**ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПАСПОРТ БУДИНКУ**

***1. Розрахунок теплотехнічних та енергетичних параметрів енергетичного паспорту житлового будинку, що проектується***

Об’єкт – житловий будинок на ділянці № 4 житлового кварталу по вул. Чуднівська 110 у м. Житомир. Будинок односекційний, має 22 поверхи. Загальна кількість квартир – 132. Загальна висота будинку 70,27 м, висота підвалу 3,84 м. У будинку передбачено одну сходову клітку та три підйомні ліфти. План типового поверху наведено на рис. 8.1.



***Рис. 8.1. План типового поверху будинку***

1. Розрахункові параметри.

Згідно з ДБН В.2.6-31 для житлових будинків розрахункова температура внутрішнього повітря tв=20 оС, розрахункова температура зовнішнього повітря для умов м. Житомира –
tз= -22 оС. Розрахункова температура техпідпілля tц= 5 оС. Кількість градусо-діб опалювального періоду для І температурної зони – Dd = 3750 оС·діб. Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27 тривалість опалювального періоду для м. Житомира складає zоп=176 діб, середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період tопз=-0,1 оС.

2. Функціональне призначення, тип і конструктивні рішення будинку.

Окремо розташований житловий будинок, збудований за індивідуальним проектом. Конструктивна схема будинку – монолітний залізобетонний каркас із монолітними перекриттями та монолітною фундаментною плитою. Зовнішні стіни будинку виконанні з цегли товщиною 250 мм із зовнішнім утепленням мінераловатним утеплювачем завтовшки 120 мм, ззовні закритим штукатуркою.

Горище – холодне, перекриття холодного горища – залізобетонні плити завтовшки
160 мм із мінераловатним утеплювачем завтовшки 150 мм та цементно-піщаною стяжкою по теплоізоляційних плитах.

Техпідпілля з розводкою трубопроводів.

Світлопрозорі конструкції (вікна, балконні двері) виконані з ПВХ-профілів із заповненням двокамерними склопакетами.

У будинку передбачено водяне опалення, гаряче водопостачання, підключення до системи централізованого теплопостачання. Система опалення двотрубна з поквартирним авторегулюванням.

3. Геометричні показники

Площі зовнішніх огороджувальних конструкцій, опалювана площа, площа житлових приміщень та кухонь, опалюваний об’єм, а також форма, тип та орієнтація будівлі, необхідні для розрахунку енергетичного паспорта, визначається на основі проектних даних.

Основні об’ємно-планувальні показники:

• Опалювана площа будівлі – Fh=11282,5 м2, визначається як площа поверхів, яка вимірюється у межах внутрішніх поверхонь зовнішніх стін, що включає площу, яку займають перегородки і внутрішні стіни. В опалювану площу будівлі включається площа опалюваних сходових кліток та передліфтових приміщень. В опалювану площу будинку не включається площа підвалу (техпідпілля).

• Площа квартир житлового будинку – Fж=8180,5 м2, визначається як сума площ усіх приміщень квартир будинку за винятком лоджій, балконів та зовнішніх тамбурів.

• Опалюваний об’єм будівлі – Vh =31508,9 м3, визначається як об’єм, обмежений внутрішніми поверхнями зовнішніх огороджувальних конструкцій.

• Загальна площа зовнішніх непрозорих стінових огороджувальних конструкцій – Fнп=6107,7 м2.

• Загальна площа зовнішніх світлопрозорих огороджувальних конструкцій –
Fсп.в=1036,2 м2.

• Загальна площа вхідних дверей – Fд=2,5 м2.

• Загальна площа перекриття холодного горища – Fпк.хг=525,8 м2.

• Загальна площа перекриття над техпідпіллям – Fц1=525,8 м2.

• Загальна площа зовнішніх огороджувальних конструкцій – F=8198 м2.

4. Теплотехнічні показники

Теплотехнічні показники огороджувальних конструкцій визначаються за даними проекту відповідно ДБН В.2.6-31.

В якості розрахункових значень було прийнято мінімально допустимі значення опору теплопередачі для кожного окремого виду огороджувальної конструкції.

Приведений опір теплопередачі зовнішніх непрозорих стінових огороджувальних конструкцій – Rпр.нп=4 (м2·К)/Вт.

Приведений опір теплопередачі перекриття холодного горища – Rпр.хг= 4,95 (м2·К)/Вт.

Приведений опір теплопередачі перекриття над техпідпіллям визначається на основі розрахунку огороджувальних конструкцій техпідпілля, Rпр.ц1=1,34 (м2·К)/Вт.

Приведений опір теплопередачі зовнішніх світлопрозорих огороджувальних конструкцій – Rпр.сп.в= 0,75 м2·К/Вт.

Приведений опір теплопередачі вхідних дверей у будинок – Rпр.д = 0,44 (м2·К)/Вт.

Приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку kпр, Вт/(м2·К), визначається за формулою:

$$k\_{\sum\_{}^{}пр}=ξ\frac{(\frac{F\_{нп}}{R\_{Σпр.нп}}+\frac{F\_{сп}}{R\_{Σпр.спв}}+\frac{F\_{д}}{R\_{Σпр.д}}+\frac{F\_{пк}}{R\_{Σпр.пк}}+\frac{F\_{ц}∙n}{R\_{Σпр.ц}})}{F\_{Σ}}$$

де ξ – коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати, пов’язані з орієнтацією огороджень за сторонами світу, наявністю кутових приміщень, надходженням холодного повітря через входи в будинок; для житлових будинків ξ = 1,13;

n – коефіцієнт, що визначається за формулою для прийнятої розрахункової температури повітря техпідпілля:

$$n=\frac{t\_{в}-t\_{ц}}{t\_{в}-t\_{3}}=\frac{20-5}{20-(-22)}=0,375$$

$$k\_{\sum\_{}^{}пр}=1,13\frac{(\frac{6107}{4}+\frac{1036,2}{0,75}+\frac{2,5}{0,44}+\frac{525,8}{4,95}+\frac{528,8∙0,357}{1,34})}{8198}=0,48 \frac{Вт}{м^{2}∙К}$$

Умовний коефіцієнт теплопередачі будинку, що враховує тепловтрати за рахунок інфільтрації й вентиляції kінф , Вт/(м2·К), визначається за формулою:

$$k\_{інф}=\frac{χ\_{2}∙c∙n\_{об}∙υ\_{v}∙V\_{h}∙γ\_{з}∙η}{F\_{Σ}}$$

де χ2=0,278 – розмірний коефіцієнт;

c – питома теплоємність повітря, приймається рівною 1 кДж/(кг·К);

υv – коефіцієнт зниження об’єму повітря в будинку, який враховує наявність внутрішніх огороджувальних конструкцій, приймається υv=0,85;

γз – середня густина повітря, що надходить до приміщення за рахунок інфільтрації, кг/м3, визначається за формулою:

$$γ\_{з}=\frac{353}{(273+0,5\left(t\_{в}+t\_{оп.з}\right))}=\frac{353}{(273+0,5\left(20-0,1\right))}1,25 \frac{кг}{м^{3}}$$

nоб – середня кратність повітрообміну будинку за опалювальний період, год-1, визначається за формулою:

$$n\_{об}=\frac{3∙F\_{ж}}{υ\_{v}∙V\_{h}}=\frac{3∙8180,5}{0,85∙31508,9}=0,916$$

η – коефіцієнт впливу зустрічного теплового потоку в огороджувальних конструкціях; приймається за найбільшим значенням, єдиним для всього будинку і становить η = 0,7.

$$k\_{інф}=\frac{0,287∙1∙0,916∙0,85∙31508,9∙1,25∙0,7}{8198}=0,728м\frac{Вт}{м^{2}∙К}$$

Загальний коефіцієнт теплопередачі будинку Кбуд , Вт/(м2·К), визначається за формулою:

Кбуд=kпр+kінф=0,48+0,728=1,208 Вт/(м2·К)

5. Об’ємно-планувальні характеристики.

Коефіцієнт скління фасадів будинку *mск* визначається за формулою:

$$m\_{ск}=\frac{F\_{сп.в}}{F\_{нп}+F\_{д}+F\_{сп.в}}=\frac{1036,2}{6107,7+2,5+1036,2}=0,145$$

Показник компактності будинку Λк.буд , м-1, визначається за формулою:

$$Λ\_{к.буд}=\frac{F\_{Σ}}{V\_{h}}=\frac{8198}{31508,9}=0,26 м^{-1}$$

6. Енергетичні показники

Розрахункові витрати теплової енергії на опалення будинку протягом опалювального періоду Qрік, кВт·год, визначаються за формулою:

$$Q\_{рік}=(Q\_{k}-\left(Q\_{вн.п}+Q\_{s}\right)∙ν∙ζ)∙β\_{h}$$

де Qk – загальні тепловтрати будинку через огороджувальну оболонку, кВт·год;

Qвн.п – побутові теплонадходження протягом опалювального періоду, кВт·год;

Qs – теплові надходження через вікна від сонячної радіації протягом опалювального періоду, кВт·год;

ν – коефіцієнт, що враховує здатність огороджувальних конструкцій будинків акумулювати або віддавати тепло під час періодичного теплового режиму; для будинку, що розглядається, ν = 0,8;

ζ – коефіцієнт авторегулювання подачі тепла в системах опалення; в будинку використовується двотрубна система опалення з поквартирним регулюванням; ζ= 0,95;

*βh*– коефіцієнт, що враховує додаткове теплоспоживання системи опалення, пов’язане з дискретністю номінального теплового потоку номенклатурного ряду опалювальних приладів додатковими тепловтратами через радіаторні ділянки огороджень, тепловтратами трубопроводів, що проходять через неопалювані приміщення: для будинку баштового типу
βh = 1,11.

Загальні тепловтрати будинку через огороджувальну оболонку за опалювальний період визначаються за формулою:

Qk=χ1·Кбуд·Dd·FΣ = 0,024·1,208·3750·8198 = 0,891·106 кВт·год

Побутові теплонадходження протягом опалювального періоду визначаються за формулою:

Qвн.п = χ1·qвн.п·zоп·Fж ,

де qвн.п – величина побутових теплонадходжень на 1 м2 житлової площі будівлі; для житлових будинків qвн.п=10 Вт/м2.

Qвн. п = 0,024·10·176·8180,5=3,455·105 кВт·год

Теплові надходження через вікна від сонячної радіації протягом опалювального періоду для чотирьох фасадів будинків, орієнтованих за чотирма сторонами світу, визначаються за формулою:

Qs= ζв εв (FПн IПн+FС IС+FПд IПд+FЗ IЗ)+ζзл εзл Fсп.л Iг ,

де ζв, ζзл – коефіцієнти, що враховують затінення світлового прорізу відповідно вікон і зенітних ліхтарів непрозорими елементами заповнення, приймаються згідно з табл. 1;

εв, εзл – коефіцієнти відносного проникання сонячної радіації відповідно для світлопрозорих заповнень вікон і зенітних ліхтарів, що приймаються за паспортними даними відповідних світлопрозорих конструкцій або згідно табл. 1 ДСТУ-Н Б А. 2.2-5:2007;

FПн, FС, FПд, FЗ – площа світлових прорізів фасадів будинку, відповідно орієнтованих за чотирма напрямками світу, за проектом:

FПн=256,1 м2; FС=FЗ=220,1 м2; FПд=339,9 м2;

Fсп.л – площа світлових прорізів зенітних ліхтарів будинку, м2;

IПн, IС, IПд, IЗ – середня величина сонячної радіації за опалювальний період, яка спрямована на вертикальну поверхню за умов хмарності, відповідно орієнтована за чотирма фасадами будинку, кВт·год/м2, приймається згідно з табл. 2 ДСТУ-Н Б А. 2.2-5:2007; для умов м. Житомир:

IПн=140 кВт·год/м2; IС=204 кВт·год/м2; IЗ=209 кВт·год/м2; IПд=332кВт·год/м2;

Iг – середня величина сонячної радіації за опалювальний період, спрямована на горизонтальну поверхню за умов хмарності, кВт·год/м2, приймається згідно табл. 2 ДСТУ-Н Б А. 2.2-5:2007.

Враховуючи, що на горищі відсутні світлові прорізи, то Fсп.л=0 м2. Формула у даному випадку може бути представлена у вигляді:

Qs=ζв εв (FПн IПн+FС IС+FПд IПд+FЗ IЗ)

Для двокамерних склопакетів з 4і скла в одинарних плетіннях: ζв=0,8, εв=0,48.

Отже Qs = 0,8·0,48·(256,1·140+220,1·204+339,9·332+220,1·209) =9,2·104 кВт·год.

Враховуючи значення складових тепловтрат і теплонадходжень у будинок, визначається Qрік за формулою:

Qрік=(0,891·106–(3,455·105+9,2·104)·0,8·0,95)·1,11 = 6,199·105 кВт·год

Розрахункове значення питомих тепловитрат на опалення будинку за опалювальний період qбуд, кВт год/м2, визначається за формулою:

$$q\_{буд}=\frac{Q\_{рік}}{V}=\frac{6,199∙10^{5}}{112825}=5,495 \frac{кВт∙год}{м^{2}}$$

***2. Визначення класу енергетичної ефективності будинку***

Клас енергетичної ефективності будівлі розраховується за загальним показником питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні ЕРuse згідно з формулою (51) та таблицею 1 Методики визначення енергетичної ефективності будівель:

$$Δ\_{ЕР}=\frac{ЕР\_{use}-ЕР\_{р}}{ЕР\_{р}}∙100 , \%$$

де ЕРр – гранично допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку за опалювальний період, кВт·год/м2, що встановлюється згідно зі Зміною №1 ДБН В.2.6-31 залежно від призначення будинку, його поверховості та температурної зони експлуатації; для даного будинку Еmax=43 кВт·год/м2.

$$Δ\_{ЕР}=\frac{5,495-43}{43}∙100=-87 \%$$

Згідно з ДБН В.2.6-31 даний будинок відноситься до класу енергетичної ефективності «А». Для даного будинку допускається зниження рівня теплозахисту зовнішніх огороджувальних конструкцій до оптимального відповідно до 3.3 ДБН В.2.6-31.

**ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПАСПОРТ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ (приклад)**

*Загальна інформація*

|  |  |
| --- | --- |
| Дата заповнення (рік, місяць, число) |  |
| Адреса будинку |  |
| Розробник проекту |  |
| Адреса і телефон розробника |  |
| Шифр проекту будинку |  |
| Рік будівництва |  |

*Розрахункові параметри*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Найменування розрахункових параметрів** | **Позначення** | **Одиниця вимірювання** | **Величина** |
| Розрахункова температура внутрішнього повітря  | tв | °С | 20 |
| Розрахункова температура зовнішнього повітря | tз | °С | -22 |
| Розрахункова температура теплого горища | tвг | °С | - |
| Розрахункова температура техпідпілля | tц | °С | 5 |
| Тривалість опалювального періоду | zоп  | доба | 176 |
| Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період | tоп.з | °С | -0,1 |
| Розрахункова кількість градусо-діб опалювального періоду  | Dd | °С доба | 3750 |

*Функціональне призначення, тип і конструктивне рішення будинку*

|  |  |
| --- | --- |
| Призначення  | Житловий |
| Розміщення в забудові | Окремо розташований |
| Типовий проект,індивідуальний | Індивідуальний проект 22-поверхового односекційного житлового будинку на 132 квартири |
| Конструктивне рішення | Монолітний залізобетонний каркас |

*Геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Показник** | **Позначення і розмірність** | **Нормативне значення** | **Розрахункове (проектне) значення** | **Фактичне значення** |
| *Геометричні показники* |
| Загальна площа зовнішніх огороджувальних конструкцій будинку: | FS, м2 | — | 8198 |  |
| У тому числі: |  |  |  |  |
| стін | Fнп, м2 | — | 6107,7 |  |
| вікон і балконних дверей | Fсп.в, м2 | — | 1036,2 |  |
| вітражів | Fсп.вт, м2 | — | — |  |
| ліхтарів | Fсп.л, м2 | — | — |  |
| вхідних дверей та воріт | Fд, м2 | — | 2,5 |  |
| покриттів (суміщених) | Fпк, м2 | — | — |  |
| горищних перекриттів (холодного горища) | Fпк.хг, м2 | — | 525,8 |  |
| перекриттів теплих горищ | Fпк.тг, м2 | — | — |  |
| перекриттів над техпідпіллями | Fц1, м2 | — | 525,8 |  |
| перекриттів над неопалюваними підвалами і підпіллями | Fц2, м2 | — | — |  |
| перекриттів над проїздами і під еркерами | Fц3, м2 | — | — |  |
| підлоги по ґрунту | Fц, м2 | — | — |  |
| Площа опалюваних приміщень | Fh, м2 | — | 11282,5 |  |
| Корисна площа (для громадських будинків) | Fhк, м2 | — | — |  |
| Площа квартир житлового будинку | Fhж, м2 | — | 8180,5 |  |
| Розрахункова площа (для громадських будинків) | Fhр, м2 | — | — |  |
| Опалюваний об’єм | Vh, м3 | — | 31508,9 |  |
| Коефіцієнт скління фасадів будинку | mск | — | 0,145 |  |
| Показник компактності будинку | Λк.буд, м-1 | — | 0,26 |  |
| *Теплотехнічні показники* |
| Приведений опір теплопередачі зовнішніх огороджень: | RSпр, м2 год К/Вт |  |  |  |
| стін | RSпр.нп | 4 | 4 |  |
| вікон і балконних дверей | RSпр.сп.в | 0,9 | 0,9 |  |
| вітражів | RSпр.сп.вт | — | — |  |
| ліхтарів | RSпр.сп.л | — | — |  |
| вхідних дверей, воріт | RSпр.д | 0,7 | 0,7 |  |
| покриттів (суміщених) | RSпр.пк | — | — |  |
| горищних перекриттів (холодних горищ) | RSпр.хг | 6 | 6 |  |
| перекриттів теплих горищ (включаючи покриття) | RSпр.тг | — | — |  |
| перекриттів над техпідпіллями | RSпр.ц1 | — | — |  |
| перекриттів над неопалюваними підвалами або підпіллями | RSпр.ц2 | — | — |  |
| перекриттів над проїздами й під еркерами | RSпр.ц3 | — | — |  |
| підлоги по грунту | RSпр.ц | — | — |  |
| *Енергетичні показники* |
| Розрахункові питомі тепловитрати | qбуд,кВт год/м2 |  | 5,46 |  |
| Граничне значення питомих тепловитрат на опалення будинку | Emах,кВт год/м2 |  | 43 |  |
| Клас енергетичної ефективності |  |  | А |  |
| Термін ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки та її елементів |  |  | 25 |  |
| Відповідність проекту будинку нормативним вимогам |  |  | Так |  |
| Необхідність доопрацювання проекту будинку |  |  | Ні  |  |

*Висновки за результатами оцінки енергетичних параметрів будинку*

|  |
| --- |
| **Вказівки щодо підвищення енергетичної ефективності будинку** |
| Проект відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 щодо теплотехнічних показників огороджувальних конструкцій будинку і порядку їх розрахунків, що забезпечує:- раціональне використання енергетичних ресурсів на обігрів приміщень будинку;- нормативні показники санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату приміщень;- довговічність огороджувальних конструкцій під час експлуатації будинку. |

|  |
| --- |
| Паспорт заповнений: |
| Організація |  |
| Адреса и телефон |  |
| Відповідальний виконавець |  |

**Завдання.** Для будинку, в якому Ви проживаєте визначте його клас енергетичної ефективності та сформуйте енергетичний паспорт.