

Треба також відзначити, що суттєва різниця між результатами дослідження цементно-піщаних і керамічних зразків посилюється їх різним водопоглинанням.

Крім головної мети – дослідження експлуатаційної властивості розроблених водорозчинних матеріалів, паралельно досліджували властивості спеціально отриманих розчину в бензині та водної емальсії деяких заводських матеріалів. При їх отриманні теж застосовували різноманітні добавки, що покращують властивості.

Висновок. За результатами проведених досліджень можна зробити висновок, що вдалося отримати водорозчинні багатокомпонентні суміші, які за здатністю витримувати надлишковий тиск води не поступаються матеріалу AQUAFIN – F.

Також необхідно зауважити, що препарат, отриманий на основі заводського матеріалу у вигляді розчину в бензині, є навіть кращим від AQUAFIN – F, однак його нерозчинність у воді затрудняє його використання для цілей, поставлених у меті роботи. Обробка вологих стінових матеріалів цим препаратом вимагає повного їх висушування.

1. Соболевский М.В., Музовская О.А., Попелева Г.С. Свойства и области применения кремнийорганических продуктов. – М.: Химия, 1975, 296 с. 2. Ілів В.В., Гивлюд М.М., Котів М.В. Підвищення довговічності будівельних матеріалів і будівель кремнійорганічними речовинами // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. Вип. № 441 – 2002 – С. 79 – 82.

УДК 628.97: 72.01

Г. В.Казаков*, **Б.І. Щербатюк**, **О.Б.Кахнич**
Національний університет “Львівська політехніка”,
*кафедра архітектурних конструкцій,
кафедра теплогазопостачання і вентиляції,
ТзОВ “Брілліон”

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРИРОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ ПРИМІЩЕНЬ У КОНТЕКСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДИНКІВ НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ “ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”

© Г.В.Казаков, Б.І.Щербатюк, О.Б.Кахнич, 2005

Описані результати натурних замірювань природного освітлення навчальної аудиторії на 50 місць корпусу Інституту будівництва та інженерії доквілля Національного університету “Львівська політехніка”, дослідження освітленості геометричної моделі аудиторії на установці “штучне небо”, а також графоаналітичного розрахунку освітленості за нормативним методом А.М. Данилюка. Результати досліджень показані у вигляді графіків. Подано рекомендації щодо покращання світлового та теплового комфорту в навчальних корпусах під час проведення їх реконструкції.

This article contains the results of natural measurements of natural illumination of the class for 50 places, laboratory researches on installation « the artificial sky », which had been done on physical model of an educational room, also graphic calculation of natural illumination according to A.M.Daniljuka's normative method. Results of researches are shown in the form of schedules, authors offer the recommendation concerning improvement of light and thermal comfort in rooms, in process of reconstruction of educational buildings.

Вступ. Однією з найдавніших вищих технічних шкіл у Європі і першою на Українській землі була технічна академія у Львові, яка відкрила свої двері у 1834 році і стала попередницею Національного університету “Львівська політехніка”. Повноцінне життя академія розпочала після

будівництва головного корпусу в 1874–1877рр., що зберігся у тому самому вигляді, який мав від початку. Технічна академія розвивалась, здійснювалось будівництво нових корпусів, в яких втілювалися будівельні і архітектурні тенденції, що існували в тодішній Європі. Це був перший етап формування навчального середовища академії. Будинки були добротними, мали хороші теплозахисні властивості, достатню площу вікон, функціональне розташування яких забезпечувало необхідне освітлення аудиторій, читальних залів, лабораторій.

Після Другої світової війни було побудовано низку навчальних корпусів, які зараховують до другого етапу формування навчальної зони (рис. 1). Для цього етапу характерні навчальні корпуси каркасного типу з одношаровими керамзитобетонними панелями, стрічковими вікнами з подвійним застеленням в одній рамі. Вікна забезпечують природну освітленість, яка перевищує нормовану (300 люкс), мають термічний опір $0,39 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$, що менше від прийнятого на сьогодні нормативного, низький опір повітропроникності, який не перевищує $0,12 \text{ (м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па)}/\text{кг}$.

Вік більшості нових корпусів наближається до 40–50 років – за час експлуатації відбулось їх фізичне та моральне старіння. Внаслідок цього стала актуальною проблема їх реконструкції, під якою необхідно розрізняти як конструктивний, так і мікрокліматичний аспекти, що стосуються світлового та теплового режимів приміщень, з дотриманням чинних у нашій країні нормативних вимог і рекомендацій [1, 2, 3].

Проблема. Побудовані в післявоєнний період навчальні корпуси характеризуються великими площами вікон, які спричиняють великі тепловтрати в зимову пору року і значні надходження явного тепла в приміщення шляхом інсоляції в літню пору року. Низький рівень опору повітропроникності вікон приводить до періодичних і нерівномірних надходжень у приміщення холодного та теплого повітря упродовж року. Надмірна природна освітленість без інженерних засобів її регулювання створює в приміщеннях світловий дискомфорт, а великі тепловтрати в зимову пору року і теплонадходження в теплу пору року – тепловий дискомфорт.



Рис.1. Схема генерального плану навчальної зони НУ "Львівська політехніка":
 0 – головний корпус; 1 – навчальний корпус з актовим залом на 1500 місць;
 2 – корпус Інституту будівництва та інженерії довкілля, Інституту геодезії;
 3 – навчальний корпус №3; 4 – корпус Інституту економіки та менеджменту, Інституту прикладної математики і фундаментальних наук;
 5 – навчальний корпус Інституту комп'ютерних наук та інформативних технологій,
 6 – навчальний корпус №6; 7 – корпус кафедри іноземних мов; 8 – навчальний корпус №8;
 9 – Інститут хімії та хімічних технологій; 10 – навчальний корпус №10;
 11 – Інститут телекомунікацій, радіо та електронної техніки;
 12,13 – навчальні корпуси; 14 – Інститут механіки та транспорту;
 15,16,17 – навчальні корпуси; 18 – наукова бібліотека;
 19 – технічна бібліотека; 20 – студентський клуб та їдальня

Гіпотеза. Припущення авторів полягає у тому, що оптимізації умов природного освітлення та енергозбереження навчальних приміщень новозбудованих корпусів навчальної зони НУ „Львівська політехніка” можна досягти за рахунок раціонального зменшення розмірів віконних отворів.

Дослідження. Дослідження правомірності сформульованої гіпотези проводили у чотирьох методичних напрямках:

- натурні замірювання освітленості навчальних приміщень;
- експериментальні дослідження освітленості на фізичній моделі приміщення;
- графоаналітичні розрахунки освітленості за нормативним методом;
- теплотехнічні розрахунки варіантів приміщення зі зміненими площами вікон.

Натурні дослідження освітленості проводили у типовій аудиторії на 50 місць, розташованій на четвертому поверсі корпусу Інституту будівництва та інженерії довкілля (рис. 1) в літню пору року при хмарному небі. Чотири вікна аудиторії розміром 2,75x2,06 м з подвійним застаклінням у спареній рамі орієнтовані на північний захід. Площа приміщення становить 72 м². Оскільки будинок є типовим, то в ньому вікна інших приміщень мають таку саму конфігурацію і площу. Рами застаклені звичайним віконним склом товщиною 3 мм з відстанню між шибками 40 мм. Дослідження проводились за відсутності студентів. Замірювання освітленості здійснювали у 35 розрахункових точках (рис.2), розміщених на висоті умовної робочої поверхні, за яку прийнято висоту студентських парт (0,8 м).

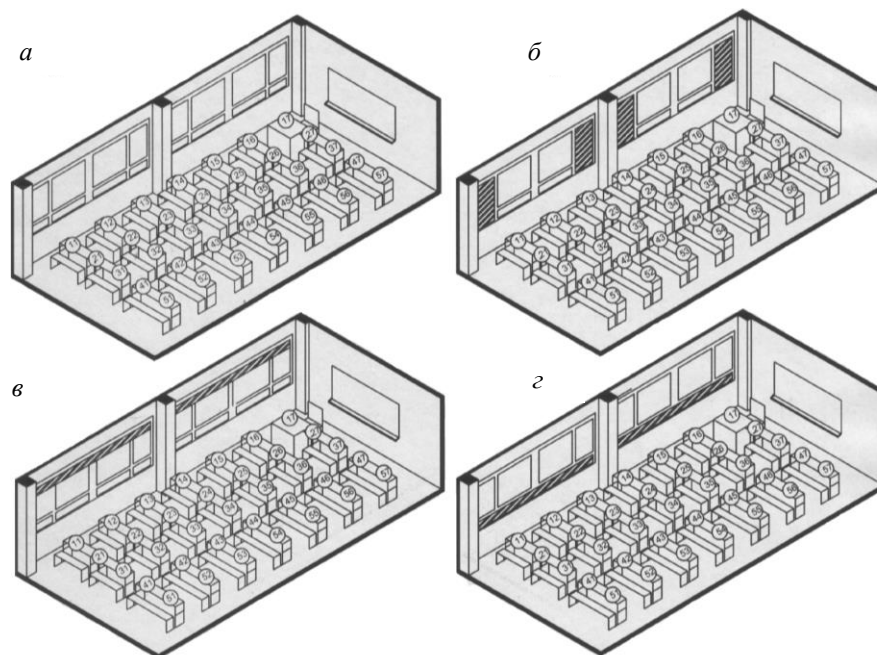


Рис. 2. Аксонометрична схема дослідної аудиторії з нанесенням точок замірювання освітленості:
а – базовий варіант розмірів вікон; *б* – варіант часткового закриття вікон з чотирьох сторін;
в – зменшення площ вікон горизонтальними смугами у верхній частині;
г – зменшення площ вікон шляхом часткового закриття їх горизонтальними смугами в нижній частині; 11–57 – перша цифра означає номер ряду, друга – номер точки замірювання в ряді

Натурні дослідження проводили методом порівняльного аналізу шляхом зміни площ вікон для таких варіантів:

- існуючий стан (базовий варіант) (рис.2а) – площа вікон $F_{\text{вік}}=22\text{м}^2$, що становить

$$\frac{F_{\text{вік}}}{F_{\text{ст}}}= \frac{22}{39,6} \cdot 100\% = 55,5\% \text{ площі стіни;}$$

- вікна частково закриті з двох сторін – площа вікон $F_{\text{вік}}=17,7 \text{ м}^2$, що становить $\frac{F_{\text{вік}}}{F_{\text{ст}}}= \frac{17,7}{39,6} \cdot 100\% = 44,6\%$ площі стіни;
- вікна частково закриті з чотирьох сторін (рис.2б) – площа вікон $F_{\text{вік}}=13,4 \text{ м}^2$, що становить $\frac{F_{\text{вік}}}{F_{\text{ст}}}= \frac{13,4}{39,6} \cdot 100\% = 33,8\%$ площі стіни;
- закрита верхня (рис.2в) та нижня (рис.2г) частини вікон горизонтальними смугами, при цьому площа вікон $F_{\text{вік}}=16,5 \text{ м}^2$, що становить $\frac{F_{\text{вік}}}{F_{\text{ст}}}= \frac{16,5}{39,6} \cdot 100\% = 41,6\%$ площі стіни.

Внаслідок змінності зовнішньої освітленості одночасно змінюється освітленість у приміщенні. Величина освітленості приміщення природним світлом виражена через відносний показник – коефіцієнт природного освітлення (КПО). Коефіцієнт природного освітлення e виражає відношення освітленості в цій точці приміщення $E_{\text{в}}$ до одночасної освітленості зовнішньої точки $E_{\text{з}}$, яка знаходиться за межами приміщення на горизонтальній площині, освітленої світлом всього небозводу:

$$e = \frac{E_{\text{в}}}{E_{\text{з}}} \cdot 100\%$$

Для проведення замірювань освітленості була запроєктована і виготовлена вимірювальна установка, приймачем світлового потоку в якій слугував фотодіод. Світловий потік, що на нього падав, трансформувався в електричний струм, величину якого вимірювали за допомогою мікроамперметра М194. Мікроамперметр являє собою переносний багатомежевий прилад магнітно-електричної системи з світловим показником. Основна похибка приладу не перевищує 0,5 %.

При визначенні коефіцієнтів природного освітлення e відношення освітленості точки $E_{\text{в}}$, розміщеної в приміщенні до освітленості точки $E_{\text{з}}$, розміщеної зовні приміщення, замінено відношенням показів мікроамперметра в електричних одиницях, мА, без переводу їх у люкси.

Другий етап становили експериментальні дослідження освітленості на моделі. Модель приміщення була виготовлена з дерева в масштабі 1:15. У моделі витримані геометричні та світлотехнічні параметри. Коефіцієнти відбиття внутрішніх поверхонь моделювали шляхом поступового нанесення на них шарів кольорової гуаші і порівняння отриманих кольорів поверхонь з еталонними маркерами. Були виготовлені зйомні панелі з вікнами, що мали різну площу і відповідали чотирьом варіантам площ вікон як при натурних замірюваннях.

Дослідження освітленості на моделі проводили на установці “штучне небо”, розміщеної в лабораторії будівельної фізики кафедри архітектурних конструкцій. Установка являє собою правильний купол діаметром 3,6 м, у нижній зрізаній частині якого 36 світильників створюють рівномірну освітленість небозводу [4].

Графоаналітичний розрахунок освітленості проводили за нормативним методом [1] для характерного перерізу аудиторії шляхом накладання графіків А.М. Данилюка на план і переріз приміщення з подальшим підрахунком коефіцієнтів природного освітлення.

Результати натурних і експериментальних досліджень, а також графоаналітичних розрахунків опрацьовані у вигляді графіків, в яких наведені величини коефіцієнтів природної освітленості по глибині аудиторії для точок 16–56 (рис. 3).

На графіках прослідковуються однакові закономірності, які свідчать про достовірність методів досліджень. На основі отриманих результатів досліджень природної освітленості можна зробити висновок про те, що з світлотехнічного погляду найкращими є варіанти зменшення розмірів вікон за допомогою горизонтальних смуг (підвіконних елементів) у нижній частині вікон (рис. 2, г) та варіант часткового закриття вікон з двох сторін.

З теплотехнічного погляду найефективнішим є варіант, при якому будуть найменші сумарні тепловтрати, тобто таким є варіант бокового закриття кожного з двох вікон. При цьому варіанті загальні тепловтрати порівняно з існуючим (базовим) варіантом розмірів світлових отворів є меншими на 13,5 %.

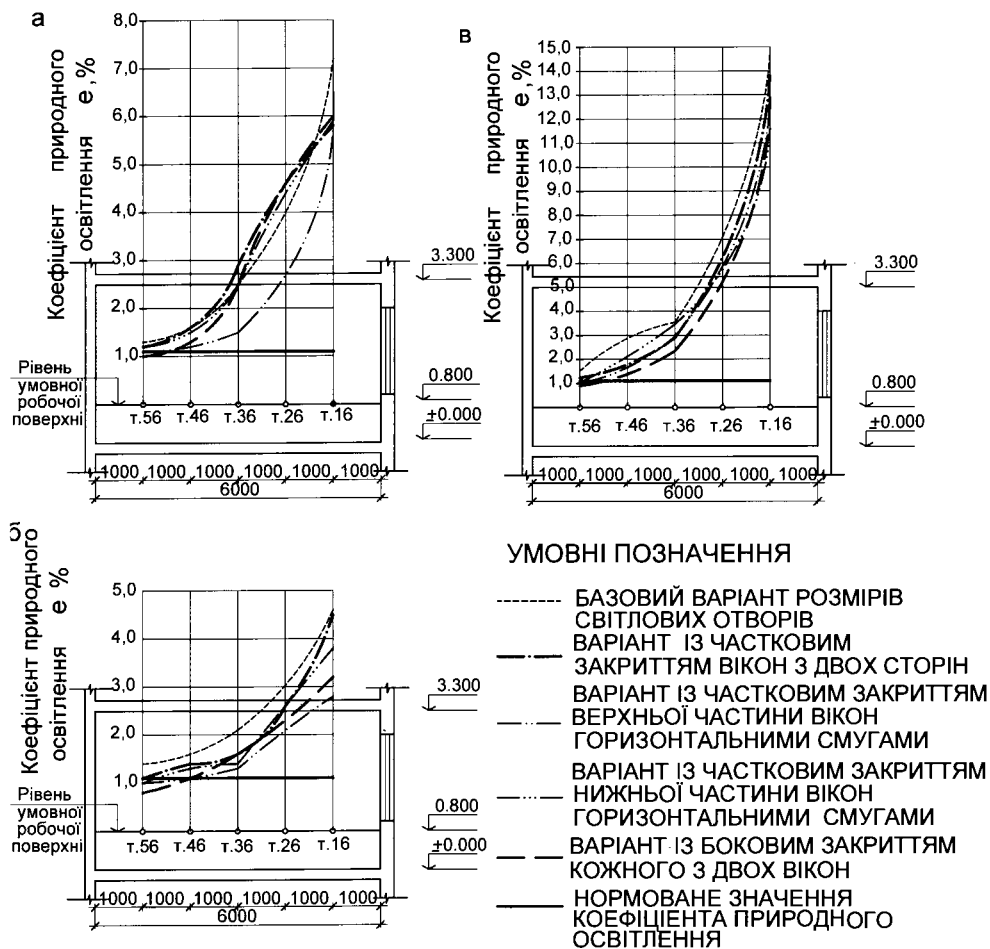


Рис. 3. Залежність коефіцієнтів природного освітлення від глибини приміщення.
 а – результати замірювань освітленості приміщення в натурних умовах;
 б – результати замірювань освітленості на геометричній моделі приміщення;
 в – результати графоаналітичного розрахунку освітленості

Для варіанта часткового закриття вікон за допомогою горизонтальних смуг, розміщених у нижній частині світлового отвору, характерне зменшення величини загальних тепловтрат порівняно з існуючим на 12,4 %.

Найменше ефективним, з теплотехнічного погляду, є варіант зменшення розмірів світлових отворів, при якому передбачається часткове закриття вікон з двох боків; при цьому зменшення величини загальних тепловтрат становить 10,7 % порівняно з базовим варіантом.

Отже, на підставі проведених світлотехнічних досліджень та теплотехнічних розрахунків можна вважати, що варіант із зменшенням розмірів вікон за допомогою горизонтальних смуг у нижній частині (збільшення висоти підвіконника) є оптимальним.

Висновки

– Побудовані в 50 – 80 роках ХХ століття навчальні корпуси Національного університету “Львівська політехніка” потребують реконструкції внаслідок великих площ стрічкових вікон і низьких термічних опорів огорожуючих конструкцій, які не відповідають умовам світлового та теплового комфорту.

– Проведені натурні дослідження природної освітленості типової аудиторії на 50 осіб, лабораторні дослідження освітленості на геометричній моделі аудиторії на установці “штучне небо”, а також графоаналітичні розрахунки освітленості за нормативною методикою показали, що площу можна зменшити на 20–30 %, не виходячи за межі нормованої освітленості.

– Аналіз результатів досліджень, проведений при різних варіантах зміни конфігурації і площ вікон, показав, що найрівномірніша освітленість приміщення досягається при закритті нижньої частини вікон.

– Оптимізація освітленості приміщень шляхом зменшення площ вікон одночасно призведе до зменшення тепловтрат приміщень на 12,4 %.

1. СНиП II-4-79. *Естественное и искусственное освещение*. – М.: Стройиздат, 1980. 2. СНиП II-3-79**. *Строительная теплотехника*. – М.: Стройиздат, 1986. 3. ДБН В.2.2.-9-99. *Громадські будинки і споруди*. Держбуд України. – К., 1999. 4. Гусев Н.М. *Естественное освещение зданий*. – М.: Госстройиздат, 1961. 5. Богословський В.Н., Сканави А.Н. *Отопление*. – М.: Высшая школа, 1991. 6. R. Hopkinson, J. Longmore. *Architectural physics*. – London, 1963. 7. Казаков Г.В. *Сучасні проблеми світлової архітектури. Региональные проблемы архитектуры и градостроительства. Сборник научных трудов ОГАСА. Вып. 5-6*, – Одеса. 2003. 8. *Світло прозорі огороженні будинків. Навчальний посібник* (Підгорний О.Л., Щепетова І.М., Сергейчук О.В. та ін. – К.: Видавець Дома шевська О.А., 2005.

УДК 612.023

І.І. Кархут

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра будівельних конструкцій і мостів

МІЦНІСТЬ ТА ДЕФОРМАТИВНІСТЬ МДМ-СИСТЕМ ПІД ЧАС ЗГИНУ

© Кархут І.І., 2005

Наведено результати лабораторних та натурних експериментальних досліджень конструкцій перекриття МДМ-системи під час чотириточкового згину. Визначено характер вичерпання несучої здатності та рівні руйнуючого навантаження. Подано рекомендації з застосування перекриттів такого типу у цивільному та промисловому будівництві.

The results of experimental investigations of monolith of building of future (MBF) structures are given in this article. The character of deformations and destruction are described. As the results the proposals of putting into practice of these structures are given.

Вступ. Прагнення до зменшення тепловтрат в будинках призвело до значного застосування пінополістирольних плит різних марок для ізоляції стін і перекриттів житлових будівель [1,2]. Пінополістирольні елементи використовують як із зовнішнього, так і з внутрішнього боку стіни, а також в товщі стіни. Окремим видом таких конструкцій є МДМ-системи, в яких пінополістирольні плити товщиною 100 мм знаходяться в середній зоні як стінових елементів, так і елементів перекриття. Пінополістирольні плити захищені з обох боків армованими цементними стяжками товщиною по 40 мм. Така конструкція повністю позбавлена містків холоду та значно полегшена.

Мета роботи. В Науково-дослідній лабораторії №23 Національного університету “Львівська політехніка” проведені випробування зрізів МДМ-системи на згин. Схема випробувань відповідала чотириточковому згину і моделювала роботу елемента перекриття будинку. Висота зрізів становила 180 мм, ширина – 600 мм, розрахунковий прогін – 900 мм. Загальна довжина зрізів становила 1000 мм з шириною опор по 100 мм. Метою роботи було встановлення гранично допустимого рівномірно розподіленого навантаження на конструкцію перекриття МДМ-системи і дослідження деформативності та характеру руйнування зрізів.

Зрізи були армовані вертикальними плоскими каркасами з відгинами, що об'єднували дві плоских сітки. Арматура сіток і каркасів Ø4Вр-І. Розміри комірки в плоских сітках розтягнутої та стиснутої зон 50 мм. Марка цементного розчину М100. Для зменшення зсідних деформацій в склад розчину вводили пластифікатори та полістирольна мікрофібра з розрахунку 900 г/м³. Всього в НДЛ-23 проведені випробування трьох зрізів МДМ-системи на згин.