

ТЕХНІЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОАУДИТ БУДИНКІВ І СПОРУД

О. М. Лівінський, В. А. Євтушенко

Розглянуті способи обстеження технічного стану будівельних конструкцій на виявлення тримальної здатності і експлуатаційних якостей конструкцій, ступеня їх фізичного зношування і причин, що обумовлюють їхній наявний стан.

Наведені способи одержання даних про енергоресурси споживання будинку для техніко-економічного обґрунтування оптимального варіанта реконструкції, що відповідає сучасним теплотехнічним вимогам.

Рассмотрены способы обследования технического состояния строительных конструкций на выявление несущей способности и эксплуатационных качеств конструкций, степени их физического износа и причин, обуславливающих их стан. Приведенные способы получения данных об энергоресурсах потребления дома для технико-экономического обоснования оптимального варианта реконструкции, отвечающей современным теплотехническим требованиям.

The methods of inspection of technical condition of building structures to identify the bearing capacity and performance of structures, their degree of physical deterioration and the reasons for their camp. The above methods of obtaining data on the consumption of energy resources at home for a feasibility study on the optimal variant of reconstruction to meet modern heat engineering requirements.

Актуальність проблеми: вирішення актуальної та важливої народно-господарської проблеми – ефективного використання паливо-енергетичних ресурсів та їх збереження. Вирішення цієї проблеми – це завдання на 10-15 років для економіки України.

Житловий фонд України приблизно складає 10,1 млн. будинків, їх загальна площа дорівнює більше 1031,7 млн. м², з них комунального житла – 250 тис. будинків (загальна площа 114 млн. м²).

За минулі роки через недостатнє фінансування капітального ремонту житлового фонду, технічний стан будинків погіршав: кожен третій будинок в країні потребує капітального або поточного ремонту. На сьогоднішній день в Україні налічується 25,5 тисяч будинків, які були зведені у 1950-1970 р. за проектами перших масових серій великопанельних, цегельних і блокових будинків (загальна площа дорівнює 72 млн. м²), інакше кажучи, 23 % міського житлофонду потребує реконструкції і модернізації.

Сектор багатоквартирного житла вважається однією з найбільш проблемних областей, тому що це стосується технічного стану та економії енергії:

- до 3/4 загальних втрат енергії в житловому та адміністративному секторі – це постачання гарячої води і тепlopостачання.
- Основні чинники, які впливають на втрати тепла: кліматичні умови; стан огорожувальних конструкцій; стан внутрішніх інженерних систем; стан зовнішніх інженерних систем; рівень автоматизації внутрішніх інженерних систем; теплотехнічні та енергетичні показники будинку; культура мешканців.
- 85 % багатоквартирних та адміністративних будинків не відповідають сучасним вимогам енерго- і ресурсозберігання, оскільки побудовані вони з врахуванням раніше діючих вимог (XX ст.) будівельних норм.

Викладення основного матеріалу

Реконструкція будинку з подальшою його модернізацією потребує одержання фізико-механічних характеристик та відомостей про існуючі інженерні системи. Це оцінка стану системи опалення, системи гарячого водопостачання, вентиляційної системи, системи освітлення та перевірка відповідності існуючих теплоенергетичних потужностей передбачуваним змінам на об'єкті.

Поява ще одного нового виду обстеження пов'язана з проблемою ощадливої витрати тепло- і енергоресурсів. При реконструкції існуючого будинку ця проблема вирішується, в основному, трьома шляхами.

Перший – збільшення теплотехнічних властивостей огорожувальних конструкцій,

відповідних новим, більш високим нормативним вимогам.

Другий – удосконалювання інженерних систем будинку.

Третій – поєднанням двох попередніх варіантів.

Вибір оптимального розв'язку реконструкції будинку з найменшими енерговитратами при його експлуатації досягається енергоаудитом – проведенням теплотехнічних обстежень огорожувальних конструкцій та інженерних систем і техніко-економічним порівнянням їх ефективності.

Комплексні обстеження будинків, що підлягають реконструкції, повинні включати такі розділи: обстеження експлуатаційного середовища; обстеження стану тримальних огорожувальних конструкцій; обстеження інженерних систем; проведення енергетичного аудиту; оцінку протипожежної безпеки реконструйованого будинку.

Отже, для вирішення цієї важливої проблеми потрібно застосовувати системний метод та комплексний підхід, тобто проблему реконструкції і модернізації житлового та адміністративного фонду країни потрібно розпочинати з технічного обстеження та енергетичного аудиту.

Розглянемо окремо проведення цих заходів

Технічне обстеження

Комплексні обстеження включають оцінку:

- виробничого середовища (мікроклімату) приміщень;
- стану тримальних огорожувальних конструкцій;
- стану інженерних систем опалення, вентиляції й кондиціонування;
- протипожежної безпеки будинків;
- теплоенергетичного стану (енергоаудит) будинків.

Загальною метою обстеження технічного стану будівельних конструкцій є виявлення тримальної здатності і експлуатаційних якостей конструкцій, ступеня їх фізичного зношування і причин, що обумовлюють їхній наявний стан.

Метою проведення енергоаудиту є одержання даних про енергоресурси споживання будинку для техніко-економічного обґрунтування оптимального варіанта реконструкції будинку, що відповідає сучасним теплотехнічним вимогам.

Метою обстеження протипожежної безпеки будинку є виявлення відповідності виконаних будівельних протипожежних заходів і протипожежних систем інженерного устаткування діючим нормам.

Залежно від завдань, обумовлених технічним завданням замовника, інженерні обстеження будинків, як правило, включають: попередні обстеження, що включають збір вихідної інформації для складання технічного завдання й договору із замовником; візуальне обстеження умов експлуатації конструкцій, технічного стану будівельних конструкцій, інженерних і протипожежних систем за зовнішніми ознаками і складання відомості дефектів; оцінку виробничого середовища (мікроклімату) приміщень із погляду його відповідності санітарно-гігієнічним вимогам; інструментальне обстеження експлуатаційних якостей конструкцій, інженерних і протипожежних систем; узагальнення результатів і складання звіту (висновку) з проведеної дослідницької роботи.

Основними завданнями попереднього обстеження є визначення загального стану елементів будинку або будинку в цілому, визначення складу намічуваних робіт і збір вихідних даних, необхідних для висновку, що є підставою для договору із замовником.

Склад робіт з попереднього обстеження включає:

- загальний огляд об'єкта;
- загальні відомості про будинок, час будівництва, строки експлуатації;
- загальні характеристики об'ємно-планувальних та конструктивних рішень;
- технічний стан будинку, інженерних і протипожежних систем і інженерного устаткування;
- вивчення матеріалів, що раніше проводилися на об'єкті обстежень з ремонту, посилення й відновлення експлуатаційних якостей будівельних конструкцій, інженерних і протипожежних систем;
- виявлення обсягу наявної проектної документації.

До складу детального інструментального обстеження залежно від стану будинків, а також завдань, встановлених технічним завданням, рекомендується включати:

- обмірні роботи будинку;
- вимір параметрів експлуатаційного середовища будинку;

- оцінку технічного стану будівельних конструкцій і їх елементів за їх характерними і детальними ознаками ушкоджень і дефектів;
- визначення фізико-механічних і теплотехнічних характеристик матеріалів основних будівельних конструкцій;
- відбір зразків матеріалів будівельних конструкцій і їх лабораторні випробування;
- фотофіксацію та складання карт пошкоджень і дефектів будівельних конструкцій;
- оформлення обмірних і інших графічних матеріалів згідно з існуючими методиками;
- аналіз отриманих результатів обстеження й складання висновку (звіту).

До складу детального інструментального обстеження інженерних і протипожежних систем будинків рекомендується включати наступні роботи:

- обмірні;
- вимір геометричних параметрів інженерних систем;
- оцінку технічного стану інженерних систем, складання карт пошкоджень і дефектів;
- аналіз отриманих результатів детального обстеження та складання висновку (звіту).

При проведенні обстеження будинку або його окремих елементів із замовником узгоджуються заходи щодо забезпечення безпеки ведення робіт (обладнання риштування та пристосувань для доступу до обстежуваних конструкцій, освітлення затемнених ділянок і т. п.), проводиться інструктаж фахівців, відповідальних за техніку безпеки на обстежуваному об'єкті.

Обстеження повітряно-теплового режиму будинку

Метою даних обстежень є виявлення основних факторів, що визначають експлуатаційне середовище приміщень.

Завдання натурних обстежень полягає в тому, щоб здійснити:

- вимір параметрів повітряного й теплового мікроклімату, перевірку їх відповідності гігієнічним та технологічним нормативам;
- вимір параметрів повітряно-теплового режиму (ВТР), складання повітряно-теплового балансу (ВТБ), визначення енергетичних витрат будинку й їх складових.

Залежно від обсягу поставлених завдань натурні обстеження можуть бути повними, це ті, що включають весь склад робіт, або частковими за рядом напрямків робіт або лише на окремих ділянках будинку.

Вимір показників мікроклімату, температури, вологості і швидкості руху повітря та результуючої температури в приміщеннях житлових і цивільних будинків слід проводити під час їх функціонування, враховуючи заповнюваність приміщення, роботу побутових приладів, офісної техніки, наявність відвідувачів і т. п.

Обстеження будівельних конструкцій

Обмірні роботи

Метою обмірних робіт є виявлення дійсних геометричних розмірів будинку в цілому та його окремих конструкцій і встановлення їх відповідності проектним даним. При відсутності проектної документації на основі обмірних робіт розробляється проектна документація на будинок і його основні елементи.

Склад і кількість обмірних робіт встановлюються на етапі попереднього обстеження й залежать від завдань обстеження, наявності проектної документації, проведених раніше реконструкцій будинку або окремих конструкцій і т. д.

Обстеження бетонних і залізобетонних конструкцій

Основними завданнями обстеження тримальних залізобетонних конструкцій є визначення стану конструкцій з виявленням пошкоджень і причин їх виникнення, а також фізико-механічних характеристик бетону.

Натурні обстеження бетонних і залізобетонних конструкцій містять у собі такі види робіт:

- огляд і визначення технічного стану конструкцій за зовнішніми ознаками;
- інструментальне або лабораторне визначення міцності бетону й арматурної сталі;
- визначення ступеня корозії бетону і арматури.

Обстеження кам'яних конструкцій

Обстеження кам'яних, у тому числі цегельних конструкцій, проводиться з метою визначення їх стану й відповідності експлуатаційним вимогам.

До складу робіт з обстеження кам'яних конструкцій входять такі роботи:

- оцінка технічного стану за зовнішніми ознаками;
- інструментальне визначення міцності кам'яних конструкцій.

При визначенні якості мурування визначаються вид цегли (червона, силікатна, пустотіла і т. п.), а також вид розчину (цементний, складний, вапняний і т.п.).

Фактична товщина горизонтальних швів мурування встановлюється вимірюванням висоти 5-10 рядів мурування і відповідним підрахунком середніх значень.

При обстеженні армованих кам'яних конструкцій слід особливу увагу приділяти стану арматури і захисного шару цементного розчину для конструкцій із розташуванням арматури із зовнішньої сторони мурування.

Обстеженню й вимірюванню підлягають усі видимі тріщини, включаючи волосяні, як по ширині, глибині, так і по довжині й розташуванню їх на поверхні стовпів і стін.

При наявності штукатурки необхідно мати на увазі, що ширина й довжина тріщини в штукатурці може не відповідати розмірам тріщини в муруванні.

Обстеження металевих конструкцій

Завданнями обстеження металевих конструкцій є:

- визначення технічного стану конструкцій за зовнішніми ознаками;
- оцінка корозійних пошкоджень сталевих конструкцій;
- обстеження зварних, клепальних і болтових з'єднань;
- визначення якості сталі конструкцій.

Дефекти і пошкодження сталевих конструкцій залежно від причин можна систематизувати на такі групи:

1. Пошкодження від силових впливів (статичних і динамічних) – розриви, втрата стійкості, тріщини, послаблення з'єднань і т.п.

2. Пошкодження від механічних впливів – вм'ятини, прогини, скривлення, стирання й ін.

3. Пошкодження від температурних впливів – деформації і руйнування при високих температурах, тріщинки при мінусових температурах.

4. Пошкодження (корозія) від хімічної агресії електрохімічних і фізико-хімічних впливів.

Оцінка технічного стану конструкцій за зовнішніми ознаками проводиться на основі визначення таких факторів:

- геометричних розмірів конструкцій і їх перетинів;
- наявності розривів елементів конструкцій;
- наявності скривлень елементів;
- стану антикорозійних захисних покриттів;
- дефектів і механічних пошкоджень;
- стану зварених, болтових і заклепувальних з'єднань;
- ступені й характеру корозії елементів і з'єднань;
- відхилення елементів від проектного положення (відстані між осями ферм, прогонів, відміток опорних вузлів і ригелів і т. п.);
- прогинів і деформацій.

Обстеження дерев'яних конструкцій

Деревина є ефективним будівельним матеріалом, однак має ряд негативних властивостей: неоднорідність будови й пороки (сучки, дефекти та ін.), швидке зволоження, набухання, низька вогнестійкість, швидке руйнування грибками та жучками. Тому забезпечення довговічності дерев'яних конструкцій потребує виконання ряду заходів при будівництві та їх експлуатації.

При обстеженнях дерев'яних конструкцій слід розрізняти особливості не клеєних і клеєних конструкцій і вимог до умов їх експлуатації, тому що стійкість клеєних з'єднань до циклічних температурно-вологісних і інших експлуатаційних впливах відрізняється від неклеєних конструкцій.

При оцінці стійкості клейових з'єднань до циклічних температурно-вологісних впливів слід керуватися вказівками державних стандартів та норм.

Основними ознаками, що характеризують технічний стан дерев'яних конструкцій, є: тріщини, прогини й деформації, міцнісні показники, зволоження, біоураження (грибками і жуками), корозія деревини (для конструкцій, експлуатованих в умовах агресивних середовищ), корозія металевих накладок, скоб, хомутів, болтів і ін.

Обстеження огорожувальних конструкцій*Теплотехнічні обстеження огорожувальних конструкцій*

Теплотехнічні вимоги, пропонувані до огорожувальних конструкцій будинків, регламентуються ДБН В 2.6-31:2006. (Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель) і залежать від виду огороження (стіна, покриття, вікна й ін.), нормованих параметрів виробничого середовища (мікроклімату), кліматичних умов району й функціонального призначення будинку.

Метою теплотехнічних обстежень огорожувальних конструкцій є виявлення їх фактичних теплозахисних показників і їх відповідності сучасним нормативним вимогам, які в останні роки суттєво змінилися у зв'язку із проблемою економії й раціонального використання енергетичних ресурсів.

При визначенні теплотехнічних показників, огорожувальних конструкцій можуть встановлюватися:

- температурні поля на внутрішніх поверхнях огорожувальних конструкцій на ділянках теплопровідних включень, вузлах примикань внутрішніх і зовнішніх стін, стикових з'єднаннях з метою виявлення зон зі зниженою температурою, де можливе утворення конденсату на поверхні конструкцій;
- характер зміни температурного поля й коефіцієнт теплотехнічної однорідності конструкцій;
- приведений опір теплопередачі огорожувальних конструкцій;
- динаміка вологісного режиму конструкцій у різні сезони року, встановлення зони конденсації вологи й ступеня насиченості вологою в холодний період року, визначення ступеня зволоження стикових з'єднань.

Обстеження зовнішніх стін

Визначення технічного стану стінових конструкцій проводиться візуально і шляхом інструментальних обстежень.

При візуальному огляді конструкцій визначають:

- для кам'яних (цегельних) і блокових стін – їх конструктивну схему (тримальні, самотримальні або навісні) і вид матеріалів, тип мурування, товщину швів;
- для панельних стін - тип панелей, наявність і стан закладних деталей;
- для монолітних стін - їх конструктивний зв'язок і вид використовуваних матеріалів;
- стан ділянок опирання ферм, прогонів, балок плит на стіни;
- стан осадкових температурних швів;
- стан захисних покриттів;
- наявність дефектних ділянок, тріщин, відхилень від вертикалі, а також руйнування фактурного і захисного шарів, проникність швів, корозію арматури і закладних деталей панелей;
- наявність висолів, патьоків, конденсату, пилу та ін.; їхнє поширення й причини появи;
- стан стиків і вузлів з'єднань, обрамлень віконних і дверних прорізів;
- вид і стан гідроізоляції стін, її розташування стосовно вимощення.

Проводиться також перевірка стану захисного обладнання, водовідвідного обладнання дахів (жолобів, труб, карнизних звисів), підвіконних зливів і т.д. В місцях руйнування зазначених захисних покриттів визначається стан тримальних елементів стін.

Виявлення тріщин проводиться при візуальному огляді, а приховані під штукатурним шаром тріщини визначаються шляхом простукування молотком з очищенням поверхні мурування від штукатурного шару, а також шляхом розкриття глибинних шарів мурування.

При виявленні тріщин у стінових конструкціях визначаються характер і вид тріщин, причини появи, їх кількість, ширина розкриття, довжина й глибина.

Обстеження покриттів і покрівель

Технічний стан конструкцій покриттів визначається станом їх тримальних і огорожувальних частин. Візуальний огляд покриття роблять як з боку покрівлі, так і з боку приміщень. При цьому визначають:

- конструктивну схему покриття, карнизних вузлів і закладних деталей кріплень;
- стан покриття, наявність корозії бетону і арматури, стан вузлів опирання плит покриття на тримальні елементи (ферми, балки і ін.);
- стан осадкових і температурних швів;

- стан захисних покриттів та товщину елементів покриття й покрівлі;
- наявність дефектних ділянок (тріщини, пробіни, прогини), висолів, патьоків, конденсату, пилу, їх поширення та причини появи;
- умови експлуатації покриття, стан систем водовідведення (у тому числі лотків, жолобів і водоприймальних лійок і т. п.), розміри пилових і снігових відкладань, водозастійні ділянки;
- стан ізоляції в місцях примикання до виступаючих конструкцій або інженерного устаткування і правильність закріплення захисних металевих фартухів та звисів.
- При обстеженні покрівель із рулонних матеріалів вивчаються:
- стан захисного шару, грубозернистого підсипання, а також наявність запилення або замулювання ділянок покрівель;
- стан ізоляції в місцях примикання до виступаючих конструкцій або інженерного устаткування і правильність закріплення захисних металевих фартухів і звисів;
- стан ізоляції в місцях пропуску через покрівлю водостічних лійок, відтяжок, огорожень і т. п.;
- осідання окремих ділянок покрівель, механічне пошкодження покрівель у місцях перепаду висот;
- фактичний ухил покрівлі і його відповідність проектним даним;
- відповідність напрямку приклеювання рулонних матеріалів ухилам покрівлі і проекту;
- стан поверхні ізоляційних шарів - вм'ятини, повітряні і водяні мішки та патьоки мастики у швах;
- деталі з'єднання покрівлі з виступаючими елементами на покриттях (ліхтарні конструкції, вентиляційні шахти, парапети і т. п.).

При цьому визначаються величини підйому килима на вертикальну стінку, виявляються випадки розтріскування килима, рубчастість і спливання клейових мастик, надійність закладання килима в місцях примикань.

При натурних обстеженнях покрівель із рулонних матеріалів для встановлення фактичного складу покрівлі і стану тепло- і гідроізоляційних шарів допускається робити її розкриття, у результаті чого встановлюють стан і вологісний режим теплоізоляції, міцність приклеювання пароізоляційного та гідроізоляційного шарів до основи, величину напусків полотниць і рівність шарів.

Обстеження світлопрозорих конструкцій

Цілями обстеження технічного стану світлопрозорих конструкцій (вікон, ліхтарів) будинків є визначення світлотехнічних і теплотехнічних якостей конструкцій і ступінь впливу зовнішнього та внутрішнього середовища на довговічність їх елементів, а також установа відповідності площі і розташування світлових прорізів нормативним вимогам.

Оцінка технічного стану світлопрозорих конструкцій проводиться візуальним шляхом – за зовнішніми ознаками, інструментальними обстеженнями і лабораторними випробуваннями зразків елементів конструкцій.

При візуальному обстеженні виявляють дефекти і пошкодження елементів світлопрозорих конструкцій, ефективність роботи механізмів відкривання, стан дерев'яних і пластмасових елементів – їх жолоблення, розбухання й руйнування, стан металевих плетінь – їх корозію, деформацію й механічні пошкодження, стан ущільнювачів, наявність щілин між елементами світлопрозорих конструкцій, нещільності притворів, проникнення конденсаційної вологи в примикаючих ділянках стін і покриттів, пошкодження відливів на зовнішніх створах віконних рам і ін.

При інструментальному обстеженні визначають фізико-технічні показники світлопрозорих конструкцій: опір теплопередачі, опір проникненню повітря, коефіцієнт пропускання світла, а також температурне поле по всій поверхні конструкції з метою встановлення зони можливого утворення конденсату або інею при розрахункових температурах зовнішнього повітря.

Обстеження інженерних систем

При обстеженні систем водяного або парового опалення і систем теплопостачання (внутрішні мережі) слід перевірити:

- відповідність встановленого устаткування і використаних матеріалів робочої документації, вимогам нормативних документів і каталожним даним, відповідність виконаного монтажу робочої документації;

- герметичність систем;
- продуктивність і тиск, що розвиваються насосами;
- балансування роторів насосів, справність пускового обладнання, ступінь нагрівання електродвигуна.

Герметичність систем встановлюється або шляхом їхнього візуального огляду, або за результатами гідростатичних (гідралічних) випробувань. Випробування при відключених джерелах теплопостачання і розширювальних посудинах потрібно проводити гідралічним тиском при плюсовій температурі зовнішнього повітря або пневматичним тиском при мінусовій температурі зовнішнього повітря:

а) гідростатичним тиском, рівним 1,5 робочого тиску, але не менш 0,2 МПа в найнижчій точці системи, причому система визнається такою, що витримала випробування, якщо падіння тиску не перевищить 0,02 МПа при відсутності течії в зварених швах, трубах, нарізних з'єднаннях, арматурі, опалювальних приладах і іншому устаткуванні протягом 5 хв. від досягнення пробного тиску;

б) пневматичним тиском - пробним надлишковим тиском 0,15 МПа, причому система визнається, що витримала випробування, якщо протягом 5 хв. падіння тиску не перевищить 0,01 МПа.

При обстеженні систем повітряного опалення, вентиляції і кондиціонування слід перевірити:

- відповідність встановленого устаткування і використаних матеріалів робочої документації вимогам нормативних документів і каталожним даним, відповідність виконаного монтажу робочій документації;
- герметичність систем;
- балансування коліс вентиляторів, справність пускового обладнання, ступінь нагрівання електродвигуна;
- продуктивність і тиск, що розвиваються вентиляторами;
- продуктивність відгалужень системи;
- продуктивність місцевих відсмоктувачів;
- продуктивність витяжного обладнання природної вентиляції;
- випромінювану звукову потужність в обслуговуючих приміщеннях і в навколишньому середовищу.

За допомогою пневмометричних трубок і мікроманометра та анемометрів, визначають:

- фактичні витрати повітря в основі всіх галузей мережі, у всіх повітроприймальних і повітровипускних отворах, до та після пилоуловлювального обладнання, зволожувальних камер і калориферних установок;
- опору проходу повітря в калориферних установках, пилоуловлювальному обладнанні, зволожувальних камерах і місцевих відсмоктувачах;
- швидкість виходу повітря із припливних отворів.

Енергетичний аудит

Енергоаудит є частиною комплексного обстеження і одним з найважливіших елементів планування реконструкції об'єкта.

Енергоаудит – теплоенергетичне обстеження, процедура перевірки даних за енергоспоживанням конкретного об'єкта з метою отримання інформаційної бази для проведення проектно-дослідницьких робіт із його раціоналізації із залученням даних з технічного стану об'єкта, в тому числі рівня його експлуатації і управління, його фінансово-економічного стану.

Енергоаудит є ефективним засобом енергоресурсозберігання, що дозволяє визначити якість використання ресурсів, встановити місця їх основних втрат і намітити заходи щодо їх усунення, визначити терміни їх виконання і економічну ефективність.

Мета енергоаудиту – визначити, як енергія використовується на даному об'єкті і які заходи сприяють скороченню витрат енергії або поліпшенню її використання.

Стосовно будівельних об'єктів, будівель енергоаудит, як правило, включає обстеження споживання теплової і електричної енергії, палива, у тому числі газу і води. При цьому здійснюється зіставлення витрат енергії в системах їх життєзабезпечення в період експлуатації - системах опалювання, вентиляції (кондиціонування), водопостачання, каналізації, освітлення і тому подібне з проектною документацією, вимогами нормативних документів, передовими технічними рішеннями, світовим рівнем.

Зростання енергетичної складової витрат в собівартості продукції і накладних витратах будівель будь-якого призначення визначає необхідність звертати особливу увагу при їх

реконструкції на ефективне використання енергетичних і матеріальних ресурсів, а також – в період їх подальшого використання. Для виконання робіт з енергоаудиту здійснюється поїздка двох спеціалістів на об'єкт на якому проводиться вивчення і аналіз будівельної, інженерної і фінансово-економічної документації будівлі; обстеження з виміром основних характеристик теплоізоляційної оболонки та інженерних систем будівлі.

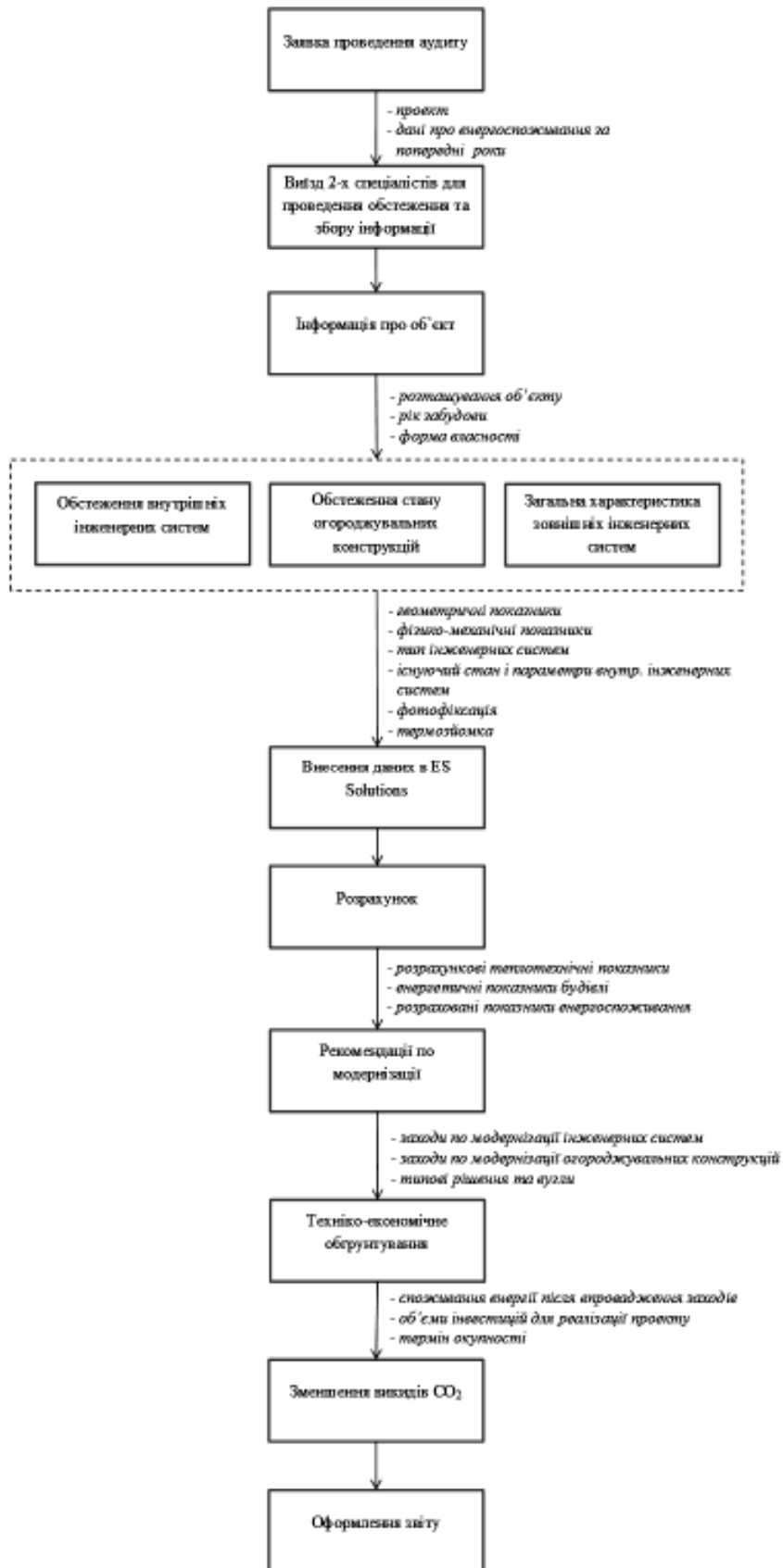
Попередня оцінка інженерних систем включає їх візуальний огляд і перевірку їх подальшої працездатності. На підставі опитування жителів, робітників і службовців, обслуговуючого персоналу і візуального огляду виявляються такі дефекти інженерних систем:

- чи є проблеми з вологістю огороджувальних конструкцій взимку, чи є промерзання;
- яка повітропроникність вікон і дверей, чи є протяги;
- які джерела тепла, електроенергії, води, палива використовуються;
- чи є перебої в опалюванні, водо-, електропостачанні;
- які використані системи управління інженерними системами і їх технічний стан;
- чи є "недообігрів" або "перегрів" приміщень;
- чи потрібний терміновий ремонт інженерних систем.

Заповнюється опитувальний лист з вхідними даними, потрібними для подальшого розрахунку. Результат проведеного обстеження формується у звіт. Зміст звіту та алгоритм розрахунку результатів енергоаудиту:

1. Вступ.
2. Нормативні посилання.
3. Прилади, що використовувались.
4. Інформація про об'єкт.
 - 4.1 Загальна інформація.
 - 4.2 Основна інформація.
5. Обстеження стану огороджувальних конструкцій.
 - 5.1 Стіни (непрозорі частини огороджувальних конструкцій).
 - 5.2 Горище та покриття.
 - 5.3 Вікна.
 - 5.4 Двері.
 - 5.5 Цокольна частина.
 - 5.6 Підвал будинку та цокольне перекриття.
 - 5.7 Балкони та лоджії.
6. Обстеження внутрішніх інженерних систем.
 - 6.1 Система опалення.
 - 6.2 Система гарячого водопостачання.
 - 6.3 Система вентиляції.
 - 6.4 Система освітлення.
7. Загальна характеристика зовнішніх інженерних систем та джерел енергопостачання.
8. Рівень автоматизації внутрішніх інженерних систем.
9. Теплотехнічні та енергетичні показники будинку.
 - 9.1 Теплотехнічні показники теплоізоляційної оболонки.
 - 9.2 Енергетичні показники.
10. Енергоспоживання.
11. Енергоефективні заходи.
12. Економічне обґрунтування та варіанти термомодернізації.
13. Екологічний впливи.

Алгоритм проведення енергетичного аудиту



Структура і послідовність виконання робіт при проведенні енергоаудиту

Методика проведення та алгоритм розрахунку за розділами

Загальна інформація про об'єкт – інформація за допомогою якої визначаються деякі вхідні дані, а саме:

Розрахункові параметри (згідно з ДБН В 2.6-31:2006, СНиП 2.01.01-82)

- Розрахункова температура внутрішнього повітря.
- Розрахункова температура зовнішнього повітря.
- Розрахункова температура теплого горища.
- Розрахункова температура техпідпілля.
- Тривалість опалювального періоду.
- Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період.
- Розрахункова кількість градусо-днів опалювального періоду.
- Функціональне призначення, тип і конструктивне рішення будинку.
- Призначення будівлі.
- Розміщення будівлі в забудові.
- Типовий проект, індивідуальний.
- Конструктивне рішення.
- Температурні показники.

Геометричні показники (згідно з ДСТУ-Н Б А.2.2 5:2007)

- Загальна площа огорожувальних конструкцій будинку.
- В тому числі: стін; вікон і балконних дверей; горищних перекриттів (холодного горища); перекриттів над техпідпіллями.
- Площа опалювальних приміщень.
- Площа житлових приміщень і кухонь.
- Опалювальний об'єм.
- Коефіцієнт скління фасадів будинку.
- Показник компактності будинку.

Обстеження стану будівлі

Загальною метою обстеження стану будівлі є визначення технічного стану будівельних конструкцій, їх тримаючої здатності, експлуатаційних якостей, міри їх фізичного зносу і причини, що обумовлюють їх стан.

Обстеження стану огорожувальних конструкцій складається з обстеження: стін (непрозорі частини огорожувальних конструкцій); горища та покриття; вікон; дверей; цокольної частини; підвалу будинку та цокольного перекриття; балконів та лоджій; внутрішніх інженерних систем, а саме: систем опалення; систем гарячого водопостачання; систем вентиляції (ДБН В.2.2-15-2005 Зміна №1); систем освітлення.

Загальна характеристика зовнішніх інженерних систем та джерел енергопостачання (згідно з ДБН В.2.5-39:2008)

На даному етапі має інформативний характер з метою подальшого використання при модернізації житлових районів або міст.

Рівень автоматизації внутрішніх інженерних систем (відповідно до ДСТУ Б А.2.2-8:2010)

Опис заходів з автоматизації інженерних систем, що впливають на показники їх енергоефективності, слід указати на наявність (відсутність) зазначених у таблиці опитувального листа.

Теплотехнічні та енергетичні показники будівлі

- 1) Теплотехнічні показники оболонки будівлі (ДБН В 2.6-31:2006, ДСТУ-Н Б А.2.2 5:2007), приведений опір теплопередачі огорожувальних конструкцій: стін; вікон і балконних дверей; вітражів; вхідних дверей, воріт; покриттів (сумішених); горищних перекриттів (холодних горищ); перекриттів теплих горищ (включаючи покриття); перекриттів над техпідпіллями; перекриттів над неопалюваними підвалами або підпіллями; перекриттів над проїздами й під еркерами; підлоги по ґрунту.
- 2) Енергетичні показники (ДБН В 2.6-31:2006, ДСТУ-Н Б А.2.2 5:2007):
 - розрахункові питомі тепловитрати;
 - максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку за ДБН В 2.6-31:2006;
 - клас енергетичної ефективності за ДБН В 2.6-31:2006;

- термін ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки та її елементів, років;
- відповідність проекту будинку нормативним вимогам.

Енергоспоживання

В розділі енергоспоживання наводяться дані споживання енергії будинком за останні роки для подальшого порівняння з очікуваними результатами. Також наводяться діючі тарифи на момент проведення аудиту, що дасть змогу більш точно розрахувати економію в грошовому еквіваленті.

Енергоефективні заходи

Пропонуються сучасні та економічно обґрунтовані заходи термомодернізації об'єктів, що дасть змогу значно підвищити характеристики теплоізоляційної оболонки будинку та удосконалити внутрішні інженерні системи, а саме: опалювальну систему, систему гарячого водопостачання, вентиляції та освітлення, оцінку та зменшення викидів CO².

В цьому розділі надається детальний опис заходів та вимоги до їх виконання:

- утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку;
- заходи з підвищення енергоефективності інженерних систем будівлі;
- заміна існуючих ламп розжарювання на сходових клітинах та в коридорах на більш економічні сучасні лампи та впровадження автоматичного контролю освітлення на сходових клітках та коридорах;
- заміна старих дерев'яних вікон на нові, що відповідають нормам;
- впровадження технічного моніторингу та менеджменту будівлі.

Всі енергоефективні заходи рекомендується проводити з урахуванням вимог нормативних документів, а саме:

- ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель;
- ДБН В.2.6.-33:2008 Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування та експлуатації;
- ДСТУ Б В.2.6-34:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Класифікація й загальні технічні вимоги;
- ДБН В.3.2-2-2009 Житлові будинки. Реконструкція та капітальний ремонт;
- СНиП 2.04.05-91 Отопление, вентиляция и кондиционирование (Опалення, вентиляція і кондиціонування);
- ДБН В.2.2-15-2005 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення.

Економічне обґрунтування варіантів термомодернізації

В цьому розділі наводиться техніко-економічні показники термомодернізації, прості строки окупності та кількість заощадженої енергії.

Варіанти термомодернізації. Вартість визначається відповідно до вартості робіт із модернізації, з урахування всіх витрат, на момент проведення аудиту.

Річні витрати на енергію на опалення до і після реалізації заходів з термомодернізації. Визначається відповідно до алгоритму, наведеного в ДСТУ-Н Б А.2.2 5:2007.

Основні показники заходів визначаються за формулою:

$$\Delta E = D_d \cdot 24 \cdot F \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

де ΔE – ефект від виконання заходу, кВт·год;

D_d – градусодоби, °C·дб;

24 – кількість годин в добі;

F – площа, яка модернізується, м²;

R_1 – зведений опір теплопередачі до модернізації (м²·К)/Вт;

R_2 – зведений опір теплопередачі після модернізації (м²·К)/Вт.

Скорочення викиду еквівалентів CO²

Наводимо дані скорочення викидів шкідливих речовин в атмосферу. Визначаємо за Європейськими нормами EN 15603-2 виробництво однієї кВт/год в газових котлах приводить до викиду 0,277 кг еквівалентів, а вироблена одна кВт/год. на різних типах електростанцій 0,617 кг, відповідно.

Визначаються за формулою

Річні збереження енергії \times Коефіцієнт вироблення CO² $\frac{\text{кг}}{\text{кВт}\cdot\text{год}}$ = Всього скорочення CO² тонн

Висновки

- 1) В результаті проведення обстеження та енергоаудиту отримані такі дані:
 - стан огорожувальних конструкцій;
 - стан внутрішніх інженерних систем;
 - загальна характеристика зовнішніх інженерних систем та джерел енергопостачання;
 - рівень автоматизації внутрішніх інженерних систем;
 - теплотехнічні та енергетичні показники будинку;
 - експлуатаційне енергоспоживання;
 - економічне обґрунтування та варіанти термомодернізації;
 - скорочення викидів еквівалентів CO²;
- 2) Впровадження економічно обґрунтованих технічних заходів з реконструкції, за результатами технічного обстеження і енергоаудиту, дозволить:
 - знизити тепловитрати будівель та об'єктів соціальної сфери до 70 %;
 - забезпечити комфортні умови проживання мешканців у зимовий та літній період: температура +18-22 °С, вологість – 55-65 %;
 - подовжити термін експлуатації будівель і об'єктів соціальної сфери на 10-15 років;
 - підвищити конкурентну здатність квартир, будинків, вулиць, кварталів;
 - забезпечити архітектурно-естетичну виразність будівель;
 - знизити викиди продуктів спалювання в атмосферу CO²;
 - оптимізувати витрати на проведення реконструкції та модернізації з урахуванням фактичного стану огорожувальних конструкцій та інженерних систем.

Список літератури

1. Комплексная методика по обследованию и энергоаудиту реконструируемых зданий. – М.: ОАО «ЦНИИПромзданий», 2004. – 178 с.
2. Лівінський О. М. Довідник будівельника. Стандартизовані будівельні терміни. Діючі нормативні документи в будівництві / О. М. Лівінський, С. А. Ушацький, та ін. – К.: “МП Леся”, 2009. – 496 с.
3. Лівінський О. М. Опоряджувальні роботи: Матеріали, технологія і організація робіт, засоби механізації: Підручник / О. М. Лівінський. – К.: “МП Леся”, 2010. – 683 с.
4. Степанов М. П., Росковшенко Ю. К. Теплогазопостачання і вентиляція: Навчальний посібник / М. П. Степанов, Ю. К. Росковшенко. – К.: КНУБА, 2008. – 256 с.

Лівінський Олександр Михайлович – д.т.н., професор, перший віце-президент Української академії наук.

Євтушенко В. А. – аспірант Київського національного університету будівництва та архітектури.