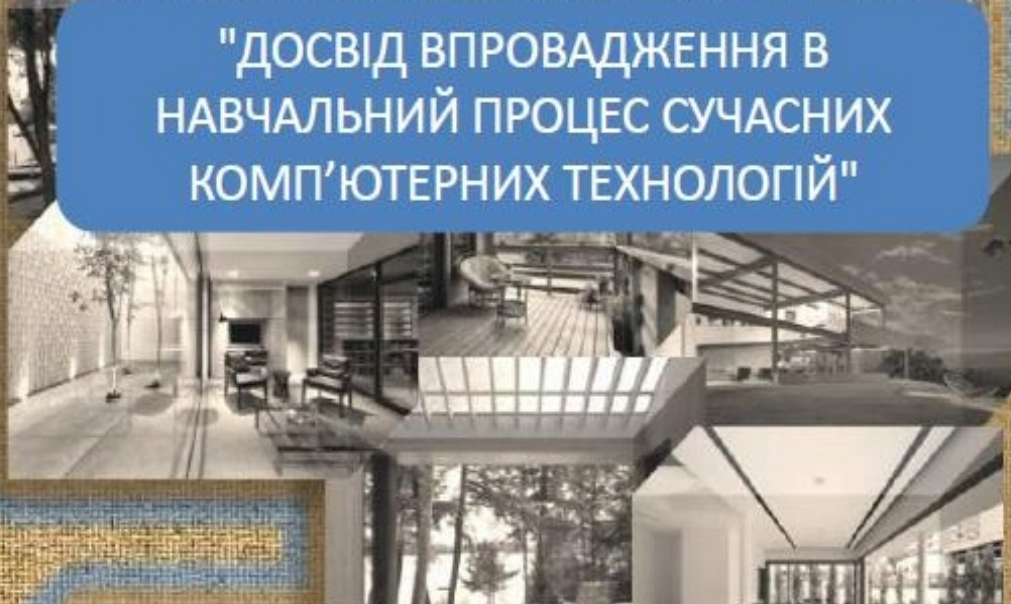


IV ВСЕУКРАЇНСЬКИЙ  
СТУДЕНТСЬКИЙ  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ СЕМІНАР



"ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ В  
НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС СУЧАСНИХ  
КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ"



ЗБІРНИК  
МАТЕРІАЛІВ

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**КІРОВОГРАДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**ФАКУЛЬТЕТ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАШИН**

**КАФЕДРА БУДІВЕЛЬНИХ, ДОРОЖНІХ МАШИН ТА БУДІВНИЦТВА**

**НАУКОВЕ ВИДАННЯ**

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ**

**IV ВСЕУКРАЇНСЬКОГО СТУДЕНТСЬКОГО НАУКОВО-ПРАКТИЧНОГО СЕМІНАРУ**

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

**27-28 жовтня 2016 року**

**Тези доповідей надруковано в авторській редакції.**

**Відповідальна за випуск: Полякова І.В.**

---

**Підписано до друку 5.10.2015  
Ум друк.арк. 9,8125. Тираж 80 прим**

**©МОВ КНТУ, м.Кіровоград, пр.Університетський, 8.  
Тел. 55-10-49**

---

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ**

**IV ВСЕУКРАЇНСЬКОГО СТУДЕНТСЬКОГО НАУКОВО-ПРАКТИЧНОГО СЕМІНАРУ**

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

**27-28 жовтня 2016 року**

**м. Кіровоград**

Збірник матеріалів IV Всеукраїнського студентського науково-практичного семінару “Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп’ютерних технологій”. - Кіровоград: КНТУ, 2016. – 499 с.

**ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ СЕМІНАРУ**

*Голова* - Левченко О.М., д-р техн. наук, проф., проректор з наукової роботи Кіровоградського національного технічного університету;

*Заступник голови* - Настоящий В.А., канд. техн. наук, професор, завідувач кафедри будівельних, дорожніх машин та будівництва Кіровоградського національного технічного університету.

*Секретар* - Дарієнко В.В., канд. техн. наук, доцент кафедри будівельних, дорожніх машин та будівництва Кіровоградського національного технічного університету.

*Члени оргкомітету:*

Яцун В.В., канд. техн. наук, доцент, декан факультету проектування та експлуатації машин Кіровоградського національного технічного університету;

Пашинський В.А., д-р техн. наук, професор кафедри будівельних, дорожніх машин та будівництва Кіровоградського національного технічного університету;

Довченко П.І., академік Академії будівництва України, Заслужений будівельник України, генеральний директор ПрАТ “Проектно-вишукувальний інститут “Кіровоградагропроект”;

Нестеренко М.П., д-р техн. наук, професор, декан будівельного факультету Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка;

Томаченко Є.О., магістр будівництва, член-кореспондент Академії будівництва України, головний інженер ТОВ “Кіровоградський будівельний альянс”;

Таран О.В., член-кореспондент Академії будівництва України, директор будівельного коледжу; Шестерняк Н.М., керівник МОВ Кіровоградського національного технічного університету;

Василенко Л.П., зав. відділу МОВ Кіровоградського національного технічного університету.

Тихий А.А. - голова ради молодих учених КНТУ.

*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.

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

*Відповідальна за випуск:* Полякова І.В.

Збірник містить матеріали IV Всеукраїнського студентського науково-практичного семінару "Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп’ютерних технологій”, що відбувся 27-28 жовтня 2016 року на базі кафедри будівельних, дорожніх машин та будівництва Кіровоградського національного технічного університету.

Матеріали збірника надруковано у авторській редакції.

© Колектив авторів, 2016

© МОВ КНТУ, 2016

**ЗМІСТ**

**Таранець Є.Г., Тихий А.А.**  
ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПАЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМПЛЕКСУ “ANSYS”..... 9

**Антонюк О.М., Карпушин С.О.**  
ВПЛИВ ВОЛОГИ НА РУЙНУВАННЯ ЦЕГЛЯНИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ..... 19

**Белесенев С.А., Пашинський В.А.**  
БЕЗКАРКАСНІ АРОЧНІ КОНСТРУКЦІЇ ПОКРИТТЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ В СЕРЕДОВИЩІ КОМПЛЕКСУ ЛІРА..... 26

**Василенко А.В., Настоящий В.А.**  
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ КУЛАЧКОВОГО УЩІЛЬНЮЮЧОГО КОТКА..... 35

**Василенко А.В., Настоящий В.А.**  
ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ ХОЛОДНОГО РЕСАЙКЛІНГУ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ РІЗНИХ ТИПІВ..... 38

**Василенко А.В., Скринник І.О.**  
ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ТРЬОХПОВЕРХОЇ БУДІВЛІ З «ЗЕЛЕНОЮ» ПОКРИВЛЕЮ ВИКОРИСТОВУЮЧИ ArchiCAD..... 42

**Возвишасв М.О., Дарієнко В.В., Гудзь С.А.**  
ПОРЯДОК СТВОРЕННЯ СКІНЧЕННО-ЕЛЕМЕНТНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ СТАЛЕБЕТОННИХ СТІЙОК У ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ NASTRAN..... 46

**Войтенко М.С., Дарієнко В.В.**  
АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ANSYS ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РЕЗЕРВІВ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПРИ НАЯВНОСТІ ДЕФЕКТІВ ВНАСЛІДОК ДІЇ ПОЖЕЖІ..... 50

**Горбівниченко І.А., Пашинський В.А.**  
ВАГОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАЛЕВИХ КРОКВЯНИХ ФЕРМ..... 53

**Гриценко М.В., Скринник І.О.,**  
НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ШВИДКОГО ТА ЕКОНОМІЧНОГО БУДІВНИЦТВА ЖИТЛА..... 56

**Тукало О.С., Джирма С.О.**  
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОЛОЖЕННЯ ВІКОН З ПВХ В ТОВЩІ СТІН НА ТЕПЛОТРАТИ ІСНУЮЧИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ВТОРИННОГО РИНКУ НЕРУХОМОСТІ В М. КІРОВОГРАД..... 59

<b>Чічірко А.І., Джирма С.О.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЩІЛЬНОСТІ БЕТОНУ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ЗОВНІШНІХ СТІН СУЧАСНИХ КАРКАСНО-МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ.....	67
<b>Звсков Є.В., Літвіненко В.М., Пашицький В.А.</b> ОБЧИСЛЮВАЛЬНА МЕТОДИКА ВИБОРУ ДОЦІЛЬНОГО ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ.....	74
<b>Матвєєва А.С., Карюк А.М.</b> ПРОГРАМНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОЕКТУВАННІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ.....	80
<b>Шевченко А.С., Бочкарь Д.О., Карюк А.М.</b> ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НА СТАН АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	85
<b>Книш А.С., Магопець О.С.</b> УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЇ ГРЕЙФЕРА КРАНУ КГК 10 З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ШЛЯХОМ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ.....	91
<b>Лебідь Д.Д., Карпушин С.О.</b> ГНУЧКИЙ ЕЛЕМЕНТ - ВУЗОЛ УТРИМАННЯ ҐРУНТУ В КОВШІ ОДНОКІВШЕВОГО ЕКСКАВАТОРА.....	95
<b>Ляшко Д.С., Ільченко В.В.</b> ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ В ДОРОЖНЬОМУ БУДІВНИЦТВІ.....	100
<b>Майстренко В.О., Хачатурян С.Л.</b> НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СКРЕПЕРІВ.....	104
<b>Матвієнко О.М., Магопець О.С.</b> ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ЦЕМЕНТУ ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ.....	106
<b>Мельников А.В., Дарієнко В.В., Гасенко А.В.</b> МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СТАЛЕБЕТОННИХ СТІЛОК ІЗ НЕСИМЕТРИЧНОЮ СХЕМОЮ НАВАНТАЖЕННЯ В ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ NASTRAN .....	109
<b>Остапчук А.С., Настоящий В.А.</b> ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ В ArchiCAD БУДІВЛІ З СУЦІЛЬНИМ СКЛІННЯМ ФАСАДУ.....	112

<b>Остапчук А.С., Артеменко Д.Ю.</b> ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМИ ArchiCAD ПРИ ПРОЕКТУВАННІ БАГАТОШАРОВИХ СТІН З РІЗНОЮ ВИСОТОЮ ШАРІВ.....	115
<b>Пацьо А.М., Скриннік І.О.</b> ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРОГРАМ ArchiCAD, Cadwork ТА КОМПАС-3D ПРИ ПРОЕКТУВАННІ БУДІВНИЦТВА .....	118
<b>Пашицький М.В.</b> ВИХІДНІ ДАНІ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛІВ МАКСИМАЛЬНИХ ЗНАЧЕНЬ КЛІМАТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ.....	125
<b>Ратушний О.В., Хачатурян С.Л.</b> ОБЛАСТЬ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ТА НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЕКСКАВАТОРІВ.....	130
<b>Сагманов О., Хачатурян С.Л.</b> ВИКОРИСТАННЯ ПАКЕТУ STADIA ДЛЯ РОБОТИ З РОЗПОДІЛАМИ ЙМОВІРНОСТЕЙ.....	136
<b>Пурик В.В., Юрко І.А.</b> ОПТИМІЗАЦІЯ ГЛИНИСТОЇ СИРОВИНИ ЗОЛОШЛАКАМИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ «STATISTIKA».....	143
<b>Сірик Д.А., Карпушин С.О.</b> ЗАПОВНЕННЯ ШВІВ МІЖ ДРІБНО-ШТУЧНИМИ ОБЛИЦЮВАЛЬНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ, ЯК КОНСТРУКТИВНИЙ ЕЛЕМЕНТ ЗОВНІШНЬОГО ОПОРЯДЖЕННЯ БУДІВЛІ.....	149
<b>Вільганок Т.Є., Скриннік І.О.</b> АНАЛІЗ СПОСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ КЛАДКИ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ЦЕМЕНТНО-ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙ В КЛАДОЧНИХ РОЗЧИНАХ.....	155
<b>Каліновський В.В., Скриннік І.О., Федотова М.О.</b> ВИКОРИСТАННЯ AutoCAD У ВСІХ ГАЛУЗЯХ БУДІВНИЦТВА.....	157
<b>Калашник О.С., Скриннік І.О., Федотова М.О.</b> ЗАСОБИ САПР В БУДІВНИЦТВІ.....	161
<b>Кулікова А.А., Скриннік І.О., Федотова М.О.</b> КОМП'ЮТЕРНІ ПРОГРАМИ AUTODESK, ALLKLIMA FOR AUTOCAD В БУДІВНИЦТВІ.....	166
<b>Люшенко О.В., Скриннік І.О., Федотова М.О.</b> ЗАРОДЖЕННЯ ТА ВВЕДЕННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРОГРАМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ В БУДІВНИЦТВІ.....	173

<b>Пригорницький А.І., Скриннік І.А., Федотова М.О.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОГРАММ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	179
<b>Робота В. Ю., Скриннік І.О., Федотова М.О.</b> ІНФОРМАЦІЙНІ КОМП'ЮТЕРНІ ПРОГРАМИ В БУДІВНИЦТВІ.....	185
<b>Шутов С.О., Скриннік І.О., Федотова М.О.</b> ПРОЕКТУВАННЯ БУДИНКІВ В ТРИ-D ПРОГРАМІ.....	188
<b>Зеленько Д.І., Скриннік І.О., Федотова М.О.</b> ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ В ArchiCAD БУДІВЛІ З СУЦІЛЬНИМ СКЛІННЯМ ФАСАДУ.....	194
<b>Кирилюк В.О., Скриннік І.О., Плотніков О.А.</b> ОГЛЯД ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ КОМПАНІЇ AUTODESK ДЛЯ БУДІВЕЛЬНОГО ПРОЕКТУВАННЯ.....	197
<b>Вишницький С.С., Скриннік І.О.</b> ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В БУДІВЕЛЬНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ.....	201
<b>Гриценко М.В., Скриннік І.О., Плотніков О.А.</b> НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ШВИДКОГО ТА ЕКОНОМІЧНОГО БУДІВНИЦТВА ЖИТЛА.....	208
<b>Машин А.В., Скриннік І.О., Плотніков О.А.</b> КОМП'ЮТЕРНІ ПРОГРАМИ 3D МОДЕЛЕЙ ПРИ БУДІВЕЛЬНОМУ ПРОЕКТУВАННІ .....	211
<b>Дульська В.О., Скриннік І.О., Дарієнко В.В.</b> ПРОГРАМИ ArCon-Eleco-2010, FloorPlan 3D, Design Home В БУДІВНИЦТВІ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ.....	215
<b>Дульський О.О., Скриннік І.О., Дарієнко В.В.</b> ЕРА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ПРОГРАМ В СУЧАСНОМУ БУДІВНИЦТВІ.....	221
<b>Дульський С.О., Скриннік І.О., Попов Г.А.</b> СУЧАСНІ КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ.....	227
<b>Іванов Ю.Ю., Скриннік І.О., Попов Г.А.</b> ВПРОВАДЖЕННЯ НОВІТНІХ СУЧАСНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ В БУДІВНИЦТВІ.....	233

<b>Ірклієнко В.Ю., Скриннік І.О., Попов Г.А.</b> КОМП'ЮТЕРНА ПРОГРАМА Google SketchUp У ПРОЕКТУВАННІ В БУДІВНИЦТВІ.....	240
<b>Котля Я.В., Скриннік І.О., Попов Г.А.</b> ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ПРОГРАМ В БУДІВНИЦТВІ.....	245
<b>Лукіньський С.О., Скриннік І.О., Попов Г.А.</b> ДОСВІД АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЕКТНИХ РОБІТ У БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ.....	249
<b>Сотник О.С., Скриннік І.О., Карпушин С.О.</b> КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СПЕЦІАЛІЗОВАНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ОРГАНІЗАЦІЙ.....	256
<b>Паламарчук А.В., Скриннік І.О., Карпушин С.О.</b> КОМПАС-СТРОИТЕЛЬ В БУДІВНИЦТВІ.....	262
<b>Пацьо А.В., Скриннік І.О., Карпушин С.О.</b> ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРОГРАМ ArchiCAD, Cadwork та КОМПАС-3D ПРИ ПРОЕКТУВАННІ БУДІВНИЦТВА.....	269
<b>Прокопенко Д.С., Скриннік І.О., Карпушин С.О.</b> ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ, КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ ТАКИХ ЯК: AUTODESK ТА AUTOCAD В БУДІВЕЛЬНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ.....	275
<b>Рябуха І.К., Скриннік І.О., Карпушин С.О.</b> ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ У РОБОТІ ПРОЕКТУВАЛЬНИКА НА ПРИКЛАДІ SKETCHUP.....	284
<b>Вільганюк Т.Є., Скриннік І.О., Дарієнко В.В.</b> АНАЛІЗ СПОСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ КЛАДКИ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ЦЕМЕНТНО-ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙ В КЛАДОЧНИХ РОЗЧИНАХ.....	288
<b>Остапенко Є.О., Скриннік І.О.</b> КЛАСИФІКАЦІЯ ТА МЕХАНІЗМ ДІЇ СУПЕРПЛАСТИФІКАТОРІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БЕТОНУ.....	290
<b>Швець О.М., Настоящий В.А.</b> TALL PLASTIC: ІННОВАЦІЇ В ГАЛУЗІ ВИСОТНОГО ЖИТЛОВОГО БУДІВНИЦТВА.....	292

<b>Матевощук Э.Н., Настоящий В.А.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПР «SOLIDWORKS» ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТА ФЕРМЫ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КАРКАСА ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ.....	295
<b>Адилханян М.Г., Настоящий В.А.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПР «SOLIDWORKS» ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ХАРАКТЕРИСТИК ФЕРМЫ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КАРКАСА ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ.....	302
<b>Куриленко О.М., Настоящий В.А.</b> ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ «SCAD» ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТРУКТИВНОГО РІШЕННЯ АРОЧНОЇ НЕСУЧОЇ КОНСТРУКЦІЇ СКЛАДУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ.....	308
<b>Процик К.М., Скриннік І.О., Карпушин С.О.</b> РОЗРАХУНОК ФУНДАМЕНТНИХ ПЛИТ НА ПАЛЬОВІЙ ОСНОВІ В ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ «ЛІРА 9.4» І «ІNG+ 2008».....	313
<b>Чугуй Ю.О., Яцун В.В.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ТА МІЦНІСНІ ПОКАЗНИКИ ЦЕМЕНТІВ.....	318
<b>Чугуй Ю.О., Яцун В.В.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОДАТКІВ-МОДИФІКАТОРІВ НА ВЛАСТИВОСТІ БЕТОНІВ.....	329
<b>Чугуй Ю.О., Яцун В.В., Магопець О.С.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ БУДІВЕЛЬНО-ТЕХНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БЕТОНІВ З ОРГАНІЧНО-МІНЕРАЛЬНИМИ МОДИФІКАТОРАМИ.....	336
<b>Рябиця Я.А., Яцун В.В., Магопець О.С.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ УСАДОЧНО-ТЕМПЕРАТУРНИХ ДЕФОРМАЦІЙ І НАПРУЖЕННЯ В ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТАХ.....	348
<b>Гордовий П.А., Скриннік І.О., Карпушин С.О.</b> ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРОГРАМ У БУДІВНИЦТВІ ТА ПРОЕКТУВАННІ .....	358
<b>Костюшин С.В., Сідей В.М.</b> ПРИЧИНИ ТА СПОСОБИ ПІДСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ.....	362
<b>Абальмаз О.А.</b> ОГЛЯД БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ РОЗТЯГНУТО – ЗІГНУТИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТА ОСНОВ ЇХ РОЗРАХУНКІВ.....	366

<b>Кирилюк І.М., Скриннік І.О., Дарієнко В.В.</b> ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ПРОГРАМИ ArchiCAD ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ЦИВІЛЬНИХ ТА ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ.....	370
<b>Шинкевич А.О., Скриннік І.О., Дарієнко В.В.</b> ПРОЕКТУВАННЯ ДЕРЕВ'ЯНИХ БУДИНКІВ ЗА ДОПОМОГОЮ 3D МОДЕЛЕЙ.....	374
<b>Бондар В.О., Степанько М.О.</b> ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ КОРОЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ НА АРМАТУРІ ПЕРІОДИЧНОГО ПРОФІЛЮ З ВИКОРИСТАННЯМ MS EXCEL.....	382
<b>Федоришина О.І., Сушко В.О.</b> АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОВЕРХНЕВОЇ ПОРИСТОСТІ БЕТОНІВ З ВИКОРИСТАННЯМ MICROSOFT VISUAL STUDIO.....	386
<b>Волков Д.Г., Циганенко Л.А.</b> ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ВЕЖІ.....	390
<b>Тіхонов А.М., Карпушин С.О.</b> ФАКТОРИ, ВІД ЯКИХ ЗАЛЕЖИТЬ ДОВГОВІЧНІСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ.....	393
<b>Товмаченко В.В., Карпушин С.О.</b> УКРІПЛЕННЯ ОСНОВ ІСНУЮЧИХ СТРІЧКОВИХ ФУНДАМЕНТІВ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ В УМОВАХ ЇХ РЕКОНСТРУКЦІЇ.....	400
<b>Трагерюк А.І., Скриннік І.О.</b> ДОСВІД АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЕКТНИХ РОБІТ У БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ.....	406
<b>Соколов О.М., Скриннік І.О., Дарієнко В.В.</b> РОЗРАХУНКИ І ПРОЕКТУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ “AUTODESK ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS PROFESSIONAL” .....	412
<b>Царенко І.А., Пашинський В.А.</b> МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ СТЕРЖНІВ СТАЛЕВИХ КРОКВЯНИХ ФЕРМ В СЕРЕДОВИЩІ MICROSOFT EXCEL.....	421
<b>Шапарев Є.О., Пашинський В.А.</b> ТЕПЛОТЕХНІЧНІ ТА ВАГОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОКРІВЕЛІВ ДЛЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПІДТАВАННЯ СНІГУ.....	428

<b>Шаповалов М.В., Хачатурян С.Л.</b> ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СКРЕПЕРІВ ШЛЯХОМ ЗНИЖЕННЯ НАВАНТАЖЕНОСТІ.....	433
<b>Шевченко О.С., Пащинський В.А.</b> ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗРАХУНКІВ ТЕПЛОВОЇ НАДІЙНОСТІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ.....	436
<b>Шелест Р.О., Скриннік І.О., Дарієнко В.В.</b> СУЧАСНІ КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ ТА АРХІТЕКТУРІ.....	441
<b>Янченко Д.О., Скриннік І.О.</b> КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СПЕЦІАЛІЗОВАНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ОРГАНІЗАЦІЙ.....	446
<b>Яроцук І.К., Скриннік І.О.</b> ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ В ArchiCAD БУДІВЛІ З ПОКРІВЛЕЮ ВИКОНАНОЇ З ОЧЕРЕТУ .....	453
<b>Яроцук І.К., Настоящий В.А.</b> ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТА ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ НОВІТНЬОГО БІОБЕТОНУ.....	456
<b>Яроцук І.К., Артеменко Д.Ю.</b> ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ 3-D ПРИНТЕРУ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ВИСОКОСКЛАДНИХ ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД.....	459
<b>Мошак В.С., Сідей В.М.</b> ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ КОПАННЯ ГРУНТУ БУЛЬДОЗЕРОМ.....	462
<b>Забудський О.О., Лізунков О.В.</b> ЕФЕКТИВНІСТЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОТОКОВОГО МЕТОДА БУДІВНИЦТВА БАГАТОПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ.....	465
<b>Збуцький К.М., Лізунков О.В.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРІАЛУ ПІНОБЕТОНОВОГО МАСИВУ.....	477
<b>Тростянський С.В., Лізунков О.В.</b> ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ УТЕПЛЕННЯ ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДИНКУ УТЕПЛЮЮЧИМИ ШТУКАТУРКАМИ.....	485

УДК 336.717

## ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПАЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМПЛЕКСУ “ANSYS”

**Є.Г. Таранець**, магістр гр. БП-15М  
**А.А. Тихий**, канд. тех. наук, доцент

Кіровоградський національний технічний університет

Постановка задачі: граничні умови задаються в переміщеннях по закріпленням на нижній границі вертикальних і радіальних, а на вертикальних границях тільки радіальних переміщень. Природний напружено-деформований стан масиву ґрунту враховується в розрахунку шляхом рішення задачі стиснення основи від власної ваги ґрунту (без палі), що дала вихідні дані для подальших розрахунків.

**напружено-деформований стан, ізолінії, дотичні напруження, бурюін'єкційна паля**

У розрахунку для спрощення приймалося, що паля опирається своїм нижнім торцем на не просідаючий, але що деформується (відповідно до "паспорту" випробувань ґрунту) шар ґрунту, а фронт замочування розвивається паралельно горизонтальній поверхні основи, тобто осідання відбувається горизонтальними шарами.

Програма “ANSYS” дозволяє в розрахунках задавати практично будь-яку закономірність розвитку фронту замочування основи. Розрахунки проводилися за наступною методикою. Після першого етапу, тобто після визначення природно напружено-деформованого стану масиву ґрунту в стані природної вологості, на другому етапі задавалися границі замочування, і в цьому замоченому шарі ґрунту параметри моделі мінялися на параметри, що відповідають водонасиченому стану.

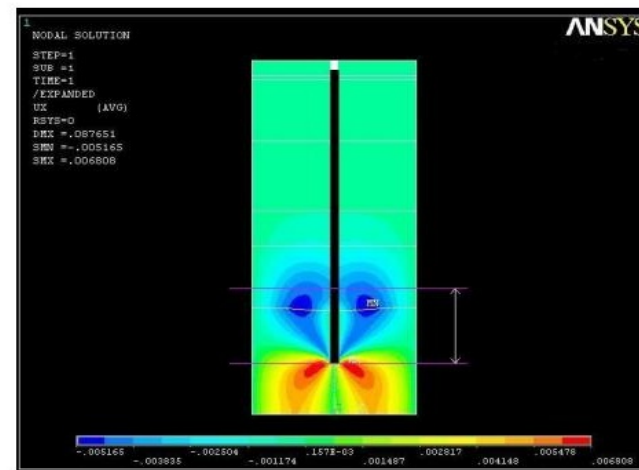
У результаті цей шар ґрунту сильно деформувався, моделюючи осідання основи, і весь вище лежачий масив ґрунту під дією власної ваги осідав, що й викликало розвиток сил негативного тертя. В обох випадках бурин'екційна паля зовнішньою силою не навантажувалась і її осідання були викликані тільки силами негативного тертя.

Таблиця 1. Фізико-механічні характеристики лесовидного супіску

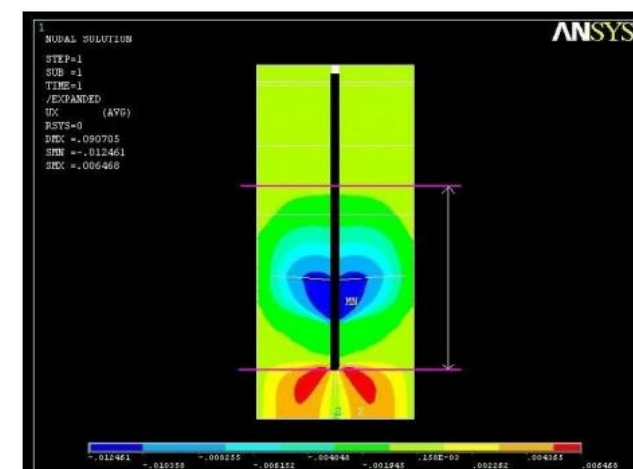
Стан ґрунту	Щільність, т/м <sup>3</sup>	Пористість	Вологість	Тертя	$\phi$
У природному стані	$\rho = \frac{1,86\text{т}}{\text{м}^3}$	n=0,374	w=0,09	c=29кПа	$\phi = 250$
При зануренні до ступенню водонасичення	$\rho = \frac{2,02\text{т}}{\text{м}^3}$	n=0,348	w=0,15	c=2кПа	$\phi = 60$

Структурна міцність ґрунту основи, що задається у вигляді початкової поверхні навантаження, була прийнята постійною по глибині; у стані природної вологості вона дорівнює 0,1 МПа, у замоченому стані - 0,01 МПа. Прийнята структурна міцність ґрунту в замоченому стані моделює в розрахунках осідання основи від власної ваги, незважаючи на невелику товщину просідаючої товщі. Це дозволяє простежити за процесами, що відбуваються в ґрунтових умовах II типу за просіданням. Врахування структурної міцності, що змінюється, лесового ґрунту основи по глибині приводить до зменшення осідання палі в граничному стані, але практично не впливає на оцінку її несучої здатності.

Замочування основи знизу вверх. Поля переміщень, в розрахунках, ілюструються ізолініями (рис. 1), де знак "+" означає переміщення від стовбура палі, а знак "-" до стовбура палі. Пунктирною лінією зазначені границі фронту замочування.



а) замочування висотою - 5 м (Ux, м)



б) замочування висотою - 10 м (Ux, м)

Рисунок 1. Замочування основи знизу

Якщо нижче підосви палі й у верхній частині основи спостерігається рух точок основи від стовбура палі, то між ними існує зона, де переміщення точок спрямовані, навпаки, до стовбура палі. І ця закономірність зберігається протягом усього процесу замочування основи. Ізолінії вертикальних переміщень

наочно ілюструють процес осідання основи. Розрахунки показують, що найбільші деформації відбуваються тільки в шарі ґрунту, що піддається замочуванню. На всіх ізолініях вертикальних переміщень можна знайти точку, де осідання палі й переміщення ґрунту рівні між собою, тобто нейтральну точку.

Після розгляду поля переміщень, можна перейти до аналізу механізму розвитку негативних дотичних напружень. Поява цих напружень обумовлена тим, що масив ґрунту, осідаючи під дією власної ваги внаслідок замочування нижніх шарів ґрунту, навантажує буроін'єкційну палю силою, яка обумовлена дотичними напруженнями, спрямованими вниз. Як показали розрахунки, у загальному випадку значення цієї сили й осідання палі залежать від багатьох факторів: від режиму й виду замочування основи, міцностних і деформаційних характеристик ґрунту основи в природно-сухому і замоченому стані, дотичних напружень на контакті палі із ґрунтом, розмірів буроін'єкційних паль і т.д.

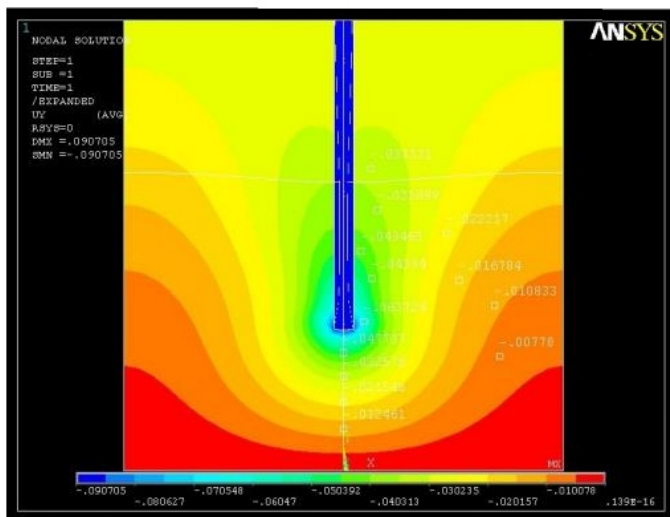


Рисунок 2. Ізолінії переміщень  $U_y$  при замочуванні основи знизу (м).

Замочування основи знизу вгору викликає різні сили негативного тертя. При замочуванні зверху поступово

збільшується товщина замоченого шару основи, і відповідно, зростає просідання, що і викликає збільшення сили негативного тертя. При замочуванні основи знизу спостерігається деяка інша картина: з однієї сторони, з підйомом рівня води збільшується просідання основи, яке приводить до збільшення сил негативного тертя; з іншої сторони, зменшується товщина не замоченої частини основи, яка має більше, чим замочена частина, контактне тертя, що знижує інтенсивність росту негативної сили. При досягненні фронту замочення певного рівня, ці процеси врівноважуються, і з наступним підйомом підземних вод сила негативного тертя зменшується (рис. 3).

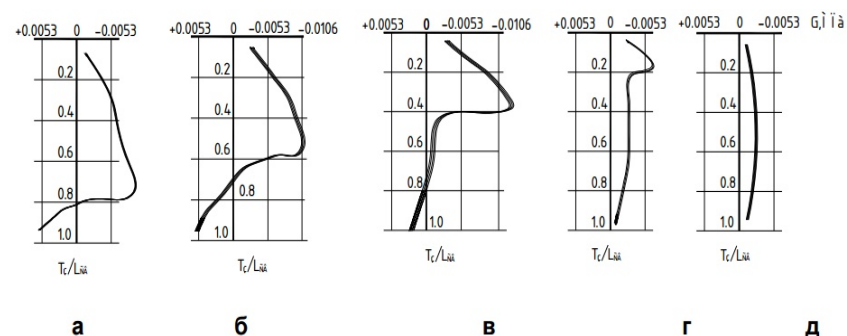


Рисунок 3. Епюри дотичних напружень по боковій поверхні палі при замочуванні основи знизу.

а –  $T_z = 2$  м; б –  $T_z = 4$  м; в –  $T_z = 6$  м; г –  $T_z = 8$  м; д –  $T_z = 10$  м;

Швидкість замочування основи визначає темп розвитку сил негативного тертя. Чим повільніше волога розповсюджується в лесовій основі, тим повніше реалізується ця сила на боковій поверхні палі. Швидке замочування основи водою не викликає просідання лесового ґрунту, і відповідно, сил негативного тертя. Це можна пояснити тим, що пори основи заповнюються водою і лесовий ґрунт переходить в зважений стан, так як втрачає частину своєї ваги. Хоч замочування знижує модуль деформованості лесового ґрунту, але це в багатьох випадках недостатньо впливає для проявлення просідання основи; вона починається тільки після пониження рівня підземних вод, що і спостерігається у всіх польових

випробувань палі з замочуванням основи. В натурних умовах змінення рівня підземних вод відбувається повільно і просідання реалізується ще до повного вологонасичення ґрунтів.

**Замочування основи зверху.** Епюри навантажуючих дотичних напружень на контакті палі з ґрунтом при замочуванні основи зверху показані на (рис. 4). На відміну від замочування основи знизу в процесі замочування дотичні напруження збільшуються і по величині, і по області розповсюдження. Тут максимальне напруження збільшується не на багато, але положення нейтральної точки при русі вниз по стовбуру палі змінюється інтенсивно. Тут виникає тільки один процес: масив ґрунту, осідаючи під дією власної ваги, навантажує палю. Збільшення товщини замоченого шару ґрунту призводить тільки ж, ще до більш інтенсивного збільшення довантажуючої сили негативного тертя, що в свою чергу, визиває осідання палі такої ж інтенсивності.

Підосва палі включається в роботу відразу ж після початку замочування ґрунту і сприймає основну частину прикладеного навантаження.

Відносні вертикальні переміщення ґрунту основи по глибині можуть бути отримані вирахуванням із повних переміщень ґрунту осадки палі для кожного моменту часу. В тій частині палі, де відносні переміщення перевищують осідання палі, реалізується негативне тертя, які навантажують палю, а де переміщення мають від'ємний знак – тертя, утримує палю (рис. 5).

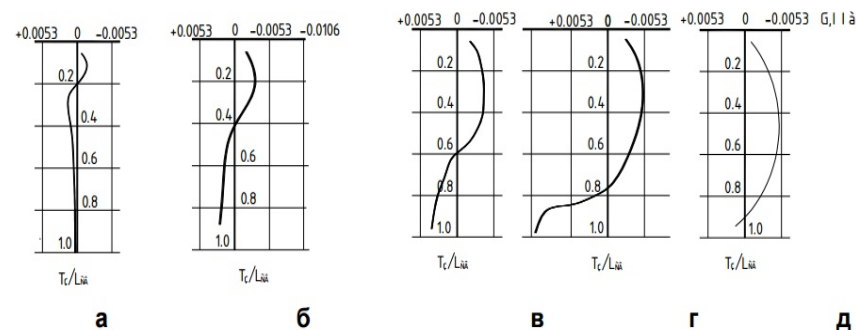


Рисунок 4. Епюри дотичних напружень по боковій поверхні палі при замочуванні основи зверху.

а –  $T_z = 2$  м; б –  $T_z = 4$  м; в –  $T_z = 6$  м; г –  $T_z = 8$  м; д –  $T_z = 10$  м;

Як було вже сказано, ґрунти, які осідають нависають на палю і утворюють донавантажуюче негативне тертя на боковій поверхні палі. Величина цього довантажуючого негативного тертя залежить від різності переміщень ґрунту і палі: чим більша різність осідань, тим більше і тертя. Але, з іншої сторони, це негативне тертя, довантажуючи палю, визиває її осадку і тим самим зменшує різність осадок, в результаті чого, відповідно, зменшується тертя. В результаті виходить, що якщо паля не опирається на щільний ґрунт (коли паля висяча), то при консолідації навколишнього її ґрунту спостерігається осідання і менші донавантажуючі сили, чим в випадку, коли паля опирається на щільний ґрунт (коли паля-стійка).

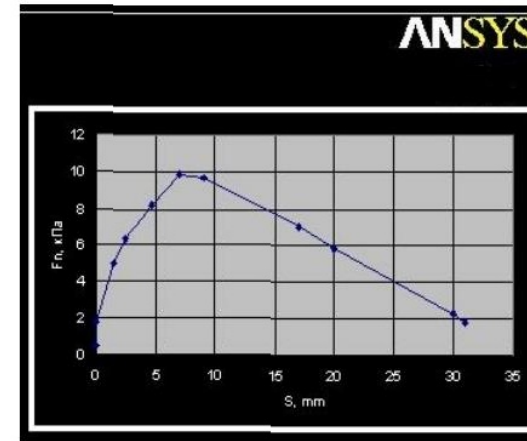
Замочування просідаючої основи буроін'єкційної палі знизу вверх являється більш небезпечним, чим замочування зверху вниз.

У початковий період спостерігається швидкий ріст сил негативного тертя, і при величині осідання ґрунту  $S_{fn,max}$ , сили негативного тертя досягають максимального значення  $f_{n,max}$ ; при подальшому рості осідання ґрунту відбувається поступове зниження сил негативного тертя до деякої величини  $f_{n,min}$ . Великий вплив на величину  $f_{n,max}$  створює напруженно -

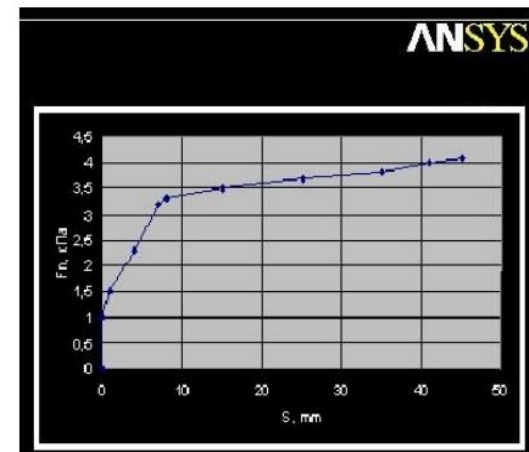
деформований стан ґрунту, який утворився в ґрунті після влаштування палі, і вологість ґрунту.

Пояснюється це тим, що в процесі первісного занурення палі в ґрунт в біляпальовому просторі утворюється переущільнена зона, що робить значний нормальний тиск на стовбурі палі. Згодом (приблизно через добу після влаштування палі) відбувається релаксація напруг в біляпальовому масиві ґрунту й відповідне зниження нормального тиску ґрунту на грані стовбура палі.

Аналіз графіку парної залежності “осідання ґрунту - негативне тертя” - (Рис. 5,а) дозволив встановити, що на першому етапі спостерігається швидкий ріст сил негативного тертя й, при досягненні деякого максимуму, спостерігається різкий спад цих сил. Крутість спадної лінії трохи менша, ніж у висхідної. Явної тенденції до загасання на спадній кривій не відзначається.



а



б

Рисунок 5. Залежність сил негативного тертя, які розвиваються по боковій поверхні палі від осідання ґрунту.

а - ґрунт в природньому стані, б- ґрунт у водонасиченому стані

З вологим ґрунтом характер парної залежності “осідання ґрунту - негативне тертя” значно відрізняється (Рис. 4,б). Тут відзначається більш плавний ріст сил негативного тертя з ростом переміщень ґрунту щодо палі. Значення  $f_{n,max}$

зафіксовані меншими по величині, чим у природному стані ґрунту.

### Висновок

На основі проведених порівняльних розрахунків зроблені наступні висновки:

1. Замочування просідаючої основи бурюін’екційної палі знизу вверх являється більш небезпечним, чим замочування зверху вниз.

2. При випробуванні палі в природному стані ґрунтів, її несуча здатність склала 250т. При замочуванні водою ґрунтової основи зверху несуча здатність палі зменшилась до 175т ( тобто на 30 % ), а при замочуванні водою знизу, несуча здатність палі склала 109т ( зменшилась на 46 % ).

3. Результати досліджень показують, що різниця від виду замочування палі водою в лесовій товщі складає - 62 %.

4. З отриманих результатів, значення довантажуючих сил тертя по бічній поверхні палі за чисельним моделюванням становили - 37.9кПа, а за розрахунками ДБН склала - 16.2 кПа, що майже в 2 рази більше.

### Список літератури

1. Метод конечных элементов в механике твердых тел / Под ред. А. С. Сахарова, И. Альтенбаха. — К. : Вища школа, 1982; Лейпциг : ФЭБ Файхбухферлаг, 1982. — 80 с.
2. Пилягин А.В. Проектирование оснований и фундаментов зданий и сооружений: Учебное пособие, - М.:Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006, - 248с.
3. СНиП 2.02.03.-85 Свайные фундаменты, - М.: Строиздат, 1985.
4. ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд.
5. Долматов Б.И. Механика ґрунтов, основание и фундаменты, - Л.: Строиздат, 1988-416с.
6. Костюченко М.М. Механіка ґрунтів, - Київ – 2013.
7. Воронин А.Д. Основы физики почв [Текст] / А.Д. Воронин. - М: МГУ, 1986. – 214с.

УДК 624.012.82

## ВПЛИВ ВОЛОГИ НА РУЙНУВАННЯ ЦЕГЛЯНИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

**О.М. Антонюк**, ст. гр. БП-15-МН,  
**С.О. Карпушин**, доц., канд. техн. наук

*Кіровоградський національний технічний університет*

**Вступ.** Перехід води з одного агрегатного стану в інший та надлишкове її накопичення спричиняє розпушення, розбухання, відшаровування від мурування штукатурного або облицювального покриття, лущення шару фарби, появу біологічних форм руйнування (цвілі, грибків) [1]. Чималої шкоди завдає утворення конденсату, тобто перетворення водяної пари повітря на найдрібніші краплі води внаслідок її охолодження й осідання на внутрішніх поверхнях огорожувальних конструкцій в неопалюваних приміщеннях.

Широке застосування паро- і повітронепроникних матеріалів також призводить до підвищення вологості. Наприклад, суцільне асфальтування території, цементування підлог, вкривання їх метлаською плиткою і пластиками, стін олійними фарбами або наклеювання шпалер з полімерної (полівінілхлоридної - ПВХ) плівки перешкоджають природному осушуванню вентиляцією, ці матеріали конденсують на своїй поверхні вологу («пітніють»).

Під впливом вологи атмосферних опадів металеві кріпильні елементи, не захищені потрібним розчином, в облицювальних каменях пористої структури починають іржавіти.

Продукти іржавіння збільшуються в об’ємі, розклинюють (виштовхують) шматки каменів облицювання і покриття руйнується.

Основними джерелами зволоження частин будинку можуть бути:

- дефекти водостічних і дренажних систем;
- цокольної частини будинку – стічні води та атмосферні опади;
- підземної частини будинку – атмосферні опади, що проникають у фундамент і омивають зовнішні стіни [2];
- муру – ґрунтові води;
- поверхні внутрішніх стін – гігроскопічна волога (за відсутності вентиляції приміщень, переважно підвали) внаслідок всмоктування матеріалом стіни або впливу солей, скупчених на поверхні;
- внутрішньої поверхні зовнішніх стін – сконденсована водяна пара через наявність термічних містків;
- стін – атмосферні опади (неправильне виконання або пошкодження водостічної системи, жерстяних покриттів; притік опадових вод унаслідок неправильного влаштування водостічної системи довкола будинку або неправильного відтоку стічних чи опадових вод від будинку).

Основними причинами зволоження будинку є:

- відсутність або пошкодження горизонтальної чи вертикальної гідроізоляції;
- вплив атмосферних опадів, ґрунтових і стічних вод, водяної пари;
- неправильне розроблення або відсутність вентиляції приміщень.

**Метою роботи** є з'ясування причин зволоження цегляної огорожувальної конструкції та процесу її руйнування від впливу вологи.

**Об'єкт дослідження** – процес зволоження і засолення цегляного мурування.

**Предмет дослідження** – цегляне мурування.

Структурне зволоження стін будинку відбувається під впливом вод, які містяться в ґрунті. За відсутності гідроізоляції вода проникає безпосередньо в структуру стін, за наявності неякісної гідроізоляції вона просочується в пошкоджених

міцях. Ґрунтова вода на відміну від атмосферних опадів і конденсаційної вологи містить у собі крім солей ще й органічні речовини (продукти) перегнивання рослинних решток, у тім числі і гумінову кислоту. Така вода підтримує розвиток і проростання на стінах грибка, цвілі і навіть водоростей.

Висота, на яку просочується ґрунтова вода в мурі, залежить насамперед від:

- виду і типу ґрунту, де знаходиться основа фундаменту;
- рівня ґрунтових вод;
- виду і товщини муру;
- хімічного складу води, що підіймається вгору.

Найбільшому зволоженню підлягають мурування, розміщені близько до поверхні ґрунту, в той час як найсухішим є мурування, розташовані на вищому від землі рівні.

Більшість будівельних матеріалів характеризується наявністю капілярів, по яких водяна пара, що утворюється всередині приміщення, може проникати назовні. Крім того, незахищені матеріали, що мають капіляри, швидко всмоктують воду, з якою контактують.

Виходячи з цього, зволоження будівельних стін поділяють на:

- структурне – наслідок впливу ґрунтової і стічної води та атмосферних опадів;
- поверхневе – наслідок конденсації водяної пари в будинку, гігроскопічного всмоктування вологи матеріалом стіни та накопиченими в ній солями.

Суть підтягування води капілярами пояснюють простою залежністю: здатність поглинати воду відповідає здатності дифузійного випаровування. Надходження води з ґрунту компенсує випаровування її з мурування. В частині мурування, що знаходиться в землі, вода всмоктується вертикально вгору до рівня ґрунту, а вище від цього рівня напрямок її руху частково відхиляється до поверхні мурування, де відбувається процес випаровування (рис.1). Зволоження мурування на

вищому рівні частіше спостерігають на внутрішньому боці, де випаровування вологи ускладнене.

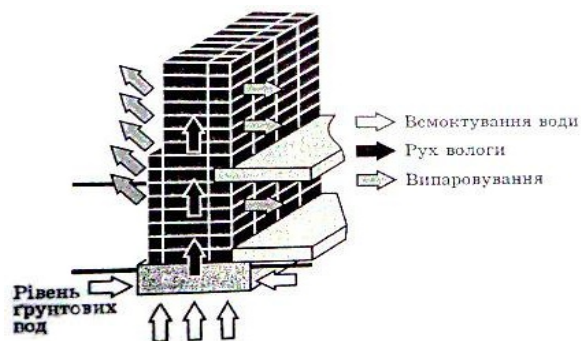


Рис.1. Рух вологи в стіні.

Проаналізувавши висоту зовнішнього і внутрішнього зволоження стін будинку, можна дійти **висновків**, що:

- за впливу ґрунтових вод рівень зволоження зовнішніх стін нижчий ніж внутрішніх (рис.2, а) внаслідок більшої здатності до дифузійного випаровування останніх;
- за впливу атмосферних опадів рівень зволоження зовнішніх стін вищий за рівень зволоження внутрішніх (див рис. 2, б) внаслідок інтенсивного притоку води до зовнішніх стін.

Висота підсмоктування вологи в муруваннях різної товщини, але з однаковою здатністю всмоктувати воду буде різною (рис.3). У тонкому муруванні рівень зволоження буде нижчим із зовнішнього боку стіни. У товстому муруванні він підвищуватиметься через більшу здатність до поглинання води, й отже, більшу площу випаровування. Рівень зволоження мурування може значно підвищитися внаслідок обмеження або виключення дифузії водяної пари при опорядженні цоколю навколо будинку, а також внутрішніх стін кам'яною плиткою чи будь-яким іншим матеріалом.

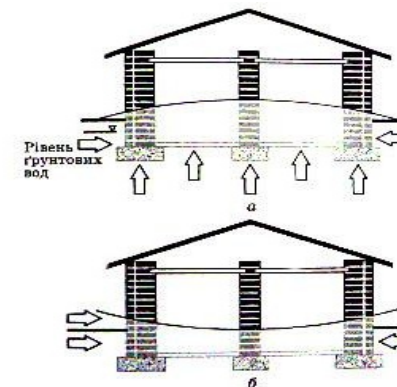


Рис.2. Капілярне підсмоктування води в муруваннях унаслідок впливу ґрунтових вод (а) та розпиленої води (б).

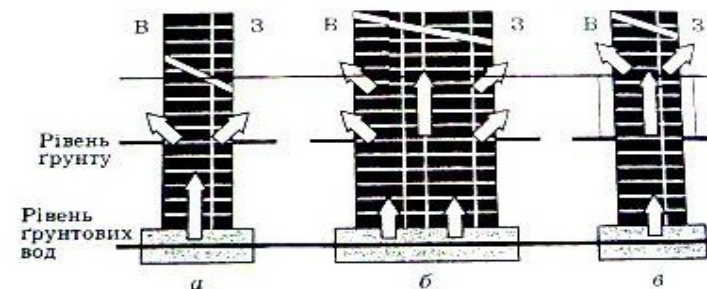


Рис.3. Залежність капілярного підсмоктування води від поверхні випаровування: а – тонке мурування (площа поверхні притоку дорівнює площі поверхні випаровування); б – товсте мурування (збільшення площі поверхні притоку дорівнює збільшенню площі поверхні випаровування); в – мурування з опорядженням (збільшений рівень капілярного підсмоктування води); В,З – відповідно внутрішній і зовнішній бік мурування

Крім вологи, дуже небезпечним для матеріалів конструкцій є вплив шкідливих будівельних солей: хлоридів, нітратів, сульфатів соди, вапна тощо. Це кристалісті субстанції, які легко розчиняються у воді, набухають і тим самим руйнують конструкції або елементи конструкцій будівель.

Основним джерелом засолення конструкцій є вода, що рухається в їх структурі. Вона здатна розчинити солі, які містяться в матеріалах мурування, або реагувати з солями з

навколишнього середовища – з ґрунтових вод, опадів або ґрунту (рис.4).

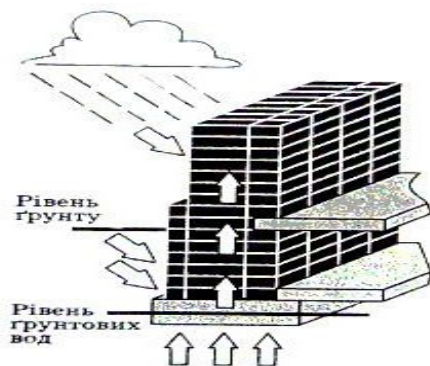


Рис.4. Основні джерела засолення будівельної конструкції.

Деякі солі (гігроскопічні) розчиняються під впливом високої вологості повітря. Вони утворюють локальні зволоження у вигляді темних вологих плям. За великої концентрації солі повторно кристалізуються й утворюють на поверхні розводи. Розчинена сіль переміщується разом з водою по капілярах у місце випаровування в напрямку зовнішнього боку мурування. Тут вона збирається і кристалізується в поверхневих порах або на самій поверхні. В процесі кристалізації сіль збільшується в об'ємі у декілька разів, напірає на стінки пор і руйнує як штукатурку, так і цеглу.

Процес руйнування конструкцій будинку під впливом солей, які кристалізуються, поділяється на три етапи:

I – поступова кристалізація солі в порах штукатурки;

II – руйнування штукатурки під впливом тиску закристалізованої солі;

III – руйнування мурування сольовими сполуками (рис.5).

Ще однією властивістю окремих солей є їх здатність приєднувати молекули води з утворенням кристалогідратів. При цьому, багаторазово збільшившись в об'ємі, вони

створюють водяний тиск на стінки пор і руйнують штукатурку так само, як і в разі звичайної кристалізації.



Рис.5 Структурне руйнування мурування сольовими сполуками.

Усі ці та інші явища призводять до насичення вологою несучих огорожувальних конструкцій, внаслідок чого значно знижується їх несуча здатність, збільшується теплопровідність і врешті решт відбувається структурне руйнування.

Під структурним руйнуванням розуміють, по перше, деструкцію будівельного матеріалу (цегли, розчину, бетону) і по-друге, порушення монолітності муруваної системи та конструкцій (стіни) загалом.

Характерні ознаки структурного руйнування за зволоження, впливу морозу та солі – зниження міцності і висипання розчину зі швів муру, відшарування і руйнування самої цегли, утворення пухкого шарування на поверхні стіни. За цих видів руйнувань необхідні так звані комбіновані способи зміцнення, наприклад армування та ін'єкційне мурування.

**Список літератури**

1. Карапузов Є.К., Соха В.Г., Остапченко Т.Є. Матеріали і технології в сучасному будівництві: Підручник. – К.: Вища освіта, 2005. – 495 с.: іл.
2. Гидроизоляция сооружений и зданий, М., 1981.

УДК 624.014:624.042.1

**БЕЗКАРКАСНІ АРОЧНІ КОНСТРУКЦІЇ  
ПОКРИТТЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ НАПРУЖЕНО-  
ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ В СЕРЕДОВИЩІ  
КОМПЛЕКСУ ЛИРА**

С.А. Белссєнєв, *магістрант*В.А. Пашинський, *проф., д-р техн. наук**Кіровоградський національний технічний університет*

Переважає більшість підприємств має потребу у підсобних і складських приміщеннях. Останнім часом на зміну громіздким залізобетонним будівлям приходять безкаркасні арочні конструкції. Технологія зведення будівель із арочних сталевих холодногнутих профілів була розроблена у США ще у 50-тих роках. Широке застосування в Україні ці конструкції знайшли лише наприкінці минулого століття [2].

Будівлі з безкаркасних арочних конструкцій мають наступні переваги:

- універсальність застосування (виробничі приміщення, склади і сховища, ангари, криті ринки, магазини, корівники, свинарники тощо);
- безкаркасна будівля з холодногнутих профільованих оболонок із рулонної оцинкованої сталі товщиною 0,8...1,2 мм має сучасний зовнішній вигляд, високу несучу здатність при відсутності масивних фундаментів, є водонепроникною

і герметичною, дозволяє ефективно використовувати площу приміщення;

- можливість утеплення шляхом нанесення целюлози чи пінополіуретану шаром від 2,5 см до 15 см, або влаштування комплексних конструкцій з утеплювачем із мінераловатних плит між двома арочними оболонками;
- економія матеріалів, часу, зусиль, витрат на транспортування і зведення (з використанням пересувної мобільної установки для виготовлення панелей будівля площею 1000 м<sup>2</sup> монтується бригадою з 8 працівників протягом 7 діб);
- обolonки витримують температуру від –60°C до +60°C, швидкість поривів вітру до 200 кілометрів на годину та снігове навантаження до 4 кПа, є сейсмічно стійкими;
- висока довговічність з терміном експлуатації до 50 років при відсутності потреби в обслуговуванні й догляді;
- можливість демонтажу з повторним зведенням на новому місці.

До недоліків будівель з безкаркасних арочних оболонок слід віднести труднощі внутрішнього оздоблення та використання площі приміщення поблизу поздовжніх стін внаслідок криволінійності обolonки, обмеження прольоту одношарової обolonки в основному до 18 м, а також неможливість встановлення кранового обладнання.

Технологія зведення будівель із безкаркасних арочних оболонок базується на використанні спеціальної машини американського виробництва або її вітчизняного аналога – Радуга МБС. Ця машина здійснює безперервне формування дугоподібних гофрованих і прямих будівельних панелей (рисунк 1) зі швидкістю до 18 метрів за хвилину. Панелі гнуться в арки заданого радіусу кривизни. Готові панелі за допомогою електричної закаточної машини з'єднуються між собою в секції по три або п'ять штук. Надалі секції встановлюються підйомним краном на фундамент і з'єднуються за допомогою тієї ж закаточної машини. Таке скріплення не вимагає застосування гайок, болтів або заклепок.

Торцеві та проміжні поперечні стіни монтують із прямолінійних профілів, які знизу кріпляться до фундаменту, а зверху – до арочного покриття. Ці стіни виконують не лише функцію огорожень, але й грають роль діафрагм жорсткості, які зменшують деформативність будівлі [2].

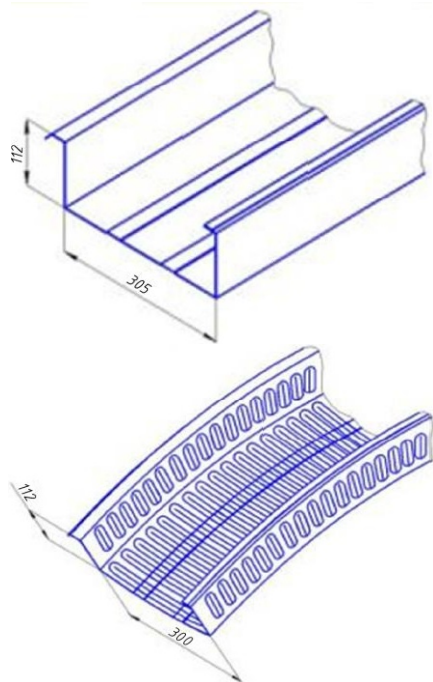


Рис. 1 – Пряма та дугоподібна гофрована панелі із оцинкованої сталі

Безкаркасні арочні будівлі мають невелику вагу, а тому на відміну від звичайних каркасних конструкцій не потребують потужних фундаментів. Це істотно прискорює, спрощує і здешевлює їх зведення. Фундамент під безкаркасну арочну конструкцію може бути стрічковим, на колонах, на гвинтових палях тощо. Вибір варіанту фундаменту залежить від властивостей ґрунту на місці будівництва, часу і побажань замовника [5].

Загальна технологічна схема зведення безкаркасних арочних будівель зображена на рисунку 2. Усі операції з

виготовлення та монтажу оболонки виконуються безпосередньо на будівельному майданчику, що знижує витрати на транспортування конструкцій та забезпечує їх від пошкоджень при транспортуванні.

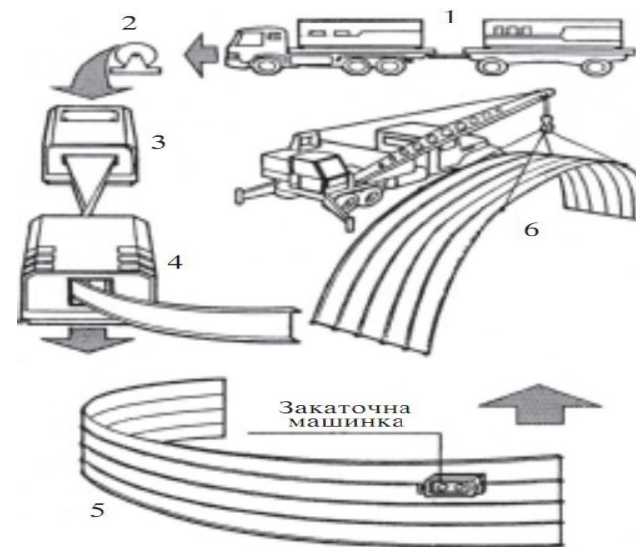


Рис. 2 – Технологічна схема зведення безкаркасних арочних конструкцій із холодногнутих профілів

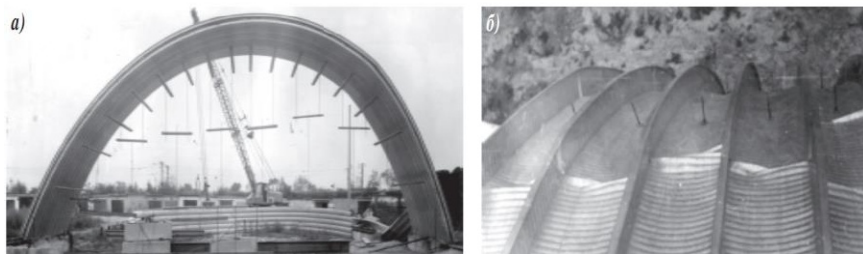
1 – доставка установки на автотранспорті; 2 – встановлення рулону сталі; 3 – прокат профіля у прокатному стані машини; 4 – вигин панелей вигинальним станом машини; 5 – збирання на землі елементів оболонки (гнуті панелі); 6 – монтаж гнутих панелей на фундамент за допомогою автокрана.

Надійність і ефективність холодногнутих арочних оболонок визначаються тим, наскільки точно в розрахунку враховані особливості їх роботи. До таких особливостей слід віднести тонкостінність профілів, наявність і форму поперечних гофр, початкову хвилястість поверхні граней після вальцівки, жорсткість і податливість фальцевих з’єднань, підвищену деформативність арочного покриття при несиметричному сніговому та вітровому навантаженні [2].

Для розрахунку таких конструкцій в центральному науково – дослідному інституті металевих конструкцій імені

Мельникова (Росія) розроблена програма «БИПЛАН», а також ряд інших програм, які дозволяють з достатнім ступенем точності оцінити деформативність і несучу здатність тонкостінних арочних покриттів з урахуванням особливостей їх нелінійної роботи при різних поєднаннях розрахункових навантажень, включаючи постійне, снігове, вітрове і сейсмічне. В основу розрахунку покладено метод скінчених елементів, що враховує геометричну нелінійність деформування конструкції, початкові недосконалості її форми, включаючи гофри на гранях арочних профілів, вплив торцевих стін та інших факторів на роботу оболонки.

З метою дослідження дійсної роботи арочних покриттів даної конструкції в інституті були проведені випробування натурних зразків на вертикальне навантаження. Загальна схема випробувань показана на рисунку 3а. Слід зауважити, що випробування цих конструкцій на несиметрично розподілені (снігове) та зосереджені навантаження проводилися вперше в світі. Зразками служили двошарові арочні покриття прольотом 21 м із профілів завтовшки 1 мм (між двома шарами профілів був залишений зазор 100 мм для можливості розміщення утеплювача в реальній конструкції) та одношарові арочні покриття прольотом 18 м із профілів товщиною 0,8 мм.



а – загальний вигляд; б – гнуті профілі після втрати місцевої стійкості

Рис. 3 – Натурні випробування фрагменту безкаркасного арочного покриття прольотом 21 м.

Випробування показали, що граничним випадком є розподілене на половині прольоту навантаження. При такій

схемі завантаження стінки профілів втратили місцеву стійкість в зоні найбільших стискаючих напружень у перерізах, розташованих близько до середини ненавантаженої частини прольоту (рис. 3б). Втрата місцевої стійкості у свою чергу призвела до зменшення робочого перерізу та втрати загальної стійкості тонкостінної арки.

Порівняльний аналіз результатів випробувань зразків з результатами розрахунку за програмою «БИПЛАН» показав, що закладена в програму методика розрахунку є достатньо точною для визначення граничних навантажень і прогинів арочних покриттів даного типу. За допомогою програми «БИПЛАН» були встановлені області раціонального застосування безкаркасних арочних покриттів в залежності від розрахункових навантажень і співвідношень прольоту, радіусу кривизни, товщини металу і відстаней між поперечними стінами чи несучими перегородками. На основі результатів досліджень розроблені рекомендації по проектуванню і технічні умови на виготовлення безкаркасних арочних покриттів із гнутих профілів, які стали основою для виробників таких конструкцій на теренах СНД [2].

При відсутності програми «БИПЛАН» розрахунок арочної оболонки можна виконати в середовищі інших програмних комплексів, які реалізують метод скінчених елементів для континуальних систем довільної конфігурації. При цьому важливо досить точно задати геометрію оболонки з урахуванням реального вигляду і розмірів гофр, а також урахувати несиметричну дію вітрового та снігового навантаження, яка викликає значні згинальні моменти і таким чином істотно зменшує стійкість арок.

Напружено-деформований стан арочних оболонок при дії постійного, снігового та вітрового навантаження досліджено в середовищі програмного комплексу ЛІРА–СТК. Постійне навантаження прикладене симетрично відносно середини прольоту, а вага снігового покриву та тиск вітру створюють несиметричні навантаження. Для виконання розрахунку арка прольотом 18 м розділена на 36 відрізків, горизонтальна

проекція кожного з яких дорівнює 0,5 м. Результати розрахунків відображені на рисунках 4...6 у вигляді епюр згинальних моментів та деформованої схеми арки.

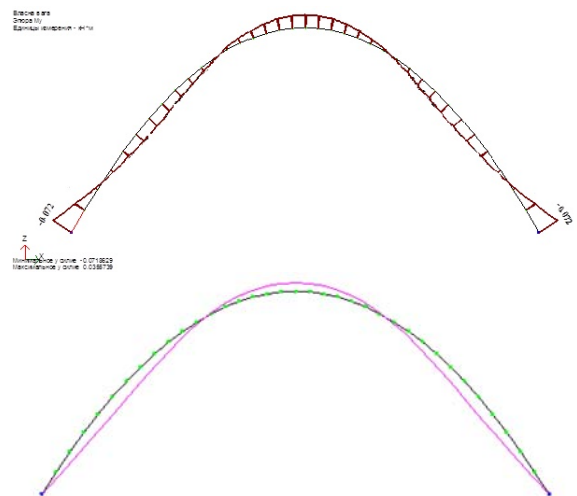


Рис. 4 – Згинальні моменти і деформована схема арки при дії постійного навантаження

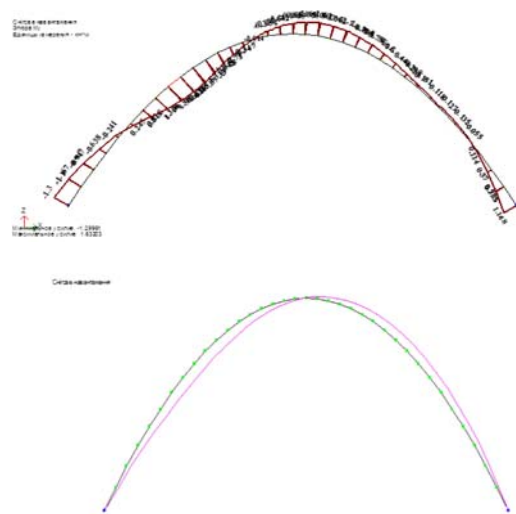


Рис. 5 – Згинальні моменти і деформована схема арки при дії снігового навантаження

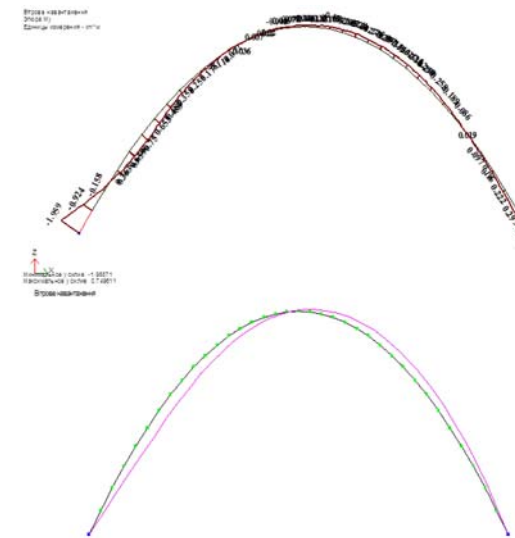


Рис. 6 – Згинальні моменти і деформована схема арки при дії вітрового навантаження

Результати розрахунків показали, що найбільший згинальний момент від дії постійного навантаження дорівнює 0,07 кНм, від снігового навантаження – 1,63 кНм, а від вітрового – 1,96 кНм. Відповідні ексцентриситети прикладення поздовжніх сил становлять 0,11 м, 0,42 м і 0,53 м, що вказує на значну роль згину при дії снігового і вітрового навантажень.

Розрахункове сполучення зусиль встановлене засобами програмного комплексу ЛИРА як невідна комбінація поздовжніх сил і згинальних моментів від власної ваги конструкції, снігового та вітрового навантажень. Розрахункові значення зусиль дорівнюють  $M=3,004$  кНм;  $N=4,534$  кН. Перевірка міцності та жорсткості арки показала, що умови першого граничного стану виконуються для усіх елементів арки. Умови другого граничного стану для 9-ти стержнів перевищуються в межах 5%, що не є критичним для роботи арки. Отже арочний елемент прийнятого перерізу має достатню міцність та жорсткість, що гарантує його безпечну експлуатацію.

Виконаний огляд основних відомостей про безкаркасні арочні конструкції покриття із холодногнутих профілів, аналіз їх переваг і недоліків, особливостей виготовлення та монтажу дозволяє зробити висновок, що будівлі цього типу є досить ефективними і можуть використовуватися практично в усіх галузях будівництва, зокрема при зведенні об'єктів виробничого та сільськогосподарського призначення. Наведені вище переваги доводять, що на даний час будівлі із безкаркасних арочних конструкцій є одним з найкращих та найекономічніших варіантів для будівництва складів, цехів, ангарів, сховищ. Ці будівлі легкі й не потребують масивних фундаментів, швидко зводяться і окупаються впродовж одного року експлуатації. Всі ці переваги дають можливість спорудам із безкаркасних арочних конструкцій вже у найближчий час вийти на перші позиції на ринку будівельної продукції. Випробування та дослідження таких конструкцій, що останнім часом проводяться все частіше, дадуть можливість розробити єдину нормативну базу для проектування, виготовлення і контролю якості таких конструкцій, досить підвищити жорсткісні характеристики та визначити дійсну роботу безкаркасних конструкцій задля можливості застосування в даних будівлях підвісного кранового обладнання, а також дадуть можливість використовувати ці конструкції на їх повну несучу здатність без загрози руйнування.

### Список літератури

1. Еремеев П.Г., Киселев Д.Б., Армейский М.Ю. К проектированию бескаркасных конструкций арочных сводов из холодногнутих тонколистовых стальных профилей // Монтажные и специальные работы в строительстве, 2004, № 7.
2. Айрумян Э.Л., Беляев В.Ф. Эффективные холодногнутые профили из оцинкованной стали – в массовое строительство. // Монтажные и специальные работы в строительстве, 2005, № 5. – С. 10-17.
3. Бескаркасные арочные конструкции покрытий из стальных холодногнутих профилированных листов. Технические условия ТУ 5283 – 001 – 82913322 – 2009.

4. Кузнецов И.Л., Исаев А.В., Гимранов Л.Р. Причины обрушения бескаркасного арочного сооружения пролетом 30 м // Казанский государственный архитектурно – строительный университет.
5. Возведение бескаркасных арочных ангаров в качестве объектов сельхозназначения. [электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.ppu21.ru>
6. Арочные конструкции. Бескаркасное строительство. [электронный ресурс]. – режим доступа: <http://agromolstroy.ru>

УДК 624.1

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ КУЛАЧКОВОГО УЩІЛЬНЮЮЧОГО КОТКА**

**А.В. Василенко**, *ст. гр. БІ-16-МН,*  
**В.А. Настоящий**, *доц., канд. техн. наук*  
*Кіровоградський національний технічний університет*

**Вступ.** Під час сучасного будівництва і зведення будівель сільськогосподарського призначення велику роль відіграє підготовка будівельного майданчика. У цьому процесі приймає участь велика кількість будівельних знарядь які виконують різні технологічні процеси. Одним із головних є попереднє ущільнення ґрунту під майбутній фундамент будівлі та під'їзних шляхів. Цей технологічний прийом дає можливість уникнути такого негативного явища, як просідання ґрунту, а з часом і руйнування основи будівлі та прилеглих шляхів. Тому важливим і на часі є підвищення ефективності роботи знарядь для попереднього ущільнення ґрунту.

Коток для ущільнення ґрунту при підготовці майбутнього майданчика для будівництва складається із гладкої робочої поверхні циліндричної форми та двох боковин. Такий коток забезпечує ущільнення ґрунту по ширині захвату та на деяку глибину. Але така конструкція має істотний недолік – тиск від робочої поверхні котка на зону ущільнення

передається нерівномірно (максимальне ущільнення відбувається по краях циліндричної поверхні, а мінімальне по центру), а для забезпечення більшої щільності ґрунту потрібно декілька проходів у різних напрямках.

Найбільш відомим технічним рішенням яке усуває вказаний недолік є варіант ущільнюючого котка кулачкового типу який взятий нами за прототип. Він складається із циліндричної поверхні на якій розміщені в шаховому порядку кулачки трапецієвидного профілю та двох боковин. За рахунок кулачків коток може ущільнювати ґрунт на більшу глибину мінімально руйнуючи поверхню ущільнення.

Однак такий коток має істотний недолік – циліндрична поверхня та розміщені на ній кулачки трапецієвидного профілю нерівномірно ущільнюють ґрунт по ширині захвату котка, тому для задовільної щільності ґрунту по всій ширині будівельного майданчика необхідно проводити багаторазове прикочування.

**Метою роботи** є покращення рівномірності ущільнення ґрунту по ширині захвату котка на максимальну глибину.

**Об'єкт дослідження** – процес роботи кулачкового ущільнюючого котка.

**Предмет дослідження** – кулачковий ущільнюючий коток.

Для усунення вказаних недоліків новий ущільнюючий коток виконаний дворівневим рис. 1, перший рівень призначений для рівномірного ущільнення верхнього шару ґрунту, другий рівень утворений кулачками для рівномірного ущільнення нижнього шару ґрунту.

Запропонований ущільнюючий коток включає боковини 1 на яких розміщена робоча опукло криволінійна поверхня 2, а на ній по гвинтовій кривій розміщені бочкоподібні кулачки 3.

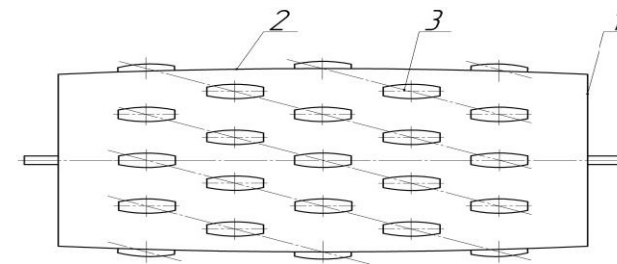


Рисунок 1 – Кулачковий ущільнюючий коток:

1 – боковини, 2 – робоча поверхня, 3 – бочкоподібні кулачки

Робочий процес із запропонованим ущільнюючим котком відбувається таким чином: в процесі роботи робоча опукло криволінійна поверхня 2 рівномірно ущільнює верхній шар ґрунту, а розміщені на ній по гвинтовій кривій бочкоподібні кулачки 3 рівномірно ущільнюють нижній шар ґрунту, тим самим забезпечуючи рівномірну щільність по всій ширині захвату котка.

**Висновки.** Ефективність запропонованої конструкції ущільнюючого котка забезпечується:

1. За рахунок конструкції робочої поверхні та кулачків забезпечується рівномірне ущільнення ґрунту по ширині захвату котка на максимальну глибину.

2. Зменшенням кількості проходів котка для забезпечення необхідної рівномірності ущільнення.

### Список літератури

1. Б.Ф. Бондаков, С.А. Варганов, М.Р. Гарбер и др. Справочник конструктора дорожных машин. Изд. 2-е, перераб. и доп. Под ред. И.П. Бородачева. М., Машиностроение, 1973, стр. 245, рис. 11, 13е.
2. Кушнарєв А.С. Механико – технологические основы обработки почвы / А.С. Кушнарєв, В.И. Кочев. – К.: Урожай, 1989. – 144 с.

УДК 625.85

## **ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ ХОЛОДНОГО РЕСАЙКЛІНГУ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ РІЗНИХ ТИПІВ**

**А.В. Василенко**, *ст. гр. БІ 16-МН,*

**В.А. Настоящий**, *доц., канд. техн. наук*

*Кіровоградський національний технічний університет*

**Вступ.** Майже 75 % протяжності автомобільних доріг загального користування України мають конструкцію дорожнього одягу, яка запроєктована під розрахункове навантаження 60 кн на вісь. Проте більшість сучасних вантажівок та автобусів мають значно вищі розрахункові параметри (100 – 130 кн/вісь), тому зростання інтенсивності та вантажонапруженості транспортного потоку без належних умов утримання мережі доріг призвело до виникнення і розвитку значних обсягів деформацій та руйнувань дорожнього одягу. Найбільш розповсюдженим способом відновлення зруйнованих і зношених асфальтобетонних покриттів на українських дорогах на даний час є влаштування додаткових шарів підсилення поверх підготовленого ямковим ремонтом старого покриття. Однак такі заходи дають лише короточасний ефект, оскільки вже через один-два роки на нових шарах підсилення відтворюються існуючі під ними деформації та руйнування, особливо при недостатній міцності основи.

**Мета роботи** – визначення найбільш раціональної та економічно вигідної технології відновлення дорожніх покриттів різних типів.

**Об’єкт дослідження** – процес відновлення дорожніх покриттів різних типів.

**Предмет дослідження** – технології відновлення дорожніх покриттів.

Найбільш широко використовувані методи відновлення дорожнього одягу:

Повна реконструкція. Це найкращий варіант, коли відновлення об’єднано з реконструкцією. По суті, реконструкція передбачає будівництво дороги заново.

Нанесення додаткових шарів. Товсті, що укладаються зверху шари асфальтобетону часто є найпростішим вирішенням проблем з дорожнім одягом, що відчуває великі навантаження. Однак, збільшення висоти дороги часто вимагає пристрою окремого дренажу і створює проблеми з рухом по дорозі.

Ресайклінг (рис. 1) виконується на всю глибину пошкодженого дорожнього одягу безпосередньо на місці, створюючи таким чином новий товстий гомогенний шар з більш високими характеристиками міцності. Додаткові шари можуть укладатися поверх ресайкльованного шару там, де дорожній одяг має бути істотно модернізований. До ресайкльованного матеріалу зазвичай додаються стабілізатори, особливо там, де матеріал існуючого дорожнього одягу має недостатню якість і вимагає зміцнення. Завданням ресайклінгу є максимальне відновлення існуючого дорожнього одягу. Крім того, що знову використовується матеріал верхніх шарів існуючого дорожнього одягу, матеріал нижче рівня ресайклінгу залишається неушкодженим.

Реконструкція ґрунтових гравійних доріг зміцненням їх органічним в’язучим елементом може бути виконана шляхом обробки їх гравію бітумною емульсією або спіненим бітумом з наступним нанесенням тонкого щебеневої або іншого захисного шару. Перевагами цього способу є відсутність пилу від руху транспорту в суху пору і безпечніші умови руху в дощову погоду. Крім того, набагато краще використовуються матеріальні ресурси, оскільки відпадає необхідність регулярної заміни гравію. Для ґрунтових доріг звичайно є щорічна втрата від 20 до 30 мм гравію під впливом транспорту і погодних умов. Тим самим знижується шкода навколишньому середовищу, обумовлена постійною потребою відкривати все

нові кар'єри і каменоломні для видобутку гравію. Глибина ресайклінгу цього типу зазвичай дорівнює від 100 до 150 мм.

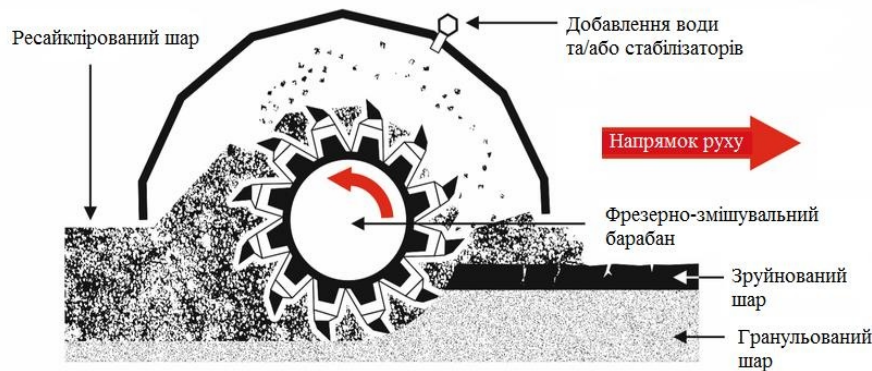


Рисунок 1 – Технологічна схема процесу ресайклінгу

Важливо відзначити, що можливо також зміцнення гравійних доріг добавкою до їх матеріалу цементу або гашеного вапна. Але тоді необхідний товщий ресайклірований шар, близько 200 мм. В результаті цей випадок слід віднести, швидше, до ресайклінгу на велику глибину.

Переваги холодного ресайклінгу:

1. Якість ресайклірованого шару внаслідок послідовного, високоякісного змішування отриманих на місці матеріалів з водою і стабілізаторами. Рідини вводяться в точно необхідній кількості завдяки мікропроцесорній системі управління насосами. Змішування відповідає найвищим вимогам, оскільки компоненти примусово перемішуються в робочій камері.

2. Структурна цілісність дорожнього одягу. Холодний ресайклінг дозволяє отримувати пов'язані шари великої товщини, які відрізняються гомогенністю матеріалу.

3. Збереження цілісності ґрунту, так як при ресайклінгу пошкодження низькоякісного ґрунту менше в порівнянні із застосуванням звичайних дорожньо-будівельних машин для відновлення дорожнього одягу. Зазвичай холодний ресайклінг виконується за один прохід. Ресайклери на гусеничних візках

або на пневмошинах, дають малий тиск на ґрунт, отже, мало деформують його. Під впливом звичайних машин ґрунт багаторазово піддається великим навантаженням, що часто веде до необхідності виїмок і засипок привізним матеріалом.

4. Зменшення тривалості будівельних робіт. Сучасні машини для ресайклінгу відрізняються високою продуктивністю, що істотно скорочує час будівельних робіт у порівнянні з традиційними методами відновлення дорожніх покриттів.

5. Безпека дорожнього руху. Одним з найбільш важливих переваг цієї технології є високий рівень безпеки дорожнього руху при відновленні дорожнього покриття. Всі робочі машини, що виконують ресайклінг, розташовуються в межах ширини однієї смуги руху.

6. Вартість / ефективність. Перераховані вище переваги, всі разом, роблять холодний ресайклінг найбільш привабливою технологією для відновлення дорожніх одягів за критерієм «вартість / ефективність».

### Список літератури

1. Сюньи Г.К. Регенерированный дорожный асфальтобетон / Г.К. Сюньи, К.Х. Усманов, Э.С. Файнберг. – М.: Транспорт, 1984. – 118 с.
2. Васильев А.П. Ремонт и содержание автомобильных дорог: справочник инженера-дорожника / под ред. А.П.Васильева. – М.: Транспорт, 1989. – 287 с.
3. Draft Guidelines "Road pavement recycling". – PIARC, Version August 2002. – 136 p.
4. Ільченко В.В. Відновлення дорожніх одягів із застосуванням технології холодного фрезування / В.В. Ільченко // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2006. – Вип. 18. – С. 135 – 138.

УДК 004.92

## **ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ТРЬОХПОВЕРХОЇ БУДІВЛІ З «ЗЕЛЕНОЮ» ПОКРІВЛЕЮ ВИКОРИСТОВУЮЧИ ArchiCAD**

**Василенко А.В.**, *ст. гр. БІ-16-МН,  
І.О.Скриннік*, *доц., канд. техн. наук*  
*Кіровоградський національний технічний університет*

**Вступ.** На відміну від універсальних САПР, що дозволяють будувати креслення, використовуючи графічні примітиви, ArchiCAD працює з будівельними конструкціями: стінами, вікнами, балками, перекриттями, дверима, джерелами освітлення та ін. Кожний з перелічених об'єктів, окрім чисто візуальних параметрів, необхідних для його відображення на кресленнях різного виду й масштабу, містить відомості, що визначають його характеристики. До таких характеристик належать, наприклад, матеріал об'єкта, його обсяг і площа, що дозволяють підрахувати матеріальні витрати або побудувати реалістичне об'ємне зображення.

**Мета роботи** – розробка трьохповерхової будівлі з «зеленою покрівлею» в ArchiCad.

**Об'єкт дослідження** – трьохповерхова будівля з «зеленою покрівлею».

**Предмет дослідження** – створення 3D моделі трьохповерхової будівлі з «зеленою покрівлею»

Методи досліджень – комп'ютерне проектування за допомогою системи автоматизованого проектування ArchiCad. «Зелена покрівля» - це озеленений простір, створений за допомогою додавання поверх традиційної покрівельної системи додаткових шарів ґрунту і рослин. Зазвичай розрізняють два основних типи зелених покрівельних систем: екстенсивну та інтенсивну. Вони відрізняються

вартістю, товщиною рослинної середовища і вибором використовуваних рослин.

Екстенсивні «зелені покрівлі» характеризуються: невеликою різноманітністю застосовуваних рослин, малою вагою, мінімальними вимогами по обслуговуванню. Рослинний субстрат, як правило, виготовляється з суміші піску, гравію, битої цегли, керамзиту, торфу, органічних речовин і деякої кількості ґрунту.

Рослини поливають і підживлюють тільки до тих пір, поки вони не приживуться. Після цього періоду заходи з підтримки «зеленої покрівлі» включають в себе лише два відвідування на рік: для прополки бур'янів та перевірки покрівельної мембрани.

Інтенсивні «зелені покрівлі» характеризуються: широким розмаїттям рослин, більшою товщиною субстрату, великою вагою.

Запроектована «зелена покрівля» трьохповерхового будинку відноситься до інтенсивного типу (рис 1).

«Зелена» покрівельна система складається з 6-ти шарів: рослинного шару; ґрунтового субстрату; фільтрувального елемента; дренажної системи; гідроізоляції; теплоізоляції.

Будівля з «зеленою покрівлею» має багато переваг. А саме: збільшення експлуатаційного строку конструкції: забезпечення природного захисту від різких температурних коливань, впливу ультрафіолетового опромінення, пошкоджень механічного характеру; пасивне теплозбереження - забезпечується завдяки теплоізоляційним якостям зеленої покрівлі і полягає в збереженні енергії в зимові періоди і попередженні перегрівання покрівлі в жарку пору року; водозбереження - досягається завдяки абсорбції дощової води; прекрасна звукоізоляція: зелена покрівля скорочує ступінь відображення звукових хвиль від поверхні даху і значно підвищує рівень звукоізоляції; дає можливість отримання додаткової зони відпочинку; під час пожежі виключає ймовірність швидкого розповсюдження полум'я по покрівельній поверхні, а також зелена покрівля є додатковим джерелом кисню; нейтралізує

шкідливі гази і пил в навколишнє середовище за допомогою їх абсорбції; регулює рівень вологості повітря; дозволяє створити природну зелену зону; накопичує дощову воду; дає можливість отримання нових життєвих просторів для флори і фауни; попереджає виділення летких токсичних речовин з покрівельних матеріалів на основі бітуму.

До недоліків «зеленої покрівлі» відносяться велика вага, необхідність захисту конструкції від вологи, впливу ґрунту, кореневої системи, яка володіє здібностями вростати в будь-який матеріал і руйнувати його.

Так як, коріння рослин і вага ґрунту будуть створювати додаткове навантаження на несучі конструкції, то розробка проекту зеленого даху повинна проходити на етапі проектування всього будинку. Озеленення покрівлі можливе для конструкцій з малими кутами нахилу (до 12 градусів). Але в деяких випадках можливо створити зелену покрівлю на більш крутих схилах (до 30 градусів).

**Висновки.** Таким чином виконання даної роботи дозволило за допомогою ArchiCad отримати візуальний вигляд майбутньої трьохповерхової будівлі. Оцінити конструктивні особливості процесу проектування «зеленої покрівлі»



Рисунок 1 – Тривимірна модель трьохповерхової будівлі з «зеленою покрівлею»

### Список літератури

1. Кустова Е.В. ArchiCAD 10 на примерах / Кустова Е.В., Иванова О.М.: СПб.; БХВ-Петербург, 2007. – 512 с.
2. Столяровский С. ArchiCAD 12. Учебный курс / Сергей Столяровский. Питер: 2009. - 336 с.
3. Справочное руководство ArchiCAD 13. Изд.: Graphisoft 2009. – 2054 с.
4. Титов С. ArchiCAD 13. Справочник с примерами / Сергей Титов. Изд: Фойлис, 2010. - 544 с.

УДК 691.32

## **ПОРЯДОК СТВОРЕННЯ СКІНЧЕННО- ЕЛЕМЕНТНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ СТАЛЕБЕТОННИХ СТІЙОК У ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ NASTRAN**

**М.О. Возвишаєв**, *ст. гр. БП15МЗ,*

**В.В. Дарієнко**, *доц., канд. техн. наук*

*Кіровоградський національний технічний університет*

**С.А. Гудзь**, *доц., канд. техн. наук*

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія  
Кондратюка*

Комп’ютерне моделювання за допомогою програмного комплексу NASTRAN призначене для чисельного дослідження на електронно-обчислювальних машинах напружено-деформованого стану (НДС), стійкості конструкцій в цілому і їх елементів та виявлення небезпечних місць концентрації напружень [1,2].

Створення скінченно-елементної моделі для визначення НДС віртуальних зразків та її аналіз у пружній стадії роботи виконувались в наступному порядку, що описаний на прикладі моделювання роботи позацентрово-стиснутого сталобетонного елемента комбінованого перерізу (сталевий двотавр із забетонованими боковими порожнинами).

1. Вибір системи координат. Призначення системи координат полягає у вказуванні положення точок у просторі або на площині. При створенні геометрії зразків була використана глобальна декартова прямокутна система координат – система, що використовується за умовчанням у програмі NASTRAN. Система складається із трьох взаємно перпендикулярних площин.

2. Створення геометрії моделі. Спочатку створювався плоский поперечний переріз зварного двотавру за допомогою прямих, що задавалися координатами вузлових точок. Об’ємна модель двотавра формувалася шляхом видовження утвореної завчасно плоскої граничної поверхні на необхідну висоту моделі. Зварні шви моделювалися як паралелепіпед із стороною основи 4 мм (висота катета зварного шва). Потім аналогічним чином задавалися опорні пластини. Після створення всіх сталевих частин досліджуваних зразків, виконувалося їх об’єднання для подальшої зручності роботи з окремими елементами конструкції (присвоєння властивостей, розбиття на скінченні елементи).

У сталобетонних зразках об’ємна модель бетону осердя створювалася шляхом видовження замкнутого плоского контуру, утвореного у бокових порожнинах зварного двотавру.

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

Під час моделювання конструкцій передбачалося, що вони будуть працювати у пружній стадії без утворення залишкових деформацій. З цих міркувань і підбиралась величина прикладеного навантаження. Тоді матеріали конструкції задавалися: сталь – як пружний, бетон – як пружно-пластичний, так як початок утворення мікротріщин у бетоні в сталобетонних стійках при досліджуваному співвідношенні площ сталі та бетону відбувається при менших навантаженнях, ніж текучість металу.

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 – 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.

6. Формування системи навантажень та задавання їх значень. Навантаження до зразків прикладалась як статичне рівномірно розподілене по прямій, що розташована із заданим ексцентриситетом по відношенню до головних осей поперечного перерізу конструкції. 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.

8. 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 – 25.

9. Аналіз отриманих результатів розрахунків та формування їх представлення для практичного використання.

Внаслідок проведення розрахунків МСЕ за допомогою ЕОМ були отримані графіки розподілу відносно головних осей деформацій і напружень та їх числові значення із вказуванням екстремумів. Для прикладу на рисунку 1 показані результати моделювання позацентрово-стиснутої сталобетонної колони.

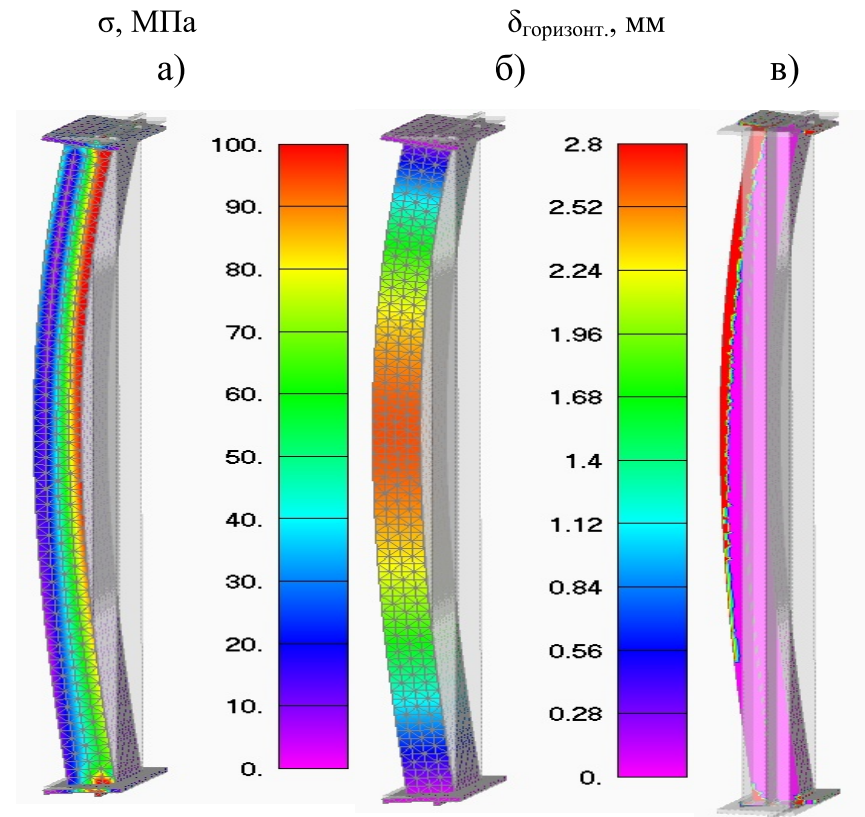


Рисунок 1 – Результати розрахунку сталобетонних зразків із симетричною схемою навантаженням: а) головні напруження; б) прогин зразка в площині мінімальної жорсткості; в) положення нульової лінії по висоті зразка

### Список літератури

1. Шимкович Д.Г. Расчет конструкций в MSC/NASTRAN for Windows. – М.: ДМК, 2003. – 448 с.
2. Яхин С.В. Изгибаемые несущие конструкции из стальных двутавров с полостями, заполненными бетоном : Дис. ... канд. техн. наук : 05.23.01 / Яхин Сергей Валерійович. – Полтава, 2002. – 151 с.

УДК 699.814

## **АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ANSYS ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РЕЗЕРВІВ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПРИ НАЯВНОСТІ ДЕФЕКТІВ ВНАСЛІДОК ДІЇ ПОЖЕЖІ**

**М.С. Войтенко**, *ст. гр. БП15М,*

**В.В. Дарієнко**, *доц., канд. техн. наук*

*Кіровоградський національний технічний університет*

На сучасному етапі в будівельному проектуванні відбувається перехід від основоположного критерію несучої здатності конструкцій до критерію безпеки будівельних об'єктів для людей і навколишнього середовища протягом усього терміну служби. Забезпечення безаварійної експлуатації існуючих будівель і споруд передбачає вміння прогнозувати їх поведінку при зміні умов експлуатації та в аварійних ситуаціях (силові та високотемпературні впливи) при частковій втраті несучої здатності, а для цього потрібні високопродуктивні обчислювальні комплекси.

У проектних організаціях будівельного профілю, як правило, використовуються сертифіковані програмні комплекси (ПК): LIRA, SCAD, MicroFe та інші, які, в основному, призначені для проектування нових будівель і споруд, а не для аналізу поведінки існуючих об'єктів з дефектами і тріщинами при зміні умов їх експлуатації.

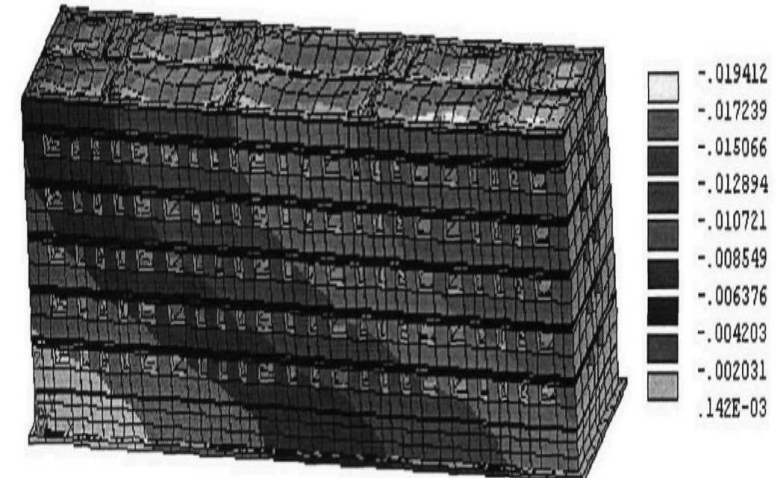


Рисунок 1 – Результат моделювання п'ятиповерхового житлового будинку в програмному комплексі ANSYS

Складність моделювання будівельних об'єктів для виконання якісного розрахунку і аналізу з метою визначення резервів несучої здатності при наявності дефектів внаслідок дії пожежі, або для виявлення ділянок конструкції, в яких можлива поява і розвиток тріщин, вимагає роботи з так званими «важкими» розрахунковими системами, прикладом яких є програмний комплекс ANSYS - один з найпотужніших сучасних інформаційних продуктів, що дозволяють виконувати повноцінний аналіз проектних розробок нових і реконструйованих внаслідок пожеж або зміни функціонального призначення будівель. ANSYS дозволяє проводити складні нелінійні розрахунки, враховувати всі особливості будівельних конструкцій, в тому числі, наявність і розвиток системи тріщин або зміни властивостей матеріалів внаслідок дії високих температур, взаємодія будівлі з ґрунтовим масивом, вплив часу і поетапна зміна зовнішніх навантажень. Це дає можливість у отримувати найбільш достовірні результати розрахунку при

проведенні обчислювальних експериментів, істотно скорочуючи терміни і фінансові втрати на виконання робіт.

Процес моделювання будівлі або споруди в інтерактивному режимі в розрахункових системах, в тому числі і в ANSYS [1,2] є досить трудомістким і складним, зважаючи на відсутність спеціалізованих інструментів і обмеженого набору примітивів і операцій, за допомогою яких можна формувати моделі будівель. Крім того, потрібно більше витрат часу і ресурсів для підготовки фахівця, який вміє працювати в ПК ANSYS.

Проблема зниження трудомісткості робіт при проведенні обчислювальних експериментів стає досить актуальною при розрахунках складних будівельних об'єктів. Це спонукає вдосконалювати обчислювальну технологію і шукати нові алгоритми розрахунку будівель і споруд. Визначенню шляхів вирішення цієї проблеми присвячена дана робота.

**Висновки.** На прикладі моделювання п'ятиповерхового житлового будинку в програмному комплексі ANSYS, встановлено можливість вирішення просторових завдань, які дозволяють виявити причини появи тріщин і дефектів в несучих конструкціях будівель і споруд при різних зовнішніх силових та високотемпературних впливах.

### Список літератури

1. Басов К.А. ANSYS в примерах и задачах. - М.: Компьютер Пресс, 2002. 224с.
2. Каплун А.Б., Морозов Е.М., Олферьева М.А. ANSYS в руках инженера. Практическое руководство. - М.: Едиториал УРСС, 2004. 272с.

УДК 624.014:624.042.2

## ВАГОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАЛЕВИХ КРОКВЯНИХ ФЕРМ

Горбівненко І.А., магістрантка

Пашинський В.А., д.т.н., професор

Кіровоградський національний технічний університет

Навантаження від власної сталевих несучих конструкцій при проектуванні покриттів зазвичай враховується за досвідом проектування аналогічних будівель або за результатами наближених попередніх розрахунків ферми, що проектується [1]. Перший спосіб є надто неточним, а другий вимагає виконання розрахунків, трудомісткість яких наближається до трудомісткості самого проектування.

В роботі [2] сформульовані завдання щодо розроблення простих залежностей ваги кроквяної ферми від її прольоту, кроку та навантаження на покрівлю, які можна використовувати при проектуванні. Такі залежності для ваги сталевих прогонів покрівлі були отримані в [3] за результатами експериментального проектування.

З метою охоплення широкого діапазону прольотів і кроків ферм, а також можливих значень снігового та постійного навантаження від ваги покрівель різних типів виконане експериментальне проектування ферм з паралельними поясами при таких значеннях змінних параметрів: 2 типи перерізу стержнів (парні кутники і таври та квадратні труби), 5 прольотів ферм (12, 18, 24, 30, 36 м), 5 значень сумарного погонного навантаження на ферму (5, 20, 35, 50, 65 кН/м). Повний перебір усіх можливих значень вказаних параметрів дає 25 варіантів ферм з парних кутників і таврів та 25 варіантів ферм з квадратних і прямокутних труб. Усі запроєктовані ферми мають висоту, пропорційну прольоту, а також трикутну

гратку з додатковими стійками, яка забезпечує типовий крок вузлів по верхньому поясу 3 м.

Для кожної із вказаних комбінацій розрахункових параметрів виконано визначення зусиль та підбір перерізів стержнів. Перерізи розтягнутих і стиснутих стержнів підбиралися згідно з вимогами чинних норм проектування [4] щодо міцності, стійкості та граничної гнучкості елементів ферм, а також з урахуванням мінімально допустимих перерізів. Підбір перерізів усіх стержнів для кожної з 50-ти розглянутих кроквяних ферм виконано в середовищі Microsoft Excel. Використаний розрахунковий бланк забезпечує автоматизацію таких операцій у відповідності з формулами ДБН [4]:

- визначення зусиль в стержнях за відомими одиничними зусиллями та вузловим навантаженням на ферму;
- визначення розрахункових довжин стержнів у площині та з площини ферми;
- визначення геометричних характеристик поперечного перерізу стержні за заданими номерами (маркуваннями) профілів з кутників, прокатних таврів і квадратних труб;
- перевірку міцності розтягнутих та стійкості стиснутих стержнів за формулами [4], результатом якої є коефіцієнти використання несучої здатності;
- визначення граничної гнучкості стиснутих стержнів.

За підібраними перерізами визначена теоретична маса кожної з розрахованих ферм з урахуванням довжини стержнів та погонних мас вибраних профілів.

Маса в'язей визначалася за їх типовою конструкцією. У результаті підбору перерізів розпірок з умови граничної гнучкості встановлено, що залежно від кроку ферм сумарна маса елементів в'язей з кутників, навантаження від якої сприймає одна проміжна ферма, змінюється від 130 кг до 930 кг, а з квадратних труб – від 90 кг до 470 кг. Отримані значення добавлені до теоретичної маси кожної з розрахованих ферм з урахуванням можливого кроку цих ферм.

Маса вузлових і допоміжних деталей при визначенні ваги кроквяних ферм наближено враховується за допомогою

конструктивного коефіцієнта, рівного відношенню фактичної маси ферми за специфікацією деталей з робочого креслення КМД, до теоретичної маси, підрахованої як сума мас усіх стержнів ферми (верхнього та нижнього поясу, розкосів і стійок) з урахуванням їх перерізу та теоретичної довжини (відстані між вузлами ферми). За результатами робочого проектування декількох ферм встановлено, що для ферм з парних кутників і таврів конструктивний коефіцієнт можна прийняти рівним 1,3, а для ферм з квадратних труб – 1,1.

Остаточні значення маси кожної з 50-ти запроєктованих кроквяних ферм обчислені шляхом додавання до теоретичної маси ферми маси в'язей та множення результату на відповідний конструктивний коефіцієнт. У вказаних вище межах зміни прольотів і навантажень на ферми маса ферм з кутників і таврів змінюється від 590 кг до 19920 кг, а ферм з квадратних труб – від 320 кг до 10570 кг. Залежності маси ферм з кутників і таврів від величини прольоту та погонного навантаження на ферму наведені на рисунку 1.

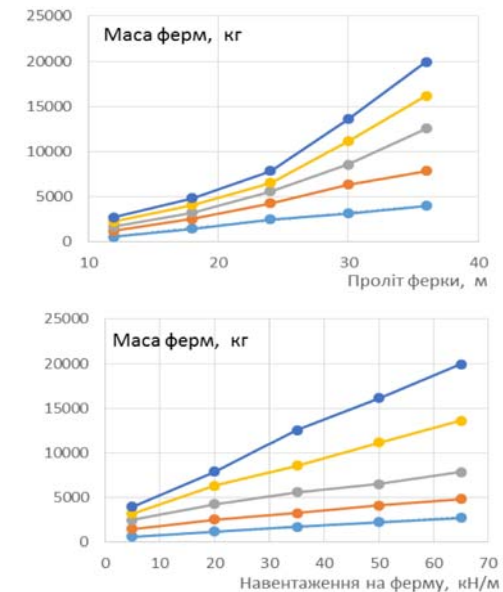


Рис 1 – Залежності маси ферм з кутників і таврів від прольоту та навантаження

З рисунка видно, що маса кроквяних ферм лінійно зростає при збільшенні погонного навантаження на них. Залежність маси ферм від прольоту має характер, близький до квадратної параболи. Для ферм з квадратних труб ці залежності мають аналогічний характер. Досить систематичний характер отриманих залежностей дає змогу описати їх аналітичними виразами, які дозволяють визначати навантаження від власної ваги кроквяних ферм з урахуванням їх прольоту та діючих навантажень.

### Список літератури

1. Металлические конструкции. Учебник для студентов высших учебных заведений / Ю.И. Кудишин, Е. И. Беленя, В.С. Игнатъева и др. ; под редакцией Ю.И. Кудишина. 10-е издание. – М.: Издательский центр "Академия", 2007. – 688 с.
2. Горбівненко І.В. Методика дослідження вагових характеристик кроквяних ферм // Збірник матеріалів Всеукраїнської Інтернет-конференції «Інформаційні технології та землеустрій в управлінні територіальним розвитком» (6 квітня 2016 р.). – Полтава: ПолтНТУ, 2016. – С. 347– 348. (електронне видання).
3. Горбівненко І.В. Металоємність сталевих прогонів покрівель / І.В. Горбівненко, В.А. Пашинський // Наука–виробництво – 2014. Збірник тез доповідей XLVIII наукової конференції студентів і магістрантів.– Кіровоград: КНТУ, 2014. – С. 136–139. (електронне видання).

УДК 004.92

## **НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ШВИДКОГО ТА ЕКОНОМІЧНОГО БУДІВНИЦТВА ЖИТЛА**

**М.В.Гриценко**, ст. гр. БІ-16-С,  
**І.О.Скриник**, доц., канд. техн. наук  
*Кіровоградський національний технічний університет*

Вступ. Все більше людей відмовляється від цегли при будівництві нового житла. Знаходять собі місце нові будівельні

матеріали і технології, які дозволяють будувати швидше і економніше.

**Мета роботи** – Розгляд сучасних матеріалів і технологій будівництва

**Об’єкт дослідження** – Технології з незнімною опалубкою, Технологія «Genesis».

**Предмет дослідження** – Вияснення насильки економічно доцільні нові технології

Методи досліджень – приклади будівництва за даними технологіями

**Технологія будівництва з незнімною опалубкою.** Дана технологія являється економічною і дуже сильно скорочує строки будівництва. Для того, щоб збудувати такий будинок площею 50м<sup>2</sup> потрібно 45 днів. Будинок будується з двох пластин пінополістиролу, які з’єднані між собою міцними перемичками, пустоти заливають бетоном, Блоки мають спеціальні замки складної форми, що дозволяють відмовитись від опор, але при цьому забезпечують герметичність з’єднань і блокується витікання бетону. На рис.1 ми можемо побачити загальний вигляд даних блоків. Як ми бачимо вони мають різноманітні форми що дозволяє нам приймати під час проектування самі різноманітні архітектурні рішення.

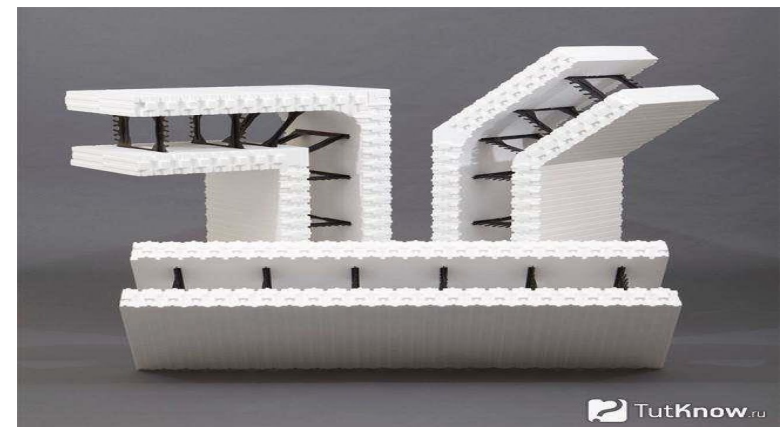


Рисунок 1 – Види блоків з пінополістиролу. 1)прямий 2) кутовина 90 3) кутовий на 45 градусів

В такому будинку на опалення потрібно втричі менше тепла чим на будинок з цегли. Конструкція дає найвищу звукоізоляцію, а гладка поверхня придатна для обробки будь яким матеріалом.

За технологією «Genesis» зведення будинку триває 10 днів ( при площі 50 м<sup>2</sup>). На оздоблення потрібно втричі довше часу, але за 40 днів можна заселятися.



Рисунок 2 – Монтаж каркасу будівлі за технологією «Genesis»

Починається такий будинок з міцного каркасу (оцинкованого металу), який виробляється в заводських умовах. Можна будувати до 4 поверхів. Фундаменти для такого будинку мілко заглиблений. Плюсом даної технології є низька втрата тепла, відсутність в необхідності в закладці глибокого фундаменту.

**Висновки.** Таким чином при використанні даних технологій будівництва скорочується термін самого будівництва, мінімальне використання матеріалів, і також

мінімальне використання важкої будівельної техніки і людської праці. З цього виходить що дані технології будуть економічно доцільними.

### Список літератури

1. . Строительные материалы XXI века [Электронные ресурсы] : науч. тех. Журн. / Электрон. журн. - Режим доступа: <<http://www.stroyamat21.ru/>>
2. . Технологии монолитного строительства [Электронный ресурс] : науч. журн. / Электрон. журн. - Режим доступа: <[http://monolithome.ru/monolitnoe\\_stroitelstvo](http://monolithome.ru/monolitnoe_stroitelstvo)>
3. Инженерно-строительный журнал [Электронный ресурс]: науч. прикладное изд. / Электрон. журн. - Режим доступа: <<http://www.engstroy.spb.ru/>>Столяровский С. ArchiCAD 12. Учебный курс / Сергей

УДК 699.86

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОЛОЖЕННЯ ВІКОН З ПВХ В ТОВЩІ СТІН НА ТЕПЛОВТРАТИ ІСНЮЮЧИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ВТОРИННОГО РИНКУ НЕРУХОМОСТІ В М. КІРОВОГРАД**

**О.С. Тукало, магістр гр. БП 15-МЗ**

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

*Кіровоградський національний технічний університет*

Україна щорічно споживає близько 210 млн. умовних т паливно-енергетичних ресурсів. Будівельна галузь відноситься до найбільш енергоємних областей національної економіки, оскільки більше 30% усіх споживаних паливно-енергетичних ресурсів (близько 63 млн. т умовного палива) витрачається на утримання зводимих і існуючих будівель [1].

Біля 95% житла в багатоквартирних будинках м. Кіровограда – це квартири в типових (серійних) будинках [2, 3].

Серійними вважаються будівлі, що побудовані по одному типовому проекту і мають подібні технічні характеристики, інженерні комунікації, планування квартир і зовнішній вигляд. Серійними є не тільки всі панельні і блочні будинки, а також і цегляні побудовані в 1960-х-2000-х рр в м. Кіровоград.

Одним з основних недоліків існуючих серійних житлових будівель є недостатня теплоізоляція [4, 5].

Аналіз структури загальних тепловтрат в житлових і цивільних будівлях показує, що через віконні прорізи втрачається до 60%-70% тепла. При цьому значна його частина йде через місця примикання вікон до стін і через відкоси [6, 7].

З метою підвищення рівня теплоізоляції і комфортності існуючих житлових будівель в 1990 роках почалося масове застосування вікон з ПВХ замість традиційних дерев’яних, що є величезним резервом для економії енерго- та природних ресурсів.

Впровадження в практику будівництва одноствулкових вікон з вузькою коробкою з ПВХ спричинило ряд помилок при проектуванні зовнішніх стін будівель, а також при монтажі в них цих світлопроникних конструкцій, що полягають в неврахуванні при теплотехнічних розрахунках і розробці проектів особливостей розташування вікон в прорізах стін.

Термічний опір стіни в 3...4 рази більше термічного опору вікна, яке в даному випадку є так званим "тепловим мостом", тобто ділянкою, що характеризується підвищеними тепловтратами, обумовленими геометрією елементів, відмінністю матеріалів елементів і, як правило, пониженням температури поверхні в приміщенні.

Такими чином, в місцях улаштування світлових отворів відбувається ослаблення загального термічного опору зовнішньої оболонки будівлі, при цьому в місцях сполучення вікна із стіною формуються характерні температурні поля.

На лінійній ділянці зовнішньої стіни, геометрично незмінної, ізотерми (ізотерма – лінія, що сполучає крапки з однаковою температурою) розташовані паралельно поверхні, а тепловий потік направлений перпендикулярно ізотермам зсередини приміщення назовні. Залежно від матеріалу в конструкції стіни змінюється хід ізотерм, що показують температуру в товщі стіни. При наближенні до вікна паралельні ізотерми згинаються у бік зовнішньої поверхні і переходять в плоскість монтажного шва и рами (рис. 1).

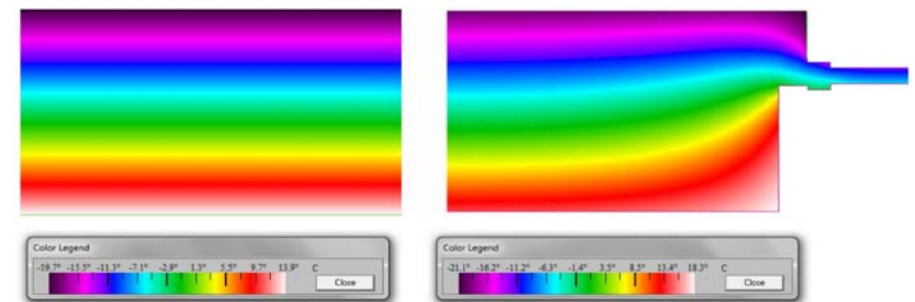
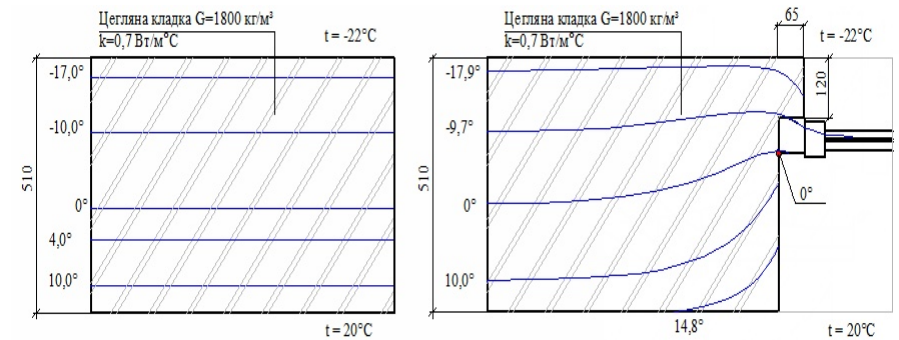


Рисунок 1 – Температурні поля в одношаровій суцільній цегляній стіні і в вузлі примикання вікна до стіни.

Таким чином, за допомогою розрахунку ізотерм можна визначити розподіл температур в будь-якому вузлі сполучення і проаналізувати можливі проблеми.

Найважливішою ізотермою, що дозволяє виконати оцінку вузла з'єднання будівельних конструкцій, є ізотерма  $10^{\circ}\text{C}$ . Для запобігання утворенню конденсату на поверхні відкосу і вікна усередині приміщення при нормативних значеннях режиму температурної вологості, ця ізотерма повинна проходити усередині конструкції. Відомо, що при температурі  $20^{\circ}\text{C}$  і відносній вологості повітря 50%, температура точки роси складає  $9,3^{\circ}\text{C}$ . Якщо повітря з температурою  $20^{\circ}\text{C}$  і вологістю 50% охолоджується до  $9,3^{\circ}\text{C}$ , то його відносна вологість збільшується до 100%, тобто повітря з температурою  $9,3^{\circ}\text{C}$  насичене водою до межі. Якщо поверхня вікна (стіни) охолоджується далі, а також, і повітря, що граничить з ними, то почнеться утворення конденсату на вікні (стіні), оскільки повітря більше не в змозі утримувати воду.

Для м. Кіровоград товщина зовнішніх цегляних стін існуючих серійних житлових будинків складає дві з половиною цеглини, або 510 мм.

Тому для визначення місця установки вікна в площині стіни потрібно дослідити розподілення температур в товщі стіни і в вузлі примикання вікна до стіни. Дослідження виконуються за допомогою програмного комплексу THERM.

Граничні кліматичні умови прийняті згідно [8] для міста Кіровоград і вони складають: температура довкілля  $-22^{\circ}\text{C}$  (розрахункова температура зовнішнього повітря); температура в приміщенні  $+20^{\circ}\text{C}$  [9]; відносна вологість повітря 50%.

Відзначимо, що частина відкосу і коробки вікна опиняється в зоні точки роси, що у свою чергу приводить до випадання в цьому місці рясного конденсату по всьому периметру вікна (рис. 2).

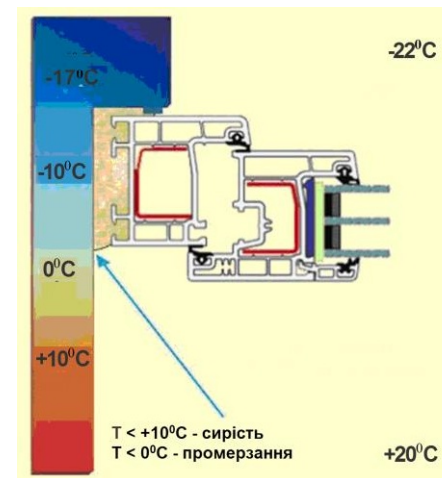


Рисунок 2 – Розподілення температур по товщині стіни.

На це одночасно впливають два негативні чинники. З одного боку, різко падає безпосередньо термічний опір огорожуючої конструкції, з іншої - з'являються додаткові втрати тепла через відкос, обумовлену відмінністю геометрію стіни і вікна. Фактично стіна в зоні монтажного шва зменшується в товщині, опір теплопередачі падає, і відбувається локальне промерзання відкосу.

Вирішення цієї проблеми можливо шляхом зміщення вікна в зону позитивних температур за рахунок вживання широкої коробки або вкладиша утеплювача. Таким чином, опір теплопередачі стіни в області відкосу буде достатнім для того, щоб утворення конденсату стало неможливим.

Для визначення місця положення вікна в товщі зовнішньої стіни потрібно виконати дослідження температурних полів при зміщенні вікна в площині суцільної цегляної стіни.

Кліматичні умови прийняті для міста Кіровоград, товщина стіни складає 510 мм, крок зміщення вікна 50 мм (рис. 3).

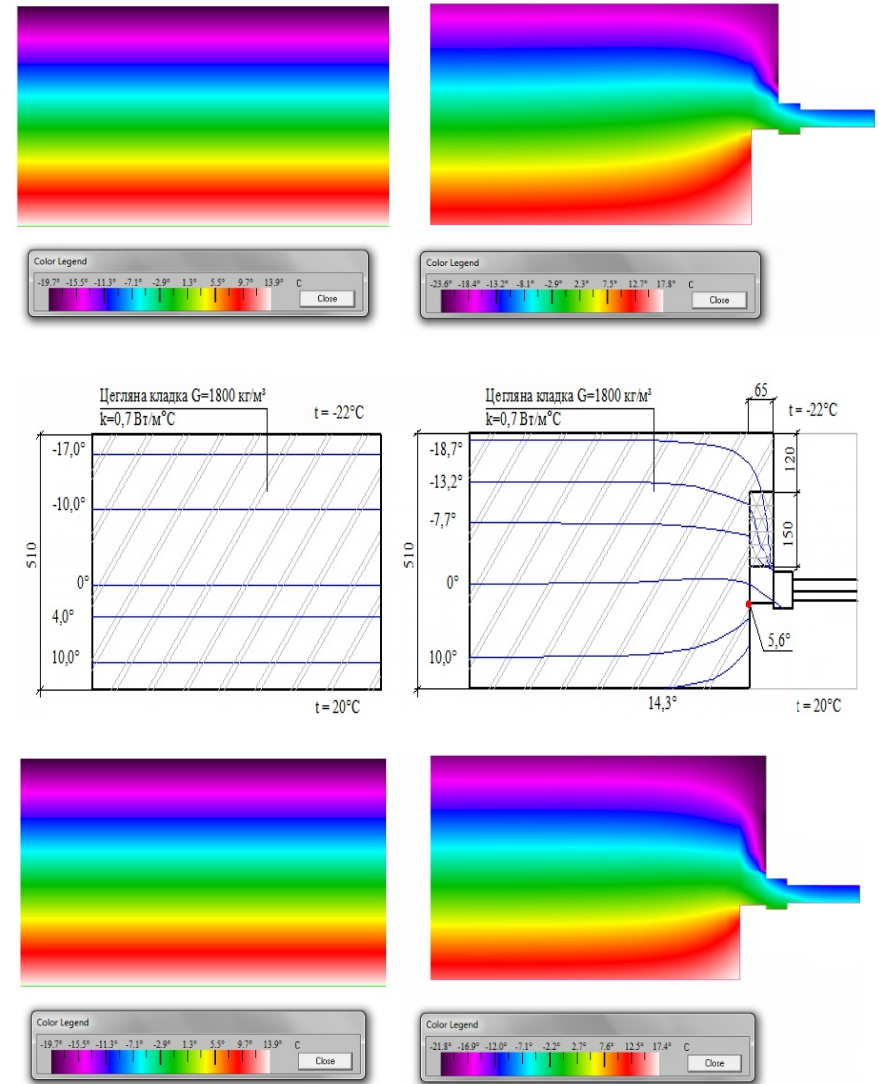
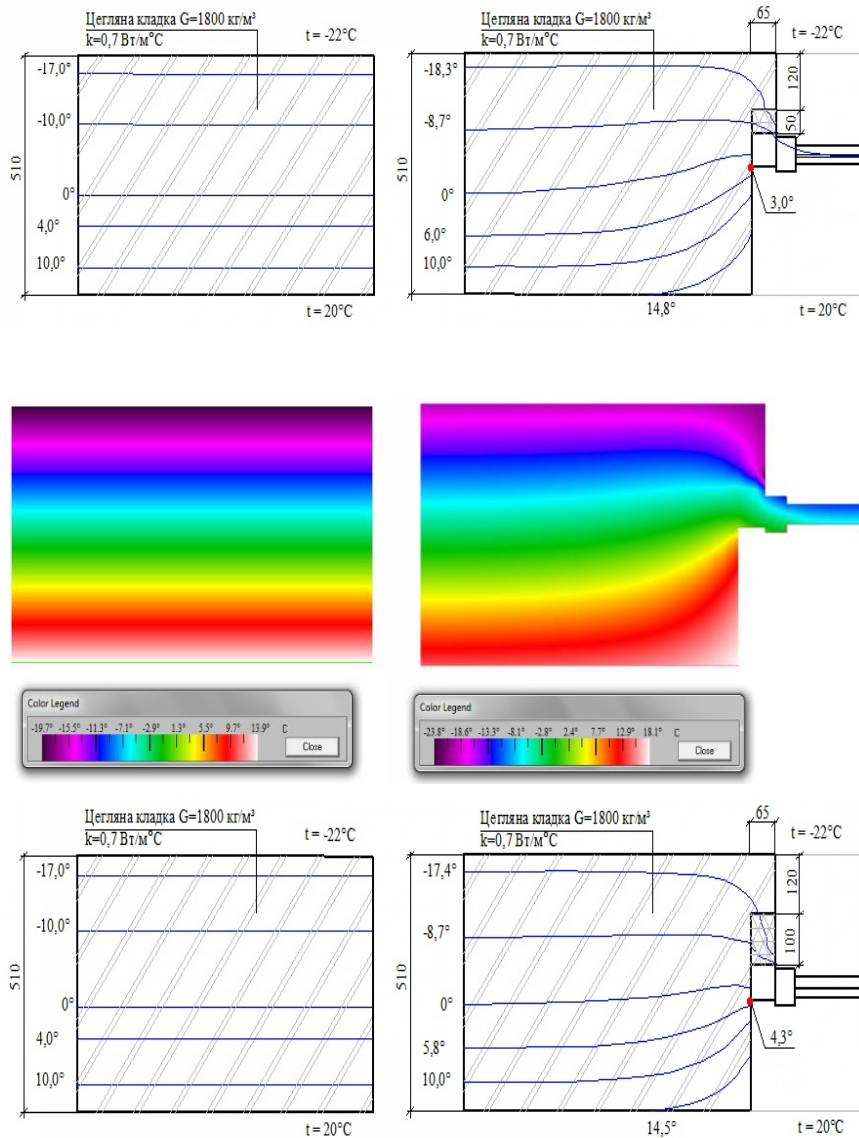


Рисунок 3 – Температурні поля в зовнішній стіні з повнотілої керамічної цегли, на суцільній ділянці стіни, та у вузлі примикання вікна.

Аналіз результатів показав, що в суцільній цегляній стіні зміщуючи вікно в зону додатних температур, оптимальною площиною установки вікна є середина, або внутрішня частина

відкосу. Таке розташування гарантує нездатність створення конденсату і таким чином тепловтрати через поверхню відкосу будуть мінімальні, що в свою чергу підвищить енергоефективність існуючих житлових будівель.

### Список літератури

1. Гертис К. Здания XXI века – здания с нулевым потреблением энергии / Гертис К. // Энергосбережение. – 2007. – №3. – С. 34-36.
2. Недвижимость Кировограда [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.biz.kr.ua/articles/kirovohradproperty.html>.
3. Серии домов Украины [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://tipdoma.com/serii-domov-ukraina>.
4. Коралз – строительный сайт [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://coralz.ru/planirovki-pyatietazhnyh-panelnyh-domov-nachalavosmidesyatyh-godov-informaciya-o-seriyah-domov>.
5. Строитель [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://stroitel.livejournal.com/896481.html>.
6. Беляев В.С. Пути повышения энергоэффективности окон и улучшения воздушного режима помещений // Стройресурс. – 2003. – №5. – С. 25
7. 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
8. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія: ДСТУ-НБ В.1.1 – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011. – 131 с. (Національний стандарт України).
9. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6.-31:2006 – К.: Мінбуд України, 2006. – 40 с. (Державні будівельні норми України).

УДК 699.86

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЩІЛЬНОСТІ БЕТОНУ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ЗОВНІШНІХ СТІН СУЧАСНИХ КАРКАСНО-МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ**

**А.І. Чічірко, магістр гр. БП 15-М**  
**С.О. Джирма, доц., канд. техн. наук**

*Кіровоградський національний технічний університет*

Сучасні технології монолітного будівництва дозволяють зводити будинки будь-якої складності і конфігурації, виконувати вільне внутрішнє планування, а економічне транспортування, висока екологічність виробництва, відсутність необхідності в заводах залізобетонних виробів – все це робить даний тип будівництва найбільш сучасним та перспективним [1].

Монолітне будівництво житлових будинків і споруд багато років застосовується країнами Європи, в Канаді і США, а в останні роки ефективно застосовується в Україні, Росії і країнах СНД [2].

На сьогоднішній день енерго- і ресурсозбереження є головним напрямом сучасної технічної політики в області будівництва. В Україні за один опалювальний період на 1 млн. м<sup>2</sup> житлової площі витрачається 55 тисяч тон природного палива, що в два рази більше, ніж у Європі. Це пов'язано, в першу чергу, з тим, що втрати тепла в навколишнє середовище в різних будівлях, спричинені низькими теплозахисними властивостями огорожувальних конструкцій і складають 20-60% [3].

Від теплофізичних властивостей огорожувальних конструкцій залежить кількість теплоти, що витрачається будинком у холодну пору року. Найбільша площа припадає на

зовнішні огорожувальні конструкції. Тому їх теплозахисні якості багато в чому визначають умови внутрішнього мікроклімату приміщення. Чим вище опір теплопередачі, тим менший потік тепла через неї проходить і тим менше тепловтрати.

Віконні прорізи в загальній площі зовнішніх огорожень становлять значно менший відсоток у порівнянні зі стінами. Однак вони мають гіршу теплозахист: опір теплопередачі віконного блоку з подвійним застеленням в 2-3 рази менше, ніж у зовнішніх стін. Тому через вікна втрачається значна кількість теплоти - 20-30% всіх тепловтрат будинку. Для підтримки в приміщенні сприятливого мікроклімату, зменшення витрати палива і зниження тепловтрат необхідно особливу увагу звернути на примикання вікна до стіни [4].

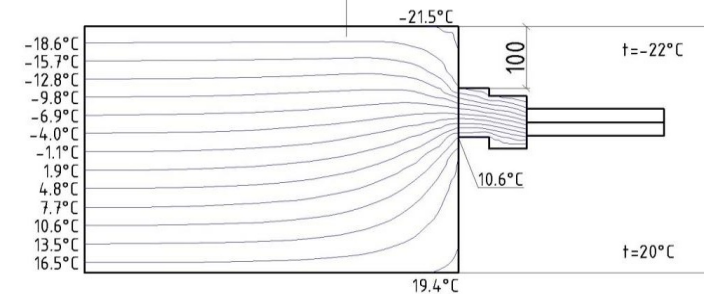
Керамзитобетон (один з найбільш поширених видів легкого бетону) в якості матеріалу зовнішніх стін житлових будинків застосовується ще з радянських часів. Із керамзитобетону виготовлялись стінові блоки і панелі більшості серійних будинків 1960-х-2000-х років [5].

В даний час керамзитобетон і вироби з нього застосовуються незаслужено мало, не більше 10-15% усього обсягу житлового будівництва, тоді як за кордоном ця цифра доходить до 40% [6].

В якості монолітних зовнішніх стін використовують важкий бетон, тому цікаво дослідити керамзитобетон в якості зовнішніх монолітних стін, і пілонів каркасно-монолітних житлових будівель. Дослідження виконуються за допомогою програмного комплексу THERM, яка дозволяє дослідити розподілення температур в товщі стіни і в вузлі примикання вікна до стіни.

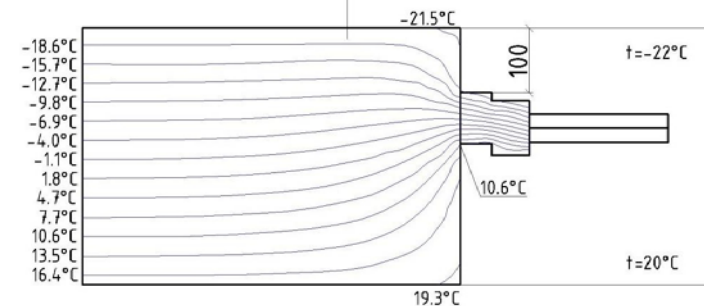
Кліматичні умови прийняті для міста Кіровоград: температура довкілля  $-22^{\circ}\text{C}$  (розрахункова температура зовнішнього повітря) [7]; температура в приміщенні  $+20^{\circ}\text{C}$  [8]; відносна вологість повітря 50%, товщина монолітної стіни з керамзитобетону складає 510 мм, щільність керамзитобетону приймається відповідно до таблиці [8].

Керамзитобетон  $G=500\text{кг/м}^3$   
 $k=0.17\text{ Вт/М}^{\circ}\text{C}$



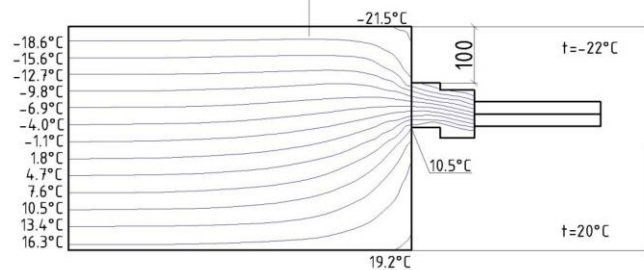
а) керамзитобетон щільністю  $500\text{ кг/м}^3$

Керамзитобетон  $G=600\text{кг/м}^3$   
 $k=0.20\text{ Вт/М}^{\circ}\text{C}$



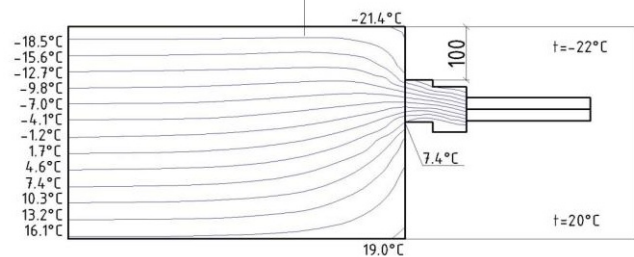
б) керамзитобетон щільністю  $600\text{ кг/м}^3$

Керамзитобетон  $G=800\text{кг/м}^3$   
 $k=0.24\text{ Вт/М}^\circ\text{С}$



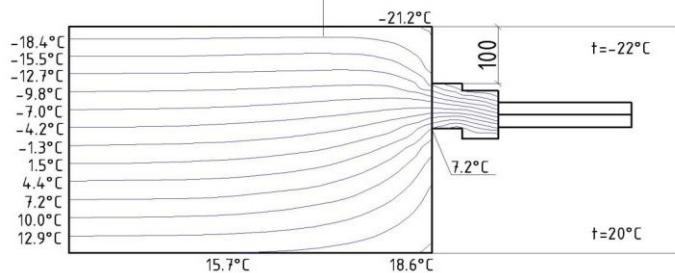
в) керамзитобетон щільністю  $800\text{ кг/м}^3$

Керамзитобетон  $G=1000\text{кг/м}^3$   
 $k=0.33\text{ Вт/М}^\circ\text{С}$



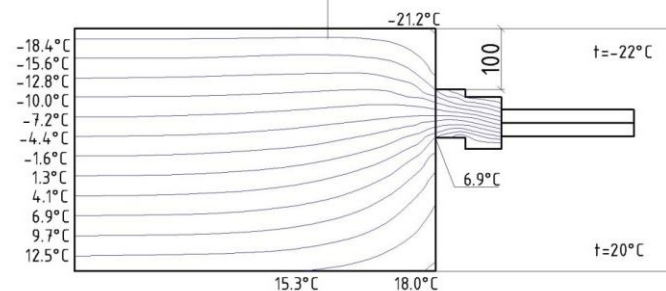
г) керамзитобетон щільністю  $1000\text{ кг/м}^3$

Керамзитобетон  $G=1200\text{кг/м}^3$   
 $k=0.44\text{ Вт/М}^\circ\text{С}$



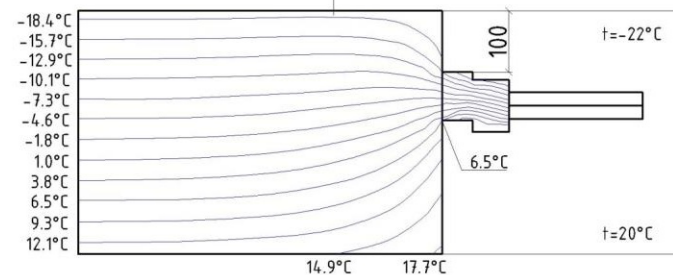
д) керамзитобетон щільністю  $1200\text{ кг/м}^3$

Керамзитобетон  $G=1400\text{кг/м}^3$   
 $k=0.56\text{ Вт/М}^\circ\text{С}$



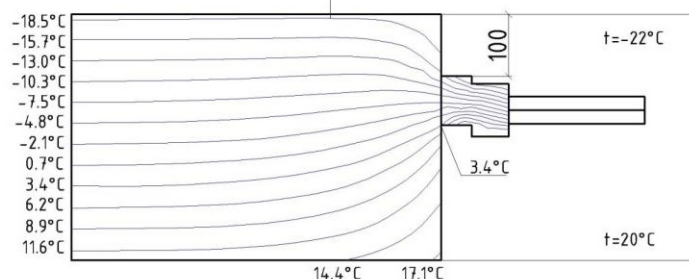
е) керамзитобетон щільністю  $1400\text{ кг/м}^3$

Керамзитобетон  $G=1600\text{кг/м}^3$   
 $k=0.67\text{ Вт/М}^\circ\text{С}$



ж) керамзитобетон щільністю  $1600\text{ кг/м}^3$

Керамзитобетон  $G=1800 \text{ кг/м}^3$   
 $k=0.80 \text{ Вт/М}^\circ\text{С}$



з) керамзитобетон щільністю  $1800 \text{ кг/м}^3$

Рисунок 1 – Температурні поля в монолітній стіні і в вузлі примикання вікна до стіни.

Найважливішою ізотермою, що дозволяє виконати оцінку вузла з'єднання будівельних конструкцій, є ізотерма  $10^\circ\text{С}$ . Для запобігання утворенню конденсату на поверхні відкосу і вікна усередині приміщення при нормативних значеннях режиму температурної вологості, ця ізотерма повинна проходити усередині конструкції.

Проведений аналіз температурних полів (рис. 1) показує, що при застосуванні керамзитобетону щільністю 500, 600,  $800 \text{ кг/м}^3$  вікно знаходиться в зоні додатних температур і ізотерма  $10^\circ\text{С}$  знаходиться в конструкції стіни, що виключає утворення конденсату і промерзання. Також наочно видно, що теплотехнічні властивості керамзитобетонної монолітної стіни підвищуються зі зменшенням щільності. Результати досліджень зведені в таблицю 1.

Керамзитобетони зі щільністю 500,  $600 \text{ кг/м}^3$  за призначенням відносяться до теплоізоляційних і застосовують в основному в якості теплоізоляційного матеріалу в не несучих огорожувальних конструкціях будівель, так як має низьку міцність при стисканні від 5 до  $25 \text{ кг/см}^2$  [6].

Керамзитобетони зі щільністю  $800 \text{ кг/м}^3$  за призначенням відносяться до конструктивно-теплоізоляційних і

застосовують в основному для одношарових стінових панелей, стінових блоків тощо, так як мають міцність при стисканні  $35\text{--}100 \text{ кг/см}^2$  [6].

Згідно виконаних досліджень рекомендовано оптимально приймати з умов гарної теплоізоляції і несучої здатності для зовнішніх стін монолітних житлових будівель керамзитобетон щільністю  $800 \text{ кг/м}^3$ .

Таблиця 1 – Результати досліджень

Назва матеріалу	Характеристика в сухому стані		Температура у внутрішньому куті примикання вікна до стіни $t, ^\circ\text{С}$	Класифікація за призначенням
	щільність $\rho_0, \text{ кг/м}^3$	теплопровідність $\lambda_0, \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$		
Керамзитобетон	500	0,14	10,6	теплоізоляційний
	600	0,16	10,6	теплоізоляційний
	800	0,21	10,5	конструктивно-теплоізоляційний
	1000	0,27	7,4	конструктивно-теплоізоляційний
	1200	0,36	7,2	конструктивно-теплоізоляційний
	1400	0,47	6,9	конструктивний
	1600	0,58	6,5	конструктивний
	1800	0,66	3,4	конструктивний

### Список літератури

1. Джирма С.А., Плотников О.А. Технология строительства монолитных домов с использованием несъемной опалубки системы "ТСТ-Дом" // Наукові записки. – Вип. 15. – Кіровоград: КНТУ, 2014. – С. 216-223.
2. Квятковская Д.Н., Джирма С.А. Монолитное строительство – одна из наиболее перспективных технологий возведения зданий и сооружений // Збірник тез доповідей студентів і магістрантів на XLVII науковій конференції 18 квітня 2013 року. Кіровоград: КНТУ, 2013. – С. 51-52.

3. Керш В.Я. Энергоефективні матеріали для огорожувальних конструкцій будівель та споруд /В.Я.Керш // Навч. пос. – Одеса: Астропринт, 2007. – 31 с.
4. Тепловтрати через різні види зовнішніх огорожень [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://bibliograph.com.ua/spravochnik-113-uteplenie/3.htm>
5. Серии домов Украины [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://tipdoma.com/serii-domov-ukraina>.
6. Керамзитобетон – один з наповнювач при виробництві [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://ukrarticles.pp.ua/stroitelstvo/3619-keramzitobeton-odin-iz-napolnitelej-pri-proizvodstve-blokov.html>
7. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія: ДСТУ-НБ В.1.1 – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011. – 131 с. (Національний стандарт України).
8. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6.-31:2006 – К.: Мінбуд України, 2006. – 40 с. (Державні будівельні норми України).

УДК 699.86

## **ОБЧИСЛЮВАЛЬНА МЕТОДИКА ВИБОРУ ДОЦІЛЬНОГО ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ОГОРОЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ**

**Є.В. Звсков, В.М. Літвіненко, магістранти**

**В.А. Пашинський, проф., д-р техн. наук**

*Кіровоградський національний технічний університет*

Забезпечення енергоефективності будівель є однією з найважливіших проблем сучасного будівництва. Гострота цієї проблеми в умовах дефіциту та зростання вартості енергоносіїв спонукає до поліпшення теплових характеристик огорожувальних конструкцій. Чинні норми проектування теплової ізоляції будівель [1] встановлюють мінімально допустимі значення опору теплопередачі стін цивільних

будівель для першої температурної зони (більшість території України)  $R_{q \min}=3,3 \text{ м}^2 \times \text{К/Вт}$  і для другої температурної зони (5 південних регіонів України)  $R_{q \min}=2,8 \text{ м}^2 \times \text{К/Вт}$ . Для будівель, що підлягають термомодернізації, ці вимоги знижуються на 20%, що дає  $R_{q \min}=2,64 \text{ м}^2 \times \text{К/Вт}$  для першої та  $R_{q \min}=2,24 \text{ м}^2 \times \text{К/Вт}$  для другої температурної зони.

Коректність встановлених [1] вимог до опору теплопередачі та доцільність їх подальшого підвищення проаналізована в даній роботі за величиною приведених витрат, які враховують вартість огорожувальної конструкції та видатки на опалення. Розглядаються поширені конструкції стін багатоповерхових цивільних будівель [2, 3], які складаються з таких шарів: внутрішня штукатурка вапняно-піщаним розчином товщиною 20 мм, цегляна кладка з пустотілої цегли на цементному розчині товщиною 510 мм, утеплювач з екструдованого пінополістиролу з середньою густиною  $30 \text{ кг/м}^3$  і розрахунковим значенням коефіцієнта теплопровідності  $\lambda=0,037 \text{ Вт/(м} \times \text{К)}$ , зовнішній опоряджувальний шар на основі цементного розчину товщиною 10 мм. У подальших розрахунках коефіцієнти теплопровідності усіх матеріалів прийняті за ДБН [1] для експлуатації умов А. Товщина пінополістирольного утеплювача, визначена розрахунком за заданим опором теплопередачі стіни в досить широких межах  $2 \leq R_0 \leq 6 \text{ м}^2 \times \text{К/Вт}$ , змінювалася від 30 мм до 180 мм.

Втрати тепла через огорожувальну конструкцію з відомим опором теплопередачі  $R_0$  при стаціонарному тепловому режимі можуть бути визначені на основі загальної формули будівельної теплотехніки [1, 4]:

$$Q = \frac{\tau_B - \tau_3}{R_0} \times F \times t, \quad (1)$$

де  $\tau_B$  і  $\tau_3$  – температури внутрішнього і зовнішнього повітря;

$F$  – площа ділянки огороження, що розглядається;

$t$  – час, протягом якого відбувається теплопередача.

У подальших розрахунках площа ділянки огорожувальної конструкції приймається рівною  $1 \text{ м}^2$ .

Температуру внутрішнього повітря в житловому приміщенні можна вважати постійною в часі  $\tau_B = +20^\circ\text{C}$ . Час  $t$ , протягом якого відбувається теплопередача через стіни, дорівнює тривалості опалювального періоду, тому сезонні, добові та випадкові міждобові зміни температури зовнішнього повітря адекватно враховуються величиною кількості градусо-днів опалювального періоду  $G_{оп}$ , яка визначена за даними стандарту [5].

Підстановка цих даних до (1) дає формулу для визначення витрат тепла (у гікакалоріях) через один квадратний метр стіни з відомим опором теплопередачі  $R_0$  ( $\text{m}^2 \times \text{C}$ )/Вт протягом опалювального періоду:

$$Q = 0,0000206 \frac{G_{оп}}{R_0} . \quad (2)$$

Річні приведені витрати дорівнюють сумі річних поточних витрат (собівартості опалення) і капітальних вкладень, приведених до річного виміру за допомогою нормативу порівняльної ефективності:

$$П = Q \times C_T + \frac{C_H}{T_H} + \frac{C_Y}{T_Y} , \quad (3)$$

де  $C_T$  – ціна теплової енергії (вартість однієї гікакалорії тепла);

$C_H$  і  $C_Y$  – вартості несучої (цегляна кладка та внутрішня штукатурка) та утеплюючої (теплоізоляційний шар і зовнішнє опорядження) частин стіни;

$T_H$  і  $T_Y$  – встановлені терміни експлуатації несучої та утеплюючої частин стіни.

Річні приведені витрати (3) обчислені з урахуванням встановленого терміну експлуатації цивільних будівель  $T_H = 100$  років та строку служби ефективного утеплювача, який згідно з вимогами норм [1] повинен бути не меншим за  $T_Y = 25$  років. Вартості одного квадратного метра несучої  $C_H$  та утеплюючої  $C_Y$  частин стіни визначалися за кошторисним розрахунком з урахуванням вартості будівельних матеріалів та будівельно-монтажних робіт.

Теплотехнічні розрахунки виконані для міста Кіровоград, яке знаходиться в першій температурній зоні за картою районування [1]. За [5] встановлено, що в м. Кіровоград наявно  $G_{оп} = 3597$  градусо-днів опалювального періоду. Проаналізовано три варіанти ціни теплової енергії:

- ціна, встановлена постановою Уряду в 2014 році [6], яка для м. Кіровоград дорівнює 367 грн/Гкал;
- ціна 670 грн/Гкал, встановлена постановою Уряду в 2015 році [7];
- гіпотетична перспективна ціна в розмірі 1000 грн/Гкал.

Результати розрахунків наведені на рисунку 1 у вигляді залежностей приведених витрат від опору теплопередачі стіни, що відповідають трьом вказаним вище рівням цін на теплову енергію. Ці залежності дозволяють встановити оптимальне значення опору теплопередачі за критерієм мінімуму приведених витрат.

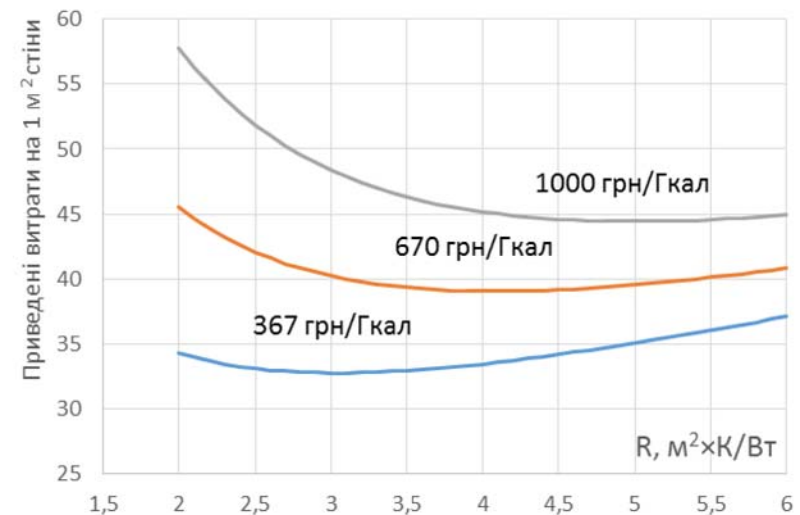


Рис. 1 – Приведені витрати на 1 м² стіни при різних опорах теплопередачі та цінах на теплову енергію

При цінах 2013 року (нижня крива) найменші значення приведених витрат реалізуються при опорі теплопередачі

$R_0 = 3,0 \text{ (м}^2 \times \text{C)/Вт}$ . Це оптимальне значення опору теплопередачі близьке до нормативних вимог [1], які діяли до літа 2013 року.

Введення у 2015 році нової ціни на теплову енергію, рівної 670 грн/Гкал, підвищило оптимальне значення опору теплопередачі до  $R_0 = 3,7 \text{ (м}^2 \times \text{C)/Вт}$ . Це значення дещо більше від згаданих вище сучасних вимог до мінімально необхідного опору теплопередачі стін житлових і громадських будівель, який в ДБН [1] встановлено рівним  $R_0 = 3,3 \text{ (м}^2 \times \text{C)/Вт}$ .

При підвищенні ціни на теплову енергію до встановленого у 2016 році значення 1000 грн/Гкал при умові збереження сучасного рівня цін на будівельні матеріали опір теплопередачі стін необхідно збільшувати до  $R_0 = 5,0 \text{ (м}^2 \times \text{C)/Вт}$ , тобто встановлювати його в 1,5 раз більшим від вимог ДБН [1]. У випадку зростання цін на будівельні матеріали оптимальне значення опору теплопередачі повинно бути дещо меншим, ніж прогнозоване виконаними розрахунками, але необхідність підвищення вимог до огорожувальних конструкцій залишається очевидною.

Не дивлячись на певну умовність розглянутого модельного прикладу, виконаний аналіз вказує на явно виражену тенденцію до подальшого підвищення мінімально необхідного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій цивільних будівель в умовах зростання вартості енергоносіїв. Виконання аналогічних розрахунків за розробленою методикою для кліматичних умов інших міст України дозволить встановити економічно доцільні (оптимальні) значення опору теплопередачі стін для різних регіонів та узагальнити їх в межах двох температурних зон, встановлених чинними ДБН В.2.6-31:2006. При цьому слід також урахувати можливість подальшого зростання вартості теплової енергії, а також вартості будівельних матеріалів, що використовуються для зведення стін.

Запропонована методика використовується також для вибору оптимального опору теплопередачі покриттів та перекрить над неопалюваними підвалами та відкритими

проїздами. Відмінності від стін полягають в інших значеннях мінімально необхідного опору теплопередачі, встановлених ДБН [1] (до  $5,35 \text{ м}^2 \times \text{K/Вт}$ ), інших теплоізоляційних матеріалах (наприклад – мінеральна вата), а також в іншій конструкції та технології виконання теплоізоляційних робіт, що у свою чергу вплине на вартість огорожувальних конструкцій.

### Список літератури

1. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. (зі зміною № 1 від 2013 року). – К., 2006. – 66 с.
2. ДСТУ Б В.2.6-36:2008. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови. – К., 2009. – 35 с.
3. Тришарові стіни з теплоізоляцією. Зовнішні стіни [Електронний ресурс] Режим доступу: [http://a-bud.com.ua/ua/produkcija/izoljacija\\_tehnonikol/zovnishni\\_stini1.html](http://a-bud.com.ua/ua/produkcija/izoljacija_tehnonikol/zovnishni_stini1.html)
4. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. Изд. 4-е, переработанное и дополненное. – М.: Стройиздат, 1973. – 287 с.
5. ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – К., 2010. – 101 с.
6. Газета органів центральної влади Урядовий кур’єр. Випуски № 65, 75,72 від 9,18,24 квітня 2014 року.
7. Постанова від 31.03.2015 № 1171 «Про встановлення тарифів на послуги з централізованого опалення та послуги з централізованого постачання гарячої води, що надаються населенню суб’єктами господарювання, які є виконавцями цих послуг».

УДК 625.72

## **ПРОГРАМНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОЕКТУВАННІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ**

**Матвєєва А.С., студентка 3-го курсу  
А.М. Карюк, доцент, канд. техн. наук**

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія  
Кондратюка*

Особливістю дорожньої галузі є те, що її основні споруди – це складні інженерні лінійно-протяжні об’єкти яскраво вираженої географічної природи. Через те основна технічна документація на автомобільні дороги повинна відображатися графічно на картографічній основі або у вигляді умовних схем і креслень [1]. З-поміж множини різних видів програмних технологій, що передбачають використання графічної інформації, в дорожній галузі найбільш вживані програмні технології ГІС та САПР. Крім того, для роботи з атрибутивною інформацією використовуються технології баз даних (БД). На різних етапах будівництва та експлуатації доріг застосовуються й інші інформаційні системи, однак найчастіше – у поєднанні [2].

*Географічна інформаційна система (ГІС)* - це система, призначена для: збирання, зберігання, оброблення, відображення та поширення даних, а також одержання на їх основі нової інформації та знань про просторово-координовані об’єкти і явища. Географічні інформаційні технології існують вже близько 40-ка років. Однак застосування їх користувачами зводилося переважно до створення карт. Але ж ГІС "уміють" набагато більше. Використання їхніх аналітичних можливостей допоможе оптимізувати розташування певних об’єктів з одночасним виявленням зв’язків між ними. При використанні ГІС у питаннях просторового аналізу вдається одержувати точну та

актуальну інформацію, а також створювати нові, раніше недоступні дані. А володіння актуальною і новою інформацією допомагає обґрунтувати вибір місцеположення об’єкта, знайти краще рішення, завчасно передбачити і підготуватися до певних подій та умов.

*Системи автоматизованого проектування (САПР)* - це організаційно-технічні системи, які складаються із комплексу засобів автоматизації проектування і входять до структури підрозділів проектної організації, що здійснюють автоматизоване проектування. Наразі САПР широко застосовуються на всіх етапах проектування, починаючи зі збирання й камерального оброблення геодезичної інформації та завершуючи підготовкою креслень та кошторисних розрахунків. Вибір тієї чи іншої системи на кожному з етапів роботи залежить від виду проектної діяльності, масштабів реалізації проекту, а іноді й традиційного процесу проектування, що утвердився в організації.

Лідером серед програм для проектування є платформа *AutoCAD* – дво- (2D) або тривимірна (3D) система автоматизованого проектування та креслення, розроблена компанією Autodesk. *AutoCAD Civil 3D* – це програмне рішення, що забезпечує ефективне проектування інженерних об’єктів, зокрема доріг та інфраструктури, оброблення інженерно-геодезичних вимірів. Програма включає технологію інформаційного моделювання (BIM). Саме тому основною особливістю програми є наявність зв’язку між об’єктами. Це дозволяє динамічно їх оновлювати за наявності взаємних зв’язків (BIM-сумісність). Використання ГІС-функціоналу AutoCAD Map 3D дає змогу суттєво розширити сфери застосування AutoCAD Civil 3D, поєднуючи традиційні операції при роботі з базами даних - запити й статистичний аналіз - із перевагами повноцінної візуалізації географічного (просторового) аналізу, які надає картографічне (планове) зображення [3].

Дані ГІС зберігаються у вигляді набору тематичних шарів, об’єднаних за їх географічним принципом. AutoCAD

Civil 3D забезпечує простий доступ до різних форматів даних САПР та ГІС, працюючи з ними в рамках єдиного проекту. При цьому програма дозволяє працювати в одному проекті не тільки з вихідними даними в різних форматах, але й у різних системах координат.

По праву не менш достойне місце на світовому ринку САПР займає *MicroStation* – неперевершене середовище інформаційного моделювання, розроблене світовим лідером у сфері програмного забезпечення для проектування, будівництва та експлуатації автомобільних доріг з врахуванням побажань архітекторів, інженерів, будівельників, експлуатуючих організацій та спеціалістів в області ГІС. Може застосовуватися і як окремий засіб, і як платформа для широкого спектра спеціалізованих програмних додатків Bentley та інших виробників програмного продукту.

*Plateia* – програмний засіб, призначений для проектування, будівництва та реконструкції автомобільних доріг усіх категорій: від автомагістралей до міських вулиць і проїздів. На пострадянському просторі система відома під брендом "GeoniCS Автомобільні дороги" і розповсюджується офіційним дистриб’ютором CSoft. Система може працювати на базі платформ AutoCAD, AutoCAD Civil 3D, AutoCAD Map 3D та BricsCAD.

*IndorCAD/Road* призначена для використання при будівництві, реконструкції та ремонті автомобільних доріг і міських вулиць. Система має повний набір інструментальних засобів сучасної САПР, надаючи інженеру змогу охопити повний цикл робіт з проектування об’єкта, починаючи з уведення даних інженерно-геодезичних та інженерно-геологічних вишукувань і завершуючи формуванням проектної документації згідно з діючими нормативними вимогами та стандартами [2].

Систему IndorCAD/Road розроблено із застосуванням сучасних алгоритмів обчислювальної геометрії, що дозволяє працювати з дуже детальними цифровими моделями рельєфу. У випадку зміни вихідних даних відбувається автоматична

перебудова моделі. Широкий набір інструментів аналізу поверхні спрямовано на формування якісної моделі рельєфу завдяки виявленню помилок, поява яких можлива на етапах знімання та оброблення вихідних даних. Однією з основних умов гарантування безпеки дорожнього руху є точний розрахунок необхідної відстані для забезпечення видимості для водіїв на автомобільній дорозі. У результаті формується загальна оцінка цифрової моделі рельєфу та цифрової моделі місцевості з результуючою картограмою визначення зон видимості як для всієї траси, так і по окремих смугах руху в обох напрямках.

*RoadEng* – це програмний комплекс для проектування автомобільних доріг компанії Softree Technical Systems Inc. До складу комплексу входять три продукти – *Terrain Tools 3D* (створення тривимірних моделей місцевості), *RoadEng* (проектування автомобільних доріг), *Sofree Optimal* (пошук оптимального поздовжнього профілю дороги за критерієм найменшої вартості).

Для більшості сучасних ГІС-засобів характерна модульна архітектура. Системі притаманне деяке ядро, що забезпечує обмежену функціональність (відображення карт, підтримання основних даних, деякі функції просторового аналізу) і дає змогу розширювати цю функціональність за рахунок підключення інших модулів. Найпотужнішими в світі є ГІС американського виробництва: ArcGIS, MapInfo, ERDAS Imagine [1].

Для роботи з дорожніми об’єктами, представленими у вигляді мереж, у середовищі платформи ArcGIS є додатковий модуль – *Network Analyst*. Він дає змогу виконувати аналіз та керувати наборами даних. За його допомогою здійснюється моделювання транспортних мереж, будуються маршрути й моделі їх аналізу, виявляються найближчі об’єкти, створюються матриці вартості досягнення цілей, розраховуються зони обслуговування. Вирішення аналогічних задач у режимі реального часу можливе з використанням модуля Tracking Analyst.

Геоінформаційна система **MapInfo** виробництва американської компанії MapInfo Corp є другою за поширенням у світі. Система наділена великою кількістю різноманітних функцій та має додаткові модулі, що вирішують численні ГІС-задачі. Взаємодія MapInfo з САПР-даними полягає у підтримці відкриття форматів зовнішніх даних - Autodesk AutoCAD (\*.DXF, \*.DWG), Bentley MicroStation Design 7 та 8 версій (\*.POS, \*.FC1, \*.DGN). Ці дані в подальшому можна перевіряти на предмет їхньої топологічної коректності, формувати з декількох джерел, обмінюватися ними з іншими САПР та ГІС-засобами.

**Route Finder** – це додаток для MapInfo, призначений для вирішення задач маршрутизації. Модуль вбудовується в інтерфейс MapInfo та дозволяє будувати й аналізувати граф мережі з подальшим вирішенням окремих задач: розрахунок маршруту з однієї точки в іншу (з будь-якою кількістю проміжних точок), динамічна сегментація в процесі маршрутизації, вирішення завдань комівояжера, виділення зон транспортної доступності, створення матриць відстаней, ідентифікація та усунення топологічних помилок у дорожній мережі [3].

Геоінформаційну систему **GeoMedia** розробила корпорація Intergraph Corp. Особливість цієї ГІС у тому, що вона була першою в світі, яку побудовано відповідно до всіх специфікацій консорціуму Open GIS Consortium. Цей консорціум було створено для стандартизації процесів при створенні ГІС, приміром, добору форматів для подання геопросторових даних. На основі GeoMedia розроблено багато додаткових модулів. З проектуванням доріг найбільше пов’язані Transportation Analyst і Transportation Manager. Перший призначений для вирішення різноманітних транспортних розрахунків, включаючи пошук найкоротших маршрутів, визначення зон транспортного обслуговування і т. ін. За допомогою другого здійснюється управління та перевірка коректності побудови транспортних мереж [1].

Попри прагнення САПР дублювати функціональні можливості ГІС спочатку за рахунок взаємодії з форматами даних, а згодом завдяки зручності роботи з електронними картами, все ж у питанні виконання просторового аналізу вони поки що відстають. Графічні примітиви в САПР досі залишаються переважно зображувальними засобами, позбавленими атрибутів (на відміну від ГІС). Суттєві відмінності моделі САПР від реляційної моделі даних не дозволяють повноцінно зберігати креслення САПР у сучасних базах даних та в подальшому аналізувати атрибути об’єктів. Тому для проектування автомобільних доріг залишаються актуальними як САПР, так ГІС, кожна з яких повинна реалізовувати притаманні їм функціональні можливості.

### Список літератури

1. Бойков, В.Н. Автоматизированное проектирование автомобильных дорог на примере IndorCAD/Road / В.Н. Бойков, Г.А. Федотов, В.И. Пуркин. - М.: МАДИ, 2005. - 224 с.
2. Скворцов, А.В. Геоинформатика в дорожной отрасли / А.В. Скворцов, П.И. Поспелов, А.А. Котов. - М.: МДДИ, 2005. - 250 с.
3. A network analysis system for MapInfo Professional. - New York: RouteWare and Higher Mapping Solutions, 2015. - 123 p.

УДК 625.7/.8:551.525

## **ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НА СТАН АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**А.С. Шевченко, Д.О. Бочкарь, магістранти**

**А.М. Карюк, доцент, канд. техн. наук**

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія  
Кондратюка*

Автомобільний транспорт є одним із найбільш поширених та мобільних засобів перевезення вантажів у нашій країні. Він може завантажуватися безпосередньо в пункті виробництва вантажу і здійснювати доставку безпосередньо в пункт споживання, має високу маневреність і можливість за короткий час зосередити потрібну кількість транспортних засобів у визначеному місці, не принципово залежить від постійних шляхів сполучення. Визначальну роль у забезпеченні роботи автомобільного транспорту відіграють дороги, які піддаються активному впливу багатьох кліматичних факторів (нагрівання сонячними променями, промерзання і відтавання, зволоження опадами, ґрунтовими водами та водою, що надходить з придорожньої смуги тощо).

Для забезпечення нормальної цілорічної експлуатації автомобільних доріг протягом тривалого часу необхідно враховувати температурний режим експлуатації, який істотно впливає на стан дорожнього одягу. Висока температура та великі навантаження від транспортних засобів призводять до утворення колійності, напливів та зсувів унаслідок розм'якшення дорожнього бітуму. При низьких температурах можуть відбуватися крижкі руйнування дорожнього одягу внаслідок дії динамічних навантажень від транспортних засобів.

Надійна робота асфальтобетонного дорожнього одягу забезпечується правильним вибором бітумного в'язучого у залежності від кліматичних умов експлуатації. Районування території України за умовами роботи асфальтобетонного покриття автомобільних доріг виконане в будівельних нормах [1] у вигляді карти, яка містить сім кліматичних районів: від найхолоднішого району А-1 на північному заході до найтеплішого району А-7 на півдні. Уся територія Полтавської області відноситься до кліматичного району А-3.

Дорожні бітуми, технічні характеристики яких регламентовані стандартом [2], мають певні температурні діапазони експлуатації, залежні від марки бітуму. Ці діапазони визначаються температурами крижкості та розм'якшення,

наведеними в таблиці 1. Там же вказані розрахункові (найгірші можливі) значення характеристик, тобто найнижча для району температура розм'якшення і найвища температура крижкості.

Таблиця 1 – Температурні діапазони експлуатації нафтових дорожніх бітумів

Шифр району	Марки бітумів	Температури крижкості $X_k$		Температури розм'якшення $X_p$	
А-1, А-2	БНД 60/90	-12	-12	47...53	43
	БНД 90/130	-15		43...49	
А-3, А-4	БНД 60/90	-12	-12	47...53	43
	БНД 90/130	-15		43...49	
А-5, А-6	БНД 40/60	-10	-10	51...57	47
	БНД 60/90	-12		47...53	
А-7	БНД 40/60	-10	-10	51...57	47
	БНД 60/90	-12		47...53	

З таблиці видно, що в холодних районах використовуються пластичні бітуми БНД 60/90 і БНД 90/130, які не стають крижкими при низьких температурах. Недоліком таких бітумів є низькі температури розм'якшення, що веде до втрати жорсткості дорожнього одягу в спекотну погоду. Тому в теплих південних районах використовують більш жорсткі бітуми БНД 40/60 та БНД 60/90, які краще експлуатуються при високих температурах, хоча й можуть стати крижкими під час морозів.

Прогнозування поведінки асфальтобетонного дорожнього одягу в реальних кліматичних умовах експлуатації можна виконати за методикою, розробленою в [3]. В якості показників температурного режиму експлуатації використовуються кількості небезпечно холодних та небезпечно спекотних днів, протягом яких температура поверхні автомобільної дороги може бути нижчою від температури крижкості чи вищою від температури розм'якшення використаного дорожнього бітуму.

Вихідними даними для прогнозування температурного режиму дорожнього одягу є математичні сподівання  $M_T$  та стандарти  $S_T$  середньомісячних значень температури поверхні

грунту для кожного з місяців року, наведені в довіднику [4]. Робочі формули [3] для перерахунку цих даних в математичне сподівання  $M_D$  та стандарт  $S_D$  поточних значень температури поверхні дорожнього одягу з урахуванням додаткового нагрівання від сонячної радіації мають вигляд:

$$M_D = M_{\Gamma} + M_{\Delta} = M_M + 3,6 ; \quad (1)$$

$$S_D = \sqrt{S_{\Gamma}^2 + S_{\Delta}^2} = \sqrt{20 \cdot S_M^2 + 4}, \quad (2)$$

де  $M_{\Gamma}$  і  $S_{\Gamma}$  – середнє значення та стандарт середньомісячної температури поверхні ґрунту в заданому місяці року з довідника [4];

$M_{\Delta}$  і  $S_{\Delta}$  – середнє значення та стандарт температури додаткового нагрівання дорожнього одягу від дії сонячної радіації.

З урахуванням статистичних характеристик (1), (2) за нормальним законом розподілу в [3] отримані формули для визначення кількості небезпечно холодних  $T_X$  та небезпечно спекотних днів  $T_C$ , протягом яких у кожному з місяців року температура поверхні дороги буде нижчою за відому температуру крихкості  $X_K$  використаного бітуму чи вищою за температуру його розм’якшення  $X_P$ :

$$T_X = 30 \times F_D(M_D, S_D, X_K) ; \quad (3)$$

$$T_C = 30 \times [1 - F_D(M_D, S_D, X_P)], \quad (4)$$

де  $F_D(\dots)$  – функція нормального розподілу температури дорожнього одягу з математичним сподіванням  $M_D$  та стандартом  $S_D$  за (1) і (2);

30 – кількість днів у місяці;

Значення (3) і (4) для кожного з місяців, а також сумарні протягом усього року кількості холодних і спекотних днів визначають імовірну тривалість періодів, небезпечних для експлуатації дорожнього одягу.

Використання описаної методики проілюстроване прикладом прогнозування температурного режиму автомобільної дороги першої чи другої категорії, яка експлуатується в кліматичних умовах м. Полтава. Статистичні характеристики середньомісячної температури поверхні ґрунту за наведеними в довіднику [4] даними метеостанції м. Полтави наведені в таблиці 2. Там же вказані обчислені за формулами (1) і (2) статистичні характеристики температури поверхні дороги, а також кількості небезпечно холодних і небезпечно спекотних днів, визначені за формулами (3) і (4). При обчисленнях враховані розрахункові значення температури крихкості  $X_K = -12^\circ\text{C}$  та температури розм’якшення  $X_P = +43^\circ\text{C}$  для бітумів, що використовуються в температурній зоні А-3 за даними таблиці 1.

Таблиця 2 – Показники температурного режиму ґрунту та дорожнього одягу

Показники	Місяці року											
	січ	лют	бер	кві	тра	чер	лип	сер	вер	жов	лис	гру
$M_{\Gamma}$	-5,4	-5,6	0,9	9,5	18,6	22,5	23,8	22,9	15,9	7,8	0,4	-4,4
$S_{\Gamma}$	2,6	2,6	2,8	2	1,9	2,3	1,5	1,1	1,7	1,0	2,2	1,8
$M_D$	-1,8	-2,0	4,5	13,1	22,2	26,1	27,4	26,5	19,5	11,4	4,0	-0,8
$S_D$	11,8	11,8	12,7	9,2	8,7	10,5	7,0	5,3	7,9	4,9	10,0	8,3
$T_X$	5,81	5,95	2,90	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67	2,65
$T_C$	0,00	0,00	0,04	0,02	0,26	1,60	0,39	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00

З таблиці 2 видно, що найбільша кількість небезпечно холодних днів  $T_X = 5,95$  дня спостерігається в лютому, а небезпечно спекотних  $T_C = 1,60$  дня – у червні. Сумарна протягом року тривалість небезпечно холодного періоду для дорожнього одягу на основі звичайного нафтового дорожнього бітуму дорівнює 19,1 дня, а небезпечно спекотного – 2,4 дня. Таким чином, в кліматичних умовах м. Полтави реальна небезпека деформування розм’якшеного дорожнього одягу, виконаного з асфальтобетону за нормами [1], існує протягом двох днів на рік. Значно більшою є небезпека руйнування

дорожнього одягу в зимовий період, яка реалізується протягом 19 днів на рік. З метою зменшення тривалості небезпечно холодного та спекотного періодів при будівництві дорожнього одягу слід використовувати бітуми з ширшим температурним діапазоном експлуатації, наприклад бітуми, модифіковані полімерами.

Аналіз отриманих результатів показує, що викладена методика дозволяє досить достовірно прогнозувати температурний режим асфальтобетонного дорожнього одягу за метеорологічними даними про температуру поверхні ґрунту та властивостями використаного дорожнього бітуму. Обрані в якості основних показників тривалості небезпечно холодного та небезпечно спекотного періодів є цілком зрозумілими, достатньо інформативними та практично корисними показниками температурного режиму, які комплексно враховують як кліматичні характеристики місцевості, так і технічні характеристики дорожнього одягу.

### Список літератури

1. ДБН В.2.3-4:2015. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. – К. : Мінрегіонбуд України, 2016. – 101 с.
2. ДСТУ 4044-2001. Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні умови. – К. : Держстандарт України, 2001. – 6 с.
3. Карюк А.М. Методика оцінювання температурного режиму покриття автомобільних доріг / А.М. Карюк, Б.В. Савенко // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Вип. 1(46). – Полтава: ПолтНТУ, 2016. – С. 246 – 254.
4. Кінаш Р.І. Температурний режим повітря і ґрунту в Україні / Р.І. Кінаш, О.М. Бурнаєв. – Львів, 2001. – 800 с.

УДК 621.879.063

## УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЇ ГРЕЙФЕРА КРАНУ КГК 10 З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ШЛЯХОМ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

**А.С. Книш**, *ст. гр. ДМ-15-МЗ,*

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

*Кіровоградський національний технічний університет*

**Вступ.** Підйомно-транспортні машини (ПТМ) і механізми є основними засобами механізації й автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт у всіх галузях промисловості й сільського господарства. У зв'язку з інтенсифікацією процесів частка часу на підйомно-транспортні операції значно зросла. Різке підвищення продуктивності праці, яке потрібно під час переходу на нові умови розвитку й керування може бути досягнуте шляхом механізації й автоматизації підйомно-транспортних і настановних операцій, які менш автоматизовані, чим технологічні.

ПТМ досить металоємні, отже, вимагають великої кількості матеріальних і трудових витрат. Тому необхідно створювати малометалоємні, надійні й раціональні конструкції. Проектуванням, добіркою й установкою ПТМ зайняті інженерно-технічні працівники не тільки в вузькоспеціалізованих організаціях і підприємствах, але й у всіляких галузях промисловості. Підйомно-транспортне устаткування є невід'ємною частиною практично будь-якої схеми механізації будь-якого виробничого процесу в кожній галузі економіки. Тому ПТМ представляє винятковий методичний інтерес як об'єкт проектування при підготовці інженерів і конструкторів-машинобудівників широкого профілю.

Грейферні крани й перевантажувачі дотепер залишаються основним засобом перевалки сипучих вантажів у промисловості, сільським господарстві й на транспорті. Обов'язковою умовою високопродуктивної роботи подібного устаткування є оснащення його грейферами, що володіють достатньою міцністю й твердістю. Разом з тим практика експлуатації двухчелюстних грейферів (спроєктованих по діючих нормативних документах) показує, що при інтенсивній роботі їх фактичний середній наробіток до відмови не перевищує одного року при нормативному терміні служби 10 років, що приводить до збільшення витрат на ремонт, зниженню продуктивності перевантажувальних робіт і підвищенню рівня ризику аварій. Це свідчить про недосконалість існуючих методик розрахунку грейферів.

Проектування й перевірочний розрахунок грейферів на міцність останні 20 років ведеться на підставі нормативних документів РД 31.46.07-87 «Грейфери канатні для навалочних вантажів» (далі — РД) і ГОСТ 24599-87 «Грейфери канатні для навалочних вантажів. Загальні технічні умови». Методи, використовувані в РД, містять ряд необґрунтованих допущень. Наприклад, — елементи щелепи грейфера (боковини, днище, пояс, що ріже, пояс твердості) розглядаються окремо, бічна стінка щелепи розглядається як стрижень, нижня й верхня траверси розглядаються як балки на двох опорах. Визначення сили опору зачерпування по зусиллю в замикаючому канаті і її прикладання у точці не дозволяє розподілити цю силу по елементах щелепи, що веде до викривлення дійсного характеру розподілу. На момент створення РД розрахунки проводилися переважно вручну, і подібні допущення були необхідні.

Розвиток сучасних інформаційних технологій дозволяє не тільки вдосконалити існуючу методику, але й розробити принципово нову, більш точну методику. Наприклад, метод кінцевих елементів дозволяє розглядати щелепу цілком. Сучасні математичні пакети (Maple, Mathlab, SOLID WORKS) здатні вирішувати системи диференціальних рівнянь руху, що дає можливість визначати кінематичні й силові параметри

грейферного механізму з урахуванням нелінійності механічної характеристики електропривода, зміни положень центрів ваги ланок під час руху і т.д. Це дозволяє розробляти методику розрахунку не на базі великих експериментальних досліджень і емпіричних залежностей, а шляхом рішення фундаментальних законів механіки, наприклад, — рівнянь Ж.-Л.Лагранжа.

Одержання адекватної картини і її аналіз дозволить розрахунковим шляхом ухвалювати й обґрунтовувати конструктивні рішення, спрямовані на збільшення працездатності грейферів: посилення найбільш навантажених місць несучих елементів, підвищення їх загальної твердості і т.д.

Таким чином **об'єкт дослідження**: двухчелюстний канатний грейфер (далі — грейфер), взаємодіючий із сипучим середовищем і приводом у процесі зачерпування.

**Предмети дослідження**: напружено-деформований стан у сипучім середовищі, кінематичні й силові параметри грейферного механізму при зачерпуванні сипучого вантажу й напружено-деформований стан несучих елементів двухчелюстного канатного грейфера.

**Мета роботи**: Підвищення міцності грейферів шляхом удосконалення методу прочностного розрахунку їх несучих елементів у процесі зачерпування з урахуванням властивостей сипучого середовища, швидкості зачерпування, нелінійності електропривода, просторового навантаження несучих елементів і їх конструктивних особливостей.

Використовуючи сучасні комп'ютерні програми, можна розробити метод і методику прочностного розрахунку грейфера не на базі великих експериментальних досліджень і емпіричних залежностей, а шляхом рішення фундаментальних законів механіки, розглядаючи грейфер як складову частину технічної системи «привод — грейфер — сипуче середовище».

Результати досліджень по сукупності становлять рішення проблеми міцності грейферів. Отримані наступні нові наукові рішення:

**Висновки.** Розроблена й реалізована математична модель руху («більших переміщень») грейферного механізму при змиканні щелеп, що володіє універсальністю нелінійністю, що враховує, механічної характеристики електродвигуна й залежність опорів зачерпування від швидкості грейфування, що дозволяє визначати кінематичні й силові параметри грейферного механізму й у періоди несталого руху: наприклад, — при пуску й зупинці двигуна.

Розроблена методика розрахунку несучих елементів грейфера дозволяє одержати дійсні епюри розподілу напруг у них на етапі проектування з метою розрахункового обґрунтування прийнятих конструктивних рішень. Зокрема, за результатами прочностного розрахунку щелепи розглянутого тут грейфера, були прийняті конструктивні рішення, що знизили розрахункові максимальні напруги при зачерпуванні на 40% і підвищили твердість щелепи на 110%.

### Список літератури

1. Повышение несущей способности и долговечности сварных конструкций мостовых кранов В.Ф. Задирак, О.Н. Емельянов – 1983 г.
2. Ремонт крановых металлоконструкций Е.М. Концевой, Б.М. Розенштейн – М.: 1979 г.
3. Повреждение материалов в конструкциях З.Дж. Коллинз – М.: 1984г.

УДК 621.879.31-82

### **ГНУЧКИЙ ЕЛЕМЕНТ - ВУЗОЛ УТРИМАННЯ ГРУНТУ В КОВШІ ОДНОКІВШЕВОГО ЕКСКАВАТОРА**

**Д.Д. Лебідь**, *ст. гр. МБ(ДМ)-13,*

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

*Кіровоградський національний технічний університет*

Найбільш розповсюдженою і часто використовуваною будівельною машиною є гідравлічний одноківшевий екскаватор з обладнанням: «пряма лопата», «зворотня лопата», «драглайн». Досвід використання машин даного типу – більше ніж півстоліття, вказує на існуючі суттєві недоліки, що притаманні класичній конструкції робочого обладнання. Це налипання ґрунту на робочий орган, зокрема зниження корисної ємності ковша - в наслідок залипання (адгезії) вологим ґрунтом внутрішньої криволінійної порожнини. Цей недолік притаманний і автосамоскидам, що мають вантажний відсік – кузов ковшово-совкового типу. Там дана проблема частково вирішується шляхом виконання металоконструкції кузова порожнистою та підігрівання його вихлопними газами. Для одноківшевих екскаваторів, як з гідравлічним, так і з канатно-блочним керуванням робочим органом дана технологія мало прийнятна із-за конструктивних особливостей. Перспективним, але вузькоспеціалізованим напрямком вирішення цієї проблеми є застосування ковшів, де днище гнучке та виконане з ланцюгів.

Застосування гнучких елементів (ГЕ), зокрема ланцюгів, в робочому обладнанні землерийних машин ковшового типу найяскравіше можна спостерігати в конструкції днищ багатоківшевих роторних екскаваторів ЕРШРД, ЕРГ, ЕРП, ЕР.

Головною перевагою даного елемента робочого обладнання перед традиційними жорсткими листовими металевими елементами ковша є реалізація ефекту інерційного розвантаження – самоочищення (вільного падіння гнучкого

днища з ґрунтом при розвантаженні і самоочищення порожнини ковша внаслідок деформації днища). Окрім того гнучка, ланцюгова, або кольчужна [1] конструкція елементів ковша дозволяє адаптувати робочий орган до поверхні забою, усуває ефект тертя днища по забою на етапі впровадження ріжучої крайки в ґрунтовий масив та на початку заповнення.

Однак, гнучкий, ланцюговий або кольчужний елемент робочого обладнання має і суттєві недоліки, які стримують його впровадження в конструкції однокішєвих екскаваторів, фронтальних навантажувачів, скреперів. Це неефективність роботи з сухими сипучими матеріалами поєднана з невідповідністю нормам запиленості робочого майданчика, висока питома вага, недостатня довговічність, кінематичні обмеження застосування (необхідність гравітаційного розвантаження робочого органу).

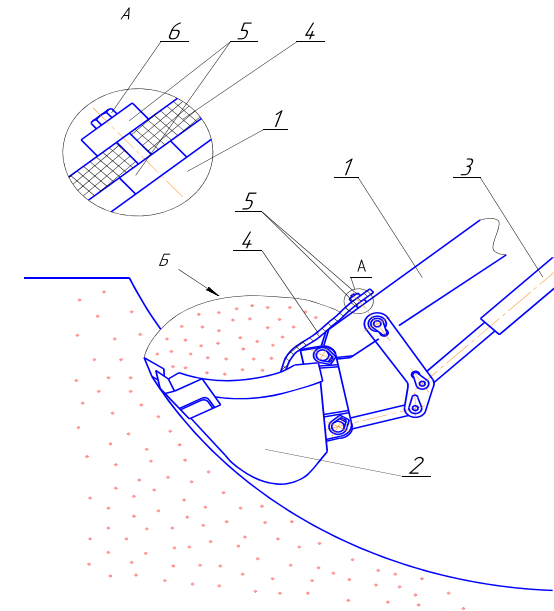
В результаті проведеного аналізу переваг та недоліків ГЕ ковшового робочого обладнання можна зробити наступні попередні висновки:

- в конструкціях універсальних, найбільш розповсюджених землерийних машин ГЕ робочого обладнання застосування не знайшли;
- робочі органи з ГЕ недостатньо досліджені та мають резерви щодо поліпшення складових робочого циклу землерийних і меліоративних машин ковшового типу;
- в якості ГЕ робочого обладнання слід застосовувати суцільний міцний та високодеформативний матеріал (листова гума, листова гумо-тканинна стрічка, сучасні вологостійкі, антифрикційні і водночас міцні полімерні, синтетичні та ін. матеріали);
- перспективним напрямком досліджень є комплексне поєднання конструктивних резервів з ГЕ та технологічних схем ведення землерийних робіт.

Застосування суцільного гумо-тканинного ГЕ в конструкції робочого органу землерийної машини може мати комплексну перевагу у порівнянні з традиційним або гнучким ланцюговим робочим обладнанням по ряду конструктивних

показників. Цими показниками є: суцільність ГЕ, антифрикційні властивості ГЕ, антикорозійні властивості ГЕ, вага ГЕ, можливість надання імпульсного впливу ГЕ для усунення ефекту залипання, адаптація до каркасу ковша, можливість листового ГЕ змотуватися в рулон (намотуватися на барабан), самоочищення поверхні ГЕ під час висихання та деформації.

Для однокішєвого екскаватора з робочим обладнанням «зворотня лопата» пропонується застосування ГЕ у вигляді листа гумо-тканинної (конвеєрної) стрічки (рис.1).



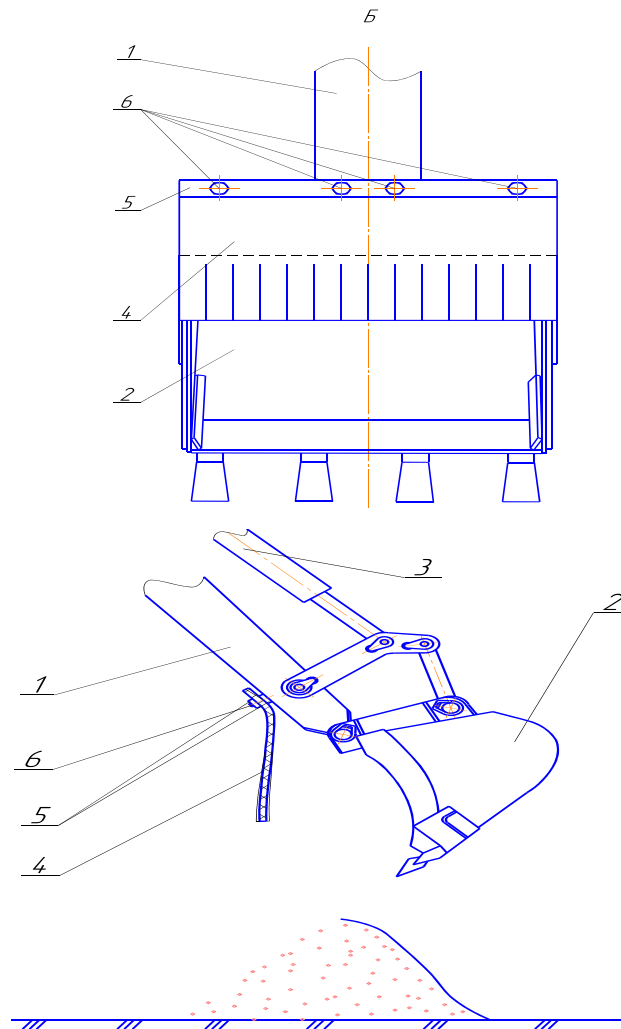


Рисунок 1 – Робоче обладнання одноківшового гідравлічного екскаватора з ГЕ [Пат. України №35362 авт. Карпушин С.О. 2008р.].

Робоче обладнання одноківшового екскаватора [2] включає рукоять 1 з шарнірно-приєднаним ковшем 2, гідроциліндр керування 3 і вузол утримання ґрунту в ковші, що виконаний у виді гумо-тканинного листа 4 з шириною, рівній ширині ковша 2 та закріплений верхньою частиною

посередництвом двох металевих пластин 5 і різьбових з’єднань 6 до рукояті 1, причому верхня половина гумо-тканинного листа 4 суцільна, а нижня має вертикальні прорізи у вигляді стрічок.

Робоче обладнання одноківшового екскаватора працює наступним чином.

На початку копання шток гідроциліндра 3 керування втягнутий, гумо-тканинний лист 4 закріплений на рукояті 1 за допомогою двох металевих пластин 5 та різьбових з’єднань 6 вільно звисає у внутрішню порожнину ковша 2.

При копанні ґрунту (див. рис.1), зрізана ріжучою крайкою ковша 2 ґрунтова стружка потрапляючи в ківш, притискає гумо-тканинний лист 4 до задньої внутрішньої стінки ковша 2, збільшуючи її поверхню та починає накопичуватися попереду ковша утворюючи шапку. Кінцеве положення ковша 2 (шток гідроциліндра 3 повністю висунутий) супроводжується ефектами затискання і фіксування набраного в ківш ґрунту, гумо-тканинним листом 4. При цьому просипання ґрунту на шарніри кріплення ковша 2 і елементів його приводу до рукояті 1 не відбувається.

Переміщення ковша з ґрунтом здійснюється при менших втратах ґрунту на просипання.

Розвантаження ковша (див. рис.1) супроводжується ефектом «струшування» налипшого на лист 4 ґрунту, при цьому інерційна складова цього ефекту передається і на інші елементи робочого обладнання, тим самим сприяючи очищенню робочого обладнання та усуненню ефекту залипання і в інших частинах ковша.

Виконання гумо-тканинного листа 4 з розрізами в його нижній частині забезпечує його еластичність та адаптування до внутрішньої поверхні ковша 2 при завантаженні ґрунтом і володіє самоочищувальними якостями при розвантаженні.

Таким чином, застосування в конструкції робочого обладнання одноківшового екскаватора або фронтального навантажувача гумо-тканинного листа, верхня частина якого суцільна, а нижня з прорізами у вигляді стрічок, підвищує

продуктивність ковшового екскаваторного обладнання за рахунок набору більшої кількості ґрунту, його утримання в процесі переміщення ковша і меншого просипання. Ці ефекти максимальні при роботі на в'язких ґрунтах. Пропоноване робоче обладнання дозволяє позбутися ефекту налипання ґрунту на задню стінку ковша, сприяє очищенню всього робочого органу, не зменшує оглядовість робочої зони копання, та дозволяє підвищити надійність і довговічність шарнірних з'єднань ковша з рукояттю та елементів приводу ковша.

### Список літератури:

1. Машини для земляних робіт: Навчальний посібник / Хмара Л.А., та ін. Під загальною редакцією проф. Хмари Л.А. та проф. Кравця С.В. Рівне – Дніпропетровськ – Харків. 2010. – 557с.
2. Пат. 35362 Україна, Робоче обладнання одноківшового екскаватора МПК E02F 3/28. Заявл. 29.04.2008; Опубл. 10.09.2008. бюл. №7 Авт. Карпушин С.О.

УДК 625.7/.8

## **ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ В ДОРОЖНЬОМУ БУДІВНИЦТВІ**

**Ляшко Д.С., студент, гр. 401-БА**

**Ільченко В.В., к.т.н., доцент**

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія  
Кондратюка*

Ще зовсім недавно в дорожньому будівництві інженеру-проектувальнику доводилося витратити досить багато зусиль на виконання однотипних обчислень: розрахунок проектних та робочих відміток при проектуванні поздовжнього профілю, підрахунок об'ємів земляних робіт тощо. Більше того, зазвичай

доводилося опрацьовувати кілька варіантів, перш ніж прийняти остаточне рішення.

Розвиток електронно-обчислювальних машин став поштовхом у 70-80-х роках минулого століття до створення системи автоматизованого проектування, зокрема проектування автомобільних доріг (САПР-АД). Цією системою передбачалися проектування плану та поздовжнього профілю автомобільних доріг, розрахунки конструктивних елементів земляного полотна і дорожніх одягів, водопропускних труб і мостових переходів.

На перших етапах створення й впровадження САПР-АД автоматизованими були лише розрахункові функції. Так, наприклад, при проектуванні плану дороги трасу спочатку укладали від руки на планшетах, потім в комп'ютер заносилися параметри опорних точок, після чого виконувався розрахунок елементів плану траси. Аналогічно проектувався і поздовжній профіль дороги. У другій половині 80-х років з'явилися графобудівники, які дозволили по розрахованим параметрам автоматизувати і процес креслення плану і профілю доріг.

Економічна ефективність САПР насамперед полягає у скороченні терміну проектування. При цьому якість виконуваних робіт значно підвищується. Таким чином здійснюється суттєва економія матеріально-технічних ресурсів з одночасним підвищенням якості робіт. Проте САПР досить повільно впроваджуються у вітчизняній практиці, тому потребують більш детального вивчення.

На вітчизняному ринку САПР-АД найбільш відомими та вживаними є такі програмні продукти, як CREDO, AutoCAD, Plateia тощо.

*Система автоматизованого проектування автодоріг CREDO [1].*

Основні функції САПР-АД CREDO:

- камеральні роботи при створенні державних і місцевих мереж геодезичної опори;
- камеральна обробка інженерно-геодезичних вишукувань;

- обробка результатів геодезичної зйомки при виконанні геофізичних розвідувальних робіт;
- створення і корегування цифрової моделі місцевості інженерного призначення на основі даних вишукувань та існуючих матеріалів;
- формування креслень топопланів і планшетів на основі створеної цифрової моделі місцевості, експорт даних по цифровій моделі місцевості в системи автоматизованого проектування та геоінформаційні системи;
- обробка лабораторних даних інженерно-геологічних вишукувань;
- створення і корегування цифрової моделі геологічної будови майданчика або смуги вишукувань;
- формування креслень інженерно-геологічних розрізів на основі цифрової моделі місцевості та їх експорт в системи автоматизованого проектування;
- маркшейдерське забезпечення процесу видобування корисних копалин;
- проектування генеральних планів об'єктів промислового, цивільного і транспортного будівництва;
- підрахунок обсягів земляних робіт;
- проектування профілів зовнішніх інженерних комунікацій;
- проектування нового будівництва та реконструкції автомобільних доріг;
- підготовка кошторисної документації;
- проектування транспортних розв'язок;
- ведення чергових планів територій і промислових об'єктів

*Система автоматизованого проектування автодоріг AutoCAD [2].*

Основні функції САПР-АД AutoCAD:

- інструменти роботи з довільними формами дозволяють створювати і аналізувати найскладніші тривимірні об'єкти;
- використання динамічних блоків дозволяє створювати повторювані елементи із змінними параметрами без необхідності перекреслювати їх заново або працювати з бібліотекою елементів;

- запис операцій дозволяє формувати послідовність команд навіть без досвіду програмування;
- диспетчер підшивок організовує листи креслень, спрощує публікацію, автоматично створює види, передає дані з підшивок в основні написи і штампелі і виконує завдання таким чином, щоб вся потрібна інформація була в одному місці;
- інструменти спрощеної тривимірної навігації: «видовий куб» дозволяє перемикатися між стандартними і ізометричними видами - як попередньо заданими, так і з обраної користувачем точки; «штурвал» об'єднує в одному інтерфейсі кілька різних інструментів навігації і надає швидкий доступ до команд обертання по орбіті, панорамування, центрування і зумування;
- функція масштабування аннотативних об'єктів на видових екранах або в просторі моделі;
- можливість створення фізичних макетів проектів через спеціалізовані служби 3D-друку або персональний 3D-принтер.

Окрім загального продукту САПР-АД AutoCAD існує також спеціалізований програмний комплекс під назвою AutoCAD Civil 3D, в якому існують засоби для аналізу картографічних даних, розрахунку зливових стоків, визначення об'ємів земляних робіт, 3D візуалізації. Все це дозволяє фахівцям всебічно вивчати варіанти проекту до початку будівництва і враховувати всі вимоги до продуктивності при проектуванні. При плануванні будівництва і виконанні проекту дуже корисними виявляються засоби, що підтримують системи автоматизації будівельної техніки.

На підставі проведеного дослідження можна зробити висновок, що використання сучасних систем автоматизованого проектування автомобільних доріг дозволяє суттєво підвищити ефективність як самого процесу проектування автомобільних доріг, так і якість та технічний рівень результатів проектування автомобільних доріг в цілому.

### Список літератури:

1. Официальный сайт компании «CREDO-Dialog» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.credo-dialogue.com>.

2. Официальный сайт компании «Autodesk» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.autodesk.ru>.

УДК 625.7.08

## **НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СКРЕПЕРІВ**

**Майстренко В.О.**, *ст. гр. МБ(ДМ)-15М,*  
**Хачатурян С.Л.**, *доц., канд. техн. наук*  
*Кіровоградський національний технічний університет*

Підвищення надійності скреперів може бути досягнуто впровадженням на всіх етапах – від досліджень робочого процесу конструкції, що створюється, до експлуатації серійного зразка – комплексу узгоджених діянь на показники надійності.

Перший етап, який містить у собі науково-дослідні та проектно-конструкторські роботи, найбільш важливий для створення надійного скрепера, тут закладається фундамент його технічного та виробничого потенціалу.

Для забезпечення високої надійності скреперів на цьому етапі необхідно:

1. Визначити потребу в скреперах даного типу, їх передбачуване розподілення за ґрунтово-кліматичними зонами України, можливості поставки на експорт.
2. Обґрунтувати умови використання, економічну доцільність їх створення.
3. Дослідити робочий процес аналітично та з використанням фізичних і комп'ютерних моделей робочого процесу.
4. Розробити конструктивну та розрахункову схеми та встановити основні параметри конструкції.
5. Визначити режими навантаження, конструктивні матеріали.
6. Виготовити дослідні зразки деталей і вузлів.

7. Провести випробування.

З урахуванням сучасних тенденцій інтенсифікації виробництва, робочих процесів скреперів, ускладнення конструкцій необхідно відмітити, що один з найважливіших способів підвищення надійності, зниження матеріалоємності – обмеження навантаженості скрепера, що, наряду з уніфікацією вузлів і агрегатів, які пройшли всебічні випробування, дає можливість підвищити довговічність, безвідмовність і ремонтпридатність. Широке впровадження прискорених випробувань на цьому етапі створення скрепера неможливо без розробки комплексу методів, програм і обладнання.

Наступний етап – технолого-виробничий – повинен забезпечити реалізацію показників надійності, закладених у проектних рішеннях. Серед заходів цього етапу:

1. Спеціалізація виробництва, тобто випуск уніфікованих вузлів і агрегатів високої якості для різних типів скреперів.
2. Прогресивна формозміна заготовок, використання економічних профілів металоконструкцій;
3. Механізація та автоматизація виробництва на всіх етапах виготовлення та контролю, що сприяє дотриманню вимог конструкторської та технологічної документації;
4. Використання прогресивних зміцнюючих і фінішних операцій, які зводять до мінімуму концентрацію напружень і гарантують високу міцність і зносостійкість поверхонь;
5. Забезпечення технологічності збирання скрепера;
6. Проведення стендових і експлуатаційних випробувань виготовлених скреперів з метою знайти можливості підвищити надійність технологічними методами.

Найважливіша вимога до технологічних заходів забезпечення надійності – стабільність технології виготовлення при дотриманні заданої точності. Встановленню стабільності суттєво сприяють прискорені випробування, головним чином стендові, котрі дозволяють зразу визначити можливі відмови та вжити необхідних заходів.

Насамкінець, при експлуатації скрепера основними заходами з підтримки надійності є:

1. Дотримання технічних умов з використання скрепера, правил технічної експлуатації.
2. Організація якісного проведення технічного обслуговування та ремонту скреперів.
3. Підвищення кваліфікації операторів скреперів.
4. Впровадження в практику експлуатації методів технічної діагностики.
5. Забезпечення запасними частинами в відповідності з науково обґрунтованими потребами.
6. Організація статистичного обліку та вивчення причин відмов машин.
7. Визначення реальних показників надійності.

УДК 691.555

### ***ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ЦЕМЕНТУ ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ***

**О.М. Матвієнко, ст. гр. БІ-16-МН,**

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

*Кіровоградський національний технічний університет*

**Вступ.** 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 цементу довгострокового зберігання й клінкера після його подрібнювання, що може забезпечити підвищення експлуатаційних властивостей цементних матеріалів.

Літературні дані показують, що властивості цементу, у першу чергу його гідравлічна 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.

**Метою роботи** є дослідження зміни структури й властивостей портландцементу й портландцементного клінкера в результаті тривалого вимушеного зберігання; визначення фізико-хімічних способів підвищення експлуатаційних властивостей (механічної міцності, морозостійкості) цементних матеріалів (цементно-піщаного розчину, бетону), у тому числі

при використанні цементу, що довгостроково зберігався, або клінкера.

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.

**В результаті досліджень** запропоновані мінеральні добавки, що забезпечують підвищення міцності цементних матеріалів (бетонів, будівельних розчинів), у тому числі приготовлених із цементу, що довгостроково зберігався, або клінкера.

Визначені технологічні режими одержання цементних матеріалів (цементно-піщаного розчину, бетону) при введенні дисперсних мінеральних добавок і електролітів.

Проведені дослідно-промислові випробування запропонованих составів у виробничих умовах з використанням портландцементу вихідного довгострокового зберігання при 80 %-ній вологості повітря.

**Висновки.** Комплексним термічним аналізом встановлено, що при тривалім 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.

Розроблені й затверджені нормативні й технологічні документи на запропоновані матеріали й процеси при виготовленні будівельних матеріалів: бетонних сумішей, тротуарної плитки, блоків стінових дрібних з газобетону й ін.

### Список літератури

1. Вест А. Химия твердого тела. Теория и приложения. Ч. 1. / пер. с англ. А. Вест. М. : Мир, 1988. 558 с.

2. Волженский А.В., Буров Ю.С., Колокольников В.С. Минеральные вяжущие вещества. М. : Стройиздат, 1979. 476 с.
3. Колбасов В.М., Леонов И.И., Сулименко Л.М. Технология вяжущих материалов. М. : Стройиздат, 1987. 432 с.

УДК 691.32

## **МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СТАЛЕБЕТОННИХ СТІЙОК ІЗ НЕСИМЕТРИЧНОЮ СХЕМОЮ НАВАНТАЖЕННЯ В ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ NASTRAN**

**А.В. Мельников**, ст. гр. БП15МЗ,

**В.В. Дарієнко**, доц., канд. техн. наук

*Кіровоградський національний технічний університет*

**А.В. Гасенко**, доц., канд. техн. наук

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія*

*Кондратюка*

Комп’ютерне моделювання за допомогою пакетів комерційних програм (ANSYS, NASTRAN, SCAD, Cosmos, ASKA, ЛИРА, MOHOMAX і ін.) призначене для чисельного дослідження на електронно-обчислювальних машинах напружено-деформованого стану (НДС), стійкості конструкцій в цілому і їх елементів та виявлення небезпечних місць концентрації напружень.

Чисельне моделювання НДС сталобетонних стійок, результати якого показано на рисунках 1 і 2, було виконано в системі NASTRAN (NAsa STRuctural ANalysis) Femap 10.1.1 SC 32bit / 64 bit. Використовувалася учбова демо-версія SDRC-FEMAP 8/1a S/N 000-00-00-DEMO-406F-00000000. Ця програма скінченно-елементного аналізу розроблена компанією MacNealSchwendler Software – MSC. Software Corporation, що являється визнаним лідером у даному напрямку.

Розробку системи NASTRAN фірма веде із 1965 року і на сьогодні нею випущений широкий набір програмних продуктів скінченно-елементного аналізу, що реалізують широкий спектр інженерних розрахунків (статичних задач, динамічних процесів, задач нелінійної поведінки конструкції і теплопровідності, розрахунки тріщиностійкості та ін.).

Достовірність результатів розрахунку з допомогою MSC/NASTRAN підтверджена використанням її в промисловості більш ніж 35 років [1,2]; відповідність вимог однієї із самих вимогливих офіційних програм забезпечення якості в США (QA program); більше 5000 тестів перед випуском кожної нової версії.

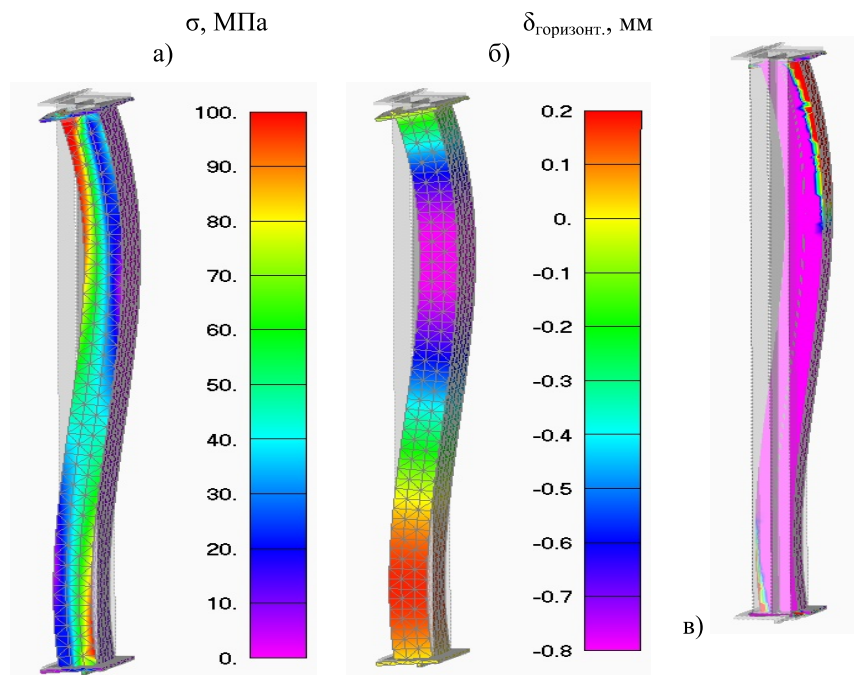


Рисунок 1 – Результати розрахунку сталобетонних зразків із несиметричною схемою навантаження: а) головні напруження; б) прогин зразка в площині мінімальної жорсткості; в) положення нульової лінії по висоті

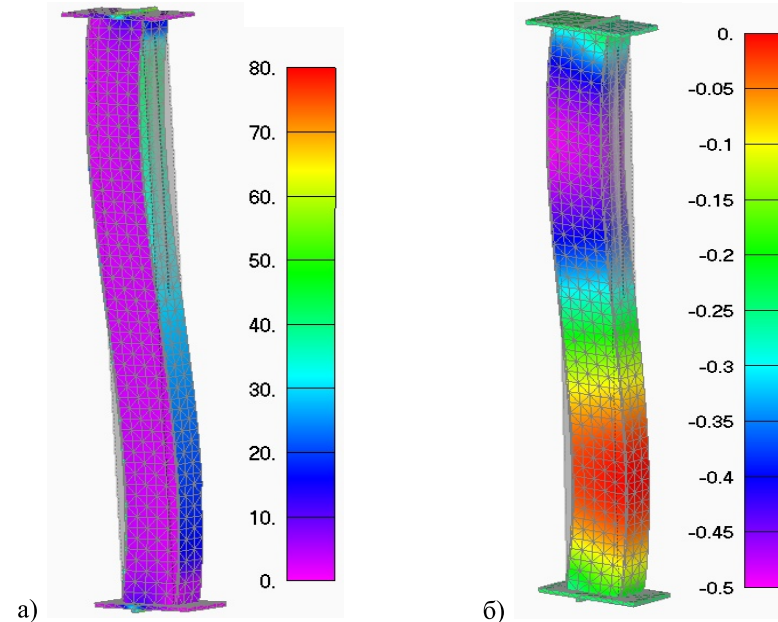


Рисунок 2 – Результати розрахунку сталобетонних зразків, завантажених у площині максимальної жорсткості: а) головні напруження; б) прогин зразка

Моделювання напружено-деформованого стану моделей сталобетонних стійок дозволить в майбутніх дослідженнях: поперше – зменшити кількість експериментальних зразків; подруге – означити місця із максимальними напруженнями та деформаціями, на які при проведенні експерименту буде звернено особливу увагу.

### Список літератури

1. Шимкович Д.Г. Расчет конструкций в MSC/NASTRAN for Windows. – М.: ДМК, 2003. – 448 с.
2. Яхин С.В. Изгибаемые несущие конструкции из стальных двутавров с полостями, заполненными бетоном : Дис. ... канд. техн. наук : 05.23.01 / Яхин Сергей Валерійович. – Полтава, 2002. – 151 с.

УДК 004.92

## **ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ В ArchiCAD БУДІВЛІ З СУЦІЛЬНИМ СКЛІННЯМ ФАСАДУ**

**А.С. Остапчук**, *ст. гр. БІ-16-МН*,  
**В.А. Настоящий**, *доц., канд. техн. наук*  
*Кіровоградський національний технічний університет*

**Вступ.** Суцільне скління фасаду є одним з найефективніших прийомів при оздобленні зовнішнього вигляду споруд. Приклад цього – хмарочоси, які облицьовуються склом від першого до останнього поверху. Крім естетичного вигляду, фасадне скління будівель допомагає висвітлити сонячним світлом більшу кількість площі приміщення.

**Мета роботи** – розробка 12-ти поверхової будівлі з суцільним фасадним склінням в ArchiCad.

**Об’єкт дослідження** – каркасна 12-ти поверхова будівля з суцільним склінням

**Предмет дослідження** – створення 3D моделі каркасної 12-ти поверхової будівлі з суцільним склінням.

Методи досліджень – комп’ютерне проектування за допомогою системи автоматизованого проектування ArchiCad.

Будівля 12-ти поверхова і фасадне скління проектується з першого до останнього поверху. З 10 по 12 поверхи площа поверхів зменшується. Скління потрібно виконати, щоб не порушити архітектурну вертикаль скляних блоків (рис.1).



Рисунок 1 – Тривимірна модель 12-ти поверхової каркасної будівлі з суцільним фасадним склінням

Для цього в програмі ArchiCad було побудовано скління для кожного поверху окремо, однакової довжини одне над одним. Щоб забезпечити різнорівневе скління на 10-12 поверхах застосовується операція твердого моделювання. Викреслюється плита перекриття в основі тієї ділянки фасадного скління поверху, яка не повинна бути. За допомогою інструмента «Операція твердого моделювання» виконується вирахування з виштовхуванням вгору. Ділянка плити перекриття переноситься на невидимий шар. Таким чином ми отримуємо елемент фасадного скління меншої площі перерізу ніж на нижньому поверху (рис.2). Данну операцію проводимо на інших поверхах, з послідовним зменшенням площі перерізу суцільного фасадного скління окремого поверху.

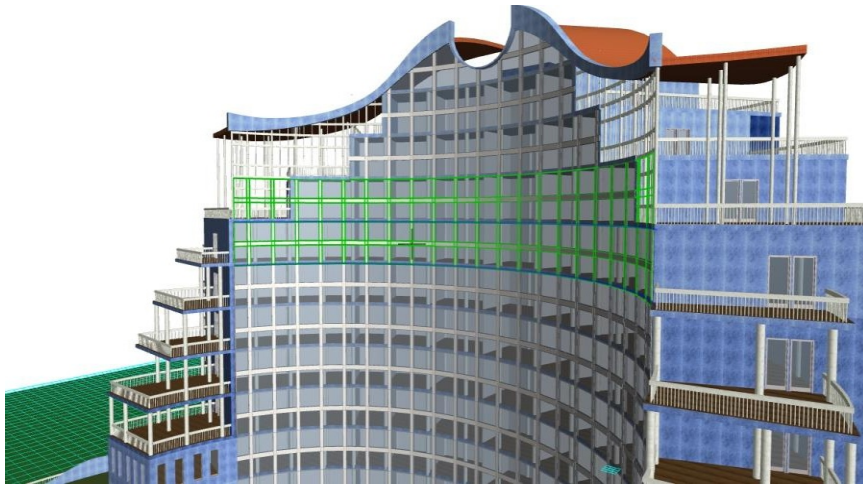


Рисунок 2 – Елементи фасадного скління окремих поверхів зі зменшенням площі перерізу з 10-12 поверхи

**Висновки.** Таким чином виконання даної роботи дозволило за допомогою ArchiCad отримати візуальний вигляд майбутньої будівлі. Оцінити конструктивні особливості процесу проектування суцільного фасадного скління. Довести естетичну актуальність використання фасадного скління для формування екстер’єру будівлі. Отримати 3D проект передової висотної будівлі.

### Список літератури

1. Шепелев А.М. Стекольные работы. ; Высшая школа; 1993 – 130 с.
2. Кустова Е.В. ArchiCad 10 на примерах / Кустова Е.В., Иванова О.М.: СПб.; БХВ-Петербург, 2007. – 512 с.
3. Столяровский С. ArchiCAD 12. Учебный курс / Сергей Столяровский. Питер: 2009. - 336 с.
4. Справочное руководство ArchiCAD 13. Изд.: Graphisoft 2009. – 2054 с.
5. Титов С. ArchiCAD 13. Справочник с примерами / Сергей Титов. Изд: Фойлис, 2010. - 544 с.

УДК 004.92

## **ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМИ ArchiCAD ПРИ ПРОЕКТУВАННІ БАГАТОШАРОВИХ СТІН З РІЗНОЮ ВИСОТОЮ ШАРІВ**

**А.С. Остапчук, ст. гр. БІ-16-МН,  
Д.Ю. Артеменко, доц., канд. техн. наук  
Кіровоградський національний технічний університет**

**Вступ.** Одним з найістотніших елементів, які впливають на споживання енергії будинком – теплі стіни. Якщо стіна не відповідає нормативам, то через неї назовні може йти до 30% тепла. Чим тепліше буде стіна, тим менше тепла піде через неї взимку з середини будинку назовні і, відповідно, менше енергії потрібно для його обігріву.

**Мета роботи** – побудова багатошарових стін з різною висотою шарів в ArchiCad.

**Об’єкт дослідження** – багатошарова стіна з різною висотою шарів

**Предмет дослідження** – створення 3D моделі багатошарової стіни.

Методи досліджень – комп’ютерне проектування за допомогою системи автоматизованого проектування ArchiCad.

В архітектурній практиці часто використовуються стіни з багатошаровою структурою. У деяких випадках різні шари таких стін починаються і закінчуються на різних висотах.

Каркас і внутрішні панелі стіни спираються на верхню частину перекриття, в той час як обшивка, повітряна ізоляція і облицювальна цегла опускаються до фундаменту (рис.1).

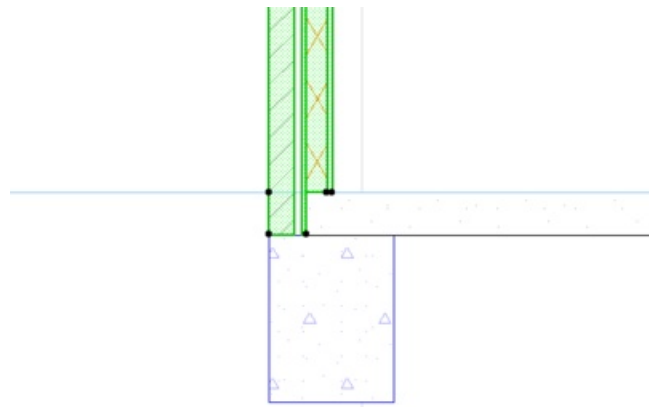


Рисунок 1 – Вузол перекриття-фундамент-багатошарова стіна

В «Менеджері профілів» виконуємо побудову перерізу стіни. Змінюємо структуру багатошарової стіни через редагування штриховок. Змінити стіну потрібно так, як вона буде представлена в подальшому на розрізі. В даному випадку краще опустити шар обшивки, повітряної ізоляції і облицювальної цегли вниз на товщину перекриття. Наприклад, якщо перекриття товщиною 200 мм, стіну треба заглибити вниз на 200 мм. Розміщуємо вузлові точки на профілі стіни (рис.2). Ці вузли будуть точками прив'язки для складної багатошарової стіни в вікні 3D.

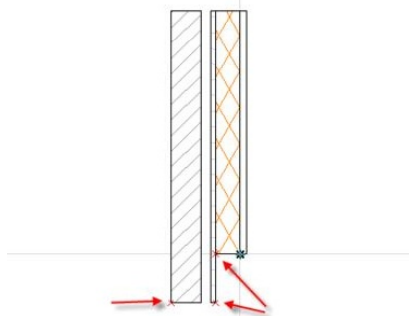


Рисунок 2 – Профіль багатошарової стіни

Для нашого прикладу ми поставимо такий параметр: ділянка нижче початку координат не повинна змінюватися, а структура вище початку координат повинна розтягнутися відповідно до значення змінної «Висота стіни». На поверховий план розміщуємо стіну, для якої задано щойно створений нами профіль. Створюємо фундамент і перекриття. Перекриття будуємо в стороні. Виділяємо всі об’єкти і переходимо в 3D вікно (рис.3). Позиціонуємо перекриття до стіни (рис.4)

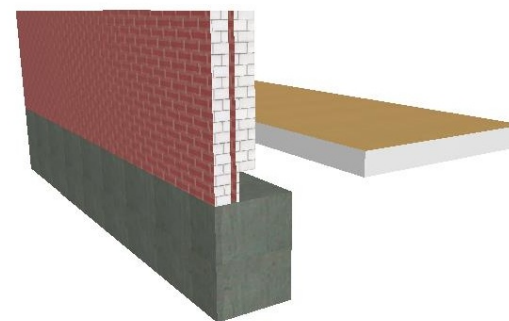


Рисунок 3 – Вузол перекриття-фундамент-багатошарова стіна побудований в 3D

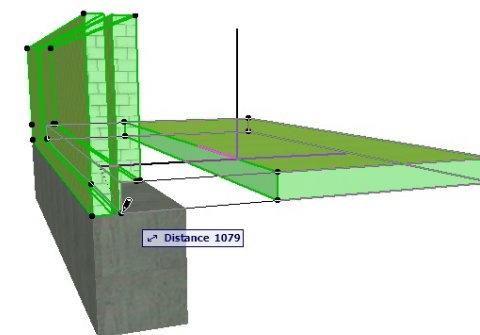


Рисунок 4 – Позиціонування перекриття

**Висновки.** Простішим способом побудови багатошарової стіни є розміщення стіни по верху фундаменту, потім будуємо перекриття і вирізаємо з структури стіни обсяг

перекриття. Але описаний вище спосіб за допомогою Складних профілів не вимагає використання операції над об'ємними тілами. Зручність способу полягає в тому, що він дозволяє більш точно управляти відображенням багаточислової структури на розрізах.

### Список літератури

1. Кустова Е.В. Archicad 10 на примерах / Кустова Е.В., Иванова О.М.: СПб.; БХВ-Петербург, 2007. – 512 с.
2. Столяровский С. ArchiCAD 12. Учебный курс / Сергей Столяровский. Питер: 2009. - 336 с.
3. Справочное руководство ArchiCAD 13. Изд.: Graphisoft 2009. – 2054 с.
4. Титов С. ArchiCAD 13. Справочник с примерами / Сергей Титов. Изд: Фойлис, 2010. - 544 с.

УДК 004.92

## **ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРОГРАМ ArchiCAD, Cadwork ТА КОМПАС-3D ПРИ ПРОЕКТУВАННІ БУДІВНИЦТВА**

**А.М. Пацьо**, *ст. гр. Бі 16-МН,*

**І. О. Скриннік**, *канд. техн. наук*

*Кіровоградський національний технічний університет*

**Вступ.** Сьогодні життя суспільства тісно пов'язано з інформаційними технологіями, тому використання комп'ютера стало обов'язковим в усіх сферах діяльності людини. Ця тенденція не стала виключенням для будівельної промисловості. Якщо раніше креслення проектів відбувалося вручну, що займало досить багато часу, то зараз архітектори використовують так звані системи автоматизованого проектування. САПР (англ. CAD, Computer-Aided Design) – програмний пакет, який призначений для проектування

(розробки) об'єктів виробництва (або будівництва), а також оформлення конструкторської та/або технологічної документації.

**Мета роботи** - підвищення ефективності праці інженерів, скорочення термінів та трудомісткості проектування і планування, зниження собівартості виготовлення та витрат на експлуатацію, підвищення якості і техніко-економічного рівня результатів проектування.

Найпоширенішими САПР є ArchiCAD, Cadwork та КОМПАС-3D.

**ArchiCAD** – графічний програмний пакет САПР, створений угорською компанією [Graphisoft](#), для [архітекторів](#). Він призначений для проектування архітектурно-будівельних конструкцій і рішень, а також елементів ландшафту, меблів та ін. [1]

При роботі з пакетом використовується концепція віртуального будинку (BIM). Суть BIM полягає в тому, що архітектор будує споруду у 3D-форматі, використовуючи при цьому стіни, перекриття, вікна, сходи, різноманітні об'єкти і т.д. Проект зберігається на комп'ютері у спеціальному файлі. Після завершення робіт над «віртуальним будинком», проектувальник отримує тривимірну цифрову базу даних, яка надає можливість отримувати різноманітну інформацію про даний об'єкт: поверхові плани, фасади, розрізи, експлікації, специфікації, презентаційні матеріали та ін. Підтримує взаємодію з різними інженерними програмами через формат [IFC](#) [2].

Приклад роботи з програмою ArchiCAD показано на рисунку 1.

Основною перевагою програми є природний взаємозв'язок між усіма частинами проекту: BIM дозволяє

працювати з усім проектом в цілому. Будь-які зміни, зроблені у одній частині проекту, автоматично відбуваються в усіх інших частинах.

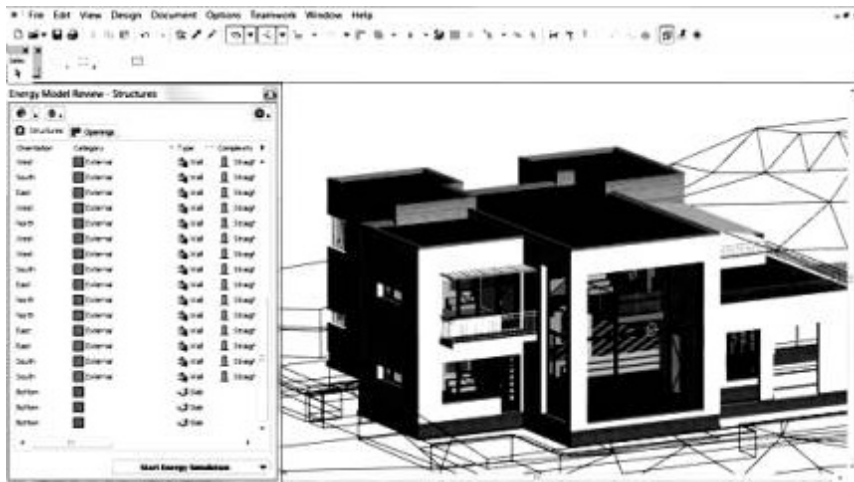


Рисунок 1 – Приклад створення проекту в ArchiCAD

ArchiCAD дозволяє працювати над одним проектом групі архітекторів через локальну мережу або Інтернет (технологія Teamwork). Вся документація проекту зберігається в єдиному файлі, що містить архітектурні об'єкти. При цьому зміни, внесені архітекторами за певний період, ArchiCAD автоматично передає у файл проекту. Коли обов'язки розподілені, будь-який з учасників команди легко входить в роботу, визначаючи свій робочий простір за допомогою поверхів, шарів і чітко обмеженою області. Далі робочий простір виділяється в окремий файл, який зберігається на комп'ютері архітектора. Така схема дозволяє працювати незалежно від локальної мережі. У будь-який час архітектор може передати в основний файл (по мережі або за допомогою

модему) зміни своєї ділянки проекту, попередньо погодивши їх з головним архітектором. Настільки ж просто отримати зміни від інших архітекторів [3].

Недоліком програми можна вважати обмежені можливості по створенню об'єктів зі складною, нестандартною геометрією (поверхні NURBS, скульптурне моделювання), що найчастіше не дозволяє проектувальнику стандартними засобами реалізувати всі свої ідеї в повній мірі. Для вирішення такої проблеми можна скористатися імпортом з сторонніх програм, таких як Cinema 4D, 3ds Max. Також ArchiCAD не передбачає багатоваріантності проектування – у будь-який момент часу в рамках одного файлу потрібно мати один повноцінний варіант прийнятих архітектурно-будівельних рішень (проте цей недолік до деякої міри можна вирішити відображенням комбінацій шарів).

**Cadwork 3D** – це ядро програмного пакету, яке служить для планування, вільного конструювання та виведення на друк усіх креслень, списків матеріалів і машинних параметрів. У ньому доступні всі галузі будівництва з використанням дерев'яних конструкцій і будівельної справи взагалі. Це дає перевагу на ринку, де чинником, що визначає існування кожної будівельної організації, стали гнучкість, швидкість виконання робіт та якість у процесі підготовки робіт [4].

Усі можливі способи будівництва та форми будівельних елементів можуть вільно комбінуватися один з одним.

Для вирішення будь-яких завдань конструктор може використовувати прості прямокутні та круглі перерізи, сталеві, дерев'яні або спеціальні профілі, а також перекошені і S-образні деталі вільної форми. Сюди ж відносяться каталоги з

різноманітними сполучними елементами відомих виробників і бібліотеки, створені самим користувачем. Приклад поєднання декількох видів перерізів зображено на рисунку 2.

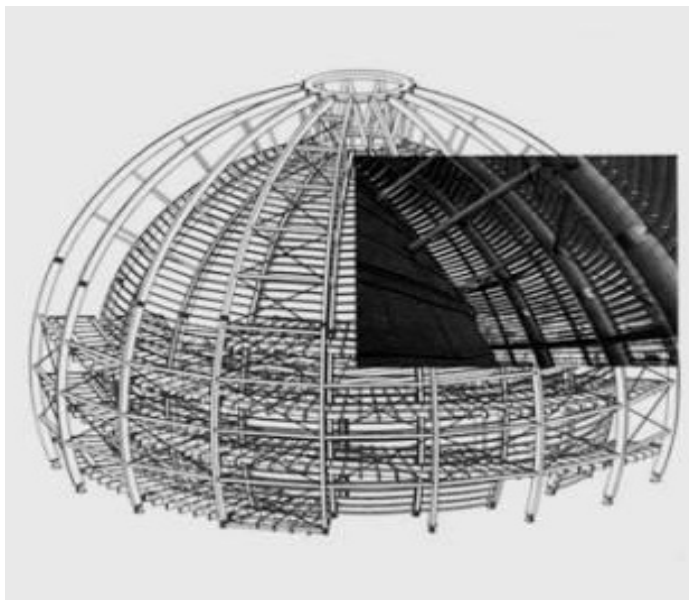


Рисунок 2 – Поєднання декількох видів перерізів у Cadwork

Усі будівельні модулі можна декомпонувати і поєднувати один з одним. Універсальність можливостей обробки, а також проста і ефективність застосування зробили Cadwork 3D обов'язковим інструментом будь-якого конструктора.

Сьогодні галузі застосування охоплюють як теслярські роботи, так і будівництво дерев'яних будинків, великих інженерних споруд із застосуванням дерев'яних конструкцій, будівництво сталевих конструкцій, будівництво виставкових

стендів, зимових садів і сходових конструкцій аж до найцікавіших проектів з реконструкції і реставрації.

**КОМПАС-3D** – потужна система для 3D-конструювання та моделювання будівель та споруд, яка має так звані модулі-доповнення (бібліотеки), що вирішують будь-які архітектурно-будівельні задачі: від випуску різноманітних специфікацій, відомостей і характеристик моделі практично в будь-якому розповсюдженому форматі, від електронних таблиць, текстових документів до набору інструкцій для проектування [5].

Останньою версією КОМПАС-3D є V14, особливістю якої є використання технології MinD ( Model in drawing ), що дозволяє із середовища звичайного креслення (вид зверху) витягнути та створити 3D-модель конструкції чи цілого будинку (рисунок 3). Таку об'ємну модель можна використовувати для формувань фасадів, видів чи розрізів будівлі.

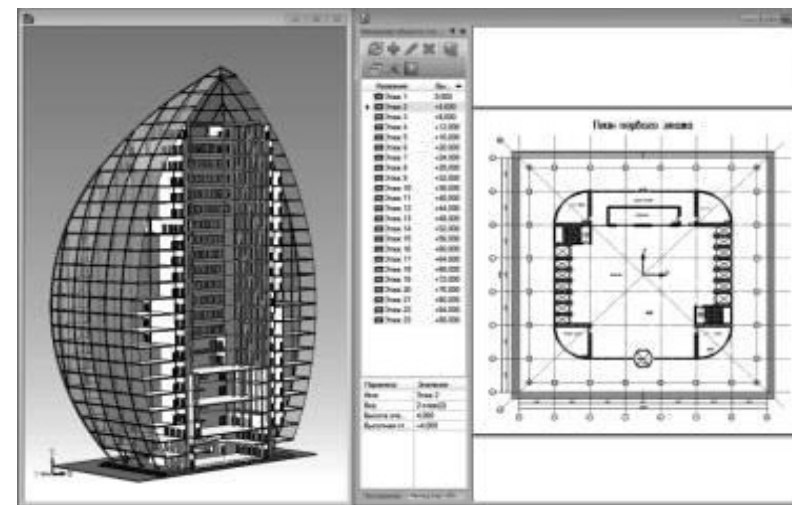


Рисунок 3 – Приклад використання технології MinD

**Переваги технології MinD:**

1. Ефективне будівельне проектування на основі інтелектуальних будівельних елементів;
2. Простий перехід до 3D-моделі;
3. Передача 3D-моделі в розрахункову програму SCAD, СТАРТ;
4. Новий підхід до вирішення задачі створення інформаційних моделей будівель.

**Висновок**

Використання комп’ютерів у будівництві стало обов’язковим сьогодні. Із появою систем автоматизованого проектування архітекторам вдалося зменшити строки проектування будівель, підвищити продуктивність праці, швидко та зручно розробляти документацію до проекту, а також зекономити гроші при будівництві. Було проведено огляд відомих САПР для будівництва.

**Список літератури**

1. DWG. – [Електронний ресурс]; Режим доступу: <http://dwg.ru/sapr/ch64>
2. Graphisoft. Virtual Building Solutions. – [Електронний ресурс]; Режим доступу: <http://archicad.ru/company/techology/teamwork.html>
3. Graphisoft. Virtual Building Solutions. – [Електронний ресурс]; Режим доступу: <http://archicad.ru/company/techology/bim.html>
4. Компания «Эло». – [Електронний ресурс]; Режим доступу: <http://www.elo.ru/cadwork/>
5. 1 СОФТ программы в подлиннике. – [Електронний ресурс]; Режим доступу: <http://www.1csoft.ru/publications/8144/15806128/>

УДК 624.042.4

## **ВИХІДНІ ДАНІ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛІВ МАКСИМАЛЬНИХ ЗНАЧЕНЬ КЛІМАТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ**

**М.В. Пашинський, аспірант**

*Кіровоградський національний технічний університет*

Однією з найпоширеніших імовірнісних моделей кліматичних навантажень є послідовність максимальних значень за характерні проміжки часу [1...3]. Як правило, формуються вибірки річних максимумів снігового та ожеледного навантаження, а також річних чи місячних максимумів швидкості чи тиску вітру. Такі інтервали часу забезпечують незалежність послідовних елементів вибірок. Отримані вибірки зазвичай описуються подвійним експоненціальним законом розподілу Гумбеля [4], можливість використання якого підтверджувалася численними дослідженнями [2, 5...7]. Така імовірнісна модель дає змогу визначати граничні розрахункові значення навантажень за заданим періодом повторюваності.

Проблема полягає в тому, що закон розподілу Гумбеля має нескінчену область визначення  $\infty \leq X \leq \infty$  і тим самим передбачає наявність від’ємних значень, яких фізично не можуть мати навантаження на будівельні конструкції. З рисунка 1 і таблиці 1 видно, що при малих значеннях коефіцієнта варіації  $V$  імовірність виникнення від’ємних значень  $F(0)$  у розподілі Гумбеля зовсім невелика і нею можна знехтувати. З ростом коефіцієнта варіації ця імовірність помітно зростає, що може призвести до похибок визначення розрахункових значень навантажень. Це спонукає до більш глибокого аналізу меж придатності закону розподілу Гумбеля для опису вибірок максимальних значень кліматичних навантажень.

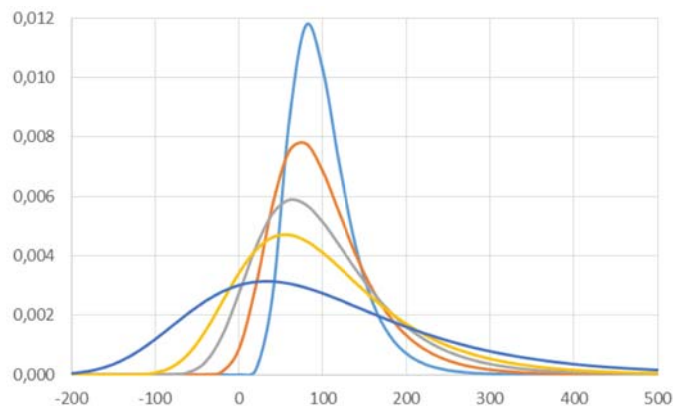


Рис. 1 – Густина розподілу Гумбеля при значеннях коефіцієнта варіації  $V = 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.5$

Таблиця 1 - Імовірність від'ємних значень розподілу Гумбеля залежно від коефіцієнта варіації

V	F(0)
0,4	1E-06
0,6	0,0086
0,8	0,0615
1,0	0,1321
1,5	0,2671

Дослідження галузі придатності закону розподілу Гумбеля виконуються на прикладі даних про вагу снігового покриву та швидкість вітру на 20 метеостанціях України, які вказані в таблиці 2 і на схематичній карті рисунка 2. З рисунка видно, що обрані метеостанції розміщені в різних географічних районах і відображають мінливість кліматичних умов на території України.

Таблиця 2 – Метеорологічні дані для дослідження законів розподілу максимальних значень кліматичних навантажень

Метеостанція	Річні максимуми ваги снігу			Річні максимуми швидкості вітру			Місячні максимуми швидкості вітру		
	N	M	V	N	M	V	N	M	V
Асканія-Нова	41	173,9	0,84	21	25,0	0,15	243	18,7	0,20
Броди	43	502,8	0,61	21	26,9	0,18	246	16,7	0,34
Вознесенськ	44	245,5	0,64	21	21,5	0,17	246	16,1	0,22
Гадяч	45	597,3	0,70	21	23,2	0,12	245	16,6	0,25
Джанкой	38	177,4	0,96	20	21,3	0,21	231	15,8	0,22
Знам'янка	46	443,9	0,67	21	23,9	0,21	245	16,5	0,26
Ковель	44	358,4	0,61	21	23,6	0,19	247	15,9	0,26
Коростень	43	524,9	0,56	21	25,2	0,22	245	16,6	0,26
Конотоп	46	620,4	0,59	21	19,2	0,15	245	14,5	0,20
Куп'янськ	46	461,7	0,66	21	22,3	0,16	242	15,6	0,25
Лозова	45	453,6	0,76	21	22,6	0,21	239	16,5	0,24
Маріуполь	44	292,7	0,87	21	25,4	0,14	245	19,1	0,20
Могилів-Под.	45	377,1	0,67	21	21,7	0,16	246	14,1	0,29
Полтава	46	540,2	0,61	21	23,6	0,15	246	18,0	0,19
Роздільна	43	279,1	0,48	21	22,3	0,19	245	16,0	0,23
Семенівка	46	682,6	0,54	21	27,0	0,28	246	17,8	0,31
Славське	44	823,6	0,56	21	18,7	0,35	244	11,7	0,44
Умань	45	580,2	0,68	21	25,0	0,21	246	16,5	0,28
Хуст	44	737,0	0,60	21	19,9	0,13	245	11,9	0,38
Шепетівка	45	539,6	0,54	21	21,9	0,20	246	13,6	0,35
Мінімум	38	173,9	0,48	20	18,7	0,12	231	11,7	0,19
Максимум	46	823,6	0,96	21	27,0	0,35	247	19,1	0,44



Рис. 2 – Розташування метеостанцій, обраних для дослідження

Із таблиці 2 видно, що для досліджень використовуються досить довгі ряди спостережень, які складають 38...46 років для снігового навантаження та 20...21 років для швидкості вітру. Коефіцієнти варіації наявних вибірок змінюються в таких межах:

- річні максимуми ваги снігового покриву – 0,48...0,96;
- річні максимуми швидкості вітру – 0,12...0,35;
- місячні максимуми швидкості вітру – 0,19...0,44.

Отже, наявні дані охоплюють значення коефіцієнта варіації в межах від 0,12 до 0,96. Деякі кліматичні навантаження (наприклад, ожеледне навантаження, тиск вітру на проводи, вкриті ожеледдю) можуть мати іще більші коефіцієнти варіації, що призведе до ще більших похибок від використання закону розподілу Гумбеля.

Подальший статистичний аналіз наявних вибірок метеорологічних даних здійснюється в такому порядку:

- 1) виконується статистична обробка за відомими формулами математичної статистики і визначаються середнє значення  $M$ , стандарт  $S$ , коефіцієнт варіації  $V$  і коефіцієнт асиметрії  $A$  кожної з вибірок, будуються гістограми розподілу цих вибірок і аналізується їх зовнішній вигляд;
- 2) за отриманими статистичними характеристиками визначаються параметри закону розподілу Гумбеля і виконується перевірка його відповідності до дослідних даних за критерієм  $\chi^2$  Пірсона;
- 3) визначаються розрахункові значення навантажень з періодами повторюваності в межах від одного до 1000 років;
- 4) пункти 2 і 3 повторюються для інших законів розподілу максимальних значень (розподіли екстремумів другого і третього типів, зрізані розподіли тощо);
- 5) за результатами аналізу усіх 60 вибірок встановлюються межі придатності проаналізованих законів розподілу за критерієм узгодженості з дослідними даними та шляхом порівняння розрахункових значень навантажень.

Результати аналізу дозволять встановити межі придатності різних законів розподілу та надати рекомендації щодо їх використання для імовірнісного опису послідовностей максимальних значень кліматичних навантажень.

### Список літератури

1. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения / А.В. Перельмутер, В.Н. Гордеев, А.И. Лантух-Лашенко, А.В. Махинько, В.А. Пашинский, С.Ф. Пичугин / Под общей ред. А.В. Перельмутера. – 4-е изд., перераб. – М.: Издательство СКАД СОФТ, издательство АСВ, издательство ДЩМК Пресс, 2014. - 596 с.
2. Пашинский В.А. Атмосферні навантаження на будівельні конструкції на території України.- К.: УкрНДІпроектстальконструкція, 1999.- 185 с.
3. Пичугин С.Ф. Вероятностное представление нагрузок, действующих на строительные конструкции /Пичугин С.Ф. // Известия высших учебных заведений. – Строительство, 1995. – № 4. – С. 12 – 18.
4. Гумбель Э. Статистика экстремальных значений / Гумбель Э. – Москва: Мир, 1965. – 450 с.

5. Лебедева И.В. Экспериментальные исследования снегоотложений / И.В. Лебедева И.В. Некрасов, С.Ю. Мяснянкин // Строительная механика и расчет сооружений. – 2007. – №2. – С. 76–85.
6. Пичугин С.Ф. Снеговые и гололедные нагрузки на строительные конструкции / С.Ф. Пичугин., А.В. Махинько. – Полтава: ООО "АСМИ", 2012. – 460 с.
7. Розенберг А.С. Вероятностная оценка максимумов снеговых нагрузок / Розенберг А.С. // Строительная механика и расчет сооружений. – 1990. – № 3. – С. 75 – 78.

УДК 625.08.004

## **ОБЛАСТЬ РАЦИОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ТА НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЕКСКАВАТОРІВ**

**Ратушний О.В.**, *ст. гр. ДМ-15МЗ,*  
**Хачатурян С.Л.**, *доц., канд. техн. наук*  
*Кіровоградський національний технічний університет*

На земляних роботах у дорожньому будівництві в основному знайшли використання одноковшеві екскаватори, що пояснюється їх універсальністю. Питома вага екскаваторних робіт у загальному об'ємі земляних робіт складає приблизно 26÷27%. Поряд з використанням одноковшевих екскаваторів з канатно-блочною системою керування в теперішній час у дорожньому будівництві спостерігається яскраво виражена тенденція збільшення питомої ваги гідравлічних екскаваторів.

Гідравлічний привод при тій же масі екскаватора дозволяє збільшити ємність ківша та виробність машини в 1,25÷1,6 рази, розробляти міцні ґрунти за рахунок збільшення питомого зусилля на ріжучій крайці, забезпечує високий ступінь уніфікації екскаваторів на базі централізовано виготовлених елементів гідроприводу, розширює область

використання машин за рахунок створення змінного обладнання та робочих органів.

На відміну від екскаваторів з канатно-блочною системою керування, котрі оснащуються чотирма-п'ятьма видами змінного обладнання, для гідравлічних екскаваторів його номенклатура може бути розширена в 2÷3 рази. Це дає можливість використовувати гідравлічні екскаватори на плануванні та зачистці, при розробці земляних споруд з прямовисними стінками, при ритті колодязів, ям і т. д. Гідравлічні екскаватори дозволяють розширити технологічні можливості та скоротити витрати ручної праці на дорожньому будівництві.

Впровадження гідравлічних екскаваторів у практику дорожнього будівництва полегшує організацію агрегатного методу ремонту, спрощує їх технічне обслуговування та покращує умови праці машиніста. Можливість використання ківшів підвищеної ємності знижує питому металоємність екскаваторів.

Вибір типорозміру екскаватора, котрий забезпечує максимальну ефективність виконання робіт, багато в чому залежить від факторів, які визначають умови експлуатації (обсяги робіт на об'єкті та дальність перебазування екскаватора на цей об'єкт). Зони ефективності використання окремих типорозмірів машин будуть обмежені лініями рівно ефективності, тобто рівнозначних приведених питомих витрат.

Специфіка дорожнього будівництва накладає на вибір типорозміру екскаватора низку обмежень. Лінійний характер робіт при будівництві доріг пред'являє до екскаватора вимоги мобільності.

Підвищення продуктивності екскаваторів може бути досягнуто, зокрема, за рахунок:

1. Використання спеціального робочого обладнання.
2. Використання організаційно-технологічних заходів.
3. Покращання використання екскаваторів і транспортних засобів.

У якості спеціального робочого обладнання використовуються, наприклад, ківші з напівкруглою та трикутною ріжучими крайками чи ківші з двох щелепним завантаженням.

Для ківшів з напівкруглою ріжучою крайкою характерна відсутність зубців, їх ріжуча крайка має випуклу форму в плані та поперечному перетині. Тому при взаємодії крайки з розроблюваним ґрунтом забезпечуються концентрація зусиль у середній її частині та косе копання ґрунту. Це сприяє зменшенню опору різанню та переміщенню ґрунту в ківші, що, в свою чергу, знижує опір ґрунту копанню. Утворення в середній частині ковша міцної монолітної стружки приводить до збільшення коефіцієнту наповнення та зменшенню коефіцієнту розпушення. Такими ківшами можуть оснащуватися екскаватори, обладнані прямою та зворотною лопатами, драглайни. Зниження опору копанню дозволяє на 20÷25% збільшити ємність ковша. Продуктивність екскаваторів, оснащених указаними ківшами, може бути підвищена на 20÷50% у залежності від умов їх експлуатації. На міцних ґрунтах, а також ґрунтах з кам'янистими включеннями ефективність використання таких ківшів знижується за рахунок швидкого зношування ріжучої крайки. В останньому випадку доцільні ківші з зубцями, зокрема такі, що мають ріжучу крайку трикутної форми, в вершині котрої розташований змінний зуб. Зниження питомого опору копанню в даному випадку зумовлюється наявністю ефекту бокового розпушення прорізу, утворюваного центральним зубцем. Бокові ріжучі крайки при цьому взаємодіють з розпушеним ґрунтом, що знижує питомий опір копанню. Такі ківші слід рекомендувати на екскаваторах, оснащених прямою та зворотною лопатами. Їх використання до ковша драглайна знижує його стійкість у процесі копання, а бокові опорні лижі збільшують потужність, необхідну на переміщення ковша.

Для збільшення коефіцієнту наповнення можуть бути використані ківші з двох щелепним завантаженням, переобладнані з звичайних шляхом вирізання в середній

частині днища ковша щілини та оснащення її ріжучим ножом, який виступає вниз на 30÷50 мм більше, ніж основний ніж ковша. Вирізання ковшем двох стружок приводить до зниження витрат енергії на їх переміщення в ківші, що знижує питомий опір копанню. Використання двох ножових ківшів доцільно в екскаваторах, обладнаних драглайном, так як це збільшує стійкість ковша, а також у гідравлічних екскаваторах, оснащених прямою та зворотною лопатами, де ківш має можливість обертатися навколо рукояті. Оснащення передньої ріжучої крайки зубцями, а задньої суцільним ножом покращує планувальну здатність двох ножового ковша. Двох ножові ківші вимагають додаткового підсилення ребрами жорсткості, оскільки щілина послаблює ківш у середній його частині.

Як технологічний захід, який сприяє скороченню циклу, можуть використовуватися різні схеми вирізання стружки. Зменшення часу копання за інших рівних умов може бути досягнуто за рахунок збільшення потужності, що розвивається на ківші екскаватора. Це забезпечується за рахунок збільшення коефіцієнтів корисної дії трансмісії та канатно-блочної системи керування, а також шляхом збільшення витрат і тиску рідини в гідросистемі. Останнє ставить задачу створення більш досконалих систем управління екскаваторами.

Час, необхідний на переміщення ґрунту в ківші, його розвантаження та повернення в вихідне положення, займає до 65% часу циклу екскаватора. Зниження витрат часу на транспортування, котре багато в чому залежить від технологічної схеми робіт, може бути досягнуто суміщенням повороту платформи на розвантаження з підйомом ковша та зворотного повороту стріли в вибій з опусканням ковша.

Зменшення часу повороту стріли драглайна при розвантаженні та переміщенні в вибій досягається використанням інерції ковша. При цьому стріла екскаватора повертається на можливо менший кут, рівний 40÷45°, а далі ківш за рахунок сил інерції випереджає стрілу й доходить до місця розвантаження чи завантаження. Таким чином скорочення циклу може сягати 10%.

Цикл роботи екскаватора може бути в значній мірі зменшений за рахунок правильного вибору кутів повороту екскаватора від місця набору до місця розвантаження ґрунту.

Зниження циклу роботи екскаватора та простою автомобілів-самоскидів при завантаженні ґрунту може бути досягнуто шляхом правильного вибору місць набору ґрунту ківшом і порядку завантаження ґрунту в кузова. У період маневру автомобіля-самоскида перед установкою під завантаження доцільно провести набір ґрунту ківшом у найбільш віддаленій точці вибію, повернути стрілу та розвантажити ґрунт у ближній кут кузова. Далі набір ґрунту слід проводити у найближчих до автомобіля-самоскида точках вибію.

Велике значення для підвищення експлуатаційної продуктивності екскаватора має збільшення коефіцієнту використання машини за часом, тобто фактично зниження непродуктивних простоїв. Простої екскаватора можна підрозділити на технічні, технологічні та організаційні. Причиною першого виду простоїв є несправності (відмови) машини, котрі в даній статті не розглядаються. Технологічні простої викликані необхідністю переміщувати екскаватор у вибії по мірі його розробки, втратами часу на маневрування автомобілів при подачі під завантаження, на зміну робочого обладнання й т. д.

Організаційні простої залежать від відсутності фронту робіт автомобілів, порушення трудової дисципліни й багато в чому визначають якість робіт апарату управління будівництвом і виконавців робіт.

Скорочення часу, що витрачається на маневрування автомобілів, може бути досягнуто шляхом їх установки з двох боків екскаватора.

Завдяки цьому при завантаженні одного автомобіля-самоскида другий виконує необхідний маневр і стає під завантаження в задалегідь відміченому місці.

Раціональною слід вважати також організацію кільцевого руху автомобілів, коли вони переміщуються замкненою трасою, й відпадає необхідність у маневруванні заднім ходом.

Втрати часу на простій екскаватора при завантаженні матеріалу в автомобілі також можна скоротити правильним підбором їх вантажопідйомності.

При виборі вантажопідйомності та типу автомобіля в конкретних умовах будівництва доріг необхідно враховувати тип і стан під’їзних шляхів, штучних споруд на шляху слідування автомобіля-самоскида, а також складу автомобільного парку будівельно-дорожнього управління.

Переміщення екскаватору в вибії є невід’ємною частиною технологічного циклу. Для скорочення часу на цю операцію слід вибирати мінімальний шлях переміщення.

Підвищення коефіцієнту використання екскаватора за часом можна досягти за рахунок збільшення змінності роботи машини. Перехід на двох-трьох змінну роботу вимагає проведення значних організаційно-технологічних заходів, до котрих у першу чергу відносяться: своєчасна підготовка широкого фронту робіт; ретельне вивчення технічної документації; розробка способів виконання екскаваторних робіт і маршрутів руху автомобілів; забезпечення проїздів і тимчасових автомобільних доріг; своєчасне перенесення кабельних ліній, ліній зв’язку та повітряних ліній електропередач, які заважають нормальній роботі екскаватора. Значну увагу необхідно приділяти освітленню робочого майданчику та під’їзних шляхів. Комплекс оргтехзаходів повинен передбачати ретельний підбір і розстановку кадрів при організації бригад, які містять у собі майстрів змін, бригадирів, машиністів екскаваторів і бульдозерів, водіїв автомобілів-самоскидів і т. д.

УДК 519.2

## ВИКОРИСТАННЯ ПАКЕТУ STADIA ДЛЯ РОБОТИ З РОЗПОДІЛАМИ ЙМОВІРНОСТЕЙ

О. Сагманов, *ст. гр. МК-16С,*  
Хачатурян С.Л., *старший викладач, канд. екон. Наук*  
Кіровоградський національний технічний університет

Значення випадкових величин неможливо передбачити навіть при повністю відомих умовах експерименту, в якому вони вимірюються. Можливо лише вказати ймовірності того, що випадкова величина приймає те чи інше значення чи попадає в ту чи іншу множину. Проте, знаючи розподіл ймовірностей випадкових величин, які нас цікавлять, можна робити висновки про події, в яких приймають участь ці випадкові величини. Правда, ці висновки будуть також мати ймовірнісний характер.

Серед усіх ймовірнісних розподілів є такі, що використовуються на практиці особливо часто. Ці розподіли детально вивчені й властивості їх добре відомі. Багато з цих розподілів лежать у основі цілих областей знання – таких, як теорія масового обслуговування, теорія надійності, контроль якості, теорія вимірювань, теорія ігор і т. п.

Статистичні пакети можуть надавати велику довідкову інформацію з різних сімейств ймовірнісних розподілів, наочно ілюструючи їх властивості й замінюючи статистичні таблиці.

Пакет STADIA надає можливість працювати з п’ятьма дискретними та вісьмома безперервними розподілами ймовірностей, наведеними нижче на рис. 1. Доступ до них здійснюється з розділу **Распределения и частоты** меню блоку статистичних методів (рис. 2). Розглянемо декілька прикладів.

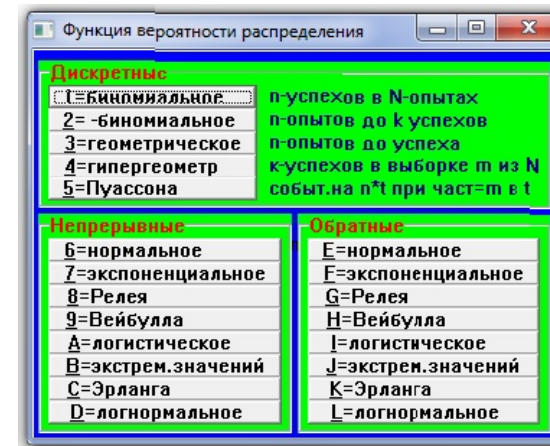


Рисунок 1 – Меню вибору функції розподілу

Побудуємо графіки щільності розподілу ймовірностей нормального розподілу з параметрами  $a=0, \sigma^2=1$ ;  $a=0, \sigma^2=4$ ;  $a=2, \sigma^2=1$ .

У меню блоку **Статистические методы** (рис. 2) клацнемо мишкою кнопку **Т=Вычисление вероятностей** або натиснемо клавішу **Т**. На екрані з’явиться меню вибору **Функция вероятности распределения** (рис. 1), в якому потрібно вибрати пункт **6=нормальное**.

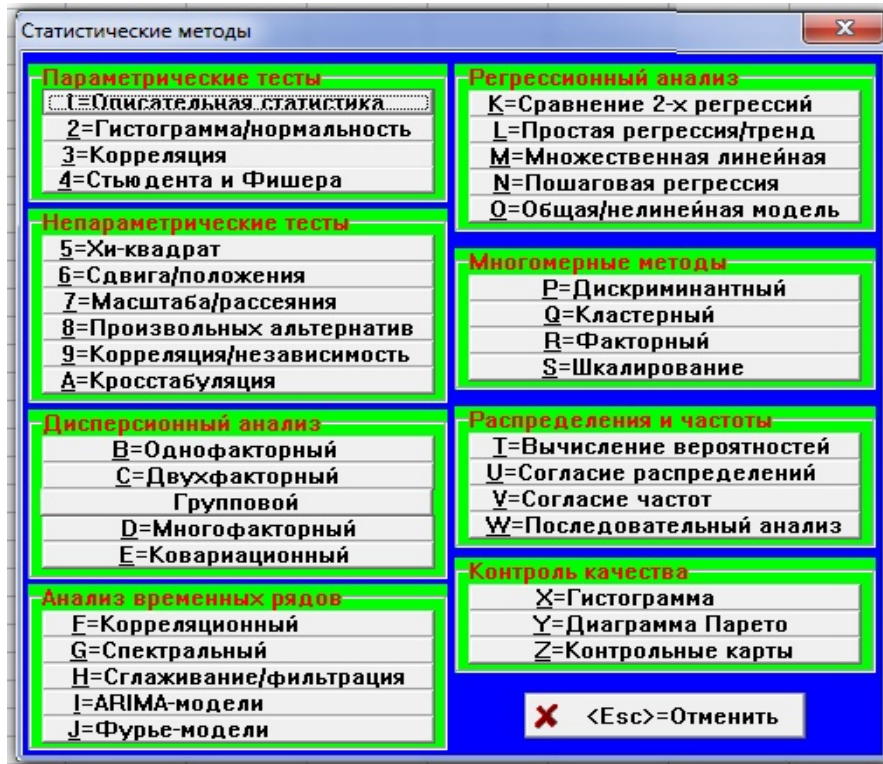


Рисунок 2 – Пакет STADIA. Меню статистичних методів

На екрані з’явиться вікно введення параметрів нормального розподілу (рис. 3). У поля **Среднее значение** та **Ст.отклонение** потрібно ввести параметри потрібного розподілу, наприклад **0**, **1**. Система запропонує розрахувати значення функцій нормального розподілу  $F(x_1)$  і  $F(x_2)$ , а також їх різницю  $F(x_1)-F(x_2)$ , у вибраних точках  $x_1$  і  $x_2$ . Ці точки слід вказати у вікні введення параметрів (рис. 4). При введенні тільки одного значення  $x$  система виведе вказані величини для пари  $-\infty, x$ .



Рисунок 3 – Введення параметрів нормального розподілу

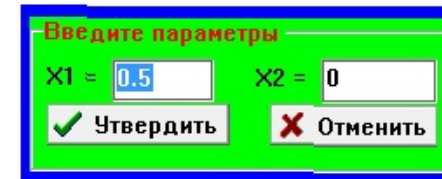


Рисунок 4 – Параметри розрахунку значення функції нормального розподілу

При натисканні кнопки запиту **Утвердить** у вікні введення параметрів буде виданий результат розрахунку значень функцій нормального розподілу, а також їх різницю (рис. 5).

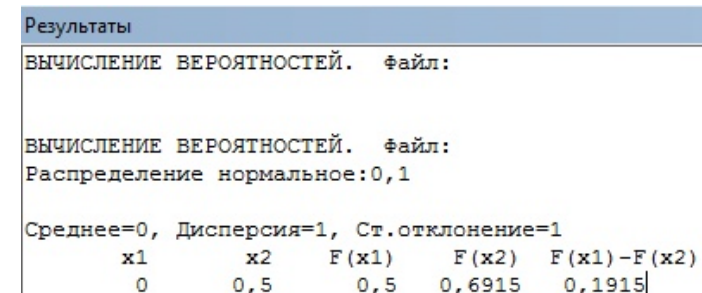


Рисунок 5 – Результат розрахунків значень функцій нормального розподілу

При натисканні кнопки запиту **Отменить** у вікні введення параметрів на екран у графічне вікно буде видано графік щільності та функції розподілу для нормального розподілу з заданими параметрами (рис. 6). Отриманий графік може бути збереженим у окремому графічному вікні й викликаний потім на екран протягом всього сеансу роботи з пакетом.

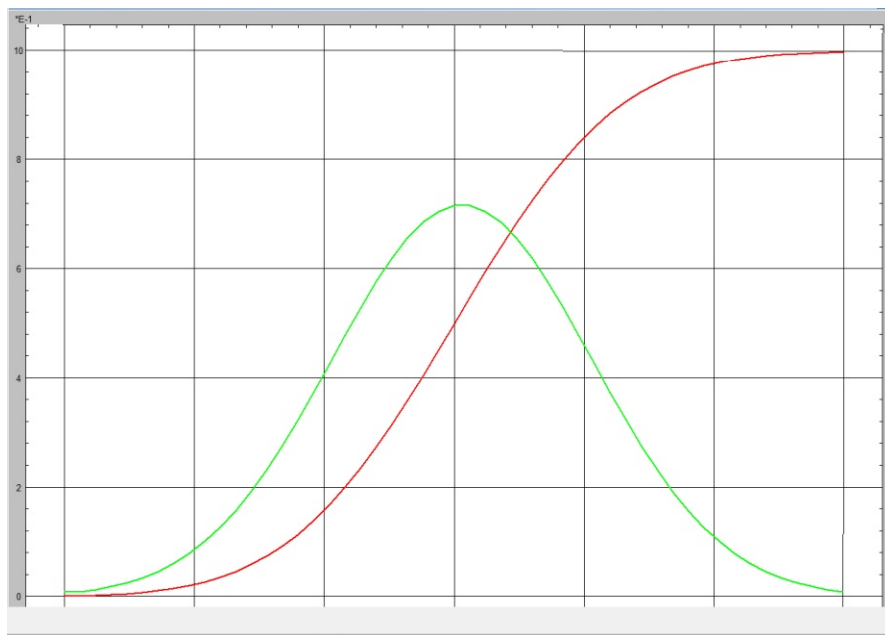


Рисунок 6 – Графік щільності та функції розподілу нормального розподілу

У пакеті немає спеціальної опції для одночасного виведення графіків декількох функцій розподілу. Для побудови графіків щільності розподілу ймовірностей нормального розподілу з параметрами  $a=0$ ,  $\sigma^2=4$ ;  $a=2$ ,  $\sigma^2=1$  слід послідовно використовувати розібрану процедуру для кожної групи параметрів розподілу.

Знайдемо  $p$ -квантілі експоненціального розподілу з середнім значенням 4 для  $p=0.95$ ;  $0.975$ ;  $0.99$ .

У меню блоку **Статистические методы** (рис. 2) виберемо пункт **T=Вычисление вероятностей** або натиснемо його клавішу **T**. На екрані з'явиться меню вибору **Функция вероятности распределения** (рис. 1). Для отримання квантілів у вказаному меню слід вибрати потрібний розподіл у групі зворотних (правий стовпчик).

У вікні введення параметрів експоненціального розподілу (рис. 7) вкажіть середнє значення 4 й натисніть

кнопку запиту **Утвердить**. Система запропонує ввести **Вероятность P** у вікні введення параметрів (рис. 8).

Рисунок 7 – Введення параметрів експоненціального розподілу

Рисунок 8 – Введення параметрів для розрахунку квантілів

У запиті рис. 8 введемо значення ймовірності **0.95** і натиснемо кнопку запиту **Утвердить**. У вікні результатів (рис. 9) з'явиться строчка, що вказує відповідне значення квантілі **X**. Повторивши ці дії для інших значень ймовірності, отримаємо підсумковий результат (рис. 9).

ВЫЧИСЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТЕЙ. файл:  
Распределение экспоненциальное:4

Среднее=4, Дисперсия=16, Ст.отклонение=4  
P= 0,95, X= 11,98  
P= 0,975, X= 14,76  
P= 0,99, X= 18,42

Рисунок 9 – Результат розрахунків квантілів експоненціального розподілу

Створимо вибірку розміром 10 з рівномірного розподілу на відрізку  $[0, 5]$ .

Виберемо в меню пакету пункт **Преобр.** або натиснемо клавішу **F8**. У меню перетворень, яке відкрилося, виберемо пункт **З=генератор чисел**.

На екрані з'явиться запит режимів генератора (рис. 10). У полі **Всього чисел** вкажемо кількість генерованих чисел **10**. У поля **a=** і **b=** у нижній частині вікна введемо межі рівномірного розподілу **0** і **5**. У меню типів генераторів виберемо **З=равномерное**.

Згенерована вибірка буде поміщена в блок редактора даних системи (рис. 11).



Рисунок 10 – Меню генератора чисел

Таблица данных			
	x1	x2	x3
1	1.725		
2	0.5444		
3	3.131		
4	4.961		
5	2.109		
6	1.63		
7	3.311		
8	4.221		
9	3.222		
10	1.376		

Рисунок 11 – Електронна таблиця з згенерованою вибіркою

УДК 691.421.2

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ГЛИНИСТОЇ СИРОВИНИ ЗОЛОШЛАКАМИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ «STATISTIKA»**

**В.В. Пурик**, студентка

**І.А. Юрко**, доцент, к.т.н.

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія  
Кондратюка*

Необмежені запаси глинистої сировини, простота технології, великий досвід виробництва, а також висока довговічність сприяла широкому її застосуванню. Необхідно зазначити, що на відміну від інших матеріалів, які використовуються у будівництві, керамічна маса є природною речовиною. Її використання сприяє дотриманню екологічних норм та не шкодить оточуючому середовищу.

У даний час у світі рішення проблеми утилізації золи і шлаків ТЕС у зв'язку з розвитком енергетики набуває все більшої актуальності. Під золошлаковими відходами найбільших ТЕС перебувають тисячі гектарів землі, придатної

до використання. Їх утилізація має велике екологічне значення, оскільки вони забруднюють водні і повітряні басейни. Екологічно-шкідливі лужні розчини зі сховищ потрапляють у ґрунтові та поверхневі води часто в кількостях, які перевищують межі допустимих норм. Впливу відходів на природне середовище в нашій країні приділяється недостатня увага, у той час як, наприклад, в Нідерландах розроблена державна програма, котра ставить за мету повне виключення викидів неочищених відходів господарської діяльності в навколишнє середовище. Програма передбачає перехід на безвідходні технології всього комплексу промислових і сільськогосподарських виробництв.

Тим часом золи і шлаки ТЕС при правильному й ефективному їх використанні являють собою багате джерело розширення сировинних ресурсів різних галузей народного господарства, в першу чергу, промисловості будівельних матеріалів.

Метою роботи є оптимізувати керамічну суміш для виробництва стінових виробів з додаванням техногенної добавки з використанням програмного комплексу «Statistika».

При математико-статистичному плануванні 3-х факторного експерименту необхідно застосувати 3 змінні, а саме співвідношення каоліну, золи винесення та шлаку.

Планування експерименту здійснювалося на основі плану Бокса-Бенкіна. Оцінка вагомості лінійної регресії здійснювалася на основі критерію Фішера.

У якості змінних факторів обрано: каолін ( $x_1$ ), золу винесення ( $x_2$ ), шлак ( $x_3$ ). Параметрами оптимізації виступили: чутливість до сушіння повітряна усадка; пластичність; формувальна вологість.

Обробка та аналіз експериментів проводилась в програмі «Statistika». Отримані наступні рівняння регресії залежності показника від вмісту золи винесення, золошлаку та каоліну для:

- повітряної усадки:

$$Y_{пов.ус.} = 0,082x_1 + 0,096x_2 - 0,99x_3 - 0,0021x_1^2 - 0,0017x_2^2 -$$

$$- 0,00023x_1x_2 + 0,00113x_1x_3; \quad (1)$$

- зміни чутливості до сушіння:

$$Y_{чут.} = -6,2566 - x_1 - 5,4966x_2 + 0,3639x_1^2 + 0,1199x_2^2 + 0,2065x_1x_2 - 0,1947x_2x_3 + 473,35; \quad (2)$$

- формувальної вологості:

$$Y_{фор. вол.} = 0,14341x_3 + 0,00405x_2^2 - 0,00366x_1x_2 + 0,00077x_1x_3 + 19,78316; \quad (3)$$

- пластичності:

$$Y_{чис.пл.} = 0,004396x_1 + 0,000773x_3 - 0,000053x_2^2 - 0,00006x_3^2 - 0,000146x_1x_2 + 0,00068x_1x_3 - 0,000049x_2x_3 - 0,1254666. \quad (4)$$

За експериментальними даними та за допомогою рівнянь регресії побудовані графіки зображені на рисунках 1 – 3.

Як видно на рисунку 1, а) найбільша повітряна усадка 3,36 % при вмісті золи винесення 15,8 % та каоліну 23,8 %. За даними показаними на графіку 1, б), в) не знайдено оптимального рішення по вмісту золи винесення та золошлаку, однак відмічено збільшення повітряної усадки при збільшенні вмісту золи винесення.

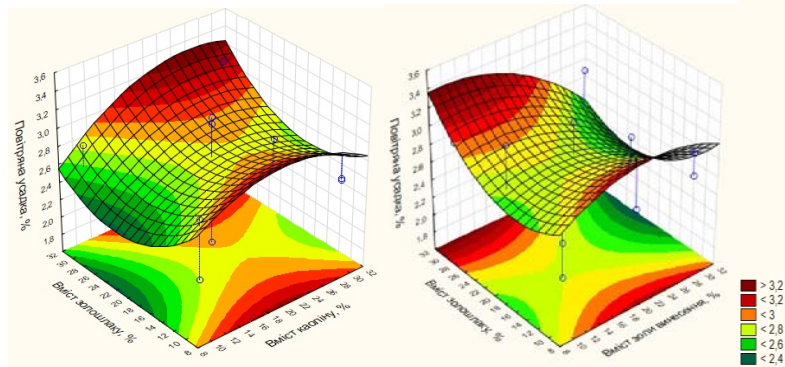
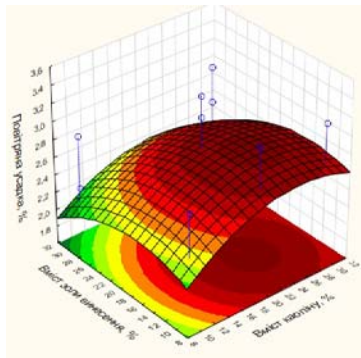


Рисунок 1 – Графіки залежності повітряної усадки від вмісту: а) золи виносення та каоліну; б) зошляку та каоліну; в) золи виносення та зошляку

Залежність чутливості до сушіння від вихідних даних зображено на наступному рисунку 2.

Хоча не знайдено максимальне значення чутливості до сушіння, однак деяких вкладах вона становила від 320 до 600 с., що означає – керамічна суміш відноситься до малочутливої або зовсім нечутливої глинистої суміші.

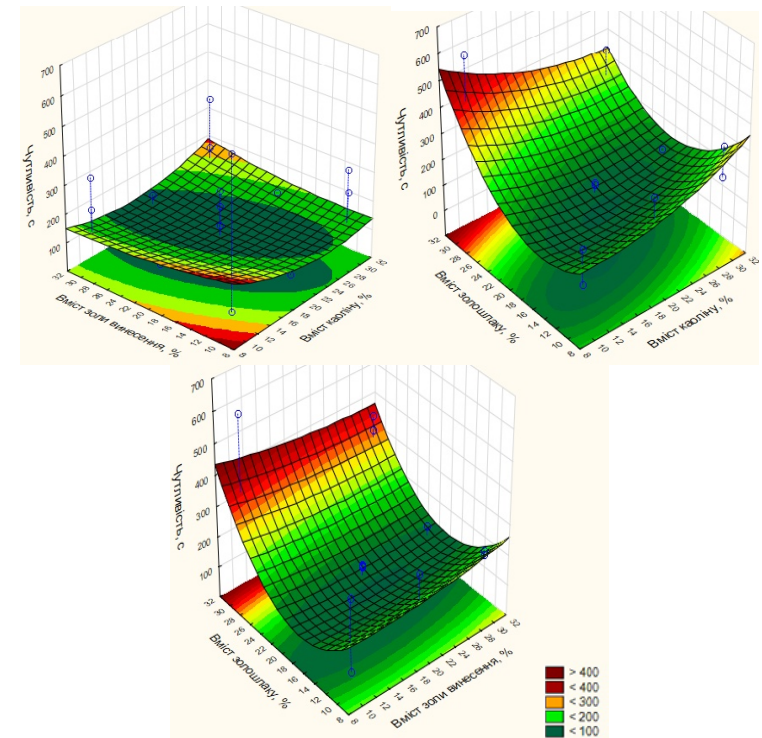


Рисунок 2 – Графіки залежності чутливості до сушіння від вмісту: а) золи виносення та каоліну; б) зошляку та каоліну; в) зошляку та золи виносення

При зміні вихідних компонентів формувальна вологість змінюється від 18 % до 25 % і дає приріст 7 %, це означає, що дані фактори мають не значний вплив на формувальні властивості керамічної маси.

Залежність числа пластичності від вихідних факторів зображено на наступних графіках (рисунок 3). При мінімальному вмісті золи виносення та зошляку керамічна маса набуває оптимальне число пластичності 13 для стінових виробів.

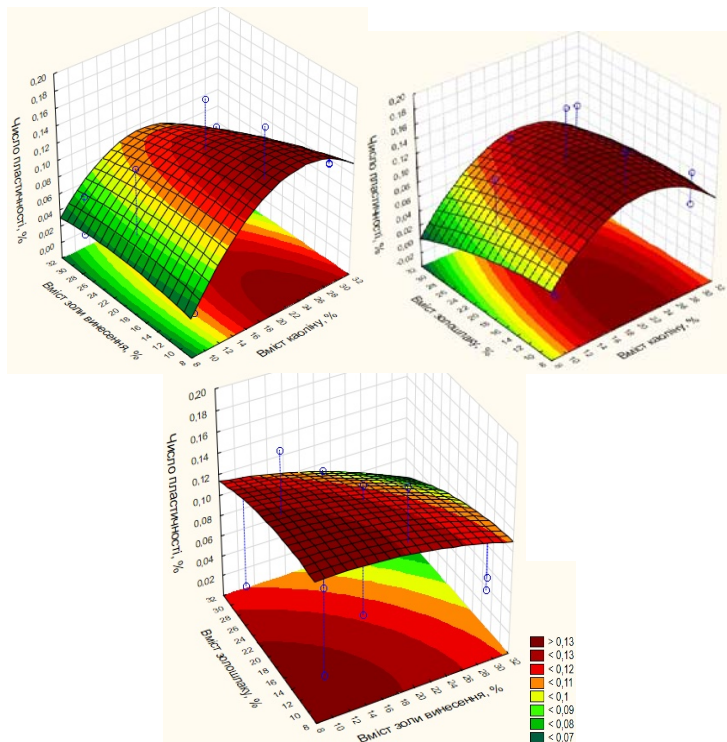


Рисунок 5 – Графіки числа пластичності від вмісту від вмісту: а) золи винесення та каоліну; б) золашлаку та каоліну в) золашлаку та золи винесення

За результатами аналізу матриці встановлено, що найбільш оптимальною глинистою сировиною є суміші:

- Склад №1 (каолін – 30%, зола винесення 30%, золашлак – 30%): повітряна усадка – 3%, чутливість до сушіння 372 с., формувальна вологість 21,95% та число пластичності 6,3%.

- Склад №7 (каолін – 30%, зола винесення 10%, золашлак – 10%): повітряна усадка 2,58%, чутливість до сушіння 312 с., формувальна вологість 20,15%, число пластичності 11,2%.

## Список літератури

1. Величко Ю.М. Производство теплоэффективных керамических стеновых изделий / Ю.М. Величко, Л.Ю. Письменная, В.И. Михайлов // Будівельні матеріали ХХІ століття. Комфорт житла та енергозбереження. – К. : 1998. – С. 59 – 61.
2. Пат. № 64350. Україна. МПК (2011.01) С04В 33/00. Спосіб виготовлення пористо-пустотілих керамічних виробів з додаванням зола шлаків / Ю.М. Величко, К.В. Дубініна, М.П. Тимошенко; заявник і власник Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»; опубл. 25.09. 2013.
3. Тергенбаева Д.А. Применение отходов ТЭС при производстве стеновых керамических материалов, использование отходов угольных ТЭС [Електронний ресурс] / Д.А. Тергенбаева. – Режим доступа: [https:// www.global.org / sites/ default / files / publications / Стаття2%20Дамира.doc](https://www.global.org/sites/default/files/publications/Статья2%20Дамира.doc).
4. ДСТУ Б В.2.7.61:2008 (EN 771-1:2003, NEQ).Цегла та камені керамічні. Рядові та лицьові. Технічні умови. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 27 с.

УДК 624.012.82

## ЗАПОВНЕННЯ ШВІВ МІЖ ДРІБНО-ШТУЧНИМИ ОБЛИЦЮВАЛЬНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ, ЯК КОНСТРУКТИВНИЙ ЕЛЕМЕНТ ЗОВНІШНЬОГО ОПОРЯДЖЕННЯ БУДІВЛІ

Д.А. Сірик, ст. гр. БП-15-М,  
С.О. Карпушин, доц., канд. техн. наук  
Кіровоградський національний технічний університет

**Вступ.** Найбільш раціональним конструктивним, декоративним та оздоблювальним елементом при будівництві в західній і центральній Європі є облицювальна цегла, цегла з каменю, плитка та блоки з каменю [1]. Їх застосування створює широкі можливості для вирішення художньої виразності будівлі. Найбільш простим прийомом декоративної цегляної кладки

являється створення визначеного рисунка з швів кладки. При цьому можна варіювати і різноманітні типи швів (впустошовку, з розшивкою швів) і різноманітне розташування швів (рис.1) [2]. Застосування облицювальної цегли різноманітних кольорів і фактури дає додаткові можливості для створення декоративної кладки. Чого вартий тільки спектр продукції заводу «Фагот», елементи якої, зокрема, облицювальна цегла з рваною фактурою являється візитівкою мережі магазинів АТБ. Орнаментика цегляних поверхонь може носити і рельєфний характер. Наприклад, кладку окремих рядів можна вести почергово з невеликим напуском.

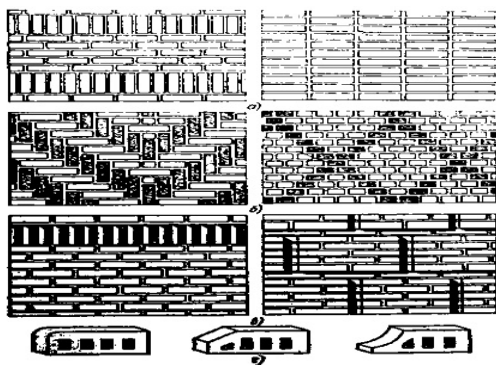


Рисунок 1. Декоративні прийоми цегляної кладки: а – декоративний рисунок швів; б – застосування облицювальної цегли різного кольору; в – рельєфна кладка; г – лекальна профільна цегла.

Окрім естетичного задоволення, застосування декоративного, оздоблювального шару має за мету захистити стіну, або мурування від шкідливого впливу вологи, коливань температури зовнішнього повітря, та має антивандальне призначення.

Більшість будинків і споруд, як ті, що мають історичну цінність (стародавні пам'ятки архітектури), так і споруджені нещодавно, пошкоджуються і руйнуються внаслідок впливу численних чинників різного походження. Насамперед це час їх існування, тривалий вплив коливань температури, вологи, та результат людської діяльності.

У багатьох випадках основним чинником руйнівних явищ є вплив вологи [3]. Перехід води з одного агрегатного стану в інший та надлишкове її накопичення спричиняє розпушення, розбухання, відшарування від мурування штукатурного або облицювального покриття, лущення шару фарби, морозне розбухання, появу біологічних форм руйнування (цвіль, грибки), утворення конденсату.

Основними позитивними якостями кам'яних конструкцій являються їх висока вогнестійкість, більша в порівнянні з іншими матеріалами хімічна стійкість, опірність атмосферним впливам і, як наслідок більша довговічність. Ці якості обумовлені тим, що кам'яні матеріали мають щільну структуру. В той же час більша щільність їх підвищує теплопровідність кладки.

На теплотехнічні властивості кам'яних конструкцій в більшій мірі впливає якість кладки: стіни з неякісно заповненим розчином швами легко продуваються і промерзають взимку.

Також якість заповнення шва та його товщина суттєво впливають на міцність самої кам'яної конструкції. Чим товстіше шов, тим важче досягнути рівномірної його щільності і тим в більшій мірі цегла працює в кладці на зріз і згин. При товстих швах збільшуються деформації і знижується міцність кладки. Тому для кожного виду кладки встановлена визначена товщина швів, збільшення якої знижує міцність конструкції.

Різниця в міцності цегляної кладки за умов дотримання, або не дотримання товщин горизонтальних швів між цеглинами і якості їх ущільнення може сягати 180% [4].

**Метою роботи** є критичний аналіз існуючих способів заповнення швів між цеглою в кам'яній кладці огорожувальної конструкції.

**Об'єкт дослідження** – комплекс міцнісних, теплоізоляційних та архітектурно-виразних і естетичних властивостей зовнішнього шва в цегляній кладці.

**Предмет дослідження** – заповнення зовнішніх швів в цегляній кладці.

Рекомендованою товщиною горизонтального шва між цеглинами є межі 10...15мм (середня товщина шва 12мм) [5].

Товщина вертикальних швів повинна бути не менше 8 і не більше 15 (середня товщина вертикального шва приймається 10 мм) [5].

Способи оздоблення швів бувають різними і в залежності від цього шви кладки набувають відповідної назви.

При кладці стіни, що призначена під штукатурку, розчин в швах не доводять до вертикальної поверхні стіни на 1...1,5 см, щоб забезпечити краще зчеплення штукатурки зі стіною. Така кладка називається кладкою впустошовку. При заповненні шва розчином до поверхні стіни створюється кладка вповношовку. В цьому випадку стіни не опшукатурюються, а шви оздоблюються. Елементи кладки та способи оздоблення шва гарно ілюструються рис.2.

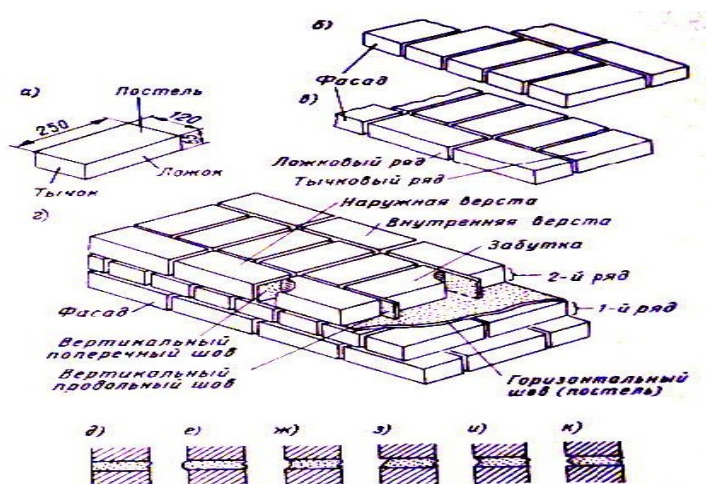


Рис.2 Елементи кладки: а – найменування граней каменя; б – тичковий ряд; в – ложковий; г – версти і шви кладки; д – к – види оздоблення швів кладки.

В спеціалізованій літературі заповненню швів приділено зовсім мало уваги. Шви між штучними елементами фасаду розглядаються лише, як оздоблюваний елемент. Відсутні дослідження щодо удосконалення технології заповнення шва, якості та рівномірності його заповнення, впливу форми та способу влаштування шва на величину водопоглинення від зовнішнього зволоження та величину випаровування вологи при капілярному

підсмоктуванні вологи і як результат довговічності конструкції.

Традиційна технологія заповнення швів між штучними облицювальними елементами фасаду передбачає виконання наступних дій [2, 3]:

- за допомогою кельми виконують накидання розчину у незаповнені місця швів;

- виконується затирання мішковиною кожних виконаних 3-4 рядів кладки з метою очищення фасадної ложкової поверхні цегли від надлишкового розчину та втирання і ущільнення цього розчину в міжцегляні шви;

- кожні виконані 3-4 ряди кладки, розшиваються з допомогою спеціалізованого інструменту – розшивки (рис.3) – спочатку вертикальні шви, а потім горизонтальні. При цьому інструментом – розшивкою кінцево ущільнюють розчин у шві і надають йому бажаної форми.



Рис.3. Інструмент – розшивка, відповідно для випуклих і ввігнутих швів.

Процедура розшивки достатньо працеємка і тривала в часі. При цьому досягти рівномірного і щільного заповнення швів достатньо важко. Періодично відбуваються провали інструменту – розшивки, або висипання розчину в наслідок втрати розчином пластичності, потрапляння під інструмент дрібних включень неорганічного і органічного походження. Мають бути забезпечені високі вимоги до якості приготування кладочного розчину, або окремо розчину для розшивки.

На рис.4. наведено загальний вигляд традиційної розшивки швів.



Рис. 4 Заповнення швів між штучними облицювальними елементами фасаду згідно традиційної технології заповнення.

Для усунення провалів розшивки - муляр має кельмою, шляхом докидання в місце провалювання додати розчину та затерти дане місце мішковиною в умовах вже частково виконаної розшивки, або виконувати розшивку при невеликому натисканні на розшивку, що не буде сприяти рівномірному ущільненню розчину шва.

**Висновки:** - традиційна технологія влаштування швів недосконала, працемістка, вимагає багато часу на виконання, та не забезпечує рівномірного і щільного заповнення швів і як наслідок достатньої міцності, надійності та довговічності фасаду;

- виходом із ситуації може бути зміна послідовності виконання технологічних операцій та удосконалення форми шва, при яких цегляна конструкція була б якомога більш міцною та захищеною від дії вологи, а також мала виразний, естетично прийнятний вигляд.

### Список літератури

1. Благовещенский Ф.А., Букина Е.Ф. Архитектурные конструкции: Ученик по спец. «Архитектура». – М.: Архитектура–С, 2007. 232 с., ил.
2. Технология строительного производства. Ученик для вузов. Под. ред. засл. Строит. РСФСР проф. д-ра техн. наук Н.А. Смирнова., узд. 2-е, доп. и перераб. Л., Стройиздат, Ленингр. от-ние 1975, 528с.
3. Технология строительного производства. Литвинов О.О. и др. «Вища школа», Киев, 1972, 544с.
4. Справочник производителя работ в строительстве. / М.Д. Лыпный, К.Е. Синенький. – 3-е изд., перераб и доп. – К.: Будівельник, 1986. – 400с.

5. Каменщик. Учебное пособие для учащихся профессионально-технических училищ / Автор-составитель Б.Б. Смирнов. – Ростов н/Д: Феникс, 2000. – 320с. (Сер. «Учебники XXI века»).

УДК 691.53

## **АНАЛІЗ СПОСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ КЛАДКИ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ЦЕМЕНТНО-ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙ В КЛАДОЧНИХ РОЗЧИНАХ**

**Т.Є. Вільганюк, ст. гр. БП15МЗ,  
І.О. Скриннік, доц., канд. техн. наук**  
*Кіровоградський національний технічний університет*

В даний час цементно-полімерні композиції є основою багатьох сучасних будівельних матеріалів. Дослідженнями вітчизняних і зарубіжних фахівців показано, що добавки водорозчинних полімерів і емульсій значно покращують технологічні характеристики розчинних сумішей, фізико-механічні показники розчинів і конструкцій на їх основі, підвищують ефективність роботи кам'яної кладки і відсоток використання міцності цегли. Однак, в більшості випадків добавки полімерів є дорогими продуктами імпорту без чітко вказаного складу компонентів, число яких може бути більше 3. Це ускладнює вибір добавок для виробництва цементно-полімерних композицій. У вітчизняній науково-технічній літературі недостатньо висвітлені питання про закономірності впливу складу функціональних груп полімерів вітчизняного та зарубіжного виробництва на основні властивості цементно-полімерних композицій.

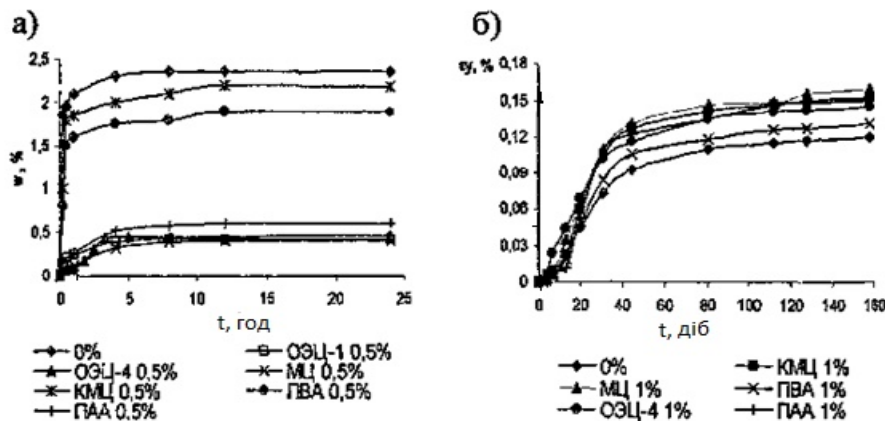


Рисунок 1 – Кінетика водовідділення і усадки розчинних сумішей і затверділих розчинів протягом 24 год (а) і пізніше (б)

У зв'язку з викладеним, актуальною є проблема встановлення найбільш важливих закономірностей сумісності компонентів цементно-полімерних композицій між собою, що дозволить проводити науково-обґрунтований вибір компонентів раціонального складу кладочних розчинів. Доцільною є також розробка способів підвищення несучої здатності кладки за рахунок ефективного використання міцності складових її каменю і розчину. Раціональне рішення цієї проблеми полягає в скороченні витрат водорозчинних полімерів, оскільки в даний час добавки емульсій і латексів полімерів вводяться в кількості 10...20 % від маси цементу.

### Список літератури

1. Ищенко И.И. Технология каменных и монтажных работ: Учебник для средн. проф.- техн. училищ – 3-е изд., перераб. и доп.- М.: Высш. шк., 1984.
2. Оноприенко Н.Н., Рахимбаев Ш.М. Структурообразование цементных систем с добавкам и полимеров // Проблемы строительного комплекса России: Материалы VII Междунар. науч.-техн. конф.- Уфа: УГНТУ, 2004.-ТА.-С. 74-75 .

УДК 624.1

## ВИКОРИСТАННЯ AutoCAD У ВСІХ ГАЛУЗЯХ БУДІВНИЦТВА

*В.В. Каліновський ст. гр. БІ-16-Зск,  
 І.О. Скриннік, доц., канд. техн. наук  
 М.О. Федотова асистент*

*Кіровоградський національний технічний університет*

Програма AutoCAD була спочатку створена для потреб у такій галузі, як машинобудування, проте з допомогою неї на сьогоднішній день досить часто працюють такі фахівці, як будівельник та інші. Головним важливим моментом у роботі з цією програмою є побудова ліній та штрихування будь-якого типу елементів планів, таким чином, тобто ця програма універсальна у використанні і її використовують у різних сферах. У даній програмі головними приладами є лінія разом з полілінією. Дані інструменти має велику кількість різних налаштувань, які дозволяють здійснювати проекти будь-якого типу складності. До її переваг можна додати і те, що вона найпоширеніший тип програми, який використовується для автоматизації проектів. А на даному етапі можна розглянути ArchiCAD. Спочатку варто відзначити, то цю програму головним чином розробляли для таких фахівців, як архітектори. В основі концепції творців програми основу визначення віртуальної концепції ділянки, яка є об'ємними моделями дійсного об'єкта. Віртуальну варіант створюють у звичайну його величину. Ви практично створюєте проект об'єкта, крім того, можна скористатися інструментами, які мають власні повні аналогічні особливості в реальному стані: стіну, віконні прорізи, двері, різні об'єкти на зразок дерев і авто. І головна перевага цієї програми полягає в тому, що можна виявити взаємозв'язок між будь-якими об'єктами ландшафтного

дизайну. Тобто, що Ви можете працювати не з деякими проектами, а із загальним планом ландшафтного дизайну, і тому різного роду поправки в ландшафті, наприклад, під час етапу його складання, автоматичним чином буде видно на розрізі, вигляді, в 3D вікні.

Для того щоб створити план у програмі є наступні креслення:

- лінії,
- дуги,
- текстовий блок.

До того ж, програма має широку бібліотеку, яка вбудована. У ній є величезна кількість бібліотечного деталей на зразок вікон, меблів, а також величезна кількість елементів візуалізації зразок дерев, спортивних споруд людей і авто. Використання подібних деталей дає можливість збільшити можливості, знизить тимчасові витрати на роботу над ландшафтом, і зробить процес трохи більш цікавим. У програму є можливість додати різні об'єкти бібліотеки.

Сучасні підприємства не зможуть вижити у всесвітній конкуренції, якщо не будуть випускати нові продукти кращої якості (quality, Q), більш низької вартості (cost, C) і за менший час (delivery, D). Тому вони прагнуть використовувати великі можливості пам'яті комп'ютерів, їх висока швидкість та можливість зручного графічного інтерфейсу для того, щоб автоматизувати і зв'язати один з одним задачі проектування і виробництва, які раніше були вельми утомливими і зовсім не пов'язаними один з одним. Таким чином скорочується час і вартість розробки і випуску продукту. Для цієї мети використовуються технології автоматизованого проектування (computer - aided design - CAD), автоматизованого виробництва (computer - aided manufacturing - CAM) і автоматизованої розробки або конструювання (computer aided engineering - CAE). Щоб зрозуміти значення систем CAD / CAM / CAE, ми повинні вивчити різні завдання

і операції, які доводиться вирішувати і виконувати в процесі розробки і виробництва продукту.

Автоматизоване виробництво (computer - aided manufacturing - CAM) - це технологія, яка полягає у використанні комп'ютерних систем для планування, управління та контролю операцій виробництва через прямий або непрямий інтерфейс з виробничими ресурсами підприємства. Одним з найбільш зрілих підходів до автоматизації виробництва є числове програмне управління (ЧПУ, numerical control - NC). ЧПУ полягає у використанні запрограмованих команд для керування верстатом, який може шліфувати, різати, фрезерувати, штампувати, згинати і іншими способами перетворювати заготовлі в готові деталі. У наш час комп'ютери здатні генерувати великі програми для верстатів з ЧПУ на підставі геометричних параметрів виробів з бази даних CAD і додаткових відомостей, що надаються оператором. Дослідження в цій області концентруються на скороченні необхідності втручання оператора. Ще одна важлива функція систем автоматизованого виробництва - програмування роботів, які можуть працювати на гнучких автоматизованих дільницях, вибираючи і встановлюючи інструменти й оброблювані деталі на верстатах із ЧПУ. Роботи можуть також виконувати свої власні завдання, наприклад, займатися зварювання, складанням і перенесенням обладнання і деталей по цеху. Планування процесів також поступово автоматизується. План процесів може визначати послідовність операцій з виготовлення пристрою від початку і до кінця на всьому необхідному обладнанні. Хоча повністю автоматизоване планування процесів, як уже зазначалося, практично неможливо, план обробки конкретної деталі цілком може бути сформований автоматично, якщо вже є плани обробки аналогічних деталей. Для цього була розроблена технологія угруповання, що дозволяє об'єднувати схожі деталі в сімейства. Деталі вважаються подібними, якщо вони мають загальні виробничі особливості (гнізда, пази, фаски, отвори і т.д.). Для автоматичного виявлення схожості деталей

необхідно, щоб база даних CAD містила відомості про такі особливості. Це завдання здійснюється за допомогою об'єктно-орієнтованого моделювання або розпізнавання елементів. До того ж, комп'ютер може використовуватися для того, щоб виявляти необхідність замовлення вихідних матеріалів і покупних деталей, а також визначати їх кількість виходячи з графіка виробництва. Називається така діяльність планування технічних вимог до матеріалу (material requirements planning - MRP). Комп'ютер може також використовуватися для контролю стану верстатів в цеху і відправлення їм відповідних завдань.

Висновок: AutoCAD на даному етапі є найзручнішою програмою для проектування та створення макету будь-якого виробничого об'єкту. Головною умовою інформатизації суспільства, підготовки людини до повноцінного життя в умовах сучасного суспільства є інформатизація освіти. Без міцного фундаменту, закладеного в сфері освіти, ніякі, навіть видатні наукові відкриття, не зроблять суспільство дійсно інформаційним. Нові інформаційні технології, які запроваджуються в процесі освіти, сприяють його підйому на якісно новий рівень. Світовий та вітчизняний досвід показує, що використання комп'ютера у викладанні інженерної графіки дає великий позитивний ефект.

### Список літератури

1. Кондаков А.І. САПР технологічних процесів і виробництв. АСАДЕМА, 2007
2. Барчард Билл и Питцер Дзвид. Внутренний мир AutoCAD 2000: Пер. с англ. - К.: "ДиаСофт", 2000. - 688 с.

УДК 625.7/.8:551.525

## ЗАСОБИ САПР В БУДІВНИЦТВІ

**О.С. Калашник** ст. гр. БІ-16-Зск  
**І.О. Скриннік**, доц., канд. техн. наук  
**М.О. Федотова** асистент

*Кіровоградський національний технічний університет*

До недавнього часу інформація, як така, не вважалася важливим активом підприємств і фірм. Управління розглядалося як індивідуальне мистецтво міжособистісного спілкування, а не як глобальний механізм координації діяльності учасників економічних процесів. Сьогодні лише небагато керівники можуть дозволити собі зневажливо ставитися до методів роботи з інформацією. Більшість провідних будівельних компаній і організацій використовують комп'ютерні технології в якості комплексного рішення для автоматизації основних бізнес процесів (будівництво, планування, використання площ, реалізація площ і т.д.) і підтримуючих процесів (бухгалтерський облік, фінансове планування, облік кадрів, облік контрактів та інші). Щоб досягти успіху в складних умовах, з якими стикається індустрія будівництва, необхідно навчитися працювати економно і раціонально. У такому випадку найменш сприятливі умови будуть представляти меншу загрозу, а сприятлива ситуація принесе максимальні вигоди. Перехід на нові комп'ютерні технології виправданий, якщо він є наслідком переосмислення та перепланування діяльності будівельних корпорацій з метою різкого поліпшення критичних по відношенню до витрат показників - якості, обслуговування і швидкості виробничих процесів.

Система автоматизованого проектування (САПР) або CAD (англ. Computer-Aided Design) - програмний пакет, призначений для створення креслень, конструкторської та/або

технологічної документації та/або 3D моделей. Сучасні системи автоматизованого проектування (CAD) зазвичай використовуються спільно з системами автоматизації інженерних розрахунків та аналізу САЕ (Computer-aided engineering). У Росії найбільш широко поширений програмний пакет AutoCAD. Розроблений Autodesk більше 20 років тому, він довгий час відповідав найвимогливіші вимогам проектувальників. Але на сьогоднішній день, володіючи багатим інструментарієм та можливостями адаптації до вимог користувача, він вже не задовольняє потребам більшості проектувальників. Цей пакет може застосовуватися лише при розробці дуже малих і досить простих проектів, автоматизуючи тільки рутинну роботу кульмана і не більше того. Сучасному проектувальнику потрібно набагато більше, ніж просто швидке і гарне виконання креслень. У зв'язку з описаною вище ситуацією фірма Autodesk продовжила розвиток лінійки своїх продуктів, випустивши додаток для архітектурно-будівельного проектування Autodesk Architectural Desktop. Програма орієнтована на професійних архітекторів і фахівців у галузі промислового і цивільного будівництва. Autodesk Architectural Desktop включає в себе повноцінні можливості AutoCAD і володіє власними функціями підтримки всіх стадій проектування. Починаючи з цієї версії в програму входить редактор VIZ Render, який розроблений на основі Autodesk VIZ і дозволяє працювати з бібліотекою матеріалів, освітленням і сценами. Це дозволяє підготувати реалістичну тривимірну модель для повноцінного візуального представлення проекту. Програма русифікована. p> Подальшим розвитком Autodesk Architectural Desktop є програма Autodesk Building Systems, призначена для проектування внутрішніх інженерних мереж. Володіючи всіма засобами AutoCAD і Autodesk Architectural Desktop, вона є потужним інструментом, що включає власні модулі для проектування вентиляції та опалення, електричних мереж, водопроводу і каналізації. У поточну версію - АБС вЂвЂ2004 - включено проектування систем протипожежної безпеки. Управління моделлю і складання вихідний

документації реалізовано аналогічно Autodesk Architectural Desktop.

Питання про адаптації бібліотеки інженерного устаткування було вирішене фірмою НТЦ "Конструктор". Для цього була спеціально розроблена STC - бібліотека елементів, що включає більше 5000 елементів інженерного обладнання, відповідного російським стандартам. Вона підключається до програми автоматично і повністю готова до роботи. Є інструменти для створення власних елементів бібліотеки. Все це робить програму повністю придатною до використання на російському ринку. Autodesk Architectural Studio - інструмент концептуального проектування і мультимедійної обробки проектних даних. Цей програмний продукт призначений для архітекторів та інших фахівців у сфері будівництва, дизайну та архітектури. Architectural Studio відтворює інструменти і методи традиційної студії проектування, повторюючи в цифровому вигляді традиційну техніку креслення від руки, прийняту у художників і архітекторів, роблячи їх роботу більш продуктивною. Прямий вплив на об'єкти унікальними інструментами дозволяє інтуїтивно відчувати поведінку об'єктів і керувати ними в реальному часі в будь-якій точці світу завдяки веб-технологіям.

Незважаючи на всі потужні засоби проектування і візуалізації, ключовим моментом в САПР є саме отримання вихідний документації та її оформлення відповідно до прийнятих стандартів, що вважається невід'ємною частиною процесу проектування. Для того щоб автоматизувати рутинну роботу при нанесенні різних елементів оформлення, Руської Промислової Компанією була розроблена програма auto. СПДС. auto.СПДС - це додаток для AutoCAD, Autodesk Architectural Desktop, Autodesk Building Systems і багатьох інших вертикальних рішень на основі AutoCAD. Програма дозволяє наносити різні умовні позначення, винесення, позначки, лінії обриву, види, координаційні осі, штрихування і багато іншого. При цьому всі об'єкти є "Інтелектуальними" і можуть бути легко відредаговані як за допомогою "Ручок", так і спеціальних

діалогових вікон. р> ArchiCAD, розроблений в компанії Graphisoft, - програмний пакет, що забезпечує розробку будь-яких архітектурно-дизайнерських рішень. У ArchiCAD можна одночасно працювати над створенням проекту і складати супутню будівельну документацію, тому що програма зберігає всю інформацію про проєктований будинок: плани, розрізи, перспективи, перелік необхідних будматеріалів, а також зауваження архітектора, зроблені в процесі роботи. На будь-якому етапі роботи можна побачити проєктовану будівлю в тривимірному вигляді, в розрізі, в перспективі, зробити анімаційний ролик.

Архітектурно-дизайнерський пакет ArfaCAD, розроблений в Росії, дозволяє оперувати цільними 2D та 3D-об'єктами з архітектурно-будівельної термінологією: стіни, вікна та двері, вітражі, сходи, покрівлі, перекриття, огорожі, масиви ґрунту, води і т. д. Технологія самого початку передбачає необмежені можливості створення нових об'єктів без обмежень за формою і змістом. Існує єдина система трансформації двовірних планів будівель в цілі тривимірні твердотільні поверхні. Allplan німецької фірми Nemetschek є високоефективним рішенням для архітектурно-будівельного проєктування. Це легка у використанні, логічно вибудована САПР, яка пропонує комплексний підхід до креслення і будівельного проєктування в цілому. Програма Allplan заснована на об'єктно-орієнтованій базі простих 3D-об'єктів; вона створює і підтримує взаємозв'язок між 2D та 3D-кресленнями, розрізами, проєкціями і т.д. Всі ці види - просто різні уявлення одних і тих же тривимірних об'єктно-орієнтованих даних. За короткому переліку зазначених вище програм можна бачити, що напрямок в будівельній галузі, а саме тієї частини, яка ставитися до архітектури і власне проєктування будинків і споруд, розвивається дуже динамічно. У цьому огляді не розглянуть численні програми з розрахунку несучих конструкцій, організації будівельного виробництва, планування робіт, електричних розрахунків, програм оптимізації транспортних завдань, розрахунків мережних

графіків і календарних планів, проєктування доріг, геодезичних розрахунків, технологічного проєктування трубопроводів і багато іншого. Вони представлені на російському ринку як іноземними, так і вітчизняними виробниками і вирішують широке коло завдань у своїх областях.

Будівництво завжди розвивалося в ногу з науково-технічним прогресом, але вдосконалення програмних засобів далеко випереджає кваліфікацію фахівців, покликаних використовувати їх у своїй роботі. Сьогодні часто спостерігається картина, коли сучасні та багатофункціональні комплекси простоюють або використовуються незначно через низький рівень підготовки користувачів.

Автоматизація будівельного підприємства часто призводить до підвищенню ефективності бізнесу, його конкурентоспроможності, стратегічної координацію всіх сторін бізнесу. Вона так само сприяє оптимізації бізнесу, в тому числі об'єднанню можливостей управління діяльністю, трудовими ресурсами та інформаційними технологіями для комплексного поліпшення результатів роботи.

Враховуючи переваги, які дає впровадження комп'ютерних технологій, все більша кількість будівельних компаній прагнуть автоматизувати не тільки облік господарських операцій, а й управління бізнес-процесами. У відповідь на зростаючий попит з боку споживачів зростає і кількість різноманітних програмних продуктів, пропонованих різними фірмами-розробниками. Крім того, поява нових західних систем і подальший розвиток російських розробок робить ринок комп'ютерних технологій більш насиченим.

Деякі аналітики передбачають в недалекому майбутньому пік інтересу до комп'ютерних систем управління підприємством. Багато з цих програмних продуктів мають подібними характеристиками, що в свою чергу ставить питання перед підприємством про вибір найбільш підходящої корпоративної інформаційної системи.

## Список літератури

1. Івасенко А.Г., Гридасов А.Ю., Інформаційні технології в економіці та управлінні. - М.: КноРус, 2007. - 160 с.
2. Гохберг Г.С., Зафієвській А.В., Короткін А.А. Інформаційні технології. - М.: Академія, 2004. - 208с.
3. Корнеєв І.К., Ксандопуло Г.Н., Машурцев В.А. Інформаційні технології.-М.:Проспект, 2007.-224 с.
4. Серов В.М., Нестерова А.В., Серов А.В. Організація і управління в будівництві. - М.: Академія, 2006. - 432 с.
5. Філімонова Є.В., Черненко Н.А., Шубін А.С., Інформаційні технології в економіці. - Ростов н/Д.: Фенікс, 2008. - 443 с.
6. Черніков Б.В. Інформаційні технології управління. - М.: Инфра-М, 2008 - 352 с.

УДК 625.85

## **КОМП’ЮТЕРНІ ПРОГРАМИ AUTODESK, ALLKLIMA FOR AUTOCAD В БУДІВНИЦТВІ**

**Кулікова А.А.** ст. гр. БІ-16-3ск.  
**Скриннік І.О.**, доц., канд. техн. наук  
**Федотова М.О.**, асистент

*Кіровоградський національний технічний університет*

В сучасній проектно-будівельній справі, де освоюються величезні кошти, немає проблеми безробіття, є проблема кваліфікації, володіння новітніми інформаційними технологіями в цій галузі. Якщо раніше необхідно було швидко креслити, рахувати, виготовляти макети, вміти спілкуватися із замовником та підрядником, що займало дуже багато часу, то сьогодні потрібно все робити в десятки разів швидше та якісніше. Це і визначило появу комп’ютерних технологій архітектурного проектування. Однією з перших почала створювати САПР архітектора компанія Graphisoft, на сьогоднішній день вона вже має досвід розробок в цій галузі

близько 20 років. Концепцією пакету ArchiCAD є створення «Віртуальної Будівлі». В процесі архітектурного проектування створюється будівля в віртуальному просторі на комп’ютері. Утворена модель не тільки точно повторює просторову геометрію будівлі, що проектується, але і містить всю інформацію про складові архітектурні і конструктивні елементи, обсяги матеріалів та ін., необхідну для конструктивного проектування, складання кошторисів, будівництва та подальшої експлуатації будівлі. Побудова тривимірної моделі в ArchiCAD дозволяє отримати доступ до редагування планувально-конструктивного каркасу – частини проекту, що найбільш піддається змінам. Саме тут розкриваються переваги інструментів проектування ArchiCAD: швидка побудова розтинів, визначення світлотіньової пластики фасадів, розміщення різнорівневих перекриттів та сходів, створення віртуальних камер для моделювання сприйняття внутрішніх інтер’єрних та зовнішніх екстер’єрних просторів, визначення складних перетинів скатних покрівель та ін. Безпосередньо з тривимірної моделі будівлі генеруються робоча документація проекту: креслення поверхових планів, розтинів і фасадів, підрахунок площ та об’ємів приміщень, специфікація та витрата будівельних матеріалів. Такий підхід виключає помилки як геометричні в кресленнях, так і числові в підрахунках. ArchiCAD містить інструменти зі створення фотореалістичного зображення будівлі, фільмів та панорам віртуальної реальності, які дозволяють ознайомити замовника з «живим» об’єктом, коли проектування знаходиться ще на ескізованому етапі. Утворена тривимірна модель може бути використана суміжниками для розрахунків міцності будівельних конструкцій (є конвертор в пакет Ліра), для проектування комунікацій – вентиляції, опалення, електропостачання, водопроводу та ін. Після завершення будівництва модель «Віртуальної Будівлі» не втрачає своєї актуальності. Використовуючи цю модель, програма Graphisoft ArchiFM дозволяє вести повний контроль в процесі експлуатації будівлі. Зі всіх систем автоматизованого архітектурно-

будівельного проектування ArchiCAD став фактично стандартом в країнах СНД. З 2006 року на український ринок вийшла САПР ArchiCAD STAR(T) Edition – на сьогодні це версія 2008. Новинка є бюджетною версією ArchiCAD, що відрізняється невисокою вартістю і в той же час функціональністю, достатньою для багатьох малих та середніх організацій, що займаються архітектурним проектуванням. При розширенні бізнесу є можливість обміняти продукт на повну версію ArchiCAD. Слід відмітити, що компанія GraphiSoft підтримує навчання спеціалістів архітекторів в будь-якій країні світу. За цією програмою передбачена безкоштовна передача учбових версій ArchiCAD тим навчальним закладам, які готують фахівців в галузі будівництва та архітектури і мають професійних викладачів в цій сфері. Такий навчальний заклад має право не тільки на безкоштовне використання програмного продукту, але й на всі оновлення, які будуть надаватися абсолютно безкоштовно.

AutoCAD Пакет для 3D моделювання, розробки креслень та створення проектної документації. Завдяки своїм функціональним можливостям дозволяє підвищити швидкість і точність виконання, економлячи при цьому час. Головною метою при створенні AutoCAD 2009 було збільшення продуктивності пакету. AutoCAD LT Пакет для 2D креслень та створення проектної документації. Не підтримує надбудов (мов ARX, VB, Lisp). Бюджетне рішення. AutoCAD Architecture Є галузевим рішенням для роботи в звичному середовищі AutoCAD. Програма орієнтована на класичні методи архітектурного і будівельного проектування. Призначена як для тривимірного моделювання будівель і споруд, так і для підготовки робочої документації. Істотною перевагою програми є використання звичних прийомів роботи AutoCAD в складних інструментах і технологіях спеціалізованих додатків. Використання єдиної логіки і прийомів – найкоротший шлях до ефективності роботи з програмою. Не потрібно звикати до нових інструментів. AutoCAD Revit Architecture Suite Програмний комплекс, що складається з двох незалежних

програм: базової САПР AutoCAD і новітньої системи архітектурно-будівельного проектування Revit Architecture. Завдяки сумісності форматів вихідної документації можливий інформаційний обмін між програмами. Спеціалізоване рішення для архітектурно-будівельного проектування із застосуванням технології інформаційного моделювання будівель і споруд в промисловому і цивільному будівництві. Реалізовані функції концептуального і робочого проектування, вбудовані засоби візуалізації. Revit Structure Спеціалізоване рішення для архітектурно-будівельного проектування, а також проектування сталевих і залізобетонних конструкцій – із застосуванням технології інформаційного моделювання будівель і споруд в промисловому і цивільному будівництві. Містить повний функціонал Revit Architecture. Спеціальні функції дозволяють моделювати будівельний каркас, задавати навантаження і опори, підготовку розрахункової 3D схеми для передачі в розрахункові програми. AutoCAD MEP Базоване на AutoCAD рішення для проектування механічних, електричних і санітарно-технічних систем будівель і підготовки технічної документації. У звичному інтерфейсі AutoCAD добавлені спеціалізовані інструменти для інженерних систем (механічне устаткування, електропостачання, водопровід/каналізація тощо). AutoCAD MEP істотно підвищує ефективність всього циклу проектування на платформі AUTOCAD, зводячи до мінімуму можливість помилок координації між проектними колективами. Revit MEP Рішення для проектування інженерних систем на основі технології інформаційного моделювання будівель. Програма дозволяє звести до мінімуму число помилок шляхом координації проекту між групами фахівців, які розробляють механічні, електричні і санітарно-технічні системи, працювати спільно з архітекторами і проектувальниками будівельних конструкцій, що використовують платформу Revit, і завчасно розраховувати експлуатаційні характеристики будівель. AutoCAD Revit MEP Suite Містить два продукти: AutoCAD MEP та Revit MEP. Комплексне рішення для проектування інженерних систем

будівель (механічних, електричних і сантехнічних) і підготовки будівельно-технічної документації. Autodesk VIZ Призначений для візуалізації 3D моделей, створених в інших САПР компанії Autodesk. VIZ – це подальший розвиток технологій Autodesk 3ds Max. Архітектори і конструктори можуть тонувати в ньому 3D моделей і створювати анімовані 3D сцени. AutoCAD Electrical Це AutoCAD для проєктувальників електричних схем керування. AutoCAD Map 3D Призначений для професіоналів у сфері ГІС, які створюють, обробляють і виготовляють карти, займаються плануванням інфраструктури, аналізують картографічну інформацію і використовують при цьому дані різних типів і форматів. AutoCAD Civil 3D Базується на AutoCAD і призначена для землевпорядників, проєктувальників генплану, проєктувальників лінійних споруд. Ключовою особливістю програми є інтелектуальний зв'язок між об'єктами, що дозволяє динамічно оновлювати всі зв'язані об'єкти при внесенні змін до результатів досліджень або проєктних рішень.

Програмний продукт призначений для інтегрованого проєктування систем опалення, вентиляції, водопостачання, каналізації та електропостачання. Відрізняється використанням інтелектуальних графічних елементів, автоматичним визначенням розмірів систем, вбудованими прозорими для користувача розрахунками (в т.ч. за СНиП), автоматизованим отриманням специфікацій, а також легкістю в освоєнні програми. Основні функції Allklima: - створення та імпорт архітектурних креслень; - автоматичне та ручне 2D/3D конструювання інженерних мереж; - інтелектуальні графічні елементи та символи; - автоматичне генерування видів та розрізів; - наглядна робота на буд-якому з видів; - база обладнання з можливістю редагування; - візуальний контроль колізій, в т.ч. з будівельними конструкціями; - асоціативне або довільне надписування; - автоматизоване створення аксонометричних схем мереж за ГОСТ; - швидке внесення змін та створення варіантів проєкту; - автоматична генерація специфікацій за ГОСТ: розкром коробів, фасонних частин з

графічним зображенням тощо; - інтерфейси даних обладнання за VDI 3805; - AutoCAD 2004-2008, в т.ч. AutoCAD LT. Розрахунок трубопровідної мережі: - установка необхідних стояків; - автоматичне підключення радіаторів; - система Тигельмана та двотрубна з протитоком; - вибір теплоносія за в'язкістю та щільністю; - автоматичне визначення діаметрів труб за критерієм гідравлічного ухилу або швидкості руху теплоносія; - автоматичний вибір фітінгів; - надписування гілок; - ізометрична схема гілок в об'ємі та в лініях; - ізометричне зображення системи трубопроводів та радіаторів; - розрахунок системи "тепла підлога"; 36 - специфікація положення клапанів; - розрахунок кількості води в системі; - специфікації в Excel по об'єктах, трубах, арматурі, ізоляції тощо. Проєктування систем опалення: - автонумерація приміщень, визначення площ та об'ємів; - база теплоізоляції, паро-волого ізоляції тощо; - тепловтрати за СНиП 2.04.05-91 та Euronorm; - врахування орієнтації приміщень; - розрахунок підлоги підвалів за зонами; - розрахунок інфільтрації за СНиП 2.04.05-91; - розрахунок "комфортного тепла"; - автоматичне розташування радіаторів в 3D; - вибір теплової потужності радіаторів; - ручна установка радіаторів за потужністю; - автоматичне надписування за ГОСТ; - визначення типів приєднання та клапанів; - відомість радіаторів; конструювання колектора. Проєктування систем вентиляції: - створення виконавчих та монтажних креслень; - визначення розмірів за заданими перетинами, об'ємними витратами або питомим опором; - приєднання повітророзподільників, автоматичний підбір фасонних частин, переходи з прямокутних труб на круглі, установка решітки; - автоматичне надписування позицій та розмірів; - розрахунок втрат тиску, розрахунок тепло потоків за VDI 2078; - специфікації матеріалів та розкром фасонних частин. Проєктування водопроводу та каналізації: - розрахунок витрат холодної та гарячої води, розрахунок каналізації за СНиП 2.04.01-85, розрахунок квартирних вузлів; - гідравлічний розрахунок; проєктування систем циркуляції; - автоматичне визначення діаметрів труб; - автоматичне створення

специфікацій за ГОСТ. Електрика: установка освітлювальних приладів та закладних деталей, автоматичне визначення віддалей, розрахунок освітленості в системі DIALUX, автоматичне конструювання кабельних трас, ізометрія трас. Локалізація за ГОСТ та СНиП: теплотехнічні показники будівельних матеріалів за СНиП II-3-79, СП 23-101-2004, СНиП РК 2.04-03- 2002; кліматичні дані за СНиП 2.01.01-82, СНБ 4.02.01-03, СНиП РК 2.04-21-2004; норми температури за ГОСТ 30494-96; венткороби за ГОСТ 24751-31, СНиП 2.04.05-91; сантехнічні та опалювальні труби за ГОСТ 3262-75; каналізаційні труби за ГОСТ 6942.2-80, 18599-2001.

### Список літератури

1. Тевяшев А.Д., Шулик П.В., Никитенко Г.В. Стохастическая модель и метод оптимального управления режимом работы насосной станции // АСУ и приборы автоматики. – 2002. – № 3. – С. 48-57.
2. Тевяшев А. Д., Шулик П.В. Оперативное управление режимами работы насосных станций в условиях риска и неопределенности // «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития». МРФ – 2002, 8-10 октября 2002 г. – Часть 2. – С. 219-222.
3. Тевяшев А.Д., Никитенко Г.В., Кобылинский К.В. Системы интегральных показателей качества и эффективности функционирования насосных станций // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – 2005. – №132. – С. 71-79.

УДК 004.92

## ЗАРОДЖЕННЯ ТА ВВЕДЕННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРОГРАМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ В БУДІВНИЦТВІ

**О.В. Люшенко** *ст. гр. БІ-16-Зск.*  
**Скриннік І.О.**, *доц., канд. техн. наук*  
**Федотова М.О.**, *асистент*

*Кіровоградський національний технічний університет*

Перші спроби використовувати обчислювальну техніку для автоматизації бухгалтерського обліку в нашій країні були зроблені близько чверті століття тому. Проте до теперішнього часу якісних зрушень у цій області не відчувається. Зараз великі і основні надії пов'язують з впровадженням персональних комп'ютерів (ПК). Автоматизацією прийнято називати процес впровадження машин в людську діяльність. З появою комп'ютерів автоматизація стала проникати в специфічно людську діяльність - сферу організації управління. Однак в цій сфері автоматизація має деякі особливості на відміну від технологічних систем.

Якщо в технологічних людино - машинних системах можливо накласти обмеження на поведінку людини - оператора, тобто алгоритмизувати його, то в системах організаційного управління на підприємстві полягає саме в дозволі нестандартних ситуацій. Якби можна було добитися строго алгоритмізованого процесу діяльності підприємства, то, по суті і керування не було б потрібно. Перші АСУ орієнтувалися на таку ідеальну схему, але вони були нежиттєздатні. Проте потреба в автоматизації організаційного управління на підприємстві стає все більш актуальною.

Перші ПК вироблені в середині 70-х років і представляли собою нескладні переносні системи ціною 400 доларів, призначені для осіб, які захоплюються електронікою. Декількома роками пізніше були випущені «AppleII» доступні

вже широкому колу користувачів. Коли ПК з'явилися на широкому ринку в 1981 році, обсяг їх реалізації планувався в кілька сотень тисяч в рік. Однак реальність перевершила всі очікування, а темпи зростання виробництва та продажу ПК стрімко наростали.

У 1986 році в світі було реалізовано близько 14 мільйонів одиниць ПК, а темпи річного приросту в наступні роки зросли з 25 до 50%. В світі налічується понад двісті великих фірм, зайнятих виробництвом мікрокомп'ютерної техніки. Впровадження персональних електронно-обчислювальних машин (ПЕОМ) з розвиненим програмним забезпеченням є одночасно і причиною, і засобом вдосконалення навичок аналізу.

За допомогою ПЕОМ можна робити аналітичні розрахунки різного ступеня складності, крім того, розвиток інформаційних систем з розподіленими базами даних дозволяє при цьому вдаватися до різних інформаційних джерел.

До поширення персональних комп'ютерів (ПК) багатокористувацьке функціонування системи здійснювалося на основі повністю централізованої обробки інформації однією великою ЕОМ, до якої підключалися термінали. В певному сенсі вони були схожі на ПК, оскільки також мали клавіатуру і дисплей. Однак самі по собі термінали не могли функціонувати, оскільки не мали ні свого процесора, ні пам'яті, ні дисків, ні інших допоміжних пристроїв і були лише сполучною ланкою між користувачем і великою ЕОМ.

Вміле і грамотне проведення спеціальних аналітичних розрахунків передбачає досконале знання існуючої звітності, логічних та інформаційних взаємозв'язків між окремими формами. Це перш за все відноситься до бухгалтерської звітності. По-перше, вона найбільш систематизована і має достатньо жорсткі внутрішні зв'язки. По - друге, на рівні підприємства вона є основним інформаційним ресурсом для перспективного аналізу та управління.

Важливо й те, що саме звітність, в тому числі бухгалтерська - реальний засіб комунікації, завдяки якому керівники різних рангів спілкуються один з одним, отримують уявлення про місце свого підприємства в системі споріднених підприємств, правильності обраного стратегічного курсу, порівняльних характеристик ефективності використання ресурсів. Обов'язкова умова повного якісного аналізу господарської діяльності підприємства - вміння читати баланс, тобто знання змісту кожної його статті, способу її оцінки, ролі в діяльності підприємства, зв'язку з іншими статтями, характеру зміни сум по тій чи іншій статті і значення цих змін для економіки підприємства. Уміння читати баланс дає можливість тільки на підставі балансових статей одержати значний обсяг інформації про підприємство. У плановій роботі необхідно враховувати наявність ресурсів, зафіксоване в балансі; при складанні кошторису виробництва - залишків незавершеного виробництва; при розробці плану реалізації - залишків готової продукції на складах і відвантаженої; при складанні фінансового плану - наявність власних оборотних коштів, запасів матеріалів та інших цінностей, залишків грошових коштів і т.д.

З моменту виходу Microsoft Windows 95 пройшло більше чотирьох років. За цей час операційна система встигла стати повсякденною робочим середовищем для мільйонів користувачів персональних комп'ютерів, і їх число постійно зростає. Стан ринку програмного забезпечення підтверджує зростання популярності Windows. Як показують маркетингові дослідження, сьогодні більшість користувацьких додатків розроблені саме для цієї операційної системи (або сумісні з нею). Новостворювані програми також орієнтовані на використання в цьому середовищі. Все більше і більше вітчизняних розробників випускають програми для роботи в Windows 95 - починаючи з бухгалтерських програм і правових систем і закінчуючи крупними комплексами для автоматизації підприємства. Windows 95 була задумана і реалізована як система для самого широкого кола користувачів, і перш за все

для людей, чия область професійних знань лежить за межами програмування та комп'ютерної техніки.

Нова версія програми Excel була розроблена спеціально для Windows 95. Жоден користувач персонального комп'ютера не обійдеться сьогодні без програми калькуляції електронних таблиць. Вона незамінна і в сфері автоматизації офісного діловодства і при обліку доходів і витрат. Excel для Windows 95 дозволяє готувати і прості таблиці об'ємом в декілька рядків і досить складні документи, такі як бухгалтерські звіти, статті з діаграмами, дисертації, і пр. Можливості цієї програми значно ширше, ніж більшість інших табличних процесорів.

Користувач може не тільки вводити, редагувати і обробляти числові та текстові таблиці, але і вставити в них діаграми та ілюстрації, будувати складні математичні формули для розрахунків необхідних результатів.

Таблиці в Excel і робота з ними організовані так, щоб забезпечити максимальні можливості при мінімумі зусиль з боку користувача. Цьому сприяє добре організований інтерфейс користувача, підказки та допомогу в будь-який момент часу, набір готових шаблонів документів і можливість створення власних, автоматична перевірка орфографії і автокорекція тексту. Спеціальні програмні 'майстра' допоможуть швидко і легко створити графічні діаграми. Підготовлені в Excel матеріали можна просто оформити у вигляді готового друкованого звіту. Microsoft Excel є Windows програмою, а це значить, що для роботи з нею потрібна середу Windows. В даний час при роботі в Windows 3.x найбільш часто використовується Excel версії 5.0, а в Windows 95 і Windows NT - Excel 7.0 і Excel 97. С урахуванням того, що за своїми основними можливостям всі ці версії Excel близькі один до одного, розглянемо приклади створення таблиць в Excel.

За допомогою персонального комп'ютера знайти конкретну робочу книгу в електронному архіві потрібно, так як Excel розташовує спеціальним пошуковим інструментарієм. Він дає максимальний ефект, якщо постачити робочі книги

додатковою інформацією аналогічно напишам на корінцях реєстраційних папок, що зберігаються в нашому офісі. Для цього у Excel передбачено окреме діалогове вікно, в якому вводиться інформація про файл. Форматування дозволяє виділити особливим чином фрагменти таблиці, щоб привернути до них увагу або попросту прикрасити документ. Для того, щоб таблиця виглядала красиво, їй необхідно надати відповідний зовнішній вигляд за допомогою форматування. Форматування вирішує й іншу задачу - воно структурує таблицю, спрощуючи орієнтування і привертаючи увагу до окремих місцях документа. При створенні електронних документів найбільш часто застосовується форматування за допомогою спеціальних шрифтових атрибутів: полужирное оформлення, курсивне зображення і підкреслення. Таке форматування з однаковим успіхом можна застосовувати як при оформленні текстів, так і при оформленні таблиць. Проте робочі книги Excel дозволяють виконувати і форматування, специфічне для табличній форми представлення даних. У більшості випадків таблиці містять числові дані. Для виділення числових значень певного виду можна застосовувати кольорове оформлення. Наприклад, негативні числа можна показувати на екрані червоним кольором, а середні величини - блакитним. Для виконання подібного форматування Excel пропонує численні додаткові можливості. Числові значення в осередках таблиці можуть форматуватися різним чином залежно від того, до якої категорії вони відносяться. Якщо вміст деякої комірки оголосити грошовою величиною, то Excel при відображенні значення автоматично додасть до числа знак грошової одиниці.

В Excel для Windows 95 передбачений великий набір подібного роду вбудованих форматів. Але зовнішній вигляд таблиці визначається не тільки форматами вмісту окремих осередків. Істотне значення мають рамки рядків і стовпців і кольорове оформлення (фон) осередків. Для того щоб таблиця виглядала гармонійно, часто доводиться міняти встановлені 'за

замовчуванням' розміри осередків. Іноді при редагуванні таблиць доводиться очищати окремі клітинки або видаляти їх.

Кожна робоча книга Excel для Windows 95 складається з одного або декількох аркушів. Структура робочої книги жорстко не фіксуються: користувач може додати кілька аркушів, видалити зайві, переставити або перейменувати існуючі.

Відзначимо, що Excel дозволяє користувачі самому створювати власні шаблони документів, також редагувати вже наявні. Excel можна неформально визначити як програму, призначену для виконання різноманітних обчислень, тобто - в першому наближенні - як досить інтелектуальну різновид потужного кишенькового калькулятора.

Основний різновидом оброблюваних Excel для Windows 95 даних є числа. Числа зберігаються в осередках таблиць. Таблиця в Excel являє собою електронний аналог звичайної таблиці - це сукупність рядків і стовпців. Кожен файл (робоча книга) включає кілька таблиць (аркушів). При виконанні деяких складних обчислювальних операцій сукупність таблиць робочої книги може розглядатися як тривимірний масив.

### Список літератури

1. В.В. Гасилов. Економіко-математичні методи і моделі. ВГАСУ, 1998р.
2. В.В. Петров. (В.В. Ковальов), Як читати баланс. Фінанси і статистика, 1993 р.
3. А.Д. Шеремет., Р.С. Сайфулин Фінанси підприємств., Серія "Вища освіта"., "Инфра. М"., Москва 1998р.
4. Візе Манс. Excel 7 для Windows 95, російська версія (під загальною редакцією С.Молявко) "Біном", Москва 1996р.
5. Ждошуа Носітер. Excel 7 для Windows (під редакцією С.Молявко)"Біном", Москва 1996р.
6. Л.Г.Крайзмер., Б.А.Кулік., Персональний комп'ютер на вашому робочому місці. Мініздат - 1991р.
7. Електронні обчислювальні машини (під редакцією доктора технічних наук професора А.Я.Савельєва книга I.,) Москва "Вища школа" 1987р.
8. Бухгалтерський облік 8 '98., Щомісячний теоретичний і науково-практичний журнал, 1998р. видавництво "Бухгалтерський облік".

9. Бухгалтер і комп'ютер 0 '98 (додаток до журналу" Бухгалтерський облік"), 1998р.

УДК 699.86

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОГРАММ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**Пригорницький А.І., студент групи БІ-16-Зск**

**Скрынник И.А., доц., канд. тех. наук.**

**М.О. Федотова асистент**

*Кировоградский национальный технический университет*

На сегодняшний день можно заметить сильное развитие функциональности автоматизированного проектирования, систем управления базами данных, систем управления данными о проекте, методов расчета автоматизации. Однако, реализация современных требований сокращения сроков проектирования, использования информации при проектировании зданий и сооружений, обеспечения информационной поддержки проекта на протяжении всего невозможна без применения специальных методологий проектирования. При этом значительную актуальность приобретает требование соблюдения целостности данных.

Автоматизированное проектирование развивается таким образом, что усложняются проектируемые изделия, увеличиваются требования выполняемых проектов, инновации информационных технологий и изменение организации проектирования. Технология автоматизирования проектирования и проектная деятельность больше части взаимосвязана с прогрессом информационных технологий; принципом управления процессом проектирования и организации труда коллектива проектировщиков; номенклатурой создаваемых изделий и услуг; интеграцией

средств автоматизации проектирования с производственной сферой и сбыта продукции с современной технологией.

На основе информационных технологий объединены вся деятельность отделов проектно-архитектурных организаций. В результате сложился некоторый стереотип применения компьютерных технологий в архитектурном проектировании.

Обучая архитекторов и проектировщиков, больше части уделяется внимание на визуализацию проектных решений, исследования научной сферы основываются на динамической визуализации и мультимедийной оснащении, следовательно, требуется изучение новых возможностей виртуальной цифровой среды. Производственной сфере большое внимание сосредоточено на выпуске: архитектурных чертежей и смежных частей проектирования, только лишь самые крупные работы выполняются специальным моделированием для визуализации объекта и анимационной презентации.

Системы автоматизированного проектирования включают в себя развитые средства накопления и использования знаний, параллельного проектирования, разделения по стадиям, подсистемам и ролям и т. д.

Складывается такая ситуация, что невозможно достичь качественное решение автоматизации процесса проектирования в строительстве не применяя современные компьютерные технологии и организации процесса. Современные проекты обычно характеризуются жесткими ограничениями по времени, средствам, выделяемым на их выполнение, качеству к выдаваемой проектной документации. Модели сложных проектов с длительным жизненным циклом должны содержать описание всех стадий и состояний этого цикла, а также предусматривать несколько различных способов визуализации. Носитель информации о компоненте содержит множество различных типов элементов данных, а проекты имеют как минимум два различных вида конфигураций: конфигурацию состава (или «Комплектация») и конфигурацию состояния.

Сегодня многие проектные организации предпочитают осуществлять внедрение средств автоматизации компьютерного

проектирования лишь для решения некоторых, особо сложных задач, хотя разумно было бы реализовать выигрышную во многих отношениях комплексную автоматизацию по всем этапам решения задач проектирования. В определенной мере развитие САПР во всем мире направлено на интеграцию программных продуктов в единую программную платформу, а не на комбинацию различных систем. Именно поэтому все «тяжелые» системы предлагают интегрированные решения в рамках единой программной платформы.

Программная платформа, обеспечивающая комплексное решение задач строительного проектирования, должна отвечать следующим ключевым свойствам:

- параметризация, как на уровне 3D-модели, так и при подготовке чертежной и технологической документации;
- развиваемое геометрическое ядро 3D-моделирования;
- инструментарий для адаптации и создания приложений;
- интегрированные расчетные модули;

Однако в настоящее время не существует ни одной подобной платформы, способной комплексно решить задачи строительного проектирования с получением всей необходимой графической и информационной документации. Параметризация. В настоящее время среди средств трехмерного твердотельного моделирования практически нет систем, которые не обладали бы параметрическими возможностями.

В трехмерном моделировании параметризация эффективно служит для построения эскизов и изменения любых атрибутов трехмерных операций. Кроме того, при пересчете измененных моделей часто возникают проблемы восстановления цепочек операций (для идентификации исходных элементов). Это касается отдельных деталей, сборочных конструкций, которые имеют склонность «рассыпаться», и чертежей, полученных на/ Работа с единой структурой данных при моделировании отдельных объектов

и сборочных конструкций исключает непродуктивные потери времени разработчиков, в частности при параллельной работе.

Появились новые возможности по выполнению трехмерных операций, например, выталкивание от грани до грани, от поверхности до поверхности, через всю модель, на расстоянии от поверхности. Можно также задать путь, вдоль которого «идет» поверхность. Профили и пути могут быть пространственными и не обязаны пересекаться. При этом реализован алгоритм минимального кручения. Существенно ускорена работа с большими сборочными моделями, а в файле документа теперь всегда сохраняется информация о геометрии модели, поэтому при загрузке отпадает необходимость строить модель.

Таким образом, на сегодняшний день не существует ни одной системы автоматизированного проектирования, позволяющей производить все необходимые инженерные расчеты без привлечения средств дополнительного программного обеспечения. Поскольку за прошедший период времени произошло формирование группы специалистов, одинаково хорошо владеющих спецификой своей профессии и работающих с привлечением современного ПО на компьютере, назрела необходимость качественного скачка в понимании и практическом применении автоматизации решения задач проектирования. Подобное качественное преобразование процесса проектирования в строительстве может быть осуществлено с привлечением Internet-технологий, которые обеспечат комплексным системам автоматизированного проектирования в строительстве широкий спектр новых характеристик:

- общедоступность;
- возможность дистанционного интерактивного обучения;
- возможность совместной работы над проектом нескольких пользователей;

- своевременное обновление нормативных баз данных, обеспечивающих строгое соответствие процесса проектирования и выдаваемой проектной документации;
- своевременное полное обновление расчетной системы проектирования;
- возможность выбора принципиального решения задачи проектирования на основе интерактивного анализа проектов-аналогов.
- создание и накопление параметризуемой базы объектов (создание библиотек объектов);
- организация интерактивных конференций по вопросам организации проектирования в строительстве;
- создание и своевременное пополнение электронной интерактивной базы данных производителей строительных изделий, агрегатов, систем инженерного обеспечения;
- создание Internet-рынка материалов, конструкций, элементов;
- автоматический расчет стоимости объекта проектирования на основе своевременно обновляемых баз данных производителей соответствующих изделий.

При создании системы, удовлетворяющей вышеописанным характеристикам, станет возможным не только выход на более качественную и продуктивную ступень в автоматизации строительного проектирования, но и решатся многие задачи, связанные с применением «старых» систем проектирования. Вопрос конвертации и доработки данных при передаче из графического модуля в расчетный будет решен сам собой, поскольку процесс проектирования будет проходить в рамках одной системы.

Наличие базы готовых проектов в системе и возможность подробного ознакомления с ними позволит принимать специалистам рациональные решения при выполнении аналогичных задач. Решится вопрос длительного обучения сотрудников работе в системе, так как процесс выполняемого программой расчета будет подкреплен

обширной справочной информацией, сопровождающей работу в системе.

Создание данной системы может быть реализовано при использовании вышеописанной концепции комплексной автоматизации в строительном проектировании с использованием современных Internet-технологий. Основываясь на полученных данных, обзор возможностей компьютерных программ, используемых для архитектурного проектирования, показывает, что имеющиеся компьютерные технологии могут создать единую технологическую платформу для проведения проектных работ. Объединенная информационная компьютерная система предполагает развитие технического и программного оснащения этапа предпроектных исследований, которые являются основной частью проектирования и исследованиями смежных областей науки, таких как физика, геометрия, биология, математика и другие. В том числе единая компьютерная платформа и ее развитие требует комплексности рабочего проектирования. Для построения концепции требуется большое количество различных компьютерных программ и разработка методики проведения изысканий. Далее на базе одного или нескольких технологических направлений, которые сосредоточены на единой цифровой модели здания структурируется рабочий процесс всех смежных подразделений.

Компьютерные программы могут различаться по своей специфике в зависимости от специализации.

Следовательно, может быть различные экспериментальные варианты компьютерной технологической базы, в частности будет выбрана новая форма проектирования с полным изменением мышления о процессе архитектурного проектирования.

### Список літератури

1. Гинзбург А. В., Каган П. Б. Автоматизация организационно-технологического проектирования в строительстве//Открытые системы. — 1997. — № 4.

2. Казаков А. Методы автоматизации строительного проектирования Технологии строительства 2003 № 5 С. 126–128
3. Темнов В. Г. Конструктивные системы в природе и строительной технике. Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние. — 1987. — 256с.
4. Темнов В. Г. Автоматизированное сквозное проектирование как основа ресурсосберегающих технологий создания зданий и сооружений. Материалы 57 науч. конф. проф. препод., науч. раб., инж. ун-та. СПбГАСУ, 2000, ч. II.
5. Шапаронов В. В. и др. Организация строительного производства М., 1987.-460с.
6. Шрейбер А. К. и др. Организация, планирование и управление строительством. -М.: Высшая школа, 1977. 351с.

УДК 625.72

## **ІНФОРМАЦІЙНІ КОМП’ЮТЕРНІ ПРОГРАМИ В БУДІВНИЦТВІ**

*Робота В. Ю., студентка гр БІ 16-1- СК*

*Скрипник І.О., доц., канд. техн. наук*

*Федотова М.О., асистент*

*Кіровоградський національний технічний університет*

Проектування становить один із найбільш масових різновидів інженерної діяльності, оперує величезними обсягами інформації, і якість прийнятих рішень, включаючи такі проблеми, як безпека, економічність та придатність до використання об'єкта за призначенням, майже цілком залежить від безпомилковості перероблення цієї інформації. Саме з цим пов'язана поява численних розробок, спрямованих на створення систем автоматизованого проектування (САПР) як однієї з основних форм використання інформаційних технологій.

Мова, як ви вже зрозуміли, піде про програми для проектування будинків, квартир, меблів, та, загалом, створення дизайну інтер'єру.

1. AutoCAD - система автоматизованого проектування і підготовки креслярсько-конструкторської документації.

2. Sweet Home 3D - досить дружелюбна програма. Не обтяжує користувача складним та хитромудрим інтерфейсом, та дозволяє навіть непідготованому аматору наочно зобразити план приміщення та розробити дизайн інтер'єру. Створює, буквально, на льоту плани приміщень, кімнат, де можна розставляти меблі, планувати розміщення вікон, дверей і т.п. Володіє зручним тривимірним інтерфейсом, що має гнучкі налаштування. Розмір інсталяційного пакету 34 Мбайт. Доступний також відео-мануал по програмі: тут або тут, а ще можна знайти подібні ось так.

3. Home Plan Pro - програма призначена для 3-ох вимірного планування дизайну інтер'єру квартири та створення планів будь-яких приміщень. Серед своїх інструментів має весь необхідний набір графічних засобів. Містить велику кількість готових деталей: кріплення, меблі, двері, вікна, та ін.

4. Професійна програма Arcon – це програма, призначена для проектування будинків (котеджів), ландшафтного дизайну, з можливою тривимірною візуалізацією проекту, дизайном сходів, проектуванням даху, вікон, дверей. Дана програма має функції для здійснення дизайну зимового саду, дизайну інтер'єру, проектування корпусних меблів. Програма Arcon надає можливість спочатку створити добре пророблений план будинку, а потім побачити майбутній будинок у вигляді об'ємного і кольорового зображення. Це може дозволити наочніше обговорювати архітектурні ідеї з колегами, а також ефективніше спілкуватися з клієнтами. У міру необхідності в проект оперативно вносяться зміни і корективи в присутності

клієнта. Відрізняючись від інших будівельних програм, Arcon розроблялася для архітекторів з безпосередньою метою вирішення питань, які пов'язані з ескізним проектуванням будинків будь-якого ступеня складності.

5. Компас (КОМПлекс Автоматизованих Систем конструкторсько-технологічного проектування) — сімейство систем автоматизованого проектування з можливостями оформлення проектної та конструкторської документації. Програми даного сімейства автоматично генерують асоціативні види тривимірних моделей (у тому числі розрізи, перерізи, місцеві розрізи, місцеві види, види по стрілці, види з розривом). Всі вони асоційовані з моделлю: зміни в моделі призводять до зміни зображення на кресленні.

6. Система КОМПАС-3D — інтерактивний [графічний редактор](#) з сучасним [інтерфейсом](#), оснащений інструментальними засобами, які дозволяють створювати твердотілі об'єкти з використанням набору елементарних параметричних тіл ([паралелепіпед](#), [циліндр](#) та ін.

7. FloorPlan 3D - це зручна та проста програма для перепланування, дизайну і реконструювання приміщень. За допомогою floorplan 3d можна за пару годин створити повноцінну модель будинку, дизайну квартири або офісу. Плюсом програми є створення повноцінної 3D-моделі приміщення. Програма містить ряд бібліотек, що допоможуть обладнати кімнату меблями, підібрати їх текстуру, додати електропобутову техніку, сантехніку, розмістити різні освітлювальні прилади; автоматично створити сходи і багаторівневі стелі. Також за допомогою FloorPlan можна створювати дизайн прилеглої до будинку території. Тепер Ви можете точно спланувати розміщення квітників, доріжок, заборів і альтанок з врахуванням особливостей рельєфу ділянки.

8. Xilinx PlanAhead - це потужна архітектурна система, що допоможе вирішити велику кількість завдань, пов'язаних з проектуванням будівель та приміщень. У своєму розпорядженні програма має набір готових проектів будинків і котеджів, виконаних професійними архітекторами та дизайнерами. Програма розрахована на досвідчених користувачів і архітекторів.

9. Envisioneer Express - програма призначена для розробки 3D-моделі будинку. Дозволяє створити план квартири, включаючи такі елементи як двері, стіни, вікна та дах, доступна функція перетворення плану будинку в тривимірну модель. Інструменти Envisioneer Express дозволяють також додавати елементи меблів, змінювати текстуру каркаса будинку і зовнішній вигляд будівельних матеріалів.

Фахівці в будівництві сьогодні не обходяться без автоматизованих засобів розрахунків і побудови об'єктів. Рекомендовано користуватися такими програмами для роботи.

УДК 699.86

## **ПРОЕКТУВАННЯ БУДИНКІВ В ТРИ-Д ПРОГРАМІ**

*С.О. Шутюв, спеціаліст гр. БІ 16-ЗСК*

*І.О. Скриннік, доц., канд. техн. наук*

*М.О. Федотова асистент*

*Кіровоградський національний технічний університет*

У сучасному світі комп'ютерні інформаційні технології та керуючі системи проникають в усі сфери діяльності. Будівництво та архітектура не є винятком. Складність

інженерних розрахунків будівельних конструкцій та прийняття зважених архітектурних рішень вимагає застосування сучасних комп'ютерних систем і технологій.

Одна з найпоширеніших багатофункціональних — autocad програма, дозволить зробити корисним кожен квадратний сантиметр. Її «електронний кульман» і маса інструментів накреслять будь-які предмети, допоможуть розглянути всілякі варіанти розташування меблів і навіть спроектувати її самому.

Варто відзначити дуже зручну функцію так званих динамічних блоків. Вона дозволяє тиражувати всілякі повторювані елементи. Просто заносите їх в бібліотеку програми, і необхідність перечерчувати їх заново відпадає, оскільки всі задані параметри зберігаються

Тільки уявіть, в неспішному ритмі днів ви зможете створити проект, в точності відображає картини уяви, до дрібниць побачити, як виглядатиме майбутній будинок всередині і зовні після того, як завершаться всі будівельні роботи. На старовинних дідівських методах, коли креслення на великих аркушах паперу виконувалися вручну, а потім для продумування інтер'єру доповнювалися геометричними фігурками, що символізують меблі та елементи декору, можна забути.

Створення проекту за допомогою спеціальної комп'ютерної програми дозволяє побачити будинок і всі його елементи до початку будівництва. Тривимірні зображення (3D) допомагають виключити просторові конфлікти, більш ефективно розкрити потенціал і навіть зробити енергетичний аналіз. Все буде відтворено з максимальною точністю. І при цьому не потрібно креслити або малювати від руки — все виконає комп'ютер.

Створення власного будинку, розширення його можливостей, внесення всіляких поліпшень, опрацювання численних змін, безлічі різних сценаріїв ... і у вас кращий дизайн — на все це у платного архітектора навряд чи вистачить

терпіння. А адже недарма помічено, що терпіння і труд, все перетруть, геніальне творіння — це 1 % натхнення і 99 % праці.

У 3D проекті будинку ви, як наяву пройдете по коридору, підніметеся по сходах, ввійдете в кімнату, розкриєте мансардне вікно ... в очікуванні чудесного результату дні будівництва, звичайно, навряд чи пролетять непомітно, але вони точно здадуться не такими вже й важкими.



Рисунок 1 – Проектування будівлі

Програмні комплекси для проектування:

A9CAD — безкоштовна програма для проектування будівель в 2D графіку. Програма має два модулі для малювання і перегляду з можливістю редагування створених проектів. Існує можливість введення значень і параметрів. Інтерфейс

програми схожий на інтерфейс Autocad, що дозволяє розглядати її як безкоштовну альтернативу цієї популярної програми.

Google SketchUp інтуїтивний інтерфейс, завдяки чому він є одним з найпростіших у використанні програм. З його підтримкою впораються все. Великою перевагою є можливість тривимірного креслення будівель та інтер'єрів. Програма ідеально підходить для домашнього використання і для візуалізації нових ідей (ремонт і т. д.)

Sweet Home 3D дуже розширена програма для проектування будинків і квартир. Його інтерфейс настільки інтуїтивно зрозумілий, що з підтримкою додатків впораються навіть початківці дизайнери. Ви можете встановити точні розміри окремих приміщень і їх аранжування. Працювати можна в режимі 2D і 3D.

Дом-3D - програма Дом-3D призначена для 3-х вимірної візуалізації будинків, проектування меблів і тривимірного моделювання різних дизайнів інтер'єру. Так само у цій програмі для дизайну кімнат можна з легкістю змінювати матеріали меблів, стель, підлоги.

Програма володіє зручним інтерфейсом, тому з нею може впоратися будь-хто, навіть початкуючий користувач.

Home Plan Pro - програма призначена для 3-ох вимірної планування дизайну інтер'єру квартири та створення планів будь-яких приміщень. Серед своїх інструментів має весь необхідний набір графічних засобів. Містить велику кількість готових деталей: кріплення, меблі, двері, вікна, та ін.

FloorPlan 3D | пошук - це зручна та проста програма для перепланування, дизайну і реконструювання приміщень. За допомогою floorplan 3d можна за пару годин створити повноцінну модель будинку, дизайну квартири або офісу. Плюсом програми є створення повноцінної 3D-моделі приміщення. Програма містить ряд бібліотек, що допоможуть обладнати кімнату меблями, підібрати їх текстуру, додати електропобутову техніку, сантехніку, розмістити різні освітлювальні прилади; автоматично створити сходи і

багаторівневі стелі. Також за допомогою FloorPlan можна створювати дизайн прилеглої до будинку території. Тепер Ви можете точно спланувати розміщення квітників, доріжок, заборів і альтанок з врахуванням особливостей рельєфу ділянки.

CyberMotion 3D-Designer - програма високого рівня, призначена для моделювання та створення анімації. Має велику кількість шаблонів та підказок, які допоможуть навіть новачку створити план квартири та заповнити її меблями. Створення 3D зображень у цій програмі здійснюється за допомогою 3-ох креслень: вид зверху, вид збоку та спереду. Полегшує роботу з програмою зручний інтерфейс з багаточисельними інструментами.

Total 3D Home Design Deluxe - програма володіє всіма необхідні інструментами та функціями для проектування будинку та дизайну його інтер'єру. З її поміччю ви зможете не лише зробити планування кімнат, але і підбирати та проектувати меблі, їх колірну гамму, спланувати все до найдрібніших деталей. Інтерфейс програми зрозумілий та зручний.

Xilinx Planahead - це потужна архітектурна система, що допоможе вирішити велику кількість завдань, пов'язаних з проектуванням будівель та приміщень. У своєму розпорядженні програма має набір готових проектів будинків і котеджів, виконаних професійними архітекторами та дизайнерами. Програма розрахована на досвідчених користувачів і архітекторів.

Багато будівельних компаній використовують дане програмне забезпечення.



Рисунок 2 – Запроектований дім в 3D

### Список літератури

1. Проектування в сучасному будівництві: Режим доступу: <http://stroica.in/proektuvannya-budivnictva-budinku-za-dopomogoyu-programi-autocad/>
2. Компютерні технології в сучасному будівництві [Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://proektdoma.in.ua/etapi-proektuvannya-budivel-i-sporud>
3. Програмні комплекси. Режим доступу: <http://tech-buy.pp.ua/bezkoshtovni-programi-dlya-proektuvannya-budinkiv/>

УДК 004.92

## **ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ В ArchiCAD БУДІВЛІ З СУЦІЛЬНИМ СКЛІННЯМ ФАСАДУ**

*Д.І. Зеленько, ст. гр. БІ-16-МН,  
І.О. Скриннік, доц., канд. техн. наук  
М.О. Федотова асистент*

*Кіровоградський національний технічний університет*

Суцільне скління фасаду є одним з найефективніших прийомів при оздобленні зовнішнього вигляду споруд. Приклад цього – хмарочоси, які облицьовуються склом від першого до останнього поверху. Крім естетичного вигляду, фасадне скління будівель допомагає висвітлити сонячним світлом більшу кількість площі приміщення.

**Мета роботи** – розробка ескізної пропозиції двоповерхового житлового будинку з плоским дахом за допомогою програми ArchiCad.

**Об’єкт дослідження** – двоповерховий житловий будинок з плоским дахом.

**Предмет дослідження** – створення, рендерінг, розробка макета, за допомогою інструментів ArchiCad.

Методи досліджень – комп’ютерне проектування за допомогою системи автоматизованого проектування ArchiCad. При роботі в пакеті використовується концепція віртуального будинку. Суть її полягає в тому, що проект ArchiCAD являє собою виконану у натуральну величину об’ємну модель реальної будівлі, що існує в пам’яті комп’ютера.

Двоповерховий житловий будинок був розроблен за допомогою таких інструментів ArchiCAD, як Стіни; Перекриття; Вікна; Двері, 3D – сітка, Об’єкти .gsm та Морф.

Будівля 12-ти поверхова і фасадне скління проектується з першого до останнього поверху. З 10 по 12 поверхи площа

поверхів зменшується. Скління потрібно виконати, щоб не порушити архітектурну вертикаль скляних блоків (рис.1).

Для цього в програмі ArchiCad були розроблені плани за допомогою інструмента стіни. Потім за допомогою інструмента вікна та двері та регулювання розмірів було виконане скління. Дерев’яний елемент балконів був виконаний за допомогою інструменту морф у вікні фасаду та зібраний у 3D-вікні. Перекриття та тераса виконані інструментом перекриття. Поверхня землі розроблялось за допомогою 3D-сітки. Далі кожному елементу будинка була присвоєна текстура. За допомогою рендера була зроблена візуалізація. Всі зображення та креслення були закомпановані у макеті. Кінцевий результат див на мал.1 .

**Висновки.** Таким чином виконання даної роботи дозволило за допомогою ArchiCad отримати готову ескізну пропозицію, яка містить в собі плани та візуалізації. За допомогою макету є можливість продемонструвати архітектурні рішення, планувальні рішення замовнику. Отримати 3D проект з реалістичним виглядом.



Малюнок 1 – Макет ескізної пропозиції.

#### Список літератури

1. <http://www.graphisoft.ru/archicad/>

УДК 621.879.063

## ОГЛЯД ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ КОМПАНІЇ AUTODESK ДЛЯ БУДІВЕЛЬНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

*В.О. Кирилюк ст. гр. БІ-16-3ск  
І.О. Скриннік, доц., канд. техн. наук  
О.А. Плотніков аспірант  
Кіровоградський національний технічний університет*

У сучасному світі комп’ютерні інформаційні технології та керуючі системи проникають в усі сфери діяльності. Будівництво та архітектура не є винятком. Складність інженерних розрахунків будівельних конструкцій та прийняття зважених архітектурних рішень вимагає застосування сучасних комп’ютерних систем і технологій.

Для архітектурного проектування, інженерних і будівельних розрахунків застосовується програмне забезпечення, яке умовно можна розділити на:

1. Програмне забезпечення для архітектурно-будівельного проектування та підготовки будівельної документації (Autodesk Building Design Suite; Autodesk Revit Architecture; Autodesk Factory Design Suite; Autodesk Factory Design Suite; AutoCAD Architecture);

**AutoCAD** Пакет для 3D моделювання, розробки креслень та створення проектної документації. Завдяки своїм функціональним можливостям дозволяє підвищити швидкість і точність виконання, економлячи при цьому час. Головною метою при створенні AutoCAD 2009 було збільшення продуктивності пакету.

**AutoCAD LT** Пакет для 2D креслень та створення проектної документації. Не підтримує надбудов (мов ARX, VB, Lisp). Бюджетне рішення.

**AutoCAD Architecture** Є галузевим рішенням для роботи в звичному середовищі AutoCAD. Програма орієнтована на класичні методики архітектурного і будівельного проектування. Призначена як для тривимірного моделювання будівель і споруд, так і для підготовки робочої документації. Істотною перевагою програми є використання звичних прийомів роботи AutoCAD в складних інструментах і технологіях спеціалізованих додатків. Використання єдиної логіки і прийомів – найкоротший шлях до ефективності роботи з програмою. Не потрібно звикати до нових інструментів.

**AutoCAD Revit Architecture Suite** Програмний комплекс, що складається з двох незалежних програм: базової САПР AutoCAD і новітньої системи архітектурно-будівельного проектування Revit Architecture. Завдяки сумісності форматів вихідної документації можливий інформаційний обмін між програмами. Спеціалізоване рішення для архітектурно-будівельного проектування із застосуванням технології інформаційного моделювання будівель і споруд в промисловому і цивільному будівництві. Реалізовані функції концептуального і робочого проектування, вбудовані засоби візуалізації.

**Revit Structure** Спеціалізоване рішення для архітектурно-будівельного проектування, а також проектування сталевих і залізобетонних конструкцій – із застосуванням технології інформаційного моделювання будівель і споруд в промисловому і цивільному будівництві. Містить повний функціонал Revit Architecture. Спеціальні функції дозволяють моделювати будівельний каркас, задавати навантаження і опори, підготовку розрахункової схеми для передачі в розрахункові програми.

**AutoCAD MEP** Базоване на AutoCAD рішення для проектування механічних, електричних і санітарно-технічних систем будівель і підготовки технічної документації. У звичному інтерфейсі AutoCAD добавлені спеціалізовані інструменти для інженерних систем (механічне устаткування, електропостачання, водопровід/каналізація тощо). AutoCAD

MEP істотно підвищує ефективність всього циклу проектування на платформі AUTOCAD, зводячи до мінімуму можливість помилок координації між проектними колективами.

**Revit MEP** Рішення для проектування інженерних систем на основі технології інформаційного моделювання будівель. Програма дозволяє звести до мінімуму число помилок шляхом координації проекту між групами фахівців, які розробляють механічні, електричні і санітарно-технічні системи, працювати спільно з архітекторами і проектувальниками будівельних конструкцій, що використовують платформу Revit, і завчасно розраховувати експлуатаційні характеристики будівель.

**AutoCAD Revit MEP Suite** Містить два продукти: AutoCAD MEP та Revit MEP. Комплексне рішення для проектування інженерних систем будівель (механічних, електричних і сантехнічних) і підготовки будівельнотехнічної документації.

**Autodesk VIZ** Призначений для візуалізації 3D моделей, створених в інших САПР компанії Autodesk. VIZ – це подальший розвиток технологій Autodesk 3ds Max. Архітектори і конструктори можуть тонувати в ньому 3D моделей і створювати анімовані 3D сцени.

**AutoCAD Electrical** Це AutoCAD для проектувальників електричних схем керування.

**AutoCAD Map 3D** Призначений для професіоналів у сфері ГІС, які створюють, обробляють і виготовляють карти, займаються плануванням інфраструктури, аналізують картографічну інформацію і використовують при цьому дані різних типів і форматів.

**AutoCAD Civil 3D** Базується на AutoCAD і призначена для землевпорядників, проектувальників генплану, проектувальників лінійних споруд. Ключовою особливістю програми є інтелектуальний зв’язок між об’єктами, що дозволяє динамічно оновлювати всі зв’язані об’єкти при внесенні змін до результатів досліджень або проектних рішень.

2. Системи для моніторингу архітектурно-будівельних проектів та планування будівельних робіт (Autodesk Navisworks);

3. Проектування будівельних конструкцій (Autodesk Revit Structure; Tekla Structures);

4. Проектування інженерних систем будівель (AutoCAD MEP, Revit MEP);

5. Системи автоматизованого проектування загального призначення (AutoCAD; AutoCAD LT, Autodesk 3ds MaxDesign; Std Manager CS);

6. Архітектурно-будівельні додатки для AutoCAD (ПАРКС, СПДС Graphi CS);

7. Програми для розрахунку будівельних конструкцій (SCAD Office, SCAD (StructureCAD), Комета, Кристалл, Арбат, Камин, Монолит, Конструктор сечений, КоКон);

8. Додатки для проектування і розрахунків сантехнічних систем (АРС-ПС, ВЕНТСИС);

9. Програми для проектування і розрахунків трубопроводів, теплообмінників тощо. (AutoCAD Plant 3D, Autodesk Plant Design Suite, Plant 4D, СТАРТ, ГИДРОСИСТЕМА, РЕСУРС, Эколог-ШУМ тощо);

10. Програми для геотехнічних розрахунків (Plaxis, Plaxis Dynamics Module, Plax Flow, Plaxis 3D Tunnel, Plaxis 3D Foundation);

11. Проектування об'єктів інфраструктури (Autodesk Civil 3D, Geoni CS).

Кафедра економічної кібернетики та інформаційних технологій ХНУБА активно співпрацює з компанією Autodesk, програмні продукти якої потрапили в список найчастіше застосовуваних комп'ютерних систем для архітектурних і будівельних розрахунків. Студенти напрямів підготовки «Комп'ютерні науки» та «Економічна кібернетика», а також студенти будівельних і архітектурних напрямів підготовки можуть на пільгових умовах в рамках програми

співпраці використовувати програмні продукти компанії Autodesk.

### Список літератури

1. Тевяшев А.Д., Шулик П.В., Никитенко Г. В. Стохастическая модель и метод оптимального управления режимом работы насосной станции // АСУ и приборы автоматики. – 2002. – № 3. – С. 48-57.
2. Тевяшев А. Д., Шулик П.В. Оперативное управление режимами работы насосных станций в условиях риска и неопределенности // «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития». МРФ – 2002, 8-10 октября 2002 г. – Часть 2. – С. 219-222.
3. Тевяшев А.Д., Никитенко Г.В., Кобылинский К.В. Системы интегральных показателей качества и эффективности функционирования насосных станций // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – 2005. – №132. – С. 71-79.

УДК 699.86

## **ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В БУДІВЕЛЬНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ**

*С.С.Вишницький студент гр.БІ-16-2*

*І.О. Скриннік доц., канд.техн.наук*

*Кіровоградський національний технічний  
університет*

**Вступ.** Сучасне будівництво, починаючи від проектних рішень та завершуючи реалізацією розробок, здійснюється із застосуванням систем автоматизованого проектування (САПР). Використання комп'ютерних програм, що входять до складу САПР, дозволяє здійснити не лише багатоваріантне й комплексне проектування, але й визначити стан об'єкта чи його елементів після зведення (в процесі експлуатації). У

будівельній галузі України знаходиться в експлуатації більше 300 тисяч персональних комп'ютерів, на яких встановлене програмне забезпечення вартістю понад 500 млн. доларів. Тому постійно потрібно розв'язувати питання з ефективного застосування цього дорогого обладнання для забезпечення функціонування новітніх інформаційних технологій. На даний час із використанням комп'ютерних технологій виконується 80 – 90% проектних робіт, при підготовці будівельного виробництва та в управлінні будівництвом – 50 – 70%, а у фінансово-економічних розрахунках – 60 – 70%. Є проектні організації, які експлуатують 200 – 300 персональних комп'ютерів і застосовують інформаційні технології, що охоплюють усі розділи проекту [1, 2, 3].

**Виклад основного матеріалу.** При виконанні окремих розділів (частин) проекту можна застосовувати такі комп'ютерні програми [3, 4]: – архітектурно-будівельна частина:

- «AutoCAD», «COREL», «3Dmax», «Allplan», «Компас» – розроблення креслень будівель і споруд;
- «ArchiCAD» – створення (2D, 3D) усіх видів архітектурно-конструкторської та технологічної документації;
- «CREDO» – оброблення геодезичних вишукувань і розроблення креслень автомобільних доріг; – розрахунково-конструктивна частина:
  - «ЛІРА», «DELСAM», «Мономах» – розрахунок і проектування будівельних конструкцій та машинобудівне проектування;
  - «Фундамент», «Konkord», «Plaksis», «Priz-Pila» – розрахунок і проектування основ і фундаментів будівель та споруд;
  - «ТЕРА» – теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій;

- «ПРОМІНЬ», «КАРМЕН», «ЕПОС» – розроблення електротехнічного обладнання та розрахунок електричних навантажень;
  - управління будівництвом: «Building Manager» – складання календарних планів;
  - економічна частина: «ABK», «ICC» – складання проектно-кошторисної документації;
  - охорона навколишнього середовища: «ЕОЛ» – розрахунок викидів (розсіювання) забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери;

*СИСТЕМА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У БУДІВНИЦТВІ* проектування підготовка будівельного виробництва управління будівельним виробництвом експлуатація об'єктів – інформаційне супроводження проектних робіт: «Зодчий», «Vstroy», «Будстандарт» – законодавчо-правова база, використання періодичної й нормативної літератури, типових та проектів-аналогів тощо. При складанні розрахунково-пояснювальної записки застосовують текстовий редактор Microsoft Word і табличний редактор Microsoft Excel.

Використовуючи наведені комп'ютерні програми, можна забезпечити комплекс наскрізного автоматизованого проектування практично всіх частин і розділів робочої документації.

#### **ОГЛЯД ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ КОМПАНІЇ AUTODESK ДЛЯ БУДІВЕЛЬНОГО ПРОЕКТУВАННЯ**

**AutoCAD** Пакет для 3D моделювання, розробки креслень та створення проек- тної документації. Завдяки своїм функціональним можливостям дозво- ляє підвищити швидкість і точність виконання, економлячи при цьому час. Головною метою при створенні AutoCAD 2009 було збільшення продуктивності пакету.

**AutoCAD LT** Пакет для 2D креслень та створення проектної документації. Не підтримує надбудов (мов ARX, VB, Lisp). Бюджетне рішення.

**AutoCAD Architecture** Є галузевим рішенням для роботи в звичному середовищі AutoCAD. Програма орієнтована на класичні методики архітектурного і будівельного проектування. Призначена як для тривимірного моделювання будівель і споруд, так і для підготовки робочої документації. Істотною перевагою програми є використання звичних прийомів роботи AutoCAD в складних інструментах і технологіях спеціалізованих додатків. Використання єдиної логіки і прийомів – найкоротший шлях до ефективності роботи з програмою. Не потрібно звикати до нових інструментів.

**AutoCAD Revit Architecture Suite** Програмний комплекс, що складається з двох незалежних програм: базової САПР AutoCAD і новітньої системи архітектурно-будівельного проектування Revit Architecture. Завдяки сумісності форматів вихідної документації можливий інформаційний обмін між програмами. Спеціалізоване рішення для архітектурно-будівельного проектування із застосуванням технології інформаційного моделювання будівель і споруд в промисловому і цивільному будівництві. Реалізовані функції концептуального і робочого проектування, вбудовані засоби візуалізації.

**Revit Structure** Спеціалізоване рішення для архітектурно-будівельного проектування, а також проектування сталевих і залізобетонних конструкцій – із застосуванням технології інформаційного моделювання будівель і споруд в промисловому і цивільному будівництві. Містить повний функціонал Revit Architecture. Спеціальні функції дозволяють моделювати будівельний каркас, задавати навантаження і опори, підготовку розрахункової схеми для передачі в розрахункові програми.

**AutoCAD MEP** Базоване на AutoCAD рішення для проектування механічних, електричних і санітарно-технічних

систем будівель і підготовки технічної документації. У звичному інтерфейсі AutoCAD добавлені спеціалізовані інструменти для інженерних систем (механічне устаткування, електро- постачання, водопровід/каналізація тощо). AutoCAD MEP істотно підвищує ефективність всього циклу проектування на платформі AutoCAD, зводячи до мінімуму можливість помилок координації між проектними колективами.

**Revit MEP** Рішення для проектування інженерних систем на основі технології інформаційного моделювання будівель. Програма дозволяє звести до мінімуму число помилок шляхом координації проекту між групами фахівців, які розробляють механічні, електричні і санітарно-технічні системи, працювати спільно з архітекторами і проектувальниками будівельних конструкцій, що використовують платформу Revit, і завчасно розраховувати експлуатаційні характеристики будівель.

**AutoCAD Revit MEP Suite** Містить два продукти: AutoCAD MEP та Revit MEP. Комплексне рішення для проектування інженерних систем будівель (механічних, електричних і сантехнічних) і підготовки будівельно-технічної документації.

**Autodesk VIZ** Призначений для візуалізації 3D моделей, створених в інших САПР компанії Autodesk. VIZ – це подальший розвиток технологій Autodesk 3ds Max. Архітектори і конструктори можуть тонувати в ньому 3D моделей і створювати анімовані 3D сцени.

**AutoCAD Electrical** Це AutoCAD для проектувальників електричних схем керування. AutoCAD Map 3D Призначений для професіоналів у сфері ГІС, які створюють, обробляють і виготовляють карти, займаються плануванням інфраструктури, аналізують картографічну інформацію і використовують при цьому дані різних типів і форматів.

**AutoCAD Civil 3D** Базується на AutoCAD і призначена для землевпорядників, проектувальників генплану, проектувальників лінійних споруд. Ключовою особливістю програми є інтелектуальний зв'язок між об'єктами, що дозволяє динамічно оновлювати всі зв'язані об'єкти при внесенні змін до результатів досліджень або проектних рішень.

**Найбільш доступною та поширеною** системою програмного забезпечення при виконанні проектів є комп'ютерна програма «Allplan» (розробка фірми «Allbau», Німеччина).

«Allplan» – багатофункціональна програма, яка має великі можливості, її цілком достатньо для виконання повного обсягу проектної документації для об'єктів усіх напрямів будівництва. Вона забезпечує можливість проектування як на стадії передпроектних робіт, так і при розробленні робочих креслень.

Просте робоче середовище програми й нескладне функціональне використання дає змогу швидко її засвоїти. «Allplan» сумісна з багатьма найбільш поширеними у користуванні програмами, такими як «AutoCAD», «3Dmax», «CorelDRAW» та ін. Програма має також зручну сумісність із будівельними нормами України (ДБН), державними стандартами (ДСТУ), серіями й каталогами конструкцій. Це значно допомагає автоматичному формуванню специфікацій, експлікацій, відомостей, штампів, використанню її бібліотек тощо, а також скорочує термін виконання робочої документації.

Такі програми дають змогу візуалізувати 3D-моделі об'єктів у форматах 3ds, obj, u3d (з текстурами). У програмах надається можливість не тільки обертати на екрані 3D моделі, подані у 3D PDF-форматі, а й забезпечено певні функціональні можливості щодо підвищення якості візуального сприйняття моделі проекту. Для цього необхідно спроектувати об'єкт у середовищі САПР та зберегти його у форматі U3D.



Рис. 1. Зображення 3D-моделі проекту будинку, створеного в програмах ArchiCAD та Allplan, експортованого у форматі 3D PDF та відкритого у середовищі програми Adobe Reader 9

### Висновки:

1. Комплексне наскрізне автоматизоване проектування можливе шляхом використання комп'ютерних програм при виконанні окремих розділів (частин) будівельного проекту.
2. Доцільним є застосування системної комп'ютерної програми автоматизованого проектування «Allplan».

### Список літератури

1. Андрухов В.М. Наскрізнi інформаційні технології супроводу будівельних інвестиційних проектів протягом їх життєвого циклу / В.М. Андрухов, Л.В. Мартинова // Будівництво України.
2. Городецький О.С. Засоби підтримки процесу проектування будівель і споруд з використанням уніфікованої моделі об'єкта / О.С. Городецький, С.В. Бородавка // Будівництво України. – 2007.
3. Волобоев Б.А. Информационные технологии в строительстве / Б.А. Волобоев, А.С. Городецкий // Будівництво. Наука. Проекти. Академія будівництва України. – 2006. – №2 (6). – С. 3 – 10.
4. Хазін В.Й. Проектування об'єктів виробничої бази будівництва / В.Й. Хазін. – К.: Вища школа.

УДК 004.92

## **НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ШВИДКОГО ТА ЕКОНОМІЧНОГО БУДІВНИЦТВА ЖИТЛА**

*М.В.Гриценко, ст. гр. БІ-16-С,  
І.О. Скриннік, доц., канд. техн. наук*

*О.А. Плотніков аспірант  
Кіровоградський національний технічний університет*

Все більше людей відмовляється від цегли при будівництві нового житла. Знаходять собі місце нові будівельні матеріали і технології, які дозволяють будувати швидше і економніше.

**Технологія будівництва з незнімною опалубкою.** Дана технологія являється економічною і дуже сильно скорочує строки будівництва. Для того, щоб збудувати такий будинок площею 50м<sup>2</sup> потрібно 45 днів. Будинок будується з двох пластин пінополістиролу, які з’єднані між собою міцними перемичками, пустоти заливають бетоном. Блоки мають спеціальні замки складної форми, що дозволяють відмовитись від опор, але при цьому забезпечують герметичність з’єднань і блокується витікання бетону. На рис.1 ми можемо побачити загальний вигляд даних блоків. Як ми бачимо вони мають різноманітні форми що дозволяє нам приймати під час проектування самі різноманітні архітектурні рішення.

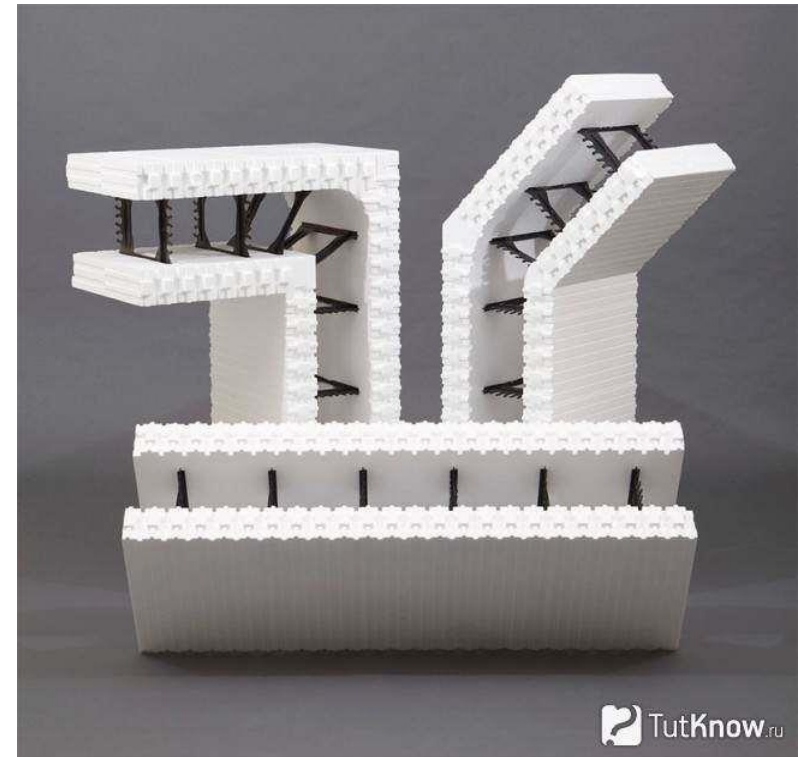


Рисунок 1 – Види блоків з пінополістиролу. 1)прямий 2) кутовина 90 3) кутовий на 45 градусів.

В такому будинку на опалення потрібно втричі менше тепла чим на будинок з цегли. Конструкція дає найвищу звукоізоляцію, а гладка поверхня придатна для обробки будь яким матеріалом.

**За технологією «Genesis»** зведення будинку триває 10 днів ( при площі 50 м<sup>2</sup>). На оздоблення потрібно втричі довше часу, але за 40 днів можна заселятися.



Рисунок 2 – Монтаж каркасу будівлі за технологією «Genesis»

Починається такий будинок з міцного каркасу (оцинкованого металу), який виробляється в заводських умовах. Можна будувати до 4 поверхів. Фундаменти для такого будинку мілко заглиблений. Плюсом даної технології є низька втрата тепла, відсутність в необхідності в закладці глибокого фундаменту.

**Висновки.** Таким чином при використанні даних технологій будівництва скорочується термін самого будівництва, мінімальне використання матеріалів, і також мінімальне використання важкої будівельної техніки і людської праці. З цього виходить що дані технології будуть економічно доцільними.

## Список літератури

1. Строительные материалы XXI века [Электронные ресурсы] : науч. тех. Журн. / Электрон. журн. - Режим доступа: <http://www.stroymat21.ru/>
2. Технологии монолитного строительства [Электронный ресурс] : науч. журн. / Электрон. журн. - Режим доступа: [http://monolithome.ru/monolitnoe\\_stroitelstvo](http://monolithome.ru/monolitnoe_stroitelstvo)
3. Инженерно-строительный журнал [Электронный ресурс]: науч. прикладное изд. / Электрон. журн. - Режим доступа: <<http://www.engstroy.spb.ru/>>Столяровский С. ArchiCAD 12. Учебный курс / Сергей

УДК 625.7.08

## **КОМП’ЮТЕРНІ ПРОГРАМИ 3D МОДЕЛЕЙ ПРИ БУДІВЕЛЬНОМУ ПРОЕКТУВАННІ**

*А. В. Машин студент гр. БІ – 16 – 1 (3 ск)*

*І.О. Скриннік, доц., канд. техн. наук*

*О.А. Плотніков аспірант*

*Кіровоградський національний технічний університет*

Попереднє проектування необхідно не тільки для створення планів будинків, особливий спосіб проектування потрібен і для споруд з дерева. Для цього буде корисна програма для розрахунку будівництва будинку «Проектування дерев’яних будинків».

Така програма призначається для створення будинків, що складаються з оциліндрованих колод або прямокутних брусів. Завдяки цій програмі створюється тривимірна модель будинку з дерева, заснована на даних про безпосередніх розмірах колод, при цьому враховується навіть розташування поперечних вирізів. Дана програма корисна для планування будівель за містом, дач, будиночків для відпочинку на природі.

Звичайно ж, постає питання про те, як можна отримати ці необхідні, корисні програми? По-перше, завантажити програму для будівництва будинку або можна купити в спеціальних, комп'ютерних салонах, де продається велика кількість різних, і, головне, ліцензійних версій продуктів програмування. Можна завантажити безкоштовно програму для будівництва будинків у різних інтернет ресурсах, які існують у просторі глобальної мережі.

Набір засобів проектування має кілька програм, які допомагають при проектуванні будинків, інтер'єр, меблів. Google SketchUp, наприклад, допоможе зробити перші кроки в моделюванні об'єктів. Це і житлові приміщення, і господарські будівлі, і склади, і промислові будівлі великих розмірів. Програма для будівництва будинків безкоштовно дозволяє будувати з точними розмірами, змінювати текстури – і це з використанням досить великого числа інструментів. Конструкторами меблів, в свою чергу, надається велика кількість зразків, з них можливе створення практичних будь-яких моделей. Адже можна не тільки створити модель, а ще й скласти список необхідних деталей для закупівлі і навіть розрахунок вартості проекту. Ці засоби проектування виконуючи роботу в напівавтоматичному режимі, здійснюють рутинні завдання. Використовуючи задані розміри, програма побудує готовий компонент, після чого можна відредагувати параметри. Можна завантажити програми для будівництва відомих продуктів AutoCAD і КОМПАС-3D. Вони використовуються для будь-яких цілей і для проектування будинків, інтер'єрів, але це дороге ПЗ. У той же час, програма для будівництва будинку на торрентах дешевша, але функціональні програми цілком можуть бути прекрасним вибором для новачків. Наприклад, якщо ваше завдання – проектування обстановки в своїй квартирі без професійних дизайнерів, що підходить під внутрішню обробку будинку, тоді вам підійде програма Ashampoo Home Designer. Вона надає можливість пересувати меблі, підбирати матеріали, розставляти макети людей з метою більшої реалістичності.

Професійна програма Arcon – це програма, призначена для проектування будинків (котеджів), ландшафтного дизайну, з можливою тривимірною візуалізацією проекту, дизайном сходів, проектуванням даху, вікон, дверей. Дана програма має функції для здійснення дизайну зимового саду, дизайну інтер'єру, проектування корпусних меблів. Програма Arcon надає можливість спочатку створити добре пророблений план будинку, а потім побачити майбутній будинок у вигляді об'ємного і кольорового зображення. Це може дозволити наочніше обговорювати архітектурні ідеї з колегами, а також ефективніше спілкуватися з клієнтами. У міру необхідності в проект оперативно вносяться зміни і корективи в присутності клієнта. Відрізняючись від інших будівельних програм, Arcon розроблялася для архітекторів з безпосередньою метою вирішення питань, які пов'язані з ескізним проектуванням будинків будь-якого ступеня складності.

Сьогодні в Європі програма Аркон використовується більш ніж 20 000 професійними користувачами. Данна онлайн програма для будівництва будинку володіє інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом і спрощеною версією Arcon.SmallBusiness, яка призначена для приватних користувачів, що бажають побудувати власний замський будинок, самостійним чином створити ескізний проект, добре продумати планування, розташування кімнат. Програма Arcon дає можливість займатися дизайном різних функціональних приміщень (дитячої, кухні, ванної і т.п.), працювати з тривимірними елементами, наносити написи, розміри на плані. Так, спроектоване приміщення можна побачити у високоякісному 3D зображенні, здійснити віртуально прогулянку по створеному проекту. У процесі проектування будинку програма для будівництва будівель надає можливість використовувати різні текстури, предмети інтер'єру прямо з бібліотеки 3D об'єктів. У даній бібліотеці міститься більше 1300 текстур і більше 3000 інтер'єрних об'єктів. При бажанні можливе замовлення додаткових готових 3D елементів, що поставляються на компакт-дисках для Аркон (більше 20 дисків

з елементами різної тематики), або подгрузка власних елементів у форматі 3ds. Професійна 3d програма для будівництва будинку ArCon вже містить модуль для підготовки проекту будинку – CreativeLine 3.7. Програма Аркон володіє вбудованою функцією, за допомогою якої можливе проектування сходів різної форми. Програма Arcon активно використовується при переплануванні приміщень, при ескізного проектуванні будинків, ландшафтному дизайні.

У програмі є багато наступних корисних інструментів:

- дизайнер вікон, дверей;
- розрахунок світла, освітлення, тіней;
- модуль для створення, редагування 3D-елементів.

Вимогливі клієнти можуть переглянути створені інтер'єри, екстер'єри з фотореалістичним якістю. Якщо ж ви є приватним користувачем або творцем порівняно нескладних проектів (проектуєте котедж або лазню, робите проект магазину або офісного приміщення, або ж бажаєте опрацювати фасад будинку), тоді вам повністю підходить спрощена безкоштовної програми Arcon.

Існує найрізноманітніші безкоштовні програми для будівництва будинків, і всі вони мають свої переваги, а також своїми мінусами. Наприклад, є така прекрасна програма, як FloorPlan3D. У ній можна зробити перепланування простору будинку або ж накреслити проект в тривимірному просторі. Є можливість створення не тільки плану будівлі, а й до дрібниць запланована дизайну кімнат, підрахунку кількості необхідного для ремонту матеріалу, кількості фарби, шпалер. Мається програма і для підрахунку витрат на ремонт. Так, програма FloorPlan3D призначена і корисна і професіоналу, і простому любителю, так як безсумнівним її плюсом є простий, зрозумілий інтерфейс.

AutodeskAutoCad- розробники даної програми 26 років розробляють більш ефективні і прості для застосування програми для проектування будинків, що є лідерами для програм даного виду діяльності. Завдяки зручному інтерфейсу, що дозволяє працювати одночасно з декількома файлами,

функції масштабування, тобто управлінню різними об'єктами на різних шарах, допомоги у створенні креслень ця програма отримала популярність по всьому світу.

УДК 621.795

### ***ПРОГРАМИ ArCon-Eleco-2010, FloorPlan 3D, Design Home В БУДІВНИЦТВІ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ***

**В.О. Дульська, ст.гр. БП-15-2СК**

**І.О. Скриннік, доц., канд. техн. наук**

**В.В. Дарієнко, доц., канд. техн. наук**

*Кіровоградський національний технічний університет*

Всі види будівництва починаючи з ремонту і закінчуючи будівництвом будинків та споруд не може обійтись без проектно-кошторисної документації (ПКД), що представляє собою суму текстових і графічних матеріалів, які описують і зображують з мінімальним і необхідним ступенем деталізації майбутнього будівництва в цілому і його складові частини окремо.

ПКД призначається для капітального будівництва та технічного переозброєння підприємств. Тільки на основі проектних розробок можна виявити оптимальний варіант майбутньої будівлі. Образно кажучи, створенню підприємства в натурі передують його в будівництво на папері.

Будівельно-монтажні організації здійснюють на основі ПКД зведення об'єктів у точній відповідності із задумами проектувальників. З допомогою ПКД виробничий персонал організовує надійну і безпечну експлуатацію підприємства.

Таким чином, створення ПКД - складний багатостадійний процес. Підсумковий проект повинен повною мірою відповідати вимогам СПДС і ГОСТ 21.101-97 В«Система

проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної та робочої документації В». Крім цього, текстові та графічні матеріали також повинні задовольняти вимогам відповідних стандартів.

Сучасні комп'ютерні технології дозволяють значно спростити і автоматизувати процес проектування і створення ПКД. Безліч комп'ютерних програм, що використовуються при проектуванні, можна умовно розділити на наступні групи:

- 1) програми для оформлення пояснювальних записок;
- 2) програми для оформлення креслень і графічного матеріалу;
- 3) програми для автоматизації технологічних розрахунків;
- 4) програми для 3D проектування.

Програми для оформлення креслень і графічного матеріалу:

- 1) ArCon-Eleco-2010 - переваги і можливості програми полягають в наступному: по-перше, спочатку створюється план будинку, що відтворений в деталях, а потім все це можна розглянути в об'ємі та кольорі. Якщо виникають які-небудь зауваження за проектом, то їх відразу ж можна відкоректувати. Дана програма для проектування будинків, звичайно ж, розрахована на професійний архітектурний підхід зі всіма витікаючими. Особливу популярність програма отримала в Європі.

Вона стане відмінним помічником для тих, хто шукає вже готові рішення, оскільки має величезну бібліотеку з вже готовими варіантами проектування будинку, включаючи варіанти з використанням різних видів матеріалу. Ця програма для проектування будинку також відтворить весь запланований дизайн будинку, приміщень в найдрібніших його деталях, мало того, за бажанням користувача допоможе спроектувати і ландшафтний дизайн вашої ділянки.



Рисунок 1 – Програмне забезпечення ArCon-Eleco-2010.

- 2) FloorPlan 3D - величезною популярністю і попитом, як у звичайних аматорів, так і у професіоналів користується програма FloorPlan3D. Сама назва вже говорить про те, що весь проект буде представлений в 3D вигляді. Головні і явні переваги цієї програми полягають в наступному: можливість проектування, починаючи від всього плану будівлі до найдрібніших деталей дизайну приміщень; точний розрахунок витраченого матеріалу в штуках, літрах, метрах і підрахунок всіх матеріальних витрат за даним проектом. Програма дуже проста у використанні, підійде для будь-якого рівня користувачів, які шукають нескладну програму для дизайну кімнат свого майбутнього будинку (квартири).



Рисунок 2 – Програмне забезпечення FloorPlan 3D.

3) Проектування дерев'яних будинків 2.2 - ця програма для проектування дачних будинків, житлових будинків, замських будинків. Суть проектування в даному «продукті» полягає в тому, що програма сама по собі розрахована на споруду будинків з використанням як прямокутних дерев'яних брусів, так і оциліндрованих колод і відповідно до їх розмірів, діаметром і положенням поперечних вирізів і створюється проект.



Рисунок 3 - Проектування дерев'яних будинків 2.2.

Design Home - Проста і інтуїтивно зрозуміла, хоча не дуже сильно розвинена програма, що забезпечує проектування будівель, приміщень та навколишнього середовища. Ви можете побачити реалістичну 3D візуалізацію проекту, а також його елементи інтер'єру і рослин.

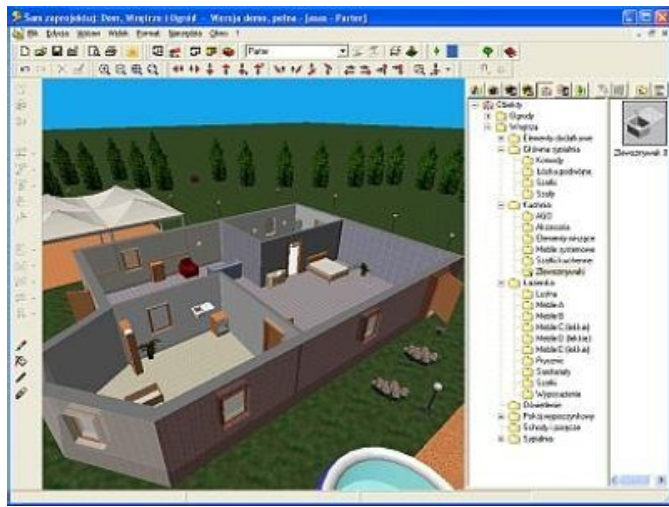


Рисунок 5 - Design Home.

Пояснювальні записки взагалом оформляють за допомогою: текстового процесора Microsoft Word-призначений для створення, перегляду і редагування текстових документів, з локальним застосуванням найпростіших форм таблично-матричних алгоритмів та OpenOffice Writer- що теж являє собою текстовий процесор але в ньому закладена велика кількість шаблонів що значно зменшує час на форматування тексту, проставлення нумерації розділів, підрозділів, формул, таблиць.

### Список літератури

1. Проектування в сучасному будівництві: Режим доступу: <http://stroica.in/proektuvannya-budivnictva-budinku-za-dopomogoyu-programi-autocad/>
2. Комп'ютерні технології в сучасному будівництві [Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://proektdoma.in.ua/etapi-proektuvannya-budivel-i-sporud>
3. Програмні комплекси. Режим доступу: <http://tech-buy.pp.ua/bezkoshtovni-programi-dlya-proektuvannya-budinkiv/>

УДК 621.795

## ЕРА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ПРОГРАМ В СУЧАСНОМУ БУДІВНИЦТВІ

**О.О. Дульський, ст.гр. БІ-16М**  
**І.О. Скриннік, доц., канд. техн. наук**

**В.В. Дарієнко доц., канд. техн. наук**  
 Кіровоградський національний технічний університет

У сучасному світі комп'ютерні інформаційні технології та керуючі системи проникають в усі сфери діяльності. Будівництво та архітектура не є винятком. Складність інженерних розрахунків будівельних конструкцій та прийняття зважених архітектурних рішень вимагає застосування сучасних комп'ютерних систем і технологій.

Ера комп'ютерних технологій вимагає від сучасного життя швидких результатів. У зв'язку з цим широке застосування серед організацій, які займаються проектуванням використовують комп'ютерні технології.

Одна з найпоширеніших багатофункціональних — autocad програма, дозволить зробити корисним кожен квадратний сантиметр. Її «електронний кульман» і маса інструментів накреслять будь-які предмети, допоможуть розглянути всілякі варіанти розташування меблів і навіть спроектувати її самому.

Варто відзначити дуже зручну функцію так званих динамічних блоків. Вона дозволяє тиражувати всілякі повторювані елементи. Просто заносите їх в бібліотеку програми, і необхідність перечерчувати їх заново відпадає, оскільки всі задані параметри зберігаються.

Тільки уявіть, в неспішному ритмі днів ви зможете створити проект, в точності відображає картини уяви, до дрібниць побачити, як виглядатиме майбутній будинок

всередині і зовні після того, як завершаться всі будівельні роботи. На старовинних дідівських методах, коли креслення на великих аркушах паперу виконувалися вручну, а потім для продумування інтер'єру доповнювалися геометричними фігурками, що символізують меблі та елементи декору, можна забути.

Створення проекту за допомогою спеціальної комп'ютерної програми дозволяє побачити будинок і всі його елементи до початку будівництва. Тривимірні зображення (3D) допомагають виключити просторові конфлікти, більш ефективно розкрити потенціал і навіть зробити енергетичний аналіз. Все буде відтворено з максимальною точністю. І при цьому не потрібно креслити або малювати від руки — все виконає комп'ютер.

Створення власного будинку, розширення його можливостей, внесення всіляких поліпшень, опрацювання численних змін, безлічі різних сценаріїв ... і у вас кращий дизайн — на все це у платного архітектора навряд чи вистачить терпіння. А адже недарма помічено, що терпіння і труд, все перетруть, геніальне творіння — це 1 % натхнення і 99 % праці.

У 3D проекті будинку ви, як наяву пройдете по коридору, підніметеся по сходах, ввійдете в кімнату, розкриєте мансардне вікно ... в очікуванні чудесного результату дні будівництва, звичайно, навряд чи пролетять непомітно, але вони точно здадуться не такими вже й важкими.

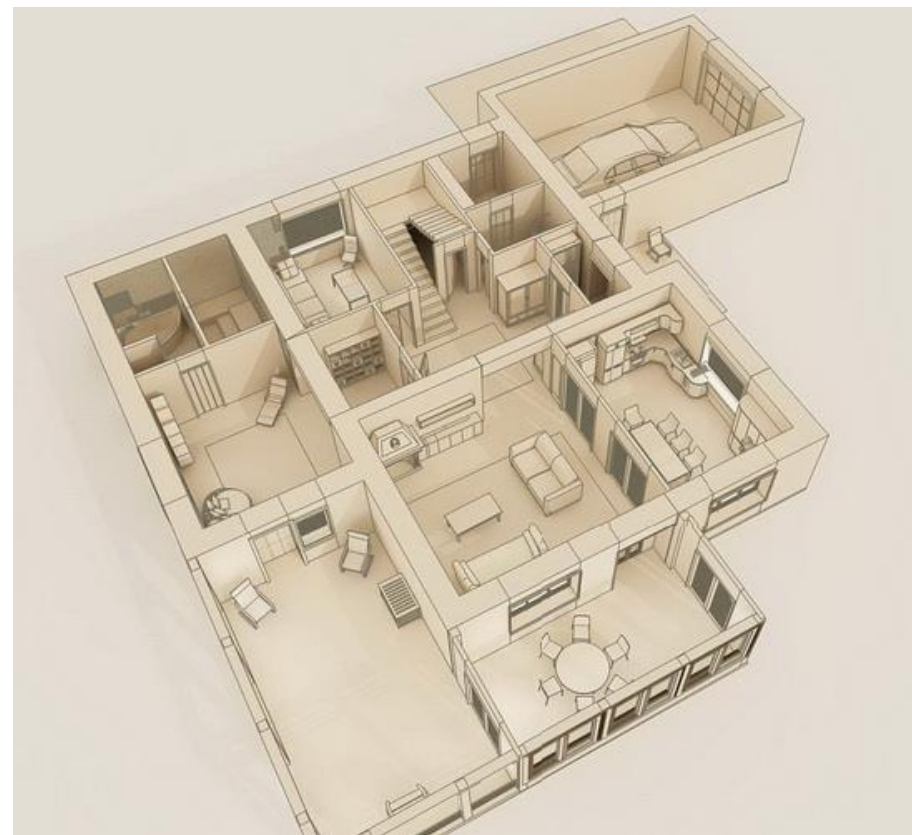


Рисунок 1 – Проектування будинку.

Програмні комплекси для проектування:

1) A9CAD — безкоштовна програма для проектування будівель в 2D графіку. Програма має два модулі для малювання і перегляду з можливістю редагування створених проектів. Існує можливість введення значень і параметрів. Інтерфейс програми схожий на інтерфейс Autocad, що дозволяє розглядати її як безкоштовну альтернативу цієї популярної програми.

2) Google SketchUp інтуїтивний інтерфейс, завдяки чому він є одним з найпростіших у використанні програм. З його підтримкою впораються все. Великою перевагою є можливість

тривимірною креслення будівель та інтер'єрів. Програма ідеально підходить для домашнього використання і для візуалізації нових ідей (ремонт і т. д.)

3) Sweet Home 3D дуже розширена програма для проектування будинків і квартир. Його інтерфейс настільки інтуїтивно зрозумілий, що з підтримкою додатків впораються навіть початківці дизайнери. Ви можете встановити точні розміри окремих приміщень і їх аранжування. Працювати можна в режимі 2D і 3D.

4) Дом-3D - програма Дом-3D призначена для 3-х вимірної візуалізації будинків, проектування меблів і тривимірною моделювання різних дизайнів інтер'єру. Так само у цій програмі для дизайну кімнат можна з легкістю змінювати матеріали меблів, стель, підлоги. Програма володіє зручним інтерфейсом, тому з нею може впоратися будь-хто, навіть початкуючий користувач.

5) Home Plan Pro - програма призначена для 3-ох вимірною планування дизайну інтер'єру квартири та створення планів будь-яких приміщень. Серед своїх інструментів має весь необхідний набір графічних засобів. Містить велику кількість готових деталей: кріплення, меблі, двері, вікна, та ін.

6) FloorPlan 3D | пошук - це зручна та проста програма для перепланування, дизайну і реконструювання приміщень. За допомогою floorplan 3d можна за пару годин створити повноцінну модель будинку, дизайну квартири або офісу. Плюсом програми є створення повноцінної 3D-моделі приміщення. Програма містить ряд бібліотек, що допоможуть обладнати кімнату меблями, підібрати їх текстуру, додати електропобутову техніку, сантехніку, розмістити різні освітлювальні прилади; автоматично створити сходи і багаторівневі стелі. Також за допомогою FloorPlan можна створювати дизайн прилеглої до будинку території. Тепер Ви можете точно спланувати розміщення квітників, доріжок, заборів і альтанок з врахуванням особливостей рельєфу ділянки.

7) CyberMotion 3D-Designer - програма високого рівня, призначена для моделювання та створення анімації. Має велику кількість шаблонів та підказок, які допоможуть навіть новачку створити план квартири та заповнити її меблями. Створення 3D зображень у цій програмі здійснюється за допомогою 3-ох креслень: вид зверху, вид збоку та спереду. Полегшує роботу з програмою зручний інтерфейс з багаточисельними інструментами.

8) Total 3D Home Design Deluxe - програма володіє всіма необхідні інструментами та функціями для проектування будинку та дизайну його інтер'єру. З її поміччю ви зможете не лише зробити планування кімнат, але і підібрати та проектувати меблі, їх колірну гамму, спланувати все до найдрібніших деталей. Інтерфейс програми зрозумілий та зручний.

9) Xilinx Planahead - це потужна архітектурна система, що допоможе вирішити велику кількість завдань, пов'язаних з проектуванням будівель та приміщень. У своєму розпорядженні програма має набір готових проектів будинків і котеджів, виконаних професійними архітекторами та дизайнерами. Програма розрахована на досвідчених користувачів і архітекторів. Багато будівельних компаній використовують дане програмне забезпечення.

УДК 621.795

## СУЧАСНІ КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ

**С.О. Дульський, ст.гр. БІ-16М**  
**І.О. Скриннік, доц., канд. техн. наук**

**Попов Г.А. ст. викладач**  
*Кіровоградський національний технічний університет*



Рисунок 2 – Запроектований дім в 3D

### Список літератури

1. Проектування в сучасному будівництві: Режим доступу: <http://stroica.in/proektuvannya-budivnictva-budinku-za-dopomogoyu-programi-autocad/>
2. Компютерні технології в сучасному будівництві [Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://proektdoma.in.ua/etapi-proektuvannya-budivel-i-sporud>
3. Програмні комплекси. Режим доступу: <http://tech-buy.pp.ua/bezkoshtovni-programi-dlya-proektuvannya-budinkiv/>

Сучасні комп'ютерні технології дозволяють значно спростити і автоматизувати процес проектування і створення ПКД. Безліч комп'ютерних програм, що використовуються при проектуванні, можна умовно розділити на наступні групи:

- 1) програми для оформлення пояснювальних записок;
- 2) програми для оформлення креслень і графічного матеріалу;
- 3) програми для автоматизації технологічних розрахунків;
- 4) програми для 3D проектування.

Пояснювальні записка взагалом оформляють за допомогою: текстового процесора Microsoft Word-призначений для створення, перегляду і редагування текстових документів, з локальним застосуванням найпростіших форм таблично-матричних алгоритмів та OpenOffice Writer- що теж являє собою текстовий процесор але в ньому закладена велика кількість шаблонів що значно зменшує час на форматування тексту, проставлення нумерації розділів, підрозділів, формул, таблиць.

Програми, які роблять можливим проектування будинків:

- 1) FloorPlan3D. Існують різні програми для проектування будинку, і всі вони мають свої переваги і недоліки. Наприклад, комп'ютерна програма FloorPlan3D. З її допомогою користувач може здійснити перепланування простору свого будинку,

створити проект будівлі в тривимірному просторі. У форматі 3D можна створювати не тільки план будівлі, але і запланувати дизайн кімнат, враховуючи найменші деталі. Допомогою даної програми можна розрахувати кількість будівельних матеріалів, необхідних для проведення ремонту (скільки буде потрібно банок фарби, рулонів шпалер і т.д.). Є програма, яка дозволяє зробити точний розрахунок фінансових витрат на проведення ремонту. Комп'ютерна програма FloorPlan3D буде корисна, як новачкові, так і професіонала. Зрозумілий інтерфейс значно спрощує роботу користувача.

2) ArCon – відмінна програма, що дозволяє створювати проекти будинків. З її допомогою можна запланувати найдрібніші деталі, і потім переглянути результат в 3D просторі. Програма ArCon дозволяє створювати не тільки проект будівлі, але і дизайн інтер'єру, визначитися з ландшафтним дизайном. Програма має власну бібліотеку, в якій зібрано більше 3000 готових планів інтер'єрів, безліч видів сучасних оздоблювальних матеріалів (понад 1300).

За допомогою ArCon можна не тільки швидко створити проект будинку, але і візуалізувати його. У завершальному етапі проектування ви маєте можливість переглянути відеоролик обходу будинку, зовні і всередині в режимі реального часу. На сьогоднішній день програма ArCon – одна з самих затребуваних програм для дизайнерів і архітекторів.

3) AutodeskAutoCad. Творці програми AutodeskAutoCad протягом 26 років розробляють прості й ефективні програми проектування будинків, багато з яких стали лідерами в даній області. Зрозумілий і зручний інтерфейс, що дозволяє одночасно працювати з декількома файлами, можливість масштабування, управління різними об'єктами, які знаходяться на різних шарах. Дана програма надає неоціненну допомогу в створенні параметричних креслень, що зумовлює її популярність у всьому світі. Одне з найбільш важливих якостей програми AutodeskAutoCad – можливість створення довільних форм на основі своїх творчих здібностей і фантазії. Дана

програма дозволяє розглядати створюваний об'єкт з усіх боків (режим 3D).

4) A9CAD — безкоштовна програма для проектування будівель в 2D графіку. Програма має два модулі для малювання і перегляду з можливістю редагування створених проектів. Існує можливість введення значень і параметрів. Інтерфейс програми схожий на інтерфейс Autocad, що дозволяє розглядати її як безкоштовну альтернативу цієї популярної програми.

5) Google SketchUp інтуїтивний інтерфейс, завдяки чому він є одним з найпростіших у використанні програм. З його підтримкою впораються все. Великою перевагою є можливість тривимірного креслення будівель та інтер'єрів. Програма ідеально підходить для домашнього використання і для візуалізації нових ідей (ремонт і т. д.);

6) Sweet Home 3D дуже розширена програма для проектування будинків і квартир. Його інтерфейс настільки інтуїтивно зрозумілий, що з підтримкою додатків впораються навіть початківці дизайнери. Ви можете встановити точні розміри окремих приміщень і їх аранжування. Працювати можна в режимі 2D і 3D.

7) Дом-3D - програма Дом-3D призначена для 3-х вимірної візуалізації будинків, проектування меблів і тривимірного моделювання різних дизайнів інтер'єру. Так само у цій програмі для дизайну кімнат можна з легкістю змінювати матеріали меблів, стель, підлоги. Програма володіє зручним інтерфейсом, тому з нею може впоратися будь-хто, навіть початкуючий користувач.

Home Plan Pro - програма призначена для 3-ох вимірного планування дизайну інтер'єру квартири та створення планів будь-яких приміщень. Серед своїх інструментів має весь необхідний набір графічних засобів. Містить велику кількість готових деталей: кріплення, меблі, двері, вікна, та ін.

8) FloorPlan 3D | пошук - це зручна та проста програма для перепланування, дизайну і реконструювання приміщень. За допомогою floorplan 3d можна за пару годин створити

повноцінну модель будинку, дизайну квартири або офісу. Плюсом програми є створення повноцінної 3D-моделі приміщення. Програма містить ряд бібліотек, що допоможуть обладнати кімнату меблями, підібрати їх текстуру, додати електропобутову техніку, сантехніку, розмістити різні освітлювальні прилади; автоматично створити сходи і багаторівневі стелі. Також за допомогою FloorPlan можна створювати дизайн прилеглої до будинку території. Тепер Ви можете точно спланувати розміщення квітників, доріжок, заборів і альтанок з врахуванням особливостей рельєфу ділянки.

9) CyberMotion 3D-Designer - програма високого рівня, призначена для моделювання та створення анімації. Має велику кількість шаблонів та підказок, які допоможуть навіть новачку створити план квартири та заповнити її меблями. Створення 3D зображень у цій програмі здійснюється за допомогою 3-ох креслень: вид зверху, вид збоку та спереду. Полегшує роботу з програмою зручний інтерфейс з багаточисельними інструментами.

10) Проектування дерев'яних будинків 2.2. Необхідність в проведенні попереднього проектування виникає не тільки для багатоповерхових будинків або квартир, особливий вид проектування потрібна для будівництва дерев'яних споруд. Якщо ви вирішили побудувати дерев'яний будинок самостійно, без програми «Проектування дерев'яних будинків 2.2» вам не обійтися. Ця програма використовується для створення проектів будинків з оциліндрованої цегли або прямокутних брусів. З її допомогою ви можете створити тривимірну модель майбутнього дерев'яного будинку на основі даних про розмір колод, також буде враховано положення поперечних зрізів. Комп'ютерна програма «Проектування дерев'яних будинків 2.2» стане в нагоді тим, хто прийняв рішення побудувати дачу або літній будиночок для відпочинку на природі.

Звичайно, у вас виникає питання, як знайти і отримати корисні програми, призначені для проектування будинків? По-перше, комп'ютерні програми для проектування будинків

можна придбати в спеціалізованих магазинах, комп'ютерних салонах, в інтернет-магазинах, що містять ліцензійні версії продуктів. Також можна знайти офіційні сайти компаній, що випускають дані програми і завантажити демонстраційні версії. Сьогодні існує безліч комп'ютерних програм для проектування будинків, скачати які можна абсолютно безкоштовно. Все, що для цього потрібно – бажання створити проект майбутнього будинку і трохи часу.

Програмою для 3D проектування з найпоширеніших і багатофункціональних — autocad програма, дозволить зробити корисним кожен квадратний сантиметр. Її «електронний кульман» і маса інструментів накреслять будь-які предмети, допоможуть розглянути всілякі варіанти розташування меблів і навіть спроектувати її самому.

Створення проекту за допомогою спеціальної комп'ютерної програми дозволяє побачити будинок і всі його елементи до початку будівництва. Тривимірні зображення (3D ) допомагають виключити просторові конфлікти, більш ефективно розкрити потенціал і навіть зробити енергетичний аналіз. Все буде відтворено з максимальною точністю. І при цьому не потрібно креслити або малювати від руки — все виконає програма.

Створення власного будинку, розширення його можливостей, внесення всіляких поліпшень, опрацювання численних змін, безлічі різних сценаріїв ... і у вас кращий дизайн — на все це у платного архітектора навряд чи вистачить терпіння. А адже недарма помічено, що терпіння і труд, все перетруть, геніальне творіння — це 1 % натхнення і 99 % праці.

У 3D проекті будинку ви, як наяву пройдете по коридору, підніметеся по сходах, ввійдете в кімнату, розкриєте мансардне вікно ... в очікуванні чудесного результату дні будівництва, звичайно, навряд чи пролетять непомітно, але вони точно здадуться не такими вже й важкими.

УДК 624.1

## ВПРОВАДЖЕННЯ НОВІТНІХ СУЧАСНИХ КОМП’ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ В БУДІВНИЦТВІ

**Ю.Ю Іванов**, ст. гр. БІ-16-2СК,  
**І.О. Скриннік**, доц., канд. техн. наук

**Попов Г.А.** ст. викладач

*Кіровоградський національний технічний університет*



Рисунок 1 – 3D зображення запроєктованого будинку

### Список літератури

1. Проектування в сучасному будівництві: Режим доступу: <http://stroica.in/proektuvannya-budivnictva-budinku-za-dopomogoyu-programi-autocad/>
2. Комп’ютерні технології в сучасному будівництві [Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://proektdoma.in.ua/etapi-proektuvannya-budivel-i-sporud>
3. Програмні комплекси. Режим доступу: <http://tech-buy.pp.ua/bezkoshtovni-programi-dlya-proektuvannya-budinkiv/>

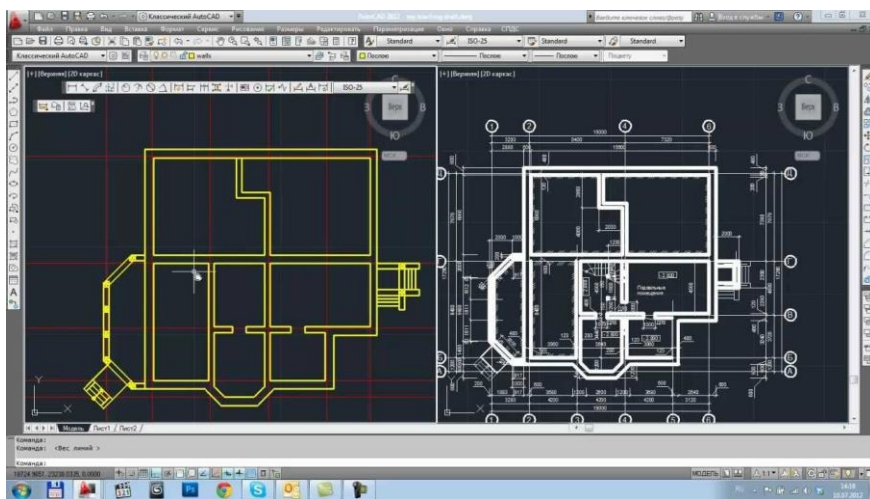
Під час сучасного будівництва і зведення будівель застосовуються чи мало новітніх сучасних комп’ютерних програм так як – AutoCAD, ArchiCAD, Excel, Credo\_Dat, MicroSurvey CAD та чи мало інших, які дозволяють робити не тільки проектувальні креслення, і обчислювальні та вираховувальні процеси.

**AutoCAD** - це система автоматизованого проектування, що дозволяє креслити 2- і 3-мірні проекти. Розробник - Autodesk. Сфера застосування - будівництво, машинобудування, електротехніка і інші галузі, що вимагають проектно-конструкторську документацію. Але можна використовувати не тільки на виробництві. Наприклад, можна викреслити в 3D свою квартиру з розстановкою меблів. Та все, що завгодно ...

У сьогоднішньому 2D-проектування від Autodesk залишилася колишня основа: елементарні графічні об’єкти можна об’єднувати в більш складні. Додатково можливо використовувати зовнішні посилання - XReF, розбиваючи роботу над проектом між декількома розробниками. У програмі забезпечується робота з анотаціями-написами і шарами. Також з 2010 р AutoCAD дозволяє 2-мірне параметричне креслення. Для полегшення роботи непрограмістів надана можливість скористатися динамічними блоками, що

автоматизують частина креслярською рутини. У новій версії САПР з'явилася прив'язка проекту до картографічних даних.

AutoCAD 2014 р підтримує комплексне 3D-моделювання: і твердотільних, і полігональне, і поверхневе, доповнюючи його якісної візуалізацією за допомогою mental ray - рендеринга від Autodesk Vtım, пряме моделювання реалізовано через Inventor Fusion, так що машинобудівні САПР (та ж Inventor) виграють в своїй ніші. Приємне високотехнологічне доповнення до програми - підтримка 3-мірного сканування через хмару точок і 3-мірної друку, тобто намальований об'єкт можна відразу ж втілити в життя.

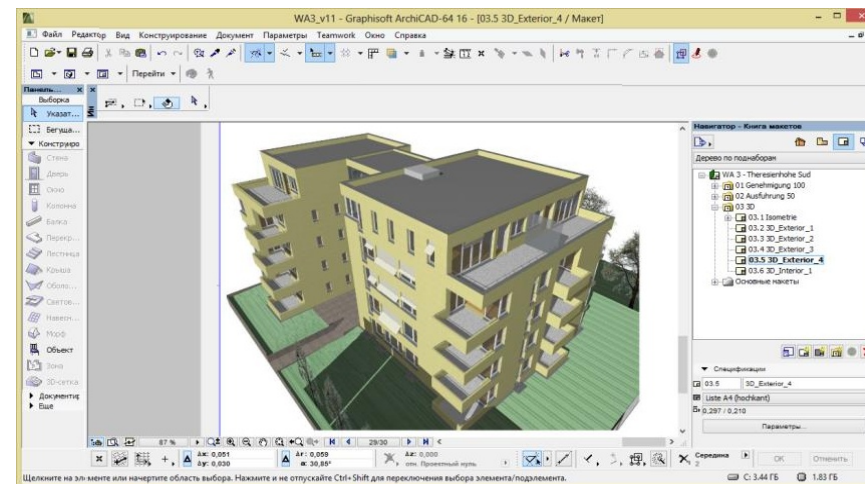


Мал. 1 – Робоче вікно AutoCAD:

Програма Archicad є пропозиція для архітектурного будівельного тривимірного проектування. Дана програма відрізняється максимальною функціональністю, яка поєднується з простотою її використання. Все це і вигідно виділяє Archicad на фоні інших аналогічних програмних комплексів.

Потужна аналітична складова даного програмного комплексу дозволяє позбавити архітектора від необхідності виконання тривалих і трудомістких розрахунків. Фактично

фахівець може займатися лише архітектурним плануванням, а програма буде паралельно в фоновому режимі оформляти всю необхідну документацію і проводити потрібні розрахунки. При складанні проекту Archicad створює тривимірні моделі будівлі, в якій архітектор має майбутні стіни, перекриття, вікна та двері. Також можлива побудова майбутнього внутрішнього інтер'єру будівель і споруд та ландшафту.



Мал.2 – Робоче вікно ArchiCAD-a

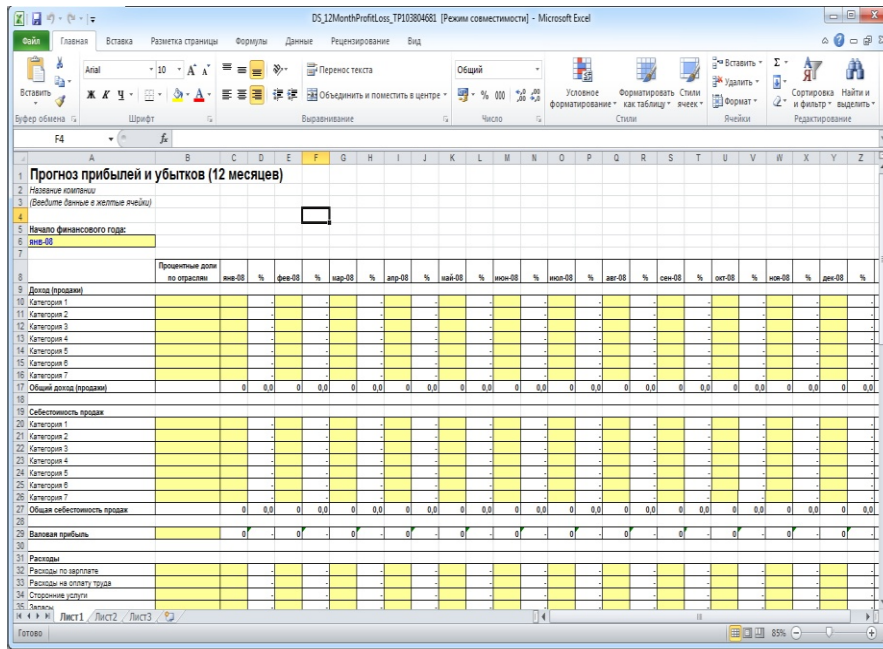
**Робочій процес** полягає в тому щоб будувати і створювати різні фасади та ландшафти в багатовимірному малюнку за допомогою різних інструментів та обчислювальних процесів.

**Програма – Excel** це якась в своєму роді середовище, яке надає користувачеві широкий набір інструментів для роботи з даними. Excel в цьому плані є не тільки дуже зручною, але також і простою програмою. Серед всіх можливостей Excel, слід виділити найбільш значущі. Це, наприклад, автоматичні розрахунки, також можливість відредагувати відображаються дані відповідно до Вашого смаку.

Програма призначена для роботи з цифрами і таблицями, дає можливість представити інформацію в найбільш сприятливому для сприйняття вигляді: як діаграм і графіків.

Тут можна здійснювати складні розрахунки і виконувати різні математичні операції.

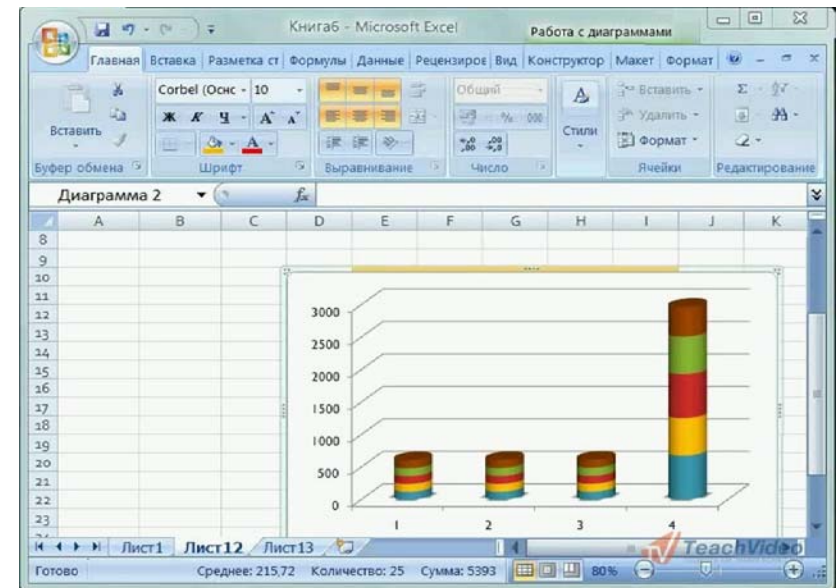
Якщо потрібно не тільки розкреслити таблицю зі словами і цифрами, але ще і зробити з цифрами будь-які дії (скласти, помножити, обчислити та відобразити у відсотках та різноманітних діаграмах і т.д).



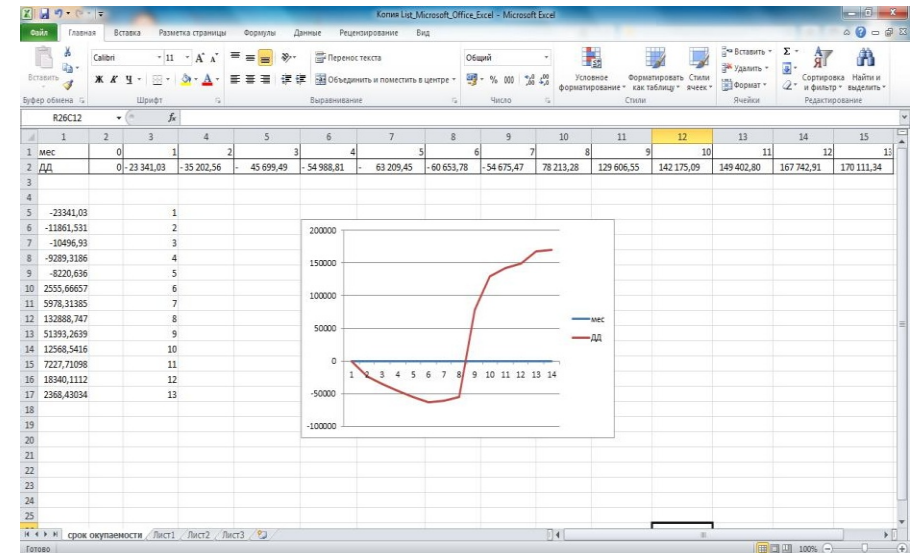
Мал.3 – Робоче вікно Excel (табличні данні)

В таблицях ми можемо складати чи малий ряд інформації будь якого типу чи фінансового чи інформаційного всі данні будуть відображатися на екрані, і при необхідності розрахунку чи підведення поточних якихось обчислювальних даних Excel дає нам змогу зробити ці операції.

Також всю інформацію по необхідності можна відображати в різних видах це – може бути графік чи діаграма, або змішаного типу. (див.мал.)



Мал.4 – Робоче вікно у вигляді Діаграми.

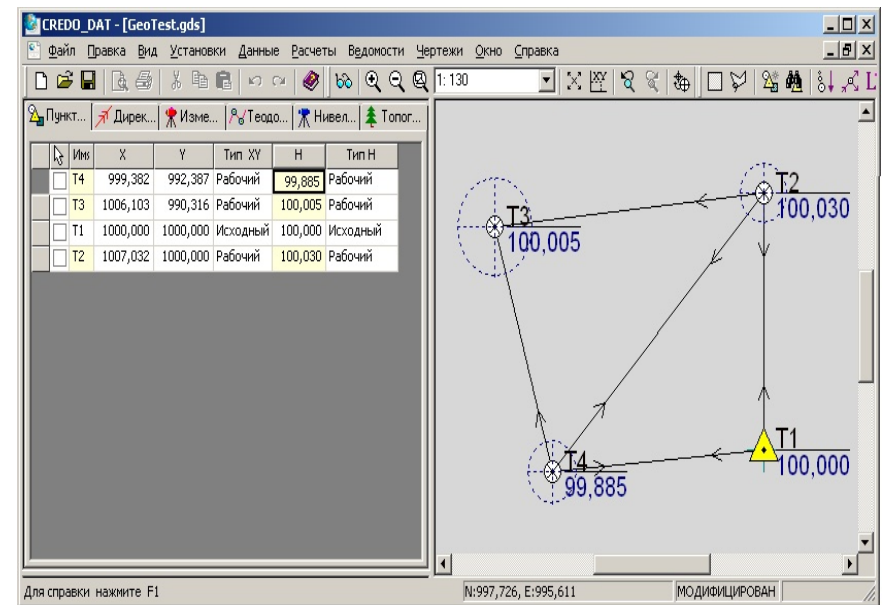


Мал.5 – Робоче вікно у вигляді Графіку.

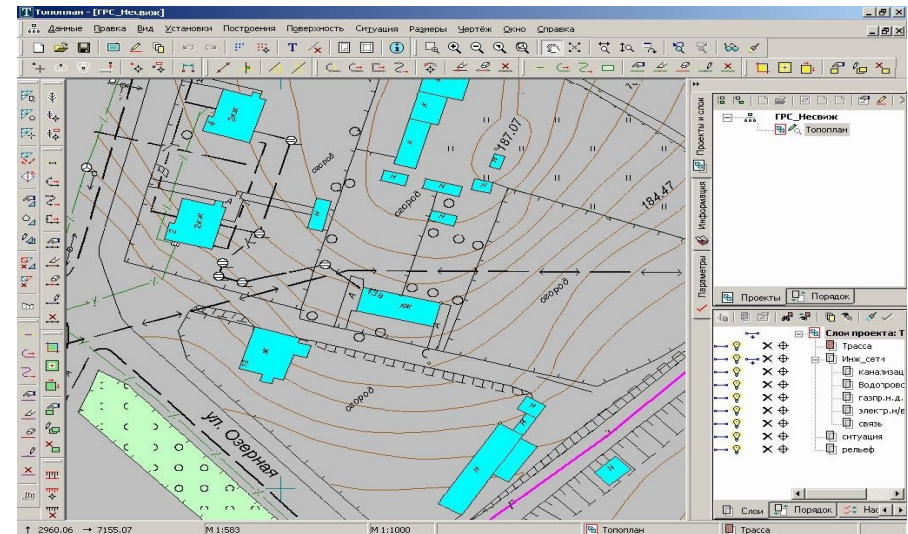


Мал.6 – Робоче вікно у вигляді Змішаного типу.

**Програма - Credo\_Dat** призначені для автоматизації камеральної обробки інженерно-геодезичних даних, отриманих при лінійних і майданних інженерних вишукуваннях об'єктів промислового, цивільного і транспортного будівництва. Вихідними даними є файли електронних тахеометрів (підтримка форматів всіх сучасних тахеометрів), файли постобробки GPS / ГЛОНАСС систем, рукописні журнали. Результат - каталоги і відомості вимірювань, каталоги координат і відміток, креслення і планшети з за рамковим оформленням в масштабах 1: 500 - 1: 5000, файли форматів DXF, MIF / MID.



Мал.7 – Робоче вікно Credo\_Dat.



Мал.8

**Висновки.** З появою новітніх технологій, а саме комп’ютерних програм значно допомогли у будівництві. Зробили його виконя швидшим, легшим і якіснішим.

1. За рахунок появи програм для креслення у різному просторі ми можемо детально розглядати та не упускати усі дрібниці усього будівництва.

2. З появою програм для обладнання фасаду, ми можемо детально відобразити і мати уяву яким буде збудований об’єкт по завершенню будівництва.

3. З появою програм для обчислювання, стало значно легше висті бухгалтерській облік та економічну структуру будівельних проектів.

4. З появою геодезичних програм, розробкою та обчислювальних процесів стало значно краще та якісніше розробляти проекти.

Отже можна сказати що наука будівництва зробила чи малий стрибок у розвитку виконя та якості будівництва, за рахунок новітніх комп’ютерних технологій які були запроваджені в сфері будівництва.

УДК 699.86

## **КОМП’ЮТЕРНА ПРОГРАМА *Google SketchUp* У ПРОЕКТУВАННІ В БУДІВНИЦТВІ**

**В.Ю.Ірклієнко**, магістр гр. БІ-16-МН

**І.О.Скриннік**, доц., канд. техн. наук

**Г.А.Попов** ст. викладач

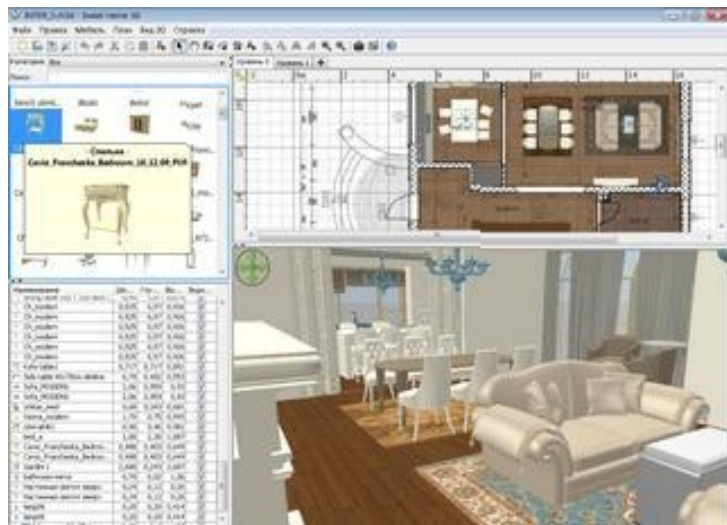
*Кіровоградський національний технічний університет*

Дзеркало - з програмою *Google SketchUp* можна створювати та редагувати 3D-проекти будинків та інших архітектурних споруд, а також дизайн інтер'єру та присадибних ділянок. Крім того, з її допомогою можна додавати в інтер'єр

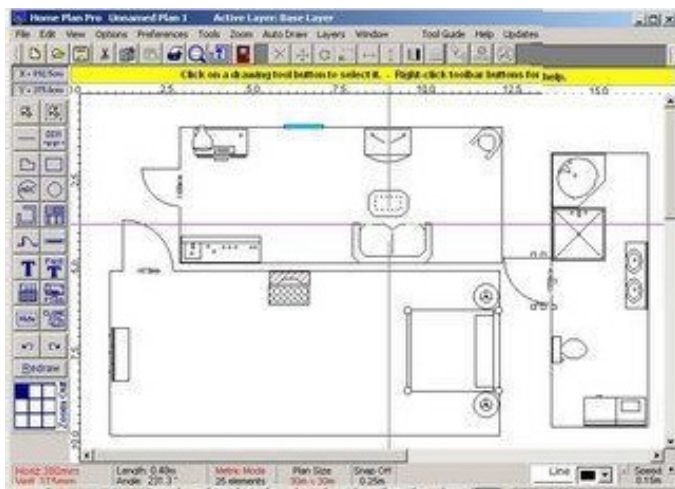
нові деталі, змінювати текстури поверхонь стін і підлоги, проектувати меблі. Програма проста і зручна у використанні, має дружній для користувача інтерфейс, що стало традицією для продуктів Google та, звісно, повністю русифікована. Також у програмі доступна розгорнута довідкова система та навчальне відео, щоб користувач міг як найшвидше освоїти всі тонкощі створення проекту. Ледь не забув - програма абсолютно безкоштовна.



*Sweet Home 3D* - досить дружлюбна програма. Не обтяжує користувача складним та хитромудрим інтерфейсом, та дозволяє навіть непідготованому аматору наочно зобразити план приміщення та розробити дизайн інтер'єру. Створює, буквально, на льоту плани приміщень, кімнат, де можна розставляти меблі, планувати розміщення вікон, дверей і т.п. Володіє зручним тривимірним інтерфейсом, що має гнучкі налаштування.

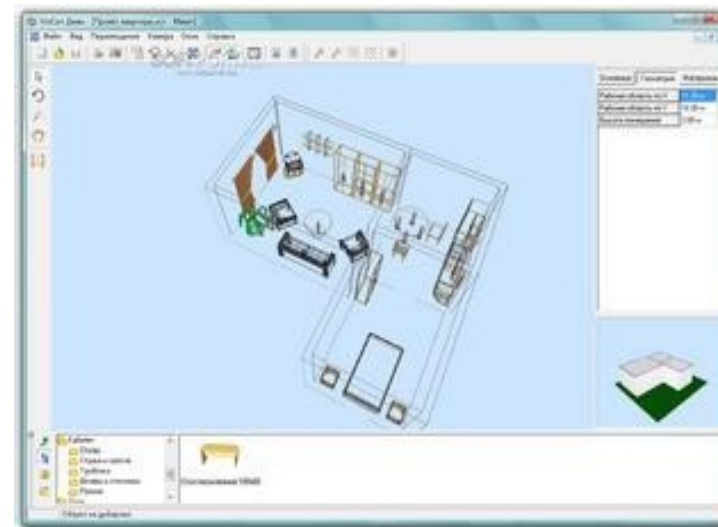


**Home Plan Pro** - програма призначена для 3-ох вимірному планування дизайну інтер'єру квартири та створення планів будь-яких приміщень. Серед своїх інструментів має весь необхідний набір графічних засобів. Містить велику кількість готових деталей: кріплення, меблі, двері, вікна, та ін.

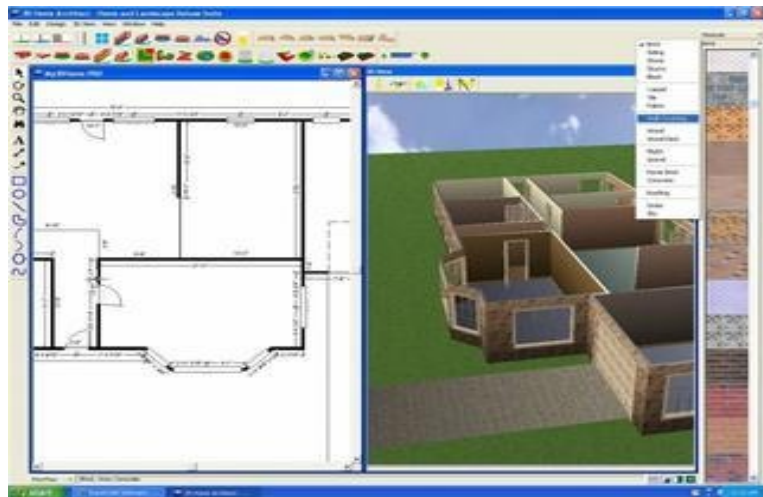


**VisiCon** - функціонал цієї програми допоможе точно відтворити проект та дизайн будинку. За допомогою

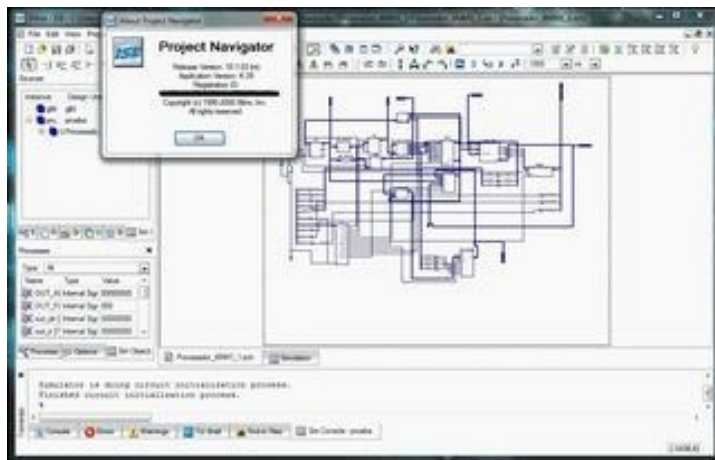
спеціалізованих бібліотек стає можливим створення проектів спальні, кухні, ванни, вітальні, кабінету та інших приміщень. При цьому їх вигляд буде максимально наближеним до реальних форм та розмірів. Також можливо створити повний план дизайну квартири та довільно розставити предмети інтер'єру. Програма розрахована на новачків, що не мають спеціальної тех. підготовки.



**Total 3D Home Design Deluxe** - програма володіє всіма необхідні інструментами та функціями для проектування будинку та дизайну його інтер'єру. З її поміччю ви зможете не лише зробити планування кімнат, але і підібрати та проектувати меблі, їх колірну гамму, спланувати все до найдрібніших деталей. Інтерфейс програми зрозумілий та зручний.



*Xilinx PlanAhead* - це потужна архітектурна система, що допоможе вирішити велику кількість завдань, пов'язаних з проектуванням будівель та приміщень. У своєму розпорядженні програма має набір готових проектів будинків і котеджів, виконаних професійними архітекторами та дизайнерами. Програма розрахована на досвідчених користувачів і архітекторів.



## Список літератури

1. <http://tech-buy.pp.ua/bezkoshtovni-programi-dlya-proektuvannya-budinkiv/?EsetProtoscanCtx=bd8d150>
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/SketchUp>
3. <http://www.visicon.ru/>

УДК 699.86

## **ВИКОРИСТАННЯ КОМП’ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ПРОГРАМ В БУДІВНИЦТВІ**

**Я.В. Котяй**, студент гр. БІ 16-2СК  
**І.О. Скриннік**, доц., канд. техн. наук

**Г.А. Попов** ст. викладач

*Кіровоградський національний технічний університет*

Для найбільш ефективного управління роботою будівельного підприємства необхідно мати достатню інформацію про стан справ на підприємстві і можливість оперативного реагування на зміну ситуації. Для цього керівник будівельного підприємства та інші відповідальні особи повинні постійно мати свіжу і достовірну інформацію. Виникає необхідність організації управління роботою будівельної організації таким чином, щоб забезпечити швидкий і надійний зв'язок між різними службовцями для їх найбільш чітко злагодженої взаємодії.

«Будівельне виробництво вимагає більшої мобільності на відміну від стаціонарного промислового виробництва. Будівельні організації, закінчивши будівництво одних об'єктів на одній території, змушені перебазувати свої потужності на об'єкти інших територій, нерідко в інших областях, краях країни і навіть за її рубежами. Вимога мобільності виробництва

в будівництві зумовлює і відповідні особливості його організації.1»

Ефективність капітального будівництва залежить від таких областей управлінської діяльності, як комп’ютерні технології. Якість організації та управління, в першу чергу визначає і впливає на терміни будівництва. Чим швидше зведений або реконструйований об’єкт, тим швидше він починає експлуатуватися і приносити відповідну користь або економічну віддачу.

Якість організації і управління істотно впливає і на витрати будівельного виробництва. Якщо безпосередньо процес зведення будівель і споруд організований добре, то краще використовується будівельна техніка, транспорт, менше витрачається праці робітників. Якщо раціонально складуються будівельні конструкції, вироби і матеріали, здійснюється їх попередня підготовка і раціональний розкрій, то менше витрачається праці, часу роботи машин і механізмів на їх доставку до місць монтажу чи укладання, забезпечується збереження будівельних конструкцій, виключаються або зменшуються втрати і відходи будівельних матеріалів.

При розгляді організації будівництва на територіях місцевості і в містах також мають на увазі наявність, характер діяльності та територіальне розміщення мережі будівельних організацій і підприємств, господарств по їх виробничому обслуговуванню, а також їх кооперативні зв’язки при здійсненні виробничої діяльності.

«Під організацією будівництва житлових комплексів, інших комплексів будинків і споруд, підприємств в цілому розуміється взаємопов’язана система підготовки до будівництва, що включає в себе всі стадії будівництва: інженерні вишукування, проектування, виконання будівельно-монтажних робіт, організацію матеріально-технічного забезпечення, введення окремих об’єктів і комплексів в цілому в експлуатацію.2»

«Організація будівельного виробництва полягає у створенні системи та здійсненні підготовки до будівництва

окремих об’єктів та виконання відповідних видів будівельно-монтажних робіт, у встановленні та забезпеченні загального порядку і черговості виконання робіт, організації будівельних майданчиків, забезпечення постачання споруджуваних об’єктів всіма необхідними ресурсами, створення умов для якісного та безпечного виконання робіт.3»

В сучасному будівельному бізнесі все більш активно використовуються інформаційні технології і спеціалізоване програмне забезпечення. Це САПР і ГІС, системи управління проектною документацією та кошторисне.

Кошторисні системи дають оцінку проекту (під проектом ми будемо розуміти об’єкт інвестицій) з точки зору обсягів робіт, вартості, загальної потреби в ресурсах по проекту, але не надають таких важливих для успішного виконання проекту відомостей, як календарний план робіт, графік потреби у ресурсах, календарний профіль витрат.

В організаціях будівельного комплексу існує висока потреба в програмному забезпеченні саме по календарному плануванню. Оскільки знаходження оптимального способу реалізації проекту по часу при максимально ефективному використанні ресурсів є ключовими факторами успіху, а при зростаючою з кожним днем конкуренції – гарантом виживання організації.

Серед вимог будівельних компаній з подібного роду програмним комплексам практично завжди фігурують наступні пункти:

-Розробка календарних графіків виробництва робіт з підтримкою різних рівнів ієрархії;

-Побудова графіка потреб у ресурсах, графіка витрачання грошових коштів на проект в цілому і на окремий вид робіт, ресурсів – планування ресурсного забезпечення;

-Можливість планування широкого спектру ресурсів: як виконавців і механізмів (поновлюваних ресурсів), так і матеріалів (витрачених ресурсів);

-Порівняння різних варіантів планування – при жорстких часових обмеженнях та при обмежених ресурсах. Варіювання

цих способів допоможе знайти найбільш вдалий компроміс: «швидше, дешевше»;

-Знаходження найбільш економного варіанта реалізації проекту за рахунок оптимізації вартісних характеристик проекту при проведенні проекту в різні терміни, залучення інших ресурсів;

-Аналіз розподілу витрат на елементи об'єкта, на будівельні роботи різних типів у відповідності зі структурою статей витрат;

-Інтеграція в корпоративні інформаційні системи, можливість імпорту-експорту даних в програми складання будівельних кошторисів, складські, бухгалтерські програми.

Для рішення подібних задач використовується спеціальний клас програмного забезпечення – системи календарного планування і контролю реалізації проектів або по-іншому системи управління проектами.

Висновок.

Отже, ці системи забезпечують підтримку основних процесів тимчасового, ресурсного і вартісного планування і контролю на основі алгоритмів мережевого планування, методу критичного шляху (деякі навіть ресурсно-критичного), методу освоєного об'єму.

### Список літератури:

1. Івасенко А. Р., Гридасов А. Ю., Інформаційні технології в економіці та управлінні. - М: КноРус, 2007. – 160 с.
2. Гохберг Р. С., Зафієвський А. В., Короткін А. А. Інформаційні технології. - М: Академія, 2004. - 208 с.
3. Корнеєв В. К., Ксандопуло Р. Н., Машурцев Ст. А. Інформаційні технології. - М: Проспект, 2007. – 224 с.
4. Серов В. М., Нестерова А. В., Серов А. В. Організація і управління в будівництві. – М: Академія, 2006. – 432 с.
5. Філімонова Е. В., Черненко Н.А., Шубін А. С., Інформаційні технології в економіці. - Ростов н/Д:Фенікс, 2008. – 443 с.
6. Черніков Б. В. Інформаційні технології управління. - М: Інфра-М, 2008 – 352 с.
7. Серов В. М., Нестерова А. В., Серов А. В. Організація і управління в будівництві. – М: Академія, 2006. – 17 с.

8. Серов В. М., Нестерова А. В., Серов А. В. Організація і управління в будівництві. – М: Академія, 2006. – 12 с.
9. Серов В. М., Нестерова А. В., Серов А. В. Організація і управління в будівництві. – М: Академія, 2006. – 13 с.

УДК 699.86

## ДОСВІД АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЕКТНИХ РОБІТ У БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ

**С.О. Лукінський**, студент гр. БП 15-2СК

**І.О. Скриннік**, доц., канд. техн. наук

**Г.А. Попов** ст. викладач

*Кіровоградський національний технічний університет*

**Метою статті** є розроблення пропозицій щодо створення системи інформаційних технологій із використанням комплексних програм автоматизованого проектування і будівництва.

Сучасне будівництво, починаючи від проектних рішень та завершуючи реалізацією розробок, здійснюється із застосуванням систем автоматизованого проектування (САПР). Використання комп'ютерних програм, що входять до складу САПР, дозволяє здійснити не лише багатоваріантне й комплексне проектування, але й визначити стан об'єкта чи його елементів після зведення (в процесі експлуатації).

У будівельній галузі України знаходиться в експлуатації більше 300 тисяч персональних комп'ютерів, на яких встановлене програмне забезпечення вартістю понад 500 млн. доларів. Тому постійно потрібно розв'язувати питання з ефективного застосування цього дорогого обладнання для забезпечення функціонування новітніх інформаційних технологій.

На даний час із використанням комп'ютерних технологій виконується 80 – 90% проектних робіт, при підготовці будівельного виробництва та в управлінні будівництвом – 50 – 70%, а у фінансово-економічних розрахунках – 60 – 70%. Є проектні організації, які експлуатують 200 – 300 персональних комп'ютерів і застосовують інформаційні технології, що охоплюють усі розділи проекту [1, 2, 3].

Але є проектні організації, де використовуються неліцензійні комп'ютерні програми, їх закупають на стихійних ринках і при зломі захисту окремі їх функції видозмінюються, що призводить до помилок у проектах та впливає на їх якість. Крім того, як правило, ці комп'ютерні програми не суміщені інформаційно і технологічно, побудувати на їх основі єдину інформаційну технологію неможливо.

Незважаючи на значну кількість розроблених комп'ютерних програм, до цього часу відсутній системний підхід до використання ліцензійних програм при комплексному наскрізному виконанні проектних робіт у галузі будівництва. Ефективність застосування системи інформаційних технологій у будівництві значно підвищується у випадку використання інтегрованих інформаційних технологій, що охоплюють усі етапи, починаючи з інвестиційного проекту та закінчуючи експлуатацією об'єктів будівництва (рис. 1).



Рисунок 1 – Схема інформаційних технологій в інвестиційному проекті будівництва

При виконанні окремих розділів (частин) проекту можна застосовувати такі комп'ютерні програми [3, 4]:

– архітектурно-будівельна частина:

- «AutoCAD», «COREL», «3Dmax», «Allplan», «Компас» – розроблення креслень будівель і споруд;

- «ArchiCAD» – створення (2D, 3D) усіх видів архітектурно-конструкторської та технологічної документації;

- «CREDO» – оброблення геодезичних вишукувань і розроблення креслень автомобільних доріг; – розрахунково-конструктивна частина:

- «ЛІРА», «DELСAM», «Мономах» – розрахунок і проектування будівельних конструкцій та машинобудівне проектування;

- «Фундамент», «Konkord», «Plaksis», «Priz-Pila» – розрахунок і проектування основ і фундаментів будівель та споруд;

- «ТЕРА» – теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій;

- «ПРОМІНЬ», «КАРМЕН», «ЕПОС» – розроблення електротехнічного обладнання та розрахунок електричних навантажень;

- управління будівництвом: «Building Manager» – складання календарних планів;

- економічна частина: «АВК», «ІСС» – складання проектно-кошторисної документації;

- охорона навколишнього середовища: «ЕОЛ» – розрахунок викидів (розсіювання) забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери;

- інформаційне супроводження проектних робіт: «Зодчий», «Vstroy», «Будстандарт» – законодавчо-правова база, використання періодичної й нормативної літератури, типових та проектів-аналогів тощо.

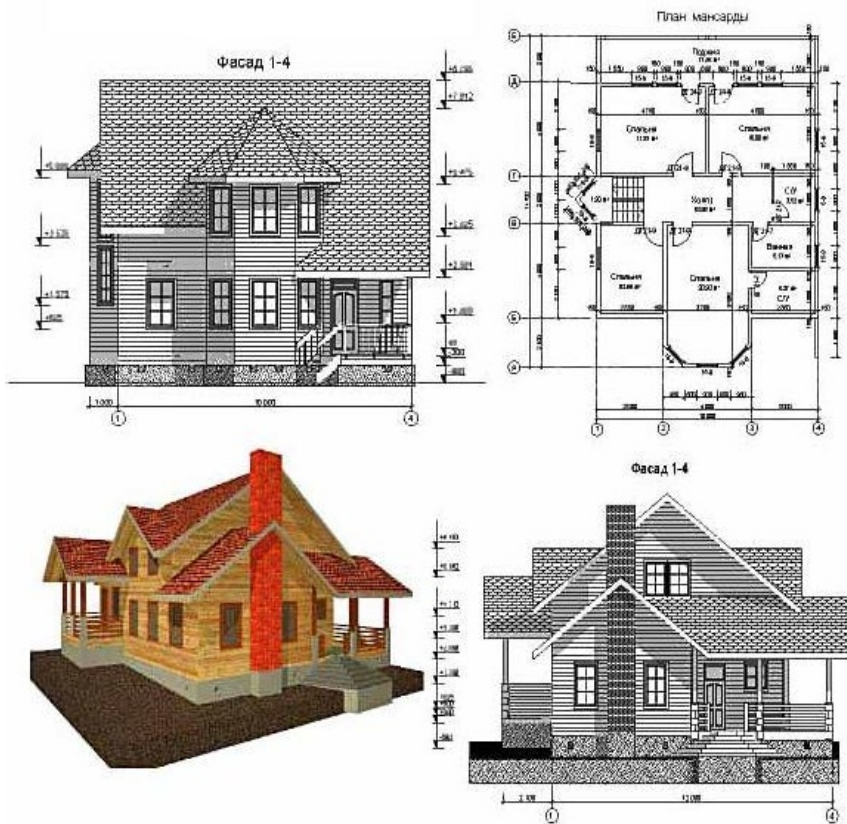


Рисунок 2 – Проектування за допомогою комп’ютерних технологій

При складанні розрахунково-пояснювальної записки застосовують текстовий редактор Microsoft Word і табличний редактор Microsoft Excel.

Використовуючи наведені комп’ютерні програми, можна забезпечити комплекс наскрізного автоматизованого проектування практично всіх частин і розділів робочої документації (рис. 2).

Найбільш доступною та поширеною системою програмного забезпечення при виконанні проектів є комп’ютерна програма «Allplan» (розробка фірми «Allbau», Німеччина).

«Allplan» – багатофункціональна програма, яка має великі можливості, її цілком достатньо для виконання повного обсягу проектної документації для об’єктів усіх напрямів будівництва. Вона забезпечує можливість проектування як на стадії передпроектних робіт, так і при розробленні робочих креслень.

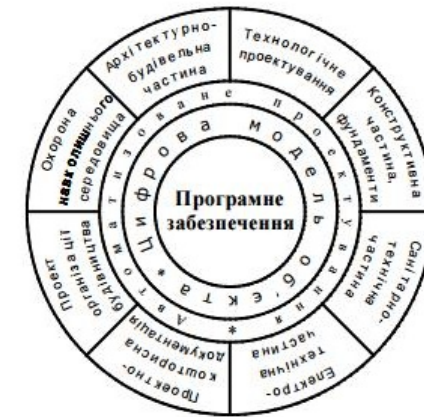


Рисунок 3 – Програмне забезпечення автоматизованої системи комплексного проектування

Просте робоче середовище програми й нескладне функціональне використання дає змогу швидко її засвоїти. «Allplan» сумісна з багатьма найбільш поширеними у користуванні програмами, такими як «AutoCAD», «3Dmax», «CorelDRAW» та ін.

Програма має також зручну сумісність із будівельними нормами України (ДБН), державними стандартами (ДСТУ), серіями й каталогами конструкцій. Це значно допомагає автоматичному формуванню специфікацій, експлікацій, відомостей, штампів, використанню її бібліотек тощо, а також скорочує термін виконання робочої документації.

Наш досвід застосування «Allplan» ще не дуже великий, але можна впевнено сказати, що програмний продукт

зарекордовував себе як один із найбільш доступних серед аналогічних програм [4].

Використовувати вказані вище системи автоматизованого проектування можна як при виконанні курсових та дипломних проектів, так і при комплексному розробленні робочих креслень реальних проектів.

Можливості САПР можуть бути значно розширені при застосуванні мережі INTERNET та її окремих режимів, таких як електронна пошта, система сайтів, порталів (електронний ринок) тощо. Це сприятиме отриманню інформації про кращі проекти-аналоги, типові вузли й деталі, сучасні матеріали, вироби та конструкції, вимоги європейських стандартів і норм проектування тощо.

В Україні створена та постійно розширюється національна система мережі INTERNET. До неї вже входять науково-дослідні інститути будівельного виробництва і будівельних конструкцій, науково-дослідний інститут автоматизованих систем у будівництві та вузівська мережа «УРАН», розроблена Міністерством освіти і науки та Національною академією наук України.

Полтавське територіальне відділення академії будівництва України має досвід із консолідації зусиль у застосуванні САПР різних організацій через INTERNET. Так, для Миргородського заводу мінеральних вод виконано наукову та проектну роботу з технічного переобладнання підприємства зі збільшенням потужності від 50 до 140 млн. літрів води на рік. У роботі брали участь кафедри проектування автомобільних доріг і сільських будівель, основ та фундаментів, технології будівельних конструкцій і матеріалів, конструкцій із металу, дерева й пластмас, залізобетонних конструкцій, екології. Основна робоча документація виконувалась у системі автоматизованого проектування через INTERNET.

За рахунок інвестицій Англійсько-російського холдингу «SALFFORD» проведена робота з розроблення техніко-економічного обґрунтування будівництва нового головного

корпусу заводу мінеральних вод зі збільшенням його потужності до 300 млн. літрів води на рік.

### Висновки:

1. Комплексне наскрізне автоматизоване проектування можливе шляхом використання комп’ютерних програм при виконанні окремих розділів (частин) будівельного проекту.

2. Доцільним є застосування системної комп’ютерної програми автоматизованого проектування «Allplan».

3. Досвід комплексного проектування за участю закордонних проектних фірм свідчить про розширення інформаційних технологій у системі INTERNET.

### Список літератури

1. Городецький О.С. Засоби підтримки процесу проектування будівель і споруд з використанням уніфікованої моделі об’єкта / О.С. Городецький, Є.В. Бородавка // Будівництво України. – 2007. – №4. – С. 36 – 39.
2. Хазін В.Й. Проектування об’єктів виробничої бази будівництва / В.Й. Хазін. – К.: Вища школа, 2010. – 224 с.
3. Волобоев Б.А. Информационные технологии в строительстве / Б.А. Волобоев, А.С. Городецкий // Будівництво. Наука. Проекти. Академія будівництва України. – 2006. – №2 (6). – С. 3 – 10.

УДК 699.86

## **КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СПЕЦІАЛІЗОВАНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВЕЛНИХ ОРГАНІЗАЦІЙ**

**О.С.Сотник**, студент гр. БІ-16С

**І.О. Скриннік**, доц., канд. техн. наук

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

*Кіровоградський національний технічний університет*

У сучасному будівельному бізнесі все більш активно використовуються інформаційні технології та спеціалізоване програмне забезпечення. Це САПР і ГІС, системи управління проектною документацією та кошторисне ПО.

Кошторисні системи дають оцінку проекту (під проектом ми будемо розуміти об'єкт інвестицій) з точки зору обсягів робіт, вартості, загальної потреби в ресурсах за проектом, але не надають таких важливих для успішного виконання проекту відомостей, як календарний план робіт, графік потреби в ресурсах, календарний профіль затрат. В організаціях будівельного комплексу існує висока потреба в програмному забезпеченні саме по календарному плануванню. Оскільки знаходження оптимального способу реалізації проекту з часу при максимально ефективному використанні ресурсів є ключовими факторами успіху, а при зростаючій з кожним днем в'єв'єконкуренції - гарантом виживання організації. Серед вимог будівельних компаній з подібного роду програмним комплексам практично завжди фігурують такі пункти:

-розробка календарних графіків виробництва робіт з підтримкою різних рівнів ієрархій;

-побудова графіка потреб у ресурсах, графіка витрачання грошових коштів на проект в цілому і на окремий вид робіт, ресурсів - планування ресурсного забезпечення;

-можливість планування широкого спектру ресурсів: як виконавців і механізмів (поновлюваних ресурсів), так і матеріалів (Витрачених ресурсів);

-порівняння різних варіантів планування - при жорстких тимчасові обмеження та при обмежених ресурсах. Варіювання цих способів допоможе знайти найбільш вдалий компроміс: В«швидше - дешевшеВ»;

-з найбільш економного варіанту реалізації проекту за рахунок оптимізації вартісних характеристик проекту при проведенні проекту в різні терміни, залученні інших ресурсів;

-аналіз розподілу витрат на елементи об'єкта, на будівельні роботи різних типів у відповідності зі структурою статей витрат;

-інтеграція в корпоративні інформаційні системи, можливість імпорту-експорту даних в програми складання будівельних кошторисів, складські, бухгалтерські програми.

Для вирішення подібних завдань використовується спеціальний клас програмного забезпечення - системи календарного планування і контролю реалізації проектів або по-іншому системи управління проектами. Отже, ці системи забезпечують підтримку основних процесів тимчасового, ресурсного і вартісного планування і контролю на основі алгоритмів мережного планування, методу критичного шляху (деякі навіть ресурсно-критичного), методу освоєного обсягу і т.п. Система автоматизованого проектування (САПР) або CAD (англ. Computer-Aided Design) - програмний пакет, призначений для створення креслень, конструкторської та/або технологічної документації та/або 3D моделей. Сучасні системи автоматизованого проектування (CAD) зазвичай використовуються спільно з системами автоматизації інженерних розрахунків і аналізу CAE (Computer-aided engineering).

В Росії та Україні найбільш широко поширений програмний пакет AutoCAD. Розроблений Autodesk більше 20 років тому, він довгий час відповідав самим вимогливим вимогам проектувальників. Але на сьогоднішній день,

володіючи багатим інструментарієм та можливостями адаптації до вимог користувача, він вже не задовольняє потребам більшості проектувальників. Цей пакет може застосовуватися лише при розробці дуже малих і достатньо простих проектів, автоматизуючи тільки рутинну роботу кульмана і не більше того. Сучасному проектувальнику потрібно набагато більше, ніж просто швидке і гарне виконання креслень. В зв'язку з описаною вище ситуацією фірма Autodesk продовжила розвиток лінійки своїх продуктів, випустивши додаток для архітектурно-будівельного проектування Autodesk Architectural Desktop. Програма орієнтована на професійних архітекторів і фахівців у галузі промислового і цивільного будівництва. Autodesk Architectural Desktop включає в себе повноцінні можливості AutoCAD і володіє власними функціями підтримки всіх стадій проектування. Починаючи з цієї версії в програму входить редактор VIZ Render, який розроблений на основі Autodesk VIZ і дозволяє працювати з бібліотекою матеріалів, освітленням та сценами. Це дозволяє підготувати реалістичну тривимірну модель для повноцінного візуального представлення проекту. Програма русифікована. Подальшим розвитком Autodesk Architectural Desktop є програма Autodesk Building Systems, призначена для проектування внутрішніх інженерних мереж. Володіючи всіма засобами AutoCAD і Autodesk Architectural Desktop, вона є потужним інструментом, що включає власні модулі для проектування вентиляції та опалення, електричних мереж, водопроводу та каналізації. В поточну версію - АБС вТбвТб2004 - включено проектування систем протипожежної безпеки. Управління моделлю і складання вихідної документації реалізовано аналогічно Autodesk Architectural Desktop. Питання про адаптації бібліотеки інженерного обладнання було вирішене фірмою НТЦ "Конструктор". Для цього була спеціально розроблена STC - бібліотека елементів, що включає більше 5000 елементів інженерного обладнання, відповідного російським стандартам. Вона підключається до програми автоматично і повністю готова до роботи. Є інструменти для створення власних

елементів бібліотеки. Все це робить програму повністю придатною до використання на російському ринку.

Autodesk Architectural Studio - інструмент концептуального проектування та мультимедійної обробки проектних даних. Цей програмний продукт призначений для архітекторів та інших професіоналів у сфері будівництва, дизайну і архітектури. Architectural Studio відтворює інструменти і методи традиційної студії проектування, повторюючи в цифровому вигляді традиційну техніку креслення від руки, прийнятну у художників і архітекторів, роблячи їх роботу більш продуктивною. Прямий вплив на об'єкти унікальними інструментами дозволяє інтуїтивно відчувати поведінку об'єктів і управляти ними в реальному часі в будь-якій точці світу завдяки веб-технологіям. Незважаючи на всі потужні засоби проектування і візуалізації, ключовим моментом в САПР є саме отримання вихідної документації та її оформлення у відповідності з прийнятими стандартами, що вважається невід'ємною частиною процесу проектування. Для того щоб автоматизувати рутинну роботу при нанесенні різних елементів оформлення, Руській Промислової Компанією була розроблена програма auto. СПДС. auto.СПДС - це додаток для AutoCAD, Autodesk Architectural Desktop, Autodesk Building Systems і багатьох інших вертикальних рішень на основі AutoCAD. Програма дозволяє наносити різні умовні позначення, винесення, позначки, лінії обриву, види, координатні осі, штрихування і багато іншого. При цьому всі об'єкти є "Інтелектуальними" і можуть бути легко відредаговані як за допомогою "Ручок", так і спеціальних діалогових вікон.

ArchiCAD, розроблений в компанії Graphisoft, - програмний пакет, що забезпечує розробку будь-яких архітектурно-дизайнерських рішень. В ArchiCAD можна одночасно працювати над створенням проекту і складати супутню будівельну документацію, тому що програма зберігає всю інформацію про проєктований будівлі: плани, розрізи, перспективи, перелік необхідних будматеріалів, а також зауваження архітектора, зроблені в процесі роботи. На якому

етапі роботи можна побачити проєктована будівля в тривимірному вигляді, в розрізі, в перспективі, зробити анімаційний ролик. Архітектурно-дизайнерський пакет ArfaCAD, розроблений в Росії, дозволяє оперувати цільними 2D-і 3D-об'єктами з архітектурно-будівельної термінологією: стіни, вікна і двері, вітражі, сходи, покрівлі, перекриття, огорожі, масиви ґрунту, води і т. д. Технологія спочатку передбачає необмежені можливості створення нових об'єктів без обмежень за формою і змістом. Існує єдина система трансформації двомірних планів будівель в цілі тривимірні твердотільні поверхні.

Allplan німецької фірми Nemetschek є високоефективним рішенням для архітектурно-будівельного проєктування. Це легка у використанні, логічно вибудована САПР, яка пропонує комплексний підхід до кресленню і будівельного проєктування в цілому. Програма Allplan заснована на об'єктно-орієнтованій базі простих 3D-об'єктів; вона створює і підтримує взаємозв'язок між 2D-і 3D-кресленнями, розрізами, проєкціями і т.д. Всі ці види - просто різні уявлення одних і тих же тривимірних об'єктно-орієнтованих даних. За короткому переліку зазначених вище програм можна бачити, що напрямок в будівельній галузі, а саме тієї частини, яка ставитися до архітектури та власне проєктування будівель та споруд, розвивається дуже динамічно. В цьому огляді не розглянуті численні програми по розрахунку несучих конструкцій, організації будівельного виробництва, плануванню робіт, електричних розрахунків, програм оптимізації транспортних задач, розрахунків мережних графіків і календарних планів, проєктування доріг, геодезичних розрахунків, технологічного проєктування трубопроводів і багато іншого. Вони представлені на російському ринку як іноземними, так і вітчизняними виробниками і вирішують широке коло завдань у своїх областях. Будівництво завжди розвивалося в ногу з науково-технічним прогресом, але вдосконалення програмних засобів далеко випереджає кваліфікацію фахівців, покликаних використовувати їх у своїй

роботі. Сьогодні часто спостерігається картина, коли сучасні і багатофункціональні комплекси простоюють або використовуються незначно через низький рівень підготовки користувачів. Функції ГІС у будівництві Географічна інформаційна система - інформаційна система, що забезпечує збір, зберігання, обробку, доступ, відображення і поширення просторово-координованих даних. ГІС призначені для вирішення наукових і прикладних задач інвентаризації, аналізу, оцінки, прогнозу і управління навколишнім середовищем і територіальною організацією суспільства. Основу ГІС складають автоматизовані картографічні системи, а головними джерелами інформації служать різні геоізображення.

Все більш актуальними стають проблеми комплексної переробки просторових і просторово-часових даних, витягання з даних нетривіальних закономірностей і використання виділеної інформації для прогнозу просторово-часових процесів і явищ. Інтеграція геоінформаційних технологій з мережевими технологіями дозволяють забезпечити широту застосування і можливість доступу, обробки та аналізу ГІ. ГІС в цілому виконує п'ять основних процедур з даними: введення, маніпулювання, управління, запит і аналіз, візуалізацію. Географічні зображення для використання в ГІС вводяться у векторному або растровому вигляді безпосередньо, якщо такі дані вже існують в підходящому цифровому форматі, або за допомогою дигітайзера або сканера. Кожен елемент або об'єкт зображення має географічну прив'язку. Тим самим, будь-які властивості і характеристики цих об'єктів або елементів мають посилення на місце розташування. Зрозуміло, що число і різноманітність властивостей і характеристик залежить тільки від потреб користувача (і можливостей, звичайно). Будь-яка інформація, яка містить прямі або непрямі відомості про назвах, географічних або інших координатах, посилення на адресу, поштовий індекс, виборчий округ, номер дільниці, кілометровий стовп і т. п., може бути включена в ГІС. Засоби маніпулювання являють собою різні способи перетворення і виділення даних, наприклад, приведення всієї геоінформації до

єдиного масштабу і проєкції для зручності спільної обробки. Для зберігання, структурування і управління даними в ГІС найчастіше використовуються реляційні бази даних, де для зв'язування таблиць служать загальні поля.

### Список літератури

1. А.М Нестеров - Інформаційні технології. - 208 с.
2. А.М Нестеров - Інформаційні технології. - 224 с.
3. А.В.Нестеров - М.: Академія, 2006. - 432 с.
4. А.М Нестеров Інформаційні технології управління.
5. А.М Нестеров - М.: Академія, 2006.
6. А.М Нестеров - Інформаційні технології. М.: Академія, 2006. - М.:
7. А.М Нестеров Академія, 2 Інформаційні технології. –М. 2006. - 13 с.

УДК 621.795

## **КОМПАС-СТРОИТЕЛЬ В БУДІВНИЦТВІ**

**А.В. Паламарчук, ст.гр. БІ-16С**  
**І.О. Скриннік, доц., канд. техн. наук**  
**С.О. Карпушин доц., канд. техн. наук**  
*Кіровоградський національний технічний університет*

В сучасному будівництві існує велика кількість програм для створення графіків та креслень, однією з таких є КОМПАС-Строитель-призначений для проєктувальників, конструкторів, архітекторів, інженерів, а так само для керівників проєктів у різних галузях: промисловому і цивільному будівництві, енергетиці, проєктуванні систем життєзабезпечення та об'єктів інфраструктури.

Програма Компас-Строитель корисна: проєктувальнику для створення робочих креслень, інженеру для оформлення креслень, виконання деталіровки, розміщення пояснень і перевірки точності, підприємству при переході з дорогою зарубіжної системи, підприємству для підвищення якості та

стандартизації продукції, що випускається проєктної документації.

З допомогою Компас-Строитель досить легке створення робочої документації (креслення, схеми, розрахунково-пояснювальні записки) з підтримкою високої швидкості роботи. Програма автоматизує рутинні операції щодо створення та оформлення документації відповідно до стандартів СПДБ.

Комплекс вирішуваних завдань:

- об'єктне проєктування планів і розрізів будівель і споруд;
- створення фрагментів (вузлів будівельних конструкцій);
- створення розрахунково-пояснювальних записок, технічних вимог та інших інженерних документів;
- оперативна перевірка документів;
- швидке оформлення випуск проєктної та робочої документації за вимогами СПДС.

Компас-Строитель складається з:

- Креслярсько-графічний редактор;
- Інженерно-текстовий редактор;
- Архітектура АС / АР;
- СПДС-помічник;
- Каталог будівельних елементів;
- Перевірка документації та сервісні інструменти.

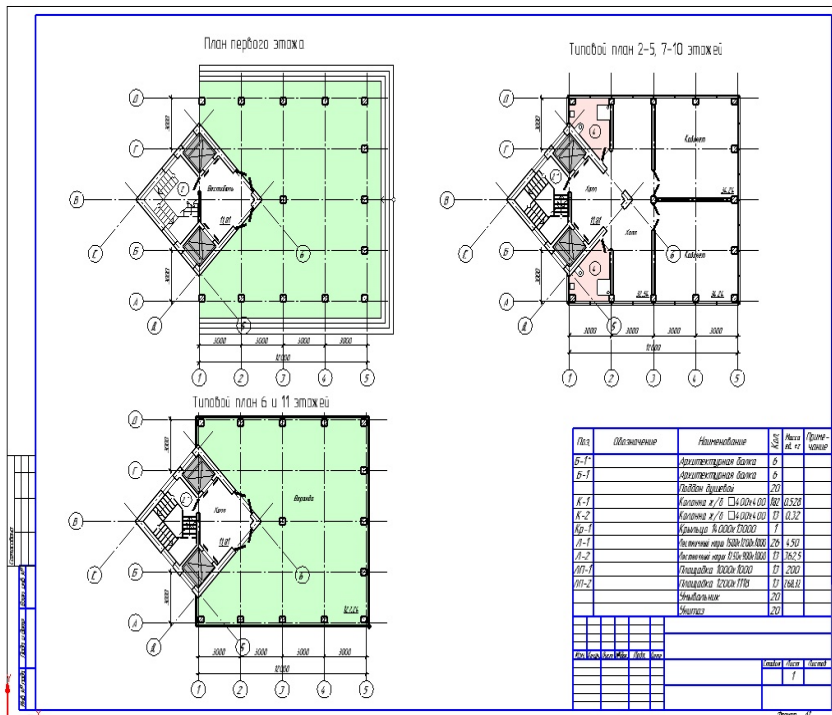


Рисунок 1 - Креслярсько-графічний редактор

Використовується для:

- Різноманітні способи побудови графічних примітивів;
- Засоби створення параметричних елементів;
- Будь-які стилі ліній, штриховок, текстів;
- Вбудований табличний редактор рис. 1
- Робота з багатолістових кресленням;
- Можливість колективної роботи над кресленням (команда - Зображення з поля зору іншого креслення) і багато іншого.

Працює у вигляді окремого документа для створення пояснювальних записок з оформленням по ГОСТ, а також з текстом в кресленні. Інструменти редактора дозволяють розміщувати в тексті різні об'єкти: таблиці, шаблони, спеціальні символи, фрагменти креслень і растрові об'єкти. Перевіряє орфографію на різних мовах.

Створює інженерно текстові документи з оформленням по ГОСТ або довільної форми.

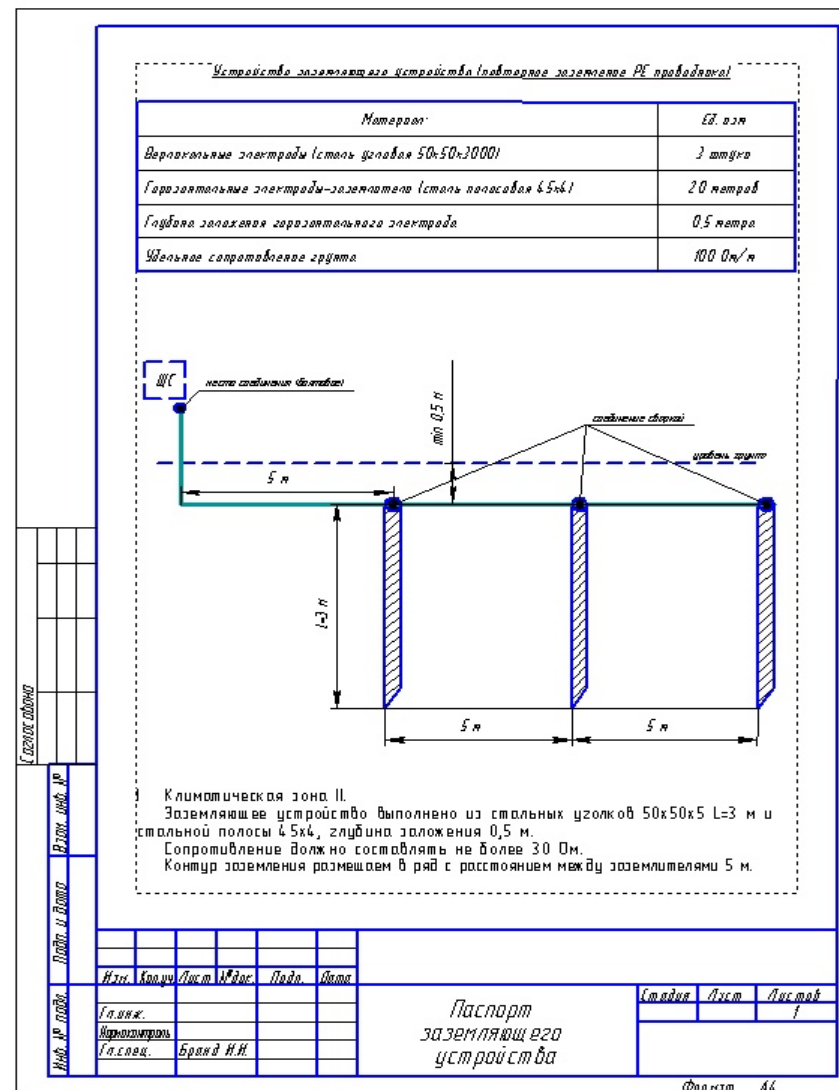


Рисунок 2 - Інженерно-текстовий редактор.

Надає можливість викреслювати плани і розрізи будівель і споруд, використовуючи прості інструменти і

об'єкти: стіни, отвори, колони, сходи та інші. Дозволяє максимально швидко створити будівельну підоснову для проектування внутрішніх інженерних систем і мереж. Конструкції стіни можуть мати різну форму, стиль (одно- і багатошарові) і тип (несуча стіна або перегородка). Користувачеві доступно вільне сполучення будь-якої складності стиків і з'єднань.

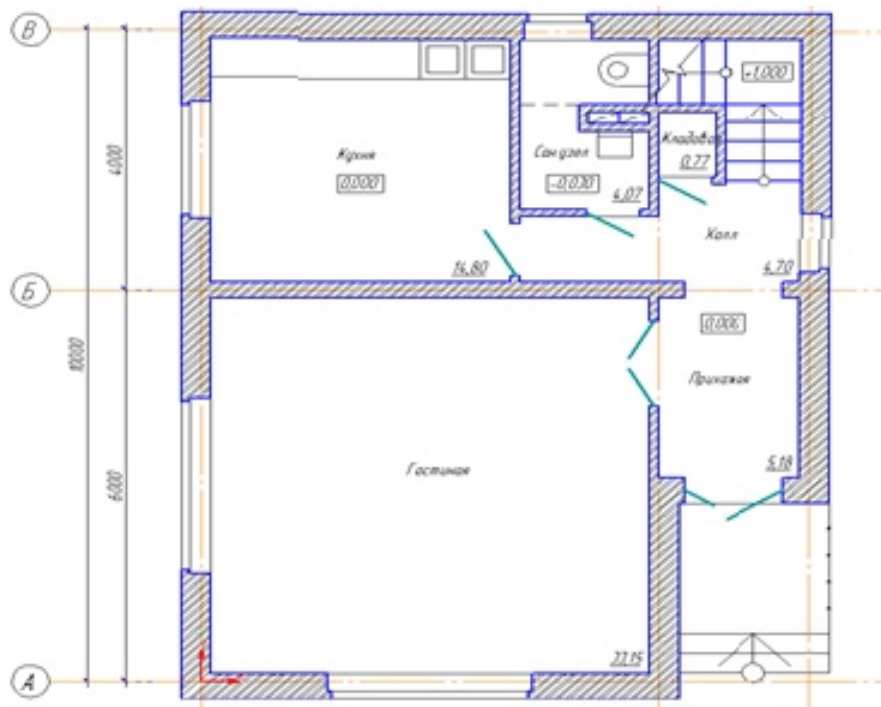


Рисунок 3 - Архітектура АС / АР

Інструменти оформлення по СПДС орієнтовані на прискорення оформлення документації для будівництва відповідно до вимог ГОСТ Р 21.1101-2013 «СПДС. Основні вимоги до проектної та робочої документації». Розширюють функції системної панелі інструментів Позначення і орієнтовані на прискорення оформлення документації відповідно до вітчизняними нормативами. Інструменти програми:

- Сітки координатних осей;
- Виносної елемент;
- Автоматичний масив позначок рівня;
- Лінія-виноска багатошарової конструкції;
- Виносної фрагмент і інше.

Одна з найпоширеніших і багатофункціональних — autocad програма, дозволить зробити корисним кожен квадратний сантиметр. Її «електронний кульман» і маса інструментів накреслять будь-які предмети, допоможуть розглянути всілякі варіанти розташування меблів і навіть спроектувати її самому.

Створення проекту за допомогою спеціальної комп'ютерної програми дозволяє побачити будинок і всі його елементи до початку будівництва. Тривимірні зображення (3D) допомагають виключити просторові конфлікти, більш ефективно розкрити потенціал і навіть зробити енергетичний аналіз. Все буде відтворено з максимальною точністю. І при цьому не потрібно креслити або малювати від руки — все виконає.

УДК 004.92

## **ВИКОРИСТАННЯ КОМП’ЮТЕРНИХ ПРОГРАМ ArchiCAD, Cadwork та КОМПАС-3D ПРИ ПРОЕКТУВАННІ БУДІВНИЦТВА**

**А.В. Пацьо** студентка гр БІ-16 М  
**І.О. Скриннік**, доц., канд. техн. наук  
**С.О. Карпушин** доц., канд. техн. наук  
*Кіровоградський національний технічний університет*

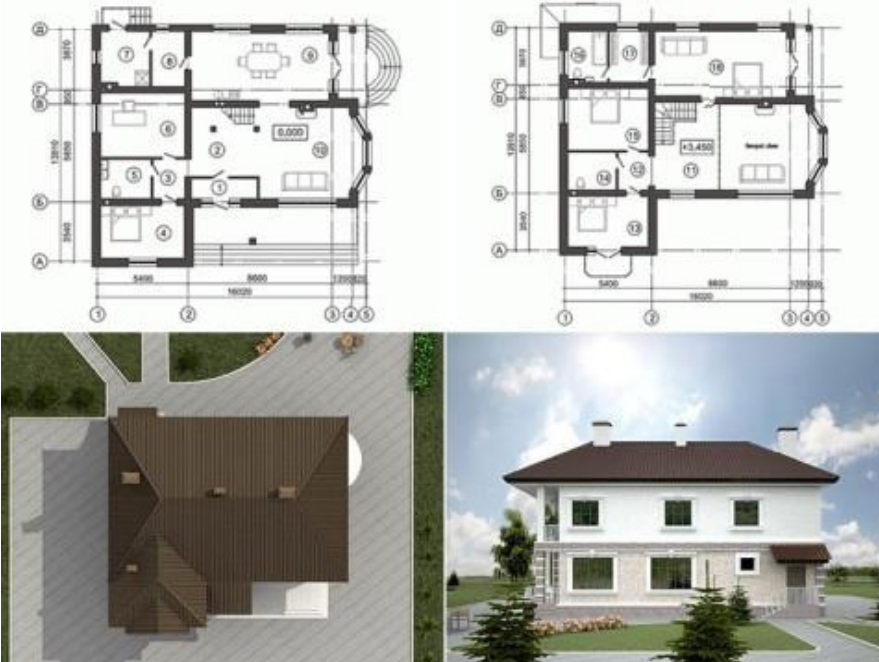


Рисунок 4 - 3D зображення двоповерхового будинку

### Список літератури

1. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Microsoft\\_Word](https://ru.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Word)
2. -<http://ukrbukva.net/>
3. -<http://kompas.ru/kompas-stroitel/about/>
4. -<http://www.ict.edu.ru/ft/005904/stup372.pdf>
5. -<http://stroica.in/proektuvannya-budivnictva-budinku-za-dopomogoyu-programi-autocad/>

У даній статті розглядається еволюція розвитку технологічних процесів для виготовлення графічних процесорів.

Ключові слова: САПР, 3D-модель, будівництво, архітектор, проект.

Сьогодні життя суспільства тісно пов'язано з інформаційними технологіями, тому використання комп'ютера стало обов'язковим в усіх сферах діяльності людини. Ця тенденція не стала виключенням для будівельної промисловості. Якщо раніше креслення проектів відбувалося вручну, що займало досить багато часу, то зараз архітектори використовують так звані системи автоматизованого проектування. САПР (англ. CAD, Computer-Aided Design) – програмний пакет, який призначений для проектування (розробки) об'єктів виробництва (або будівництва), а також оформлення конструкторської та/або технологічної документації. Основною метою САПР є підвищення ефективності праці інженерів, скорочення термінів та трудомісткості проектування і планування, зниження собівартості виготовлення та витрат на експлуатацію, підвищення якості і техніко-економічного рівня результатів проектування.

Найпоширенішими САПР є ArchiCAD, Cadwork та КОМПАС-3D.

ArchiCAD – графічний програмний пакет САПР, створений угорською компанією [Graphisoft](#), для [архітекторів](#). Він призначений для проектування архітектурно-будівельних конструкцій і рішень, а також елементів ландшафту, меблів та ін. [1]

При роботі з пакетом використовується концепція віртуального будинку (BIM). Суть BIM полягає в тому, що архітектор будує споруду у 3D-форматі, використовуючи при цьому стіни, перекриття, вікна, сходи, різноманітні об'єкти і т.д. Проект зберігається на комп'ютері у спеціальному файлі. Після завершення робіт над «віртуальним будинком», проектувальник отримує тривимірну цифрову базу даних, яка надає можливість отримувати різноманітну інформацію про даний об'єкт: поверхові плани, фасади, розрізи, експлікації, специфікації, презентаційні матеріали та ін. Підтримує взаємодію з різними інженерними програмами через формат [IFC](#) [2].

Приклад роботи з програмою ArchiCAD показано на рисунку 1.

Основною перевагою програми є природний взаємозв'язок між усіма частинами проекту: BIM дозволяє працювати з усім проектом в цілому. Будь-які зміни, зроблені у одній частині проекту, автоматично відбуваються в усіх інших частинах.

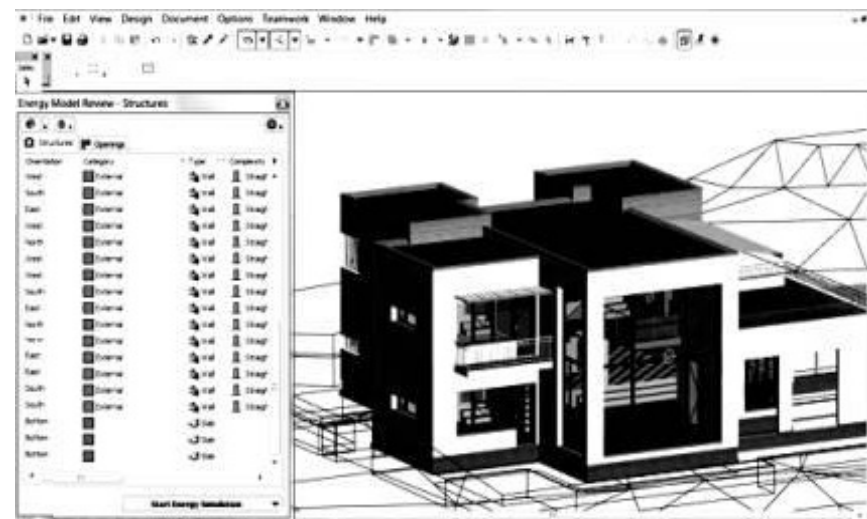


Рисунок 1 – Приклад створення проекту в ArchiCAD

ArchiCAD дозволяє працювати над одним проектом групі архітекторів через локальну мережу або Інтернет (технологія Teamwork). Вся документація проекту зберігається в єдиному файлі, що містить архітектурні об'єкти. При цьому зміни, внесені архітекторами за певний період, ArchiCAD автоматично передає у файл проекту. Коли обов'язки розподілені, будь-який з учасників команди легко входить в роботу, визначаючи свій робочий простір за допомогою поверхів, шарів і чітко обмеженою області. Далі робочий простір виділяється в окремий файл, який зберігається на комп'ютері архітектора. Така схема дозволяє працювати незалежно від локальної мережі. У будь-який час архітектор може передати в основний файл (по мережі або за допомогою модему) зміни своєї ділянки проекту, попередньо погодивши їх з головним архітектором. Настільки ж просто отримати зміни від інших архітекторів [3].

Недоліком програми можна вважати обмежені можливості по створенню об'єктів зі складною, нестандартною геометрією (поверхні NURBS, скульптурне моделювання), що найчастіше не дозволяє проектувальнику стандартними

засобами реалізувати всі свої ідеї в повній мірі. Для вирішення такої проблеми можна скористатися імпортом з сторонніх програм, таких як Cinema 4D, 3ds Max. Також ArchiCAD не передбачає багатоваріантності проектування – у будь-який момент часу в рамках одного файлу потрібно мати один повноцінний варіант прийнятих архітектурно-будівельних рішень (проте цей недолік до деякої міри можна вирішити відображенням комбінацій шарів).

Cadwork 3D – це ядро програмного пакету, яке служить для планування, вільного конструювання та виведення на друк усіх креслень, списків матеріалів і машинних параметрів. У ньому доступні всі галузі будівництва з використанням дерев'яних конструкцій і будівельної справи взагалі. Це дає перевагу на ринку, де чинником, що визначає існування кожної будівельної організації, стали гнучкість, швидкість виконання робіт та якість у процесі підготовки робіт [4].

Усі можливі способи будівництва та форми будівельних елементів можуть вільно комбінуватися один з одним.

Для вирішення будь-яких завдань конструктор може використовувати прості прямокутні та круглі перерізи, сталеві, дерев'яні або спеціальні профілі, а також перекошені і S-образні деталі вільної форми. Сюди ж відносяться каталоги з різноманітними сполучними елементами відомих виробників і бібліотеки, створені самим користувачем. Приклад поєднання декількох видів перерізів зображено на рисунку 2.

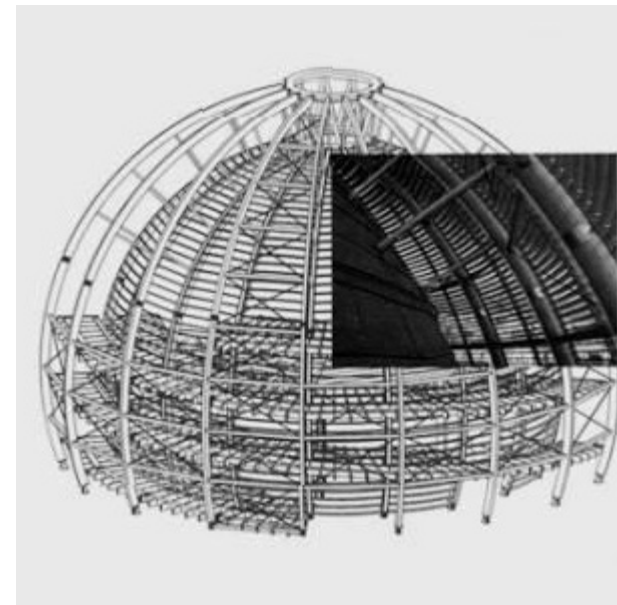


Рисунок 2 – Поєднання декількох видів перерізів у Cadwork

Усі будівельні модулі можна декомпонувати і поєднувати один з одним. Універсальність можливостей обробки, а також проста і ефективність застосування зробили Cadwork 3D обов'язковим інструментом будь-якого конструктора.

Сьогодні галузі застосування охоплюють як теслярські роботи, так і будівництво дерев'яних будинків, великих інженерних споруд із застосуванням дерев'яних конструкцій, будівництво сталевих конструкцій, будівництво виставкових стендів, зимових садів і сходових конструкцій аж до найцікавіших проектів з реконструкції і реставрації.

КОМПАС-3D – потужна система для 3D-конструювання та моделювання будівель та споруд, яка має так звані модулі-доповнення (бібліотеки), що вирішують будь-які архітектурно-будівельні задачі: від випуску різноманітних специфікацій, відомостей і характеристик моделі практично в будь-якому розповсюдженному форматі, від електронних таблиць, текстових документів до набору інструкцій для проектування [5].

Останньою версією КОМПАС-3D є V14, особливістю якої є використання технології MinD ( Model in drawing ), що дозволяє із середовища звичайного креслення (вид зверху) витягнути та створити 3D-модель конструкції чи цілого будинку (рисунок 3). Таку об'ємну модель можна використовувати для формувань фасадів, видів чи розрізів будівлі.

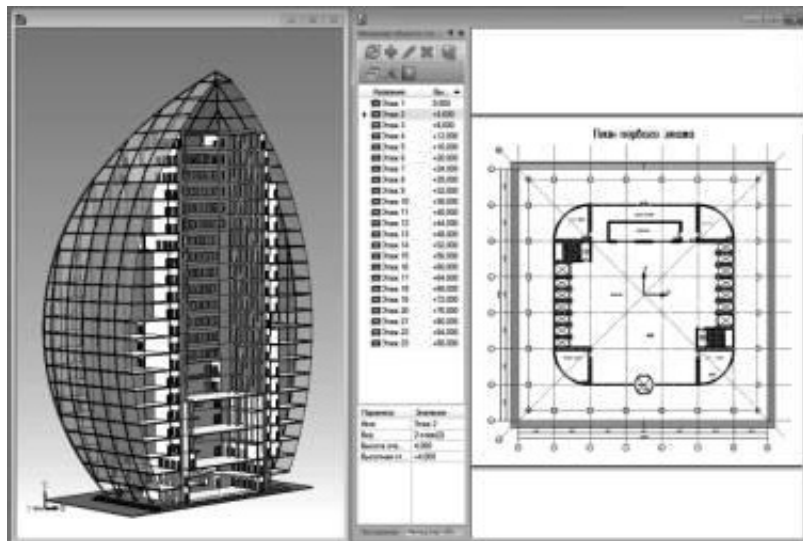


Рисунок 3 – Приклад використання технології MinD

#### Переваги технології MinD

- ефективне будівельне проектування на основі інтелектуальних будівельних елементів;
- простий перехід до 3D-моделі;
- передача 3D-моделі в розрахункову програму SCAD, СТАРТ;
- новий підхід до вирішення задачі створення інформаційних моделей будівель.

#### Висновок

Використання комп'ютерів у будівництві стало обов'язковим сьогодні. Із появою систем автоматизованого

проективання архітекторам вдалося зменшити строки проектування будівель, підвищити продуктивність праці, швидко та зручно розробляти документацію до проекту, а також зекономити гроші при будівництві. Було проведено огляд відомих САПР для будівництва.

#### Список літератури

1. DWG. – [Електронний ресурс]; Режим доступу: <http://dwg.ru/sapr/ch64>
2. Graphisoft. Virtual Building Solutions. – [Електронний ресурс]; Режим доступу: <http://archicad.ru/company/technology/teamwork.html>
3. Graphisoft. Virtual Building Solutions. – [Електронний ресурс]; Режим доступу: <http://archicad.ru/company/technology/bim.html>
4. Компания «Эло». – [Електронний ресурс]; Режим доступу: <http://www.elo.ru/cadwork/>
5. 1 СОФТ программы в подлиннике. – [Електронний ресурс]; Режим доступу: <http://www.lcsoft.ru/publications/8144/15806128/>

УДК 699.86

### **ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ, КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ ТАКИХ ЯК: AUTODESK ТА AUTOCAD В БУДІВЕЛЬНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ.**

**Д.С. Прокопенко, гр. БІ 16-3СК-2**  
**І.О. Скриннік, доц., канд. техн. наук**  
**С.О. Карпушин доц., канд. техн. наук**  
*Кіровоградський національний технічний університет*

У сучасному світі комп'ютерні інформаційні технології та керуючі системи проникають в усі сфери діяльності. Будівництво та архітектура не є винятком. Складність інженерних розрахунків будівельних конструкцій та прийняття

зважених архітектурних рішень вимагає застосування сучасних комп'ютерних систем і технологій. Для архітектурного проектування, інженерних і будівельних розрахунків застосовується програмне забезпечення, яке умовно можна розділити на:

1. Програмне забезпечення для архітектурно-будівельного проектування та підготовки будівельної документації (Autodesk Building Design Suite; Autodesk Revit Architecture; Autodesk Factory Design Suite; Autodesk Factory Design Suite; AutoCAD Architecture);
2. Системи для моніторингу архітектурно-будівельних проектів та планування будівельних робіт (Autodesk Navisworks);
3. Проектування будівельних конструкцій (Autodesk Revit Structure; Tekla Structures);
4. Проектування інженерних систем будівель (AutoCAD MEP, Revit MEP);
5. Системи автоматизованого проектування загального призначення (AutoCAD; AutoCAD LT, Autodesk 3ds MaxDesign; Std Manager CS);
6. Архітектурно-будівельні додатки для AutoCAD (ПАРКС, СПДС Graphi CS);
7. Програми для розрахунку будівельних конструкцій (SCAD Office, SCAD (StructureCAD), Комета, Кристалл, Арбат, Камин, Монолит, Конструктор сечений, КоКон);
8. Додатки для проектування і розрахунків сантехнічних систем (АРС-ПС, ВЕНТСИС);
9. Програми для проектування і розрахунків трубопроводів, теплообмінників тощо. (AutoCAD Plant 3D, Autodesk Plant Design Suite, Plant 4D, СТАРТ, ГИДРОСИСТЕМА, РЕСУРС, Еколог-ШУМ тощо);
10. Програми для геотехнічних розрахунків (Plaxis, Plaxis Dynamics Module, Plax Flow, Plaxis 3D Tunnel, Plaxis 3D Foundation);

## 11. Проектування об'єктів інфраструктури (Autodesk Civil 3D, Geoni CS).

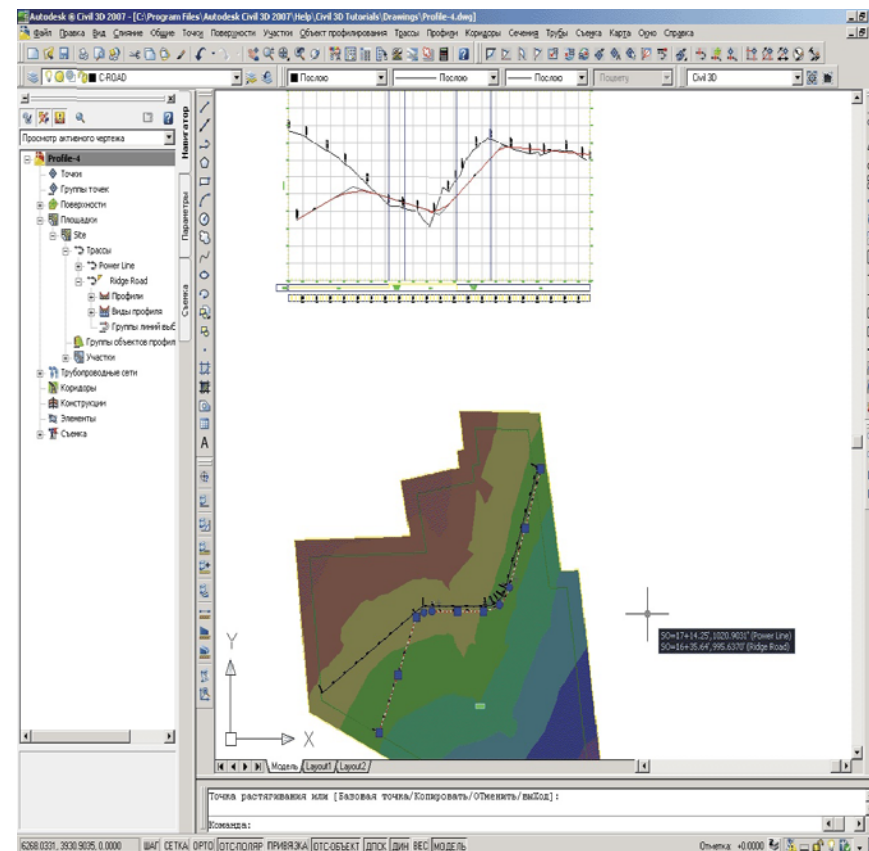


Рисунок 1 – Графік Проектування

Тож однією з основних програм для будівельної інженерії є – AutoCAD. Це - дво- і тривимірна система автоматизованого проектування і креслення розроблена компанією Autodesk. Перша версія була випущена в 1982 році. AutoCAD і спеціалізовані додатки на його основі знайшли широке застосування в машинобудуванні, будівництві, архітектурі та інших галузях промисловості. Вперше випущений в грудні 1982 року AutoCAD був однією з перших програм САПР для роботи на персональних комп'ютерах,

зокрема, IBM PC. У той час, більшість інших CAD-програм працювали на великих [ЕОМ](#).

AutoCAD і AutoCAD LT підтримують англійську, німецьку, французьку, італійську, іспанську, японську, корейську, китайську спрощену, китайський традиційну, російську, чеську, польську, угорську, бразильську португальську, датську, голландську, шведську, фінську, норвезьку і в'єтнамську мови. Рівень локалізації варіюється від повної адаптації, до перекладу тільки довідкової документації. Ранні версії AutoCAD оперували невеликим числом елементарних об'єктів, такими як кола, лінії дуги і текст, з яких склалися складніші. У цій якості AutoCAD заслужив репутацію «електронного кульмана», яка залишається за ним і понині. Однак, на сучасному етапі можливості AutoCAD дуже широкі і набагато перевершують можливості «електронного кульмана».

В області двовимірного проектування AutoCAD як і раніше дозволяє використовувати елементарні графічні примітиви для отримання складніших об'єктів. Крім того, програма надає вельми обширні можливості роботи з шарами і аннотативними об'єктами (розмірами, текстом, позначеннями). Використання механізму зовнішніх посилань (XRef) дозволяє розбивати креслення на складові файли, за які відповідальні різні розробники, а динамічні блоки розширюють можливості автоматизації 2D-проективання звичайним користувачем без використання програмування. Починаючи з версії 2010 в AutoCAD реалізована підтримка двовимірного [параметричного креслення](#).

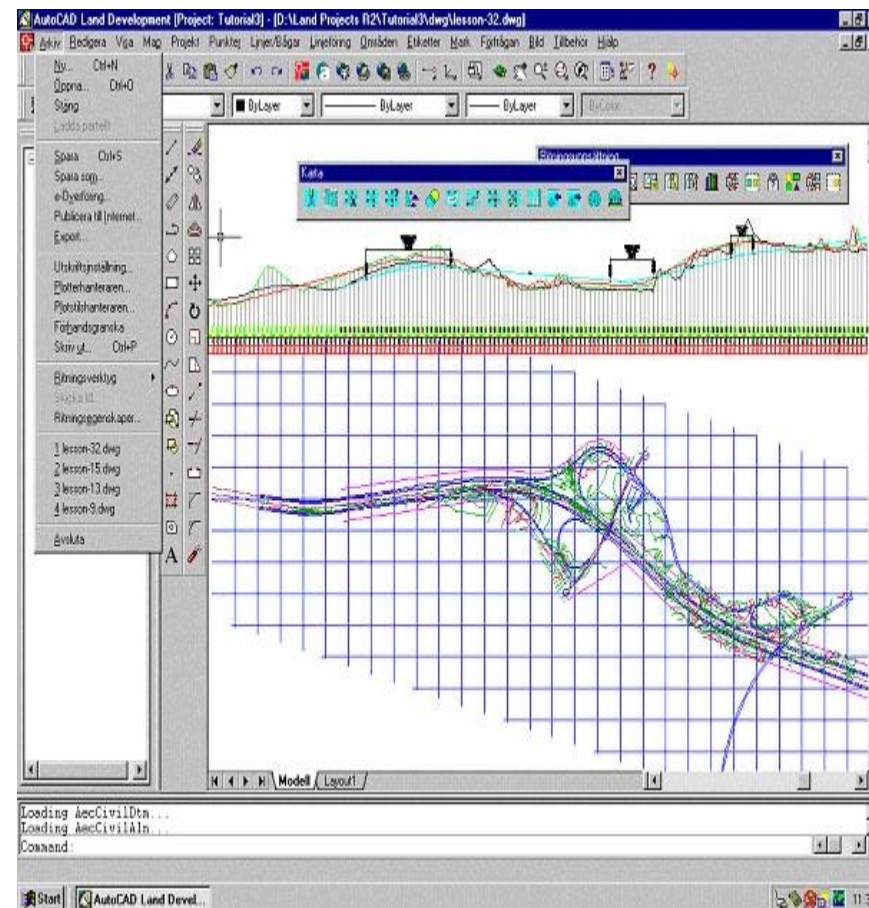


Рисунок 2 – Зображення динамічних блоків

AutoCAD підтримує декілька інтерфейсів [API](#) для налаштування і автоматизації. До них відносяться [AutoLISP](#), [Visual LISP](#), [VBA](#), [.NET](#) і [ObjectARX](#). ObjectARX є [C++](#) бібліотекою класів, яка також була базою для розширення продуктів AutoCAD в конкретних областях, для створення продуктів, таких як AutoCAD Architecture, AutoCAD Electrical, AutoCAD Civil 3D, або сторонніх AutoCAD-додатків.

Студентські версії AutoCAD, призначені виключно для використання студентами та викладачами в освітніх цілях,

доступні для безкоштовного завантаження з сайту Освітнього спільноти Autodesk. Функціонально студентська версія AutoCAD нічим не відрізняється від повної, за одним винятком: DWG-файли, створені або відредаговані в ній, мають спеціальну позначку (так званий освітній прапор), яка буде розміщена на всіх видах, при друку файлу (незалежно від того з якої версії - студентської або професійної - виконується друк). Об'єкти, створені в студентському версії не можуть бути використані для комерційного використання. Ці об'єкти "заражують" DWG файли створені в комерційній версії, якщо імпортуються. Студентська спільнота Autodesk надає зареєстрованим студентам безкоштовний доступ до різних програм Autodesk.

Основним форматом файлу AutoCAD DWG є - закритий формат, спочатку розробляється Autodesk. Для обміну даними з користувачами інших САПР пропонується використовувати відкритий формат DXF. Слід зазначити, що файли з розширеннями [DWG](#) і [DXF](#) може читати більшість сучасних САПР, оскільки дані формати є стандартом де-факто в області двовимірного проектування. Для публікації креслень і 3D-моделей (без можливості редагування) використовується формат [DWF](#), також створений компанією Autodesk. Крім цього, програма підтримує запис і читання (за допомогою процедур імпорту / експорту) файлів 3DS формату, DGN, SAT і деяких інших.

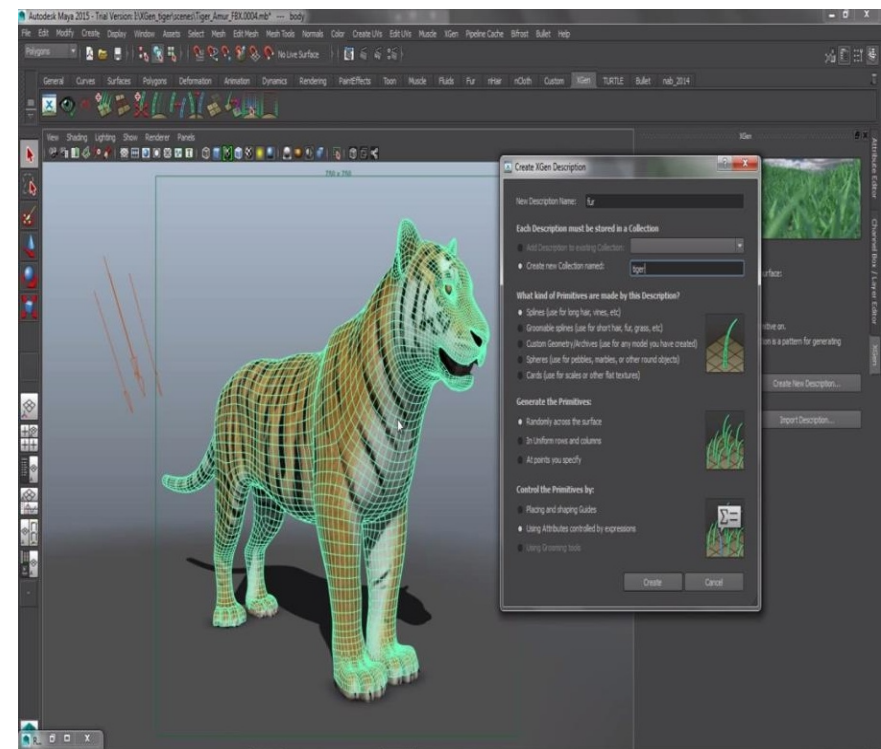


Рисунок 3 – Відтворення зображення у вигляді тварини.

Цю програму та майже всі потрібні в будівництві випускає компанія Autodesk. «**Autodesk, Inc**» - американська транснаціональна корпорація, найбільший у світі постачальник програмного забезпечення ([САПР](#)) для промислового і цивільного будівництва, машинобудування, ринку засобів інформації та розваг. Починаючи з випуску [AutoCAD](#) у 1982 році, компанією Autodesk був розроблений широкий спектр рішень для архітекторів, інженерів, конструкторів, що дозволяють їм створювати цифрові моделі. Технології Autodesk використовуються для візуалізації, моделювання та аналізу поведінки конструкцій, що розробляються на ранніх стадіях проектування і дозволяють не просто побачити модель на екрані, а й випробувати її. Зараз налічується понад 9 млн користувачів Autodesk по всьому світу. Autodesk заснована

в 1982 році Джоном Уолкером (англ. John Walker) і дванадцятьма іншими співзасновниками, штаб-квартира компанії розташована в Сан-Рафаелі (Каліфорнія, США). Першим продуктом Autodesk став розроблений в 1982 році AutoCAD — система автоматизованого проектування, призначена для роботи на пристроях, відомих у той час як «мікрокомп'ютери», включаючи восьмирозрядну операційну систему CP/M і нові шістнадцятирозрядні IBM Personal Computer (ПК). Вона дозволяла створювати деталізовані креслення і була доступна для багатьох невеликих компаній. Джон Уолкер і 12 інших розробників AutoCAD і стали засновниками Autodesk. У 1985 році компанія стала публічною, здійснивши первинне розміщення. На початку 90-х була проведена реструктуризація компанії: створено 5 самостійних підрозділів, що займалися розробкою п'яти головних продуктивних лінійок компанії. У квітні 1992 року компанію очолила Керол Барц (англ. Carol Bartz), до того обіймала посаду віце-президента Sun Microsystems. Барц стала однією з двох жінок-президентів найбільших технологічних компаній. Після свого призначення вона прагнула досягти таких основних цілей: довести вартість Autodesk до 1999 року до \$ 1 млрд і знизити її залежність від AutoCAD як основного джерела доходів.

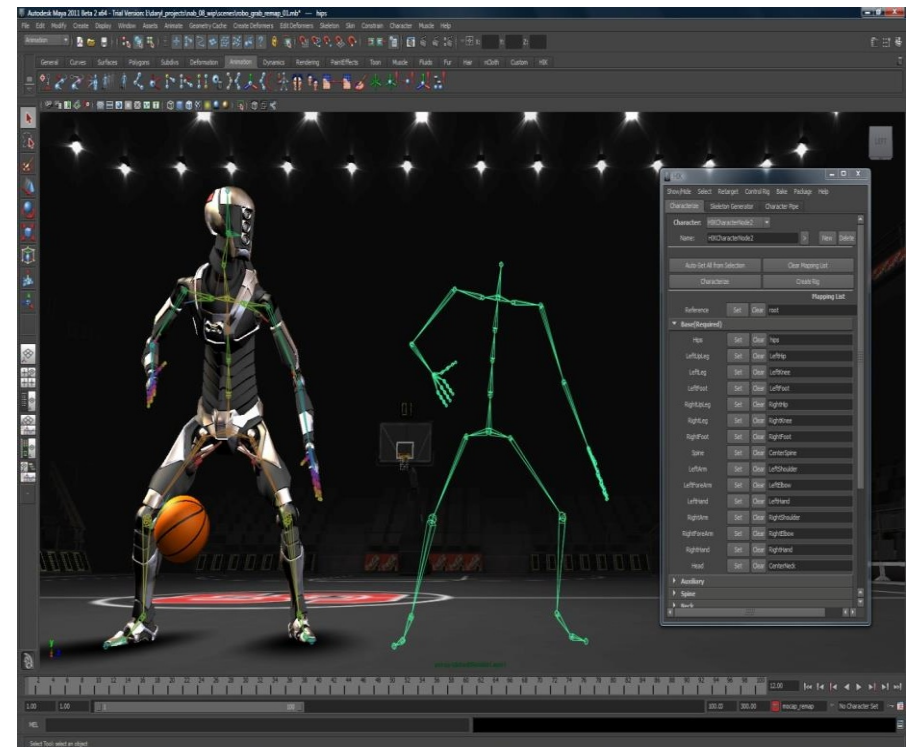


Рисунок 4 – Зображення руху.

У тому ж 1992 році Autodesk зупинила розробку нових версій AutoCAD для Unix і Apple Macintosh, а в 1997 році — для MS-DOS, зосередившись виключно на середовищі Microsoft Windows. На початку 90-х Autodesk почала активно розробляти спеціалізовані версії AutoCAD для різних галузей, включаючи архітектуру, цивільне будівництво та машинобудування. На початку 2000-х компанія також додала в свій портфель ряд продуктів, які не ґрунтуються на AutoCAD, такі як систему інформаційного моделювання будинків Revit і основу технології цифрового прототипу Autodesk Inventor. У 2004 році AutoCAD став найбільш широко використовуваною у світі САПР серед двомірних неспеціалізованих додатків. Формати файлів DWG і DXF, розроблені спеціально для нього, також

стали широко застосовуватися для обміну даними між різними САПР. 1 травня 2006 Autodesk очолив **Карл Басс**, до того колишній операційний директор (COO) компанії. **Керол Барц** зайняла посаду першого виконавчого голови ради директорів, яку залишила на початку 2009 року, ставши генеральним директором компанії **Yahoo!**

### Список літератури

1. Алексеев Ю.М., Вертегел А.Г., Даниленко В.М. Історія України. – К., 1994.
2. Археологія та стародавня історія України. Курс лекцій. – К., 1992.
3. Борисенко В.Й. Нариси історії України. – К., 1993.
4. Винокур І.С., Телегін Д.Я. Археологія України. Навч. посібник. – К., 1994.
5. Давня історія України: У 2 кн. – К., 1994.
6. Історія України. Нове бачення. – К., 1995. – Т.1. – С. 5-39.
7. Історія України. Курс лекцій. – К., 1991. – Кн.1. – Лек. 1,2.
8. Чмихов М.О., Кравченко Н.М., Черняков І.Т. Археологія та стародавня історія України. – К., 1992.

УДК 625.08.004

## **ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ У РОБОТІ ПРОЕКТУВАЛЬНИКА НА ПРИКЛАДІ SKETCHUP**

**І. К.Рябуха** студент гр. БП 15-1 (2ск)

**І.О. Скриннік**, доц., канд. техн. наук

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

*Кіровоградський національний технічний університет*

В сучасному проектуванні, коли рівень спеціалістів дуже високий, а конкуренція величезна – необхідно якісно виділитися серед когорти своїх візаві. Тепер, коли майже у

кожної людини є доступ до всесвітньої павутини, коли можна нарахувати кілька десятків спеціалізованих програм для роботи, коли можна по відеоурокам освоїти будь-що – це зробити доволі нескладно. Хотілося б розповісти про чудову, і, на мою думку, недооцінену програму, завдяки якій можна в декілька разів полегшити роботу з замовником. Мова йде про SketchUp.

Що саме виділяє цю програму з поміж інших програм подібної направленості? Перше, що спадає на думку – це низький поріг входження. Буквально за пару годин можна освоїти усі базові інструменти, необхідні для того, щоб вільно себе почувати і не лякатися усіх цих іконок. До речі, про інтерфейс, - все дуже лаконічно і інтуїтивно зрозуміло. Лінії, прямокутники, еліпси – все це ми вже знаємо з «автокаду», «архікаду» і подібних програм. На рис. 1 ви можете побачити зовнішній вигляд робочого вікна програми.

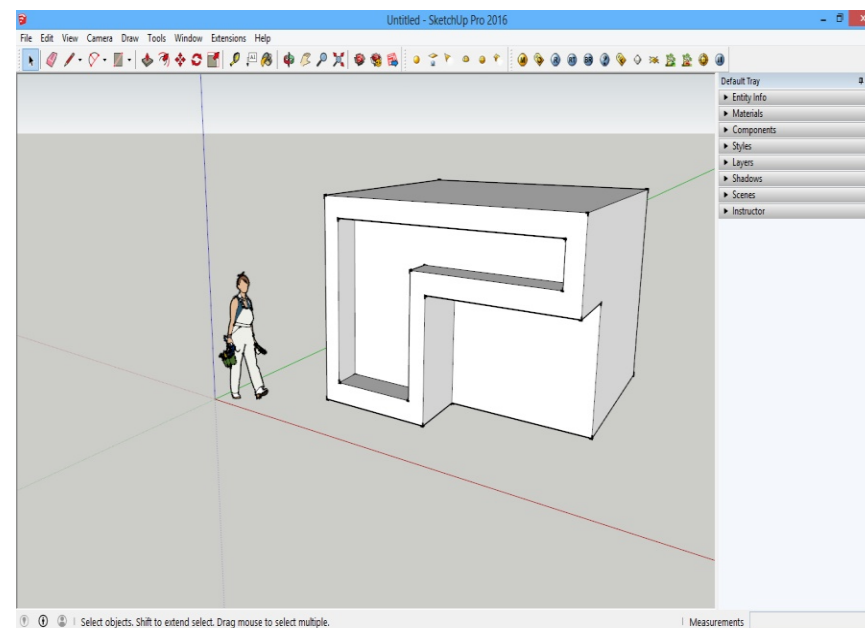


Рис. 1 – Інтерфейс програми

Тому, що SketchUp славиться зручністю для користувача і невибагливістю, є причина: розробники не жертвують

зручністю заради функціональності. Все починається з малювання ліній і фігур. Видавлюйте і витягайте поверхні, перетворюючи їх у тривимірні форми. Розтягуйте, копіюйте, повертайте і фарбуйте, щоб втілити будь-який свій задум у життя.

У більшості випадків при роботі з 3D-проектами в певний момент виникає необхідність перетворити модель в набір креслень, які зможуть передати весь сенс. Саме для цього існує додаток до SketchUp під назвою LayOut. Він дозволяє обирати масштаб креслень, регулювати товщину ліній і додавати розміри, робити розрізи в один клік. При внесенні змін у свою модель SketchUp – все відобразиться у LayOut на кресленнях. Якщо знадобиться, є можливість експорту сторінок у вигляді PDF-файлів, зображень і САПР-файлів. Приклад роботи у LayOut зображено на рис. 2.



Рис. 2 – Робота з Layout

SketchUp дуже легкий у налаштуванні. У програмі, окрім стандартних функцій є розширення. Розширення – додаткові «мікропрограми», які встановлюються для вирішення проблем моделювання. І таких програм існують сотні. Для прикладу можна привести розширення під назвою Sefaira. За допомогою нього можна виконувати енергетичне моделювання, аналіз продуктивності будівництва, сценарії денного освітлення: все створюється в режимі реального часу, поки ви займаєтесь моделюванням. 1001bit tools має у своєму розпорядженні готові бібліотеки будівельних конструкцій, починаючи зі стін, і закінчуючи сходовими маршами будь-яких розмірів. А за допомогою V-Ray можна створювати неймовірні, за рівнем деталізації, візуалізації. Приклади роботи з розширеними показано на рис. 3.

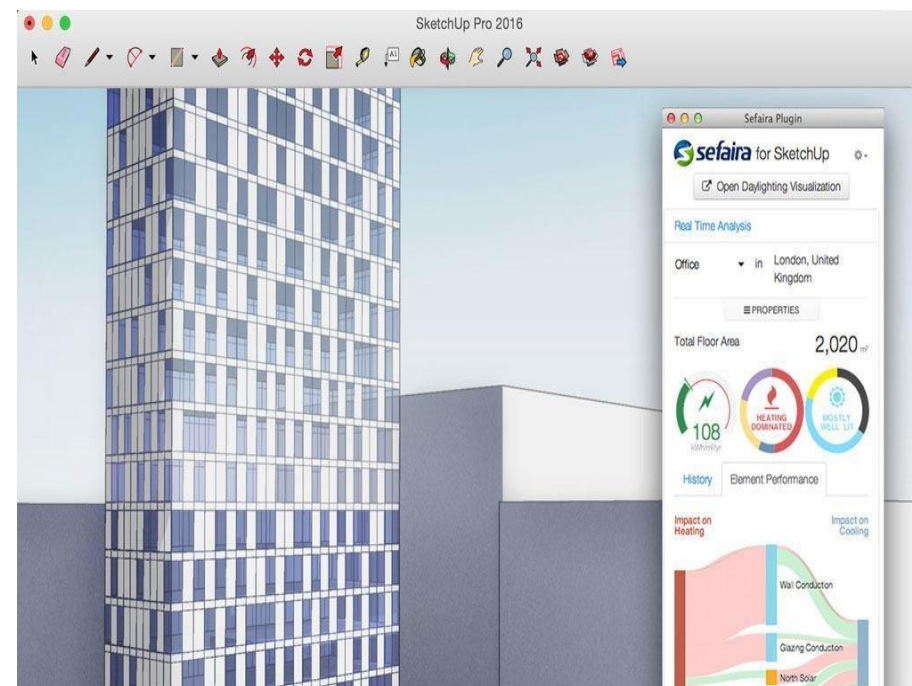


Рис. 3 – Робота із Sefaira

Підсумовуючи усе вищесказане, можна з упевненістю сказати, що така програма, як SketchUp має бути на озброєнні будь-якого проектувальника, котрий хоче чогось досягти у своїй професії. Легкість освоєння, наявність безлічі функцій і можливість у один клік перетворити проект у цілу низку креслень – все це робить SketchUp лідером на ринку подібних програм.

УДК 691.53

## **АНАЛІЗ СПОСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ КЛАДКИ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ЦЕМЕНТНО-ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙ В КЛАДОЧНИХ РОЗЧИНАХ**

**Т.Є. Вільганюк**, *ст. гр. БП15МЗ,*  
**І.О. Скриннік**, *доц., канд. техн. наук*  
**В.В. Дарієнко** *доц., канд. техн. наук*

*Кіровоградський національний технічний університет*

В даний час цементно-полімерні композиції є основою багатьох сучасних будівельних матеріалів. Дослідженнями вітчизняних і зарубіжних фахівців показано, що добавки водорозчинних полімерів і емульсій значно покращують технологічні характеристики розчинних сумішей, фізико-механічні показники розчинів і конструкцій на їх основі, підвищують ефективність роботи кам'яної кладки і відсоток використання міцності цегли. Однак, в більшості випадків добавки полімерів є дорогими продуктами імпортного виробництва без чітко вказаного складу компонентів, число яких може бути більше 3. Це ускладнює вибір добавок для виробництва цементно-полімерних композицій. У вітчизняній

науково-технічній літературі недостатньо висвітлені питання про закономірності впливу складу функціональних груп полімерів вітчизняного та зарубіжного виробництва на основні властивості цементно-полімерних композицій.

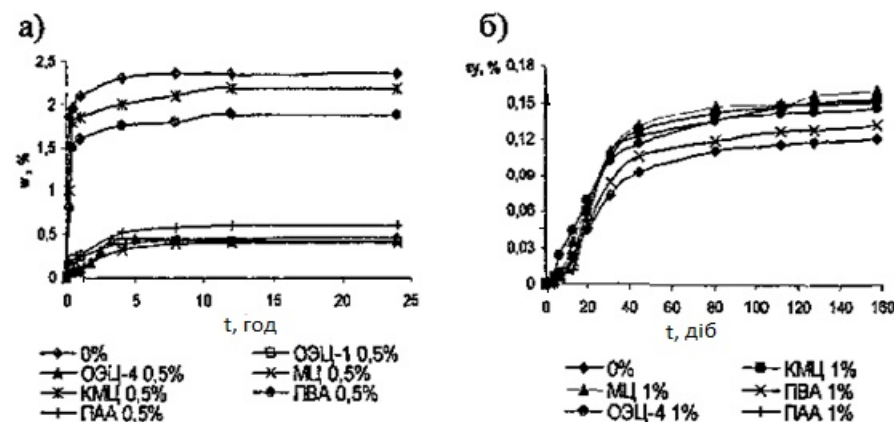


Рисунок 1 – Кінетика водовідділення і усадки розчинних сумішей і затверділих розчинів протягом 24 год (а) і пізніше (б)

У зв'язку з викладеним, актуальною є проблема встановлення найбільш важливих закономірностей сумісності компонентів цементно-полімерних композицій між собою, що дозволить проводити науково-обґрунтований вибір компонентів раціонального складу кладочних розчинів. Доцільною є також розробка способів підвищення несучої здатності кладки за рахунок ефективного використання міцності складових її каменю і розчину. Раціональне рішення цієї проблеми полягає в скороченні витрат водорозчинних полімерів, оскільки в даний час добавки емульсій і латексів полімерів вводяться в кількості 10...20 % від маси цементу.

### **Список літератури**

1. Ищенко И.И. Технология каменных и монтажных работ: Учебник для средн. проф.- техн. училищ – 3-е изд., перераб. и доп.- М.: Высш. шк., 1984.

2. Оноприенко Н.Н., Рахимбаев Ш.М. Структурообразование цементных систем с добавкам и полимеров // Проблемы строительного комплекса России: Материалы VII Междунар. науч.-техн. конф.- Уфа: УГНТУ, 2004.-Т.А.-С. 74-75 .

УДК 699.814

## **КЛАСИФІКАЦІЯ ТА МЕХАНІЗМ ДІЇ СУПЕРПЛАСТИФІКАТОРІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БЕТОНУ**

**Є.О. Остапенко, ст. гр. БП15М,  
І.О. Скриннік, доц., канд. техн. наук  
Кіровоградський національний технічний університет**

В сучасній технології виробництва бетонних і залізобетонних виробів, один з основних факторів, що дозволяє поліпшити якість конструкцій, є введення хімічних добавок, що модифікують властивості бетонної суміші та бетону в кращу сторону.

Основними хімічними добавками, які використовують у виробництві бетону є суперпластифікатори. Вони являють собою диспергатори - стабілізатори цементної суміші, що утворюють в результаті адсорбції на поверхні розділу твердої і рідкої фаз структуровану плівку [1]. Поширені в даний час на ринку суперпластифікатори можна класифікувати за двома ознаками: за природою (складом) матеріалів і за основним ефектом у механізмі дії на цементні системи.



Рисунок 1 – Суперпластифікатори промислового виробництва

Згідно загальноприйнятої класифікації добавок у бетони[1], в залежності від хімічного складу суперпластифікатори поділяються на такі групи:

I - сульфовані меламінформальдегідні з'єднання (МФ) і комплекси на їх основі;

II — сульфовані нафталінформальдегідні з'єднання (НФ) і комплекси на їх основі;

III - модифіковані лігносульфонати (ЛСТ);

IV - полікарбоксилати (П).

Суперпластифікатори IV групи, які отримали поширення в останнє десятиліття, є більш ефективними, ніж інші групи суперпластифікаторів. Перевага останніх багато фахівців пов'язують з будовою молекул; суперпластифікатори типів НФ, МФ і ЛСТ характеризуються лінійною формою полімерного ланцюга; для суперпластифікаторів типу П характерна

просторова форма полімерного ланцюга з поперечними ланками [2].

З появою різних нових матеріалів, що володіють властивостями суперпластифікаторів стає важко згрупувати їх залежно від складу, тому класифікація суперпластифікаторів за другою ознакою — основного ефекту в механізмі дії видається більш переконливою.

### Список літератури

1. Баженов Ю.М., Демьянова В.С., Калашников В.И. Модифицированные высококачественные бетоны. Изд-во АСВ. 2006. 368 с.
2. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика.-2-е изд., перераб. и доп.-М.:Технопроект,1998.-768с.

УДК 004.94

## ***TALL PLASTIC: ІННОВАЦІЇ В ГАЛУЗІ ВИСОТНОГО ЖИТЛОВОГО БУДІВНИЦТВА***

**Швець О.М.,** *ст. гр. БП 16-МН,  
В.А. Настоящий, доц., канд. техн. наук*  
*Кіровоградський національний технічний університет*

**Вступ.** На сьогоднішній день проблема забруднення довкілля полімерними матеріалами є дуже актуальним питанням в нашій країні. Використання нових технологій з самого початку будівництва дає можливість заощаджувати ресурси, а використання полімерних матеріалів значно зменшить собівартість будівельних, а також ремонтних робіт в будівлі.

**Мета роботи** – забезпечити вторинну переробку полімерних відходів і виготовлення несучих і огорожуючих конструкцій із полімерів.

**Об’єкт дослідження** – Технологія TALL PLASTIC.

**Предмет дослідження** – будівельні несучі і огорожуючі конструкції із полімерів.

Методи досліджень – лабораторні дослідження з визначенням фізико-механічних, хімічних, біологічних властивостей полімерних конструкцій.

Початок роботи над розробкою нової технології:- TALL PLASTIC, розпочався, коли виникла ідея очистки доквілля з допомогою вторинної переробки полімерних матеріалів.

Як стверджують розробники, технологія забезпечить американським будівельникам можливість споруджувати багатоповерхові житлові будинки, займатися будівництвом доріг, і в цілому, облаштовувати всю необхідну в країні інфраструктуру виключно з якісної вторинно переробленої пластмаси місцевого виробництва.

Технологія TALL PLASTIC вже отримала статус «майбутнього американської будівельної індустрії». Нею зацікавилися також будівельники та з інших країн.

Для розробки унікальної технології був спеціально запрошений відомий у США архітектор Паркер Кернер. Високо оцінюючи потенціал використання та очевидні переваги корпусів плоскої форми, а також відомої багатьом технології каркасного будівництва, спеціаліст розробив досить просту з технічної точки зору будівельну систему. В рамках цієї системи, армовані поліетиленові балки стандартного типу просто вставляються в конструкції колон, виготовлених за стандартною заводською технологією. Несучі, так само як і огорожувальні конструкції міцно, щільно, і ґрунтовно фіксуються на колонах, для чого використовується інша нова розробка - унікальна система дерев'яних штифтів, на яку вже оформлений відповідний патент. Як підкреслює розробник цієї технології, мова йде про чудово адаптується і досить міцної конструкції.

Архітектор, втім, зазначає, що можливостей для створення різних декоративних надмірностей у неї не так багато. Однак цього буде цілком достатньо для якісного,

швидкого та доступного за ціною будівництва будинків висотою понад 30 поверхів.

В цілому, ініціатори впровадження такої розробки переконані, що пластмасова сучасна промисловість, підприємства якої переробляють етил-бензин і хлор у ПВХ, винид та інші стійкі, міцні матеріали, стане більш екологічною. Зокрема, використання технології зможе допомогти врятувати американські ліси від забруднення і руйнування. А кар’єри, на яких видобуваються інертні матеріали і вапняк, доставляють стільки клопоту жителям США, і залишаються предметом запеклих суперечок екологів, у перспективі, можна буде переобладнати в рекреаційні зони. Для сучасної екології це стало б справжнім порятунком. Не дивно, що запропонована американськими фахівцями технологія вже стала об’єктом пильної уваги та інтересу з боку країн, дотримується принципів так званого "зеленого будівництва". Не секрет, що проблема екологічної безпеки будівництва і виробництва будматеріалів активно обговорюється на міжнародному рівні. Розробки в цій сфері мають чудове фінансування, і рішення, запропоноване в Америці, стало, мабуть, найбільш вдалим і перспективним за останні кілька років.

Над створенням подібної системи, в рамках якої можна було б організувати безвідходне та екологічно безпечне виробництво будівельних матеріалів, сьогодні працюють багато підприємств, окремі вчені і групи спеціалістів при провідних світових університетах. Регулярно вони представляють увазі громадськості свої роботи, однак більша їх частина, на жаль, представляє виключно теоретичний, а не практичний інтерес. На відміну від таких робіт, технологія TALL PLASTIC, вже сьогодні, на етапі стартового впровадження, може називатися ефективною і цілком реальною. Важливо й те, що її впровадження дозволяє економити фінансові кошти і природні ресурси. Сьогодні, в умовах нестабільної економічної ситуації в світі, це особливо актуально.

**Висновки.** Таким чином впровадження даної технології дозволило довести, що за допомогою такої технології можна

зберегти лісові насадження та надмірне видобування вапняку в кар’єрах, а також переробляти сміття із полімерів щоб не забруднювати навколишнє середовище.

УДК 633.853.32.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПР «SOLIDWORKS» ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТА ФЕРМЫ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КАРКАСА ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ.**

**Матевощук Э.Н., магистрант гр. БП 15 МЗ,  
Настоящий В.А., канд.техн. наук, професор,  
Кіровоградський національний технічний університет**

Цель работы состояла в демонстрации возможностей САПР «Solid works 2013» в исследовании напряженного состояния металлических конструкций на примере элемента металлической фермы каркаса промышленного здания.

В среде САПР «Solid works 2013» был создан сварной элемент фермы с использованием уголков, представленный на рис.1.

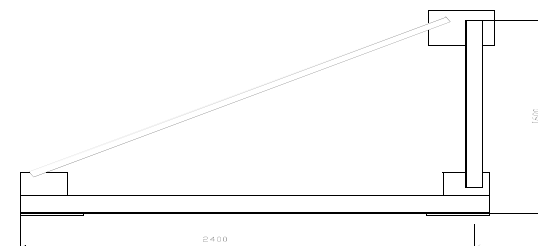


Рис. 1. Элемент фермы.

Все дальніші розрахунки виконувалися з допомогою внутрішнього продукту САПР «Solid works 2013». Визначалися діючі на 1 метр ферми постійні навантаження, включаючи вагу профнастилу, прогонов і власний вагу конструкції, а також тимчасові навантаження від ваги сніжного покриву для умов Кіровоградської області. На рис. 2,3,4, 5 в графічному вигляді представлені результати досліджень елемента ферми.

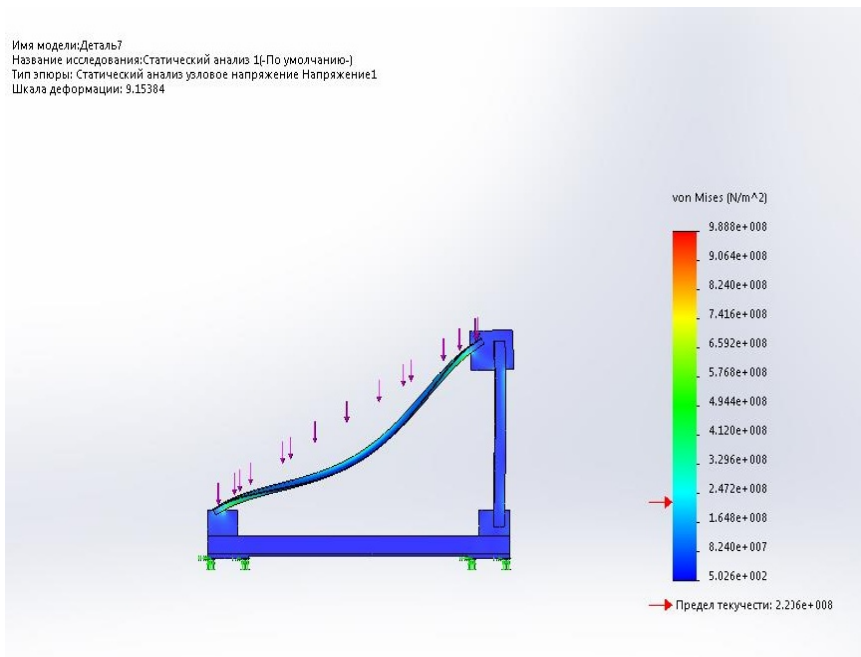


Рис.2. Результаты определения статического напряжения в деталях элемента фермы.

Имя модели: Деталь7  
Название исследования: Статический анализ 1(-По умолчанию-)  
Тип эпоры: Статическое перемещение Перемещение1  
Шкала деформации: 9.15384  
Глобальное значение: 0 до 28.371 mm

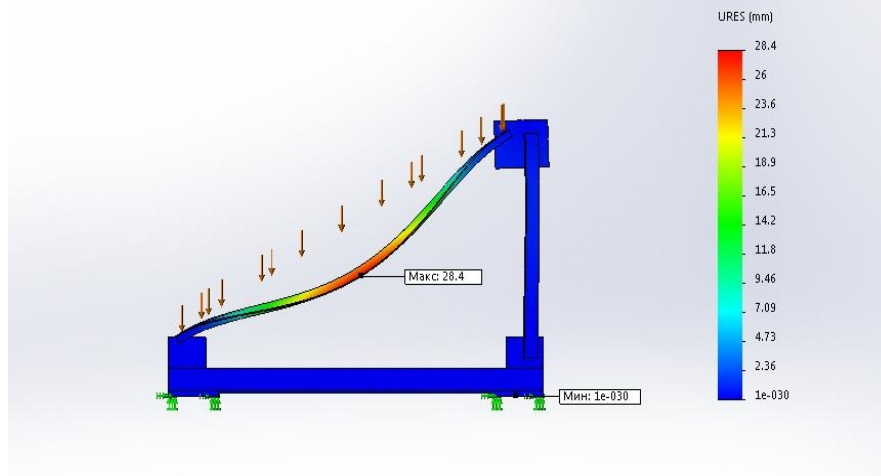


Рис.3. Результаты определения статического перемещения деталей элемента фермы.

Имя модели: Деталь7  
Название исследования: Статический анализ 1(-По умолчанию-)  
Тип эпоры: Статическая деформация Деформация1  
Шкала деформации: 9.15384  
Глобальное значение: 3.95709e-009 до 0.00269632

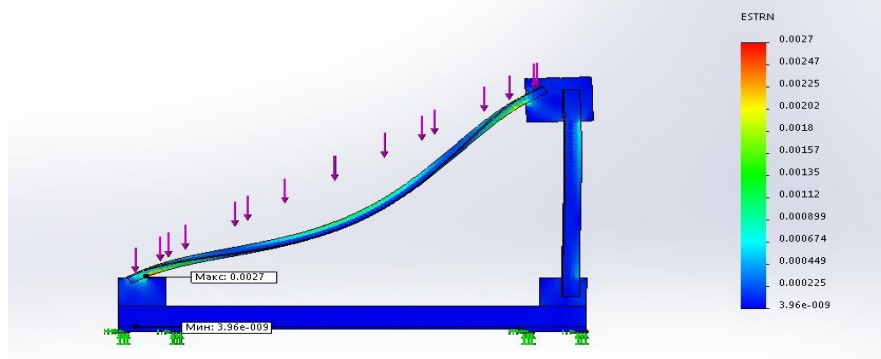


Рис.4. Результаты определения деформаций деталей элемента фермы.

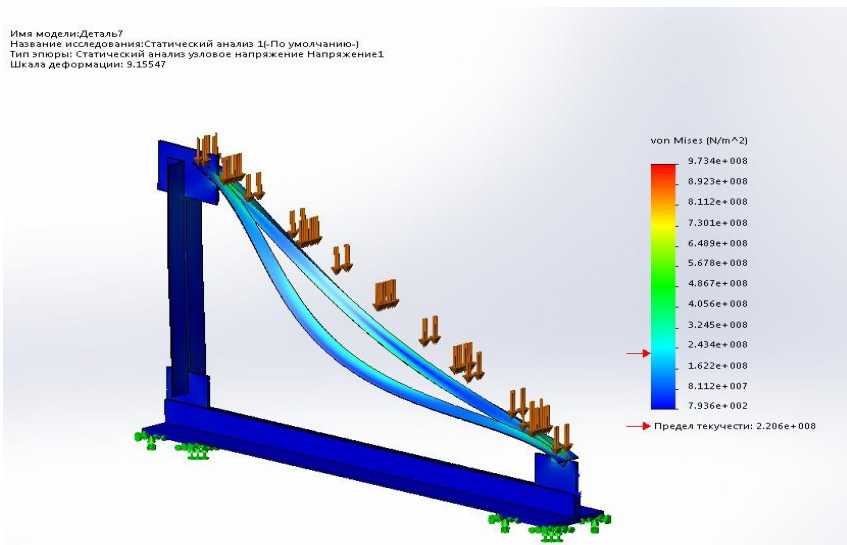


Рис.5. Статический анализ нажатия в раскосе элемента фермы.

Анализ результатов показывает, что напряжения и перемещения в раскосе фермы превышают допустимые, поэтому было принято решение усилить раскос фермы двумя привариваемыми пластинами из листового металла. На рис. 6, 7, 8, 9, 10 в графическом виде представлены результаты исследований элемента фермы усиленного пластинами листового металла.

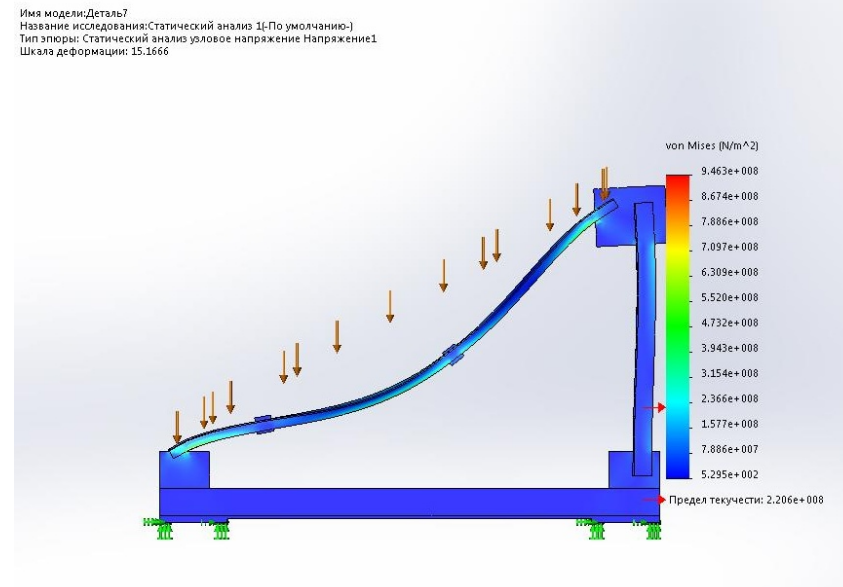


Рис.6. Результаты определения статического напряжения в деталях элемента фермы со вставками листового металла.

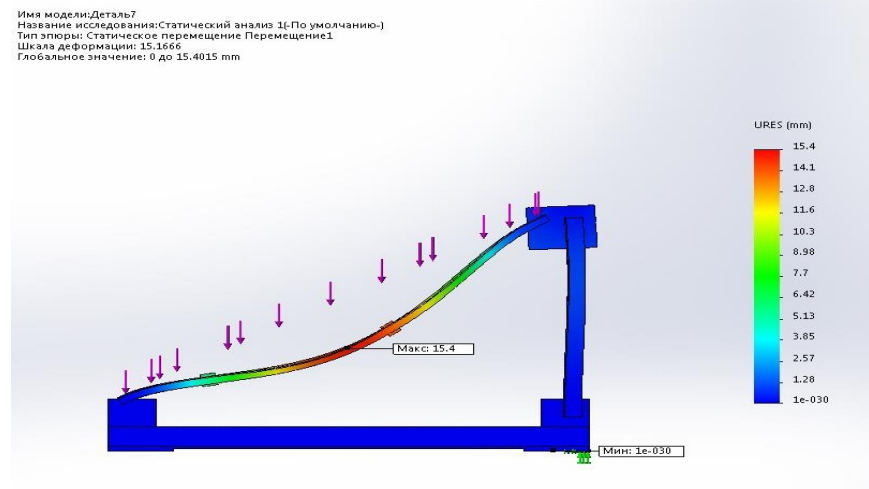


Рис.7. Результаты определения перемещений деталей элемента фермы со вставками листового металла.

Имя модели: Деталь7  
 Название исследования: Статический анализ 1(-По умолчанию-)  
 Тип элэоры: Статическая деформация Деформация1  
 Коэффициент деформации: 15,1666  
 Глобальное значение: 3.03544e-009 до 0.00241212

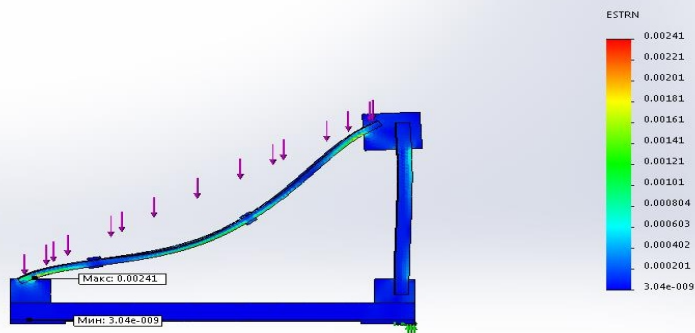


Рис.8. Результаты определения деформаций деталей элемента фермы со вставками листового металла.

Имя модели: Деталь7  
 Название исследования: Статический анализ 1(-По умолчанию-)  
 Тип элэоры: Статический анализ узловое напряжение Напряжение1  
 Шкала деформации: 15,2025

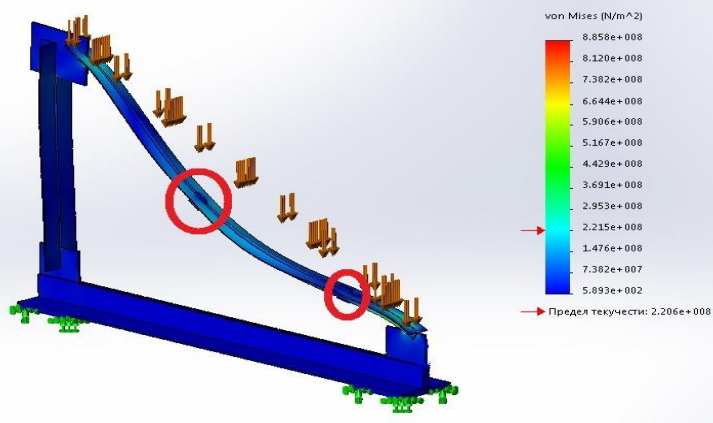


Рис.9. Статический анализ наращения в раскосе элемента фермы со вставками листового металла.

Имя модели: Деталь7  
 Название исследования: Статический анализ 1(-По умолчанию-)  
 Тип элэоры: Запас прочности Запас прочности3  
 Критерий: Авто  
 Распределение запаса прочности: Мин. коэффициент запаса прочности = 1,56

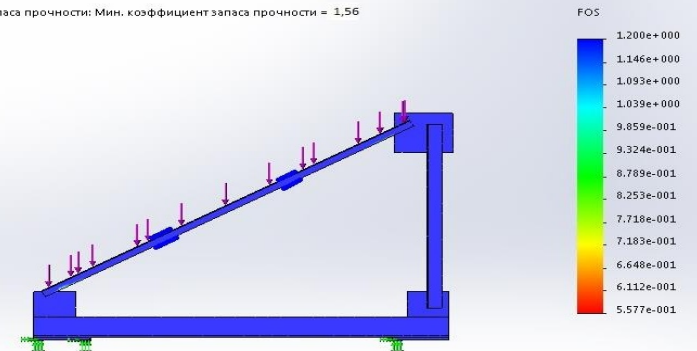


Рис.10. Результаты определения коэффициента запаса прочности деталей элемента фермы со вставками листового металла.

Анализ результатов показывает, что введение в конструкцию элемента фермы вставок листового металла обеспечивает при заданных нагрузках работу деталей элемента фермы при допустимых уровнях напряжений, деформаций, перемещений и запаса прочности. На рис. 11 представлен элемент фермы предлагаемой конструкции со вставками листового металла в графическом редакторе «AutoCAD».

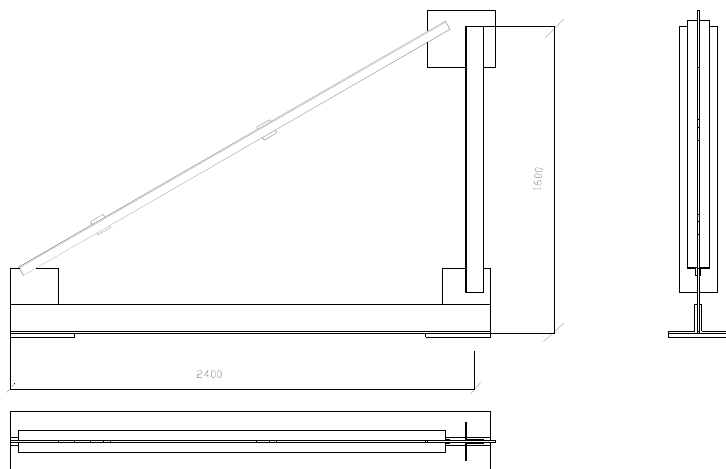


Рис 11. Элемент фермы предлагаемой конструкции со вставками листового металла.

УДК 633.853.32.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПР «SOLIDWORKS» ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ХАРАКТЕРИСТИК ФЕРМЫ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КАРКАСА ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ.**

**Адилханян М.Г.,** магістрант гр. БП 15 МЗ  
**Настоящий В.А.,** канд.техн. наук, професор,  
 Кіровоградський національний технічний університет

Цель работы состояла в применении САПР «Solid works 2013» для исследовании напряженного состояния и оптимизации конструкций металлической фермы. каркаса промышленного здания.

В качестве объекта исследования рассматривалась металлическая ферма каркаса промышленного здания предприятия по изготовлению мебели, представленная на рис. 1.

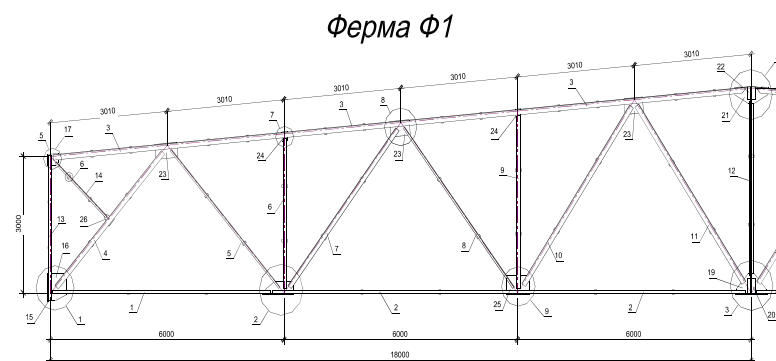


Рис. 1. Металлическая ферма каркаса промышленного здания.

Все дальнейшие расчеты выполнялись с помощью внутреннего продукта САПР «Solid works 2013». Определялись действующие на 1 метр фермы постоянные нагрузки, включающие вес покрытия, собственный вес конструкции, а также временные нагрузки от веса снежного покрова для условий г. Ковель Волынской области. На рис. 2,3,4 в графическом виде представлены результаты исследований фермы.

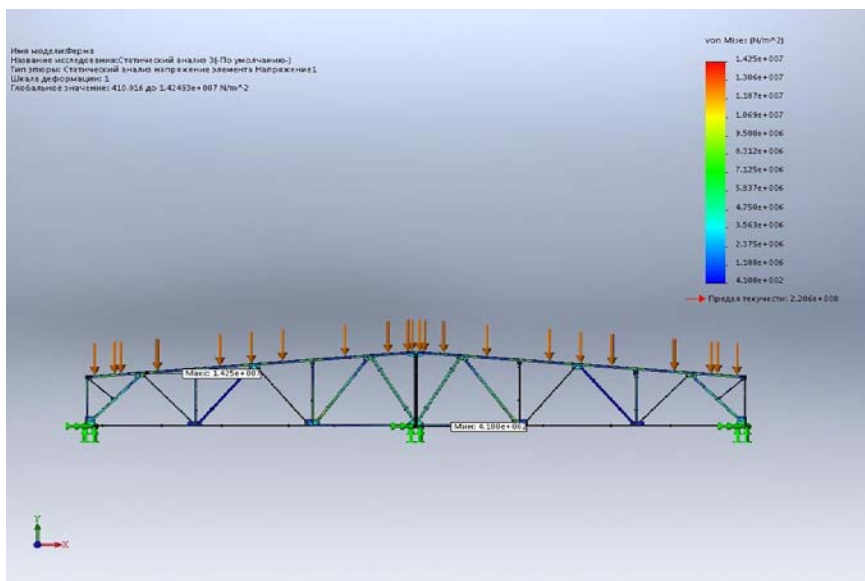


Рис. 2. Результаты определения напряжения в деталях фермы.

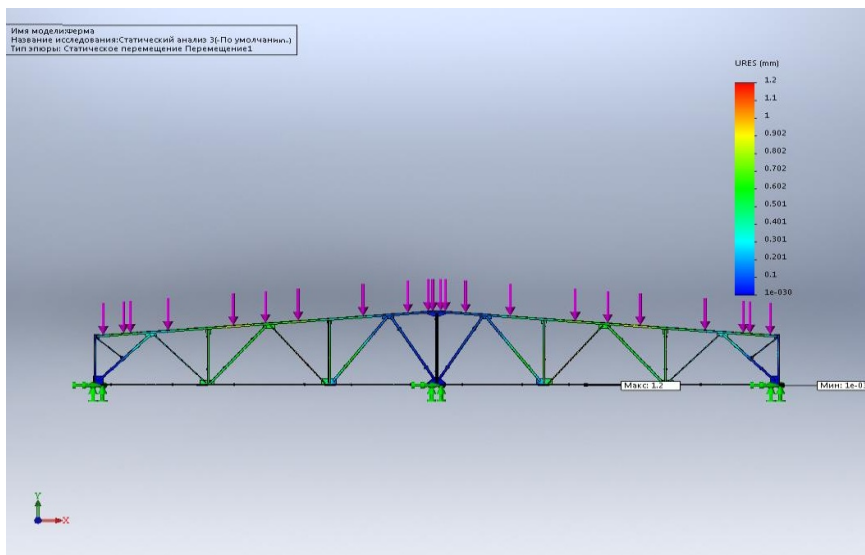


Рис. 3. Результаты определения деформаций деталей фермы.

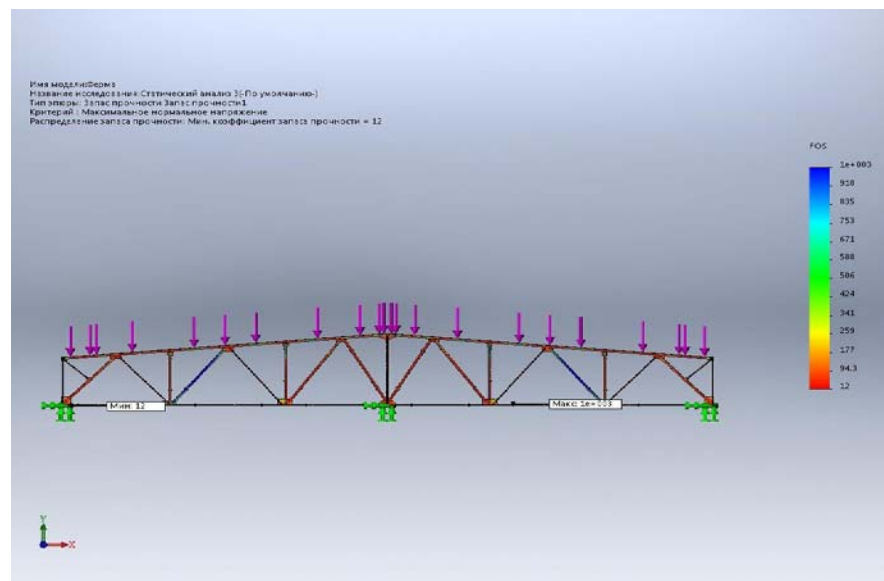


Рис. 4. Результаты определения коэффициента запаса прочности деталей фермы.

Анализ результатов показывает, что минимальные значения коэффициента запаса прочности деталей фермы составляют  $n=12$  и значительно превышают рекомендуемые, поэтому было принято решение смоделировать ферму в среде САПР «Solid works 2013» для снижения массовых характеристик деталей фермы и оптимизации коэффициента запаса прочности.

На рис. 5,6,7 представлены результаты исследований.

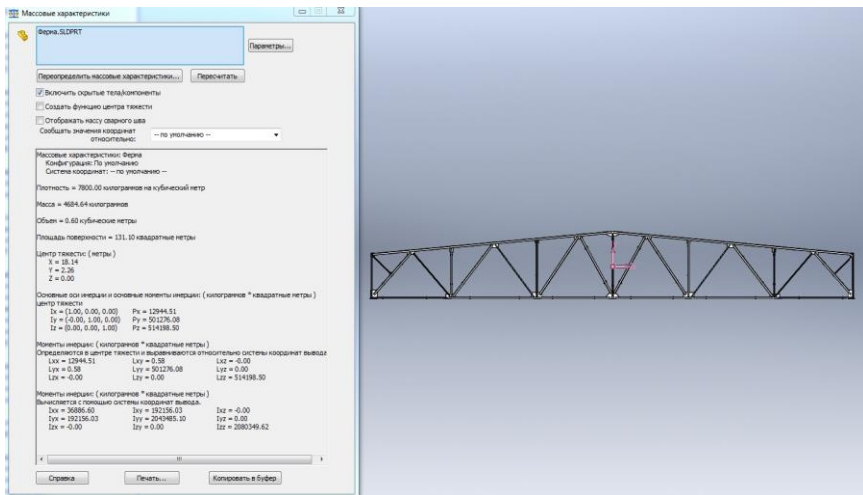


Рис. 5. Массовые характеристики фермы до оптимизации.

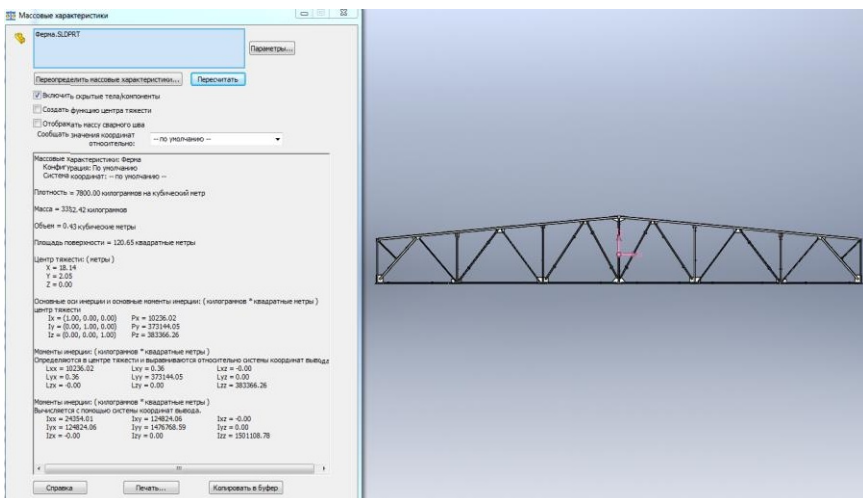


Рис. 6. Массовые характеристики фермы после оптимизации.

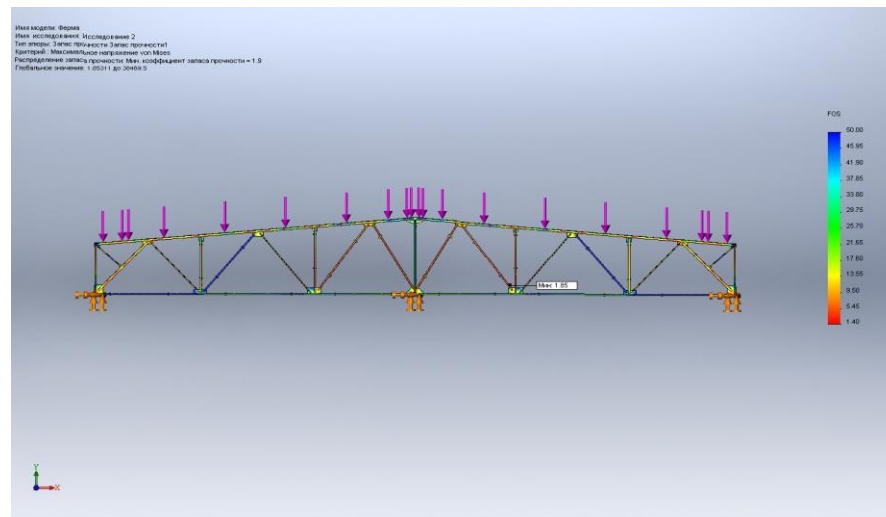


Рис.7. Результаты определения коэффициента запаса прочности деталей фермы после оптимизации.

Таким образом проведенные исследования позволили рекомендовать снизить массу фермы с 4634,6 кг до 3352,4 кг или на 27%, объем с 0,60 м<sup>3</sup> до 0,43 м<sup>3</sup> или на 28% при обеспечении минимального запаса прочности деталей фермы  $n=1,9$ , что соответствует допустимым значениям [1].

На рис. 8. представлена конструкция металлической фермы после оптимизации.

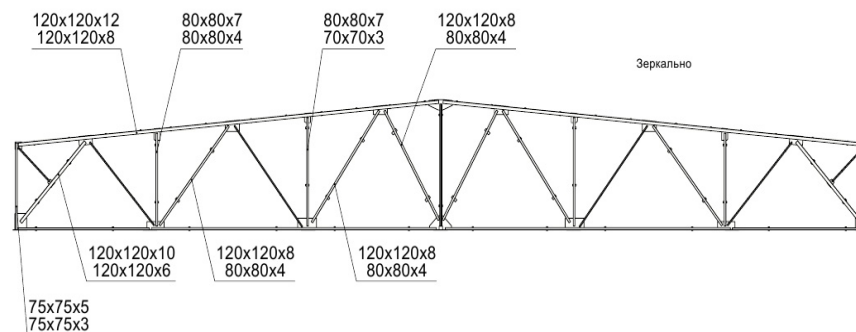


Рис.8. Конструкция металлической фермы после оптимизации.

**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.

УДК 681.3.012

**ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ  
«SCAD» ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ  
КОНСТРУКТИВНОГО РІШЕННЯ АРОЧНОЇ  
НЕСУЧОЇ КОНСТРУКЦІЇ СКЛАДУ  
МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ**

**Куриленко О.М.**, магістрант гр. БП 15 МЗ,  
**Настоящий В.А.**, канд.техн. наук, професор,  
Кіровоградський національний технічний університет

Наукова робота полягала в порівнянні варіантів і розрахунковом визначенні конструктивного рішення несучих конструкцій складу мінеральних добрив.

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

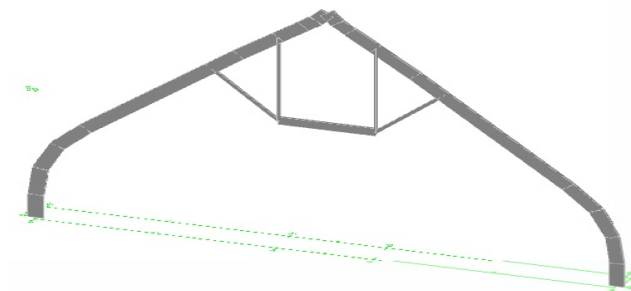


Рис.1. Розрахункова схема арки.

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.(рис.1—рис.5).

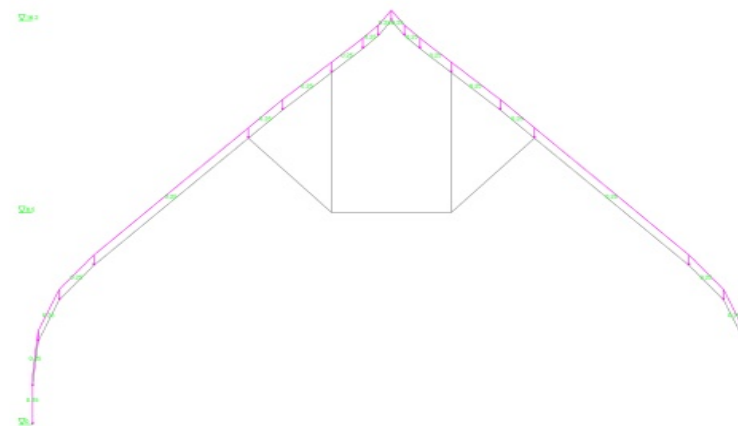


Рис.2. Модель завантаження арки постійним навантаженням

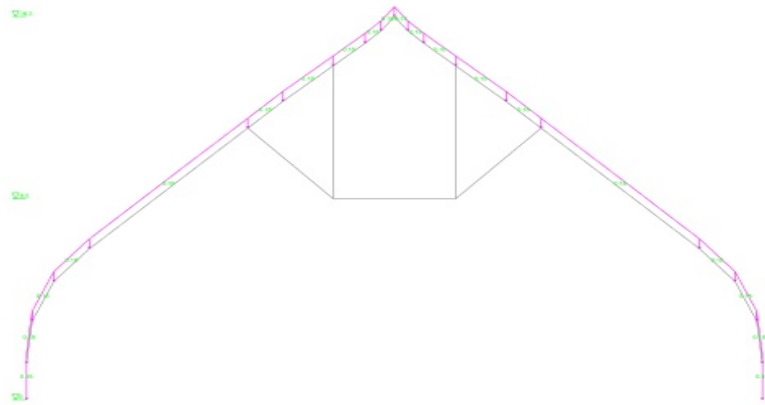


Рис. 3. Модель завантаження арки сніговим навантаженням

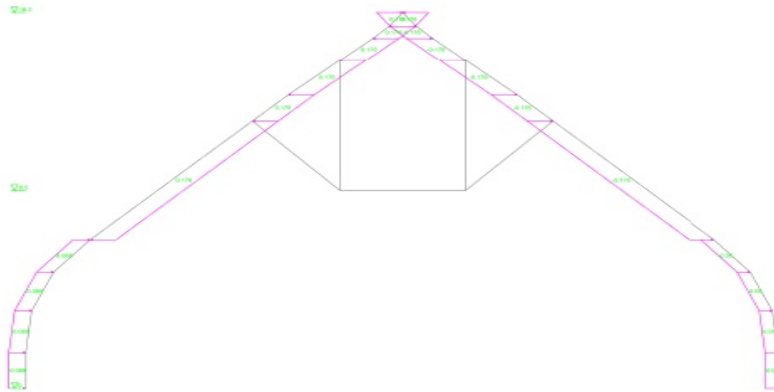


Рис. 4. Модель завантаження арки вітровим навантаженням

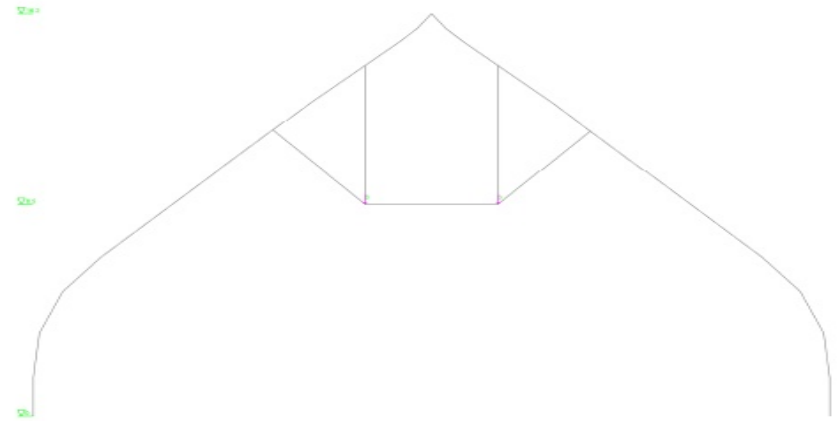


Рис. 5. Модель завантаження арки технологічним навантаженням

На рис.6—8 наведено результати розрахунків навантажень, які діють в перерізах арки.

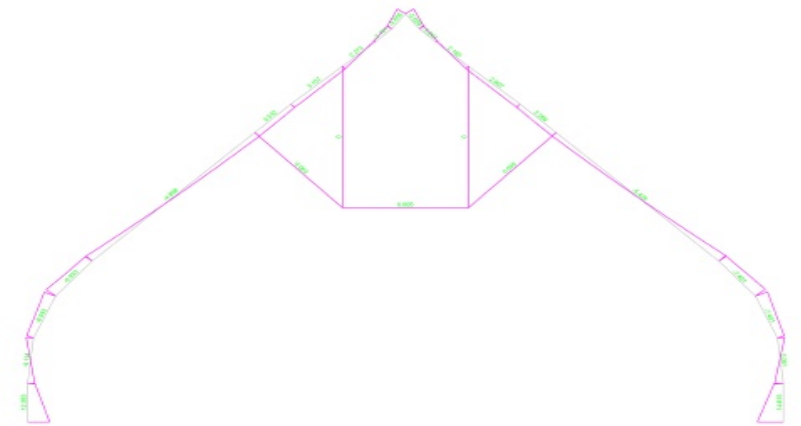


Рис.6. Згинальні моменти, що діють на конструкцію від навантаження (постійне, (сніг+вітер+обладнання)\*0,9).

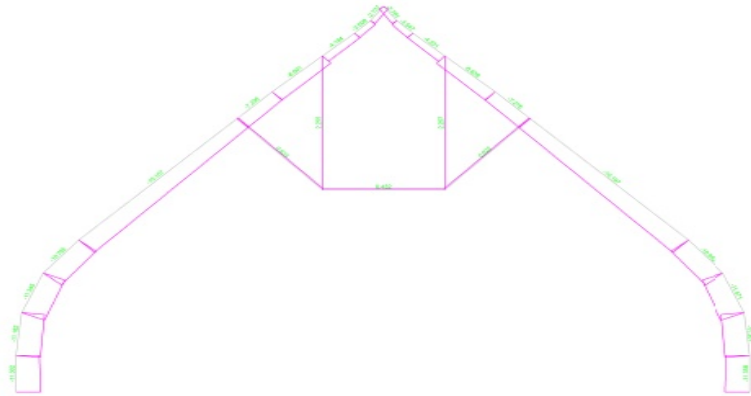


Рис. 7. Поздовжні сили, що діють на конструкцію від навантаження (постійне, (сніг+вітер+обладнання)\*0,9).

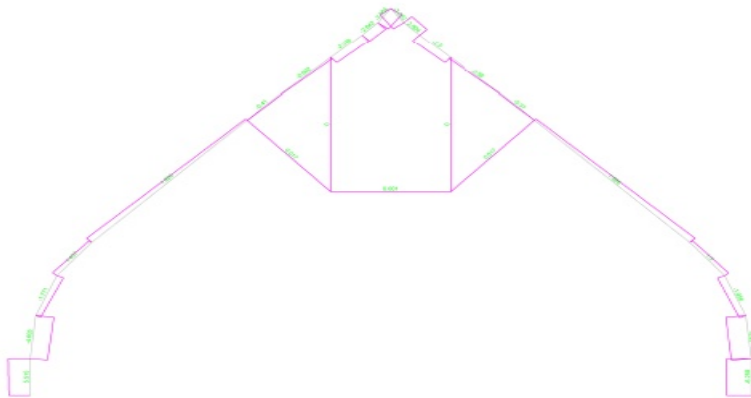


Рис. 8. Поперечні сили, що діють на конструкцію від навантаження (постійне, (сніг+вітер+обладнання)\*0,9).

Після визначення сил та моментів, що діють в перерізах арки, був виконаний підбір геометричних розмірів перерізів з використанням матеріалів деревинного походження. Розглядалися два варіанти виконання арок – клеєні з дошок та клеєні з фанери конструкції. Після проектування клеєних з дошок та клеєних з фанери арок виконувався їх порівняльний

техніко-економічний аналіз, який враховував трудомісткість виготовлення арок, витрати на матеріали, транспортування, монтаж, та експлуатацію конструкцій та довів переваги клеєних з дошок арок, які і були прийняті для подальшого проектування будівлі складу мінеральних матеріалів.

УДК 624.014.2

### **РОЗРАХУНОК ФУНДАМЕНТНИХ ПЛИТ НА ПАЛЬОВІЙ ОСНОВІ В ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ «ЛІРА 9.4» І «ІNG+ 2008»**

**К.М.Процик** студентка гр. БП 13

**І.О. Скриннік**, доц., канд. техн. наук

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

*Кіровоградський національний технічний університет*

У сучасній практиці проектування можливі різні варіанти моделювання пальової основи при розрахунку будинків з використанням методу скінченних елементів. Були розглянуті два варіанти моделювання пальового підстави.

Відповідно до першого варіанту пальова основа моделювалася у вигляді окремих стрижневих кінцевих елементів. Для цих стрижнів розраховувалися жорсткості зв'язків, що моделюють роботу ґрунту під вістрям палі і коефіцієнти настилу по боковій поверхні для сприйняття горизонтальних навантажень. Значення коефіцієнтів настилу і жорсткостей зв'язків задавалися з використанням рекомендацій [1]. Реалізація подібного підходу до моделювання пальової основи можлива в будь-якій універсальній програмі, такий як «ЛІРА», «SCAD», «ІNG +», «ANSYS» і ін.

У другому варіанті пальова основа моделювалася з використанням спеціальних кінцевих елементів-паль, що

відповідають за роботу палі в ґрунті. Реалізація подібного підходу до моделювання пальової основи можлива в спеціальних програмних комплексах (ПК), таких як «ING +», «Plaxis 3D Foundation» та ін. Розглянуті варіанти моделювання пальової основи були реалізовані при розрахунку десятиповерхового монолітного будівлі. Висота будівлі 37 м з підвалом і технічним поверхом. Фундаментна плита має розміри в плані 29,2х21,5 м (див. Рисунок 1). Товщина плити прийнята 0.9 м. У проекті застосовані забивні залізобетонні палі довжиною 12 м суцільного квадратного перетину (0,3х0,3 м).

Крок паль прийнятий 1,2 м в двох напрямках, кількість паль 453 шт. Ґрунтові умови майданчика: шар № 1 - пісок дрібний пухкий,  $h_1 = 1.8 \text{ тег} = 8 \text{ МПа}$ ; шар № 2 - глина тугопластична й2 = 2.4 TE2 = 10 МПа; шар № 3 - суглинок текучопластичний к3 = 1.2 т E3 = 2МПа; шар №4 - глина м'якопластична Ь. = 5.8 TE3 = 7МПа; шар № 5 - суглинок тугопластичний И5 = 2.8 т E5 = 6 МПа; шар № 6 - суглинок тугопластичний к3 = 8 TE3 = 12 МПа.

Перший варіант пальової основи був реалізований з використанням ПК «Ліра 9.4». Схема роботи палі представлена на рисунку 2. Коефіцієнти настилу по боковій поверхні для стрижневого кінцевого елемента (КЕ) № 10, що моделює палю, розраховувалися за рекомендаціями [1].

Максимально допустимі напруги для КЕ № 210 розраховувалися виходячи з несучої здатності палі по ґрунту. Відносні деформації розраховувалися виходячи з початкового модуля деформації ґрунту під нижнім кінцем палі.

Другий варіант пальової основи був реалізований в ПК «ING + 2008». З використанням даного ПК можливі моделювання і розрахунок окремо розташованих паль в ґрунті. У розрахунковій моделі ґрунт представлявся у вигляді пружного ізотропного півпростору. Кожен шар характеризувався модулем деформації ґрунту, ко-коефіцієнтом Пуассона ґрунту і потужністю залягання шару [3].

Результати розрахунку будівлі з фундаментної плити на пальовій основі при обліку фізично не-лінійної роботи паль в

ґрунті представлені на малюнках 3, 4. За результатами розрахунку будівлі при обліку його спільної роботи з фундаментної плити на пальовій основі можна зробити наступні висновки:

1. Результати розрахунку в ПК «ING + 2008» показали, що найбільш навантажені палі розташовувалися по контуру будівлі, що відповідає нормативним документам [1], тоді як в ПК «Ліра 9.4» найбільш навантажені палі розташовувалися в центральній частини будівлі. Різний характер роботи пальової основи для моделей, реалізованих ПК «ING + 2008» та ПК «Ліра 9.4», привів до різним схемам армування фундаментної плити;

2. Для армування фундаментної плити по результатам розрахунку в ПК «Ліра 9.4» знадобилося арматури на 20% менше, ніж для армування фундаментної плити за результатами розрахунку в ПК «ING + 2008»;

3. При моделюванні пальового поля в ПК «Ліра 9.4» рекомендується ставити жорсткість крайніх рядів паль в 2-3 рази більше отримуваних при розрахунку з використанням рекомендацій [1]. В цьому випадку при розрахунку в ПК «Ліра 9.4» можна отримати розподіл зусиль в палях, узгоджуються з розподілом зусиль, отриманих при розрахунку в ПК «ING + 2008»;

4. Для забезпечення розподільної функції плитного фундаменту слід передбачати безперервне (фонове) верхнє і нижнє армування фундаментної плити поздовжньої робочої арматурою, площа якої повинна складати не менше 20% від відповідної максимальної розрахункової в зонах посилення [4].

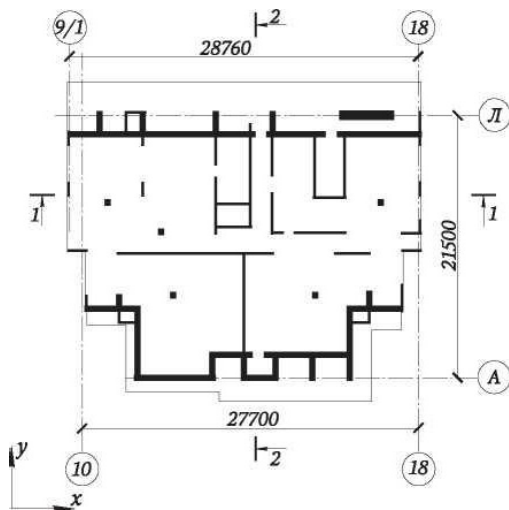


Рисунок 1. Схема розташування фундаментної плити, стін і колон підвалу

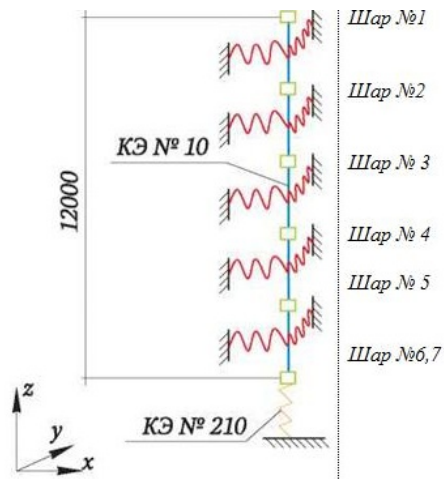


Рисунок 2. Схема роботи палі в ґрунті

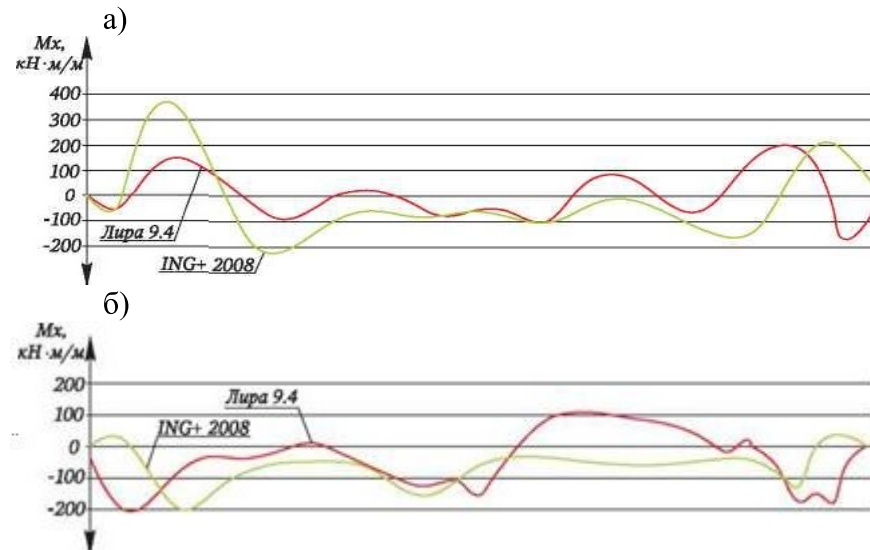


Рисунок 3. Погонні значення згинальних моментів в фундаментній плиті а) по перетину 1-1; б) по перетину 2-2 (див. рис. 1.)

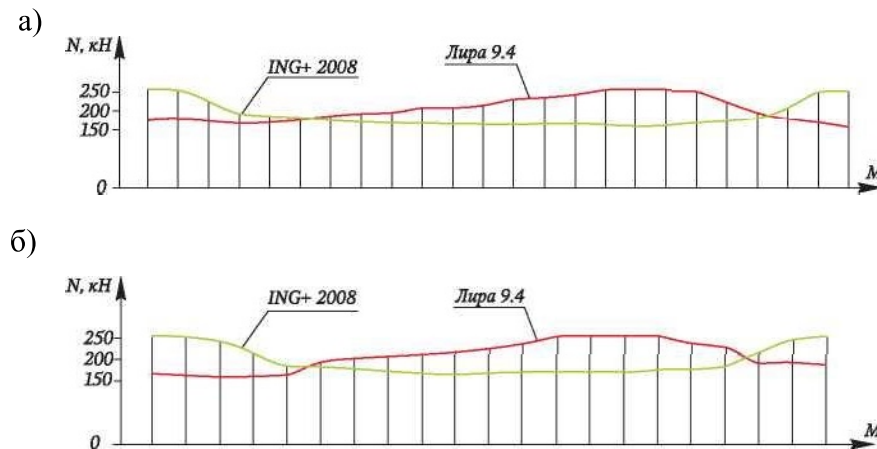


Рисунок 4. Розподіл поздовжніх зусиль в палях а) перетин 1-1; б) перетин 2-2 (див. рис. 1.)

### Список літератури:

1. ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд

2. Стрілець-Стрілецький Е. Б., Боговіс В. Є. «Ліра 9.4». Інструкція користувача. Основи: Навчань, посібник. Київ: Факт. 2008. 164 с.
3. Довідкова система ПК «ING + 2008».
4. Сорочан Е. А., безвольність С. Г. Рекомендації по проектування фундаментних плит // Інформаційний вісник Мособлгоекспертизи. 2003. випуск № 3. С. 26-28.

УДК 69.00176(075.8)

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ТА МІЦНІСНІ ПОКАЗНИКИ ЦЕМЕНТІВ

Чугуй Ю.О., магістрант гр. БП 15 М,

Яцун В.В., канд.техн. наук, доцент,

Кіровоградський національний технічний університет

При монолітному бетонуванні однією з найважливіших властивостей бетонної суміші є її підвищена рухливість ( $OK > 10$  см), що зумовлено особливостями технології її доставки і укладання, а також необхідністю бетонування густоармованих конструкцій. В цьому плані значний практичний інтерес представляє використання і дослідження модифікованих портландцементів, які характеризуються підвищеною рухливістю. Саме тому згідно європейського стандарту EN 196 випробування портландцементів проводять на поліфракційному піску при підвищеній пластичності ( $V/C=0,5$ ). З метою уніфікації якісних показників портландцементу та гармонізації його споживчих властивостей концепція переходу цементних заводів України на методи випробувань цементів за європейським стандартом EN 196 передбачає паралельні випробування портландцементів за ГОСТ 310.4 та EN 196.

Вивченням властивостей пластифікованих портландцементів порівняно зі звичайними згідно ГОСТ 310.4

встановлено (рис.1), що при  $V/C=0,4$  досягається підвищена рухливість ( $RK \geq 135$  мм), проте рання міцність зменшується в 1,5 рази, а гідравлічна активність у віці 28 діб – на 24%. При випробуванні портландцементів за EN 196 при  $V/C=0,5$  рухливість цементно-піщаного розчину суттєво зростає. Так, для звичайного портландцементу розплив стандартного конуса складає 180-220 мм, а для пластифікованих портландцементів – 280 мм. В той же час за рахунок поліфракційності дрібного заповнювача на портландцементі ПЦ І-500 (ДСТУ Б В.2.7-46-96) досягається міцність цементно-піщаного розчину  $R_{ct28}=50-52$  МПа. Для пластифікованого ж портландцементу при заданому  $V/C=0,5$  і розпливі конуса 280 мм спостерігається спад ранньої міцності відповідно  $R_{ct2}$  і  $R_{ct7}$  на 33% та 29% при активності в’язучого 50,9 МПа.

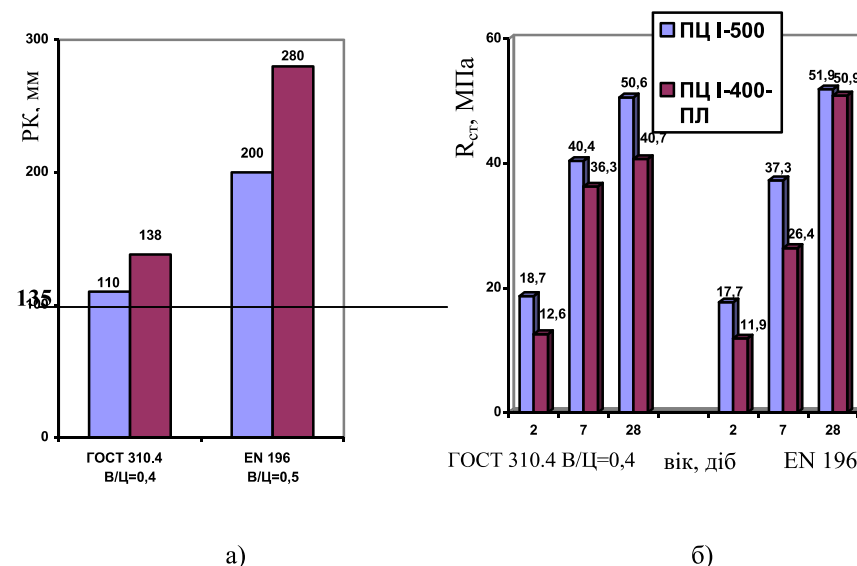


Рис. 1. Рухливість (а) та міцність (б) портландцементів при випробуванні згідно ГОСТ 310.4 та євростандарту EN 196.

Методи випробування портландцементів згідно євростандарту EN 196 в більшій мірі відповідають вимогам монолітного бетонування, що призводить до необхідності

дослідження впливу таких технологічних факторів як В/Ц і рухливість цементно-піщаних розчинів на фізико-механічні властивості портландцементів. Водоцементне співвідношення має прямий зв'язок із здійсненням процесу тверднення. Для створення міцного та щільного каменю необхідно забезпечити стиснуті умови тверднення, що визначається низькими показниками В/Ц. Разом з тим, воно повинно бути таким, щоб досягнути необхідної рухливості в'язучих систем.

У зв'язку з цим, в даній роботі проведені дослідження впливу водоцементного відношення на властивості цементного тіста і каменю. Як видно з таблиці 1, збільшення кількості води замішування суттєво впливає на реологічні властивості цементного тіста. Так, підвищення водоцементного відношення від 0,3 до 0,4 дозволяє збільшити розплив цементного тіста від 70 до 136 мм, при В/Ц=0,5 розплив зростає до 158 мм.

Таблиця 1. Вплив водоцементного відношення на властивості портландцементу

В/Ц	Роз- плив, мм	Терміни тужавіння, год-хв		Границя міцності $R_{ст}$ , МПа, у віці, діб				Водопогли- нання у віці 28 діб, мас. %
		поча- ток	кінець	2	7	28	56	
0,3	70	1-35	6-50	17,4	44,4	62,8	85,8	10,3
0,4	136	3-15	9-20	9,1	32,2	41,4	62,2	15,5
0,5	158	6-15	18-25	3,5	23,2	36,5	39,4	23,0

Як показали результати досліджень, підвищення В/Ц від 0,3 до 0,4 спричиняє відтягування початку тужавіння на 1,5 год, для тіста з В/Ц = 0,5 початок тужавіння відтягується до 6 год 15 хв.

Сповільнення процесу тужавіння при збільшенні кількості води замішування спричиняє суттєве зниження набору ранньої міцності цементного каменю. При випробуванні цементного каменю з В/Ц=0,3 через 2 доби встановлено, що він характеризується в 5 раз вищою міцністю, ніж цементний камінь з В/Ц=0,5. Суттєве зменшення міцності цементного

каменю із збільшенням водоцементного відношення спостерігається і в подальші терміни тверднення. Міцність цементного каменю з В/Ц=0,5 у 28-добовому віці є в 1,7 рази меншою порівняно з цементним каменем з В/Ц=0,3.

У процесі гідратації та тверднення портландцементу з різним В/Ц змінюється співвідношення між фазами: непрореагованим цементом, новоутвореними гідратами, водою та порами. Показано [1], що при повній гідратації цементу зв'язується лише 20-25% води від маси цементу. Надлишок води випаровується з утворенням капілярних пор, які спричиняють зменшення показників міцності та погіршення його довговічності. На початку гідратації об'єм капілярних пор рівний кількості води замішування. По мірі протікання процесів гідратації вони заповнюються гідратними новоутвореннями. З метою наближення до умов експлуатації цементу в бетонах вивчення впливу водоцементного відношення на фізико-механічні властивості портландцементу проводили на зразках цементно-піщаного розчину (Ц:П=1:2) на основі портландцементів ПЦ І-500 ВАТ “Івано-Франківськцемент” та ПЦ ІІ/А-Ш-400 ВАТ “Миколаївцемент” (таблиця 2). Слід відзначити, що збільшення кількості води замішування призводить до суттєвого зростання рухливості цементно-піщаних розчинів. Так, збільшення В/Ц від 0,4 до 0,5 зумовлює підвищення розпливу стандартного конуса цементно-піщаних розчинів на основі даних портландцементів від РК=112 мм до РК=250 мм. При збільшенні В/Ц спостерігається значний спад міцності у всі терміни тверднення, особливо в ранньому віці. Так, на 2 добу тверднення міцність цементно-піщаного розчину на основі портландцементу ПЦ І-500 з В/Ц=0,4 у 3,2 рази більша, ніж цементно-піщаного розчину з В/Ц=0,55. У віці 28 діб міцність цементно-піщаного розчину з В/Ц=0,55 складає 45,5% міцності цементно-піщаного розчину з В/Ц=0,4. Збільшення водоцементного відношення цементно-піщаного розчину на основі ПЦ ІІ/А-Ш-400 від 0,40 до 0,55 спричиняє спад ранньої міцності через 2 доби в 2,3 рази, через 28 діб - у 2 рази.

Результати визначення водопоглинання цементно-піщаного розчину з різним водоцементним відношенням (таблиця 2) добре узгоджуються з результатами випробувань міцності. Так, зростання водоцементного відношення від 0,40 до 0,55 призводить до збільшення водопоглинання цементно-піщаного розчину на основі ПЦ І-500 після 28 діб тверднення в 2 рази, при цьому показники водопоглинання цементно-піщаного розчину на основі ПЦ ІІ/А-Ш-400 зростають у 2,7 рази.

Відомо [2], що необхідною умовою для тверднення портландцементу є наявність вологи і сприятливої температури. Свіжо-вкладений бетон містить більше води, ніж необхідно для повної гідратації цементу, проте в більшості випадків у виробничих умовах вже в початкові терміни тверднення значна кількість води втрачається в зв'язку з випаровуванням, що призводить до недоборів міцності, збільшення пористості та погіршення експлуатаційних характеристик будівельного матеріалу.

Таблиця 2. Вплив В/Ц на фізико-механічні властивості бетонів (Ц:П=1:2)

Тип портландцементу	$S_{плт}$ , м <sup>2</sup> /кг	В/Ц	РК, мм	Границя міцності при стиску, МПа, у віці, діб			Водопоглинання у віці 28 діб, мас.%
				2	7	28	
ПЦ І-500 ВАТ "Івано-Франківськцемент"	345	0,40	112	27,2	48,5	65,0	2,6
		0,45	185	17,4	38,4	52,1	3,4
		0,50	250	14,0	33,4	45,7	4,8
		0,55	>250	8,4	22,9	29,6	5,3
ПЦ ІІ/А-Ш-400 ВАТ "Миколаївцемент"	316	0,40	112	10,9	25,3	47,1	2,8
		0,45	152	7,0	21,1	33,0	4,1
		0,50	250	5,4	15,8	31,2	5,6
		0,55	>250	4,8	13,4	23,8	7,6

У зв'язку з цим, вивчали зміну міцності портландцементного каменю при різних В/Ц, що тверднув у нормальних та повітряно-сухих умовах. Згідно з результатами досліджень встановлено (таблиця 3), що випаровування

надлишку води замішування призводить до суттєвого спаду міцності портландцементного каменю при твердненні зразків у повітряно-сухих умовах. Так, зразки, які тверднули в таких умовах, набирають 48-70% міцності зразків, що тверднули в нормальних умовах. При цьому цементний камінь з В/Ц=0,3 характеризується на 32% вищою міцністю порівняно з каменем з В/Ц=0,5. Дані досліджень свідчать, що вже в ранній період гідратації в повітряно-сухих умовах у цементному камені протікають деструктивні процеси, викликані втратою вологи.

Для вивчення процесів структуроутворення при твердненні портландцементу в повітряно-сухих та нормальних умовах при різному В/Ц визначали зміну маси зразків з часом тверднення. Найбільшою втрати маси цементний камінь зазнає в початкові терміни тверднення, що пов'язано з випаровуванням води відразу ж після замішування цементу з водою. Кількість води, що залишилася, є недостатньою для гідратації, тому з часом спостерігається зворотній процес - адсорбції води та вуглекислого газу з повітря.

Таблиця 3. Вплив умов тверднення на міцність портландцементу (тісто 1:0, зразки-кубики 2x2x2 см)

В/Ц	Розплив, мм	Границя міцності при стиску, МПа, у віці, діб						
		нормальні умови				повітряно-сухі умови		
		1	3	7	28	3	7	28
0,3	75	10,0	33,3	48,3	67,6	24,1	30,9	39,5
0,5	145	4,5	17,5	29,3	38,0	12,5	22,6	27,0

Як видно з рис. 2, 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 великої кількості вільної незв'язаної води, яка швидко випаровується.

Так, зниження водовмісту системи, що проходить у період до 7 діб, становить 40,4%, потім до 28 діб спостерігається незначний приріст на 1,2%.

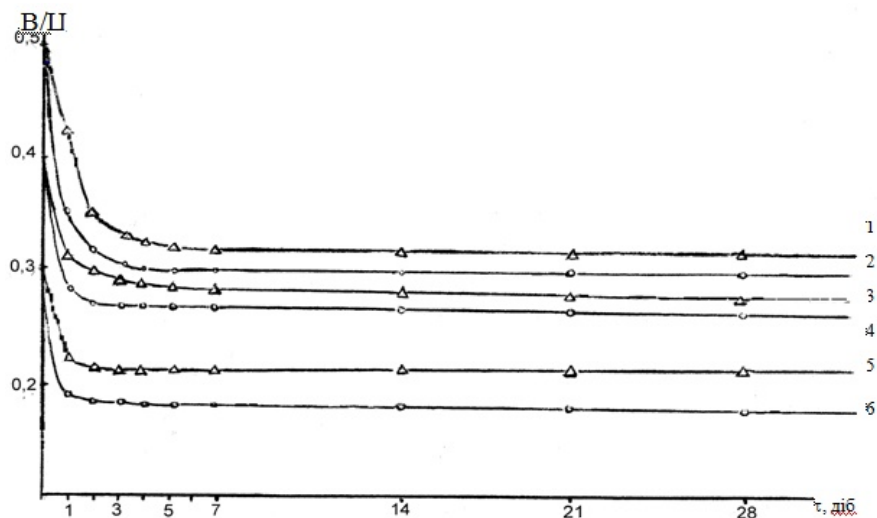


Рис. 2. Кінетика зміни водовмісту цементного каменю з різним водоцементним відношенням: 1; 3; 5 – відповідно при В/Ц рівному 0,5; 0,4; 0,3 в нормальних умовах; 2; 4; 6 – те саме в повітряно-сухих умовах

Внаслідок нерівномірного розподілу вологісних та температурних деформацій за об'ємом, а також через обмеження деформацій зовнішніми зв'язками, їх поява супроводжується розвитком напружень. Тому в даній роботі проводили вивчення особливостей вологісних деформацій портландцементного каменю з різним вихідним В/Ц. Так, результатами досліджень встановлено (рис. 3), що зростання водоцементного відношення цементного тіста призводить до збільшення деформацій зсідання цементного каменю. Чим вище В/Ц, тим нижча міцність бетонного каменю та більша його пористість, що зумовлює інтенсивніший вологообмін з навколишнім середовищем і тим слабший опір кристалічного зростку об'ємним змінам, що відбуваються в гелі, в результаті чого деформації зсідання зростають. Так, деформації зсідання каменю з В/Ц=0,5 більші в 1,9 раз порівняно з каменем з

В/Ц=0,3. При визначенні втрати маси балочок 4x4x16 см встановлено, що деформації зсідання проходять до моменту зменшення маси зразків.

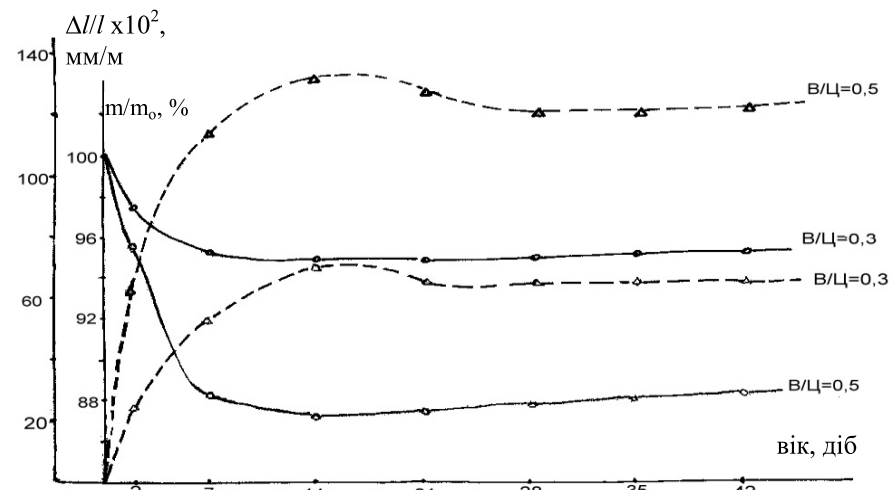


Рис. 3. Деформації зсідання та зміна маси цементного каменю з різним В/Ц (повітряно-сухі умови):

————— зміна маси цементного каменю;  
 - - - - - деформації зсідання.

Отже, водоцементний фактор є однією з важливих характеристик цементного тіста, що в значній мірі визначає його рухливість та будівельно-технічні властивості штучного каменю, які в свою чергу визначаються мікроструктурою та фазовим складом новоутворень. У зв'язку з цим, доцільно дослідити вплив водоцементного відношення на фазовий склад та мікроструктуру цементного каменю, що формується в умовах підвищеної рухливості.

Характерно, що повна гідратація портландцементу не сприяє набору міцності цементного каменю, що зумовлено наявністю тонкого шару гідратних новоутворень у камені з нижчим водоцементним відношенням. Згідно [117], міцність цементного каменю визначається силами, які виникають на контактах між новоутвореннями, тобто ван-дер-ваальсівськими.

Дія хімічних зв’язків та їх зміцнення в процесі поліконденсації обмежується об’ємами кристалів та їх зародками-лусками, а тому не визначає міцності цементного каменю.

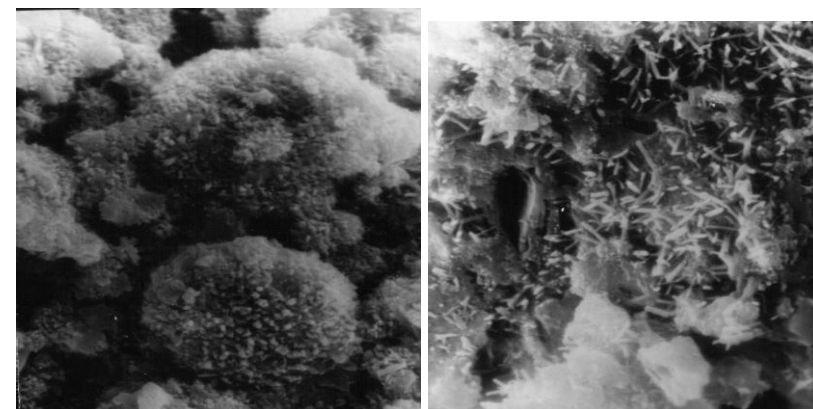
Для мікроструктури портландцементного каменю з  $V/C=0,5$ , що тверднув 3 доби (рис. 4, б), характерним є різноманітність морфології. Так, поряд з дрібнозернистими лускоподібними гідратами на поверхні цементних зерен, можна виділити систему пор, що з’єднуються між собою і створюють капілярно-пористу структуру цементного каменю. Слід відзначити, що збільшення кількості води замішування зумовлює зростання ролі кристалічної складової цементного каменю, що розміщується в поровому просторі. Продукти гідратації представлені еtringітом, гексагональними  $AF_m$ -фазами, гідроксидом кальцію та волокнистими гідросилікатами. Водоцементне відношення здійснює значний вплив на ранню гідратацію портландцементу, визначаючи в основному кінетику утворення еtringіту. Структури еtringіту, портландиту і гідроалюмоферитів кальцію з великими кристалами, заповнюючи пори в цементному камені, сприяють синтезу міцності каменю в початковий період до певної межі.

Згідно [55], для покращення експлуатаційних властивостей цементного каменю необхідно зменшувати в його мікроструктурі кількість і розміри сильнозакристалізованих гідратних новоутворень (гідроксиду кальцію, гідроалюмоферитів, гідросульфалюмоферитів кальцію) при одночасному збільшенні вмісту метаміктної складової гідратних сполук.

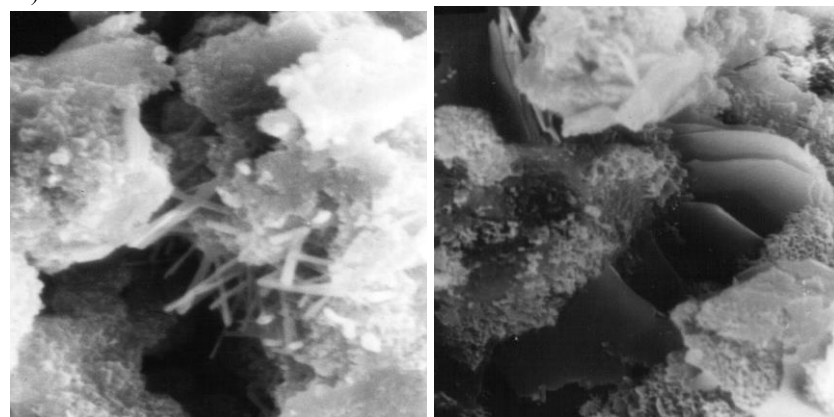
З часом тверднення структура ущільнюється і мікроструктура каменю з  $V/C=0,3$  є щільною та однорідною з наявністю блоків з чітко вираженою паралельною шаруватою структурою (рис. 5), що сприяє зростанню міцності. В деяких місцях спостерігаються блоки портландиту та гексагональних гідроалюмінатів кальцію.

Цементний камінь з  $V/C=0,5$  через 28 діб тверднення характеризується пористою структурою. При підвищеному  $V/C$

зростає роль кристалічної фази. Наявність порового простору зумовлює ріст крупних гексагональних кристалів гідроалюмінатів кальцію та портландиту, які зв’язують цементні зерна, слід зауважити відсутність голчастих кристалів  $AF_1$ -фаз, що зумовлено підвищеною розчинністю кристалів еtringіту при зростанні водопотреби ( $V/C=0,5$ ) та наступною їх перекристалізацією. Це призводить до руйнування контактів між зернами та спаду міцності цементного каменю, що треба враховувати при монолітному будівництві.



а)



б)

Рис 4. Мікроструктура цементного каменю з  $V/C=0,3$  (а) та з  $V/C=0,5$  (б) гідратованих 3 доби (збільш. в 6000 раз).

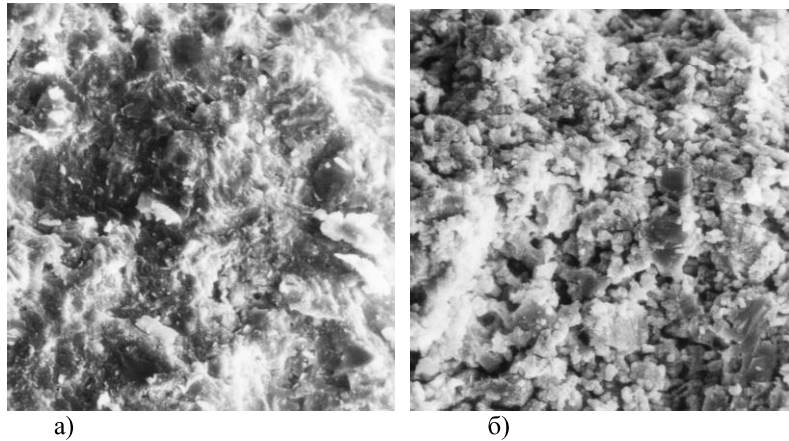


Рис. 5. Мікроструктура цементного каменю (збільш. в 3000 раз), гідратованого 28 діб, з В/Ц=0,3 (а) та 0,5 (б).

Отже, проведеними дослідженнями встановлено вплив В/Ц на реологічні властивості цементних розчинів. Показано, що надлишок води замішування спричиняє сповільнення кінетики набору ранньої і марочної міцності, зниження щільності, підвищення пористості, водопоглинання, деформацій зсідання. Утворення найбільш щільної, низькопористої структури забезпечується при водоцементному співвідношенні близькому до нормальної густоти. Разом з тим, така водопотреба не реальна для сучасних технологій монолітного бетонування. Одним із шляхів інтенсифікації тверднення портландцементів та забезпечення формування щільної структури є регулювання зернового складу портландцементів шляхом збільшення його дисперсності.

### Список літератури

1. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. - М.: Стройиздат, 1990. - 396 с.
2. Бабаев Ш.Т., Башлыков Н.Ф., Сердюк В.Н. Основные принципы получения высокоэффективных вяжущих низкой водопотребности // Аналит. обзор. – Вып. 1. – М.: ВНИИЭСМ, 1991. – 76 с.

УДК 69.00176(075.8)

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОДАТКІВ-МОДИФІКАТОРІВ НА ВЛАСТИВОСТІ БЕТОНІВ

Чугуй Ю.О., магістрант гр. БП 15 М,  
Яцун В.В. канд.техн. наук, доцент,  
Кіровоградський 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 додатку.

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.%  $\text{NaCNS}$  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  $\text{NaCNS}$ , при цьому забезпечується незначний пластифікуючий ефект, що сприяє зменшенню кількості води замішування. Наведені дані показують, що добавки 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 Ш/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 I-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 вологовмісту в початковий період.

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 <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,0	108	0,40	18,3	32,3	45,9
	2,0	108	0,40	20,0	33,8	48,3
CaCl <sub>2</sub>	1,0	106	0,40	15,3	30,8	44,8
	2,0	108	0,40	16,6	33,0	46,4
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	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

Встановлення закономірностей направлено 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 характеристиками, який характеризується швидким набором міцності. Основою одержання високоякісних в'язучих 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.

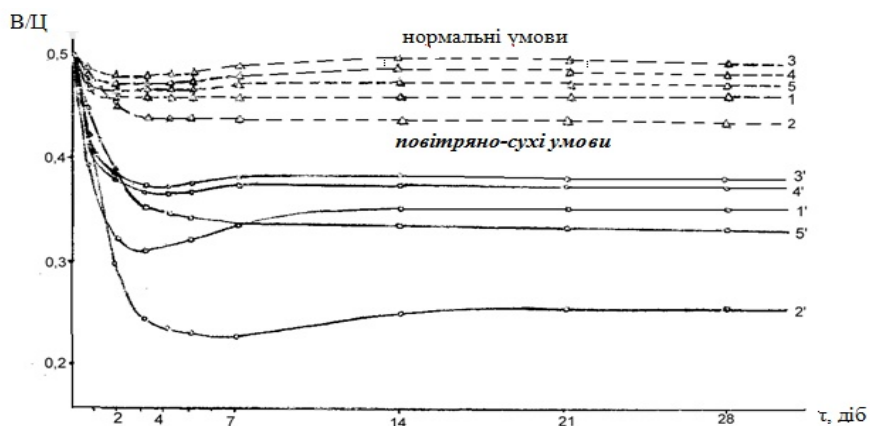
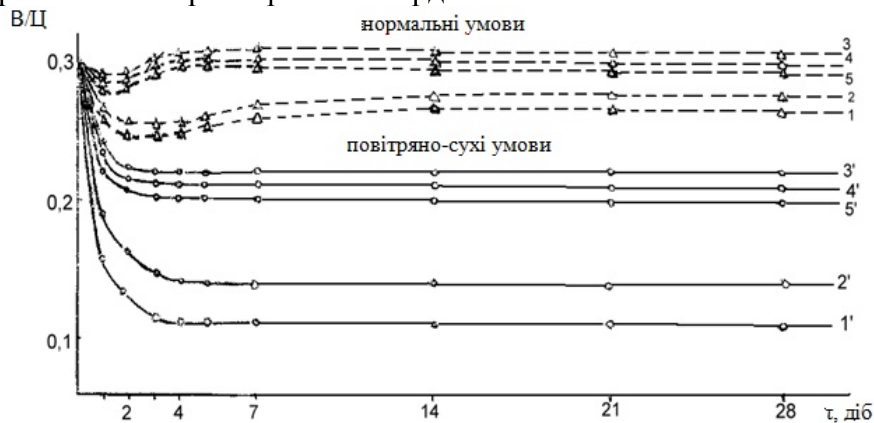


Рис. 1. Зміна вологовмісту портландцементного каменю з додатками-модифікаторами при  $V/C=0,3$  (а) і  $V/C=0,5$  (б): 1-5 – відповідно без додатків; з додатками 0,2 мас.% ЛСТ; 1 мас.%  $Na_2S_2O_3$ ; 1 мас.% NaCNS; 1,2 мас.% КМ

### 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 цементі: 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  $C_3S$  in  $NaNO_2$  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 69.00176(075.8)

## ДОСЛІДЖЕННЯ БУДІВЕЛЬНО-ТЕХНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БЕТОНІВ З ОРГАНІЧНО- МІНЕРАЛЬНИМИ МОДИФІКАТОРАМИ

Чугуй Ю.О., магістрант гр. БП 15 М,

Яцун В.В., канд.техн. наук, доцент,

Магопець О.С. канд.техн. наук, доцент,

Кіровоградський національний технічний університет

Сучасна технологія бетону передбачає проектування і дослідження його властивостей з огляду на відповідність їх вимогам часу. Для отримання бетону з заданими будівельно-технічними характеристиками необхідно знайти правильну залежність між структурою, тобто – добором складових до суміші, параметрами процесу виготовлення і умовами гідратації, структуроутворення цементу, що в результаті характеризують якість, довговічність і споживчі характеристики бетону.

З використанням сучасних супер- і гіперпластифікаторів, а також органо-мінеральних модифікаторів на їх основі можна вирішувати головні технологічні проблеми сучасного будівництва: керування реологічними властивостями портландцементних систем, забезпечення достатньої міцності, надійності затверділого бетону, економії цементу та енергоносіїв.

**Технологічні властивості бетонних сумішей та міцність бетонів на портландцементях з органо-мінеральними модифікаторами.** Одним з найважливіших аспектів використання суперпластифікаторів та органо-мінеральних модифікаторів на їх основі, крім пластифікуючого і водоредукуючого ефектів, є забезпечення збереження рухливості бетонної суміші протягом тривалого часу, що дозволяє транспортувати її на далекі

відстані. Нова генерація суперпластифікаторів на основі полікарбоксилатів виконує дві функції: дефлокулює портландцементну систему та стабілізує вкладальність суміші з часом. Обмеження спаду вкладальності бетонної суміші

виникає через усунення адсорбції полікарбоксилатів стеричним ефектом їх дії та контролем кількості гідроксиду кальцію в розчині. Проблема стабілізації вкладальності з часом розв’язана при невеликій витраті нових додатків та нижчій, порівняно з традиційними, водопотребі.

В роботі проводили дослідження збереження рухливості дрібнозернистого бетону з органо-мінеральним модифікатором, до складу якого входять полікарбоксилати та прискорювачі тверднення системи «Релаксол». Для порівняння визначали також втрату рухливості дрібнозернистого бетону (Ц:П=1:3) без додатків (рис. 1).

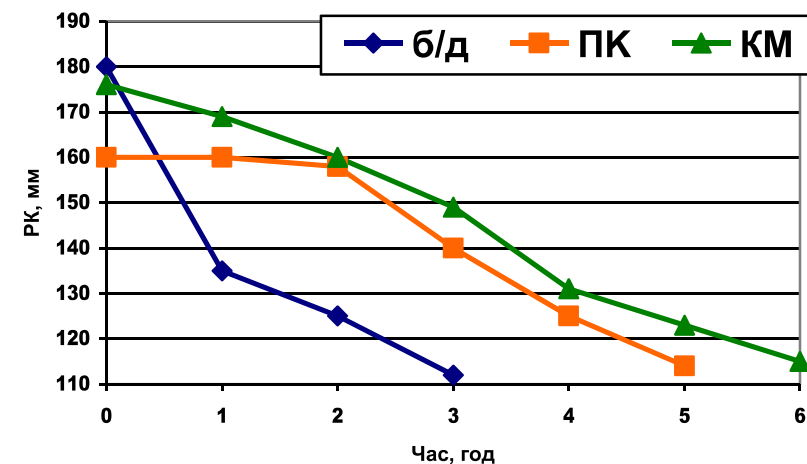


Рис. 1. Збереження рухливості дрібнозернистого бетону.

Як свідчать результати досліджень, введення комплексного модифікатора на основі полікарбоксилатів і електролітів дозволяє одержувати дрібнозернистий бетон, який зберігає свою рухливість до 6 год, в той час як розчин без

додатків втрачає свою рухливість через 3 год (до початку тужавіння).

Дослідженнями також встановлено, що введення комплексного органо-мінерального модифікатора на полікарбоксилатній основі дозволяє при постійному водоцементному відношенні одержувати дрібнозернисті бетони з вищою рухливістю (рис. 2). Так, при  $V/C=0,36$  розплив конуса дрібнозернистого бетону складає лише 114 мм. При введенні 1,0 мас.% полікарбоксилатів розплив конуса зростає до 156 мм, а використання комплексного модифікатора забезпечує  $PK=172$  мм.

Вищевказані властивості цементних композицій з органо-мінеральним модифікатором вирішують проблему якісної доставки бетонних сумішей до споживача та підвищення ефективності способів вкладання бетону.

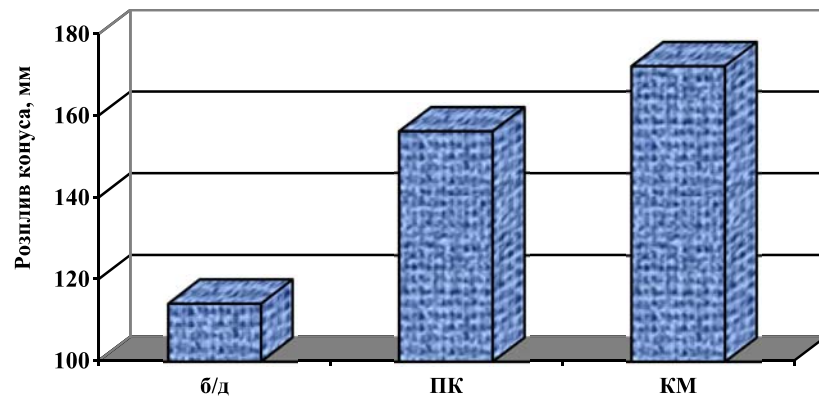


Рис. 2. Вплив органо-мінерального модифікатора на консистенцію дрібнозернистого бетону

Класична технологія бетону визначає залежність міцності бетону від водопотреби, ступеня гідратації цементу, пористості бетону і деяких елементів його структури: ретельного добору складових, їх густини та форми, а також ущільнення і відповідного догляду твердіючої системи. В результаті отримуємо матеріал, який крім позитивних фізико-механічних характеристик має свої недоліки: слабкий зв'язок на стику фаз, неоднорідне розміщення частинок структури, пористості, капіляри, мікротріщини і місцеві

дефекти. Тобто, практично одержуємо набагато нижчу міцність бетону, ніж передбачено. Тому доцільно вводити в склад бетонної суміші випробувані модифікатори для покращення властивостей бетону, зокрема, його міцності.

З аналізу одержаних результатів видно, що на 2 добу тверднення міцність з органо-мінеральним модифікатором в 1,6 рази вища, ніж без додатків, одержаного з суміші такої ж рухливості ( $PK=175$  мм). На 7 добу тверднення міцність з полікарбоксилатами  $ВК$  складає 22,8 МПа, з органо-мінеральним модифікатором – 27,4 МПа, а без додатків – лише 21,6 МПа. На 28 добу зберігається тенденція зростання міцності з полікарбоксилатами (в 1,2 рази) та з органо-мінеральним модифікатором (в 1,4 рази), порівняно з бетоном без додатків.

Отже, при випробуванні портландцементних композицій з органо-мінеральним модифікатором на основі полікарбоксилатів та солей електролітів натрію тіосульфату та роданіду системи «Релаксол» встановлено, що вони характеризуються тривалим збереженням рухливості та підвищеними показниками міцності протягом всіх термінів тверднення.

Оскільки портландцемент з органо-мінеральним модифікатором відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.7-46-96 щодо пластифікованих портландцементів із тривалою рухливістю, заданою ранньою та марочною міцністю при зниженій водопотребі, це відкриває можливості його застосування у технології монолітного та каркасно-монолітного бетонування.

Порівняльні випробування дрібнозернистого бетону за європейськими стандартами EN 196 при  $V/C=0,5$  з використанням комплексного модифікатора на основі полікарбоксилатів при постійній витраті портландцементу та сталому водоцементному відношенні показали, що рухливість цементної композиції збільшується без втрати міцності. При цьому комплексний модифікатор зріджує розчинову суміш ( $V/C=const$ ) набагато ефективніше, ніж пластифікатор на основі лігносульфонатів (рис. 3, а). Так, використання розробленого портландцементу з органо-мінеральним модифікатором

забезпечує зростання рухливості бетонної суміші на 60%, тоді як комплексний модифікатор на основі лігносульфонатів – лише на 30%.

Слід відзначити, що використання комплексного модифікатора на основі лігносульфонатів призводить до спаду міцності дрібнозернистого бетону, тоді як портландцемент з органо-мінеральним модифікатором при підвищенні рухливості не призводить до спаду міцності дрібнозернистого бетону, а при стандартній рухливості забезпечує зростання марочної міцності бетону в 1,4 рази. Дослідженнями показано, що в ранні терміни тверднення міцність бетону з органо-мінеральним модифікатором в 2 рази вища, ніж бетону без додатків, одержаного з суміші такої ж рухливості ( $R_K=170$  мм). На 28 добу тверднення міцність дрібнозернистого бетону з полікарбоксилатами складає 35,1 МПа, з органо-мінеральним модифікатором КМ – 41,8 МПа, а бетону без додатків лише 30,8 МПа (рис. 3, б).

Використання високорухливих бетонних сумішей при монолітному будівництві ставить додаткові вимоги до їх однорідності. Тому було проведено дослідження важливих структурно-механічних властивостей бетонної суміші, а саме: збереження її рухливості та розчиновідділення.

Встановлено, що бетонна суміш з органо-мінеральним модифікатором зберігає свою рухливість до початку тужавіння протягом 8 год., тоді як звичайного – 2,5 год. При цьому розчиновідділення модифікованої бетонної суміші в 1,7 рази менше звичайної, що забезпечує однорідність та рівномірність розподілу заповнювачів у цементному тісті і, як наслідок, покращення експлуатаційних характеристик бетону.

Результати випробувань бетону на основі модифікованого портландцементу показали, що його міцність в нормальних умовах тверднення зростає як у ранні терміни тверднення, так і на 28 добу. Використання портландцементу з органо-мінеральним модифікатором на основі полікарбоксилатів при однаковій витраті матеріалів забезпечує одержання бетону класу В40, у

той час як клас бетону на звичайному цементі – В30 (рис. 4), переміщення та випаровування вологи в утвореному скелеті цементного каменю.

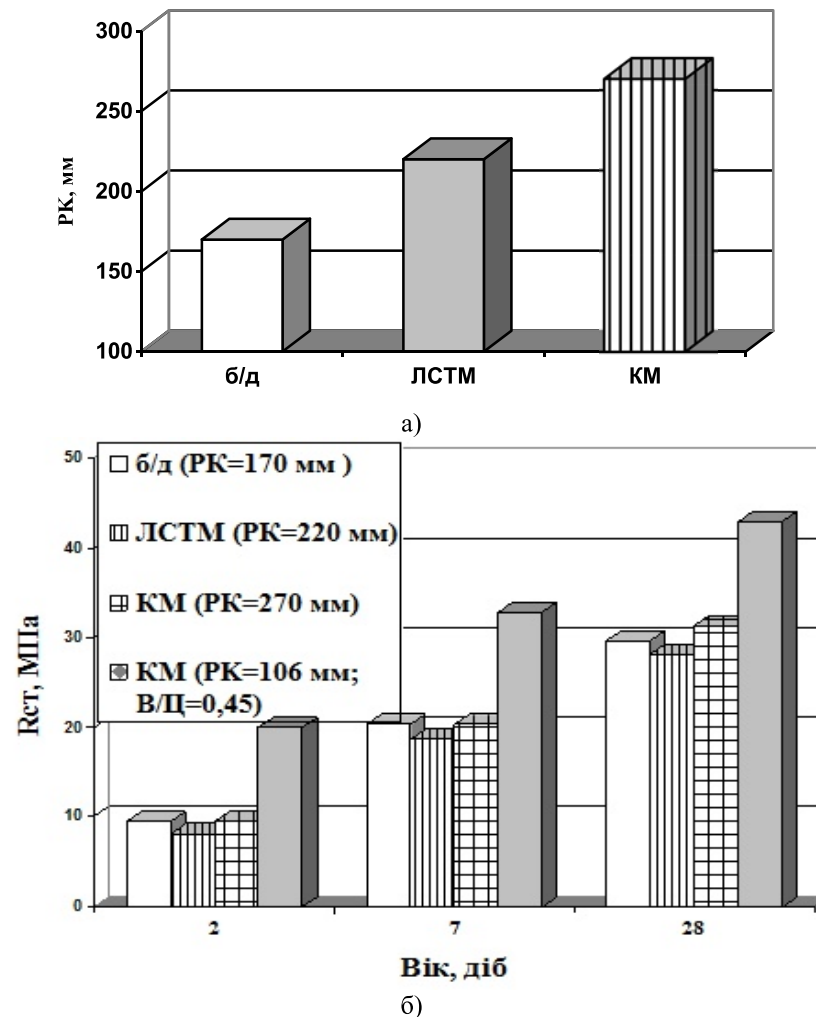


Рис. 3. Вплив модифікаторів на рухливість суміші (а) та міцність дрібнозернистого бетону (б)

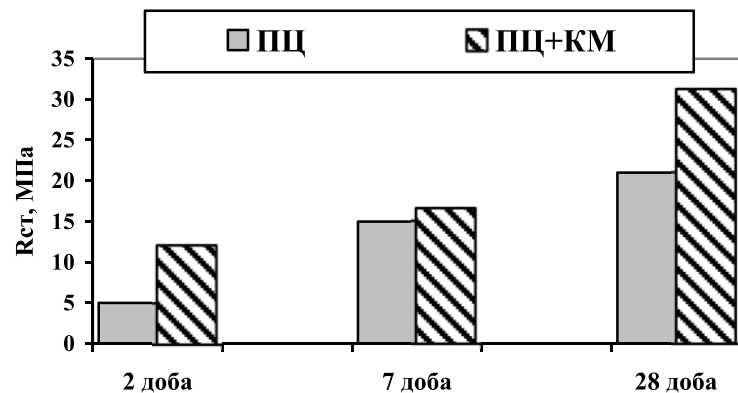


Рис. 4. Міцність бетонів з органо-мінеральним модифікатором КМ.

Використання портландцементів з органо-мінеральними модифікаторами на основі полікарбоксилатів забезпечує одержання бетонних сумішей, що характеризуються підвищеною легковкладальністю та здатністю до збереження заданої рухливості, меншим розчинивідділенням, а бетони на їх основі вищою, порівняно зі звичайними, ранньою та марочною міцностями.

Такі властивості комплексного модифікатора на основі полікарбоксилатів у складі бетонних сумішей відкривають можливості його використання у практиці монолітного будівництва, при виготовленні щільноармованих конструкцій складної конфігурації, а також для перекачування сумішей насосами по трубопроводах на великі відстані.

**Деформації зсідання портландцементів з органо-мінеральними модифікаторами.** Процес тверднення бетону супроводжується зміною його об'єму. Найбільш значною є зміна об'єму при твердненні в атмосферних умовах або при недостатній вологості середовища. Зсідання бетону викликано фізико-хімічними процесами, які проходять в бетоні при твердненні та зміні

його вологості. Загальна величина деформацій зсідання є сумою ряду складових, з яких найбільш суттєве значення мають вологісна, контракційна і карбонізаційна деформації.

Ведучу роль в сумарному зсіданні бетону відіграє вологісне зсідання, яке виникає завдяки зміні розподілу контракційне зсідання розвивається в період інтенсивного протікання хімічних реакцій між цементом та водою і не викликає розтріскування матеріалу. Карбонізаційне зсідання зумовлюється карбонізацією гідроксиду кальцію та розвивається поступово з поверхні бетону вглиб. Зсідання бетону, особливо вологе та карбонізаційне, яке проходить вже в затверділому матеріалі, може привести до виникнення тріщин в бетоні. Суха погода негативно впливає на процеси тверднення і структуроутворення укладеного бетону, особливо при неоптимальних способах нагляду за ним, приводить до розтріскування і утворення дефектної структури. Інтенсивне випаровування вологи з свіжовкладеного бетону також викликає значне зсідання бетону, і як наслідок, раннє розтріскування бетонних конструкцій і споруд.

З цією метою визначали деформації зсідання та втрати маси портландцементного каменю без додатків, з полікарбоксилатами та органо-мінеральним модифікатором на їх основі при нижчій водопотребі (рис. 5.).

Вивченням особливостей вологісних деформацій модифікованого портландцементного каменю встановлено, що використання портландцементу з органо-мінеральним модифікатором забезпечує зменшення деформацій зсідання цементного каменю, порівняно з цементним каменем без додатку при однаковій рухливості суміші.

**Висолостійкість, морозостійкість та корозійна стійкість портландцементів з органо-мінеральними модифікаторами.** Естетичний вигляд декоративних поверхонь бетону погіршують висоли, знижуючи при цьому його міцність. Вони виникають внаслідок утворення білої плівки карбонату кальцію чи кристалізації мірабіліту. Для дослідження висолостійкості портландцементів з органо-мінеральним модифікатором виготовляли серію з трьох контрольних зразків-балочок, які після 28 діб тверднення в нормальних умовах занурювали на 3-5 см у ванну з водою.

Поверхню зразків, що розташована над водою, обдували повітрям з температурою  $20 \pm 5^\circ\text{C}$  не менше 3 год протягом 7 днів. Наявність висолів на поверхні зразків спостерігають візуально за появою нальоту солей кальцію. Як показали результати досліджень, на відкритій поверхні зразків на основі модифікованого портландцементу не спостерігається змін, пов'язаних з висолами, що є наслідком щільної структури штучного каменю.

Важливою характеристикою для затверділого бетону є здатність протистояти дії агресивного середовища. Руйнування штучного каменю під дією природних вод відбувається внаслідок розчинення гідратних сполук цементного каменю та утворення під дією агресивних вод нових сполук, що характеризуються більшим об'ємом, ніж сума об'ємів вихідних речовин. Ці новоутворення спочатку заповнюють капіляри і пори цементного каменю, ущільнюють його та сприяють набору міцності. Разом з тим, при подальшому твердненні відбувається збільшення загального об'єму, що викликає виникнення внутрішніх напружень, які супроводжуються утворенням тріщин та руйнуванням. Тому оцінка стійкості в'язучих до корозії має суттєве значення для оцінки їх якості в умовах експлуатації при дії агресивних вод.

Дослідження корозійної стійкості дрібнозернистого бетону проводять за зміною міцності зразків при твердненні їх в агресивному середовищі. Цей метод дозволяє візуально спостерігати за процесом руйнування зразків при корозії, що у поєднанні з випробуваннями на міцність дає можливість повніше характеризувати поведінку зразків цементу в агресивних водах.

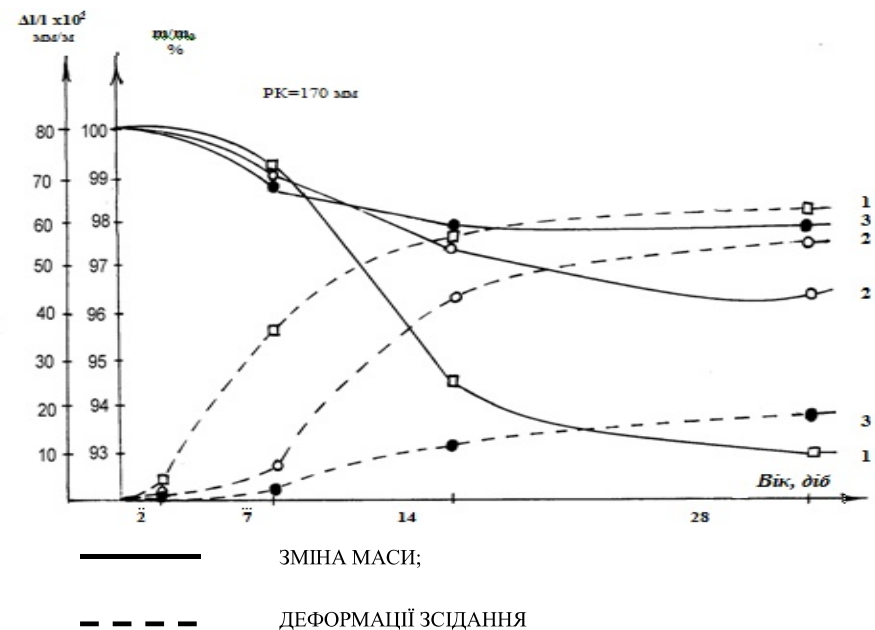


Рис. 3.13. Деформації зсідання та зміна маси розчинів: 1 – без додатків (В/Ц=0,54); 2 – дрібнозернистий бетон з полікарбоксілатами (В/Ц=0,36); 3 – з органо-мінеральним модифікатором (В/Ц=0,36)

В якості агресивного середовища використовують 5%-ний розчин  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Цемент вважається нестійким по відношенню до даного агресивного середовища, якщо коефіцієнт стійкості  $K_{\text{C}_6} < 0,7$ .

У даній роботі досліджували корозійну стійкість дрібнозернистих бетонів з органо-мінеральними модифікаторами за прискореною методикою та за зміною міцності зразків дрібнозернистого бетону при зберіганні їх в агресивному середовищі 8 тижнів (табл. 1). Корозійна стійкість оцінювалася за коефіцієнтом  $K_{\text{зг}}$ :

$$K_{\text{зг}} = R_{\text{агр}8} / R_{\text{в}8} > 0,7,$$

де  $R_{\text{агр}}$  – міцність після витримування 8 тижнів в агресивному середовищі;

$R_{\text{в}}$  – міцність після витримування 8 тижнів у воді.

Для дослідження формували дрібнозернисті бетони на основі портландцементу ПЦ-ІІ/А-ІІІ-400.

Корозійна стійкість оцінюється за  $K_{зг}$  оскільки він є чутливіший до дії агресивних середовищ. Найменше значення  $K_{зг}=0,96$  - тільки в зразків дрібнозернистого бетону без додатків з підвищеним В/Ц=0,45. Вище значення  $K_{зг}=1,08$  для модифікованого бетону показує, що введення комплексного модифікатора збільшує стійкість бетону до дії агресивних середовищ. Таким чином, бетони з органо-мінеральними модифікаторами характеризуються значно вищою корозійною стійкістю до дії агресивних середовищ, порівняно зі звичайними бетонами.

Одна із складових довговічності бетону - морозостійкість є залежною, в основному, від водоцементного відношення, характеру пористості і щільності бетону, виду та мінералогічного складу цементу, а також умов його тверднення.

Причинами руйнування затверділого бетону під дією від’ємних температур може бути міграція води по відкритих порах, гідравлічний тиск у капілярах при відтискуванні води із зони замерзання та інші.

Таблиця 1. Корозійна стійкість дрібнозернистих бетонів

Вид і кількість додатків	В/Ц	ПК, мм	Границя міцності, МПа, у середовищі				$K_{зг}$	$K_{ст}$
			Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		H <sub>2</sub> O			
			Згин	Стиск	Згин	Стиск		
б/д	0,32	108	10,1	34,8	9,7	48,4	1,04	0,72
1,5 мас.% КМ	0,32	175	11,4	35,9	10,5	45,5	1,08	0,79
б/д	0,45	175	8,8	30,2	9,1	43,1	0,96	0,70

Випробування на морозостійкість проводили за прискореною методикою згідно ДСТУ Б В.2.7-49-96. При цьому заморожування зразків-кубів здійснювали в морозильній камері при температурі  $-50^{\circ}\text{C}$  у 5%-ному водному розчині натрію хлориду. В результаті проведених досліджень морозостійкості встановлено (табл. 2), що зразки бетону на основі портландцементу з органо-мінеральним модифікатором

відповідають марці бетону за морозостійкістю F200, тоді як бетон на портландцементі ПЦ ІІ/А-ІІІ-400 – марці F150. Зростання стійкості до попереминого заморожування і відтаювання пояснюється тим, що поверхнево-активні речовини (полікарбоксилати) разом із прискорювачами тверднення (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+NaCNS) у складі комплексного модифікатора, сприяють ущільненню структури цементного каменю, зменшуючи інтегральну пористість, з рівномірним розподіленням дрібніших пор по всьому об’єму.

Отже, портландцементи з органо-мінеральними модифікаторами, що характеризуються заданою міцністю в ранньому віці, дозволяють одержати бетонні суміші з підвищеною рухливістю та здатністю до її тривалого збереження. Бетони на основі модифікованого портландцементу характеризуються підвищеними показниками міцності, вищою щільністю, висоло-, корозійною та морозостійкістю.

Таблиця 2. Морозостійкість бетону з органо-мінеральним модифікатором КМ

Найменування показника	Одиниця вимірювання	Значення показника		
		проектне	фактичне	
			звичайний	з модифікатором КМ
втрата міцності	%	не більше 5	3,2	2,9
втрата маси марка	мас.%	3	0,23	0,153
		-	F150	F200

Сучасний світовий підхід до виробництва довговічного та міцного бетону цілеспрямовано передбачає використання високоефективних багатокомпонентних органо-мінеральних модифікаторів портландцементної та бетонної сумішей, які дозволяють збільшити їх рухливість, зменшити водовитрати для приготування і, тим самим підвищити експлуатаційні властивості бетону.

УДК 624.014.2

## **ДОСЛІДЖЕННЯ УСАДОЧНО-ТЕМПЕРАТУРНИХ ДЕФОРМАЦІЙ І НАПРУЖЕННЯ В ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТАХ**

**Рябиця Я.А.**, *магістрант гр. БП 15 М,*

**Яцун В.В.**, *канд.техн. наук, доцент,*

**Магопець О.С.**, *канд.техн. наук, доцент,*

*Кіровоградський національний технічний університет*

Присутність арматури відіграє значну роль у температурних деформаціях залізобетонного елемента. При нагріві залізобетонний елемент видовжується на величину, більшу ніж видовження бетону, і меншу ніж видовження арматури. До появи тріщин, деформації залізобетонного елемента є близькими до деформацій бетону. В елементі з’являються внутрішні напруження з розтягом в бетоні і стиском в арматурі. Розширюючись більше, ніж бетон, арматура розриває його. В бетоні з’являються тріщини. При появі тріщин напруження в бетоні і арматурі падають, і елемент починає видовжуватися більше. Величина видовження елемента наближається до видовження арматури, вільної від бетону, але не досягає його, так як цьому перешкоджає зчеплення бетону з арматурою на ділянках між тріщинами. Підвищення температури більше 300-500°C викликає повзучість і релаксацію напружень в арматурі і бетоні. Напруження в арматурі і бетоні між тріщинами знижуються, і видовження залізобетонного елемента наближається до видовження бетону. В бетоні з’являються усадочні деформації, і температурне видовження залізобетонного елемента згасає.

При охолодженні скорочення залізобетонного елемента наближаються до скорочень бетону. При температурі нижчій за 400-500°C повзучість в арматурі та бетоні згасає і інтенсивність

скорочення збільшується до величини, близької до початкового розширення.

Температурні деформації залізобетонного елемента не рівні температурним деформаціям бетону чи арматури, а являються функціями цих деформацій і залежать від ступеня армування і виду арматури і бетону, температури і вологості бетону.

Вільні температурні деформації, згідно з В.І. Мурашевим при рівномірному нагріві статично визначеного бетонного елемента визначаються за формулою

$$E_{bt} = \alpha_{bt} t_b \quad (1)$$

При рівномірному нагріві залізобетонного елемента до виникнення тріщин температурні деформації арматури в бетоні близько співпадають між собою, і температурні деформації залізобетонного елемента можна вираховувати по вищенаведеній формулі. Після появи тріщин температурні деформації в арматурі в січенні з тріщиною досягнуть свого найбільшого значення:

$$E_{st} = \alpha_{st} t_s \quad (2)$$

Завдяки зчепленню бетону з арматурою на ділянках між тріщинами деформації арматури зменшуються. Температурні деформації арматури по довжині між тріщинами непостійні. Середнє температурне видовження арматури в бетоні буде становити:

$$E_{sm} = \alpha_{sm} t_s \quad (3)$$

Прийнявши зміни температурних деформацій арматури в бетоні від нагріву по тому ж закону, що й при розтягу чому зусиллі, знаходимо значення середнього коефіцієнту температурного розширення арматури в бетоні для першого нагріву:

$$\alpha_{sm} = \alpha_{bt} + (\alpha_{st} - \alpha_{bt}) \varphi_a \quad (4)$$

У цій формулі використовується коефіцієнт  $\varphi_a$ , значення якого приймається в залежності від відсотка армування елемента, який приймається по таблиці 1.

Таблиця 1

Вміст повздожньої арматури, %	0,2	0,4	0,7 і більше
Коефіцієнт $\varphi_a$	0,9	0,95	1

Деформації, що виникають через різницю температурного розширення арматури і бетону, рівні:

$$\varepsilon = \varepsilon_{st} - \varepsilon_{bt} = (\alpha_{st} - \alpha_{bt})t \quad (9)$$

Деформації, викликані різницею температурного розширення арматури і бетону, мають такий самий вплив на напружений стан залізобетонного елемента, як і усадка бетону при нормальній температурі. Повне значення усадочних деформацій бетону  $\varepsilon_{cs}$  в залізобетонному елементі при нагріві визначається додаванням деформацій усадки при нормальній температурі  $\varepsilon_{cs1}$  і при нагріві  $\varepsilon_{cs2}$  і деформації, яка виникла через різницю температурного розширення бетону і арматури  $\varepsilon_{\alpha}$ :

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cs1} + \varepsilon_{cs2} + \varepsilon_{\alpha} \quad (10)$$

Від нерівномірного нагріву і криволінійного розподілення температури по висоті січення до появи тріщин виникає напружений стан з врівноваженими епюрами напружень. На гранях з'являються напруження стиску, а в середній частині висоти січення – розтягу. Для визначення напружень по висоті елемента можуть бути використані рівняння плоскої задачі теорії пружності.

Теорію пружності можливо застосувати для бетону, який являється пружнопластичним матеріалом, але з деякими допущеннями: лінійну залежність між напруженнями і деформаціями, модуль пружності і температурні деформації бетону приймають як не залежними від температури. При нелінійному розподіленні температур по висоті січення виражаються залежністю:

$$\sigma_{bx} = -\alpha_{bt} E_{bt}(y) + \frac{1}{2h} \int_{-h}^{+h} \alpha_{bt} E_{bt}(y) dy + \frac{3y}{2h^3} \int_{-h}^{+h} \alpha_{bt} E_{bt}(y) dy \quad (11)$$

З достатньою точністю при пожежі можна прийняти розподілення температур по висоті січення по параболічному закону (рис.1.5).

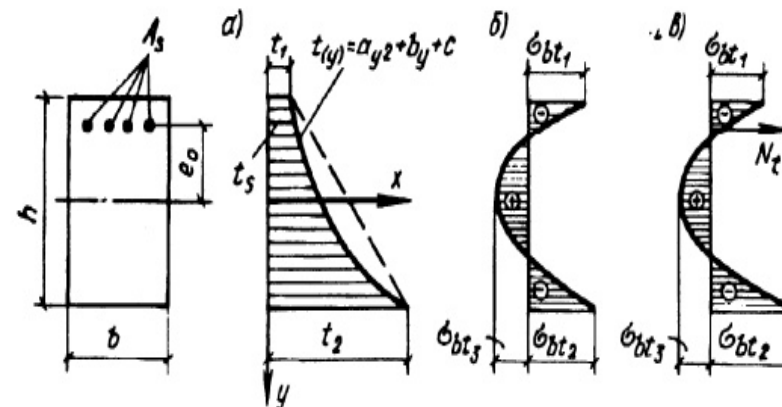


Рис. 1. Розподілення температур по висоті січення елемента до появи тріщин в бетоні.

а – криволінійної епюри температур; б – врівноваженої епюри напружень в бетоні від криволінійної епюри температур; в – те ж, з врахуванням різності коефіцієнтів температурної деформації бетону і арматури

Після інтегрування рівняння (11) і деяких перетворень напружень в бетоні виражаються залежністю:

$$\sigma_{bt} = \frac{\alpha_{bt} E_{bt} (t_2 - t_1)}{4} \left( \frac{1}{3} - \frac{y^2}{h^2} \right) \quad (12)$$

Через різницю температурного розширення бетону і арматури в залізобетонному елементі також створюється напружений стан. При одиничному армуванні сила, що виникає в арматурі по відношенню до бетонного січення, прикладена позакентрово. Якщо температурні деформації арматури менші за температурні деформації бетону, то виникає розтягуюча сила, якщо більші – то стискаюча.

$$N_t = (\alpha_{st} - \alpha_{bt}) t_s E_{st} A_s \quad (13)$$

Ця сила створює момент, рівний:

$$M = N_t e_0 \quad (14)$$

Від криволінійного розподілення температур і від різності температурного розширення арматури і бетону напруження стиску на грані елемента, яка не піддається нагріву, будуть рівні:

$$\sigma_{bt} = -\frac{\alpha_{bt} E_{bt} (t_2 - t_1)}{6} + \frac{N_t}{A} + \frac{M_t}{w_{pl}} \quad (15)$$

На грані, що піддається нагріву:

$$\sigma_{bt} = -\frac{\alpha_{bt} E_{bt} (t_2 - t_1)}{6} + \left( \frac{N_t}{A} - \frac{M_t}{w_{pl}} \right) \quad (16)$$

І напруження розтягу на осі

$$\sigma_{bt} = \frac{\alpha_{bt} E_{bt} (t_2 - t_1)}{12} + \frac{N_t}{A} \quad (17)$$

По мірі збільшення температурного перепаду і нелінійного розподілення температур деформації стиску повздовжньої арматури збільшуються і зростають розтягуючи деформації бетону в середній частині до тих пір, поки напруження в бетоні не досягнуть значень, рівних міцності бетону на розтяг. У цей момент з'являються вертикальні тріщини у середній частині і деформації стиску в поздовжній арматурі знижуються. Приймавши модуль пружності бетону по середній температурі січення, вираховують деформації арматури до появи тріщин в бетоні.

При температурі до 200°C на поверхні бетону, що підлягає нагріву, спостерігається задовільна схожість дослідних і теоретичних деформацій. При вищих температурах теоретичні деформації бетону є більшими за дослідні.

При врахуванні дійсного криволінійного розподілення температур по висоті січення, а також зміни модуля пружності і температурних деформацій в залежності від температури нагріву для більш точного визначення вільного відносного температурного видовження осі бетонного і залізобетонного елемента і його вільної температурної кривизни до появи тріщин, елемент по висоті розбивається на 4 частини, якщо при розрахунку використовується ЕОМ.

Для  $i$ -тої частини січення площа нагрітого бетону  $A_i$  приводиться до не нагрітого, більш міцного бетону:

$$A_{red,i} = \frac{A_i \beta_{bi} \bar{v}_i}{\varphi_{bi}} \quad (18)$$

Коефіцієнти  $\beta_{bi}$  і  $\bar{v}_i$  приймаються по температурі бетону у центрі тяжіння площі  $i$ -тої частини січення, а коефіцієнт  $\varphi_{bi} = 0,85$ , який враховує вплив повзучості бетону.

Якщо у перерізі є арматура, то при нагріві до температури, вищої за 200°C, вона має враховуватися. Площі нагрітої розтягнутої  $A'_s$  і стиснутої  $A''_s$  арматури також приводяться до не нагрітого, більш міцного бетону:

$$A_{s,red} = \frac{A_s E_s \beta_s}{E_b \bar{v}} \quad (19)$$

$$A'_{s,red} = \frac{A'_s E_s \beta_s}{E_b \bar{v}} \quad (20)$$

Модулі пружності нагрітої розтягнутої  $E_{st}$  і стисненої  $E''_{st}$  арматури приймають по температурі відповідної арматури.

Приведений момент інерції  $i$ -тої частини січення

$$I_{red,i} = \frac{A_{red,i} h_i^2}{12} \quad (21)$$

Віддаль від центра ваги  $i$ -тої частини січення до найменш нагрітої грані елементу, відносно якої визначається центр ваги січення

$$y_i = h - \sum h_i + y_{yi} \quad (22)$$

Відстань від центра ваги  $i$ -тої частини січення до центру ваги всього приведенного січення

$$y_{bi} = y_i - y \quad (23)$$

Температурне видовження центру ваги  $i$ -тої частини бетонного січення

$$\varepsilon_{bt,i} = \frac{\alpha_{bt,i} t_{bi} y_{yi} + \alpha_{bt,i+1} t_{b,i+1} (h_i - y_{yi})}{h_i} \quad (24)$$

і його температурна кривизна

$$\left(\frac{1}{r}\right)_{ii} = \frac{\alpha_{bt,i} - \alpha_{bt,i+1} t_{b,i+1}}{h_i} \quad (25)$$

В формулі (1,22) величина

$$y_{yi} = \frac{h_i (2\beta_{bi} + \beta_{b,i+1})}{3(\beta_{bi} + \beta_{b,i+1})} \quad (26)$$

При розрахунку без використання ЕОМ допускається приймати  $y_{yi} = 0,5h_i$ .

Після того як визначені усі необхідні величини для кожної частини січення і арматури, визначається площа, статичний момент і момент інерції усього приведенного січення:

$$\begin{aligned} A_{red} &= \sum A_{red,i} + A_{s,red} + A'_{s,red}; \\ S_{red} &= \sum A_{red,i} y_i + A_{s,red} \alpha + A'_{s,red} (h - \alpha'); \end{aligned} \quad (27-30)$$

$$\begin{aligned} I_{red} &= \sum I_{red,i} + \sum A_{red,i} y_{bi}^2 + A_{s,red} y_s^2 + A'_{s,red} (y'_s)^2; \\ \text{де } y_s &= y - \alpha; \quad y'_s = h - y - \alpha'. \end{aligned}$$

Відстань від центру ваги приведенного бетонного січення до найменш нагрітої грані визначається за формулою:

$$y = \frac{S_{red}}{A_{red}} \quad (31)$$

Вільне відносне температурне видовження осі елементу

$$\varepsilon_{bt} = \frac{\sum A_{red,i} \varepsilon_{bt,i} + A_{s,red} \varepsilon_{st} + A'_{s,red} \varepsilon'_{st}}{A_{red}}; \quad (32)$$

і вільна температурна кривизна

$$\left(\frac{1}{r}\right)_t = \frac{\sum A_{red,i} y_{bi} + A_{s,red} y_s \varepsilon_{st} + A'_{s,red} y'_s \varepsilon'_{st} + \sum \left(\frac{1}{r}\right)_{t,i} I_{red,i}}{I_{red}}. \quad (33)$$

Температурні видовження  $\varepsilon_{st}$  і  $\varepsilon'_{st}$  визначаються по формулі (6) в залежності від температури нагріву арматури  $S$  та  $S'$ .

Для залізобетонного елементу, де у розтягнутій зоні бетону не утворюються тріщини, нормальні до поздовжньої осі елементу, деформації від вистигання після пожежі, скорочення

$\varepsilon_{cs}$  осі елементу і її кривизну  $\left(\frac{1}{r}\right)_{cs}$  визначають по формулам:

$$\varepsilon_{cs} = \frac{\sum A_{red,i} \varepsilon_{cs,i}}{A_{red}}; \quad (34)$$

$$\left(\frac{1}{r}\right)_{cs} = \frac{\sum A_{red,i} y_{bi} \varepsilon_{cs,i} + \sum \left(\frac{1}{r}\right)_{cs,i} I_{red,i}}{I_{red}}. \quad (35)$$

Укорочення  $\varepsilon_{cs,i}$  осі  $i$ -тої частини бетонної січення і її кривизну  $\left(\frac{1}{r}\right)_{cs,i}$  визначають по формулам:

$$\varepsilon_{cs,i} = \frac{\alpha_{cs,i} t_{bi} y_{yi} + \alpha_{cs,i+1} t_{b,i+1} (h_i - y_{yi})}{h_i}; \quad (36)$$

$$\left(\frac{1}{r}\right)_{cs,i} = \frac{\alpha_{cs,i} t_{bi} - \alpha_{cs,i+1} t_{b,i+1}}{h_i}. \quad (37)$$

Коефіцієнти  $\alpha_{cs,i}$  та  $\alpha_{cs,i+1}$  приймаються в залежності від температури більш і менш охолодженої грані  $i$ -тої частини січення.

Для залізобетонного елемента, де у розтягненій зоні не утворюються тріщини, нормальні до поздовжньої осі елемента, напруження в бетоні грані  $i$ -тої частини січення знаходять за формулами:

при нагріві

$$\sigma_{bt,i} = [\varepsilon_{bi} - \alpha_{bt,i} t_{b,i} + y_{b,i} (1/r)_t] E_b \beta_{b,i} \bar{v}_i; \quad (38)$$

при вистиганні

$$\sigma_{cs,i} = [\varepsilon_{cs,i} - \alpha_{cs,i} t_{b,i} + y_{b,i} (1/r)_{cs}] E_b. \quad (39)$$

Величини  $y_{bi}, \varepsilon_{bi}, (1/r)_t$  визначаються за формулами (23;32;33)

Коефіцієнти  $\beta_{bi}$  та  $\bar{v}_i$  приймаються в залежності від температури бетону грані  $i$ -тої частини січення.  $\varepsilon_{cs}$  і  $(1/r)_{cs}$  розраховуються відповідно за формулами (34) і (35).

Для залізобетонного елемента, де у розтягнутій зоні утворюються тріщини, нормальні до поздовжньої осі елемента, деформації від нагріву при розтягнутій зоні, розміщеній у більш нагрітій грані січення, видовження  $\varepsilon_t$  осі елемента визначається за формулою:

$$\varepsilon_t = \frac{\alpha_{bt} t_b y_s + \alpha_{stm} t_s (h_0 - y_s)}{h_0}; \quad (40)$$

і її кривизна – за формулою :

$$(1/r)_t = \frac{\alpha_{stm} t_s - \alpha_{bt} t_b}{h_0}. \quad (41)$$

У останніх двох формулах:

$t_s$  - температура арматури S;  $t_b$  - температура бетону стисненої грані січення;  $\alpha_{stm}$  - коефіцієнт, який визначається за формулою (8),  $\alpha_{bt}$  - коефіцієнт, який приймається в залежності від температури бетону стиснутої грані січення.

Для залізобетонних елементів, де у розтягнутій зоні утворюються тріщини, нормальні до поздовжньої осі елемента, при вистиганні скорочення  $\varepsilon_{cs}$  осі елемента і її кривизну  $(1/r)_{cs}$  допускається визначати за формулами (34) і (35).

Варто відмітити, що при нагріві до появи тріщин значення деформацій залізобетонного елемента близьке до деформацій бетону. Після виникнення тріщин температурні деформації залізобетонного елемента більші, ніж деформації бетону, але менші за деформації арматури завдяки зчепленню арматури з бетоном. У цьому випадку середні температурні деформації арматури, яка знаходиться у бетоні, будуть менші, ніж у вільного металу, і вони визначаються коефіцієнтом  $\alpha_{stm}$ . Усадочно-температурні деформації у залізобетонних елементах до появи тріщин визначаються із врахуванням деформацій усадки при нормальній температурі, деформацій температурної усадки і деформацій від різності температурного розширення арматури і бетону.

При нерівномірному нагріві і криволінійному розподіленні температур по висоті січення залізобетонного елемента без тріщин виникає урівноважена епюра внутрішніх напружень, яка залежить в основному від кривої зміни температур і різності температурного розширення бетону і арматури, а також від зміни температурних деформацій і модуля пружності бетону по висоті січення.

УДК 621.795

## **ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ КОМП’ЮТЕРНИХ ПРОГРАМ У БУДІВНИЦТВІ ТА ПРОЕКТУВАННІ**

**П.А. Гордовий** *ст.гр. БІ-16-С*

**І.О. Скриннік** *доц., канд. техн. наук*

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

*Кіровоградський національний технічний університет*

В сучасній проектно-будівельній справі, де освоюються величезні кошти, немає проблеми безробіття, є проблема кваліфікації, володіння новітніми інформаційними технологіями в цій галузі. Якщо раніше необхідно було швидко креслити, рахувати, виготовляти макети, вміти спілкуватися із замовником та підрядником, що займало дуже багато часу, то сьогодні потрібно все робити в десятки разів швидше та якісніше. Це і визначило появу комп’ютерних технологій архітектурного проектування. Однією з перших почала створювати САПР архітектора компанія Graphisoft, на сьогоднішній день вона вже має досвід розробок в цій галузі близько 20 років. Концепцією пакету ArchiCAD є створення «Віртуальної Будівлі». В процесі архітектурного проектування створюється будівля в віртуальному просторі на комп’ютері.

Утворена модель не тільки точно повторює просторову геометрію будівлі, що проектується, але і містить всю інформацію про складові архітектурні і конструктивні елементи, обсяги матеріалів та ін., необхідну для конструктивного проектування, складання кошторисів, будівництва та подальшої експлуатації будівлі.

ArchiCAD містить інструменти зі створення фотореалістичного зображення будівлі, фільмів та панорами віртуальної реальності, які дозволяють ознайомити замовника з «живим» об’єктом, коли проектування знаходиться ще на ескізному етапі.

Утворена тривимірна модель може бути використана суміжниками для розрахунків міцності будівельних конструкцій (є конвертор в пакет Ліра), для проектування комунікацій – вентиляції, опалення, електропостачання, водопроводу та ін.

Після завершення будівництва модель «Віртуальної Будівлі» не втрачає своєї актуальності. Використовуючи цю модель, програма Graphisoft ArchiFM дозволяє вести повний контроль в процесі експлуатації будівлі.

Зі всіх систем автоматизованого архітектурно-будівельного проектування ArchiCAD став фактично стандартом в країнах СНД. З 2006 року на український ринок вийшла САПР ArchiCAD STAR(T) Edition – на сьогодні це версія 2008.

Новинка є бюджетною версією ArchiCAD, що відрізняється невисокою вартістю і в той же час функціональністю, достатньою для багатьох малих та середніх організацій, що займаються архітектурним проектуванням. При розширенні бізнесу є можливість обміняти продукт на повну версію ArchiCAD. Слід відмітити, що компанія GraphiSoft підтримує навчання спеціалістів-архітекторів в будь-якій країні світу. За цією програмою передбачена безкоштовна передача учбових версій ArchiCAD тим навчальним закладам, які готують фахівців в галузі будівництва та архітектури і мають професійних викладачів в цій сфері. Такий навчальний заклад має право не тільки на безкоштовне використання програмного продукту, але й на всі оновлення, які будуть надаватися абсолютно безкоштовно.

AutoCAD. Пакет для 3D моделювання, розробки креслень та створення проектної документації. Завдяки своїм функціональним можливостям дозволяє підвищити швидкість і точність виконання, економлячи при цьому час. Головною метою при створенні AutoCAD 2009 було збільшення продуктивності пакету.

AutoCAD. LT Пакет для 2D креслень та створення проектної документації. Не підтримує надбудов (мов ARX, VB, Lisp). Бюджетне рішення.

AutoCAD Architecture. Є галузевим рішенням для роботи в звичному середовищі AutoCAD. Програма орієнтована на класичні методики архітектурного і будівельного проектування. Призначена як для тривимірного моделювання будівель і споруд, так і для підготовки робочої документації. Істотною перевагою програми є використання звичних прийомів роботи AutoCAD в складних інструментах і технологіях спеціалізованих додатків. Використання єдиної логіки і прийомів – найкоротший шлях до ефективності роботи з програмою. Не потрібно звикати до нових інструментів.

AutoCAD Revit Architecture Suite. Програмний комплекс, що складається з двох незалежних програм: базової САПР AutoCAD і новітньої системи архітектурно-будівельного проектування Revit Architecture. Завдяки сумісності форматів вихідної документації можливий інформаційний обмін між програмами. Спеціалізоване рішення для архітектурно-будівельного проектування із застосуванням технології інформаційного моделювання будівель і споруд в промисловому і цивільному будівництві. Реалізовані функції концептуального і робочого проектування, вбудовані засоби візуалізації.

Revit Structure Спеціалізоване рішення для архітектурно-будівельного проектування, а також проектування сталевих і залізобетонних конструкцій – із застосуванням технології інформаційного моделювання будівель і споруд в промисловому і цивільному будівництві. Містить повний функціонал Revit Architecture. Спеціальні функції дозволяють моделювати будівельний каркас, задавати навантаження і опори, підготовку розрахункової 3D схеми для передачі в розрахункові програми.

AutoCAD MEP. Базоване на AutoCAD рішення для проектування механічних, електричних і санітарно-технічних систем будівель і підготовки технічної документації. У

звичному інтерфейсі AutoCAD добавлені спеціалізовані інструменти для інженерних систем (механічне устаткування, електропостачання, водопровід/каналізація тощо). AutoCAD MEP істотно підвищує ефективність всього циклу проектування на платформі AUTOCAD, зводячи до мінімуму можливість помилок координації між проектними колективами.

Revit MEP. Рішення для проектування інженерних систем на основі технології інформаційного моделювання будівель. Програма дозволяє звести до мінімуму число помилок шляхом координації проекту між групами фахівців, які розробляють механічні, електричні і санітарно-технічні системи, працювати спільно з архітекторами і проектувальниками будівельних конструкцій, що використовують платформу Revit, і завчасно розраховувати експлуатаційні характеристики будівель.

AutoCAD Revit MEP Suite. Містить два продукти: AutoCAD Mer та Revit Mer. Комплексне рішення для проектування інженерних систем будівель (механічних, електричних і сантехнічних) і підготовки будівельно-технічної документації.

Autodesk VIZ. Призначений для візуалізації 3D моделей, створених в інших САПР компанії Autodesk. VIZ – це подальший розвиток технологій Autodesk 3ds Max. Архітектори і конструктори можуть тонувати в ньому 3D моделей і створювати анімовані 3D сцени.

AutoCAD Electrical. Це AutoCAD для проектувальників електричних схем керування.

AutoCAD Map 3D. Призначений для професіоналів у сфері ГІС, які створюють, обробляють і виготовляють карти, займаються плануванням інфраструктури, аналізують картографічну інформацію і використовують при цьому дані різних типів і форматів.

### Список літератури:

1. AutoCAD: секрети, які повинен знати кожен користувач, Ден Ебботт, 2008, БХВ-Петербург, 320ст.

2. ARCHICAD [Електронний ресурс] режим доступу:  
<https://uk.wikipedia.org/wiki/ArchiCAD>

УДК 691.32

## **ПРИЧИНИ ТА СПОСОБИ ПІДСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ**

**С.В. Костюшин, ст. гр. ПБ-15МЗ,  
В.М. Сідей, викладач**

*Кіровоградський національний технічний університет*

Необхідність підсилення залізобетонних конструкцій визначається двома основними факторами: реконструкція будівлі чи споруди ; відновлення несучої здатності конструкції.

Реконструкція передбачає:

- зміну технології виробництва, пов'язану зі збільшенням, зміною схеми розташування або характеру навантажень;
- перебудову будівлі чи споруди зі зміною розташування й кількості опор балок тощо;
- заміну застарілого обладнання, що часто приводить до збільшення навантажень;
- збільшення навантаження на конструкцію внаслідок збільшення вимог щодо вантажопідйомності та пропускної здатності (наприклад, мостових споруд).

Необхідність відновлення несучої здатності конструкцій виникає внаслідок:

- помилок, допущених при проектуванні;
- помилок при виготовленні конструкції;
- хімічної агресії й природного зношування конструкції;
- втоми арматури та бетону;
- нерівномірних осідань основи;

- ушкодження конструкції при порушенні режимів експлуатації;

- ушкодження в результаті стихійних лих і аварій.

Реконструкція діючих будівель і споруд проводиться з урахуванням техніко-економічних показників, при цьому часто доцільнішим є максимальне збереження існуючих конструкцій з їх підсиленням (відновленням) [1].

Досить часто доводиться підсилювати залізобетонні конструкції через різні дефекти й пошкодження [2].

Помилки при проектуванні можуть виникнути через невідповідність розрахункової схеми роботи дійсної споруди й полягають у недостатній корисній висоті перерізу, заниженні площі робочої арматури, у недостатньому поперечному армуванні, у неправильному розташуванні відгинів і стиків арматури, неповному анкеруванні стержнів, а також при застосуванні нових конструкцій і конструктивних рішень, не досліджених повністю.

При виготовленні конструкцій іноді використовується бетон нижчого класу, ніж проектний, не забезпечується надійне зчеплення арматури з бетоном при поганому очищенні поверхні арматури. Також трапляється неправильне стикування арматури й недотримання її проектного положення, недостатнє ущільнення робочої суміші й виникнення раковин при бетонуванні, мала довжина обпирання збірних конструкцій, застосування забруднених і неякісних заповнювачів, ушкодження при неправильному зберіганні на складах, транспортуванні й монтажі збірних залізобетонних конструкцій.

На конструкції споруд також впливають агресивні середовища. В промисловості від 20 до 70% загальної кількості споруд експлуатуються при агресивному впливі різного рівня. У результаті хімічної агресії кородують арматура та бетон, при цьому відбувається збільшення об'єму продуктів окислювання, внаслідок чого відшаровується захисний шар бетону й зменшується площа перерізу арматури. Розчини солей, кислот, мінеральні мастила тощо руйнують цементний камінь бетону

конструкції. Корозія може бути викликана також блукаючими струмами [2].

Нерівномірні осідання основи спричиняють у статично невизначених конструкціях перенапруження окремих елементів або перерізів. При порушенні режимів експлуатації (перевантаження конструкцій, механічні впливи, нагрівання тощо) також можуть виникати пошкодження конструкцій.

Стихійні лиха (пожежа, землетрус, повінь тощо) та аварії приводять до повного або часткового руйнування конструкцій, а також знижують міцнісні характеристики матеріалів. При відновних роботах часто виникає потреба у підсиленні конструкцій.

Характерними пошкодженнями залізобетонних конструкцій є тріщини. Однак їх наявність не завжди свідчить про необхідність підсилення конструкції. Для цього необхідно врахувати не тільки причину виникнення тріщин, але і їхній вплив на подальшу роботу конструкції.

Перша група – зведення нових розвантажуючих і замінних конструкцій, які частково або повністю приймають збільшені навантаження і вивільняють з роботи несучі конструкції. При цьому використовують металеві конструкції (в основному балкові), які передають навантаження на опори. Друга частина передбачає збільшення початкової несучої здатності за двома схемами: без зміни або зі зміною конструктивної схеми елемента. До першого способу віднесені улаштування сорочок, обойми, накладок та односторонніх нарощувань з використанням як поздовжньої арматури так і вертикальних прямих хомутів. Другий спосіб підсилення забезпечується введенням в конструктивну схему додаткових жорстких та пружних опор, використанні різних натяжних, розпірних та інших розвантажуючих конструкцій.

Аналіз конструктивних рішень показує, що одним з найбільш поширених методів є нарощування перерізів залізобетонних конструкцій. При цьому може нарощуватись як переріз арматури, так і переріз бетону або арматури і бетону

одночасно, шляхом влаштування залізобетонних обойм, сорочок, тощо.

У 70-80 рр. XX століття в сфері будівельних конструкцій розпочали застосовувати матеріали нового покоління, створені на базі високоякісних композитів, які використовували раніше в космічній та авіаційній галузях і які виявилися ефективними при підсиленні будівельних конструкцій з різних матеріалів.

Для підсилення конструкцій шляхом приклеювання (аплікації) композитні матеріали виготовляють у вигляді пластин (стрічок) з різних матеріалів незначної товщини і різних ширини та тканин. Серед них слід виділити композити на основі: вуглецевих волокон (CFRP – англ. Carbon Fiber Reinforced Plastic) які набули найбільшого розповсюдження;

В цілому композиційні системи посилення складаються із спеціально підібраних волокон і смол, які, працюючи разом, – і створюють високотехнологічні композити. Вуглецеві волокна в комбінації з високоякісними смолами працюють як високоміцна система посилення, а різноманіття композитів дає можливість знаходити технологічні рішення будь-яких складних завдань безпосередньо для кожного окремо взятого об'єкта. Композитні стрічки складаються з вуглецевих волокон, поміщених в синтетичні волокна – в літературі виступають під назвою «стрічок CFRP» від англійського Carbon Fibre Reinforced Plastic. Панелі з вуглецевих волокон є доповненням системи посилення з композитних стрічок і використовуються для посилення зон зрізу, опор, колон, стовпів, кам'яних конструкцій, поверхневих підсилень і всіх випадків, де застосування композитних стрічок є важким або неможливим. В основі свого застосування цей метод відповідає відомому посиленню шляхом прикріплення сталевих смуг до елементів конструкцій. Але використання композитних матеріалів у порівнянні зі сталевими смугами має більше переваг.

### Список літератури

1. Валовой О. І. Ефективні методи реконструкції промислових будівель та інженерних споруд. Навчальний посібник для студентів вищих

навчальних закладів за напрямком „Будівництво” / О. І. Валовой // Кривий Ріг: Мінерал, 2003. - 266 с.

2. Физдель И. А. Дефекты и обрушения конструкций и сооружений. / И. А. Физдель // М., Стройиздат, 1957.

УДК 624.014.2

## **ОГЛЯД БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ РОЗТЯГНУТО – ЗІГНУТИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТА ОСНОВ ЇХ РОЗРАХУНКІВ.**

**Абальмаз О.А., магістрант гр. БП 15 МЗ  
Кіровоградський національний технічний університет**

В останній час у практиці будівництва застосовуються конструкції з використанням розтягнуто-зігнутих елементів. Характерною особливістю таких конструкцій є те, що їх основні несучі елементи працюють на розтяг, завдяки чому вдається раціонально використати високоміцні матеріали (високоміцні сталі). Переваги цих конструкцій найбільш ефективно проявляються в покритті великих прольотів. Аналіз побудованих споруд показує, що застосування таких конструкцій дозволяє знизити вартість будівництва, добитися зниження ваги конструкції, підвищення рівня індустріалізації та прискорення будівництва.

Подібні конструкції, в яких використовуються розтягнуто-зігнуті елементи називають висячими.

Висячими звичайно називають покриття, несучими конструкціями яких служать розтягнуті ванти або оболонки (мембрани), які безпосередньо сприймають навантаження. Одна з головних характерних особливостей висячих покриттів — їх порівняно велика розпирність.

Несучими елементами висячих систем є нитки, які умовно діляться з одного боку на гнучкі та кінцевої жорсткості, та з іншого, — на положі та непологі

Складовими частинами майже будь-якого висячого покриття є покриття, тобто пролітна частина, та опорний контур, який сприймає горизонтальні та вертикальні зусилля від пролітної частини.

В залежності від призначення ванти можуть бути:

*несучими*, тобто такими, що сприймають зовнішнє додатне навантаження на покриття та зусилля попереднього напруження;

*напружуючими* або *стабілізуючими* — такими, що дозволяють створити попереднє напруження системи та сприймати від’ємне навантаження на покриття та зусилля попереднього напруження.

В залежності від конструктивних особливостей висячі покриття прийнято розділяти на вантові системи, висячі оболонки та комбіновані системи [1, 2 ,3]. Завдяки своїм перевагам висячі покриття дуже широко використовуються для найрізноманітніших споруд (див. рис. 1-5).

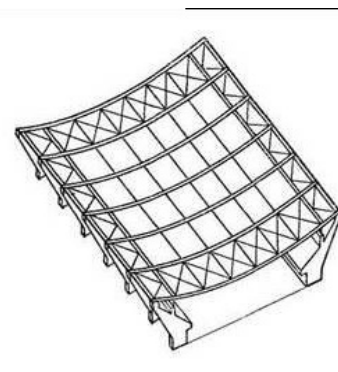


Рис. 1. Циліндричне покриття із жорсткими нитками в Гамагорі (Японія)

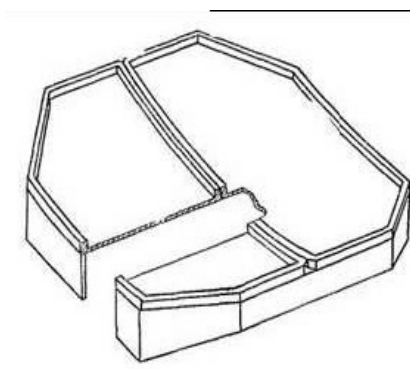


Рис. 2. Застосування жорстких ниток для створення деформаційного шва у висячій оболонці

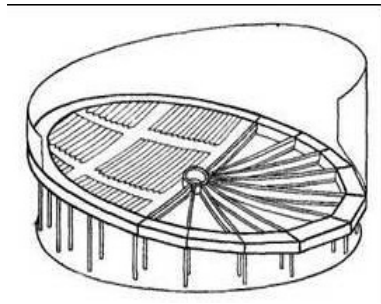


Рис.3. Використання розтягнутих балок в міжповерховому перекритті

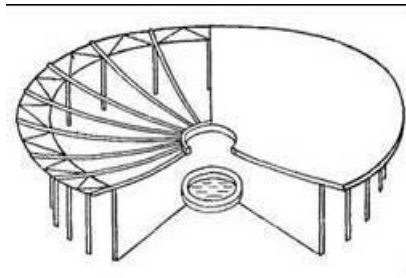


Рис. 4. Прокатні профілі в круглому перекритті над кафе

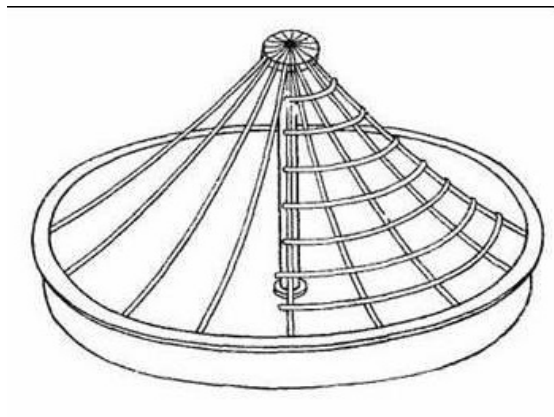


Рис. 5. Ребристо- кільцеве шатрове покриття

*Вантовими системами* називають покриття, які створені системою вант (стержнів, канатів або пучків високоміцної проволони), яке сприймає та передає на опорний контур або крайові елементи все навантаження, та опорним контуром, який сприймає розпір від вант.

В вантових системах огорожуючі елементи крім свого основного призначення служать також для сприйняття корисного навантаження та передачі його на ванти. Але в сумісній роботі з вантами вони участі не приймають і конструкцію в оболонку не перетворюють. Вантові покриття, як і всі висячі конструкції, являються розпірними. Опорний

контур у вантових системах виконується у вигляді замкнутого кільця, овалу, квадрата і т. п. або окремих розімкнених елементів, які сприймають розпори частіше всього у рівні покриття. Звичайно ці конструкції виконуються жорсткими, здатними працювати на стиск, згин або кручення. Сприйняття розпору від пролітної частини покриття можливо також за допомогою відтяжок, заанкерених у ґрунт, або контрфорсів. Іноді розпір сприймається так званим гнучким контуром, де відсутні напруження згину і кручення. Жорсткість вантовим системам, як правило, надають напружуючі ванти.

За допомогою попереднього напруження можна значно зменшити деформативність вантових систем та надати їм необхідну жорсткість. Прикладом можуть служити вантові ферми, покриття седлоподібної форми з ортогональною системою вант та інші види конструкцій.

Далеко не завжди вдається реалізувати висячі покриття на замкнутому опорному контурі (наприклад, круглому або еліптичному). Особливості розвитку технологічних потреб сучасних промислових та суспільних будівель і споруд іноді обумовлюють переважне застосування конструкцій, які вписуються у прямокутний план. В цьому випадку висячі покриття проектуються в основному із розімкненим опорним контуром.

Як указувалося, вантова конструкція може представляти собою систему гнучких ниток. Гнучка нитка, піддана дії довільного навантаження, служить розрахунковою моделлю досить широкого класу висячих конструкцій. Методика розрахунку гнучкої нитки як окремого елемента використовується в ряді конструктивних рішень висячих покриттів [4], а тому представляє великий практичний інтерес.

### Список літератури.

1. Дмитриев Л.Г., Касилов А.В. Вантовые покрытия.— К.: Будівельник, 1974.—147с.
2. Людковский И.Г. Современное состояние и перспективы применения висячих покрытий: Висячие покрытия. — М.: Госстройиздат, 1962.— 154с.

3. Москалев Н.С. Новые висячие покрытия // Изв. вузов. — 1972. — № 7. — С. 47-53.
4. Рекомендации по проектированию висячих конструкций.— ЦНИИСК, 1973.— 152с.

УДК 624.012.82

## **ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ПРОГРАМИ ArchCAD ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ЦИВІЛЬНИХ ТА ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ**

**І.М. Кирилюк** студент гр. БП 15-1(2ск)

**І.О. Скриннік**, доц., канд. техн. наук

**В.В. Дарієнко** доц., канд. техн. наук

*Кіровоградський національний технічний університет*

В наші часи неможливо собі представити проектування тої чи іншої споруди без застосування сучасних комп'ютерних програм. Ця стаття буде присвячена доволі популярній в сфері проектування, програмі ArchCAD.

ArchCAD – це графічний програмний пакет САПР для архітекторів, створений угорською компанією Graphisoft. Призначений для проектування архітектурно-будівельних конструкцій і рішень, а також елементів ландшафту, меблів та ін.

Розробка ArchCAD почалась у 1982 році для оригінального комп'ютерів Apple. ArchCAD визнається як перший продукт CAD для персональних комп'ютерів. Перша версія програми ArchCAD була створена в 1984 році під назвою Radar CH. Вона працювала на комп'ютерах Apple Lisa і була програмою для проектування водопроводів.

При роботі в пакеті використовується концепція віртуального будинку. Суть її полягає в тому, що проект ArchCAD являє собою виконану у натуральну величину

об'ємну модель реальної будівлі, що існує в пам'яті комп'ютера. Для її виконання проектувальник на початкових етапах роботи з проектом фактично «будує» будинок, використовуючи при цьому інструменти, що мають свої повні аналоги в реальності: стіни, перекриття, вікна, сходи, різноманітні об'єкти і т. д. Після завершення робіт над "віртуальною будівлею", проектувальник одержує можливість отримувати різноманітну інформацію по спроектованому об'єкту: поверхові плани, фасади, розрізи, експлікації, специфікації, презентаційні матеріали та ін. Підтримує взаємодію з різними інженерними програмами через формат IFC.

Якщо розглядати переваги, то основною перевагою програми є природний взаємозв'язок між всіма частинами проекту. Технологія «віртуального будинку» дозволяє працювати не з окремими, фізично ніяк не пов'язаними між собою кресленнями, а з усім проектом в цілому. Будь-які зміни зроблені, наприклад, на плані будівлі, автоматично відобразяться (перебудуються, перерахуються) на розрізах, видах, у специфікаціях, експлікації, як це вказано на рисунку 1. Такий підхід забезпечує значне скорочення часу проектування. Крім того, при правильній роботі з віртуальною будівлею, гарантовано виявлення та усунення більшості проблем, які обов'язково з'явилися б на пізніших етапах проектування або, що ще гірше, вже на будівельному майданчику.

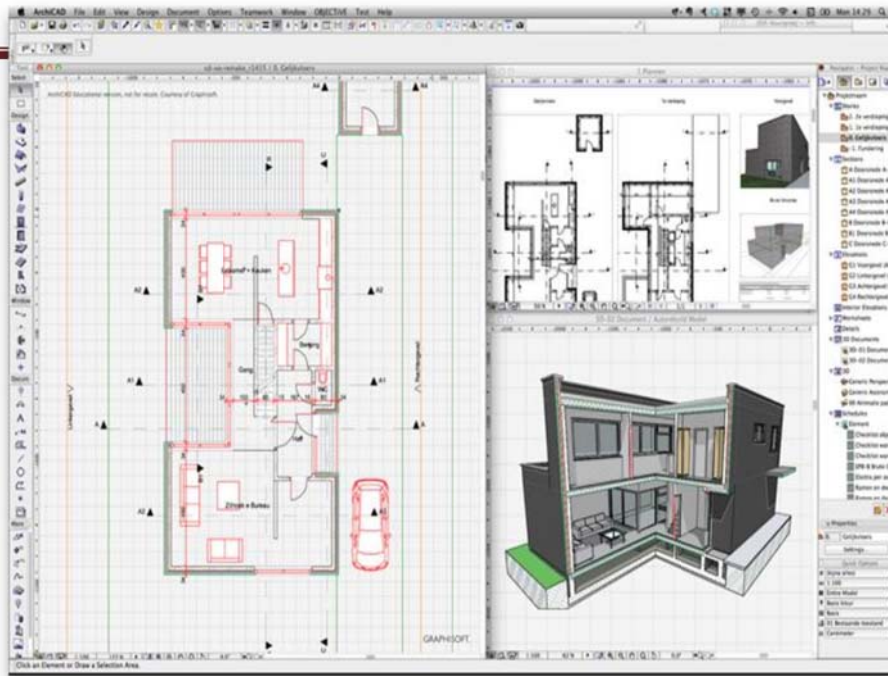


Рисунок 1. Приклад автоматичного відображення всіх видів проєкцій.

Завдяки великій кількості налаштувань стандартних інструментів, об'єкти настроюються відповідно до побажань користувача.

ArchiCAD дозволяє працювати над одним проєктом групі архітекторів. Розвинена система групової роботи (teamwork) також скорочує час проєктування і сприяє недопущенню невідповідностей у частинах проєкту, що розробляються різними архітекторами. У 13-й версії програми була представлена революційна технологія Teamwork 2.0, що забезпечує неперевершену гнучкість і цілісність командної роботи.

Починаючи з 12-ї версії ArchiCAD розробник випускає додатки, покликані розширити функціональність базового продукту. Серед цих програм:

- MEP Modeler, призначений для створення, редагування та імпорту 3D-моделей інженерних комунікацій у середовищі ArchiCAD

- EcoDesigner, що дозволяє проводити енергетичні розрахунки будівлі силами архітекторів
- Virtual Building Explorer, призначений для створення інтерактивної презентації проєкту.

Що ж до недоліків, можна вважати обмежені можливості зі створення об'єктів зі складною, нестандартною геометрією (наприклад, поверхні NURBS, скульптурне моделювання), що найчастіше не дозволяє проєктувальникові стандартними засобами реалізувати всі свої ідеї повною мірою. Для вирішення такої проблеми можна скористатися імпортом із сторонніх програм на кшталт Cinema 4D, 3ds Max. Також, ArchiCAD не передбачає багатоваріантності проєктування (це рішення не виділено в окремий інструмент — клас) — у будь-який момент часу в рамках одного файлу бажано мати один повноцінний варіант прийнятих архітектурно-будівельних рішень (проте цей недолік певною мірою можна вирішити відображенням комбінацій шарів).

Деяким недоліком можна вважати досить високу вартість ліцензійної версії ArchiCAD. Однак, починаючи з 2006 року компанія «Graphisoft» пропонує початківцям трохи обмежену версію програми ArchiCAD StarT Edition.

ArchiCAD може імпортувати і експортувати DWG, DXF і IFC розширення файлів.

Вартість ліцензійної версії програми, як було сказано вище, дуже значна. Невеликі архітектурні фірми і майстерні, як правило, не можуть дозволити собі такі витрати. З іншого боку, далеко не всі функції ArchiCAD'a необхідні для проєктування звичайних будівель і споруд, чим у переважній більшості випадків і займаються подібного роду підприємства. Так, наприклад, похилі стіни і колони практично не використовуються в сучасному масовому житловому будівництві, а функція teamwork, чудово забезпечуючи спільну роботу великих колективів проєктувальників (наприклад, у проєктних інститутах), у невеликих фірмах, особливо якщо персонал вже похилого віку і не усвідомлює логіки роботи в ArchiCAD, найчастіше створює більше проблем, ніж вирішує.

З огляду на дані міркування, компанія Graphisoft випускає програмний комплекс ArchiCAD START Edition. Цей пакет створений на основі відповідної версії ArchiCAD шляхом виключення з нього функцій і можливостей, нехарактерних для невеликих архітектурно-будівельних фірм. Повний список відмінностей ArchiCAD START Edition і ArchiCAD можна переглянути на офіційному сайті ArchiCAD.

За необхідності, ArchiCAD START Edition може бути оновлений до повної версії ArchiCAD, при цьому з усіма раніше створеними файлами можна працювати без будь-яких обмежень.

У лютому 2011 року компанія Graphisoft оголосила про вихід ArchiCAD Start Edition 201.

### Список літератури

1. [www.graphisoft.com](http://www.graphisoft.com)
2. Элис Д. Питер. 2016. Компьютерное проектирование для архитекторов
3. Малова Н.А. ВHV-СПб. 2015 ArchiCAD 18 в примерах.

УДК 1418.69.01

## **ПРОЕКТУВАННЯ ДЕРЕВ'ЯНИХ БУДИНКІВ ЗА ДОПОМОГОЮ 3D МОДЕЛЕЙ**

**А.О. Шинкевич** студент гр.БІ-16-3ск

**І.О. Скриннік**, доц., канд. техн. наук

**В.В. Дарієнко** доц., канд. техн. наук

*Кіровоградський національний технічний університет*

Попереднє проектування необхідно не тільки для створення планів будинків, особливий спосіб проектування потрібно і для побудови споруд з дерева. Для цього буде

корисна програма для розрахунку будівництва будинку «Проектування дерев'яних будинків».



Програма для створення креслення

Така програма призначається для створення будинків, що складаються з оциліндрованих колод або прямокутних брусів. Завдяки цій програмі створюється тривимірна модель будинку з дерева, заснована на даних про безпосередніх розмірах колод, при цьому враховується навіть розташування поперечних вирізів. Дана програма корисна для планування будівель за містом, дач, будинків для відпочинку на природі.

Набір засобів проектування має кілька програм, які допомагають при проектуванні будинків, інтер'єр, меблів. Google SketchUp, наприклад, допоможе зробити перші кроки в моделюванні об'єктів. Це і житлові приміщення, і господарські будівлі, і склади, і промислові будівлі великих розмірів. Програма для будівництва будинків безкоштовно дозволяє

будувати з точними розмірами, змінювати текстури - і це з використанням досить великого числа інструментів.



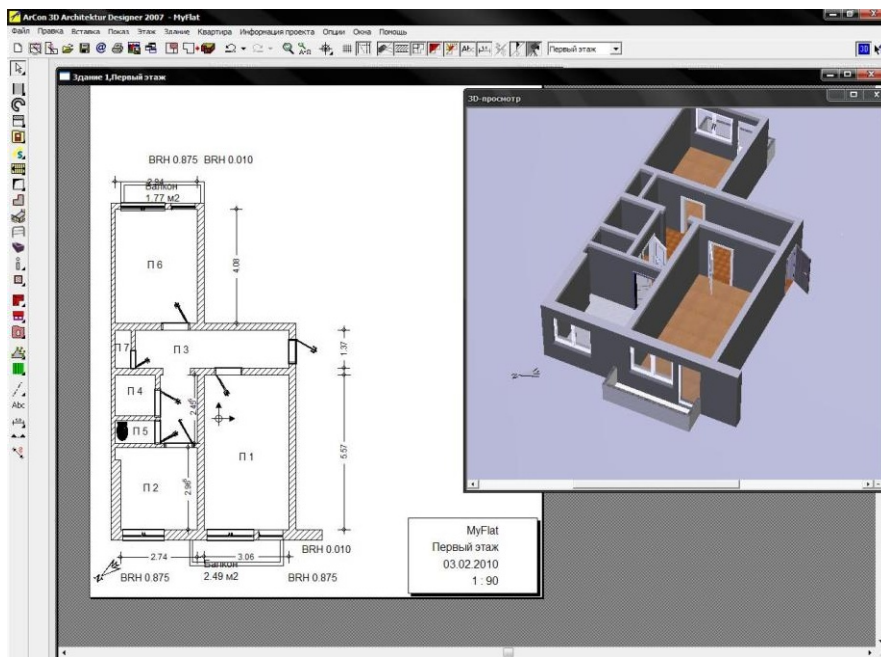
3D моделювання

Конструкторами меблів, в свою чергу, надається велика кількість зразків, з них можливе створення практичних будь-яких моделей. Адаже можна не тільки створити модель, а ще й скласти список необхідних деталей для закупівлі і навіть розрахунок вартості проекту. Ці кошти проектування виконуючи роботу в напівавтоматичному режимі, здійснюють рутинні завдання. Використовуючи задані розміри, програма побудує готовий компонент, після чого можна відредагувати параметри.

Можна завантажити програми для будівництва відомих продуктів AutoCAD і КОМПАС-3D. Вони використовуються для будь-яких цілей і для проектування будинків, інтер'єрів, але це дороге ПО. У той же час, програма для будівництва будинку на торрентах дешевша, але функціональні програми цілком можуть бути прекрасним вибором для новачків. Наприклад,

якщо ваша задача - проектування обстановки в своїй квартирі без професійних дизайнерів, підходящої під внутрішню обробку будинка, тоді вам підійде програма Ashampoo Home Designer. Вона надає можливість пересувати меблі, підбирати матеріали, розставляти макети людей з метою більшої реалістичності.

Професійна програма Arcon - це програма, призначена для проектування будинків (котеджів), ландшафтного дизайну, з можливою тривимірною візуалізацією проекту, дизайном сходів, проектуванням даху, вікон, дверей. Дана програма має функції для здійснення дизайну зимового саду, дизайну інтер'єру, проектування корпусних меблів. Програма Arcon надає можливість спочатку створити добре пророблений план будинку, а потім побачити майбутній будинок у вигляді об'ємного і кольорового зображення. Це може дозволити наочніше обговорювати архітектурні ідеї з колегами, а також більш ефективно спілкуватися з клієнтами. У міру необхідності в проект оперативно вносяться зміни і корективи в присутності клієнта. Відрізняючись від інших будівельних програм, Arcon розроблялася для архітекторів з безпосередньою метою вирішення питань, які пов'язані з ескізним проектуванням будинків будь-якого ступеня складності.



АрКон

Сьогодні в Європі програма Аркон використовується більш ніж 20 000 професійними користувачами. Даная онлайн програма для будівництва будинку володіє інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом і спрощеною версією Arcon.SmallBusiness, яка призначена для приватних користувачів, що бажають побудувати власний замський будинок, самостійним чином створити ескізний проект, добре продумати планування, розташування кімнат. Програма Arcon дає можливість займатися дизайном різних функціональних приміщень (дитячої, кухні, ванній і т.п.), працювати з тривимірними елементами, наносити написи, розміри на плані. Так, спроектоване приміщення можна побачити в високоякісному 3D зображенні, здійснити віртуально прогулянку по створеному проекту.

В процесі проектування будинку програма для будівництва будівель надає можливість використовувати різні

текстури, предмети інтер'єру прямо з бібліотеки 3D об'єктів. В даній бібліотеці міститься понад 1300 текстур і більше 3000 інтер'єрних об'єктів. При бажанні можливе замовлення додаткових готових 3D елементів, що поставляються на компакт-дисках для Аркон (більше 20 дисків з елементами різної тематики), або подгрузка власних елементів в форматі 3ds.

Професійна 3d програма для будівництва будинку ArCon вже містить модуль для підготовки проекту будинку - CreativeLine 3.7. Програма Аркон володіє вбудованою функцією, за допомогою якої можливе проектування сходів різної форми. Програма Arcon активно використовується при переплануванні приміщень, при ескізному проектуванні будинків, ландшафтному дизайні. У програмі є багато таких корисних інструментів

- дизайнер вікон, дверей;
- розрахунок світла, освітлення, тіней;
- модуль для створення, редагування 3D-елементів.

Вимогливі клієнти можуть переглянути створені інтер'єри, екстер'єри з фотореалістичним якістю. Якщо ж ви є приватним користувачем або творцем порівняно нескладних проектів (проектуйте котедж або лазню, робите проект магазину або офісного приміщення, або ж бажаєте пропрацювати фасад будинку), тоді вам повністю підходить спрощена безкоштовної програми Arcon.

Існує найрізноманітніші безкоштовні програми для будівництва будинків, і всі вони мають свої переваги, а також своїми мінусами. Наприклад, є така прекрасна програма, як FloorPlan3D. У ній можна зробити перепланування простору будинку або ж накреслити проект в тривимірному просторі. Є можливість створення не тільки плану будівлі, а й до дрібниць запланована дизайну кімнат, підрахунку кількості необхідного для ремонту матеріалу, кількості фарби, шпалер. Є програма і для підрахунку витрат на ремонт. Так, програма FloorPlan3D



УДК 624.072:620.193

**ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ  
КОРОЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ НА АРМАТУРІ  
ПЕРІОДИЧНОГО ПРОФІЛЮ З  
ВИКОРИСТАННЯМ MS EXCEL**

**М.О. Степанько** , студентка

**В.О. Бондар** , д.т.н., професор

*Полтавський національний технічний університет імені  
Іурія Кондратюка*

При вивченні корозійних процесів на арматурі періодичного профілю необхідно враховувати фізико-хімічні явища, які мають місце при контакті агресивної рідини з поверхнею арматури. Спочатку йде процес розтікання рідини до утворення крайового кута, межі якого визначаються напрямком векторів поверхневого натягу середовища «рідина-повітря» і «метал-рідина» ( $G_{рп}$  і  $G_{мп}$ ) [1].

Наявність виступів на поверхні арматури призводить до збільшення питомої вільної поверхневої енергії (поверхневого натягіння).

$$G_{мп}^n = k \cdot G_{мп}, \quad (1)$$

де  $G_{мп}^n$  - поверхнєве натягіння рідини на арматурі періодичного профілю;

$G_{мп}$  - поверхнєве натягіння рідини на гладкій арматурі;

$k$  – збільшення площі контакту рідини на поверхні арматури періодичного профілю в порівнянні з гладкою арматурою.

Відповідно рівняння Венцеля-Дерягіна [2].

$$\cos \Theta^n = k \cdot \cos \Theta, \quad (2)$$

де  $\Theta^n$  і  $\Theta$  - крайові кути змочування рідиною на поверхні арматури періодичного профілю і гладкої.

так як  $k > 1$ , то  $\cos \Theta^n > \cos \Theta$ ,  $\Theta^n > \Theta$ , тобто наявність періодичного профілю призводить до зменшення крайового кута і, відповідно, до покращення змочування арматури періодичного профілю.

Крайовий кут, що утворюється на періодичному профілі арматури  $\Theta^n$  (рис. 1), визначається крайовим кутом  $\Theta$  і кутом  $\varphi$ , який характеризує нахил поперечних векторів:

$$\Theta^n = \Theta + \varphi \quad (3).$$

Кут  $\varphi$  може бути визначеним за формулою:

$$\operatorname{tg} \varphi = - \frac{dy}{dx} \quad (4)$$

Кут  $\varphi$  є змінною величиною і залежить від місця торкання фронту рідини з поверхнею арматури.

На ідеалізованій поверхні арматури періодичного профілю (рис. 2) висота виступу може бути визначена за формулою:

$$y = h \left( 1 + \cos \frac{2\Pi x}{t} \right), \quad (5)$$

де  $y$ ,  $h$  – текуча і максимальна висота виступу відповідно;

$t$  – відстань між сусідніми виступами.

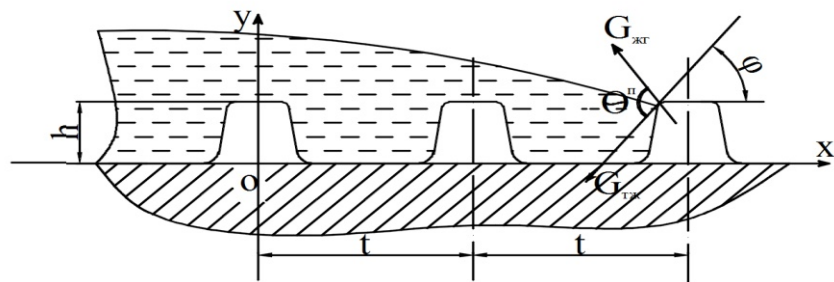


Рис. 1. Схема утворення крайового кута змочування на арматурі періодичного профілю

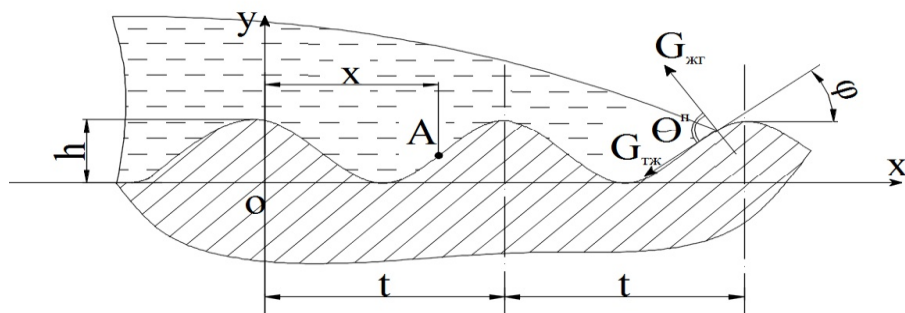


Рис. 2. Схема утворення крайового кута змочування на ідеалізованій поверхні арматури періодичного профілю

Із рівняння (4) і (5) можливо отримати наступний вираз для визначення  $\varphi$ :

$$\varphi = \operatorname{tg}^{-1} \left( 1 + \cos \frac{2\Pi x}{t} \right), \quad (6)$$

Фактичне значення кута  $\varphi$  змінюється від мінімального до максимального, тобто  $\varphi_{\min} \leq \varphi \leq \varphi_{\max}$ .

Максимальний кут  $\varphi_{\max}$  буде при  $\sin \frac{2\Pi x}{t} = 1$ , мінімальний  $\varphi_{\min}$  при  $\sin \frac{2\Pi x}{t} = -1$ .

В таблиці наведені розрахункові значення  $\varphi_{\max}$  і  $k$  для арматури періодичного профілю за діючою номенклатурою.

Значення  $\varphi_{\max}$  і  $k$  для арматури періодичного профілю

№ профіля	$h/t$	$k$	$\varphi_{\max}^0$	№ профіля	$h/t$	$k$	$\varphi_{\max}^0$
6	0,1	1,38	32,13	22	0,187	1,5	48,19
8	0,15	1,49	43,29	25	0,187	1,48	48,19
10	0,143	1,53	41,92	28	0,222	1,59	54,31
12	0,178	1,61	48,19	32	0,2	1,53	51,47
14	0,178	1,56	48,19	36	0,208	1,57	52,56
16	0,187	1,59	48,19	40	0,208	1,55	52,56
18	0,187	1,55	48,19	45	0,2	1,55	51,47
				50	0,2	1,53	51,47

Із наведених даних випливає, що при збільшенні відношення  $h/t$  від 0,1 до 0,222, тобто більш, між в два рази, кут  $\varphi_{\max}$  змінюється від 32,13° до 54,31°, тобто збільшується на 22,18°.

Із збільшенням виступів крайовий кут рідини на арматурі періодичного профілю зростає.

Розвинуті профілі (що мають велике значення  $k$ ) мають більшу вільну поверхневу енергію, а, відповідно, і схильність до корозійних руйнувань при корозії із агрегатною рідиною. Для таких профілів характерні більші значення  $\varphi_{\max}$ .

### Список літератури

1. А.Д. Зимон, Адгезія жидкости и смачивание, М., «Химия», 1974.
2. Ю.В. Сумм, Смачивание, Из-во «Знамя», 1972

УДК 666.96

## АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОВЕРХНЕВОЇ ПОРИСТОСТІ БЕТОНІВ З ВИКОРИСТАННЯМ MICROSOFT VISUAL STUDIO

О.І. Федоришина, студентка

В.О. Сушко, ст. викладач,

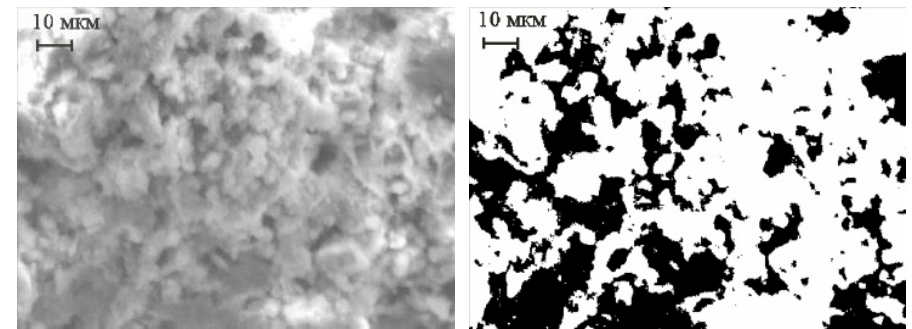
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Однією з найважливіших характеристик, що впливає на довговічність та експлуатаційні властивості бетонних тротуарних покриттів є його відкрита пористість.

Відомий спосіб визначення характеристик пористості [1], який полягає в тому, що в світловий мікроскоп вставлена камера, яка формує відеосигнал для комп’ютера із пристроєм перетворення відеосигналу в цифровий код і спеціальною програмою обробки.

За допомогою мікроскопа визначається пористість на малій площі зразка, тому загальну картину необхідно формувати їх складанням. Тому визначення характеристик пористості виробу згідно із прототипом [1] не гарантує отримання достовірних результатів, що може привести до руйнування виробів. Це вимагає розроблення більш точної методики визначення характеристик пористості.

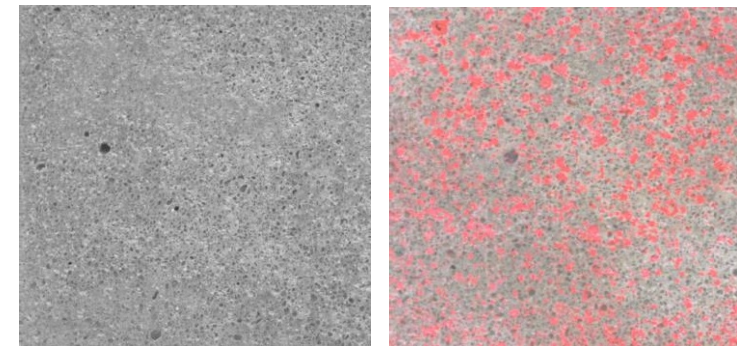
Спільною із [2] ознакою є цифрова обробка зображень зразка, але в прототипі матеріал однорідний (кераміка), тому запропонована там методика неприйнятна для бетону. Цифрова обробка зображення цементного каменю (Рис.1.) [3] для бетонної поверхні також буде не коректна, тому що заповнювач може мати також темний колір як і пустоти.



а)

б)

Рис.1. Зображення структури цементного каменю: а – до цифрової обробки; б – після цифрової обробки.



а)

б)

Рис.2. Зображення бетонної поверхні: а – до заповнення пор фарбою; б – після заповнення пор фарбою.

Пропонується для підвищення достовірності обробки результатів бетонної поверхні зафарбувати пори фарбою червоного кольору (Рис.2.). Шляхом програмної обробки цифрового зображення шліфа досліджуваного зразка здійснюється визначення координат границь пор у спостережуваній у мікроскоп області шліфа й визначення площі й лінійних розмірів виявлених пор. Необхідність виміру пор з розмірами від одиниць до сотень мікронів вимагає проводити мікроскопічний аналіз із застосуванням набору об'єктивів різної кратності збільшення (від 5 до 100). Мінімальний розмір пор,

який може бути вимірний системою, залежить від роздільної здатності мікроскопічної системи. Зі збільшенням кратності збільшення об’єктива, як правило, збільшується й роздільна здатність, але зменшується розмір спостережуваної через мікроскоп частини матеріалу.

Такий спосіб, прийнятий в якості прототипу, забезпечує визначення характеристик пористості. Недоліком прототипу є недостатня точність вимірювань, обмеження вимірювання розмірів пор проявами дифракції світла та малою площею виміру пор зразка. За допомогою мікроскопа визначається пористість на малій площі зразка, тому загальну картину необхідно формувати їх складанням. Тому визначення характеристик пористості виробу згідно із прототипом [1] не гарантує отримання достовірних результатів, що може привести до руйнування виробів. Це вимагає розроблення більш точної методики визначення характеристик пористості.

Спільною із прототипом ознакою є цифрова обробка зображень зразка, але в прототипі матеріал однорідний (кераміка), тому запропонована там методика неприйнятна для бетону. Цифрова обробка зображення цементного каменю [3] для бетонної поверхні також буде не коректна, тому що заповнювач може мати також темний колір як і пористості.

В основу даної методики поставлена задача підвищення точності й достовірності результатів вимірювань характеристик пористості матеріалів шляхом автоматизації визначення характеристик пористості.

Поставлене завдання вирішується шляхом автоматизованого обчислення необхідних характеристик пористості за допомогою програми розробленої в середовищі Visual Studio, яку й пропонується використовувати спільно з MS Excel для вирішення поставленого завдання.

Для визначення кількості та розміру пор на поверхні бетону виготовляється зразок, досліджувана поверхня якого шліфується, для її вирівнювання та зняття тонкого цементного шару. Потім наноситься шар фарби. Фарба повинна мати контрастний колір відносно поверхні зразка. Для бетонних

зразків було використано фарбу червоного кольору. Після висихання фарби зразок знову шліфують, залишки фарби на поверхні у вигляді пилу видаляють.

Далі поверхню зразка необхідно сфотографувати або відсканувати. Зображення зберігають у незжатому графічному форматі \*.bmp або \*.tiff. Роздільна здатність зображення залежить від розміру пор що визначаються.

При розрахунку кількості та розміру пор використовується попиксельна обробка зображення. Для попиксельної обробки зображення розроблена програма. Суть роботи якої полягає в порівнянні кольору кожного пікселя з кольором фарби, якою забарвлені пори в бетоні досліджуваного зразка. Таким чином програма визначає забарвлені пікселі. Потім проводиться порівняння кольору суміжних пікселів і таким чином визначається забарвлена область, тобто пора. Знаючи роздільну здатність зображення і розміри досліджуваного зразка можна визначити розмір пори. Таким чином програма визначає розмір пор та їхню кількість.

Таким чином, запропонований спосіб дозволяє підвищити точність визначення характеристик пористості у 1,8 – 2,5 рази порівняно із вимірюваннями за допомогою мікроскопа.

### Перелік літератури

1. ДСТУ Б В.2.7-170:2008 Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності.
2. Никитаев В.Г., Проничев А.Н. Модель цифровой обработки изображений шлифов керамических материалов для оценки их пористости // Современные наукоемкие технологии. – 2009. – № 9 – С. 114-115. Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия.
3. И.А. Подласова, канд. техн. наук, доцент, С.А. Томрачев, А.М. Гусаков, асп. Анализ структуры капиллярных пор цементного камня по ее изображениям, полученных методом рэм Вестник ТГАСУ №1, 2004 Томск, Томская область, Россия.

УДК: 69.07

## **ВИКОРИСТАННЯ КОМП’ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ВЕЖІ**

**Д.Г. Волков** *ст. 5 курсу будівельного факультету*  
**Л.А. Циганенко** , *канд.тех.наук, доцент*  
*Сумський національний аграрний університет*

Одним з найскладніших завдань в будівництві є збереження, реконструкція і реставрація, унікальних споруд, які створені талановитими ученими будівельниками минулих століть. До таких будівель можна сміливо віднести всесвітньо відому вежу, що побудована великим вченим Шуховим В.Г. Вежа була побудована у 1920 році, але до цих пір вважається унікальною структурою, яка служить аналогом багатьох подібних веж та висотних будівель по всьому світу.

Проведене в останні роки обстеження цієї вежі дозволило зробити висновки про необхідність проведення негайної її реконструкції. Це пов’язано з тим, що окрема частина металевих елементів вежі піддана корозії, більша частина яких не підлягає відновленню та потребує заміни новими елементами. Відновлення вежі потребувало розробку методики її реконструкції. Методика технології реконструкції башти була розроблена за допомогою сучасних комп’ютерних технологій з використанням програмного комплексу «LiraSap 2013». Моделювання вежі показало, що технологічно реконструювати вежу, без повного демонтажу виявилось складним завданням, за рахунок високої її деформативності. При видаленні принаймні одного з її елементів, вежа займає нове положення в просторі і встановити цей елемент на місце, після його заміни неможливо.

Просторова геометрична стержньова схема башти тримана шляхом імпорту даних цифрової моделі у форматі \*.dwg. Ця цифрова модель була отримана на основі лазерного сканування натурної будівлі в просторі і відображає фактичне місцезнаходження вузлів і елементів вежі під час її експлуатації, враховуючі її нове змінне положення, яке вона отримана під впливом оточуючого середовища. Остаточна розрахункова схема отримана після прикладання зовнішніх навантажень, моделювання умови закріплення вежі, сполучення окремих елементів та присвоєння їм реальної жорсткості. Призначення жорсткості елементам розрахункової схеми стало можливим після визначення всіх геометричних та фізичних натурних характеристик елементів вежі. В розрахунках враховані наступні навантаження: власна вага металокаркасній вежі, вага існуючого обладнання та ліфту, гололідне, снігове та вітрове навантаження. Також в розрахунках було враховано динамічний пульсаційний вітровий вплив на елементи вежі. Елементи вежі моделювались кінцевими елементами 10 просторового типу.

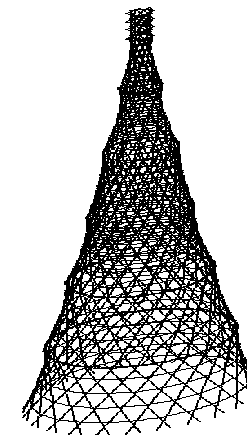


Рисунок 1.- Розрахункова схема вежі в ПК «LiraSap 2013»

Схема була розрахована на три види навантажень : статичне, динамічне та стійкісне, кожне з яких дозволило вирішити поставлену задачу.

В результаті динамічного розрахунку отримано двадцять форм коливань і характеристик для кожної форми коливання. Проведено розрахунок та аналіз розрахункового поєднання навантажень. Визначено форму коливань, яка найбільше впливає на розрахункову схему та вибрано за розрахунковими сполученнями навантажень максимальні зусилля в характерних групах кінцевих елементів, що моделюють основні металоконструкції вежі. За величинами максимальних напружень визначено відсоток вичерпання несучої здатності конструктивних елементів вежі. Подалі проведено цілий ряд розрахунків з різними умовами закріплення вежі в цілому, з віддаленими окремими елементами, з закріпленням окремих елементів вежі, і т. д.

Дослідження результатів отриманих розрахунків дали можливість розробити технологію заміни і реконструкції елементів вежі без повного демонтажу вежі. Що само по собі є новим і унікальним рішенням реконструкції складної гратчастої конструкції без демонтажу, яке стало можливим завдяки використанню сучасних комп'ютерних технологій.

### Список літератури

1. ДБН В.2.6-163:2010 Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення та монтажу
2. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження та впливи. Норми проектування. / Мінбуд України. – К., 2006. – 78 с.
3. Информационные технологии расчета и проектирования строительных конструкций. Городецкий А.С., Шмуклер В.С., Бондарев А.В. - Харьков: НТУ "ХПИ", 2003.
4. В.А.Баженов, Е.З.Криксунов, А.В.перельмутер, О.В.Шишов. Информатика . Информацийні технології в будівництві. Ситеми автоматизованого проектування: Підручник для студ.вищих навч.закл.- К.:Каравела, 2004.-360с.
5. ЛИРА 9.4. Примеры расчета и проектирования. Учебное пособие. Боговис В.Е., Гензерский Ю.В., Гераймович Ю.Д., Куценко А.Н., Марченко Д.В., Медведенко Д.В., Слободян Я.Е., Титок В.П. - Киев: издательство "Факт", 2008.

УДК 625.8.061

### **ФАКТОРИ, ВІД ЯКИХ ЗАЛЕЖИТЬ ДОВГОВІЧНІСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ.**

**А.М. Тіхонов, ст. гр. БП-15-М,  
С.О. Карпушин, доц., канд. техн. наук**  
*Кіровоградський національний технічний університет*

**Вступ.** За свідченням спеціалістів, що займаються теорією пластичності, асфальтобетон є найбільш складним будівельним матеріалом, а бітум, що використовується як основне в'язуче, до сих пір залишається «чорним ящиком» [1].

Бітум для нафтовиків є відходом виробництва й одним із останніх у переліку із більш ніж 150 продуктів, на яких отримується основний прибуток. Тому зрозуміло, що якість дорожнього бітуму бажає кращого. Спеціалісти з виробництва бітумних емульсій стверджують, що з 2004 року в Україні не було якісного бітуму, з якого без проблем можна виготовити якісну емульсію.

У 80-і роки минулого століття вчені спробували підрахувати основні фактори, які впливають на якість доріг (рис.1). Виявилось, що їх кількість перевищує 700. Якщо їх згрупувати та систематизувати, то можна отримати наступні категорії:

- клімат;
- транспорт;
- матеріали;
- технології;
- машини і механізми;
- люди (кадри і суспільні відносини);
- фінанси і організація.

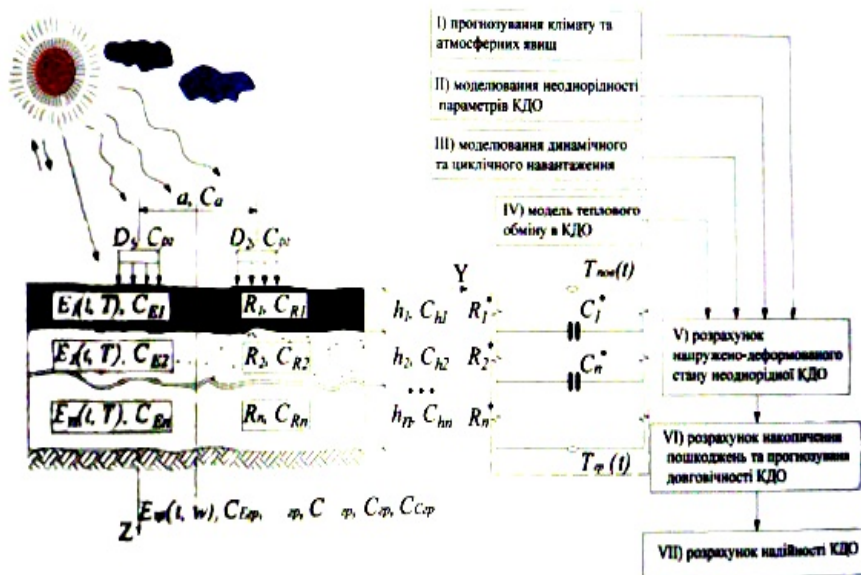


Рис.1. Схема конструкції дорожнього одягу, як інженерної споруди.

**Метою роботи** є огляд і аналіз основних факторів, що впливають на комплексний показник якості автомобільних доріг.

**Об’єкт дослідження** – комплекс показників міцності, довговічності, якості, витривалості, зсувостійкості, температуростійкості, тріщиностійкості... дорожнього покриття в умовах України.

**Предмет дослідження** – фактори, які впливають на якість доріг.

Зупинимося на цих факторах і проаналізуємо в них основне, більш детально.

Клімат.

Так, у 2012-му в Київській області зафіксовано температуру асфальтобетонного покриття  $+62^{\circ}\text{C}$  у той час, коли ще 10 років тому вона була не вище  $+54^{\circ}\text{C}$ . Але й узимку 2013 року ситуація склалася не менш екстремальна: у лютому температура опустилася нижче  $-29^{\circ}\text{C}$ . Згідно з ДСТУ 4044 температура розм’якшення найбільш поширеного бітуму марки

БНД 60/90 становить  $+47-53^{\circ}\text{C}$ , а температура крихкості того ж бітуму -  $-12^{\circ}\text{C}$ . Навіть при врахуванні наявності мінерального порошку, що збільшує теплостійкість бітуму (на  $4-7^{\circ}\text{C}$ ), бітум та асфальтобетон працюють за межами своїх можливостей. На півдні України, влітку температура нагрівання асфальтобетону перевищує  $+65^{\circ}\text{C}$ .

Зміна пір року, осінньо-весняні, особливо часті переходи від плюсової температури до мінусової температури за умов надмірного зволоження ґрунтового полотна основи та шарів дорожнього одягу (рис.2) призводять до утворення тріщин в покритті та його руйнуванню. Накопичена волога всередині асфальтобетонного шару замерзає, а вода, збільшуючись в об’ємі на  $9,2\%$ , розвиває тиск до  $200\text{МПа}$ , який ніякий матеріал не в змозі витримати. Все це, посилюється динамічним впливом від транспортних засобів.

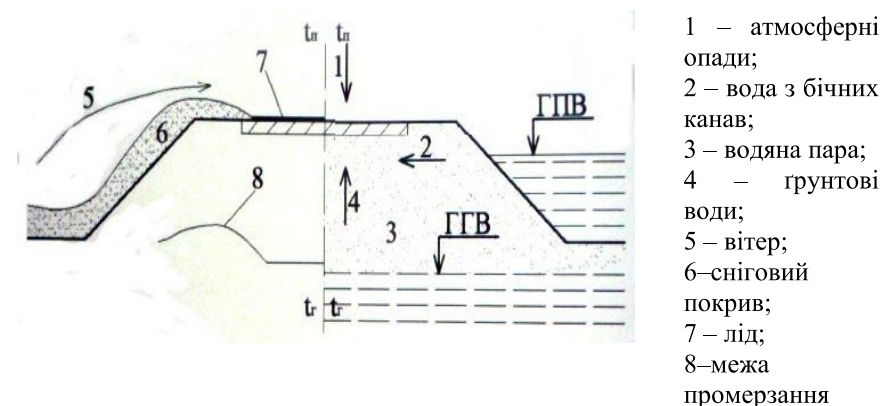


Рис.2 Джерела зволоження дорожньої конструкції.

Окрім того, у зимовий період для боротьби зі слизькістю використовують соляні розчини та кам’яну сіль ( $\text{NaCl}$ ), що змішують з жорсткою і посипають автошляхи спеціалізованими машинами типу КДМ. За декілька років експлуатації покриття ропа повністю просочує асфальтобетонні шари, забиваючи пори. У результаті, перешкоджаючи замерзанню в період незначних температур нижче  $0^{\circ}\text{C}$ , виникає механізм, при якому розчин солі після висихання переходить у кристалічний стан і,

збільшуючись в об’ємі, розхитує структуру матеріалу. Такі цикли замочування-висихання є однією з причин ямковості не тільки при частому переході через позначку  $0^{\circ}\text{C}$ .

Також, під час руху транспорту по мокрому асфальтобетонному покриттю відбувається переміщення та витискання води в напрямку руху від колеса. Вода рухається під тиском і відшаровує бітумні плівки від кам’яного матеріалу, який у більшості випадків із кислих порід (граніт, діорит, кварцит) і має недостатню адгезію із бітумом.

#### Транспорт.

Навантаження на автомобільні дороги та їх інтенсивність постійно зростають. Фактично в даний час дорогами України рухаються транспортні засоби з навантаженням на одиничну вісь 16 т (рис.3). А перехід від навантаження на вісь з 100кН до 115кН при незмінній інтенсивності руху призводить до збільшення навантаження всього на 15%, але при цьому зменшення терміну служби дороги становить 1,85 раз.



Рис.3. Параметри тривісного самоскида та загальний вигляд чотиривісного самоскида загальною масою 60т.

За один сезон можна вщент зруйнувати дорогу, яка могла б служити більше 15 років при правильній експлуатації.

Так до 2000 року в Чернігівській області діяла система обмеження руху в період максимального перезволоження (березень, квітень), що дозволяло зберегти дороги від

руйнування. А в усіх країнах світу діють норми «Навантаження і габарити» на транспорті. В Україні ці норми розроблені ще у 1996 році, але до цих пір не прийняті. Коли з за кордону в Україну в’їжджають іноземні автомобілі, то в пунктах перевантаження із трьох автопоїздів виходять два, які безперешкодно рухаються нашими дорогами.

Для прикладу на рис.4 наведено схему перевезення вантажів автопоїздами в Австралії, при цьому навантаження на одну вісь в середньому 5,75т.

	Кількість осей:
A	9
B	12
C	11
D	14
E	17
F	17
G	16
H	19
K	33

Рис.4. Схеми перевезення вантажів автопоїздами на дорогах Австралії.

Окремою проблемою є відсутність заборони на пересування нашими дорогами автомобілів КАМАЗ з причепом, візок якого при пересуванні створює бріджі з асфальтової поверхні.

#### Матеріали.

Контроль ущільнення ґрунтів земляного полотна та шарів основи має виконуватися відповідно до вимог ДБН 2.34. «Автомобільні дороги» з використанням відповідних експрес-приладів Inspector, Loadman тощо. Мінімальне значення модуля пружності не повинно бути менше ніж:

- 200 МПа на поверхні шару, стабілізованого з використанням бітуму;

- 230 МПа на поверхні шару, стабілізованого з використанням цементу й комплексного в'язучого.

Як позбутися колійності та ямковості на дорогах? Відповідь проста – будувати більше доріг із цементобетонним покриттям.

У світі від 3 до 6% дорожньої мережі мають бетонне покриття.

Основними перевагами цементо-бетонних покриттів порівняно з асфальтобетонними є:

- більша міцність і довговічність;
- відсутність колійності;
- підвищення безпеки руху;
- наявність вітчизняної сировини;
- менше нагрівання за рахунок світлої поверхні;
- можливість переробки та повторного використання;
- здатність забезпечити більш низький рівень шуму при влаштуванні шарів зносу.

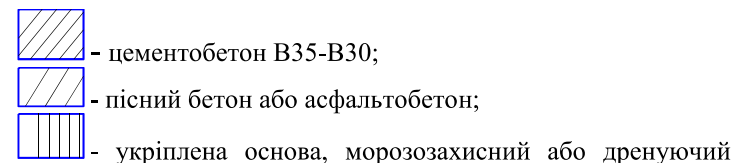
Про перспективність даного напрямку свідчить практичний досвід Німеччини – 64% доріг з цементобетонним покриттям, Чеська Республіка – 65%, Австрія і Великобританія > 50%, Бельгія – 40% шосе і місцеві дороги – 60%.

В Україні більшість цементобетонних покриттів з'явилася в 50-70-х роках ХХ століття. Майже всі вони відремонтовані із застосуванням асфальтобетонних шарів покриття. На рис. 5 наведено приклади конструкцій із бетонним покриттям на основі із асфальтобетону з Каталогу конструкцій жорсткого дорожнього одягу (Польща).

Кількість проїздів розрахункових осей 100 кН (на смугу за добу)

Кількість проїздів розрахункових осей 115 кН (на смугу за добу)

KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6
≤ 12 (≤ 7)	13 – 70 (8 – 40)	71 – 335 (41 – 192)	336 – 1000 (193 – 572)	1001-2000 (573-1144)	>2001 (1145)
niezbitowa	niezbitowa	dyfuzarna	dyfuzarna	dyfuzarna	dyfuzarna



шар.

Рис. 5. Приклади конструкцій із бетонним покриттям на основі із асфальтобетону (Польща).

Конструкція з цементобетонним покриттям дешевша від асфальтобетонного відносно вартості будівельно-монтажних робіт, а строк служби цементобетонного покриття складає 25-30 років, що в 2-2,5 рази більше від асфальтобетонного.

### Висновки:

- традиційні технології і матеріали для виготовлення асфальтобетону вичерпали свій ресурс та не відповідають вимогам сьогодення;
- дорожня галузь терміново потребує дієвих законодавчих та цивільно-правових відносин.

### Список літератури

1. Дорожня галузь України. Виробничий, науково-технічний журнал. №2. 2013р. ТОВ «Науково-видавничий центр «Інформавтодор» Св. про реєстрацію КВ №119223Р від 03.11.2006р.
2. Дорожні машини. Машини для будівництва, ремонту та утримання автомобільних доріг.: Навч. посіб. Част. II. Л.А. Хмара, О.С. Шипілов, В.Д. Мусіяко, М.П. Кузьмінець, В.І. Пантелеєнко, С.О. Карпушин. – К.: Д.: НТУ, 2013. – 400с.

УДК 624.131.52

## УКРІПЛЕННЯ ОСНОВ ІСНУЮЧИХ СТРІЧКОВИХ ФУНДАМЕНТІВ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ В УМОВАХ ЇХ РЕКОНСТРУКЦІЇ

**В.В. Товмаченко**, ст. гр. БП-15-М,  
**С.О. Карпушин**, доц., канд. техн. наук

Кіровоградський національний технічний університет

**Вступ.** На протязі всієї історії розвитку міст, постійно виникала необхідність систематичного оновлення їх планувальної структури, заміни окремих будинків і споруд і проведення різноманітних реконструктивних заходів, що викликані змінами в умовах життя і розвитку суспільства.

Реконструкція – найбільш складна форма перетворення будівель, що суміщує відновлення або покращення якості конструкцій, заміну інженерного обладнання, перепланування інколи і перепрофілювання, зміну об’єму будинку (за рахунок надбудов, прибудов) і його зовнішнього виду.

Реконструкція житлового будинку або суспільної будівлі означає переобладнання, пов’язане зі зміною їх зовнішніх габаритів (надбудова, прибудова, вбудова), а також з перетворенням його для іншого призначення.

Сьогодні гостро стоїть задача реконструкції 4 і 5-типоверхівок (в народі - хрущівок) – будинки ці в своїй більшості екологічно неблагополучні, вони сирі, фасади взимку промерзають. І зараз існує технологія їх реконструкції, котра базується в основному на надбудові мансардних поверхів, таким чином разом з додатковими площами, покращується теплофізичні і екологічні властивості будинку: з’являється більш гармонійна архітектура. Разом з надбудовою мансардних поверхів буде проводитися перепланування квартир, утеплення фасадів і укріплення та підсилення основ під існуючими стрічковими фундаментами.

Зміцнення й підсилення основ може бути здійснено шляхом *осушення і дренажу, закріплення і зміцнення ґрунтів*.

Підвищення міцності основ, у тому числі й на період підсилення фундаментів і надземних конструкцій, може бути забезпечено методами закріплення (хімічне, термічне, фізико-хімічне).

За характером розташування ін’єкторів хімічне закріплення може бути вертикальним, похилим, горизонтальним і комбінованим (рис.1 а, б, в і г відповідно). Закріплювані зони можуть бути стрічковими, суцільними, переривчастими, кільцевими.

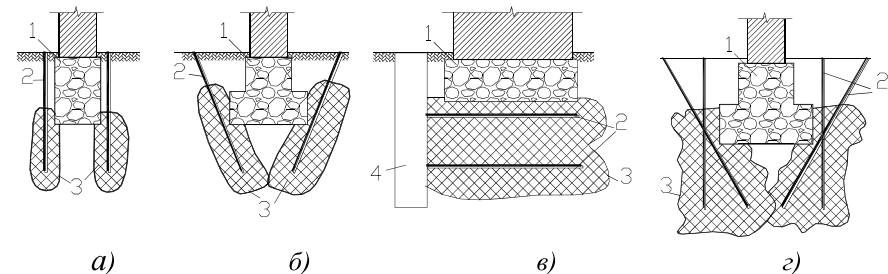


Рисунок 1 – Схеми можливого розташування ін’єкторів при закріпленні основ

1 – фундамент, 2 - ін’єктор, 3 - зона закріплення, 4 – шахта.

Вибір способу і схем закріплення залежить від виду та характеристик ґрунту основи, форми і розмірів фундаменту, діючих навантажень. До традиційних способів хімічного закріплення відносять цементацію, силікатизацію (одно- і двофазну), газову, електросилікатизацію), електрохімічне закріплення, смолизацію.

Термозакріплення (випал) застосовується, головним чином, при закріпленні лесових необхідних ґрунтів.

Фізико-хімічні або комбіновані способи ґрунтуються на ін’єкційній і бурозмішувальній технології [1]. До цих способів відносять нагнітання цементно-піщаних розчинів, розрядно-імпульсний (електророзрядна обробка свердловин із закріплюючим матеріалом) і струменеву технологію (гідралічне руйнування ґрунту в свердловині високонапірними

струменями з наступним заповненням порожнин, що утворилися, закріплюючим матеріалом).

Підсилення основи може бути забезпечено також глибинним ущільненням ґрунту механічними способами - улаштуванням похилих ґрунтових паль (піщаних і ґрунтовапняних) чи включенням у основу твердих елементів (наприклад, залізобетонних, буронабивних і буроін'єкційних паль).

Одним з перспективних способів укріплення ґрунтових основ в процесі реконструкції будівель є бурозмішувальна технологія. При ретельному змішуванні зруйнованої структури ґрунту із розчином в'язучого, наприклад, водоцементним (1,4...1,7), утворюється ґрунтоцемент високої міцності та жорсткості, що є наслідком скріплення частинок і агрегатів ґрунту за допомогою цементу і утворення жорстких кристалізаційних зв'язків між ними (рис.2). Він складається з 75–90% ґрунту і 10–25% цементу з додаванням води.



Рис.2. Натурні вертикальні зразки ґрунтоцементних елементів, виготовлених за бурозмішувальною технологією та конструкція змішувально-бурового елемента.

Ґрунтоцемент – це суміш ґрунту і цементу, яка має достатню міцність, низьку деформативність, високу водонепроникність і довговічність. Ґрунтоцемент не розмокає у воді, володіє морозостійкістю та температуростійкістю, а це наряду з достатньо високими механічними характеристиками та економічністю обумовлює досить широке застосування в будівництві. На даному етапі в будівництві широкого застосування набули змішувальні методи виготовлення ґрунтоцементу: струминний, бурозмішувальний та струминно-змішувальний [2].

При виготовленні ґрунтоцементного елемента у процесі буріння свердловини розпушується природний ґрунт без виймання його із свердловини за рахунок уведення в нього спеціального змішувача (див. рис.2), який являє собою бурову трубу на кінці із ріжучими елементами певного діаметра та отворами для подачі цементного розчину. У зону розпушування розчинонасосом нагнітають цементний розчин під тиском 0,2...0,5 МПа, який робочим органом ретельно перемішується із пухким ґрунтом.

Закріплення ґрунтів під час реконструкції або ремонту вертикальними і похилими ґрунтоцементними елементами (рис.3, а) може здійснюватися за допомогою малогабаритних бурових станків УЗБ-12, які дозволяють проводити роботи в дуже стиснених умовах та в підвалах з висотою стель від 2,0 метрів. На рис.3, б наведено загальний вид малогабаритного бурового станка УЗБ-12 в підвалі будівлі.

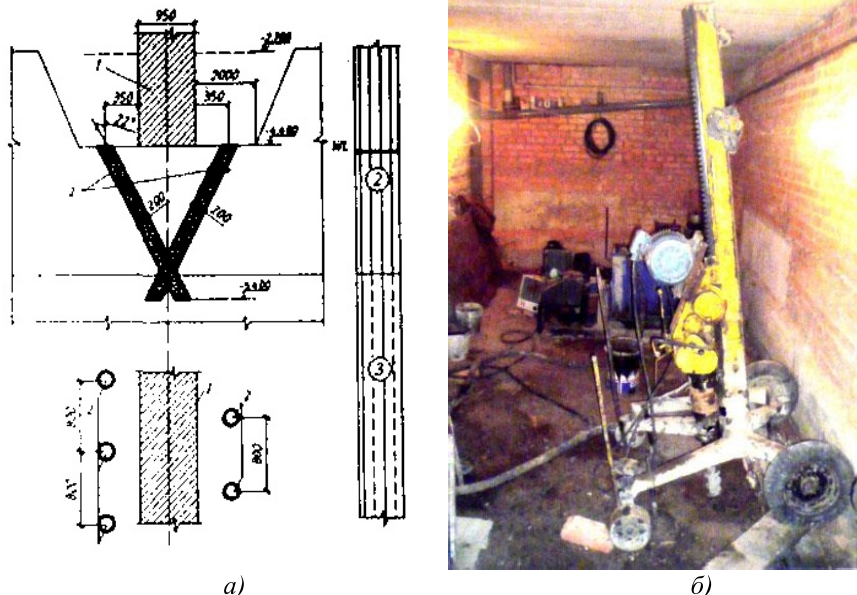


Рис.3. Схема закріплення ґрунтової основи під стрічковим фундаментом похилими ґрунтоцементними елементами – а), та малогабаритний буровий станок УЗБ-12 в підвалі будівлі, яку реконструюють – б).

Бурозмішувальна технологія підготовки штучних основ фундаментів відноситься згідно із класифікацією, запропонованою професором Зоценко М.Л. [1], до групи цементації, де цемент використовується як в’язуча речовина. Сутність бурозмішувальної технології полягає в наступному. Буровим станком за допомогою порожнистої бурової штанги і спеціального робочого органу бурозмішувача, який кріпиться до першої бурової штанги, руйнують структуру ґрунту і одночасно в зруйновану зону ґрунту розчинонасосом подають розчин води та в’язучої речовин, якою можуть бути цемент, вапно та ін. Суміш зруйнованого ґрунту і в’язучого розчину ретельно перемішують. При цьому слід зазначити, що руйнування ґрунту, подача розчину в’язучого і їх перемішування відбувається одночасно.

Бурозмішувальна технологія володіє гнучкістю та мобільністю, її можна застосовувати для зміцнення основ армуванням ґрунтів в різних напрямках. На рівні виходу [3] розроблена технологія армування ґрунтів основ у вертикальному, похилому та горизонтальному напрямках. Особливо слід акцентувати на закріпленні ґрунтів в горизонтальному напрямку. Для реалізації цього способу добре адаптований станок горизонтального буріння [4], який є універсальним, оскільки окрім горизонтального армування ним можна виконувати різні технологічні операції - буріння горизонтальних свердловин при вирівнюванні нахилених будівель, проколи під автомобільними та залізничними дорогами, безтраншейну прокладку різних комунікацій та ін.

### Список літератури.

1. Зоценко М.Л. Прогресивні методи підготовки основ та будівництва фундаментів. – К.: НДІБК, 2008. – Вип.71. кн.1. – С.23-37.
2. Крысан В.И. Струйное и смесительно-струйное закрепление грунтов // Инновационные технологии диагностики, ремонта и восстановления объектов строительства и транспорта: Сб. науч. тр. ПГАСА, 2004. – Вып. №30. – С.132-136.

3. Пат. №39173 Україна, Е 02Д3/12. Спосіб закріплення ґрунтів: Степура І.В., Шокарев В.С., Павлов А.В., Трегуб А.С., Самченко Р.В., Степура С.І. (Україна); Бюл.№3. – 2009. – 7с.
4. Пат. №42283 Україна, Е 21В3/00/ Установа для проходки в ґрунтах / Степура І.В., Шокарев В.С., Павлов А.В., Самченко Р.В., Трегуб А.С., Степура С.І. (Україна); Бюл. №12. – 2009. – 6с.

УДК 1418.69.01

## **ДОСВІД АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЕКТНИХ РОБІТ У БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ**

**А.І.Трагерюк, студент гр. БП-15-2СК**

**Скриннік І.О., кандидат технічних наук, доцент**

*Кіровоградський національний технічний університет*

Виконано аналіз сучасних публікацій. Визначено основні проблеми в застосуванні комп'ютерних програм автоматизованого проектування. Запропоновані шляхи системного використання комп'ютерних програм комплексного наскрізного проектування в будівництві.

**Ключові слова:** комп'ютерні програми, інформаційні технології, система автоматизованого проектування, сучасне будівництво.

До недавнього часу інформація, як така, не вважалася важливим активом підприємств і фірм. Управління розглядалося як індивідуальне мистецтво міжособистісного спілкування, а не як глобальний механізм координації діяльності учасників економічних процесів. Сьогодні лише деякі керівники можуть дозволити собі зневажливо ставитися до методів роботи з інформацією. Більшість провідних будівельних компаній та організацій використовують комп'ютерні технології в якості комплексного рішення для

автоматизації основних бізнес процесів (будівництво, планування, використання площ, реалізація площ і т.д.) і підтримуючих процесів (бухгалтерський облік, фінансове планування, облік кадрів, облік контрактів та інші). Щоб досягти успіху в складних умовах, з якими стикається індустрія будівництва, необхідно навчитися працювати економно і раціонально. У такому випадку найменш сприятливі умови будуть представляти меншу загрозу, а сприятлива ситуація принесе максимальні вигоди. Перехід на нові комп'ютерні технології виправданий, якщо він є наслідком переосмислення і перепланування діяльності будівельних корпорацій з метою різкого поліпшення критичних по відношенню до витрат показників - якості, обслуговування і швидкості виробничих процесів.

### Особливості та специфіка управління будівельними організаціями

Для найбільш ефективного управління роботою будівельного підприємства необхідно мати достатню інформацію про стан справ на підприємстві і можливість оперативного реагування на зміну ситуації. Для цього керівник будівельного підприємства та інші відповідальні особи повинні постійно мати свіжу і достовірну інформацію. Виникає необхідність організації управління роботою будівельної організації таким чином, щоб забезпечити швидкий і надійний зв'язок між різними службовцями для їх найкращої чітко злагодженої взаємодії. Будівельне виробництво вимагає більшої мобільності на відміну від стаціонарного промислового виробництва. Будівельні організації, закінчивши будівництво одних об'єктів на одній території, змушені перебазувати свої потужності на об'єкти інших територій, нерідко в інших областях, краях країни і навіть за її рубежами. Вимога мобільності виробництва в будівництві обумовлює і відповідні особливості його організації.

Сьогоднішній світ перейшов на новий етап життя, де головну роль виконує інформація, а також економіка, що будується на ній. Сучасний розвиток інформаційного суспільства безпосередньо пов'язаний з необхідністю збору, обробки і передачі величезних об'ємів інформації, перетворенням інформації в товар, як правило, значної вартості. Це стало причиною глобального переходу від індустріального суспільства до інформаційного. Поява всесвітньої мережі Інтернет спричинила масштабне зростання міжнародних спілкувань у різних сферах людського життя.

Інформація є одним з найцінніших ресурсів суспільства поруч з традиційними матеріальними видами ресурсів, як нафта, метал, корисні копалини тощо, тому процес переробки інформації, подібно до процесів переробки матеріальних ресурсів, можна сприймати як технологію. Інформаційна технологія передбачає вміння грамотно працювати з інформацією і обчислювальною технікою.

У сучасному світі комп'ютерні інформаційні технології та керуючі системи проникають в усі сфери діяльності. Будівництво та архітектура не є винятком. Складність інженерних розрахунків будівельних конструкцій та прийняття зважених архітектурних рішень вимагає застосування сучасних комп'ютерних систем і технологій.

Сучасне будівництво, починаючи від проектних рішень та завершуючи реалізацією розробок, здійснюється із застосуванням систем автоматизованого проектування (САПР). Використання комп'ютерних програм, що входять до складу САПР, дозволяє здійснити не лише багатоваріантне й комплексне проектування, але й визначити стан об'єкта чи його елементів після зведення (в процесі експлуатації).

У будівельній галузі України знаходиться в експлуатації більше 300 тисяч персональних комп'ютерів, на яких встановлене програмне забезпечення вартістю понад 500

млн. доларів. Тому постійно потрібно розв'язувати питання з ефективного застосування цього дорогого обладнання для забезпечення функціонування новітніх інформаційних технологій.

На даний час із використанням комп'ютерних технологій виконується 80

– 90% проектних робіт, при підготовці будівельного виробництва та в

управлінні будівництвом – 50 – 70%, а у фінансово-економічних розрахунках

– 60 – 70%. Є проектні організації, які експлуатують 200 – 300 персональних комп'ютерів і застосовують інформаційні технології, що охоплюють усі

розділи проекту

Але є проектні організації, де використовуються неліцензійні комп'ютерні програми, їх закупають на стихійних ринках і при зломі захисту окремі їх функції видозмінюються, що призводить до помилок у проектах та впливає на їх якість. Крім того, як правило, ці комп'ютерні програми не суміщені інформаційно і технологічно, побудувати на їх основі єдину інформаційну технологію неможливо.

Незважаючи на значну кількість розроблених комп'ютерних програм, до цього часу відсутній системний підхід до використання ліцензійних програм при комплексному наскрізному виконанні проектних робіт у галузі будівництва.

Ефективність застосування системи інформаційних технологій у будівництві значно підвищується у випадку використання інтегрованих інформаційних технологій, що охоплюють усі етапи, починаючи з інвестиційного проекту та закінчуючи експлуатацією об'єктів будівництва.

При виконанні окремих розділів (частин) проекту можна застосовувати такі комп'ютерні програми

– *архітектурно-будівельна частина:*

- «AutoCAD», «COREL», «3Dmax», «Allplan», «Компас» – розроблення креслень будівель і споруд;

- «ArchiCAD» – створення (2D, 3D) усіх видів архітектурно-конструкторської та технологічної документації;
- «CREDO» – оброблення геодезичних вишукувань і розроблення креслень автомобільних доріг;  
– *розрахунково-конструктивна частина:*
- «ЛІРА», «DELСAM», «Мономах» – розрахунок і проектування будівельних конструкцій та машинобудівне проектування;
- «Фундамент», «Konkord», «Plaksis», «Priz-Pila» – розрахунок і проектування основ і фундаментів будівель та споруд;
- «ТЕРА» – теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій;
- «ПРОМІНЬ», «КАРМЕН», «ЕПОС» – розроблення електротехнічного обладнання та розрахунок електричних навантажень;  
– *управління будівництвом:* «Building Manager» – складання календарних планів;  
– *економічна частина:* «ABK», «ІСС» – складання проектної кошторисної документації;  
– *охорона навколишнього середовища:* «ЕОЛ» – розрахунок викидів (розсіювання) забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери;  
– інформаційне супроводження проектних робіт: «Зодчий», «Vstroy», «Будстандарт» – законодавчо-правова база, використання періодичної й нормативної літератури, типових та проектів-аналогів тощо.

При складанні розрахунково-пояснювальної записки застосовують текстовий редактор Microsoft Word і табличний редактор Microsoft Excel.

Використовуючи наведені комп'ютерні програми, можна забезпечити комплекс наскрізного автоматизованого проектування практично всіх частин і розділів робочої документації

### Висновки:

1. Комплексне наскрізне автоматизоване проектування можливе шляхом використання комп'ютерних програм при виконанні окремих розділів (частин) будівельного проекту.
2. Досвід комплексного проектування за участю закордонних проектних фірм свідчить про розширення інформаційних технологій у системі INTERNET.

### Список літератури

1. Андрухов В.М. Наскрізнi інформаційні технології супроводу будівельних інвестиційних проектів протягом їх життєвого циклу / В.М. Андрухов, Л.В. Мартинова Будівництво України. – 2009. – №6. – С. 2 – 7.
2. Городецький О.С. Засоби підтримки процесу проектування будівель і споруд з використанням уніфікованої моделі об'єкта / О.С. Городецький, Є.В. Бородавка Будівництво України. – 2007. – №4. – С. 36 – 39.
3. Волобєєв Б.А. Информационные технологии в строительстве Б.А. Волобєєв, А.С. Городецкий Будівництво. Наука. Проекти. Академія будівництва України. – 2006. – №2 (6). – С. 3 – 10.
4. Хазін В.Й. Проектування об'єктів виробничої бази будівництва / В.Й. Хазін. – К.:

УДК 633.853.32.

**РОЗРАХУНКИ І ПРОЕКТУВАННЯ  
БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ  
“AUTODESK ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS  
PROFESSIONAL”**

**О.М. Соколов, ст. гр. БП 13**

**І.О. Скриннік, доц., канд. техн. наук**

**В.В. Дарієнко доц., канд. техн. наук**

*Кіровоградський національний технічний університет*

Autodesk Robot Structural Analysis - це комплекс кінцево-елементного розрахунку і проектування, створений спеціально для інженерів-конструкторів в області будівельного проектування. Продукт являє собою рішення «все в одному», пропонуючи фахівцям, які виконують розрахунки на міцність, інструменти для вирішення різних завдань (рис. 1).

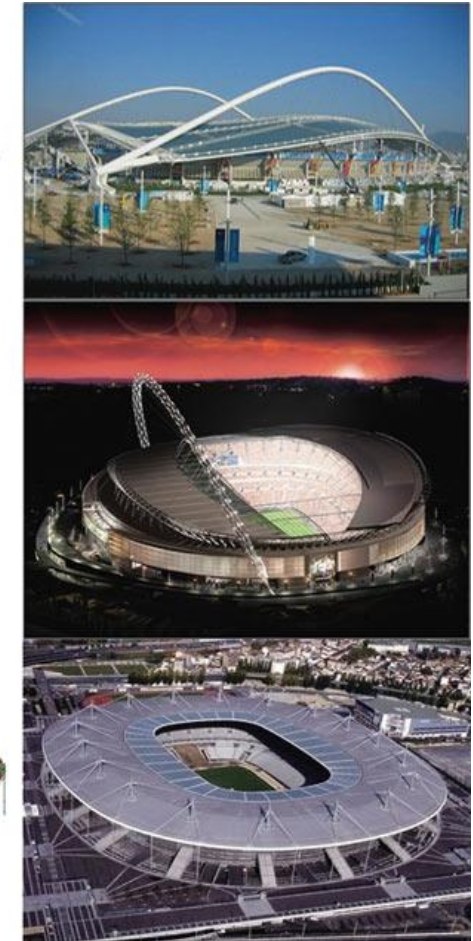
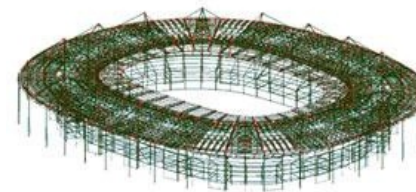
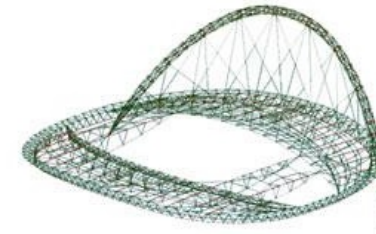
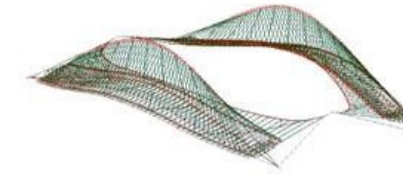


Рисунок. 1- Історія розвитку Autodesk Robot Structural Analysis: а - олімпійський стадіон «Спірос Луїс», Афіни (Греція); б - стадіон «Уемблі», Лондон (Англія); в - стадіон «Стад де Франс», Париж (Франція)

З упевненістю можна сказати, що сучасна версія Autodesk Robot Structural Analysis є результатом багаторічного розвитку і досвіду використання цього продукту. Першою комерційною версією рішення компанії Robobat став виданий в 1985 році Robot Structures. Через шість років наступна версія Robot Structures під назвою Robot V6 поставлялася вже в 40 країн світу. Далі були версії Robot 97 і Robot Millennium. З

кожною новою версією програма робила крок вперед як в функціональності, так і в зручності використання. Все це в 2008 році призвело до того, що права на програму придбав всевітньо відомий лідер в області САПР - компанія Autodesk. Тоді вона отримала назву Autodesk Robot Structural Analysis і стала важливою ланкою комплексного BIM-рішення Autodesk.

За роки застосування в різних будівельних проектах, серед яких такі грандіозні, як олімпійський стадіон «Спірос Луїс» в Афінах, стадіони «Уемблі» в Лондоні і «Стад де Франс» у Парижі, віадук «Мілло» у Франції, і багато інших, програмний продукт продемонстрував свої видатні можливості, що є для нього найкращою рекомендацією.

Говорячи про таке складне комплексі, як Autodesk Robot Structural Analysis, в одній статті перерахувати всі його функції навряд чи вийде, але про основні ми постараємося розповісти.

Більшість програм для розрахунків прив'язане до певних регіонів і локалізовано під них, але Autodesk Robot Structural Analysis не обмежений у своїх можливостях: він дозволяє працювати на великій кількості мов, використовуючи різні норми проектування. Autodesk Robot Structural Analysis - це унікальний додаток, в якому можна незалежно задавати регіональні налаштування (норми, бази даних), робочу мову і мову роздруківки.

Перш за все слід відзначити зручний і дружній сучасний інтерфейс, який може бути налаштований користувачем відповідно до його вимог, починаючи від мови, кольору робочого екрану і меню до необхідних одиниць виміру і стилів друку.

Створення моделі конструкції є одним з найбільш трудомістких етапів при підготовці до процесу розрахунку. Призначення розбивочних осей дозволяє необхідним чином розмістити робочий простір моделі для зручності при подальшому розміщенні конструктивних елементів.

Доступні наступні типи конструкцій:

- стрижневі (ферми, рами, ростверки з урахуванням пружної основи);

- поверхневі (пластини, оболонки, плоский напружений стан, плоска деформація, осьова симетрія);
- конструкції з об'ємних елементів;
- змішані конструкції (стрижні + плити / оболонки + об'ємні елементи).

Бази даних металопрокату дозволяють використовувати необхідні типи перерізів різних країн, в тому числі СНД і Росії, а конструктор перерізів допомагає в нестандартних ситуаціях.

Програма пропонує дуже широкі можливості щодо вибору матеріалів для елементів конструкцій - як стандартних, взятих з готових бібліотек, так і заданих за певними параметрами самим користувачем. Крім того, можна використовувати бібліотеки типових конструкцій для швидкого параметричного моделювання таких об'єктів, як ферми різної геометрії, рамні конструкції, плити і оболонки.

Панель редагування дає можливість користуватися звичними для будь-якого графічного редактора опціями переміщення, обертання, копіювання, поділу тощо.

Різноманітні варіанти визначення і додатки навантажень дозволяють задавати всілякі впливи (статичні, динамічні, сейсмічні, гармонійні, температурні, рухливі) на розрахункову конструкцію. Бібліотека основних навантажень від стандартних будівельних матеріалів забезпечує прискорення процесу визначення і призначення ваги на покриття і перекриття. У процесі розрахунку використовуються як автоматичні, згідно з обраними нормам, так і ручні поєднання навантажень.

Широкий набір граничних умов, який дозволяє в повній мірі відтворити модель обпирання конструкції.

Одним з найважливіших переваг програми є автоматизоване, що використовує самі передові алгоритми розбиття сітки КЕ. Сітка виконується швидко і якісно. Ручне створення параметрів сітки КЕ може бути виконано незалежно для кожної пластини із застосуванням методів Кунса і Делано в тих випадках, коли в цьому є необхідність. Для поверхневих елементів виконується розбиття сітки на три- і чотирикутні КЕ,

для об'ємних елементів - на чотири- і восьмикутні КЕ. У характеристичних точках для згущення сітки КЕ застосовуються емітери (рис. 2).

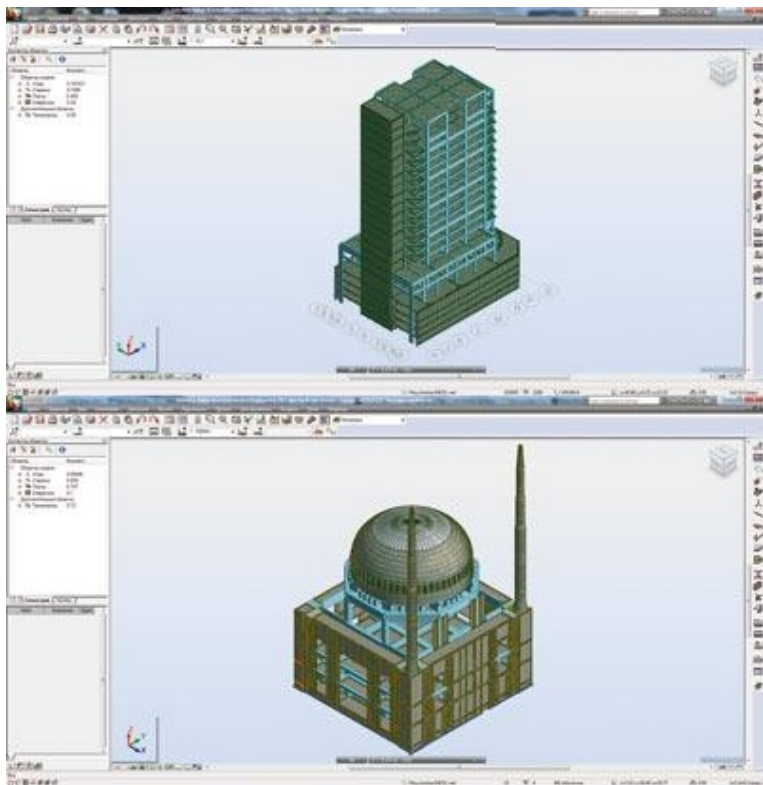


Рисунок. 2

Типи виконуваних розрахунків дуже різноманітні. Серед них - статичний розрахунок (лінійний і нелінійний), динамічний розрахунок (розрахунок форм коливань, гармонійний, сейсмічний, спектральний, тимчасової), аналіз граничної рівноваги. Застосування передових розрахункових алгоритмів забезпечує прискорення і оптимізацію розрахунків на сучасних багатоядерних процесорах (рис. 3).

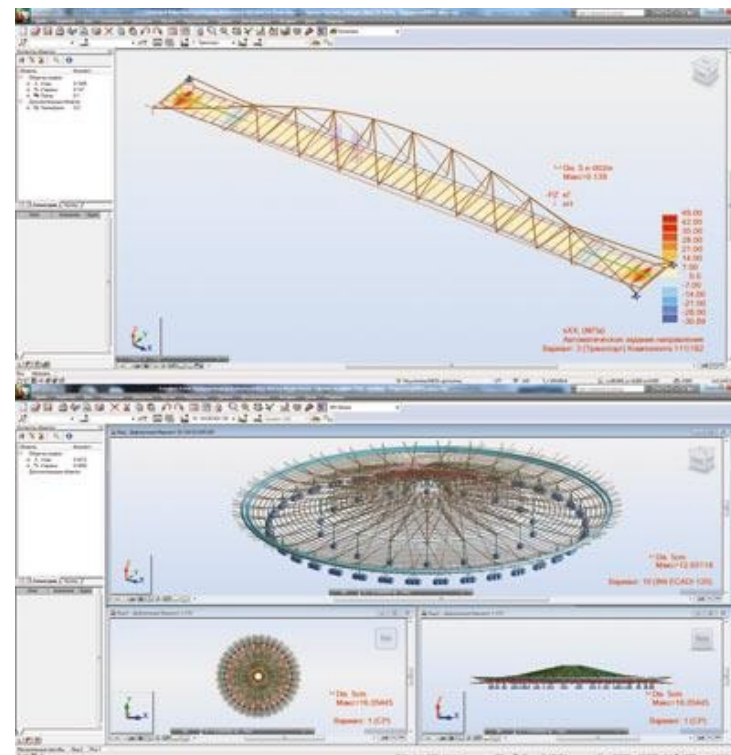


Рисунок. 3

Результати розрахунків програма дозволяє всебічно досліджувати за допомогою графічної інформації (епюр і карт), таблиць і анімації. Широкий спектр налаштувань фільтрації дає можливість аналізувати тільки цікаву для користувача інформацію, а багатовіконний режим відображення демонструє різні дані і проекції моделі. Далі результати розрахунків можна використовувати в модулях проектування програми із застосуванням національних норм.

У модулі сталевого проектування можна оптимізувати і підбирати реальні перетину елементів металоконструкцій на основі внутрішніх зусиль, а також розрахувати вузли сполучення елементів.

Модуль залізобетонного проектування дозволяє визначити теоретичну площа армування залізобетонних

елементів (балок, колон, плит, фундаментів), а також виконати в них розкладку фактичної арматури. Результати армування можуть бути виведені на друк в якості попереднього креслення (рис. 4).

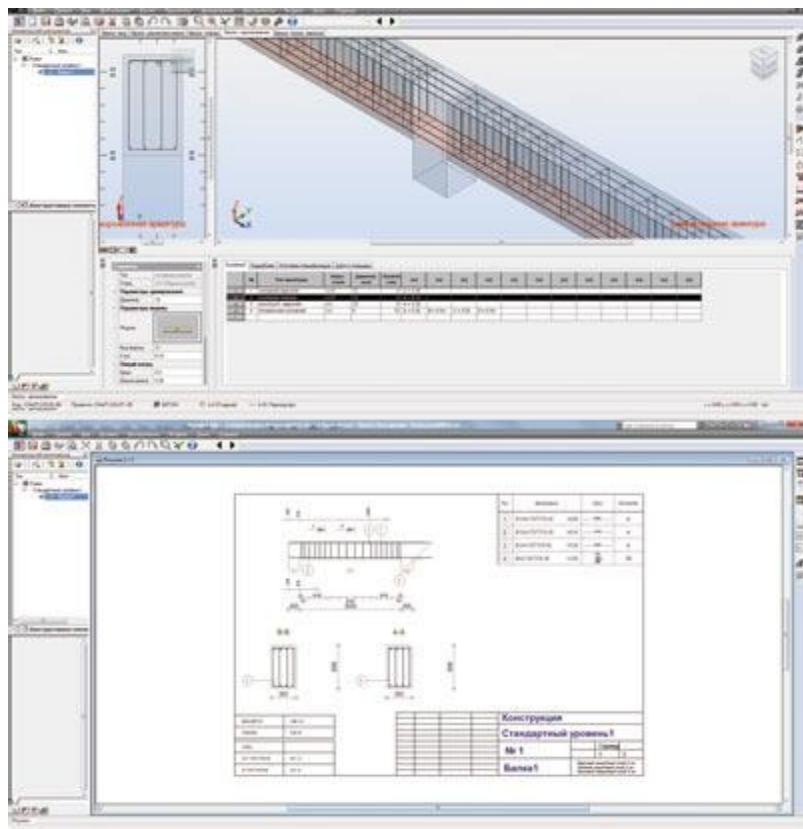


Рисунок. 4

Істотною перевагою продукту є і прямий двосторонній зв'язок з програмою Autodesk Revit Structure. Передача аналітичної моделі з Autodesk Robot Structural Analysis в Autodesk Revit Structure виконується за допомогою спеціальної опції. Можна відзначити, що зв'язок реалізована на даний момент в максимальному обсязі. З Autodesk Revit Structure в Autodesk Robot Structural Analysis передаються елементи

конструкції, навантаження і граничні умови, що дозволяє практично відразу переходити до розрахунку. Після завершення розрахунку конструкцію з внесеними змінами в Autodesk Robot Structural Analysis можна оновити в Autodesk Revit Structure. Це двостороння взаємодія помітно поліпшується з кожною новою версією обох програмних продуктів, представляючи собою дуже зручну зв'язку між конструюванням і розрахунками (рис. 5).

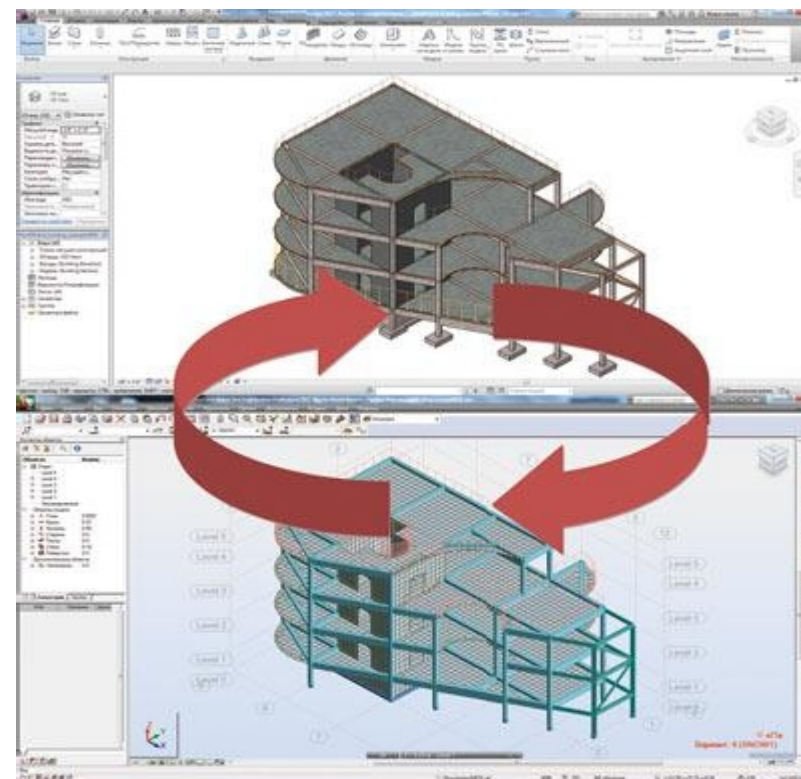


Рисунок.5

Важливо відзначити також, що стандартні можливості продукту можна розширити за допомогою Microsoft COM-середовища, що відкриває архітектуру Autodesk Robot Structural Analysis і дозволяє програмувати будь-якому інженеру. Розширити функціональність Autodesk Robot Structural Analysis

можна, створюючи власні макроси в MS Word, MS Excel, AutoCAD та інших платформах (наприклад, моделювання, розрахунки і проектування параметричних конструкцій). Результуюча пояснювальна записка формується за заданими налаштувань з можливістю додавання і редагування інформації, що цікавить, розташування необхідних графічних матеріалів безпосередньо в генераторі звітів програми. Використовуючи зв'язок з продуктом AutoCAD Structural Detailing на основі отриманої фінальної розрахункової моделі, можна отримати робочі креслення по металокопцюваннях і залізобетонних елементів. Щоб доповнити картину можливостей взаємозв'язку з іншими САПР, потрібно згадати про обмін даними з такими програмами: STAAD Pro, SAP 2000, StruCad і Tekla. А застосування універсального формату IFC дозволяє отримувати моделі практично з будь-яких відомих архітектурних систем проектування. Підводячи підсумок цього короткого огляду основних можливостей Autodesk Robot Structural Analysis, відзначимо, що продукт являє собою сучасний розрахунковий комплекс, який має всі необхідні інструменти для роботи над проектами будь-якої складності.

УДК 624.014

## **МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ СТЕРЖНІВ СТАЛЕВИХ КРОКВЯНИХ ФЕРМ В СЕРЕДОВИЩІ MICROSOFT EXCEL**

**І.А. Царенко**, *магістрант*

**В.А. Пашинський**, *проф., д-р техн. наук*

*Кіровоградський національний технічний університет*

В якості показника надійності несучих будівельних конструкцій використовують імовірність безвідмовної роботи або імовірність відмови протягом встановленого терміну експлуатації. Безвідмовна робота сталевих кроквяних ферм забезпечується розрахунком на міцність розтягнутих стержнів та стійкість стиснутих стержнів. При цьому враховуються: геометричні розміри ферми, геометричні характеристики перерізів стержнів, характеристики міцності сталі, постійне навантаження від ваги огорожувальних і несучих конструкцій покрівлі, снігове навантаження на покрівлю.

Звичайний проектний чи перевірочний розрахунок зводиться до перевірки граничної нерівності, до якої входять розрахункові значення зусилля в елементі конструкції та його несучої здатності. Оцінювання імовірності відмови чи безвідмовної роботи базується на урахування випадкового характеру цих величин. Найпростіші методи оцінювання показників надійності описані в нашій роботі [1] за результатами аналізу літературних джерел [2, 3]. Дана робота присвячена конкретизації цих методів по відношенню до стержнів сталевих кроквяних ферм з урахуванням особливостей їх роботи та характеру діючих навантажень. Як і в [1...3], методика оцінювання надійності базується на понятті резерву несучої здатності, математичне сподівання, стандарт і коефіцієнт асиметрії якого визначаються за формулами

$$M = A\varphi M_R - \alpha_{II} M_{II} - \alpha_C (M_C + 0,78 S_C \ln T) \quad (1)$$

$$S = \sqrt{(A\varphi S_R)^2 + (\alpha_{II} S_{II})^2 + (\alpha_C S_C)^2}; \quad (2)$$

$$A = -(\alpha_C S_C A_C)^3 / S^3 = -\frac{1,48}{S^3} (\alpha_C S_C)^3, \quad (3)$$

де  $M_R$  і  $S_R$  – середнє значення й стандарт характеристики міцності матеріалу;

$M_{II}$  і  $S_{II}$  – середнє значення й стандарт постійного навантаження;

$M_R$  і  $S_R$  – середнє значення й стандарт річних максимумів снігового навантаження;

$\alpha_{II}$  і  $\alpha_C$  – коефіцієнти впливу постійного та снігового навантаження, які забезпечують перехід від навантаження на  $1\text{ м}^2$  покрівлі до зусилля в стержні ферми;

$\ln T$  – натуральний логарифм строку служби конструкції;  
 $\varphi$  – коефіцієнт стійкості за [4], рівний одиниці для розтягнутого стержня.

Остання формула отримана з урахуванням коефіцієнта асиметрії розподілу Гумбеля  $A = 1,14$ .

У спрощеному варіанті розрахунку [3] імовірності відмови та безвідмовної роботи елемента конструкції визначаються через функцію нормального розподілу резерву несучої здатності  $F(0)$ :

$$V = F(0); \quad P = 1 - V = 1 - F(0). \quad (4)$$

При розрахунках вручну для цього слід скористатися таблицями нормального розподілу та величиною дальності відмови  $\beta = M/S$  в якості аргумента таблиці, а в середовищі Microsoft Excel можна використати функцію НОРМРАСП (0, M, S, 1).

Більш точна методика розрахунку надійності, запропонована в [5], базується на використанні комбінованого

розподілу Гумбеля-Гауса, інтегральна функція якого при значеннях коефіцієнт асиметрії  $A \leq 0$  набирає вигляду:

$$F(x) = 1 - C \exp \left[ -\exp \left( \frac{x - M}{0,78S} - 0,577 \right) \right] + (1 - C) F_n(x). \quad (5)$$

Відповідна густина розподілу дорівнює:

$$f(x) = \frac{C}{0,78S} \exp \left[ \frac{x - M}{0,78S} - 0,577 - \exp \left( \frac{x - M}{0,78S} - 0,577 \right) \right] + \frac{1 - C}{S\sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{(x - M)^2}{2S^2} \right], \quad (6)$$

де  $M$ ,  $S$ ,  $A$  – математичне сподівання (1), стандарт (2) та коефіцієнт асиметрії (3) резерву несучої здатності елемента;

$F_n(x)$  – функція нормального розподілу з параметрами (1), (2).

$C = 0,8775 \cdot |A|$  – ваговий коефіцієнт;

Імовірності відмови та безвідмовної роботи визначаються за формулами (4), до яких слід підставити закон розподілу Гумбеля-Гауса (5).

Обидві описані методики розрахунку реалізовані в середовищі табличного процесора Microsoft Excel у вигляді розрахункової таблиці зображеної на рисунку 1. У верхні стовпчики таблиці вводяться розрахункові характеристики межі текучості сталі (D3), постійного (D4) та снігового навантаження (D5); стовпчик E містить середні значення характеристики міцності сталі (E3), постійного (E4) та снігового (E5) навантажень; стовпчик F – стандарти міцності сталі (F3), постійного (F4) та снігового (F5) навантажень. В комірці G5 вказаний коефіцієнт асиметрії снігового навантаження.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	<b>Розрахунок надійності стержнів ферм</b>													
2				<b>Розрах</b>	<b>M</b>	<b>S</b>	<b>A</b>							
3	Сталь		кН/см <sup>2</sup>	25	36	3,6	0,999							
4	Постійне		кПа	0,95	0,69	0,04	1,000							
5	Снігове		кПа	2,213	0,54	0,28	1,14							
6	Строк служби		100 років											
7														
8	<b>Несуча здатність</b>				<b>Зусилля постійне</b>			<b>Зусилля снігове</b>						
9	<b>Стерж</b>	<b>Розрах</b>	<b>A</b>	<b>Fi</b>	<b>Mr</b>	<b>Sr</b>	<b>вплив</b>	<b>Розрах</b>	<b>M</b>	<b>S</b>	<b>вплив</b>	<b>Розрах</b>	<b>M</b>	<b>S</b>
10		кН	см <sup>2</sup>		кН	кН		кН	кН	кН		кН	кН	кН
11	В пояс	547,2	34,2	0,64	788	78,8	135	128,3	93,15	5,4	135	298,7	208,7	37,8
12	Н пояс	487,5	19,5	1	702	70,2	126,5	120,2	87,29	5,06	126,5	279,9	195,5	35,42

	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	
7												
8	<b>Резерв міцності</b>				<b>Імовірності Гумбель</b>			<b>Імовірності Гаус</b>				
9	<b>Розрах</b>	<b>M</b>	<b>S</b>	<b>A</b>	<b>C</b>	<b>відмови</b>	<b>надійн</b>	<b>белли</b>	<b>відмови</b>	<b>надійн</b>	<b>белли</b>	
10	кН	кН	кН									
11	120,3	486,1	87,6	-0,119	0,105	4,76E-05	0,99995	4,32	1,41E-08	1	7,85	
12	87,4	419,2	78,8	-0,135	0,118	7,24E-05	0,99993	4,14	5,19E-08	1	7,28	

Рис.1. Розрахунковий бланк для оцінювання надійності елементів ферм.

Подальші рядки таблиці, відповідають стержням верхнього (рядок 11) та нижнього (рядок 12) поясів розрахованої ферми і містить такі дані в стовпчиках розробленого розрахункового бланку Excel:

A – маркування стержня;

B...F – характеристики несучої здатності стержня (розрахункова несуча здатність в кН, площа поперечного перерізу в см<sup>2</sup>, коефіцієнт стійкості, середнє значення та стандарт несучої здатності в кН);

G...J – характеристики зусилля в стержні від дії постійного навантаження (коефіцієнт впливу, розрахункове значення в кН, середнє значення й стандарт у кН);

K...N – характеристики зусилля в стержні від дії снігового навантаження (коефіцієнт впливу, розрахункове значення в кН, середнє значення й стандарт у кН);

O...S – характеристики резерву міцності (розрахункове значення резерву міцності в кН, середнє значення й стандарт у кН, коефіцієнт асиметрії резерву міцності та ваговий коефіцієнт C у законі розподілу резерву міцності);

T...V – показники надійності, розраховані за точною методикою на основі розподілу Гумбеля-Гауса (імовірність відмови, імовірність безвідмовної роботи, белли);

W...Y – показники надійності, розраховані за спрощеною методикою на основі розподілу Гауса (імовірність відмови, імовірність безвідмовної роботи, белли).

В якості прикладу у двох рядках таблиці, відображених на рисунку 1, наведені результати розрахунків поясів кроквяної ферми прольотом 24 м, які мають такі перерізи та характеристики:

верхній пояс 15ШТ1 -  $A = 34,2 \text{ см}^2$ ,  $i = 4,06 \text{ см}$ ,  $\varphi = 0,64$ ;

нижній пояс 10ШТ1 -  $A = 19,5 \text{ см}^2$ ,  $i = 2,56 \text{ см}$ ,  $\varphi = 1,00$ .

Розрахунковий опір сталі С 255  $R_y = 250 \text{ МПа}$  визначений за вказівками ДБН [4]. Статистичні характеристики межі текучості сталі обчислені за рекомендаціями [3] при умові забезпеченості розрахункового опору 0,998 та при коефіцієнті варіації 0,1:

$$M_R = R_y / 0,7 = 360 \text{ МПа}, \quad S_R = 0,1 \times M_R = 36 \text{ МПа}. \quad (7)$$

Постійне навантаження на ферму відповідає утеплений покрівлі по сталевому профільованому настилу, а снігове навантаження прийняте для м. Київ. Розрахункові значення навантажень обчислені за вказівками ДБН [6]. Статистичні характеристики постійного навантаження визначені за формулами, аналогічними (7), з урахуванням характеристичного та граничного розрахункового значення за [6].

Перевірка несучої здатності за ДБН [5] показала, що розтягнутий нижній пояс має коефіцієнт використання міцності 0,82, а стиснутий верхній пояс – коефіцієнт використання стійкості 0,78. Отже, перерізи обох стержнів відповідають

вимогам ДБН [5], а наявні запаси несучої здатності обумовлені реальним кроком сортаменту прокатних таврів.

Наведені в таблиці на рисунку 1 результати імовірнісного розрахунку надійності за точною методикою показали, що імовірності відмови стержнів протягом терміну експлуатації  $T=100$  років становлять  $7,2 \cdot 10^{-5}$  для нижнього поясу та  $4,8 \cdot 10^{-5}$  для верхнього поясу ферми. Розрахунок за наближеною методикою на базі нормального розподілу резерву несучої здатності дає значно менші значення імовірності відмови:  $5,2 \cdot 10^{-8}$  для нижнього та  $1,4 \cdot 10^{-8}$  для верхнього поясу ферми.

Така різниця викликана тим, що методика, заснована на використанні закону розподілу (5), дозволяє більш точно описати розподіл резерву несучої здатності з урахуванням його асиметрії. Такий підхід дозволяє отримувати достовірні оцінки імовірності відмови та імовірності безвідмовної роботи елементів несучих конструкцій. Використання нормального розподілу резерву несучої здатності дає набагато менші імовірності відмови стержнів. Різниця у три порядки не в запас надійності підтверджує необхідність детального дослідження меж придатності наближеної методики оцінювання надійності.

З метою виявлення меж можливого використання спрощеної методики [2], заснованої на нормальному розподілі резерву несучої здатності, необхідно провести порівняльний аналіз двох описаних методик визначення імовірності відмови на прикладах оцінювання надійності стержнів кроквяних ферм при дії постійного та снігового навантаження з різними статистичними характеристиками. Для цього планується проаналізувати надійність стержнів ферм з різними огороджувальними конструкціями, розміщеними в різних географічних районах України. Доцільно розглянути три типи покрівель (холодна, легка утеплена по сталевому профільованому настилу та важка із збірних залізобетонних плит), запроєктовані з урахуванням снігового навантаження в

шести містах України, які відносяться до шести снігових районів за ДБН В.1.2-2:2006.

### Перелік літератури

1. Царенко І.А. Методики оцінювання безвідмовності елементів сталевих конструкцій / Інформаційні технології та землеустрій в управлінні територіальним розвитком: Матеріали Всеукраїнської Інтернет-конференції (6 квітня 2015 року). – Полтава: ПолтНТУ, 2016. С. 398 – 401.
2. Ржаницин А.Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность. - М.: Стройиздат. – 1978. – 240 с.
3. Основи теорії надійності будівель і споруд. Методичні вказівки до практичних занять для студентів спеціальності "Промислове та цивільне будівництво" усіх форм навчання. Укладач Пашинський В.А. – Кіровоград: КНТУ, 2012. – 37 с.
4. ДБН В.2.6-163-2010.Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу. К.: Мінрегіонбуд України, 2010.- 220 с.
5. Пашинський В.А. Методологія нормування навантажень на будівельні конструкції. – Автореф. дис... докт. техн. наук: 05.23.01 / ПДТУ.- Полтава, 1999.- 33 с.
6. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. К.: Мінбуд України, 2007.

УДК 624.042.42

## **ТЕПЛОТЕХНІЧНІ ТА ВАГОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОКРІВЕЛЬ ДЛЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПІДТАВАННЯ СНІГУ**

**Є.О. Шапарев, магістрант**

**В.А. Пашинський, проф., д-р техн. наук**

*Кіровоградський національний технічний університет*

Снігове навантаження на будівлі, споруди та будівельні конструкції визначається за ДБН В.1.2-2:2006 "Навантаження і впливи" [1], згідно з якими воно вважається змінним короточасним навантаженням і має експлуатаційне, граничне та квазіпостійне розрахункові значення. Одним із шляхів уточнення снігових навантажень є адекватне урахування підтавання снігу на покрівлях за рахунок тепла, що передається зсередини будівлі. Чинні ДБН [1] дозволяють враховувати підтавання снігу на неутеплених покрівлях будівель із значними надлишковими виділеннями тепла при ухилах покриття більше 3% та забезпеченні належного відведення талої води. Для цього використовується коефіцієнт режиму експлуатації  $C_e = 0,8$ , на який слід помножити розрахункове значення снігового навантаження. Аналогічні коефіцієнти є також у нормах навантажень європейських країн [2] та США [3].

З метою уточнення коефіцієнтів режиму експлуатації в роботах [4...6] проведені експериментальні та теоретичні дослідження теплового режиму покрівель з різним термічним опором, вкритих шаром снігу. З урахуванням теплотехнічних характеристик снігу та покрівель, температур внутрішнього та зовнішнього повітря на ряді метеостанцій України визначені інтенсивності танення снігового покриву та обчислені

коефіцієнти режиму експлуатації як відношення характеристичних значень снігового навантаження на покрівлю із заданим термічним опором до характеристичних значень снігового навантаження на поверхні ґрунту. За результатами досліджень встановлено адаптована до кліматичних умов України залежність коефіцієнта режиму експлуатації  $C_e$  від величини характеристичного значення снігового навантаження на поверхню ґрунту  $S_0$  (в паскалях) та термічного опору покрівлі  $R$  в  $(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})/\text{Вт}$ .

З [4...6] слідує, що реальні можливості зменшення снігового навантаження при урахуванні уточнених значень  $C_e$  залежать від конструкції покрівлі та величини самого снігового навантаження. З метою аналізу результатів застосування уточнених значень  $C_e$  в даній роботі обрані характерні типи покрівель для кліматичних умов різних регіонів України та визначені їх теплові й вагові характеристики.

Поширені конструкції холодних покрівель, призначених для відведення надлишкового тепла чи забезпечення видалення снігу з поверхні покрівлі, відображені в таблиці 1. Оскільки ці покрівлі по суті призначені для відведення тепла з приміщень під ними, їх опір теплопередачі повинен бути близьким до нуля.

Таблиця 1 – Конструкції холодних покрівель з надлишковими виділеннями тепла

Призначення	Склад покрівлі
Теплиці, оранжереї, парники	Скло товщиною 4 – 6 мм в металевих рамах
Гарячі цехи з надлишковими виділеннями тепла	Сталевий лист товщиною 4 – 6 мм по прогонах
	Сталевий профільований настил по прогонах
	Хвилясті азбоцементні листи по прогонах
	Збірні залізобетонні ребристі плити Гідроізоляція на основі руберойду

Іншим предметом дослідження є теплі покрівлі виробничих та цивільних будівель, які мають недостатні теплові характеристики і тому допускають танення снігу на їх поверхні. Вимоги до теплових характеристик таких покрівель

встановлювалися нормами теплового захисту, чинними на момент їх проектування: СНиП II-3-79\*\* "Строительная теплотехника" [7], а з 2007 року – ДБН В.2.6-31:2006 "Теплова ізоляція будівель" [8]. Склад конструкцій покрівель, які доцільно проаналізувати на предмет можливості підтавання снігу на їх поверхні, наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Конструкції утеплених покрівель виробничих і цивільних будівель

Призначення	Склад покрівлі	Вимоги до теплових характеристик
Утеплені промислові та цивільні будівлі, зведені до 2007 року	Рибристі залізобетонні плити Стяжка з цементного розчину Утеплювач з керамзитового гравію Стяжка з цементного розчину Гідроізоляція на основі руберойду	За СНиП II-3-79**
	Сталевий профільований настил по прогонах Пароізоляція з руберойду Утеплювач з мінераловатних плит Гідроізоляція на основі руберойду з гравійною посипкою	За СНиП II-3-79**
	Сталевий профільований настил по прогонах Пароізоляція з руберойду Утеплювач з пінополістирольних плит Гідроізоляція на основі руберойду з гравійною посипкою	За СНиП II-3-79**
Утеплені будівлі, зведені після 2007 року	Сталевий профільований настил по прогонах Пароізоляція з гідроізолу Утеплювач з мінераловатних плит Гідроізоляція на основі гідроізолу	За ДБН В.2.6-31
	Сталевий профільований настил по прогонах Пароізоляція з гідроізолу Утеплювач з пінополістирольних плит Захисний сталевий профільований настил	За ДБН В.2.6-31

В таблиці 2 наведені найбільш вживані типи покрівель промислових будівель, снігові навантаження на які доцільно проаналізувати в майбутніх дослідженнях. Їх теплові

характеристики визначаються лише вимогами СНиП II-3-79\*\* [7] чи ДБН В.2.6-31:2006 [8] і не повинні залежати від вибору конструкції та виду теплоізоляційних матеріалів. Різні види теплоізоляції слід розглянути тому, що використання різних теплоізоляційних матеріалів обумовлює різні вагові характеристики покрівель та відповідно різне сумарне навантаження на їх несучі конструкції. Описані типи покрівель доцільно розглянути в кліматичних умовах різних регіонів України, які в ДБН [8] представлені двома температурними зонами.

Термічні опори та вага покрівель, описаних в таблицях 1 і 2, вказані в таблиці 3, яка дає загальне уявлення про можливі межі зміни цих показників по території України. Термічний опір холодних покрівель типів 1...4 практично дорівнює нулю або є близьким до нуля. Термічний опір утеплених покрівель типів 5...7, запроектованих у 20-тому столітті за СНиП [7], залежить від температури зовнішнього повітря. Вони були визначені для 26 міст України (обласні центри та м. Ялта з субтропічним кліматом), які відображають реальний спектр кліматичних умов. Згідно з результатами розрахунків, товщина шару утеплення та відповідно – вага покрівлі змінюються по території України в межах, вказаних у таблиці 3. Термічний опір сучасних покрівель, запроектованих згідно з вимогами ДБН [5], приймає два досить близькі значення, що відповідають двом температурним районам України. Це обумовило незначну територіальну мінливість термічного опору  $R$  та навантаження  $Q_m$  від ваги покрівель типів 8 і 9, відображену в таблиці 3 найменшими та найбільшими по території значеннями.

Таблиця 3 – Узагальнені характеристики покрівель

Тип покрівлі $i$	Характеристика покрівлі	$R$ ( $m^2 \cdot K$ )/Вт	$Q_m$ Па
1	СПН по прогонах	0	473
2	Плоский лист по прогонах	0	810
3	Хвилясті азбестоцементні листи	0,017	555

4	Рєбристі залізобетонні плити	0,092	3051
5	Рєбристі ЗБ плити з керамзитом за СНиП [4]	0,283 – 0,636	3350 – 3818
6	СПН з мінватними плитами за СНиП [4]	0,426 – 0,789	1456 – 1495
7	СПН з пінополістиролом за СНиП [4]	0,562 – 0,812	1430 – 1437
8	СПН з мінватними плитами за ДБН [5]	2,057 – 2,057	1203 – 1203
9	СПН з пінополістиролом за ДБН [5]	2,005 – 2,255	654 – 661

У подальших дослідженнях планується з урахуванням отриманих теплових і вагових характеристик покрівель, а також величини снігового навантаження в кожному з 26 міст України обчислити навантаження від снігу та власної ваги для кожного типу покрівель з таблиці 3, після чого визначити й проаналізовані відсотки зменшення сумарних навантажень на покрівлі. Це дозволить зробити висновки щодо доцільності урахування уточнених значень коефіцієнтів режиму експлуатації при новому проектуванні холодних покрівель та при перевіірочних розрахунках недостатньо утеплених покрівель виробничих будівель, зведених у минулому столітті.

### Список літератури

1. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. К.: Мінбуд України, 2007.
2. EN 1991-1-3. Eurocode 1 .Actions on Structures. - Part 1-3: General Actions. Snow Loads. - Brussels: CEN, 2003. - 56 p.
3. ASCE/SEI 7-10. Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures. -American Society of Civil Engineers, 2010. - 658 p.
4. Молька І.В. Вплив теплотехнічних характеристик покриття на величину снігового навантаження: Автореферат дис... к.т.н.. 05.23.01 Будівельні конструкції, будівлі та споруди. – Полтава, 2012.- 21 с.
5. Пашинський В.А. Нормування коефіцієнта підтавання снігу на покриттях опалюваних будівель / В.А. Пашинський, І.В. Молька, Б.А. Кутний // Науковий вісник будівництва. - № 66. - ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2011. -С. 164-172.
6. Пашинський В.А. Статистичне моделювання снігового навантаження на покриття опалюваних будівель / В.А. Пашинський, І.В. Молька, Б.А. Кутний // Збірник «Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди». - Рівне: НУВГП, 2011. - С. 686 - 691.

7. СНиП П-3-79\*\* Строительная теплотехника / Госстрой СССР – М., 1986. – 56 с.
8. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – К., 2006. – 66 с.

УДК 625.7.08

## **ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СКРЕПЕРІВ ШЛЯХОМ ЗНИЖЕННЯ НАВАНТАЖЕНОСТІ**

**Шаповалов М.В.**, ст. гр. МБ(ДМ)-15М,  
**Хачатурян С.Л.**, доц., канд. техн. наук  
 Кіровоградський національний технічний університет

Розглянемо докладніше питання підвищення надійності скреперів шляхом зниження навантаженості. Такі заходи суттєво підвищують виробничий і виробничо-технічний потенціал скреперів, у зв'язку з чим їм необхідно приділяти достатню увагу.

Все більше розповсюдження отримують різні пружні пристрої, в конструкції котрих передбачено зниження максимальних динамічних навантажень у результаті спрацьовування пристрою після досягнення навантаженням заданого рівня й, внаслідок цього, зниження жорсткості робочого обладнання скрепера.

Щоб зменшити навантаження при максимальних габаритах обмежувачів і запобігти коливанням у діапазоні робочих навантажень, необхідно реалізувати нелінійну характеристику обмежувача, тобто забезпечити робочу жорсткість до його спрацьовування та найменшу жорсткість після спрацьовування. Така характеристика може бути отримана з використанням важільно-гідралічних пристроїв з установкою поглинаючого елемента в напрямку, близькому до нормального по відношенню до напрямку дії динамічних

навантажень. Крім того, важільна система дозволяє знизити діючі на пружний елемент навантаження й при відповідному виборі конструкції важільної системи виконати виглиблення робочого органу скрепера, обійти перешкоду.

Дія пристрою для зниження динамічної навантаженості скрепера при копанні (рис. 1) засновано на ввімкненні в роботу (після досягнення номінального тягового зусилля) пружного елемента 1, розташованого між частинами 2 і 3 хоботу. Цей елемент являє собою набір амортизаторів, початкова затяжка котрих регулюється гвинтом.

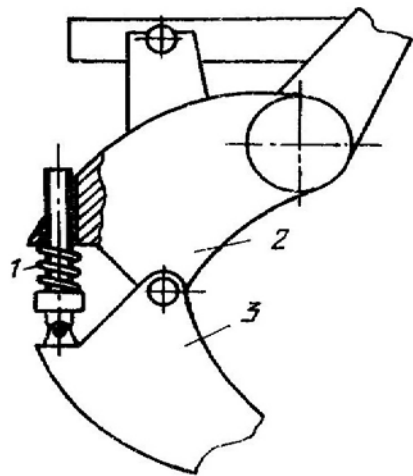


Рисунок 1 – Пристрій для зниження динамічної навантаженості скрепера

Щоб знизити навантаженість скреперів, які мають у складі робочого циклу значну частку транспортних операцій, використовується амортизуючий пристрій, який забезпечує еластичну підвіску ковша в транспортному режимі й відключає цю підвіску в режимі копання (рис. 2). Для гашення резонансних коливань, які можуть виникнути при співпаданні частоти діянь транспортних шляхів з частотою власних коливань скрепера, в пристрої використаний принцип перемінного демпфування. Штокова порожнина 12 гідроциліндру 11 керування робочим органом у транспортному

режимі з’єднується з гідропневмоакумулятором 13 через розподільчий орган. Останній виконаний у вигляді змонтованого на корпусі гідроциліндру дроселя 17 з підпружиненим клапаном 18 і жорстко зв’язаним з ним штовхачем 14. Амортизуючий пристрій має криволінійний брус 20, який закріплений на штоку 21 гідроциліндру й може взаємодіяти з штовхачем у транспортному положенні робочого органу. При цьому підклапанна порожнина дроселя 19 сполучена з штоковою порожниною 12 гідроциліндра, а надклапанна 16 – з гідропневмоакумулятором 13.

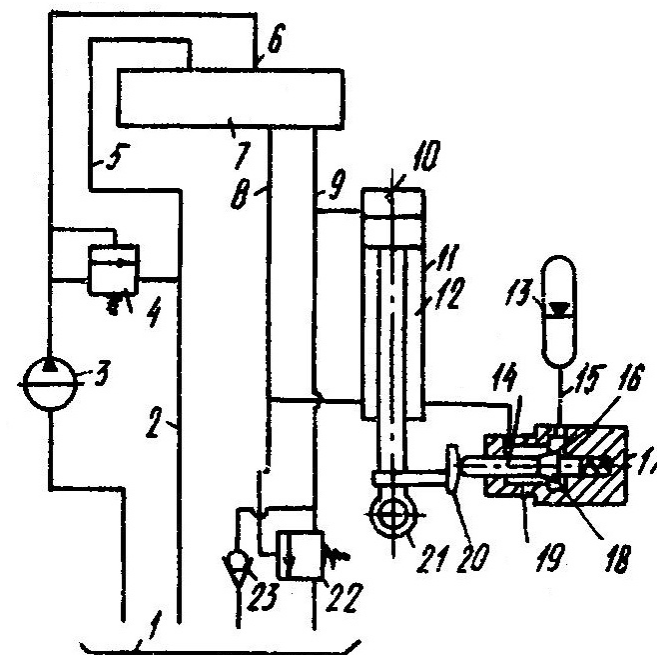


Рисунок 2 – Амортизуючий пристрій

Позицією 1 тут позначено бак; позиціями 2, 5, 6, 8, 9, 15 – рукава високого тиску; 3 – насос; 4, 22 – запобіжні клапани; 23 – зворотний клапан.

У режимі копання криволінійний брус не взаємодіє з штовхачем 14, клапан закритий і гідроциліндр від’єднаний від пневмогідроакумулятора. У транспортному режимі

криволінійний брус, переміщуючись разом із штоком, змінює площу прохідного перетину дроселя й, отже, коефіцієнт демпфування в коливальній системі.

УДК 699.86

## **ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗРАХУНКІВ ТЕПЛОВОЇ НАДІЙНОСТІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

**О.С. Шевченко**, *магістрант*

**В.А. Пашинський**, *проф., д-р техн. наук*

*Кіровоградський національний технічний університет*

Розв'язання проблеми енергозбереження будівель є одним з провідних напрямів наукових досліджень у галузі будівництва. Підвищені вимоги до опору теплопередачі огорожувальних конструкцій обумовили необхідність упровадження фасадних теплоізоляційних систем з різними конструкціями й теплотехнічними властивостями. Викладені в монографії [6] результати експериментальних досліджень та розрахунків, а також досвід експлуатації фасадних систем дають інформацію, необхідну для їх практичного проектування. При цьому використовуються дані нормативних документів [1, 2] щодо експлуатаційних вимог, розрахункових значень температури атмосферного повітря й теплотехнічних характеристик будівельних матеріалів.

Більш обґрунтовані висновки щодо роботи огорожувальних конструкцій можуть бути зроблені на підставі імовірнісного аналізу їх теплової надійності за критеріями та методами, запропонованими в [6, 7]. Встановлено два основних критерії теплових відмов:

- виникнення дискомфорту внаслідок недопустимо великої різниці між температурами внутрішньої поверхні стіни та повітря в приміщенні;
- утворення конденсату на внутрішній поверхні стіни внаслідок пониження її температури до точки роси.

Нормативні документи [1, 2] містять детерміновані розрахункові значення характеристик, які є недостатніми для виконання імовірнісних розрахунків. Для визначення імовірностей теплових відмов обох видів за методикою [6, 7] необхідно представити у формі випадкових величин чи випадкових процесів усі фактори, що враховуються в теплотехнічних розрахунках:

- температуру зовнішнього атмосферного повітря – у формі випадкового процесу;
- коефіцієнти теплопровідності теплоізоляційних і конструкційно-теплоізоляційних матеріалів – у формі випадкових величин;
- стохастичні залежності коефіцієнтів теплопровідності від вологості матеріалів – у вигляді апроксимуючих формул;
- експлуатаційну вологість стінових матеріалів – у формі випадкових величин чи випадкових процесів, які враховують сезонні зміни вологості повітря;
- геометричні параметри огорожувальної конструкції мають незначну мінливість, а тому можуть бути представлені їх проектними розмірами.

У результаті проведеного бібліографічного пошуку встановлена наявність даних про вказані фактори, а також можливості та шляхи отримання інформації, необхідної для аналізу теплової надійності огорожувальних конструкцій.

У дослідженнях [5] розроблена імовірнісна модель для опису змін температури атмосферного повітря у формі квазістаціонарного диференційованого випадкового процесу зі стаціонарною частотною структурою, вираженою єдиним для території України значенням ефективної частоти  $\omega=0,6$  1/добу, та річним періодом нестационарності числових характеристик і

закону розподілу ординати. Розподіли ординати можна наближено описувати нормальним законом розподілу. Така модель відображає закономірні сезонні зміни та випадкову міждобову мінливість температури повітря, які необхідно враховувати при оцінюванні імовірності теплових відмов огорожувальних конструкцій. Параметри розробленої імовірнісної моделі середньодобової температури повітря визначені шляхом статистичної обробки результатів строкових вимірювань температури атмосферного протягом 10...100 років на 485 пунктах спостереження України. Такий обсяг метеорологічної інформації дозволив досить точно описати температурний режим повітря на території України через річні функції математичного сподівання та узагальнені аналітичні залежності для визначення інших параметрів.

Коефіцієнти теплопровідності та інші технічні характеристики будівельних матеріалів залежать від безлічі різноманітних факторів, а тому мають випадкову природу. У відомій технічній і довідковій літературі закони розподілу та статистичні характеристики властивостей будівельних матеріалів, необхідних для виконання імовірнісних розрахунків теплової надійності, не виявлені. Тому для імовірнісного опису технічних характеристик у формі випадкових величин необхідно провести випробування достатньо великої кількості зразків основних стінових матеріалів за методикою [3, 4], на підставі яких встановити числові характеристики та закони розподілу шляхом статистичної обробки отриманих експериментальних даних відомими методами математичної статистики [8]. Залежності коефіцієнтів теплопровідності від вологості матеріалів також можна встановити експериментальним шляхом. Для цього необхідно провести випробування однорідних зразків будівельних матеріалів у сухому стані та при різних значеннях вологості, виконати статистичну обробку результатів і встановити шукані регресійні залежності.

Реальна експлуатаційна вологість стінових матеріалів може бути визначена й описана засобами математичної

статистики за результатами тривалих натурних спостережень. Наближені значення вологості можна отримати також розрахунковим шляхом, аналізуючи міграцію вологи в стінових огороженнях методами, викладеними в [9] та інших джерелах.

Основним завданням запланованого дослідження є експериментальне визначення та імовірнісне подання коефіцієнтів теплопровідності поширених теплоізоляційних будівельних матеріалів. Для цього планується провести масові випробування на теплопровідність зразків ефективних теплоізоляційних матеріалів, які часто використовуються для фасадного утеплення стін, а саме пінополістиролу та мінераловатних плит різних марок. Для отримання досить точних оцінок основних статистичних характеристик (середнього значення, стандарту, коефіцієнта варіації) та законів розподілу коефіцієнтів теплопровідності необхідно випробувати по декілька десятків зразків матеріалу кожної марки.

Такі дослідження були проведені Випробувальним центром Полтавського національного технічного університету на замовлення будівельних організацій області. Завдання нашої роботи полягає у статистичному аналізі та імовірнісному поданні основних технічних характеристик: середньої густини і коефіцієнта теплопровідності.

Методика випробувань базується на вимогах ДСТУ Б В.2.6-101 [3], яка з метою прискорення випробувань великої кількості зразків модифікована наступним чином. У холодильну випробувальну установку з робочим прорізом досить великого розміру монтується ціла плита теплоізоляційного матеріалу, попередньо розмічена (але не розрізана) на квадратні зразки зі стороною, рівною п’яти товщинам плити. У центрі кожного квадрата встановлюється термомір та дві термопари (на обох поверхнях зразка). Після запуску морозильної камери плита вводиться в стаціонарний тепловий режим, і проводяться вимірювання згідно з вимогами [3] на усіх зразках одночасно.

Після завершення випробувань на теплопровідність плита знімається з установки й розрізається на окремі зразки, для кожного з яких визначаються показники вологості та середньої густини за методикою [4]. Таким чином протягом робочого дня можна провести випробування на теплопровідність декількох десятків зразків матеріалу однієї чи навіть різних марок.

У результаті статистичної обробки отриманих значень коефіцієнт теплопровідності може бути описаний у формі закону розподілу випадкової величини. Виміряні на тих же зразках значення середньої густини та вологості дозволяють встановити статистичні залежності коефіцієнта теплопровідності від цих факторів. Статистична обробка експериментальних даних може бути виконана за відомою методикою [8] в середовищі табличного процесора Excel, який має цілком достатній набір різноманітних статистичних функцій.

Отримані закони розподілу та статистичні характеристики коефіцієнтів теплопровідності та середньої густини теплоізоляційних матеріалів будуть одним з елементів інформаційного забезпечення імовірнісних розрахунків теплової надійності огорожувальних конструкцій.

### Список літератури

1. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – К., 2006. – 66 с.
2. ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – К., 2010. – 101 с.
3. ДСТУ Б В.2.6-101:2010 Конструкції будинків і споруд. Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.
4. ДСТУ Б В.2.7-38-95. Матеріали і вироби теплоізоляційні. Методи випробувань.
5. Температурні впливи на огорожувальні конструкції будівель: монографія / В.А. Пашинський, Н.В. Пушкар, А.М. Карюк. – Одеса, 2012. – 180 с.

6. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій / Фаренюк Г.Г. – К.: Гама-Принт. – 2009. – 216 с.
7. Пашинський В.А., Фаренюк Г.Г. Оцінка імовірності виникнення теплових відмов конструкцій. // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сборник научных трудов. Выпуск 56. – Днепропетровск: ДГАСА, 2010. – с. 305 – 310.
8. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
9. Лыков А.В. Явление переноса в капиллярно-пористых телах. – М.: Гостехториздат, 1934.

УДК 699.86

## СУЧАСНІ КОМП’ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ ТА АРХІТЕКТУРІ

**Р.О. Шелест**, студент гр. БП 15-2СК

**І.О. Скриннік**, доц., канд. техн. наук

**В.В. Дарієнко** доц., канд. техн. наук

*Кіровоградський національний технічний університет*

**Метою сатті є** підготовка фахівців до самостійного вирішення професійних чисельно розв’язуваних задач в галузі проектування та експлуатація машин, будівництва, практичного використання методів комп’ютерного моделювання на ЕОМ.

У сучасному світі комп’ютерні інформаційні технології та керуючі системи проникають в усі сфери діяльності. Будівництво та архітектура не є винятком. Складність інженерних розрахунків будівельних конструкцій та прийняття зважених архітектурних рішень вимагає застосування сучасних комп’ютерних систем і технологій.

Але є проектні організації, де використовуються неліцензійні комп’ютерні програми, їх закупають на стихійних ринках і при зломі захисту окремі їх функції

видозмінюються, що призводить до помилок у проектах та впливає на їх якість. Крім того, як правило, ці комп’ютерні програми не суміщені інформаційно і технологічно, побудувати на їх основі єдину інформаційну технологію неможливо.

Для архітектурного проектування, інженерних і будівельних розрахунків застосовується програмне забезпечення, яке умовно можна розділити на:

1. Програмне забезпечення для архітектурно-будівельного проектування та підготовки будівельної документації (Autodesk Building Design Suite; Autodesk Revit Architecture; Autodesk Factory Design Suite; Autodesk Factory Design Suite; AutoCAD Architecture);

2. Системи для моніторингу архітектурно-будівельних проектів та планування будівельних робіт (Autodesk Navisworks);

3. Проектування будівельних конструкцій (Autodesk Revit Structure; Tekla Structures);

4. Проектування інженерних систем будівель (AutoCAD MEP, Revit MEP);

5. Системи автоматизованого проектування загального призначення (AutoCAD; AutoCAD LT, Autodesk 3ds MaxDesign; Std Manager CS);

6. Архітектурно-будівельні додатки для AutoCAD (ПАРКС, СПДС Graphi CS);

7. Програми для розрахунку будівельних конструкцій (SCAD Office, SCAD (StructureCAD), Комета, Кристалл, Арбат, Камин, Монолит, Конструктор сечений, КоКон);

8. Додатки для проектування і розрахунків сантехнічних систем (АРС-ПС, ВЕНТСИС);

9. Програми для проектування і розрахунків трубопроводів, теплообмінників тощо. (AutoCAD Plant 3D, Autodesk Plant Design Suite, Plant 4D, СТАРТ, ГИДРОСИСТЕМА, РЕСУРС, Эколог-ШУМ тощо);

10. Програми для геотехнічних розрахунків (Plaxis, Plaxis Dynamics Module, Plax Flow, Plaxis 3D Tunnel, Plaxis 3D Foundation);

## 11. Проектування об'єктів інфраструктури (Autodesk Civil 3D, Geon CS).

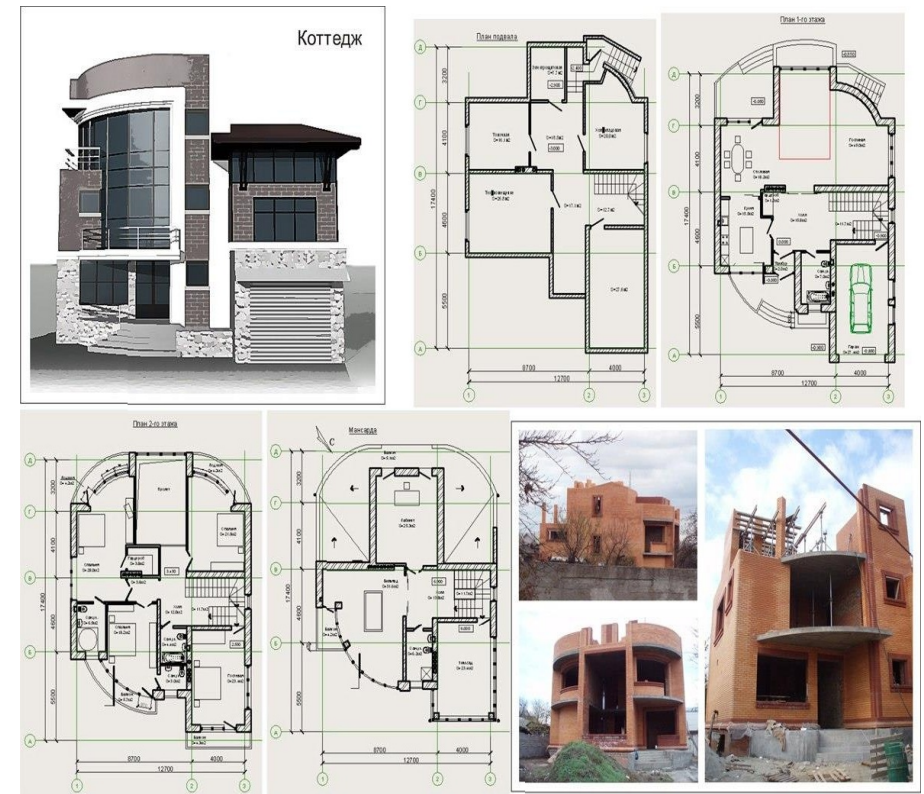


Рисунок 1 – Проектування за допомогою комп’ютерних технологій

Одним напрямків розвитку інформаційних систем і технологій в будівництві та архітектурі, що стрімко розвивається, є створення та впровадження геоінформаційних систем (ГІС), основна перевага яких перед іншими інформаційними технологіями – наявність набору інструментів створення і об’єднання баз даних з можливостями географічного аналізу і візуалізації (різні карти, графіки, діаграми). Слід зазначити, що ГІС містить пряму прив’язку атрибутивних і графічних даних один до одного.

Зараз відомі такі програмні засоби для проектування і роботи з ГІС:

1. AutoCAD – система для цивільного проектування, картографування і ГІС. Формати даних, які використовує система (DWG, DXF), є загальноприйнятими світовими стандартами обміну та зберігання графіки. Формат DWF дозволяє публікувати карти в мережі Internet, інтегруючи об'єкти прямо у WEB-сторінку;

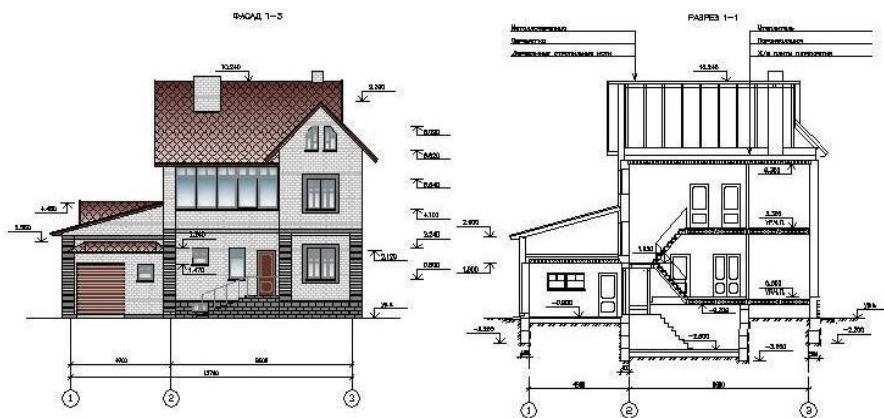


Рисунок 2 – Приклад використання програми AutoCAD

2. AutoCAD Civil 3D активно застосовується в роботі інженерів-проектувальників, дослідників, картографів, інженерів із землеустрою;

3. Autodesk Map® 3D і AutoCAD® – багатофункціональний засіб для створення цифрових моделей місцевості. Autodesk Map® 3D базується на AutoCAD® і об'єднує в собі системи для автоматизованого проектування та ГІС;

4. Autodesk Raster Design (Autodesk CAD Overlay) – додаток AutoCAD, що дозволяє редагувати растрові зображення і векторизувати їх;

5. Autodesk Infrastructure Design Suite – програмний продукт, який дозволяє планувати, проектувати, управляти будівництвом і експлуатацією об'єктів різної інфраструктури (транспортної, водної, земельної тощо);

6. GeoniCS Топоплан-Генплан-Мережі-Траси – програмний комплекс, що дозволяє автоматизувати проектно-вишукувальні роботи; призначений для працівників відділів інженерних вишукувань та таких, що працюють з генпланом. Працює на платформі AutoCAD / AutoCAD Civil 3D;

7. Програма GeoniCS Вишукування – дозволяє обробляти польові вимірювання і розрахована на геодезистів (фахівців у галузі інженерних вишукувань, будівництва, кадастру тощо);

8. GEODirect – автоматизована система для обробки результатів інженерно-геологічних вишукувань;

9. САМАРА – система для автоматизації маркшейдерських робіт;

10. ЕПАД – система для створення і ведення електронного паспорту доріг.

При складанні розрахунково-пояснювальної записки застосовують текстовий редактор Microsoft Word і табличний редактор Microsoft Excel.



Рисунок 3 – Набір рекомендованих програм для проектування

## Список літератури

1. Андрухов В.М. Наскрізнi інформаційні технології супроводу будівельних інвестиційних проектів протягом їх життєвого циклу / В.М. Андрухов, Л.В. Мартинова // Будівництво України. – 2009. – №6. – С. 2 – 7.
2. Городецький О.С. Засоби підтримки процесу проектування будівель і споруд з використанням уніфікованої моделі об’єкта / О.С. Городецький, Є.В. Бородавка // Будівництво України. – 2007. – №4. – С. 36 – 39.
3. Волобоев Б.А. Информационные технологии в строительстве / Б.А. Волобоев, А.С. Городецкий // Будівництво. Наука. Проекти. Академія будівництва України. – 2006. – №2 (6). – С. 3 – 10.
4. Хазін В.Й. Проектування об’єктів виробничої бази будівництва / В.Й. Хазін. – К.: Вища школа, 2010. – 224 с.
5. Корнєєв В. К., Ксандопуло Р. Н., Машурцев Ст. А. Інформаційні технології. - М: Проспект, 2007. – 224 с.

УДК 1418.69.01

## **КОМП’ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СПЕЦІАЛІЗОВАНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ОРГАНІЗАЦІЙ**

**Д.О. Янченко**, студент гр. БП-15-2СК  
**Скринніка І.О.**, кандидата технічних наук, доцента  
Кіровоградський національний технічний університет

Визначено основні проблеми в застосуванні комп’ютерних програм автоматизованого проектування. Запропоновані шляхи системного використання комп’ютерних програм комплексного наскрізного проектування в будівництві.

**Ключові слова:** комп’ютерні програми, інформаційні технології, система автоматизованого проектування, сучасне будівництво.

У сучасному будівельному бізнесі все більш активно використовуються інформаційні технології та спеціалізоване програмне забезпечення. Це САПР і ГІС, системи управління проектною документацією та кошторисне ПО.

Кошторисні системи дають оцінку проекту (під проектом ми будемо розуміти об’єкт інвестицій) з точки зору обсягів робіт, вартості, загальної потреби в ресурсах за проектом, але не надають таких важливих для успішного виконання проекту відомостей, як календарний план робіт, графік потреби в ресурсах, календарний профіль затрат.

В організаціях будівельного комплексу існує висока потреба в програмному забезпеченні саме по календарному плануванню. Оскільки знаходження оптимального способу реалізації проекту з часу при максимально ефективному використанні ресурсів є ключовими факторами успіху, а при зростаючій з кожним днем в’їв’ї конкуренції - гарантом виживання організації.

Серед вимог будівельних компаній з подібного роду програмним комплексам практично завжди фігурують такі пункти:

-Розробка календарних графіків виробництва робіт з підтримкою різних рівнів ієрархій;

-Побудова графіка потреб у ресурсах, графіка витрачання грошових коштів на проект в цілому і на окремий вид робіт, ресурсів - планування ресурсного забезпечення;

-Можливість планування широкого спектру ресурсів: як виконавців і механізмів (поновлюваних ресурсів), так і матеріалів (Витрачених ресурсів);

-Порівняння різних варіантів планування - при жорстких тимчасові обмеження та при обмежених ресурсах. Варіювання цих способів допоможе знайти найбільш вдалий компроміс: В«швидше - дешевшеВ»;

-Знаходження найбільш економного варіанту реалізації проекту за рахунок оптимізації вартісних характеристик проекту при проведенні проекту в різні терміни, залученні інших ресурсів;

-Аналіз розподілу витрат на елементи об'єкта, на будівельні роботи різних типів у відповідності зі структурою статей витрат;

-Інтеграція в корпоративні інформаційні системи, можливість імпорту-експорту даних в програми складання будівельних кошторисів, складські, бухгалтерські програми.

Для вирішення подібних завдань використовується спеціальний клас програмного забезпечення - системи календарного планування і контролю реалізації проектів або по-іншому системи управління проектами.

Отже, ці системи забезпечують підтримку основних процесів тимчасового, ресурсного і вартісного планування і контролю на основі алгоритмів мережного планування, методу критичного шляху (деякі навіть ресурсно-критичного), методу освоєного обсягу і т.п.

Огляд засобів ЗАРП в будівництві

Система автоматизованого проектування (САПР) або CAD (англ. Computer-Aided Design) - програмний пакет, призначений для створення креслень, конструкторської та/або технологічної... документації та/або 3D моделей. Сучасні системи автоматизованого проектування (CAD) зазвичай використовуються спільно з системами автоматизації інженерних розрахунків і аналізу CAE (Computer-aided engineering).

В Росії найбільш широко поширений програмний пакет AutoCAD. Розроблений Autodesk більше 20 років тому, він довгий час відповідав самим вимогливим вимогам проектувальників. Але на сьогоднішній день, володіючи багатим інструментарієм та можливостями адаптації до вимог користувача, він вже не задовольняє потребам більшості проектувальників. Цей пакет може застосовуватися лише при розробці дуже малих і достатньо простих проектів, автоматизуючи тільки рутинну роботу кульмана і не більше того. Сучасному проектувальнику потрібно набагато більше, ніж просто швидке і гарне виконання креслень.

В зв'язку з описаною вище ситуацією фірма Autodesk продовжила розвиток лінійки своїх продуктів, випустивши додаток для архітектурно-будівельного проектування Autodesk Architectural Desktop. Програма орієнтована на професійних архітекторів і фахівців у галузі промислового і цивільного будівництва. Autodesk Architectural Desktop включає в себе повноцінні можливості AutoCAD і володіє власними функціями підтримки всіх стадій проектування.

Починаючи з цієї версії в програму входить редактор VIZ Render, який розроблений на основі Autodesk VIZ і дозволяє працювати з бібліотекою матеріалів, освітленням та сценами. Це дозволяє підготувати реалістичну тривимірну модель для повноцінного візуального представлення проекту. Програма русифікована.

Подальшим розвитком Autodesk Architectural Desktop є програма Autodesk Building Systems, призначена для проектування внутрішніх інженерних мереж. Володіючи всіма засобами AutoCAD і Autodesk Architectural Desktop, вона є потужним інструментом, що включає власні модулі для проектування вентиляції та опалення, електричних мереж, водопроводу та каналізації. В поточну версію - АБС вЂвЂ2004 - включено проектування систем протипожежної безпеки. Управління моделлю і складання вихідний документації реалізовано аналогічно Autodesk Architectural Desktop.

Питання про адаптації бібліотеки інженерного обладнання було вирішене фірмою НТЦ "Конструктор". Для цього була спеціально розроблена STC - бібліотека елементів, що включає більше 5000 елементів інженерного обладнання, відповідного російським стандартам. Вона підключається до програми автоматично і повністю готова до роботи. Ё інструменти для створення власних елементів бібліотеки. Все це робить програму повністю придатною до використання на російському ринку.

Autodesk Architectural Studio - інструмент концептуального проектування та мультимедійної обробки

проектних даних. Цей програмний продукт призначений для архітекторів та інших професіоналів у сфері будівництва, дизайну і архітектури. Architectural Studio відтворює інструменти і методи традиційної студії проектування, повторюючи в цифровому вигляді традиційну техніку креслення від руки, прийняту у художників і архітекторів, роблячи їх роботу більш продуктивною. Прямий вплив на об'єкти унікальними інструментами дозволяє інтуїтивно відчувати поведінку об'єктів і управляти ними в реальному часі в будь-якій точці світу завдяки веб-технологіям.

Незважаючи на всі потужні засоби проектування і візуалізації, ключовим моментом в САПР є саме отримання вихідної документації та її оформлення у відповідності з прийнятими стандартами, що вважається невід'ємною частиною процесу проектування. Для того щоб автоматизувати рутинну роботу при нанесенні різних елементів оформлення, Руській Промислової Компанією була розроблена програма auto. СПДС. auto.СПДС - це додаток для AutoCAD, Autodesk Architectural Desktop, Autodesk Building Systems і багатьох інших вертикальних рішень на основі AutoCAD. Програма дозволяє наносити різні умовні позначення, винесення, позначки, лінії обриву, види, координатні осі, штрихування і багато іншого. При цьому всі об'єкти є "Інтелектуальними" і можуть бути легко відредаговані як за допомогою "Ручок", так і спеціальних діалогових вікон.

ArchiCAD, розроблений в компанії Graphisoft, - програмний пакет, що забезпечує розробку будь-яких архітектурно-дизайнерських рішень. В ArchiCAD можна одночасно працювати над створенням проекту і складати супутню будівельну документацію, тому що програма зберігає всю інформацію про проєктований будівлі: плани, розрізи, перспективи, перелік необхідних будматеріалів, а також зауваження архітектора, зроблені в процесі роботи. На якому етапі роботи можна побачити проєктована будівля в тривимірному вигляді, в розрізі, в перспективі, зробити анімаційний ролик.

Архітектурно-дизайнерський пакет ArfaCAD, розроблений в Росії, дозволяє оперувати цільними 2D-і 3D-об'єктами з архітектурно-будівельної термінологією: стіни, вікна і двері, вітражі, сходи, покрівлі, перекриття, огорожі, масиви ґрунту, води і т. д. Технологія спочатку передбачає необмежені можливості створення нових об'єктів без обмежень за формою і змістом. Існує єдина система трансформації двомірних планів будівель в цілі тривимірні твердотільні поверхні.

Allplan німецької фірми Nemetschek є високоефективним рішенням для архітектурно-будівельного проектування. Це легка у використанні, логічно вибудована САПР, яка пропонує комплексний підхід до кресленню і будівельного проектування в цілому. Програма Allplan заснована на об'єктно-орієнтованій базі простих 3D-об'єктів; вона створює і підтримує взаємозв'язок між 2D-і 3D-кресленнями, розрізами, проєкціями і т.д. Всі ці види - просто різні уявлення одних і тих же тривимірних об'єктно-орієнтованих даних.

За короткому переліку зазначених вище програм можна бачити, що напрямок в будівельній галузі, а саме тієї частини, яка ставитися до архітектури та власне проектування будівель та споруд, розвивається дуже динамічно. В цьому огляді не розглянуті численні програми по розрахунку несучих конструкцій, організації будівельного виробництва, плануванню робіт, електричних розрахунків, програм оптимізації транспортних задач, розрахунків мережеских графіків і календарних планів, проектування доріг, геодезичних розрахунків, технологічного проектування трубопроводів і багато іншого. Вони представлені на російському ринку як іноземними, так і вітчизняними виробниками і вирішують широке коло завдань у своїх областях.

Будівництво завжди розвивалося в ногу з науково-технічним прогресом, але вдосконалення програмних засобів далеко випереджає кваліфікацію фахівців, покликаних використовувати їх у своїй роботі. Сьогодні часто спостерігається картина, коли сучасні і багатофункціональні

комплекси простоюють або використовуються незначно через низький рівень підготовки користувачів.

Функції ГІС у будівництві Географічна інформаційна система - інформаційна система, що забезпечує збір, зберігання, обробку, доступ, відображення і поширення просторово-координованих даних. ГІС призначені для вирішення наукових і прикладних задач інвентаризації, аналізу, оцінки, прогнозу і управління навколишнім середовищем і територіальною організацією суспільства. Основу ГІС складають автоматизовані картографічні системи, а головними джерелами інформації служать різні геоізображення.

Все більш актуальними стають проблеми комплексної переробки просторових і просторово-часових даних, витягання з даних нетривіальних закономірностей і використання виділеної інформації для прогнозу просторово-часових процесів і явищ. Інтеграція геоінформаційних технологій з мережевими технологіями дозволяють забезпечити широту застосування і можливість доступу, обробки та аналізу ГІ.

ГІС в цілому виконує п'ять основних процедур з даними: введення, маніпулювання, управління, запит і аналіз, візуалізацію. Географічні зображення для використання в ГІС вводяться у векторному або растровому вигляді безпосередньо, якщо такі дані вже існують в підходящому цифровому форматі, або за до... допомогою дигітайзера або сканера.

Кожен елемент або об'єкт зображення має географічну прив'язку. Тим самим, будь-які властивості і характеристики цих об'єктів або елементів мають посилення на місце розташування. Зрозуміло, що число і різноманітність властивостей і характеристик залежить тільки від потреб користувача (і можливостей, звичайно).

Будь-яка інформація, яка містить прямі або непрямі відомості про назвах, географічних або інших координатах, посилення на адресу, поштовий індекс, виборчий округ, номер дільниці, кілометровий стовп і т. п., може бути включена в ГІС. Засоби маніпулювання являють собою різні способи перетворення і виділення даних, наприклад, приведення всієї

геоінформації до єдиного масштабу і проєкції для зручності спільної обробки. Для зберігання, структурування і управління даними в ГІС найчастіше використовуються реляційні бази даних, де для зв'язування таблиць служать загальні поля.

Запит і аналіз в ГІС можна виконувати на різних рівнях складності: Розвинені засобами.

### Список літератури управління

1. Інформаційні технології. - 224 с. А.В. - М.: Академія, 2006. –
2. 432 с. Інформаційні технології управління. - М.: Академія, 2006. - М.: Академія, 2006. - М.: Академія, 2006. - 13 с.

УДК 004.92

## **ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ В ArchiCAD БУДІВЛІ З ПОКРІВЛЕЮ ВИКОНАНОЇ З ОЧЕРЕТУ**

**І.К. Ярошук, ст. гр. БП 16-МН,**

**І.О. Скриннік, доц., канд. техн. наук**

*Кіровоградський національний технічний університет*

**Вступ.** На сьогоднішній день енергозберігаючі технології є перспективним шляхом до енергонезалежності нашої країни. Використання цих технологій з самого початку будівництва дає можливість заощаджувати значні ресурси, а використання природних матеріалів значно зменшить собівартість будівлі в цілому. Тому розробка проєктів із застосуванням таких технологій є актуальною.

**Мета роботи** – розробка будівлі з покрівлею виконаної з очерету в ArchiCad.

**Об'єкт дослідження** – будинок з покрівлею виконаної з еко-матеріалу:очерету.

**Предмет дослідження** – створення 3D моделі житлового будинку з покрівлею виконаної з очерету.

Методи досліджень – комп’ютерне проектування за допомогою системи автоматизованого проектування ArchiCad.

В основу конструкції будівлі покладено формування її загального вигляду покрівлі виконаної з природного матеріалу:очерету.

Ще однією перевагою даху з очерету є те, що її можна зробити своїми руками. Щоб очеретяні стебла були придатні для використання в якості настилу, для початку їх потрібно зібрати, висушити, обрізати і зав’язати в снопи або пучки.



Рисунок 1 – Структура і вигляд снопів виконаних з очерету

В процесі виконання роботи здійснене тривимірне комп’ютерне моделювання корпусного будинку з покрівлею виконаною з очерету (рис.2). Робота дає можливість візуально оцінити габарити майбутньої будівлі, вказати її розміщення на виділеній ділянці та додатково показати елементи внутрішнього дизайну та конструкції покрівлі.

На основі розробленої моделі можливе подальше удосконалення зовнішнього вигляду, планування внутрішнього простору корпусної будівлі та прилеглої території.

**Висновки.** Таким чином виконання даної роботи дозволило за допомогою ArchiCad отримати візуальний вигляд майбутньої будівлі. Оцінити конструктивні особливості процесу проектування корпусних будівель покрівлі яких виконані з очерету. Довести зручність використання природного покрівельного матеріалу для формування конструкції будівлі. Отримати 3D проект передової енергозберігаючої будівлі.



Рисунок 2 – Тривимірна модель корпусної будівлі з покрівлею виконаної з очерету

### Список літератури

1. Кустова Е.В. Archicad 10 на примерах / Кустова Е.В., Иванова О.М.: СПб.; БХВ-Петербург, 2007. – 512 с.

2. Столяровский С. ArchiCAD 12. Учебный курс / Сергей Столяровский. Питер: 2009. - 336 с.
3. Справочное руководство ArchiCAD 13. Изд.: Graphisoft 2009. – 2054 с.
4. Титов С. ArchiCAD 13. Справочник с примерами / Сергей Титов. Изд: Фойлис, 2010. - 544 с.

УДК 004.92

## **ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТА ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ НОВІТНЬОГО БІОБЕТОНУ**

**І.К. Ярошук, ст. гр. БП 16-МН,  
В.А. Настоящий, доц., канд. техн. наук  
Кіровоградський національний технічний університет**

**Вступ.** На сьогоднішній день проблема виникнення тріщин в бетоні є дуже актуальним питанням в нашій країні. Використання нових технологій з самого початку будівництва дає можливість заощаджувати ресурси, а використання натуральних «живих» матеріалів значно зменшить собівартість ремонтних робіт в будівлі. Тому вивчення зразка біобетону і застосуванням таких технологій є актуальною задачею.

**Мета роботи** – поліпшення безпеки бетону за допомогою біологічного рішення.

**Об’єкт дослідження** – біобетон в будівництві.

**Предмет дослідження** – впровадження і застосування нового будівельного матеріалу.

Методи досліджень – лабораторні дослідження з визначенням фізико-механічних, хімічних, біологічних властивостей біобетону.

Початок роботи над розробкою нового матеріалу: - біобетону, розпочався, коли виникла ідея поліпшення безпеки бетону з допомогою біологічного рішення.

Звичайний залізобетон з часом покривається мікротріщинами, в які проникає волога. Після декількох циклів замерзання і розмерзання надломи розширюються, вода доходить до арматури, запускаючи процес її корозії. Іржа займає більше місця, ніж вихідний метал, і в підсумку бетон починає тріскатися і розшаровуватися.

Біобетон готується і змішується як звичайний бетон, але з додатковим інгредієнтом – «зцілюючим агентом». Він залишається незмінним під час змішування, але розчиняється і стає активними, якщо вода потрапляє в бетонні тріщини.

Бетон є середовищем з високою лужністю і «зцілюючі» бактерії роду *Bacillus*, які живуть в каменні біля активних вулканів і лужних озер повинні чекати в спокої протягом багатьох років, перш ніж активуються водою. Були обрані паличкоподібні бактерії, тому що вони процвітають у кислому середовищі і виробляють спори, які можуть вижити протягом багатьох десятиліть без їжі і кисню.

Наступним завданням було не тільки отримати активні бактерії в бетоні, але і змусити їх виробляти ремонтний матеріал для бетону - вапняк. Для того, щоб виробляти вапняк, бактеріям потрібне джерело живлення. Спочатку розглядався такий варіант як цукор, але з додаванням цукру в суміш виходить м’який, слабкий бетон. Зрештою, було обрано лактат кальцію, помістивши бактерії і лактат кальцію в капсули, виготовлені з біорозкладаного пластику, і додавши капсули у вологу бетонну суміш.

Коли з часом починають утворюватися в бетоні тріщини, в них потрапляє вода і відкриває капсули. Потім бактерії проростають, множаться і живляться лактатом кальцію, і при цьому вони з’єднують разом кальцій з карбонат-іонами, утворюючи кальцит або вапняк, який власне і заповнює тріщини, запобігаючи руйнуванню матеріалу. Крім того, нову технологію можна застосувати для ремонту вже побудованих будівель і доріг: розпорошити рідину з бактеріями над тріщинами.

Якщо порівняти структуру біобетону і бетону то ми побачимо значну відмінність, що і демонструє значне поліпшення властивостей бетону і його еволюційний процес.



Рисунок 1 – Структура бетону та біобетону

**Висновки.** Таким чином виконання даного експерименту дозволило довести, що за допомогою біобетону можна зберегти, або подовжити термін використання бетонних конструкцій. Оцінити конструктивні і хімічні особливості процесу заповнення тріщин і розломів будівлі. Довести зручність використання біобетону для формування конструкції будівлі і в найбільш небезпечних місцях запобігти виникненню проблем цілісності бетонних елементів, конструкцій, а отже зберегти споруду від руйнування.

### Список літератури

1. Будівельне матеріалознавство / За ред. П.В.Кривенко. - К.: Ліра-К, 2012. - 624 с
2. [www.factosvit.com.ua/biobeton](http://www.factosvit.com.ua/biobeton)

УДК 004.92

## ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ 3-D ПРИНТЕРУ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ВИСОКОСКЛАДНИХ ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД

**І.К. Ярошук**, ст. гр. БП 16-МН,  
**Д.Ю. Артеменко**, доц., канд. техн. наук  
Кіровоградський національний технічний університет

**Вступ.** Нові матеріали, підходи до проектування, а також досягнення в області цифрових технологій, створюють хвилю інновацій в будівельній галузі. Будівництво стає більш стійким та легким завдяки таким прийомам, як самовідновлення біобетону, застосування **бетонних 3D-принтерів** чи сонячних полімерів.

**Мета роботи** – використання 3D принтерів в галузі будівництва.

**Об’єкт дослідження** –будівельний 3D принтер.

**Предмет дослідження** – особливості використання 3D принтеру.

Методи досліджень – лабораторні дослідження міцності бетону з визначенням фізико-механічних властивостей бетону.

На сьогоднішній день вже застосовується 3D-друк в будівництві, він має вдосконалену формулу цементу та розробляє, як невеликі конструкції типу квіткарки, вазонів, лавок і будівельних блоків, так і великорозмірні конструкції для будівництва. Нова технологія забезпечує повну свободу творчості при проектуванні будинків, які відтепер можуть мати будь-які форми та лінії: вигнуті, опуклі, кубічні, наріжні тощо.

Першим досягненням з застосуванням 3D-принтеру стала залізобетонна конструкція: лава. Міцність матеріалу, виготовленого для друку 3D-лавки, склала 95% від міцності бетону.

На даному принтері можна надрукувати навіть хмарочос, однак призначення цієї машини у друці елементів для **побудови житлових комплексів** та різного роду конструкцій, а не друку цілої комплексної будівлі.

Також необхідно сказати, що дана інновація у друці бетонних предметів зменшить кількість відходів в атмосферу, а важкі викиди, що утворюються в результаті виробництва цих конструкцій дорівнюватимуть нулю. Матеріали, що використовуються в житлових приміщеннях не лише екологічно чисті, але і забезпечують надійну енергоефективність та регулюють потрапляння тепла і вологи до житла. Окрім цього усі конструкції «дихаючі», тобто забезпечують кращу якість повітря в приміщенні. Відходи 3D-принтера – це натуральні атмосферостійкі продукти.

Будівельний 3D-принтер у своїй роботі використовує технологію екструзування, при якій кожен новий шар будівельного матеріалу видавлюється з принтера поверх попереднього шару, тобто доцільно використовувати багат шаровий друк.

Окрім цього, застосування будівельних 3D-принтерів підвищить точність зведення будівель і багаторазово скоротить терміни їх здачі. Автоматизація ручної праці дозволить скоротити чисельність будівельних робітників і мінімізувати ризик виробничих травм.

3D-друк бетоном також корисний для будівництва житлових приміщень у місцевостях, які постраждали від стихійних лих, в бідних країнах, що розвиваються і в усіх інших випадках, коли потрібно за короткий час забезпечити «дахом над головою» велику кількість людей.

Відтак, завдяки такій новинці в будівельній індустрії найближчим часом можна буде зводити розкішні креативні будинки з унікальними елементами архітектури.



Рисунок 1 – Інженерна конструкція виконана за допомогою 3D принтера

**Висновки.** Таким чином використання нанотехнологій дозволило довести, що за допомогою 3D-принтера можна виконувати об’єкти будь-якої складності, а також прискорити терміни виконання та подовжити термін використання бетонних конструкцій. Оцінити конструктивні і хімічні особливості процесу 3D бетонування будівлі. Доведена зручність використання принтера для формування конструкції будівлі, які естетично та досконало виглядатимуть, при виконанні різноманітних архітектурних проектів в залежності від ступеня складності та геометричної форми .

#### Список літератури

1. [www.google.ua/url/gd.company/.../innovatsiya-budivnitstva-shho-vrazilasvit.ht](http://www.google.ua/url/gd.company/.../innovatsiya-budivnitstva-shho-vrazilasvit.ht)
2. [3dtoday.ru/wiki/FDM\\_printers/](http://3dtoday.ru/wiki/FDM_printers/)

УДК 621.878.23

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ КОПАННЯ ГРУНТУ БУЛЬДОЗЕРОМ**

**В.С. Мошак**, *ст. гр. МБ(ДМ)-15МЗ,*

**В.М. Сідей**, *викладач*

*Кіровоградський національний технічний університет*

Бульдозери застосовуються в будівництві для розробки ґрунту в неглибоких і протяжних виїмках і резервах для переміщення його в насипу на відстань до 100 м, а також на розчищення території та планувальних роботах.

На практиці при виконанні земляних робіт є кілька способів різання ґрунту бульдозером:

- звичайне різання - ніж спочатку заглиблюється на граничну для даного ґрунту глибину і в міру завантаження поступово піднімається, так як зростає опір призми волочіння, на який витрачається тягове зусилля трактора;
- гребінчасте різання - відвал заповнюється декількома заглибленнями і підняттями.

Гребінчаста схема дозволяє зменшити довжину різання за рахунок збільшення середньої глибини стружки. Крім того, при кожному заглибленні ножа сколюється ґрунт під призмою волочіння і на відвалі ущільнюється вже зрізаний ґрунт. Завдяки цьому скорочується час різання і збільшується обсяг ґрунту на відвалі.

В разі проведення земляних робіт бульдозерами успішно застосовується спосіб різання під ухил, заснований на раціональному використанні тягового зусилля трактора. Суть його в тому, що при русі трактора під ухил вивільняється частина тягового зусилля, необхідного для переміщення самої машини, за рахунок чого ґрунт можна руйнувати більш товстим шаром. При роботі бульдозера під ухил полегшується сколювання ґрунту, знижується опір призми волочіння, яка

рухається частково під дією власної ваги. При відсутності природного ухилу його можна створювати першими проходками бульдозера. При роботі під ухил 10-15 градусів продуктивність зростає приблизно в 1,5-1,7 рази.

Копання ґрунту являється найбільш енергомісткою операцією робочого циклу бульдозера, який складається із слідуєчих послідовно виконуваних операцій: заглиблення відвала, копання, переміщення ґрунту, зворотній хід бульдозера і допоміжних операцій (перемикання передач, поворот і таке інше).

Копання ґрунту бульдозером може виконуватися одним із слідуєчих режимів різання: прямокутною стружкою постійної товщини  $h_p(t)=const$ , клинвою стружкою змінної товщини  $h_p(t)=varia$ .

Одним із головних експлуатаційних показників бульдозера в процесі копання являється технічна продуктивність  $\Pi_{TK}$ , а роль оперативної управляючої дії на процес, як правило виконує глибина різання  $h_p(t)$ . Тому імовірно, що для розроблення ефективного алгоритму управління процесом копання, велике значення має аналітичний зв'язок показників -  $\Pi_{TK}$  і  $h_p(t)$ .

Для бульдозера з жорстким підвісом відвала, встановлено на тракторі, двигун якого працює на регуляторній вітці зовнішньої характеристики, а рушій-в межах лінійної ділянки характеристики буксування при лобовому копанні ґрунту на режимі постійної глибини різання  $h_p(t)=h_{po}=const$ .

Середня технічна продуктивність  $\Pi_{TK}$  за час копання дорівнює:

$$\begin{aligned}
 \Pi_{\text{тк}} = & \frac{1}{2} B_0 \cdot h_{\text{по}} \left\{ 2 \left( \omega_{\text{со}} - \frac{\alpha_{\omega} \cdot G \cdot f \cdot l_k}{i_{\text{тп}} \cdot \eta_{\text{тп}}} \right) \frac{l_k}{i_{\text{тп}}} - \left[ \omega_{\text{со}} \Delta + \frac{\alpha_{\omega} \cdot l_k}{i_{\text{тп}} \cdot \eta_{\text{тп}}} \cdot (1 + \rho \cdot f - \Delta G f) \right] \right. \\
 & \cdot \left[ 2 \cdot k \cdot B_0 \cdot h_{\text{по}} + \gamma_{\text{тп}} \cdot (\mu_1 + \mu_2 \cdot \cos^2 \gamma_0) \cdot \frac{B_0 \cdot k_n}{2 \cdot \text{tg} \varphi_{\text{тп}}} \cdot (H_0 - h_{\text{по}}) \right] + \frac{\alpha_{\omega} \cdot \eta_k^2}{i_{\text{тп}}^2 \cdot \eta_{\text{тп}}} \cdot \Delta (1 + \rho \cdot f) \cdot \\
 & \left. \left( \left( k^2 \cdot B^2 \cdot h_{\text{по}}^2 + \left[ k \cdot B_0 \cdot h_{\text{по}} + \gamma_{\text{тп}} \cdot (\mu_1 + \mu_2 \cdot \cos^2 \gamma_0) \cdot \frac{B_0 \cdot k_n}{2 \cdot \text{tg} \varphi_{\text{тп}}} \cdot (H_0 - h_{\text{по}}) \right]^2 \right) \right) \right\}
 \end{aligned}$$

де  $B_0, H_0, \gamma_0$  - довжина, висота, кут різання відвала;

$\gamma_{\text{тп}}$  - об'ємна маса ґрунту в призмі;

$\mu_1, \mu_2$  - коефіцієнти тертя ґрунту по ґрунту і відвалу;

$k$  - питомий опір ґрунту різанню;

$G$  - сила тяжіння бульдозера;

$f$  - коефіцієнт загального опору переміщення рушія;

$r_k$  - радіус ведучої зірочки трактора;

$i_{\text{тп}}$  і  $\eta_{\text{тп}}$  - передаточне число, ККД трансмісії трактора на заданій передачі;

$k_n$  - коефіцієнт навантаження ґрунтом геометричного об'єму призми;

$\omega_{\text{тп}}$  - кут натурального відкосу ґрунту в призмі;

$\rho$  - коефіцієнт співвідношення нормальної  $P_0$  і дотичної

$P_{01}$  складових опору ґрунту копанню, які діють на відвал;

$\omega_{\text{со}}$  - кутова швидкість холостого ходу двигуна;

$\alpha_{\omega}$  - параметр регуляторної вітки зовнішньої характеристики двигуна.

Глибина різання, при якій зупинка трактора проходить із-за буксування рушія.

;

де  $T_{\text{зч}}$  - сила тяги трактора по зачепленню.

За даним методом можна визначити оптимальну глибину різання при якій можлива максимальна продуктивність бульдозера.

## Список літератури

1. Землеройно-транспортные машины. Холодов А.М., Ничке В.В., Назаров Л.В.-Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьковском университете, 1982.-192 с.
2. Проектирование машин для земляных работ / Под ред. А.М. Холодова.-Х.: Вища шк. Изд-во при Харьковском университете, 1986.-272 с.
3. Бузин Ю.М. Некоторые закономерности копания ґрунта бульдозером (Сообщение 1) // Известия вузов. Строительство и архитектура. 1990.

УДК 699.86

## ЕФФЕКТИВНІСТЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОТОКОВОГО МЕТОДА БУДІВНИЦТВА БАГАТОПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ

**О.О. Забудський**, магістр гр. БП 15МЗ

**О.В. Лізунков**, доц., канд. техн. наук

Кіровоградський національний технічний університет

Збірність будівель та споруд з виготовленням складальних елементів та вузлів на підприємствах будівельної індустрії, комплексна механізація будівництва, потоковість виробництва визначають комплекс заходів, що забезпечують індустріалізацію будівництва, процес його переходу на методи промислового виробництва.

Повний ефект від впровадження індустріалізації неможливий при частковому використанні його елементів. Тільки комплексна реалізація принципів збірності, механізації та поточності виробництва забезпечує індустріалізацію будівництва та його максимальну ефективність.

Будівництво об'єкта або групи об'єктів може бути організовано різними методами:

- послідовним;
- паралельним;
- поточним.

Послідовний метод (рисунок 1) передбачає зведення кожного наступної будівлі (споруди) після закінчення попереднього, таким чином після виконання на попередній будівлі (споруді) всіх виробничих процесів, що входять у комплексний процес його зведення. Виробничі процеси виконуються у певній технологічній послідовності, у зв'язку з чим однорідні процеси на групі об'єктів здійснюються з перервами у часі.

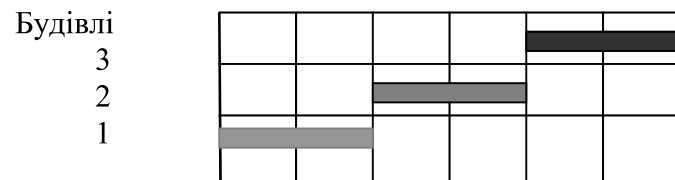


Рисунок 3.1 – Принципова схема послідовного методу організації будівництва групи об'єктів.

Паралельний метод (рисунок 2) передбачає одночасне будівництво всіх будівель (споруд). Однорідні виробничі процеси на різних об'єктах при цьому виконуються паралельно на кожному об'єкті.

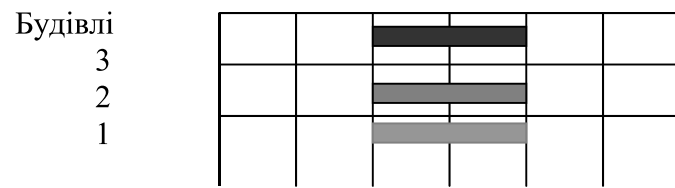


Рисунок 2 – Принципова схема паралельного методу організації будівництва групи об'єктів.

Потоковий метод (рисунок 3) передбачає послідовне безперервне та рівномірне використання однорідних процесів на різних об'єктах та паралельне виконання різномірних процесів на кожному об'єкті у певній технологічній послідовності.

Потік – вища форма організації виробництва, що виникла у результаті кооперації праці та спеціалізацій засобів

праці. Поточне виробництво характеризують наступні характерні риси:

- спеціалізація ділянок та робочих місць;
- обмежена номенклатура продукції, що виробляється;
- пропорційність виробничих потужностей;
- ритмічність, паралельність, безперервність виробництва.

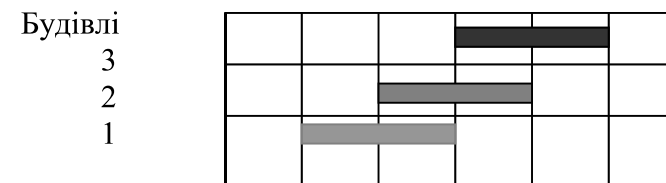


Рисунок 3 – Принципова схема потокового методу організації будівництва групи об'єктів.

Найбільш характерна послідовність проектування потокової організації виробництва:

встановлення одного або декількох типів найменувань виробів, що виробляються поточним методом, тих, що включені до потоку.

Розчленування процесу виробництва виробів на операції (переважно на рівні або кратні за трудомісткістю).

Встановлення доцільної послідовності операцій розділених процесів у загальному сукупному процесі та синхронізація операцій, що слугують задатком безперервності виробництва.

Закріплення операцій за певними робочими місцями (робітниками), ланцюгове розташування останніх за ходом технологічного процесу та забезпечення безперервності всього виробництва.

Обладнання робочих місць (робітників) спеціальним обладнанням, інструментом та пристосуваннями, що забезпечують високопродуктивне виконання закріплених за ними операцій.

Забезпечення одночасності виконання взаємопов'язаних операцій на більшості робочих місць та узгодженості кількісних відносин поміж об'ємами робіт, що виконуються та

швидкістю їх виконання. Цим забезпечується паралельність – одна з основних ознак передової організації виробництва.

Проектування спеціалізованого механізованого транспорту, що забезпечує заданий ритм виробництва.

При поточному методі створюється синхронізація виробництва, встановлюється ритм роботи на всіх робочих місцях. Ритм може бути вільним, таким що виробляється самими робітниками, та примусовим, таким що регламентується продуктивністю машини. Примусовий ритм діє у конвеєрному виробництві, де машина виступає в якості організатора робочого процесу. Але потокове може бути і не конвеєрним. Таким чином, поняття “потокове виробництво” більш широке, чим поняття “конвеєрне виробництво”.

Будівельний потік – це виробничий процес, що розвивається у часі та просторі. Але так як потоковий метод виробництва передбачає розчленування складного технологічного процесу на ряд складальних процесів – приватних потоків, то й будівельний потік у цілому можна розглядати як поєднання ряду потоків, що послідовно вмикаються та приватних потоків, що паралельно виконуються.

При будівництві промислових та житлових комплексів важливе значення має своєчасне зведення об’єктів, що складають інженерне обладнання території (мережі каналізації, водо-, тепло-, газоелектропостачання, транспортні шляхи, водостоки та т.і.).

Нормальна технологічна послідовність будівництва основних об’єктів комплексу забезпечується певним упередженням зведенням об’єктів інженерного обладнання та узгодженістю інтенсивності їх зведення з інтенсивністю зведення основних об’єктів комплексу.

Так, при проектуванні потокової забудови житлового масиву важливо правильно встановити наступні параметри потокового зведення об’єктів інженерного обладнання території: загальну інтенсивність групи потоків по об’єктам інженерного обладнання ( $I_i$ ), період розвертання спеціалізованих потоків ( $t'$ ), загальну тривалість потокового

виконання робіт ( $T_i$ ), загальний термін робіт по інженерному обладнанню території до початку робіт по зведенню основних об’єктів комплексу.

Тривалість комплексного будівельного потоку забудівлі житлового масиву визначається як сума ряду періодів:

$$T_k = O + \tau + T_c,$$

де  $O$  – упередження основного потоку будівництва іншими об’єктними потоками;

$t$  – тривалість технологічного циклу будівництва будинків;

$T_c$  – період здавання будинків до експлуатації.

У даному випадку  $O$  (рисунок 4) це відрізок часу, що відводиться на виконання комплексу робіт по будівництву об’єктів інженерного обладнання території, які за вимогами нормальної технології та організації забудівлі житлового масиву повинні бути виконані на певній першопочатковій ділянці масиву до початку зведення основних об’єктів:

$$O = t' + t_0; \quad O = t' + \frac{P_{dil} \ominus}{I_u},$$

де  $t'$  – період розвертання групи спеціалізованих потоків по зведенню об’єктів інженерного обладнання території;

$P_{dil}$  – першопочаткова ділянка масиву, на якому повинні бути виконані всі роботи по інженерному обладнанню території до початку зведення основних об’єктів;

$I_u$  – інтенсивність потоку.

$$P_{dil} = 0,7B P'_d + 5000,$$

де  $B$  – число паралельних об’єктних потоків по зведенню житлових будинків;

$P'_d$  – середня величина будинку,  $m^2$  житлової площі;

0,7 – коефіцієнт, що ураховує питому вагу внутрішньо кварталних інженерних мереж та доріг у загальному об'ємі їх будівництва на масиві;

$\Theta$  - коефіцієнт, що ураховує нерівномірний розподіл об'ємів робіт по інженерному обладнанню території ( $\Theta=1,3$ ).

Інтенсивність потоку може бути визначена за формулою:

$$I = B_1 I'_{\Delta} A_1,$$

де  $B_1$  – число паралельних об'єктних потоків по зведенню підземної частини житлових будинків;

$I'_{\Delta}$  – мінімальна розрахункова інтенсивність потоку по зведенню підземної частини будинку ( $m^2$  житлової площі за зміну);

$A_1$  – число змін роботи крану за добу на монтажі підземної частини будинку.

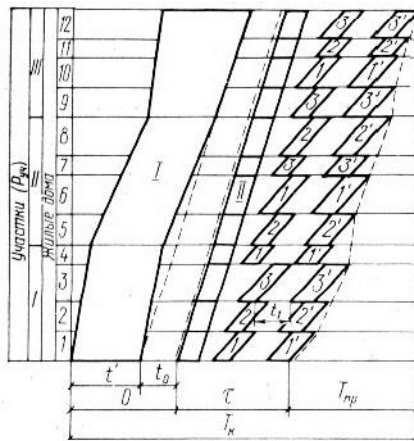


Рисунок 1 – Циклограма комплексного будівельного потоку забудівлі житлового масиву багатоповерхових будинків.

$I'_{\Delta}$  - це фактично напрацювання одного крану за зміну,  $m^2$  житлової площі. Вона може бути встановлена діленням житлової площі будинку на тривалість роботи кранів у змінах до повної готовності підземної частини цього будинку. У таблиці 3.1 наведені усереднені значення  $I'_{\Delta}$  для будинків

різної кількості поверхів та секційності з фундаментами з крупних бетонних блоків, що монтуються автокраном вантажопідйомністю 5 т. Число паралельних потоків по зведенню підземної частини житлових будинків  $B_1$  встановлюється у відповідності до загальноприйнятою інтенсивністю потоків по зведенню наземної частини будинків.

$t_1$  залежить від площі першопочаткової ділянки забудівлі ( $m^2$  житлової площі), середньої поверховості та загальної розрахункової інтенсивності потоків  $I_i$ .  $t_1$  може бути визначений за діаграмою. При цьому необхідно ураховувати, що  $I_i$  може бути менше, чим загальна мінімальна розрахункова інтенсивність групи спеціалізованих потоків по зведенню об'єктів інженерного обладнання території  $I_{\Delta}$ . У цьому випадку для розрахунків замість  $I_i$  приймається  $I_{\Delta}$ , що складає при середній поверховості будівництва:

2 поверхи – 260;

3 поверхи – 290;

4 поверхи – 325;

5 поверхів – 370;

6 поверхів – 500;

7 поверхів – 560;

8 поверхів – 600;

9 поверхів – 650  $m^2$  житлової площі за зміну.

Таблиця 3.1 – усереднені значення напрацювання крану за зміну.

Поверховість будинків	Житлова площа, $m^2$ за зміну при числі секцій у будинку					
	1	2	3	4	5	6
2	114	114	120	122	124	125
3	156	156	159	168	171	172
4	192	192	204	208	212	214
5	240	240	250	260	261	263
6	282	282	296	300	307	310

7	329	329	343	350	354	357
8	360	360	379	384	394	397
9	420	420	432	439	444	457

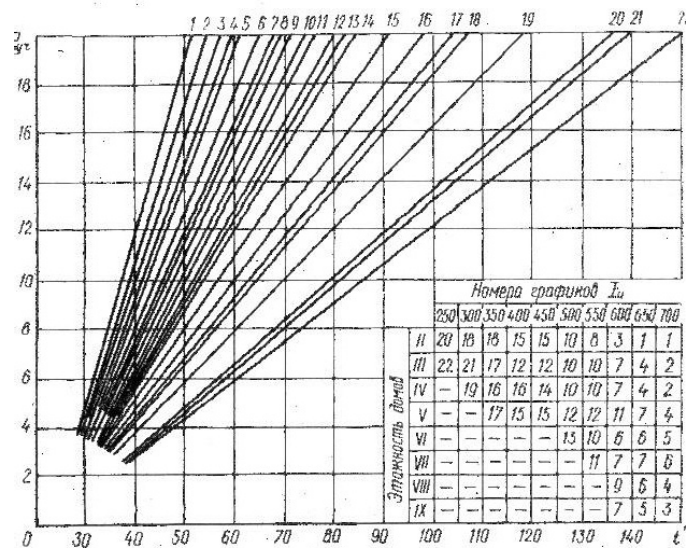


Рисунок 2 – Діаграма зміни періоду розвертання групи спеціалізованих потоків інженерного обладнання  $t'$  робочі дні, в залежності від площі першопочаткової ділянки  $R_{д1}$ , тис.м<sup>3</sup> житлової площі території масиву при різній величині загальної інтенсивності та першопочаткової ділянки робіт.

Середня поверховість забудовлі масиву визначається:

$$a_1 \equiv \frac{1}{P_m} \sum_{ж} P_{ж} a$$

де  $P_{ж}$  – житлова площа будинків однакової поверховості, м<sup>2</sup>;  
 $m$  – число різновидів будинків за поверховістю;  
 $a$  – поверховість будинків;  
 $P_{ж}$  – житлова площа на масиві, м<sup>2</sup>.

На основі встановлених  $R_{д1}$ , а та  $I_i$ , за діаграмою можна визначити загальний період розвертання групи спеціалізованих потоків по зведенню об'єктів інженерного обладнання території ( $t_1$ )/

Загальна тривалість робіт, робочі дні, по зведенню об'єктів інженерного обладнання території визначається:

$$T_u = t' + \frac{P_m}{I_u}$$

Використання викладеної методики забезпечує правильно планувати терміни поточного виконання робіт по інженерному обладнанню території житлового масиву.

Організація нетривалих потоків для будівлі окремих груп об'єктів недоцільна, так як короткотривалі потоки не можуть суттєво підвищити ефективність роботи будівельної організації внаслідок частих перебудівель виробництва, що знижує техніко-економічні показники будівництва.

Характерними рисами потокового виробництва є:  
спеціалізація ділянок та робочих місць;  
обмежена номенклатура продукції, що виробляється;  
пропорційність виробничих потужностей;  
ритмічність та паралельність виробництва.

Завдяки цьому з'являється можливість організувати потокове виробництво основних будівельно-монтажних робіт не тільки на окремому об'єкті або групі об'єктів, але й в межах програми будівельної організації на протязі ряду років.

Організація довготривалих потоків полегшується й завдяки затвердженню плану виробничої діяльності підприємства. Незмінність плану дозволяє перейти на найбільш ефективні норми організації виробництва (на довготривалі потокові форми).

Основна форма організації праці в будівельній організації – виробнича бригада. Тому потокову організацію виробництва в будівельній організації можна розглядати як безперервну, рівномірну, ритмічну роботу окремих виробничих

бригад, що спеціалізуються на виконанні одного або декілька видів робіт. Звідси, задача організації довготривалих потоків зводиться до організації безперервної та ритмічної роботи виробничих бригад на протязі декілька років.

Особливу складність у вирішенні задачі являють питання визначення спеціалізації бригад, їх чисельного та кваліфікаційного складу та розробки календарних розкладів роботи бригад.

У загальному плані задача формування бригад вирішується у такій послідовності:

Виконується класифікація та групування об'єктів програми за об'ємно-планувальними та конструктивними рішеннями.

Підраховуються об'єми робіт по об'єктам, які будівельна організація повинна виконати своїми силами.

Встановлюється перелік комплексів робіт, які передбачається доручити окремим бригадам, т.ч. комплектуються спеціалізовані бригади.

Вибираються з тих, що є в наявності або розробляються для кожної класифікаційної групи об'єктів виробничі моделі, за якими встановлюють тривалості робіт, виконання яких доручено будівельній організації.

Визначаються інтенсивності цих робіт по об'єктам.

Встановлюється загальна для всієї будівельної організації середня інтенсивність робіт на розрахунковий період.

Відбираються інтенсивності робіт, що найбільш часто повторюються по об'єктам.

З них підбирають такі інтенсивності робіт, які у сумі складають загальну середню інтенсивність робіт будівельної організації.

Для кожної інтенсивності робіт визначається чисельний та професійний склад бригади.

При підборі інтенсивності робіт, за якими будуть сформовані виробничі бригади в будівельній організації, необхідно досягати широкої взаємозамінності бригад для

забезпечення виконання робіт по об'єктам у встановлені терміни. Таку можливість необхідно розглядати з позиції одночасної роботи двох бригад на одному об'єкті. Однак не треба планувати роботу бригади одночасно на двох об'єктах. Останнє насамперед всього відноситься до формування бригад для забезпечення максимальної інтенсивності робіт.

При підборі професійного складу бригад необхідно забезпечувати широку сумісність професій.

Календарні розклади роботи потокових виробничих бригад можуть складатися як вручну, та і на ЕОМ. Існує цілий ряд програм, що дозволяють розробляти розклади з оптимізацією рішень по визначеним критеріям (забезпечення своєчасного виконання робіт з урахуванням обмеженої продуктивності виробничої бази, максимізація об'ємів виконання робіт за вартістю, мінімізація простоїв бригад внаслідок відсутності фронту робіт та ін.).

Використання потокових методів у будівництві доказало високу їх ефективність, що виражається у підвищенні продуктивності праці робітників, скорочення термінів будівництва, економії матеріальних ресурсів, підвищенні якості робіт, зниженні вартості будівництва.

Зростання продуктивності праці при поточковому будівництві досягається за рахунок зведення до мінімуму простоїв робітників та машин, підвищення майстерності робітників внаслідок повторювання одних й тих же операцій та процесів, а також загального скорочення витрат праці на одиницю продукції внаслідок використання передової техніки, оптимальної технології та режимів роботи машин та механізмів.

Скорочення термінів будівництва при поточкових методах досягається за рахунок максимальної комплексної механізації виробництва та використання передових методів організації та технології виробництва, а підвищення якості робіт – більш ретельним проектуванням технології та типізацією організації будівельних процесів.

Зниження собівартості будівництва при поточковому методі досягають:

зниженням трудомісткості та витрат на матеріали внаслідок скорочення їх втрат;

економним використанням енергії внаслідок підвищення інтенсифікації виробничих процесів і скороченням термінів будівництва;

більш повним використанням будівельних машин та механізмів;

скороченням будівельного браку.

### Список літератури

1. Орловский Б.Я., Магай А.А.. Основы проектирования гражданских и промышленных зданий: Учебн. пособие для строит. техникумов. - М.: Стройиздат, 1980. – 240 с., ил.
2. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Учебник для вузов. В 5-ти т. Т. 5. Шубин Л.Ф. Промышленные здания. 2-е изд. М.: 1977.
3. Архитектурное проектирование промышленных зданий и сооружений. Учеб. Пособие для вузов./ Под ред. А.С. Фисенко, В.С. Деминова. 2-е изд., перераб. И доп. М., 1973.
4. Конструкции промышленных зданий. Учеб. пособие для вузов / Под общ. ред. А.Н. Попова. М., 1972.
5. Сербинович П.П. Гражданские здания массового строительства. Учебник для вузов / Под общ. ред. Ю.С. Яралова. 2-е изд., испр. и доп. М., 1975.

УДК 691:699.86

## ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРІАЛУ ПІНОБЕТОНОГО МАСИВУ

**К.М. Збуцький**, магістр гр. БП 15МЗ

**О.В. Лізунков**, доц., канд. техн. наук

*Кіровоградський національний технічний університет*

Пінобетон створюється шляхом рівномірного розподілу бульбашок повітря по всій масі бетону. На відміну від газобетону пінобетон утворюється не за допомогою хімічних реакцій, а за допомогою механічного перемішування попередньо приготовленої піни з бетонною сумішшю.

Піна може готуватися або за допомогою піногенератора або в бароустановці.

Розглянемо основні характеристики пінобетону і порівняємо його з іншими матеріалами.

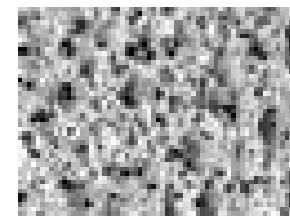


Рисунок 1 – Пінобетонний масив

Пінобетон як сучасний матеріал для будівництва має цілий ряд переваг.

**Надійність.** Пінобетон є майже нестаріючим і практично вічним матеріалом, не схильним до дії часу, не гниє, володіє міцністю каменя. Підвищена міцність на стиснення дозволяє використовувати при будівництві вироби з меншою об’ємною вагою, що ще більш збільшує термічний опір стіни.

**Термічний опір.** Завдяки високому термічному опору, будівлі з пінобетону здатні акумулювати тепло, що при

експлуатації дозволяють знизити витрати на опалення на 20-30%.

**Мікроклімат.** Пінобетон запобігає значним втратам тепла взимку, не боїться вогкості, дозволяє уникнути занадто високих температур влітку і регулювати вологість повітря в кімнаті шляхом вбирання і віддачі вологи, тим самим сприяючи створенню сприятливого мікроклімату (Мікроклімат дерев'яного будинку).

**Швидкість монтажу.** Невелика щільність, а отже і легкість пінобетону, великі розміри блоків в порівнянні з цеглою дозволяють у декілька разів збільшити швидкість кладки. Легкий в обробці і обробці - прорізати канали і отвори під електропроводку, розетки труби. Простота кладки досягається високою точністю лінійних розмірів, допуск складає +/- 1мм.

**Звукоізоляція.** Пінобетон володіє високою здатністю до поглинання звуку. У будинках з пористого бетону забезпечуються діючі вимоги по звукоізоляції.

**Екологічність.** При експлуатації пінобетон не виділяє токсичних речовин і по своїй екологічності поступається тільки дереву. Для порівняння: коефіцієнт екологічності ніздрюватого бетону - 2; дерева - 1; цегли - 10; керамзитових блоків - 20.

**Краса.** Завдяки хорошій оброблюваності, можливо виготовити різноманітні форми кутів, арок, пірамід, що додасть Вашому будинку красу і архітектурну виразність.

**Економічність.** Висока геометрична точність розмірів виробів дозволяє здійснити кладку блоків на клей, уникнути «містків холоду» в стіні і значно зменшити товщину внутрішньої і зовнішньої штукатурки. Вага пінобетону менше від 10% до 87% в порівнянні зі стандартним важким бетоном. Значне зниження ваги приводить до значної економії на фундаментах.

**Пожежобезпека.** Вироби з пінобетону надійно захищають від розповсюдження пожежі і відповідають першому ступеню вогнестійкості, що підтверджено відповідними випробуваннями.

Таким чином, він добре підходить для застосування у вогнестійких конструкціях. При впливі інтенсивної теплоти, типу паяльної лампи, на поверхню бетону він не розщеплюється і не вибухає, як це має місце з важким бетоном. В результаті цього арматура захищена більш довгий час від нагрівання. Тести показують, що пінобетон товщиною 150 мм захищає від пожежі протягом 4 годин. На випробуваннях проведених в Австралії, зовнішня сторона панелі з пінобетону товщиною 150 мм була піддана нагріванню до 1200 С<sup>0</sup>

**Транспортування.** Сприятливе співвідношення ваги, об'єму і упаковки робить всі будівельні конструкції зручними для транспортування, і дозволяють повністю використовувати потужності як автомобільного, так і залізничного транспорту.

Перераховані переваги надають можливість використовувати пінобетон у тепло - і звукоізоляції дахів, підлог, утеплення труб, виготовлення збірних блоків і панелей перегородок в будівлях, а так само з пінобетону більш високої щільності поверхових перекриттів і фундаментів.

Основні властивості та характеристики пінобетонів наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Властивості та характеристики пінобетонів

Вид пінобетону	Марка пінобетону за середньою щільністю	Пінобетон 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.

При порівнянні пінобетону з іншими матеріалами треба враховувати, що:

1. він екологічно чистий, «дихає», негорючий.
2. легко виробляється як в стаціонарних умовах, так і на будівельному майданчику
3. виробляється з доступних в будь-якому регіоні компонентів
4. собівартість пінобетону невисока

Нижче наведено таблицю порівняння теплопровідність пінобетону та інших будівельних матеріалів. Необхідно врахувати, що пінобетонні блоки можна класти на клей, що зменшує містки холоду і відповідно тепловтрати.

Таблиця 2 – Порівняння теплопровідності пінобетону та інших матеріалів

Матеріал	Щільність, кг/м <sup>3</sup>	Теплопровідність, Ккал/м <sup>2</sup> г0С
Мармур	2700	2,9
Бетон	2400	1,3
Глиняна цегла	2000	0,8
Пінобетон	1200	0,38
Пінобетон	1000	0,23
Пінобетон	800	0,18
Пінобетон	600	0,14
Пінобетон	400	0,10

Пробка	100	0,03
Мінеральна вата	100	0,032
Пінополістирол	25	0,030
Пінополістирол	35	0,022

При виробництві важливим показником є середня міцність – марка, яка може бути М5 . М600 і вище. Приблизно перевести клас бетону в марку можна розділивши клас на 0,77 помноживши результат на 10 і округливши до 5 в останній цифрі. Наприклад B1 = М15. Розглянувши таблицю 1 бачимо, що для пінобетону марки 600 встановлений середній клас по міцності на стискування B2, тобто  $(2/0,77)*10=26$ . Таким чином виходить марка пінобетону М26. Враховуючи, що марка – це показник міцності, позначається "М" з цифровим значенням. Цифри показують, яке навантаження на 1 кв.см. може витримати виріб. Наприклад, марка 100 (М100) означає, що виріб гарантовано витримає навантаження в 100 кг на 1 кв.см. Таким чином визначаємо, що пінобетон щільністю 600 може витримати навантаження 26 кг на 1кв.см.

Морозостійкість бетону – це здатність зберігати свої властивості при багатократному змінному заморожуванні і відтаванні. Морозостійкість бетону характеризують відповідною маркою по морозостійкості F – мінімальне число циклів заморожування і відтавання зразків

Теплоізоляція (опір теплопередачі) стін з пінобетону і варіанти їх будівництва. Визначаються новими нормами по теплоізоляції стін, по яких, наприклад, мінімальна товщина цегляної стіни має бути близько 2 метрів. Природно, що будувати будинки з такими стінами економічно не вигідно. Цей матеріал повинен був забезпечувати хорошу теплоізоляцію, бути екологічно чистим і довговічним. Усім цим вимогам відповідає пінобетон, і з цієї причини попит на цей матеріал нині безперервно росте.

Важливим показником для будівельних матеріалів, враховуючи умови застосування є паропроникність шару матеріалу - здатність пропускати або затримувати водяну пару в результаті різниці парціального тиску водяної пари при однаковому атмосферному тиску на обох сторонах шару матеріалу, що характеризується величиною коефіцієнта паропроникності або опором проникності при впливі водяної пари. Одиниця виміру  $m$  - розрахунковий коефіцієнт паропроникності матеріалу шару огорожувальної конструкції ( $mg/(m \cdot год \cdot Па)$ )

Механічні властивості пінобетонного масиву залежать від густини матеріалу, яка регулюється дозуванням таких компонентів як пісок або трепел. В процесі дослідження встановлено значення коефіцієнтів теплопровідності та паропроникності для пінобетонів різної щільності. Результати досліджень наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 – Результати дослідження пінобетонів

Вид пінобетону	Марка пінобетону за середньої щільністю	Коефіцієнт теплопровідності, $W/(m \cdot ^\circ C)$ , не більш, бетону у сухому стані, виготовленого				Коефіцієнт паропроникності, $mg/(m \cdot ч \cdot Па)$ , не менш, бетону, виготовленого				Сорбційна вологість бетону, % не більш			
		на піску	на золі	на піску	на золі	на піску	на золі	на піску	на золі	при відносній вологості повітря 75 %	при відносній вологості повітря 97 %	на піску	на золі
Теплоізоляційний	D300	0,08	0,08	0,26	0,23	8	12	12	18	<b>Пінобетон, виготовлений</b>			
	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

Примітки:

1. Для бетону марки за середньою густиною D350 нормовані показники визначають інтерполяцією.

2. Відпускна вологість бетонів виробів та конструкцій не повинна перевищувати (по масі) 25% - на основі піску, 35% - на основі зол та інших відходів виробництва.

Ці дані застосовуються для розрахунку допустимої товщини стін за нормами теплопровідності і паропроникності.

В лабораторії «Кіровоградстандартметрологія» проведено дослідження експериментальних зразків пінобетону 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 4 – Результати визначення границі міцності зразків пінобетону.

№ зразка	Водопоглинання зразка, $W/M$ , % за масою	Густина зразка, $\rho$ , $kg/m^3$ , (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 залізн. 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. трансп. 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 699.86

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ УТЕПЛЕННЯ  
ОГОРОДЖУЮЧИХ  
КОНСТРУКЦІЙ БУДИНКУ УТЕПЛЮЮЧИМИ  
ШТУКАТУРКАМИ**

**С.В. Тростянський**, *магістр гр. БП 15МЗ*

**О.В. Лізунков**, *доц., канд. техн. наук*

*Кіровоградський національний технічний університет*

Рішення проблеми з енергозбереженням будинку - одна із самих основних завдань в сучасному будівництві, оскільки як показує практика близько 40% тепла виходить з дому через стіни. Щоб звести цей показник до мінімуму, при зведенні будинків все частіше і частіше використовується теплоізоляційна штукатурка.

Утеплення сьогодні (теплова штукатурка стін) - одне з найактуальніших питань для власників не тільки новозбудованих, а й ново реконструйованих будівель. Зараз, при постійному зростанні ціни на газ і енергоносії, це досить важливий аспект при будівництві житла. Найбільш поширеними варіантами теплоізоляції найбільш використовуваним є - пінополістирол (в народі пінопласт) і нанесені утеплювачі (мінвата).

Як утеплювальний компонент, що дозволяє також покращити показники термоізоляції, можуть виступати сучасні добавки:

- спучений перлітовий пісок з розміром гранул від 1 до 2,5 мм. Цей матеріал забезпечує повну пожежонебезпеку, але має високу гігроскопічність, тому при зовнішніх роботах потребує додаткового захисту.
- гранули пінополістиролу, наведені в теплоізоляційну суміш, виконують ті ж функції що і пінопласт при звичайному

утепленні будинку. При використанні для зовнішніх робіт вимагає додаткової гідроізоляції і захисту

- спучений вермикуліт - надлегкий матеріал, що представляє собою мікроскопічні стовпчики, розділені на велику кількість шарів. Служить як відмінний теплоізолятор, проте також вимагає додаткової обробки, оскільки вбирає велику кількість вологи.

- деревна стружка, на основі якої проводиться найдешевша різновид теплоізоляційної штукатурки. Цей вид суміші придатний тільки для внутрішніх робіт.

- спучений скло. Дана добавка забезпечує повний захист від вологи і не потребує подальшої обробки, проте теплоізоляційні властивості суміші на його основі нижче, ніж у інших.

Перевагою теплоізолюючих штукатурки є її здатність «дихати», а стіни, оброблені таким способом, допоможуть зберегти прохолоду в будинку в літній час. Також цей вид обробки дозволяє значно збільшити звукоізоляцію будинку. Крім того, на відміну від багатьох утеплювачів ця штукатурка пожежостійкість і здатна тривалий час витримувати високі температури. Теплоізоляційна суміш, нанесена шаром в 5 мм, замінює 5 см базальтового утеплювача або пінополістиролу. Штукатурка не схильна до впливу атмосферних явищ і перепадів температур, тому може бути використана в будь-якому кліматі.

Використовувати дану штукатурку можна при виконанні внутрішніх і зовнішніх оздоблювальних робіт. При цьому в першому випадку потрібно вибирати склад на гіпсовій або вапняній основі, у другому - на цементній. Завдяки хорошій адгезії (зчеплення) склад добре лягає не тільки на прямі стіни, але і на арки або еркери, крім того, з нього можна формувати і декоративні елементи, наприклад, ліпнину.

Перед нанесенням штукатурки стіни потрібно звільнити від слідів старої обробки і ретельно заґрунтувати. Температура поверхні, на яку буде нанесена штукатурка, не повинна бути менше 5 ° С. Замішування сухої штукатурки проводиться за

допомогою спеціального будівельного міксера. При приготуванні суміші необхідно використовувати весь мішок, оскільки утеплюють гранули в ньому можуть бути розміщені нерівномірно.

Процес нанесення теплоізоляційної суміші не відрізняється від процесу нанесення звичайної штукатурки. В першу чергу на стіну фіксуються металеві маячки, правильність установки яких перевіряється за допомогою рівня. Далі суміш «накидається» між двома маячками (відстань між ними має бути на 20-30 см менше ширини правила) зверху вниз, розгладжується теркою або шпателем і остаточно вирівнюється правилом.

Величина одного шару, що наноситься не повинна бути більше 3 см, в цілому ж шар теплоізоляційної штукатурки може досягати 10 см при відсутності армування і 15 см в тому випадку, якщо додатково укладається армована сітка. Кожен наступний шар кладеться після висихання попереднього (час вказується виробником).

Через кілька годин маяки потрібно видалити, так як вони можуть знижувати теплоізоляційні властивості штукатурки. Утворилися після видалення жолобки очищаються від залишилася пилу і замазують тієї ж сумішшю. Повністю свої теплозахисні властивості нанесена штукатурка придбає приблизно через три місяці.

Склад може бути використаний як для чорнової, так і для чистової обробки стін. Завдяки присутнім в ній гранулам, штукатурка при нанесенні на стіну дає певну фактуру, акцентувати яку можна надавши їй за допомогою валика або шпателя певний малюнок. Як остаточної обробки може використовувати теплоізоляційна фарба, наносити яку можна через три доби після штукатурення.

Дана штукатурка забезпечує відмінні споживчі характеристики, завдяки природним властивостям перліту. Отже, опишемо їх найбільш докладно.

- Забезпечує прекрасне зчеплення з багатьма підставами (бетоном, цеглою).

- Має хороше звукопоглинання і теплоізоляційні властивості. 3 сантиметри шару перлітової штукатурки рівні 15 сантиметрам кладки з цегли. При використанні даного матеріалу, витрати на опалення скорочуються в 1,5 рази.

- Чи не створює середовища, при якій розмножуються мікроорганізми (цвіль і грибок). Є бактеріологічно стійкою.

- Має стійкість до всіляких кліматичних умов (морозостійкість, несприйнятливості до різких змін температури).

- Забезпечує належну пожежна безпека. Матеріал не підтримує горіння і не поширює полум'я.

- Екологічно безпечна. Чи не завдає будь-якої шкоди навколишньому середовищу і людині.

- Підстави, оброблені даної штукатуркою, легко обробляються і вирівнюються.

З недоліків виділяють лише високу вартість. Ціна на дану штукатурну суміш набагато вище ніж у гіпсового складу. Але, варто сказати, що вартість цілком виправдана, оскільки штукатурка з перлітом забезпечує набагато кращі експлуатаційні властивості і відрізняється довговічністю.

У рецептурах теплих штукатурок якісь з компонентів звичайних вирівнюючих складів замінюються матеріалами, які можуть бути використані для посилення теплоізоляційних властивостей застиглого розчину. Наприклад, кварцовий пісок або його частина змінюють на перліт, вермикуліт, пінополістирол і т.п. добавки в сипучому вигляді. В якості в'язучого речовини може використовуватися цемент або гіпс. У першому випадку готовий склад підходить для зовнішньої і внутрішньої обробки, у другому - тільки для внутрішніх робіт через високу гігроскопічності гіпсу.

Основна частина сухих сумішей, представлена на вітчизняному ринку, є перлітову штукатурку. Як заповнювач застосовують спучений перліт, який зовні може нагадувати великий пісок або дрібний щебінь сірувато-білого кольору. Матеріал досить легкий - насипна щільність в районі 200-400 кг в куб. м. в залежності від зернистості. Трохи нижче вона для

спученого вермикуліту. Щільність цієї добавки в штукатурку становить приблизно 100 кг в куб. м. (насіпна). Ще одна властивість, яке потрібно враховувати при використанні теплоізоляційних розчинів - високу гігроскопічність отверділих покриттів. Гігроскопічність матеріалу становить до 5 обсягів води на 1 обсяг спученого компонента.

Незважаючи на великі коефіцієнти водопоглинання, вермикулітові і перлітові штукатурки цілком можуть використовуватися для зовнішнього утеплення будівлі. Головне, щоб вони не знаходилися під прямим впливом опадів, а проходить через стіни будинку пара не затримувалася в покритті.

Штукатурка Теплон (ГК Unis). Це готова до використання суха суміш на основі гіпсового в'язучого. Особливістю складу є додавання перліту - пористої породи вулканічного походження. Саме ця добавка дає виробнику право називати свою штукатурку теплою. Суміші Теплон може використовуватися при внутрішній обробці приміщень. Покриття виходить відносно легким, дозволяє вирівняти підставу і надати йому додаткові звуко- і теплоізоляційні властивості.

Компанією випускається чотири види штукатурок під маркою Теплон. При цьому три з них призначені для обробки сухих приміщень і справді мають деякі теплоізоляційними властивостями, а четверта, вологостійка модифікація неможливо позиціонується як «тепла» (для неї не вказано коефіцієнт теплопровідності).

Відзначимо, що коефіцієнт теплопровідності штукатурки Теплон становить  $0,23 \text{ Вт} / (\text{м} \times ^\circ \text{C})$ , а таких теплоізоляційних матеріалів як екструдований пінополістирол, звичайний пінопласт і мінеральна вата -  $0,029 \div 0,032$ ,  $0,038 \div 0,047$ ,  $0,036 \div 0,055 \text{ Вт} / (\text{м} \times ^\circ \text{C})$  відповідно. Відомо, що чим менше це значення, тим кращі теплозахисні властивості характерні при однаковій товщині матеріалу. Це говорить про те, що домогтися однакової теплової захисту стін при

використанні теплої штукатурки Теплон складніше, ніж при монтажі спеціального теплоізоляційного матеріалу.

Таблиця 1 – Характеристика штукатурки Теплон

Критерії порівняння	Теплон			
	Білий	Сірий	МН	Вологостійкий
Колір	білий	серый	белый	бежево-сірий
Витрати при товщині шару 5 мм, кг/м <sup>2</sup>	4-5	4-4,5		6
Життєздатність, хв	50	90		50
Ціна/фасовка	123/30 кг	116/30 кг	135/30 кг	131/25 кг

Штукатурні суміші Умка також відносяться до теплих: UB-21, UF-2, UB-212. Крім тепло- і звукоізоляційних властивостей виробником відрізняється екологічність складів, їх гідрофобні властивості, негорючість і морозостійкість.

Таблиця 2 - Марки теплоізоляційних штукатурок УМКА

Критерії порівняння	УМКА		
	UB-21	UB-212	UF-2
Коротка характеристика	Для всіх видів кам'яної основи при внутрішньому і зовнішньому оздобленні	Для стін із газосиліката і порожньотілої керамічної цегли. Тонкошарова, для внутрішніх і фасадних	Фінішний шар при оздобленні всіх типів кам'яних основ, всередині або зовні. Теплоізоляційні властивості – опція. У

		робіт	цілому штукатурка має декоративний характер
Рекомендована товщина шару, мм	10-100	5-7	до 20
Об'єм води на 1 кг суміші, л	0,53-0,58	0,58-0,64	0,45-0,47
Витрати сухої суміші, кг/м <sup>2</sup> /товщина шару, мм	3,5-4/10	2,5-2,9/5-7	1,1/2
Життєздатність розчину, хв	60	90	60
Коефіцієнт теплопровідності і отверділої штукатурки, Вт/(м×°С)	0,065	0,1	0,13
Ціна/фасовка	€15/9 кг		€18/12 кг

Тепла штукатурка Мішка підходить для обробки стін з будь-яких матеріалів, як при зовнішніх, так і при внутрішніх роботах. Заявлена виробником теплопровідність становить 0,065 Вт / (м × ° С) - як і у продукції Умка UB-21, що наштовхує на деякі роздуми з цього приводу. 7 кг сухої суміші зачинаються приблизно 3-3,3 л води, витрата розчину становить приблизно 3,5-4 кг / м<sup>2</sup> при 10 мм шарі. Вартість мішка (7 кг) становить приблизно 259 грн.

Ще один варіант готової суміші від відомого виробника Кнауф Грюнбанд.

Сухі суміші Кнауф користуються попитом серед професійних будівельників. Температура поверхні при нанесенні суміші повинна задовольняти вимогам Кнауф, зазвичай це від 5 ° С і вище. Основа повинна бути сухою, очищеною від відшаровуються матеріалів, пилу або бруду. Для цього по всій стіні проходяться жорсткими щітками, виступаючі частини розчину збивають молотком.

Суміші, значний відсоток яких складає гіпс, широко застосовуються при внутрішній обробці житлових приміщень. Це один з найбільш зручних варіантів. При використанні продукції Кнауф поверхню після штукатурення готова до подальшої обробки вже через тиждень.

Таблиця 3 - Характеристика гіпсових штукатурок Кнауф

Найменування	Коротка характеристика	Товщи на одного шару, мм	Витрати при 10 мм шарі, кг на кв. м.	Фасовка, кг	Приблиз на вартість				
Ротбанд	Універсальна, суха суміш	Стіна: 5-50, стеля: 5-15	8,5	25	119 грн..				
				30	139 грн.				
				20 (паста)	239 грн.				
Гольдбанд	-	8-50	8,5	30	143 грн.				
МП 75	Машинного нанесення	Стіна: 5-50, стеля: 5-15	10	30	107 грн.				
МН Старт						10-30	10	30	99 грн.
ХП Старт						-	10-30	10	25

Суха суміш Кнауф Гольдбанд підходить для внутрішньої обробки приміщень незалежно від матеріалу стін. Основна вимога - застосування в умовах нормальної вологості. Позначимо основні моменти технології використання суміші:

Це потрібно враховувати при використанні всіх гіпсових штукатурок Кнауф: - щоб нанесена штукатурка швидше висохла, потрібно забезпечити нормальну вентиляцію оброблюваної приміщення. З метою інтенсифікації процесу не допускається використання опалювальних приладів - обробка може портіскатися від занадто швидкого випаровування вологи. Якщо в подальшому планується обробка штукатуркою, то основу додатково гарантують. Вода для приготування розчину повинна бути чистою, її оптимальна температура знаходиться в діапазоні 5-30 ° С. Більш холодна вода негативно впливає на зачиннення, перевищення ж температурної планки позначається збільшенням швидкості випаровування рідини з розчину - появи тріщин в штукатурному шарі.

Ще один варіант штукатурки Кнауф - ХП Старт, призначений для ручного нанесення на внутрішні поверхні стін житлових приміщень (умови: нормальна вологість і температура в межах 16-30 ° С). Вміст 25 кг мішка суміші зачинають приблизно 14 літрами води, попередньо набраної в 50 літрової ємності. Життєздатність штукатурного розчину не перевищує 40 хвилин - за цей час необхідно пройти всі етапи, актуальні для суміші Гольдбанд.

МП 75 і МН Старт. Дані марки штукатурки позиціонуються як суміші для машинного нанесення. Їх часто використовують при великих обсягах робіт спеціалізовані компанії. У кількох словах опишемо технологію роботи з Кнауф МН Старт і МП 75:

Сухі суміші на основі цементу застосовують там, де на перше місце ставлять гідрофобні властивості, стійкість до механічних впливів отверділого покриття і можливість замісу великої партії розчину. В останньому випадку життєздатність розчину досягає 1,5-2 годин - цього часу вистачає на обробку великої площі.

Таблиця 4 – Характеристика цементних штукатурок Кнауф

Найменування	Коротка характеристика	Товщина одного шару, мм	Витрати, кг на кв. м.	Фасовка, кг	Приблизна вартість
Грюнбанд	Теплоізоляційна фасадна	10-30	12 (шар 10 мм)	25	84 грн.
Унтерпутц	Фасадна	10-20	17 (шар 10 мм)		88 грн.
Зокельпутц	Цокольна	10-15			84 грн.
Северер	Штукатурно-клеєва	-	Облицювання: 4-6 Захисний шпр: 7 Оштукатурювання: 5-10		155 грн.
Діамант	Декоративна	-	3,8		127-207 грн.
Адгезив	Для накиду	-	5-8		96 грн.

Грюнбанд - цементна суха суміш, розчин якої при нанесенні на стіни забезпечує їм додаткові теплозахисні властивості. Може застосовуватися як при зовнішній, так і при внутрішній обробці, незалежно від матеріалу стін і способу нанесення.

Унтерпутц. Якщо стоїть завдання вирівняти стіни, які згодом будуть перебувати під впливом підвищеної вологості, то для цих завдань варто скористатися сумішшю Унтерпутц. Як і інші цементні склади Кнауф, може наноситися машинним способом або вручну. Щоб замісити 25 кг суміші буде потрібно

приблизно 5 літрів води. Всі інші роботи проводяться за універсальною технологією, наведеної вище.

Зокельпутц. Для стін, які можуть бути схильні до механічних впливів, доводиться використовувати штукатурку високої міцності - таку як Кнауф Зокельпутц. Попередні і всі наступні роботи проводяться по універсальним правилам, актуальним при використанні сухих цементних сумішей. Один мішок на 25 кг зачинається приблизно 5 л води.

Кнауф Северер - передова розробка компанії, суха суміш, наділена відразу декількома якостями: висока адгезія до будь-яких підстав, гідрофобні властивості, гарантія захисту від появи тріщин. Може використовуватися як клей при утепленні фасаду плитами утеплювача, для ремонту старих оштукатурених поверхонь і як звичайна вирівнює штукатурка. Підходить як для машинного, так і для ручного нанесення.

Діамант. З усього переліку штукатурок, описаних в нашому огляді, тільки Діамант відноситься до категорії декоративних структурних штукатурок для ручного і машинного нанесення. Її особливість полягає в тому, що поряд з декоративними властивостями вона відрізняється стійкістю до впливу несприятливих умов - підходить для внутрішньої і зовнішньої обробки. Для замішування 25 суміші буде потрібно приблизно 7 л води. Після першого перемішування суміш витримують чверть години, а потім слід повторно перемішування. Залежно від того, який матеріал використовувався для вирівнювання підстави, стіну додатково гарантують наступними складами: ГКЛ або бетонну стіну - Путцгрундом, гіпсовий розчин - Кварцгрундом, цементна штукатурка - як в попередньому випадку або Ізогрундом. У всіх випадках ґрунтовка повинна сохнути не менше доби.

Нові можливості успішної теплоізоляції будинків - це продукція торгової марки ТЕПЛОБЕР. Досягти значного економічного ефекту і комфорту завдяки збереженню тепла при одночасному підвищенні рівня вогнезахисту і звукопоглинання - ось одна з найбільших переваг штукатурок ТЕПЛОБЕР в будівництві. ТМ ТЕПЛОБЕР - це безшпона, негорюча,

паропроникна, довговічна теплоізоляція. Основне завдання теплоізоляційної штукатурки - віддалити несучі шари стіни, від пікових значень температури, а в кінцевому підсумку знизити витрати на обігрів будівлі в холодну пору року і забезпечити комфорт в житлових приміщеннях влітку.

Теплоізоляційні підготовки для підлоги - це універсальний матеріал. Вони дозволяють не тільки вирівняти підставу під майбутню чистову облицювання підлоги (ламінат, плитку, паркетну дошку або лінолеум), але і зберегти тепло в будинку за рахунок ізоляції поверхонь, що знаходяться в умовах низької температури взимку і високої температури влітку.

Основа матеріалів ТЕПЛОВЕР - спучений вермикуліт. Це дуже легкий мінеральний заповнювач, отриманий термообробкою вермикулітових гірської породи при високій температурі. Спучений вермикуліт володіє високими тепло-і звукоізоляційні властивості, термо-і біостійких, не містить важких металів, не виділяє ніяких речовин при впливі вогню або високої температури. Використовується не тільки як насипний утеплювач, але і як основний наповнювач в так званих легких і теплих штукатурок і бетонів торгової марки ТЕПЛОВЕР, забезпечуючи унікальні тепло-і звукоізоляційні властивості. Завдяки здатності пропускати вологу на 100%, сухі будівельні суміші тм ТЕПЛОВЕР завоювали звання дихаючої штукатурки, що є великою перевагою перед іншими утеплювачами імпортного та вітчизняного виробництва.

Що ж стосується вермикуліту, то як свідчить світова практика, цей матеріал вдало виступає сьогодні як альтернативи двом попереднім утеплювача і має відчутні переваги. Його використовують як насипний утеплювач, що не згорає і завдяки текучості заповнює порожнечі будь-якої форми. Наприклад, засипка товщиною 20см рівно замінна стіні з глиняної цегли 1,5 м, а бетонної стіни товщиною 2м. А ось прошарок вермикуліту на даху перекритті товщиною 5 см знижує тепловтрати на 75%, 7,5 см - на 85%, а товщиною 10см до 95%, і може використовуватися при температурі від -2500 С

до 12000 С. Застосування теплих вермикулітових штукатурок ТЕПЛОВЕР для облицювання поверхні стін товщиною 2 см може дати значний економічний ефект за рахунок зниження товщини цегляної стіни до 25% на 1м<sup>3</sup> кладки. Підходить як для мало-так і для багатоповерхового будівництва. Наноситься звичайним для штукатурки способом і не вимагає ніякої спецпідготовки поверхні, наноситься як механічно, так і автоматизовано на будь-яку поверхню і легко затирається і не вимагає додаткового армування і спец обладнання, що дає велику перевагу при виконанні замовлення в найкоротші терміни. У порівнянні з полістиролом, наноситься на будь-які закруглені і радісно ділянки, що дозволяє реалізувати будь-які дизайнерські рішення. Теплова штукатурка ТМ ТЕПЛОВЕР атмосферно-і морозостійка і досить жорстка. Вона не підлягає впливу ультрафіолетового випромінювання і через багато років експлуатації не втрачає своїх теплоізоляційних властивостей і не деформується. Використовується як для внутрішньої, так і для зовнішньої ізоляції, а також для внутрішніх підлог і стяжок, відноситься до матеріалів 1-го класу, що дозволяє використовувати її без обмежень, і немає ніяких протипоказань, що підтверджується позитивним висновком МОЗ № 05.03.02 - 04 / 15473 від 18.03.2008 року. Іншими словами, теплові штукатурки на основі вермикуліту ТЕПЛОВЕР тм - це тепло, зберігає сама природа.

Результатом перемішування суміші з водою є тепло-звукоізоляційна суміш, яка призначена для

- Зовнішньої теплоізоляції стін;
- Внутрішньої теплоізоляції стін;
- Теплоізоляції внутрішніх і зовнішніх укосів;
- Створення звукопоглинаючого прошарку стінних конструкцій.

Технічні характеристики "Тепловер Standard"

Термін придатності суміші: до 4-х годин;

Щільність сухого теплоізоляційного розчину: 330 кг / куб м;

Коефіцієнт теплопровідності в сухому стані: 0,08 Вт / (м • 0К);

Паропроникність: 0,09 мг / (м • г • Па);  
 Кордон міцності на розрив: 0,045 МПа;  
 Кордон міцності на стиск: 0,219 МПа;  
 Термін досягнення нормативних значень по міцності: 28 діб;  
 Водоутримувальності здатність розчинової суміші: 94 %%;  
 Марка суміші за рухомий: П 8;  
 Мінімальна товщина теплоізоляційного розчину: 30мм;  
 Максимальна товщина теплоізоляційного розчину: 100мм;  
 Витрата сухої суміші: 8,8-9,0 кг / м<sup>2</sup> при товщині розчину 25 мм; 17,6-18 кг / м<sup>2</sup> при товщині розчину 50 мм.

Норма витрати визначена авторизованим виконавцем на підготовленій поверхні при сприятливих умовах роботи. Фактичні витрати залежить від підготовки основи і досвіду виконавця.

Умови застосування "Тепловер Standard". Температура навколишнього середовища і поверхні в момент приготування, нанесення суміші і протягом наступних 24 годин не повинна бути нижче +5 ° С. Не наносити суміш на нагріту сонцем поверхню. У першу добу після нанесення, по можливості, захищати поверхню розчину від прямого попадання води і сонячних променів. Виробник не несе відповідальності за неправильне застосування матеріалу, а також за застосування його в цілях і умовах, які не передбачені інструкцією.

Підготовка поверхні. Суміш може бути нанесена на міцні підстави з цегли, бетону, блоків та інших будівельних матеріалів. Поверхня повинна бути підготовлена так само, як при нанесенні звичайної цементної штукатурки: видалений пил, залишки інших розчинів, фарб і повинна відповідати вимогам ДБН В.2.6-22-2001. Слід пам'ятати, що нанесення цементних сумішей необхідно проводити на зволожені поверхні, тому за 2-3 години до нанесення поверхня повинна бути інтенсивно зволожена. Якщо поверхня сильно поглинає вологу (газобетон, керамічна цегла, сухий бетон тощо), її необхідно зволожувати кілька разів або застосувати глибокопроникаючу грунтовку. Для збільшення сили зчеплення на всі поверхні необхідно нанести цементний набризк "Тепловер Набрызк". Він

наноситься механізованим способом або вручну за допомогою віника або зубчастого шпателя. Набриск повинен покрити не менше 80% площі, його поверхня повинна мати загострені, негладку нерівності, висотою до 11 мм.

Таблиця 5 – Характеристика будівельної суміші "Тепловер Standard"

Системи утеплення	Вартість витратних матеріалів на 1м <sup>2</sup> при товщині 5см	Вартість комплексу робіт по утепленню за 1м <sup>2</sup>	Загальна вартість матеріалів і робіт за 1м <sup>2</sup>
ТЕПЛОВЕР тм	132грн.	30-90 грн.	162-222 грн.
Пенополістирольні плити	105грн.	75-120 грн.	180-225 грн.
Мінеральна вата	160-200грн.	100-150 грн.	260-350грн.

### Список літератури

1. Баскаков, Н.П. Теплотехника Текст. : учеб. для вузов / А.П. Баскаков, Б:В: Берг, О.К. Витт и др. ; под. ред. А.П. Баскакова. М.: Энергоиздат, 1982. - 264 с.
2. Богословский, В.Н. Три аспекта создания здания с эффективным использованием энергии Текст. / В.Н.;Богословский // АВОК. -М., 1998. - №3.
3. . Гусев, Н.М. Основы строительной физики Текст.: учебник для вузов / Н.М. Гусев. М.: Стройиздат, 1975. - 440 с.
4. Ушков, Ф.В. Теплопередача ограждающих конструкций при фильтрации воздуха Текст. / Ф.В. Ушков. М.: Стройиздат, 1969.
5. Шкловер, А.М. Теплопередача при периодических тепловых воздействиях Текст./А.М. Шкловер. М.: Госэнергоиздат, 1961.