

ВИЗНАЧАЛЬНІ ЧИННИКИ ПРИРОДНОГО ПОВІТРООБМІНУ ПОМЕШКАНЬ І ОКРЕМИХ ПРИМІЩЕНЬ БАГАТОРОДИННИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

© Жуковський С.С., Кінаш О.В., 2005

Означені визначальні чинники процесів природного повітрообміну через нещільності огорожень помешкань і окремих їх приміщень в багатородинних житлових будинках. Вказані величини показника повітропроникності традиційних “нещільних” вікон, що виготовлені з деревини низької якості, проаналізовані нормативні величини цього показника в сучасних ущільнених вікнах. Для одночасного оцінювання теплових потреб і повітрообміну житлових будинків рекомендовано застосовувати “геометричний показник будинку”.

Determining factors of processes of natural air exchange through not are submitted to density of protections of apartments and their separate premises in large-family housing buildings. The specified sizes of a parameter of air permeability of traditional leaky windows which are made of wood of poor quality, are analysed normative sizes of this parameter in modern dense windows. It is recommended to apply «a geometrical parameter of a building» to a simultaneous estimation of thermal needs and air exchange of housing buildings.

Вступ. Ощадність енергії в процесах обігрівання і вентилявання приміщень будинків є загально визнаною проблемою господарської діяльності. Її потрібно вирішувати не тільки через підвищення ізоляційності зовнішніх огорожень будинків, але також завдяки удосконаленню їхніх систем обігрівання (СО) і вентиляції (СВ). Це пов’язано не тільки з плановим зменшенням витрат спожитої будинком енергії, але також із забезпеченням і підтриманням в окремих його приміщеннях відповідних теплових і гігієнічних умов. Необхідність цього, з погляду задач, які розв’язують за допомогою СО, є зрозумілою і, окрім низки недосконалостей практичної реалізації, поширено впроваджується як в експлуатованих будинках з метою їх термомодернізації, так і в споруджуваних житлових будинках. Натомість, розуміння проблем вентиляції, передусім її конструкційних розв’язань, відповідно до ролі і задач СВ, надалі є віддаленим від побажань і очікувань. Такий результат є ефектом деяких недосконалостей і хиб, до яких можна зарахувати застарілі уяви і навики в проектуванні та експлуатації СВ, а також методологічні труднощі досліджень процесів перетікань і обмінів повітря в приміщеннях.

Процеси природного повітрообміну в помешканнях і окремих їх приміщеннях. У теперішній вітчизняній будівельній практиці повітрообмін помешкань і окремих їх приміщень реалізується, переважно, за допомогою систем природної вентиляції. За такої вентиляції повітрообмін відбувається через нещільності зовнішніх огорожень, насамперед вікон, і внутрішньостінові трубопроводи (канали). При цьому повітрообмін спричинений термічним природним напором, який виникає завдяки різниці температур внутрішнього і зовнішнього повітря та висоти внутрішньостінових каналів, а також дії вітру на будинок. Інтенсивність природного повітрообміну помешкання (приміщення) є випадковою величиною деяких чинників, які діють одночасно: типу застосованої вентиляції і конструкційного розв’язання повітряних трубопроводів (каналів); зовнішнього клімату; виду і забудови довкілля; величини і конфігурації будинку, а також його розміщення

на місцевості; розпланування приміщень помешкань і особливостей їх експлуатації (вжитку). Окрім цього на величину повітрообміну впливають властивості будівельних елементів і, особливо, розміри та видові характеристики щілинних отворів, через які перетікає повітря.

Процес перетікання повітря через будівельні огороження може відбуватись ззовні до середини будинку (інфільтрація), або в зворотному напрямку (ексфільтрація). Цей процес спричинений різницею надлишкових статичних тисків з двох сторін будівельного огороження (за безвітряної погоди), яка виникає завдяки різниці температур внутрішнього і зовнішнього повітря і вітровим напором (за дії вітру).

Термічний напір є найзрозумілішим визначальним чинником, який впливає на процеси повітрообміну. Перепад термічних тисків, Па, можна визначити за формулою

$$\Delta p = p_{ex} - p_{in} = h \cdot (\rho_{ex} - \rho_{in}) \cdot g, \quad (1)$$

де p_{ex} – надлишковий тиск на зовнішній стороні будівельного огороження, Па; p_{in} – надлишковий тиск на внутрішній стороні будівельного огороження, Па; g – прискорення земного тяжіння, м/с²; h – прямовисна відстань (вертикаль) від конкретного місця на зовнішньому огороженні (стіні) будинку до площини умовного нульового тиску, м; ρ_{ex} , ρ_{in} – густини, відповідно, зовнішнього і внутрішнього повітря, кг/м³.

Розподілення перепаду тисків, що спричинене вищою внутрішньою і нижчою зовнішньою температурами повітря, зображене графічно на рис. 1. На відповідному рівні будинку (або кожному з його поверхів, – за умови ідеальної щільності його міжповерхових перекриттів), виникає вирівнювання зовнішнього і внутрішнього тисків. Цей рівень називають “лінією нульових тисків” або “площиною нейтральних тисків (0-0)” і він є однаково характерним як для зовнішніх огорожень будинків, так і внутрішніх огорожень помешкань, які відділяють їх від комунікаційних об’ємів будинку (сходові клітки, коридори тощо).

У випадку вільного перетікання повітря з поверху на поверх (рис. 1, а), площина нейтрального тиску знаходиться дещо вище від половини висоти будинку. За такої умови зовнішнє повітря притікає до приміщень нижніх поверхів (інфільтрація), нагрівається в них і, перетікаючи через нещільності перекриттів, витікає з верхніх поверхів назовні (ексфільтрація).

У випадку, коли міжповерхові перекриття повністю повітронепроникні (в т.ч. відсутні канали витікальної вентиляції), то площини нейтральних тисків є на кожному поверсі і процес повітрообміну відбувається через нещільності зовнішніх огорожень в межах кожного з поверхів (рис. 1, б).

Дуже подібну до реальної маємо ситуацію, яка зображена на рис. 1, в. За щільних перекриттів і відсутності каналів витікальної вентиляції в помешканнях перетікання повітря відбувається через нещільності нижньої частини зовнішніх огорожень (інфільтрації) і через нещільності вхідних до помешкань дверей на різних поверхах до сходової клітки, де лінія нульових тисків знаходиться дещо вище від половини висоти будинку. З помешкань, які розміщені на нижніх поверхах повітря буде притікати до сходової клітки і з верхньої її частини витікати до помешкань верхніх поверхів. Площини нейтральних тисків в помешканнях нижніх поверхів виникають у верхній їх частині, натомість, найвищих поверхів – вже над підлогою. Наслідком такої ситуації є притікання недостатньої кількості зовнішнього повітря до помешкань верхніх поверхів. Цю ситуацію можна частково поправити завдяки застосуванню каналної витікальної вентиляції помешкань або механічної витікальної вентиляції, яка забезпечить необхідне розрідження в помешканнях всіх поверхів, чи механічної витікально-притікальної вентиляції, що забезпечить регульований повітрообмін помешкань і окремих їх приміщень.

Реальною є ситуація, що показана на рис. 1, г. За щільних перекриттів і вхідних до помешкань дверей зовнішнє повітря буде притікати до помешкань через отвори і нещільності їх зовнішніх огорож і витікати з них через канали витікальної вентиляції. Повітрообмін сходової клітки буде незалежним від помешкань; через нижню її частину, особливо через проріз вхідних дверей, зовнішнє повітря буде інтенсивно притікати в сходову клітку, підігріватись і через нещільності або отвори огорожень її верхньої частини витікати назовні.

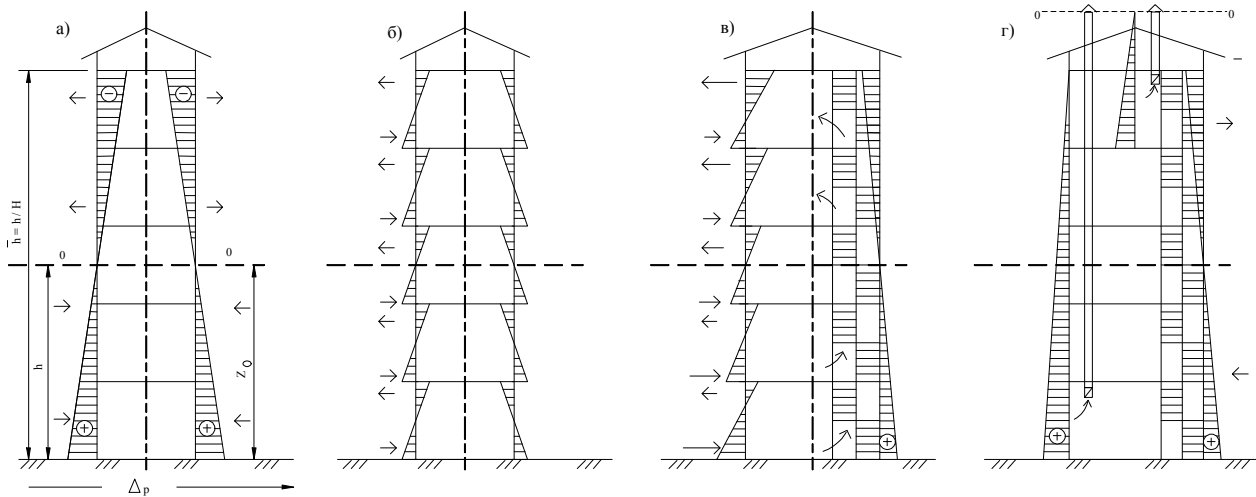


Рис. 1. Розподілення перепаду термічних (гравітаційних) тисків у багатородинних житлових будинках: а – для випадку вільного перетікання повітряних потоків зверху на поверх (за відсутності вентиляційних каналів); б – для випадку абсолютно щільних міжповерхових перекриттів (за відсутності вентиляційних каналів); в – для випадку можливого перетікання повітряних потоків між поверхами через нещільні входні двері помешкань і сходову клітку, абсолютно щільних міжповерхових перекриттів і відсутності вентиляційних каналів; г – те саме, за наявності внутрішньостінових каналів витікальної вентиляції і абсолютно щільних входних до помешкань дверей та міжповерхових перекриттів

Вітер є другим визначальним чинником, який впливає на повітрообмін помешкань. Порівняно з термічним напором механізм впливу вітру на будинки досліджений ще не повністю. У випадку дії вітру розподілення надлишкових тисків, які спричиняють перетікання повітря через приміщення, підпорядковані суттєвим змінам. Розподілення надлишкових тисків в межових (приграничних) зонах поверхонь огорожень будинку виникає завдяки вдарянню вітру об будинок і зміні при цьому значної частки його швидкісних (динамічних) тисків у статичні тиски, що спричиняє посилення або послаблення повітрообміну приміщень. У навітряних межових зонах будинку виникають додатні статичні тиски, а в підвітряних зонах – розрідження. У випадку домінування в межових зонах додатного надлишкового тиску зовнішнє повітря притікає через нещільності огорожень будинку до приміщень, тобто відбувається їх інфільтраційна вентиляція, а в приміщеннях виникає незначний додатний тиск або невелике розрідження, завдяки чому повітря буде перетікати з приміщення назовні (наприклад, через вентиляційні канали, розрідження в зоні розміщення верхівки яких є більшими). При природній вентиляції масова витрата притікального до приміщення (помешкання) повітря завжди дорівнює масовій витраті витікального повітря. Схема розподілення надлишкових тисків в межових зонах огорожень поодинокого будинку, за дії на нього вітру, зображена на рис. 2.

Для будинків пластинчастої, або подібної, форми середній надлишковий тиск на поверхнях їх зовнішніх огорожень можна визначити за формулою

$$p_v = C \frac{\rho_{ex} v_h^2}{2} = 0,5 C \rho_{ex} v_h^2, \quad (2)$$

а середню різницю тисків для всього будинку, – за формулою

$$\Delta p_v = 0,5 \bar{\Delta C} \rho_{ex} v_0^2, \quad (3)$$

де \bar{C} – середня величина аеродинамічного коефіцієнта межових зон будинку; $\Delta C = C_n - C_p$ – різниця усереднених стандартних аеродинамічних коефіцієнтів межових зон навітряних (C_n) і підвітряних (C_p) огорожень будинку; ρ_{ex} – густина зовнішнього повітря кг/м³; v_h – середня швидкість вітру на відповідній висоті (на відповідному рівні поверхні будинку), м/с; v_0 – швидкість вітру, заміряна у районі метеостанції даного населеного пункту (нормативна швидкість), м/с.

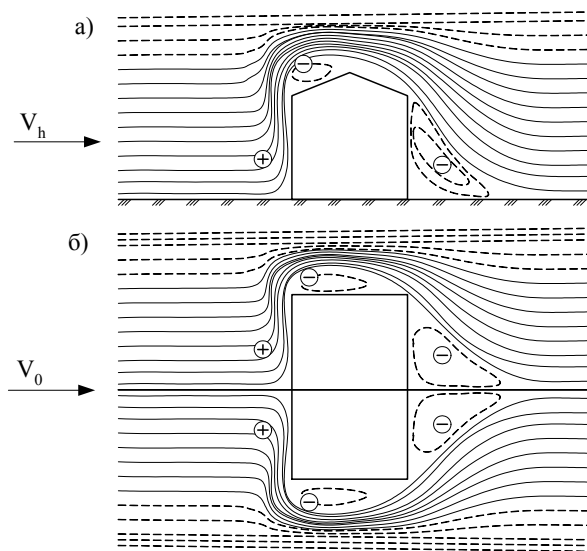


Рис. 2. Схеми розподілення надлишкових тисків і циркуляції повітряних потоків у межових зонах поодинокого будинку за дії вітру: а – в розрізі; б – в плані

Розподілення зовнішніх тисків, спричинених дією вітру, залежить від його швидкості і напрямку натікання на будинок, а отже, від усереднених аеродинамічних коефіцієнтів для відповідної форми і розмірів будинку. Напрямок і швидкість вітру є змінними величинами, а тому важко приймати визначальні величини для конкретних випадків. Перетворення кінетичної енергії вітру в надлишковий додатний статичний тиск чи розрідження залежить від аеродинамічних коефіцієнтів “С” або від різниці нормативних аеродинамічних коефіцієнтів “ ΔC ”, величини яких встановлюються при дослідженнях обтікання моделей будинків повітряними потоками в аеродинамічній трубі.

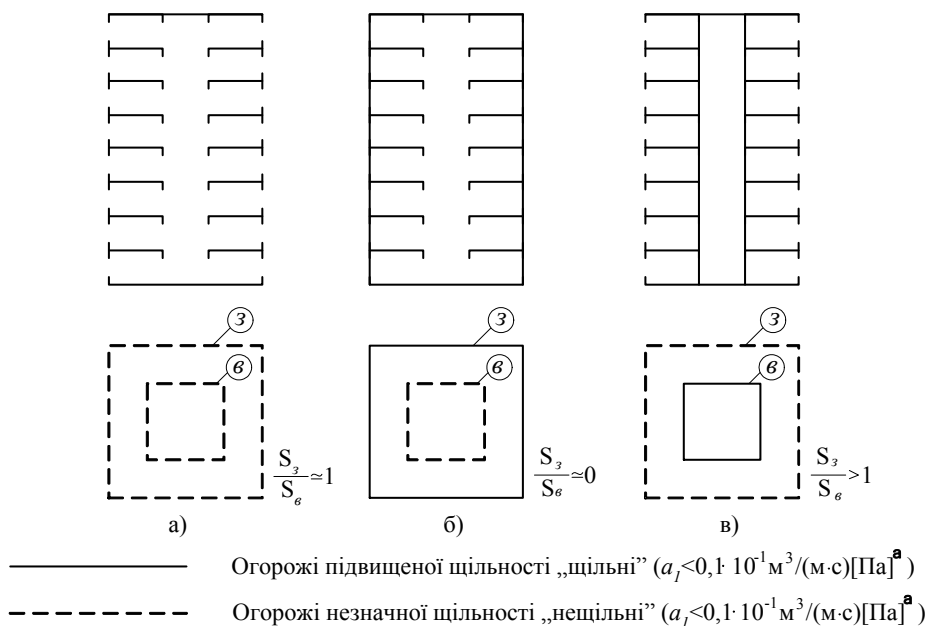


Рис. 3. Основні характерні типи багатородинних житлових будинків з погляду щільності їх внутрішніх і зовнішніх будівельних огорожень:

а – з “нещільними” зовнішніми і внутрішніми огороженнями;

б – з “нещільними” внутрішніми і “щільними” зовнішніми огороженнями;

в – з “нещільними” зовнішніми і “щільними” внутрішніми огороженнями;

S_z, S_g – щільність, відповідно, зовнішніх і внутрішніх огорожень будинку, $\text{м}^3/\text{год} [1 \text{ Па}]$;

————— огороження “щільні” $a_1 < 0,1 \times 10^{-1} \text{ м}^3 / (\text{м} \cdot \text{с}) [\text{Па}]^{\alpha}$;

----- огороження “нещільні” $a_1 > 0,1 \times 10^{-1} \text{ м}^3 / (\text{м} \cdot \text{с}) [\text{Па}]^{\alpha}$

Архітектурно-конструктивні особливості будинку, внутрішнє розпланування приміщень, а також щільність будівельних огорожень є також визначальними чинниками, які впливають на повітрообмін. Для одночасного оцінювання повітрообміну і теплових потреб будинку, доцільно застосувати геометричний показник “D”, який характеризує відношення сумарних поверхонь зовнішніх огорожень теплового контуру будинку “A_t” до об’єму цього контуру “V_t”, тобто

$$D = A_t / V_t, \text{ м}^{-1} \quad (4)$$

Величина цього показника є характеристичною для відповідних видів (форм) будинків. Наприклад, для однородинних будинків вона перевищує 0,9 м⁻¹, а для високих багатородинних будинків з приблизно квадратними в плані розмірами менша 0,2 м⁻¹. У випадку багатородинних будинків, з D < 0,6 м⁻¹, точне визначення величини цього показника є практично неможливим з причини того, що в них існують взаємно пов’язані або розділені об’єми помешкань і комунікаційні об’єми. Ця проблема пов’язана з нещільністю вхідних до помешкань дверей або дверей, які відділяють сходові клітки від коридорів. З цієї причини всю різноманітність багатородинних житлових будинків доцільно звести до трьох основних типів, які схематично зображені на рис. 3. Найпоширеніші в житловому будівництві об’єкти типу “а”. Найбільшою нещільністю зовнішніх огорожень будинків характеризуються вікна і стіни поруватих (шпаристих) будівельних матеріалів. У випадку поруватих матеріалів (термоізоляція), тепле повітря, що ексфільтрує з приміщень будинку назовні, може корисно змінити теплозахисні властивості цих матеріалів, підвищивши позитивні якості теплозахисту будинку. У віконних конструкціях повітря, перетікаючи через т. зв. щілинні отвори, спричиняє повітрообмін приміщень помешкань в межах від 70 до понад 80 % від загального повітрообміну, спричиненого перепадом термічних тисків, що ілюструє рис. 4. Повітрообмін через щілинні отвори будівельного огороження характеризується залежністю

$$\dot{L} = S \Delta p^\alpha, \text{ м}^3/\text{год} \quad (5)$$

де S – “щільність” конструкції, м³/год [1 Па]; Δ p – різниця тисків по обидві сторони щілинного отвору, Па; α – показник степеня, який залежить від особливостей перетікання повітря через щілинний отвір, 0,5 < α < 1, а рекомендована його величина у вітчизняній інженерній практиці α = 0,67 [6].

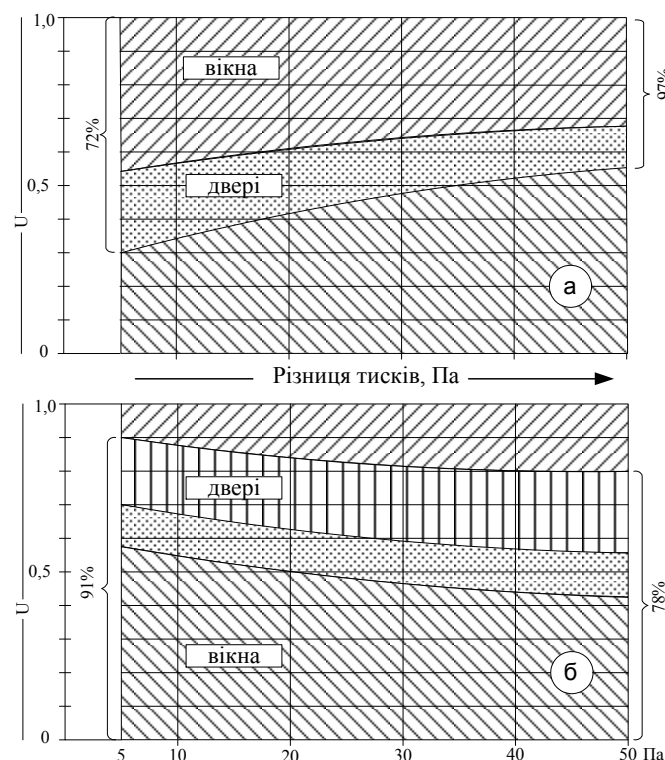


Рис. 4. Залежність частки повітрообміну через наскрізні щілинні отвори вікон і дверей U однородинних (а) і багатородинних житлових будинків (б) в їх загальному повітрообміні, спричиненому перепадом термічних тисків

Під щільністю будівельної конструкції, наприклад вікна, розуміється витрата повітря через його наскрізні щілинні отвори одиничної довжини (наприклад 1 м) за одиничної різниці тисків 1 Па (або іншої нормативної різниці тисків, наприклад 1 даПа), тобто

$$S = a_1 \Sigma l, \text{ м}^3/\text{год} \quad (6)$$

де a_1 – показник повітропроникності щілинного отвору одиничної довжини за одиничної різниці тисків, наприклад $\text{м}^3/(\text{м} \cdot \text{год} \cdot [1 \text{ Па}])$; Σl – сумарна довжина наскрізних щілинних отворів уздовж віконних фрагментів, що відкриваються (притворів), м.

Таблиця 1

Нормативні показники повітропроникності по довжині щілинних отворів a_l (або площі a_f) вікон і балконних дверей

Країна і номер норми	Опис будинків	Нормативні величини показника повітропроникнення, a_l (або площі a_f)	Одинична повітропроникність за $\Delta p=1 \text{ Па}$ (при $a_f=0,66$)
Фінляндія SFS 3304	Будинки класу 1 (макс) Будинки класу 2 (мін) Будинки класу 2 (макс) Будинки класу 3 (макс)	0,50 $\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$ для 50 Па 0,50 $\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$ для 50 Па 2,50 $\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$ для 50 Па 2,50 $\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ для 50 Па	0,011 $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ 0,011 $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ 0,053 $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ 0,053 $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$
Франція NF P20 302	Категорії буд.-) A1 -''- A2 -''- A3	20-60 $\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$; 100 Па 7-20 $\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$; 100 Па < 7 $\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$ для 100 Па	0,266-0,798 $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ 0,093-0,266 $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ < 0,093 $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$
Голландія NEN 3661	Село: Н < 15 м -''- 15-40 м -''- 40-100 м Міста: Н < 15 м -''- 15-40 м -''- 40-100 м	2,50 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$ для 75 Па 2,50 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$ для 150 Па 2,50 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$ для 300 Па 2,50 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$ для 300 Па 2,50 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$ для 300 Па 2,50 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$ для 400 Па	0,145 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$ 0,092 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$ 0,058 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$ 0,058 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$ 0,058 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$ 0,044 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$
Канада CAN 3-A440-M84	A1 – низькі будинки A2 – середні будинки A3 – високі будинки Сильні вітри (макс) Сильні вітри (мін)	2,79 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{год}$ для 75 Па 1,65 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{год}$ для 75 Па 0,25 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{год}$ для 75 Па 8,35 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{год}$ для 75 Па 5,00 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{год}$ для 75 Па	0,045 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$ 0,027 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$ 0,004 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$ 0,134 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$ 0,080 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$
ФРН DIN 18055	A-N < 8 м B-D - > 8 м	6,00 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{год}$ для 50 Па 3,00 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{год}$ для 50 Па	0,126 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$ 0,063 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$
Нова Зеландія NZS N4211:1987	Щільні будинки Будинки сер. щільності Будинки низ. щільності Будинки нещільні	0,6-2,0 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$; 150 Па 4,0-8,0 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$; 150 Па 8,0-17 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$; 150 Па > 17,0 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$; 150 Па	0,022-0,073 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$ 0,073-0,147 $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ 0,147-0,293 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$ 0,293-0,623 $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$
Польща PN-EN ISO6946:1998	Всі будинки	0,5-1,0 $\text{м}^3/\text{м} \cdot \text{год}$; 10 Па	0,03-0,06 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$
Англія BS 6375: Частина 1/1989	Простір відкритий, вітер; Зовн. тиск < 1600 Па -''- > 1600 Па Простір забудований, вітер; Зовн. тиск < 1600 Па -''- > 1600 Па Висока щільність, простір забудований Висока щільність, простір відкритий	6,34 $\text{м}^3/\text{м} \cdot \text{год}$ для 50 Па 4,84 $\text{м}^3/\text{м} \cdot \text{год}$ для 50 Па 1,00 $\text{м}^3/\text{м} \cdot \text{год}$ для 200 Па 1,00 $\text{м}^3/\text{м} \cdot \text{год}$ для 300 Па 1,00 $\text{м}^3/\text{м} \cdot \text{год}$ для 600 Па 6,60 $\text{м}^3/\text{м} \cdot \text{год}$ для 600 Па	0,133 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$ 0,102 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$ 0,008 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$ 0,006 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$ 0,004 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$ 0,02 $\text{дм}^3/\text{м} \cdot \text{с}$
Україна, проєкт ДБН В.2.6.Х-2004	Всі будинки, за винятком промислових	До 6 $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$; 10 Па	Не нормується

Наприклад, згідно з нормою [1] величина показника повітропроникності через щілинні отвори вікон і балконних дверей в житловому будівництві повинна бути в межах $0,5-1,0 \text{ м}^3/(\text{м} \cdot \text{год} [100 \text{ Па}])$, незалежно від температурної зони, величини і форми будинку.

Згідно з проектом ДБН В.2.6.Х-2004 “Будівельна теплотехніка” [2] допускна повітропроникність віконних конструкцій більшості будинків (за винятком промислових) до $6,0 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ за різниці тисків 10 Па (згідно з ДСТУ В.2.6.-18-2000).

Необхідно зазначити, що визначати практично величину показника повітропроникності щілинного отвору одиничної довжини зручніше і економніше ніж повітропроникність віконних конструкцій загалом і відносити її до 1 м^2 поверхні, як це рекомендовано ДСТУ В.2.6.-18-2000 і проектом ДБН В.2.6.Х-2004.

Нормативні величини показника повітропроникності по довжині щілинних отворів a_1 (або площі a_f) вікон і балконних дверей деяких світових держав вказані в табл.1.

Експериментальними дослідженнями, що виконані в лабораторії “Аеродинаміка і вентиляція” НУ “Львівська політехніка” встановлено, що традиційні “нешільні” вікна, що виготовлені із невисушеної деревини низької якості, характеризуються величиною $a_1 = 2,0-3,5 \text{ м}^3/(\text{м} \cdot \text{год} [100 \text{ Па}])$; встановлена також залежність показника степеня α як від різниці тисків Δp , так і від величини a_1 . Визначена величина $\alpha \cong 0,67$ відповідає $a_1 = 2,0-3,0 \text{ м}^3/(\text{м} \cdot \text{год} [100 \text{ Па}])$ і збігається з рекомендованою нормативною величиною [6]. Сучасні ущільнені віконні конструкції характеризуються величиною $a_1 < 0,1 \text{ м}^3/(\text{м} \cdot \text{год} [100 \text{ Па}])$ (див. табл. 1).

Повітрообмін окремих приміщень помешкань. Нормативний повітрообмін окремих приміщень помешкань в різних державах дещо відмінний. Наприклад, згідно з нормою [3] повітрообмін окремих приміщень помешкань:

- $70 \text{ м}^3/\text{год}$ для кухні із зовнішнім вікном і побутовою газовою плитою;
- $30 \text{ м}^3/\text{год}$ для кухні із зовнішнім вікном і побутовою електроплитою, при проживанні в помешканні до 3-х осіб; $50 \text{ м}^3/\text{год}$ при проживанні в помешканні більше 3-х осіб, причому рекомендується застосування СВ, яка уможливило збільшення витрати витікального повітря до $120 \text{ м}^3/\text{год}$ в часі приготування страв;
- $50 \text{ м}^3/\text{год}$ для ванних кімнат в т.ч. і суміщених з санвузлом;
- $30 \text{ м}^3/\text{год}$ для окремого санвузла;
- $15 \text{ м}^3/\text{год}$ для допоміжного безвіконного приміщення.

У випадку механічних систем вентиляції (СВ) повітрообмін в нічну пору (з 22 год до 6 год) може бути знижений до $20 \text{ м}^3/(\text{год} \cdot 1 \text{ особу})$. Згідно з нормою [4] повітрообмін в житлових кімнатах необхідно передбачати 1 год^{-1} . За звичайного ущільнення вікон і балконних дверей виникає повітрообмін величиною приблизно $0,5 \text{ год}^{-1}$ (що відповідає т.зв. абсолютно мінімальному повітрообміну, див. табл. 2); за особливо щільних конструкцій повітрообмін навіть менший $0,005 \text{ год}^{-1}$).

Згідно з СНиП 2.08.01-89 [5] нормативний повітрообмін окремих приміщень помешкань такий:

- житлові кімнати $3 \text{ м}^3/(\text{год} \cdot 1 \text{ м}^2 \text{ підлоги кімнати})$;
- не менше $90 \text{ м}^3/\text{год}$ для 4-ри пальникових газових плит і $60 \text{ м}^3/\text{год}$ – для електроплит;
- для ванної кімнати – $25 \text{ м}^3/\text{год}$;
- для суміщеного санвузла – $50 \text{ м}^3/\text{год}$;
- для окремого санвузла – $25 \text{ м}^3/\text{год}$.

Експериментальні дані та результати опитувань мешканців вказують на недостатній повітрообмін житлових будинків з ущільненими вікнами.

За теперішнього рівня розвитку вентиляційної техніки і розбіжностей щодо повітрообміну приміщень, найчастіше застосовуються дані, які пов’язують повітрообмін із щільністю зовнішніх огорожень (насамперед вікон), прикладом чого є табл. 2, в якій зіставлені обов’язкові вимоги нормативних документів окремих країн щодо повітрообміну житлових будинків.

Вимоги щодо повітрообміну житлових будинків

Тип і розміщення будинку	Норма Швеції SS 021551	Норма Норвегії NS 8200	Норма Англії BSER, 1989	Норма США ASHRAE Handbook Fundamentals, 1985
Будинки окремі або рядні одnorodинні	3,0 год ⁻¹	4,0 год ⁻¹	Менше 10 год ⁻¹ для щільних будинків; більше 20 год ⁻¹ – для будинків нещільних; 10-20 год ⁻¹ – для більшості будинків	6–10 год ⁻¹
Інші одnorodинні будинки до 2-х поверхів	2,0 год ⁻¹	3,0 год ⁻¹	–	–
Багатородинні на 3 і більше поверхів	1,0 год ⁻¹	1,5 год ⁻¹	–	–

Проведені нами дослідження повітрообміну помешкань новозбудованих будинків за тисковим ($\Delta p = 50$ Па) методом дозволяють стверджувати, що їхній повітрообмін не перевищує $0,2$ год⁻¹, що менше нормативних вимог США і Англії для будинків з ущільненими огороженнями ($0,5$ год⁻¹).

Отже можемо констатувати, що забезпечення нормативного повітрообміну помешкання можливе за умови підтримання в окремих його приміщеннях (кухнях, санвузлах тощо) відповідного розрідження (завдяки, переважно, дії вентиляторів витікальних СВ або природних сил і забезпечення організованого і регульованого притікання зовнішнього повітря переважно в житлові приміщення).

Висновки

1. Визначальними чинниками процесів природного повітрообміну помешкань і окремих приміщень багатородинних житлових будинків є термічний напір; дія вітру; архітектурно-конструкційні особливості будинку і внутрішнє розпланування приміщень; щільність зовнішніх і внутрішніх будівельних огорожень.

2. Практичнішим і економічнішим є визначення величини показника повітропроникності наскрізних щільних отворів одиничної довжини a_l вікон і дверей, на відміну від такого показника для одиночної поверхні конструкції a_f .

3. Експериментально встановлено, що традиційні “нешільні” вікна, які виготовлені із невисушеної деревини низької якості характеризуються показником повітропроникності $a_l = 2,0\text{--}3,5$ м³/(м год [100Па]).

4. Для одночасного оцінювання теплових потреб і повітрообміну будинку доцільно застосувати геометричний показник, який характеризує відношення сумарних поверхонь зовнішніх огорожень теплового контуру будинку до об’єму цього контуру: в одnorodинних будинках його величина перевищує $0,9$ м⁻¹; у високих багатородинних будинках з приблизно квадратними в плані розмірами – менша $0,2$ м⁻¹.

1. PN – 91/B-02020. *Ochrona cieplna budynku. Wymagania I obliczenia.* – Warszawa: Polski Komitet Normalizacyjny, 1991. – 22 s. 2. Проект ДБН В.2.6.Х-2004. *Будівельна теплотехніка. Видання офіційне. Держбуд України.* – К.: 2004. – 48 с. 3. PN – 83/B-03430. *Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i uzytecznosci publicznej. Wymagania.* – Warszawa: Polski Komitet Normalizacyjny, 1983. – 17 s. 4. PN – 94/B-03406. 5. СНиП 2.08.01-89. *Жилье здания/ Госстрой СССР.* – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 16 с. 6. СНиП II-3-79**. *Строительная теплотехника / Госстрой СССР.* – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 32 с.