюють різними будівельними матеріалами, які по різному змінюють теплофізичні характеристики газобетону, у випадку використання багатошарової огорожуючої конструкції.

Експериментальні дослідження базуються на встановленні кліматичних впливів на багатошарову конструкцію, відповідно ДСТУ Б В.2.6-36 [1] з урахуванням річних змін температури у другому кліматичному районі.

Встановлені зміни вологістно-температурних показників протягом певного терміну експлуатації будівлі наведено на рисунку 1.

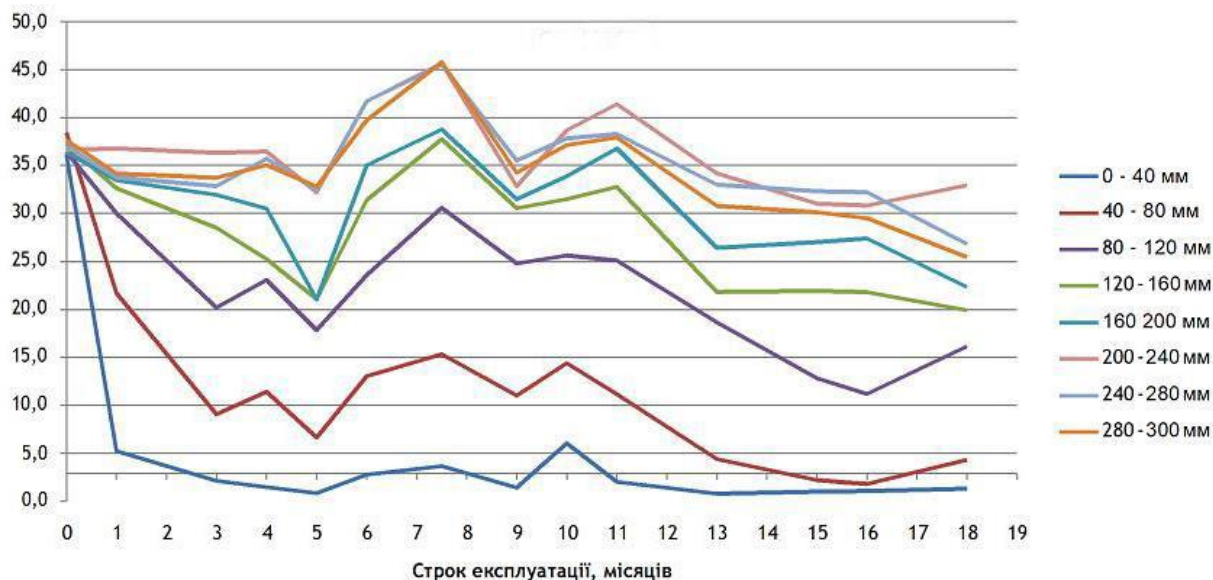


Рисунок 1 – Розподіл вологості в шарах газобетону а процесі експлуатації будівлі

Проведені дослідження вологістно-температурного режиму експлуатації багатошарової огорожуючої конструкції показали, що при початковій вологості газобетону .35-40%, значення вологості в процесі експлуатації будівлі змінюється, і може у декілька раз перевищувати нормативне значення. Таким чином, фактично опір теплопередачі в процесі експлуатації будівлі 1,5 року склав 82% від розрахунків.

Тому, при проектуванні багатошарової огорожуючої конструкції з нанесенням фасадного утеплювача на газобетон, необхідно урахувати зміну теплофізичних показників у процесі експлуатації будівлі.

Список літератури

1. ДСТУ Б В.2.6-36 КОНСТРУКЦІЇ ЗОВНІШНІХ СТІН ІЗ ФАСАДНОЮ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЄЮ ТА ОПОРЯДЖЕННЯМ ШТУКАТУРКАМИ
2. Справочник инженера конструктора жилых и общественных зданий / Ю.А. Дыховичный, М.С. Каменкович, А.Н. Кондратьев и др. / Под ред. Ю.А. Дыховичного. – М.: Стройиздат, 1975. – 439 с.
3. Дятков С.В. “Архитектура гражданских и промышленных зданий. Учебное пособие для строительных вузов” М – “Высшая школа” – 1984 г.
4. Коваленко Ю.В. “Краткий справочник архитектора. Гражданские здания и сооружения” – Киев – “Будівельник” – 1975р.
5. Щербак, А. С. Експлуатаційні та екологічні переваги теплоізоляції із застосуванням модифікованого піноскла / А. С. Щербак // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. транс. ім. акад. В. Лазаряна. - Д., 2010. - Вип. 32. - С. 141-142.
6. Schill, F. Penove sklo: vyroba a pouziti / F. Schil. -Praha : SNTL, 196

ЗАГАЛЬНОМАЙДАНЧИКОВІ ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ НА БУДІВЕЛЬНОМУ МАЙДАНЧИКУ

С.М. Коваленко, *магістр гр. БІ-21М*

О.В. Лізунков, *доц., канд. техн. наук*

Центральноукраїнський національний технічний університет

Будівельний майданчик є робочою територією, яка повинна забезпечувати безпечні умови роботи будівельників. Особливістю виконання будівельних процесів при зведенні будівлі є наявність таких небезпечних факторів як вантажопідйомна техніка, технологічний транспорт, рухомі машини та механізми, технологічний інструмент. Особливо небезпечним для життя є доступ сторонніх осіб на будівельний майданчик як в робочий час, коли виконуються будівельно-монтажні роботи, так і у неробочий час.

Для запобігання доступу сторонніх осіб у небезпечні зони, їх огорожують сигнальним огородженням із установкою знаків безпеки та попереджувачих знаків – “небезпечні зони крана”.

Виробництво робіт в цих зонах потребує спеціальних, організаційно-технічних заходів, які забезпечують вимоги охорони праці на будівельному майданчику.

Особливо важливим є визначення зон роботи вантажопідйомного крана, всередині яких можуть знаходитися лише монтажники, які виконують роботи по строповці вантажу.

Монтажна зона крана приймається рівною 1 м від контуру будівлі.

Робоча зона крану $R_1 = 6,5$ М (при монтажі стінових панелей).

Зона від переміщення вантажу

$$R_z = R_1 + l_x / 2 = 6,5 + 3 = 9,5 \text{ м}$$

Небезпечна зона від падіння вантажу

$$R_3 = R_2 + 7 = 9,5 + 7 = 16,5 \text{ м}$$

Для санітарної гігієни обслуговування робітників на будівельному майданчику передбачені побутові приміщення, які містять у собі гардеробні, душеві, буфети, приміщення для сушіння спецодягу, медпункт, підсобне приміщення. Усі адміністративно-побутові приміщення розміщуються поза небезпечною зоною роботи крана.

У сутінках та при роботі в дві зміни будівельний майданчик повинен освітлюватися прожекторами, які рівномірно розташовуються на будівельному майданчику.

Ширина тимчасових доріг на будівельному майданчику повинна складати не менш 3-6 м, радіус закруглення доріг – 12 м, покриття доріг – щебінь.

Матеріали, вироби та обладнання складуються на рівній та ущільненій поверхні. Будівельні матеріали і конструкції складуються:

- фундаментні балки, в штабелях на підкладках;
- колони, в один ряд в горизонтальному положенні;
- стінові панелі, в касетах у вертикальному положенні.

Вантажопідйомний кран повинен бути обладнаний вказівкою кута нахилу крана, забезпечений приладом, що видає звуковий сигнал, освітленням.

Вантажний гак крану повинен мати запобіжний пристрій, який запобігає самовільному випадінню з’ємного вантажозахватного пристрою. Кран повинен бути оснащений вантажозахватним пристроєм, що пройшов випробування. В кабіні машиніста крана і ззовні кабін повинна бути таблиця вантажопідйомності та висоти підйому гака в залежності від вильоту стріли.

На будівельному майданчику повинні бути передбачені поїзди для пожежних машин. У розрахунок тимчасового водозабезпечення необхідно враховувати витрати води на пожежотушіння. На будівельному майданчику влаштовуються водопровідні колодязі з гідрантом та засоби тушіння пожежі.

Список літератури

1. Зеркалов Д.В. Охорона праці в галузі: Загальні вимоги. Навчальний посібник. – К.: «Основа». 2011. – 551 с.
2. Ткачук К.Н., Зацарний В.В., Каштанов С.Ф. та ін. Охорона праці та промислова безпека: Підручник. – К.: Лібра, 2010. – 559 с.
3. Протоєрейський О.С., Запорожець О.І. Охорона праці в галузі: Навч. посіб. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 268 с.