

**Методичні рекомендації щодо
розроблення техніко-економічного
обґрунтування проектів у сфері
енергозбереження в Україні**

Під загальною редакцією Володимира Михайловича Мамалиги

**Methodological recommendations on
development of feasibility studies for energy
saving projects in Ukraine**

Under the general editorship of Volodymyr (Vladimir) Mamalyga

Методичні рекомендації щодо розроблення техніко-економічного обґрунтування проектів у сфері енергозбереження в Україні. Навчальний посібник - довідник. – Під загальною редакцією Мамалиги Володимира Михайловича. - Київ: United Nations Industrial Development Organization, 2018. - 193 с.

До методичних рекомендацій включено практично відсутні у вітчизняній літературі питання розроблення техніко економічного обґрунтування проектів у сфері енергоефективності та енергозбереження. Такі матеріали є надзвичайно актуальними, адже навіть фахівці, не завжди можуть розробити коректне техніко-економічне обґрунтування проектів енергоощадних заходів та інвестиційних проектів у сфері енергетики та енергозбереження.

У першій частині методичних рекомендаціях висвітлено алгоритм розроблення техніко-економічного обґрунтування проектів у сфері енергозбереження, питання бізнес-планування, сучасної методології ведення економічних розрахунків.

Друга частина присвячена рекомендаціям щодо визначення перспективності проектів у сфері енергоефективності та енергозбереження, а також типовим енергоощадним заходам, зокрема: питанням комплексної санації будівель; обґрунтуванню використання систем освітлення; питанням фотовольтаїки та сонячних колекторів; аналізу перспективності альтернативних варіантів котельних установок; аналізу доцільності використання теплових насосів тощо.

Було також сформульовано рекомендації щодо техніко-економічних показників проектів у сфері енергозбереження в Україні, зокрема – з урахуванням вартості грошей та періоду окупності енергоощадних заходів.

Методичні рекомендації можуть бути корисними для працівників органів влади в центрі (міністерства, відомства) та регіонах (муніципалітети та ради областей, міст, районів, селищ), керівникам і профільним фахівцям управляючих компаній, ЖЕКів, ОСББ, енергоаудиторам, енергоменеджерам, а також студентам профільних спеціальностей вищих навчальних закладів.

Methodological recommendations on development of feasibility studies for energy saving projects in Ukraine. Manual - guide. - Under the general editorship of Volodymyr (Vladimir) Mamalyga. – Kiev: United Nations Industrial Development Organization, 2018. - 193 p.

The methodological recommendations include issues that are absent in the national literature for the development of feasibility studies for energy efficiency and energy conservation projects. Such materials are extremely important, because even the experts can not always work out the correct feasibility study projects energy efficiency measures and investment projects in energy and energy efficiency.

In the first part of the methodological recommendations the algorithm of the feasibility study for energy conservation projects, business planning, modern methodology for conducting economic calculations is presented.

The second part is devoted to recommendations on determining the prospects of projects in the field of energy efficiency and energy saving, as well as typical energy saving measures, in particular: the issues of integrated sanitation of buildings, substantiation of the use of lighting systems; the issue of photovoltaic and solar collectors; analysis of the prospects of alternative variants of boiler installations; the analysis of the expediency of using heat pumps, etc.

The recommendations on technical and economic indicators of energy saving projects in Ukraine were also formulated, in particular - taking into account the cost of money and the payback period of energy-saving measures.

Methodological recommendations can be useful for employees of government bodies in the center (ministries, departments) and regions (municipalities and councils of oblasts, cities, districts, settlements), managers and specialized specialists of managing companies, housing associations, condominiums, energy auditors, energy managers, and also students of profile specialties of higher educational institutions.

Передмова

Цю книгу створено колективом авторів під загальною редакцією канд. техн. наук, доцента, магістра бізнес-адміністрування, сертифікованого енергоменеджера Мамалиги Володимира Михайловича.

Розділи 1, 2, 3, 4, 7, а також передмова та заключні рекомендації написано Мамалигою Володимиром Михайловичем, розділи 5, 6 та 12 – Нечепорчуком Володимиром Антоновичем, розділ 8 – Артеменко Євгеном Анатолійовичем, розділ 9 – Головачем Юрієм Івановичем, розділи 10 та 11 – Захаренко Оленою Олексіївною.

До методичних рекомендацій включено практично відсутні у вітчизняній літературі питання розроблення техніко-економічного обґрунтування проектів у сфері енергозбереження. Такі матеріали є надзвичайно актуальними, адже навіть під час проведення енергетичних аудитів енергоаудитори, що є найбільш обізнаними з питань енергоефективності та енергозбереження особами, не завжди можуть розробити коректне техніко-економічне обґрунтування проектів енергоощадних заходів. Значною мірою це пов'язано з невисокою їхньою кваліфікацією та заангажованістю на продукцію фірм, що є виробниками енергоефективного обладнання.

Іншою проблемою навіть кваліфікованих технічних фахівців є недостатня їхня компетенція з питань розроблення економічного обґрунтування та ведення економічних розрахунків. Необхідно також враховувати певну специфіку розроблення бізнес-планів у сфері енергетики та енергозбереження, зокрема – аналіз ризиків інвестиційних проектів у цій сфері.

Історично так склалося, що за роки незалежності України нам довелося опанувати досвід провідних Західних країн – США, Німеччина, Скандинавські країни, Японія тощо. Фахівці з цих країн давали рекомендації щодо розроблення енергоощадних заходів з урахування власного досвіду та законодавчих вимог своїх країн. При цьому часто не враховувалися вітчизняні реалії, зокрема - недостатнє законодавче стимулювання запровадження політики енергозбереження, досить високу кваліфікацію технічних фахівців та,

відсутність кваліфікованих кадрів з економіки. Багато проблем було пов'язано з помилками під час перекладу технічних та економічних термінів. Так, наприклад, з цієї причини в Україні вважається, що енергоменеджер має опікуватися на підприємстві виключно питаннями енергоефективності та енергозбереження. Але за самою своєю сутністю енергоменеджер має займатися не тільки енергозбереженням, але й поточними питаннями функціонування енергетичних служб підприємства, тобто функціями відділу головного енергетика.

З урахуванням наведеного вище на конкретних прикладах показано, що розроблення техніко-економічного обґрунтування (ТЕО) проектів у сфері енергетики та енергозбереження має здійснюватися у два етапи: *етап 1: попереднє (технічне та технологічне) обґрунтування; етап 2: детальне (повне) обґрунтування.*

На першому етапі нема потреби у визначенні техніко-економічних показників проекту. Тут слід брати до уваги таке:

1) наявність/відсутність технічних та технологічних обмежень; наприклад, певні типи систем інфрачервоного опалення можна використовувати у приміщеннях, висота яких має бути не менше, ніж 6-12 м; лампи певних типів можна використовувати лише для зовнішнього освітлення – вулиці, паркувальні майданчики тощо;

2) екологічні аспекти, як от вплив обладнання різних типів на здоров'я та психіку людини (наприклад, різний спектр світла); питання безпеки; специфіка експлуатації та утилізації;

3) місце розміщення обладнання, навколишнє природне середовище – наявність/відсутність вибухонебезпечних речовин та хімічно агресивних сполук, через що, наприклад, на об'єктах нафтогазової промисловості та у вугільних шахтах можна використовувати далеко не всі типи освітлювальних пристроїв, необхідним у цьому разі є також використання спеціального захисного корпусу лампи тощо;

4) суб'єктивні чинники - наявність персоналу відповідної кваліфікації для обслуговування та проектування;

5) доступність обладнання - наявність обладнання бажаної якості з певними технічними характеристиками на вітчизняному (регіональному) ринку;

б) питання уніфікації обладнання на конкретному підприємстві; наприклад, якщо на підприємстві використовують лампи певних типів, а для проекту, що розробляється, економічно доцільними можуть виявитися лампи інших типів – слід проаналізувати доцільність закупівлі нового обладнання, а також доцільність створення відповідного ремонтного фонду тощо.

7) здоровий консерватизм інвестора (покупця): якщо раніше певні типи обладнання (систем освітлення) у споживача (на підприємстві) не використовувалися, - його слід переконати, що нове – дійсно краще, а тому – слід навести конкретні, детальні обґрунтування, рекомендації фахівців, яким довіряють (для підприємств – це рекомендації професіоналів, профільних асоціацій, енергоаудиторів тощо).

На другому етапі, під час розроблення детального (повного) обґрунтування, слід брати до уваги економічні показники проекту:

1) вартість грошей (відсоток за кредитом на здійснення проекту, а у разі його реалізації за власні кошти – внутрішня норма рентабельності підприємства; наприклад, для об'єктів НАК “Нафтогаз України” можна орієнтуватися на відсоткові ставки зовнішніх запозичень);

2) тривалість роботи впродовж доби (тижня, місяця, року);

3) валютні курси (якщо можливим є використання обладнання вітчизняних або закордонних виробників);

4) тарифи на енергоресурси (мають індексуватися автоматично зі зміною валютних курсів у разі застосування імпорتنих ПЕР, але для України це може відбуватися із запізненням у декілька місяців); можуть мати місце різні тарифні плани (різні значення тарифів впродовж доби, тижня, місяця); тарифи на електроенергію для населення та промисловості в Україні відрізняються (на

відміну від переважної більшості країн світу в Україні тарифи для населення нижчі, що не можна пояснити ні технічно, ні економічно, адже це – суто політичне рішення владних інституцій);

5) вартість обладнання та його встановлення (демонтажу, утилізації); витрати на заміну обладнання після виходу його з роботи (лампи розжарювання, наприклад, мають термін експлуатації 1000 годин, енергоефективні лампи – 8000...10000 годин, а світлодіодні лампи – 30000...80000 годин, що потребує відповідного збільшення трудовитрат на заміну ламп розжарювання порівняно з більш довговічними енергоефективними чи світлодіодними лампами);

б) паспортний або фактичний (за наявності такої інформації для кожного конкретного об'єкта) термін експлуатації (термін придатності) обладнання різних типів;

7) наявність або відсутність спеціальних освітлювальних мереж (на підприємствах зазвичай передбачають створення спеціальних освітлювальних мереж, де забезпечено стабілізацію напруги: наприклад, термін експлуатації ламп розжарювання зменшується у понад 10 разів у разі збільшення напруги в мережі живлення на 10%). Дуже актуальним це є для житлового сектору та громадських будівель.

Друга частина присвячена рекомендаціям щодо визначення перспективності проектів у сфері енергоефективності та енергозбереження, а також типовим енергоощадним заходам, зокрема:

- питанням комплексної санації будівель;
- обґрунтуванню використання систем освітлення;
- питанням фотовольтаїки та сонячних колекторів;
- аналізу перспективності альтернативних варіантів котельних установок
- аналізу доцільності використання теплових насосів тощо.

Було також сформульовано рекомендації щодо техніко-економічних показників проектів у сфері енергозбереження в Україні, зокрема – з урахуванням вартості грошей та періоду окупності енергоощадних заходів.

Частина 1. Основи бізнес-планування у сфері енергоефективності та енергозбереження

1. Вступні зауваження щодо аналізу перспективності проектів у сфері енергоефективності та енергозбереження в Україні

За часів СРСР під час розроблення техніко-економічних обґрунтувань використовували так звані “приведені витрати” (“приведенные затраты”). За таких підходів можна було нехтувати інфляцією та зміною ставки кредитування, а також зміною валютних курсів (офіційно вартість рубля порівняно з долларом тільки збільшувалася). Нажаль через інерційність мислення економістів і промисловців отримання в Україні дешевих закордонних грошей навіть до середини 90-х років було ускладнено, адже, не кажучи вже про якість бізнес-планів інвестиційних проектів, продовжувалося використання славнозвісних “приведених витрат”. Ця тенденція продовжувалася до початку 2000-х, коли, нарешті, в профільних вузах припинили використовувати методологію “приведених витрат”. Втім, почали використовувати російськомовні переклади, де, наприклад, замість загальноприйнятого у світі терміну Net Present Value (*NPV*) використовували такі: “чистая интегральная дисконтированная стоимость - ЧИДС”, “чистая дисконтированная стоимость - ЧДС”, “интегральная дисконтированная стоимость - ИДС”, “чистый дисконтированный доход - ЧДД” тощо. Навіть деякі дисертанти на початку 2000-х не використовували англійської термінології. Можна тільки уявити, про які обґрунтування там ішлося.

Під час розроблення техніко-економічних обґрунтувань доцільно використовувати підходи, наведені у роботах [1 - 6]. З урахуванням представленого у роботах [1, 2] підходу до розроблення техніко-економічного обґрунтування (ТЕО) проектів у сфері енергетики та енергозбереження має здійснюватися у два етапи: **етап 1: попереднє (технічне та технологічне)**

обґрунтування; **етап 2:** детальне (повне) обґрунтування. Зупинимося на цьому детальніше на прикладі освітлювальних пристроїв (див., наприклад, роботу [2]).

На першому етапі нема потреби у визначенні техніко-економічних показників проекту. Тут слід брати до уваги таке:

1) наявність/відсутність технічних та технологічних обмежень; наприклад, певні типи систем інфрачервоного опалення можна використовувати у приміщеннях, висота яких має бути не менше, ніж 6-12 м; лампи певних типів можна використовувати лише для зовнішнього освітлення – вулиці, паркувальні майданчики тощо;

2) екологічні аспекти, як от вплив обладнання різних типів на здоров'я та психіку людини (наприклад, різний спектр світла); питання безпеки; специфіка експлуатації та утилізації;

3) місце розміщення обладнання, навколишнє природне середовище – наявність/відсутність вибухонебезпечних речовин та хімічно агресивних сполук, через що, наприклад, на об'єктах нафтогазової промисловості та у вугільних шахтах можна використовувати далеко не всі типи освітлювальних пристроїв, необхідним у цьому разі є також використання спеціального захисного корпусу лампи тощо;

4) суб'єктивні чинники - наявність персоналу відповідної кваліфікації для обслуговування та проектування;

5) доступність обладнання - наявність обладнання бажаної якості з певними технічними характеристиками на вітчизняному (регіональному) ринку;

6) питання уніфікації обладнання на конкретному підприємстві; наприклад, якщо на підприємстві використовують лампи певних типів, а для проекту, що розробляється, економічно доцільними можуть виявитися лампи інших типів – слід проаналізувати доцільність закупівлі нового обладнання, а також доцільність створення відповідного ремонтного фонду тощо.

7) здоровий консерватизм інвестора (покупця): якщо раніше певні типи обладнання (систем освітлення) у споживача (на підприємстві) не

використовувалися, - його слід переконати, що нове – дійсно краще, а тому – слід навести конкретні, детальні обґрунтування, рекомендації фахівців, яким довіряють (для підприємств – це рекомендації професіоналів, профільних асоціацій, енергоаудиторів тощо).

На другому етапі, під час розроблення детального (повного) обґрунтування, слід брати до уваги економічні показники проекту:

1) вартість грошей (відсоток за кредитом на здійснення проекту, а у разі його реалізації за власні кошти – внутрішня норма рентабельності підприємства; наприклад, для об'єктів НАК “Нафтогаз України” можна орієнтуватися на відсоткові ставки зовнішніх запозичень);

2) тривалість роботи впродовж доби (тижня, місяця, року);

3) валютні курси (якщо можливим є використання обладнання вітчизняних або закордонних виробників);

4) тарифи на енергоресурси (мають індексуватися автоматично зі зміною валютних курсів у разі застосування імпортованих ПЕР, але для України це може відбуватися із запізненням у декілька місяців); можуть мати місце різні тарифні плани (різні значення тарифів впродовж доби, тижня, місяця); тарифи на електроенергію для населення та промисловості в Україні відрізняються (на відміну від переважної більшості країн світу в Україні тарифи для населення нижчі, що не можна пояснити ні технічно, ні економічно, адже це – суто політичне рішення владних інституцій);

5) вартість обладнання та його встановлення (демонтажу, утилізації); витрати на заміну обладнання після виходу його з роботи (лампи розжарювання, наприклад, мають термін експлуатації 1000 годин, енергоефективні лампи – 8000...10000 годин, а світлодіодні лампи – 30000...80000 годин, що потребує відповідного збільшення трудовитрат на заміну ламп розжарювання порівняно з більш довговічними енергоефективними чи світлодіодними лампами);

б) паспортний або фактичний (за наявності такої інформації для кожного конкретного об'єкта) термін експлуатації (термін придатності) обладнання різних типів;

7) наявність або відсутність спеціальних освітлювальних мереж (на підприємствах зазвичай передбачають створення спеціальних освітлювальних мереж, де забезпечено стабілізацію напруги: наприклад, термін експлуатації ламп розжарювання зменшується у понад 10 разів у разі збільшення напруги в мережі живлення на 10% [7]). Дуже актуальним це є для житлового сектору та громадських будівель.

Порядок застосування наведених підходів буде наведено далі (див. частину 2,

2. Загальні відомості щодо бізнес-планування

2.1. Вступ

Бізнес-план забезпечує виконання трьох функцій [Эрик С. Зигель. Пособие по составлению бизнес-плана. – М.: МТ-Пресс, Сирин, 2003. – 224 с.].

1) Бізнес-план може бути використаний для розроблення концепції ведення бізнесу. При цьому з'являється можливість детально відпрацювати стратегію й уникнути помилок ще "на папері", а не в реальній ситуації, розглянувши свою компанію з усіх боків - маркетингової, фінансової та виробничої. Щодо вітчизняних підприємств може йтися, наприклад, про створення дочірньої енергосервісної компанії (ESCO), яка може надавати послуги з постачання, наприклад, теплової енергії або води з одночасним встановленням відповідних лічильників або більш досконалого енергоефективного обладнання. Слід пам'ятати, що населення в багатьох містах самостійно встановлює лічильники гарячої та холодної води, тобто підприємство все одно буде отримувати менше грошей від продажу своїх енергоносіїв і води, але за наявності власної ESCO з'являється можливість заробити ще на встановленні, монтуванні та сервісному обслуговуванні лічильників. Іншим прикладом дочірнього підприємства при ТЕЦ або при підприємстві, що має потужну котельню, може бути створення тепличного господарства або потужностей для виробництва будматеріалів з відходів спалювання вугілля.

2) Бізнес-план є інструментом, за допомогою якого можна оцінити фактичні результати діяльності фірми за певний період. Наприклад, фінансовий розділ бізнес-плану можна використовувати в якості основи для складання бюджету підприємства та ретельного контролю над тим, наскільки точно фірма його дотримується. При цьому бізнес-план може (і повинен!) стати основою для складання нового плану. На сьогодні багато вітчизняних підприємств регулярно складають бізнес-план (як елемент системи бюджетування) і

відстежують його дотримання, аналізуючи можливі відхилення в кращу й гіршу сторону, беручи при цьому відповідні управлінські рішення.

3) Найбільш відомим призначенням бізнес-плану є необхідність залучення інвестицій. Більшість позикодавців або інвесторів не дасть грошей, не побачивши бізнес-план. Саме питаннями, пов'язаними зі складанням такого бізнес-плану будемо опікуватися в подальшому. Практика показує, що дуже складно встановити універсальний порядок розробки бізнес-плану. Тут необхідно розуміти, що при розробці бізнес-плану доведеться [Бізнес-план: технологія розробки та обґрунтування / С.Ф. Покровський та інші. – К.: КНЕУ, 2002. 379 с.]:

- розробити усі основні розділи бізнес-плану;

- кілька разів повертатися до вже написаних розділів для внесення доповнень, доопрацювання, уточнення.

Створення бізнес-плану необхідно в тих випадках, коли:

- створюється нове підприємство і необхідним є капітал;
- пропонується новий інвестиційний проект і виникає потреба визначити необхідний капітал;
- пропонується новий асортимент виробів чи послуг;
- необхідно провести модернізацію виробництва (окремих технологічних процесів) без внесення істотних змін у його характер і т.д.

Зазвичай бізнес-план можна вважати рекламним документом, на основі якого можна зробити висновок не тільки про бізнес, а й про його власників. Тому важливе значення має не тільки зміст, але і зовнішній вигляд бізнес-плану.

Під час прийняття рішення про інвестування керуються певними правилами (див. нижче). Тут варто пам'ятати, що гроші завжди комусь належать, тому рішення щодо їхнього використання завжди буде суб'єктивним,

бо приймає їх конкретний суб'єкт (людина, інвестиційна структура). Тому, якщо є бажання залучити гроші конкретного інвестора (інвестиційної структури) необхідно майже за "*системою Станіславського*" поставити себе на його місце, тобто думати і діяти, як інвестор (людина або конкретна структура, який зумів (зуміла) заробити гроші, зумів (зуміла) їх не тільки не втратити, а й примножити).

Тільки в цьому випадку буде зрозуміло, як переконати когось вкласти гроші в реалізацію проекту, чим саме цей проект може зацікавити потенційного інвестора.

Вимоги до стилю написання і представлення бізнес-плану можна сформулювати таким чином:

1) бізнес-план має бути стислим, простим, але разом із тим адекватно розкривати сутність проекту; під час його написання необхідно використовувати загальновідомі терміни, доцільно уникати жаргонних висловлювань, суто технічних (технологічних) описів, причому стиль подання інформації має бути діловим, який буде зрозумілим представникам потенційного кредитора (інвестора); з урахуванням загального зниження в останні роки рівня грамотності випускників вузів слід звернути увагу на граматику та орфографію; помилки можуть сприяти створенню в інвестора негативного ставлення до проекту, а отже, - до всього підприємства в цілому; тому не слід обмежуватися комп'ютерною перевіркою орфографії, а залучити компетентного фахівця, який може переглянути бізнес-план та усунути недоліки; але буде краще, якщо укладач бізнес-плану сам є професіоналом (грамотність при цьому обов'язкова!, а сам фахівець навряд чи буде молодшим за 30-35 років);

2) для більшості невеликих проектів (вартістю до 80-100 тис. грн.) бізнес-план зазвичай не перевищує 20-25 сторінок; для більш дорогих проектів необхідним більш детальний бізнес-план;

3) бізнес-план має містити тільки корисну, суттєву для потенційного інвестора інформацію, яка може його зацікавити; додаткова, пояснювальна і первинна інформація може бути включена до додатків до бізнес-плану, кількість яких не обмежується;

4) бізнес-план не повинен бути надмірно оптимістичним, а тому має враховувати можливі ризики, аби був певний "запас стійкості";

5) бізнес-план має сприйматися легко, бути чітким та логічним, тобто таким, аби легко можна було знайти потрібну інформацію; таким чином, бізнес-план повинен бути структурованим (містити необхідні розділи, підрозділи і додатки);

6) бізнес-план має захищати конфіденційну інформацію щодо фірми та її планів; для цього слід жорстко контролювати сферу його поширення, а за потреби - скласти окремий додаток, де буде представлена уся конфіденційна інформація, а власне додаток буде доступним тільки тим, кому ця інформація може бути необхідна;

7) доцільно дотримуватися таких правил визначення структури та оформлення бізнес-плану:

- наявність титульного аркуша;
- наявність сторінки змісту;
- розміщення резюме (анотації) на початку бізнес-плану;
- розміщення в кінці бізнес-плану додатків;
- дотримання наскрізної нумерації розділів, додатків і сторінок;
- наявність приміток та посилань на джерела використаної інформації;

8) бізнес-план читають живі люди, з конкретними знаннями (зазвичай не в технічній або в технологічній сфері), що обіймають певні посади та перебувають у певних ділових стосунках з розробниками бізнес-плану; тому для досягнення бажаного результату можна рекомендувати за *"системою*

Станіславського" (див. вище) поставити себе на місце потенційного кредитора (інвестора), з тим, аби зрозуміти, як він буде реагувати на Вашу пропозицію, як у бізнес-плані враховано його (її) інтереси і що він (вона) особисто і його (її) фірма отримають від реалізації?*

2.2. Структура бізнес-плану

Зазвичай бізнес-план має складатися з таких розділів:

- 1) титульний лист (обкладинка)
- 2) зміст;
- 3) ділове резюме;
- 4) опис підприємства, компетенції керівництва і виконавців проекту;
- 5) зміст (опис) ділової пропозиції;
- 6) маркетингові аспекти;
- 7) фінансові аспекти з розрахунками *NPV*, *IRR*, *Payback Period* та *Cash Flow*;
- 8) аналіз ризиків, чутливості і стійкості проекту (у формі розрахунків, таблиць і діаграм);
- 9) організація робіт з реалізації проекту з графіком його реалізації;
- 10) додатки:
 - звіт і висновок аудиторів про фінансовий аудит з усіма бухгалтерськими формами, поясненнями і необхідним аналізом на основі фінансових коефіцієнтів;
 - звіт про енергоаудит (для проектів у сфері енергозбереження), або витяг зі звіту з основними розрахунками та технічними описами, а також техніко-економічним обґрунтуванням конкретних енергоощадних заходів;
 - основні розрахунки, у тому числі – технічні та економічні;
 - звіти про маркетингові та інші дослідження;
 - резюме (*Curriculum Vitae*) керівників і основних учасників проекту;
 - копії дипломів, сертифікатів, ліцензій і свідоцтв;

* Тут може йтися не тільки про матеріальні аспекти, але й, наприклад, про поліпшення ділової репутації (інвестор працює тільки з солідними клієнтами, береться за реалізацію лише успішних проектів і т.д.).

- копії патентів, товарних знаків, інших прав власності на продукт (послугу) і т.д.

Титульний лист (обкладинка)

Титульний лист доцільно виконати на фірмовому папері, що містить емблему і логотип фірми. Це допоможе надати бізнес-плану вид юридичного документу.

Титульний лист має включати:

- інформацію про підприємство (назва підприємства; юридична адреса підприємства; номери телефонів, факс., E-mail; особа (особи) для контактів, із зазначенням їхньої посади);
- ділова частина (такий, що привертає увагу опис ділових цілей, потенційних можливостей і перспектив, тобто – практично назва пропозиції);
- розмір необхідного капіталу (поточні й очікувані потреби);
- прізвище чи прізвища осіб, що рекомендували звернутися до цього (конкретного) інвестора.

Зміст

Зміст складається в останню чергу і має продемонструвати потенційному інвестору, наскільки добре продуманий проект, наскільки продумані потреби (інтереси) інвестора, а також питання взаємодії з іншими учасниками проекту та з іншими можливими кредиторами.

Ділове резюме (резюме для керівника)

Резюме має бути коротким. Для більшості ділових пропозицій воно повинно займати не більш однієї сторінки, бути написане переконливо і гарною мовою. Слід зазначити, що у більшості випадків особи, які приймають рішення, не читають ділові пропозиції повністю. Тому ділове резюме у декількох пунктах має розкривати сутність і зміст пропонованого проекту. У цьому

· На сьогодні для України цього зазвичай не роблять. Втім, це – досвід і практика усіх розвинутих країн світу. Тому за певний час це буде актуальним і для України.

розділі необхідно висвітлити такі ключові моменти:

- основні ідеї (основні задачі) пропозиції;
- опис характеру продукту чи послуги з обов'язковим розкриттям так званої “унікальної переваги під час продажів”;
- передбачувані обсяги продажів і прибутків (перспективні оцінки);
- вигоди, що отримає організація від ухвалення рішення про інвестиції, а інколи – особа (особи), що приймає рішення про інвестування;
- обсяги і терміни необхідних фінансових внесків;
- порядок і терміни повернення коштів інвесторам;
- критерії успіху, за якими можна приймати рішення щодо успішності інвестування.

Опис підприємства, компетенції керівництва і виконавців проекту

У цьому розділі слід навести таку інформацію:

- організаційна структура підприємства;
- органи управління підприємством;
- ключовий персонал і рівень його кваліфікації.

Зміст (опис) ділової пропозиції

Цей розділ плану має містити опис сутності ділової пропозиції. Опис необхідно виконати з достатнім ступенем деталізації, він має бути переконливим і підтверджувати будь-які фінансові висновки, що можуть бути викладені в бізнес-плані далі. Під час складання бізнес-плану слід брати до уваги, хто саме читатиме та аналізуватиме бізнес-план. Зрозуміло, що "нетехнічному" читачеві, які в основному і читатимуть пропозицію, не можна пропонувати технічний опис, оскільки це може викликати нерозуміння та її несприйняття, а у результаті – негативне ставлення до проекту. Тому слід подавати матеріал цього розділу у “нетехнічних” термінах, а пояснення та розрахунки, які може перевірити відповідний технічний фахівець можна

навести у додатках.

Маркетингові та фінансові аспекти

Зазвичай бізнес-плани у сфері енерго- та ресурсозбереження на діючих підприємствах, в житлових, офісних та комерційних будівлях передбачають запровадження енергоефективного обладнання як на базі існуючого (модернізація), так і впровадження принципово нового енергоефективного обладнання.

У разі запровадження нових технологій, необхідних або для покращання показників продукції, або для випуску нової продукції показники енергоефективності не є вирішальними. Тим не менш їх варто враховувати, оскільки у цьому разі окупність таких проектів зазвичай зменшується, тобто фінансова їх привабливість збільшується. Для будівель важливим є дотримання вимог ДБНів, та відповідних стандартів. Тому окупність тут теж не є визначальною. Але у цьому випадку може ітися про вибір найбільш оптимального з економічної та технічної сторони рішення.

Для згаданих вище випадків нема потреби у проведенні аналізу маркетингових аспектів (за винятком випуску нової чи удосконаленої продукції).

Зазвичай фінансовий план складається з таких елементів:

- ◆ короткострокового прогнозу руху коштів на найближчі 12 місяців, що показує грошові надходження мінус витрати, включаючи фінансові витрати, на основі найбільш обґрунтованих припущень, що стосуються попиту (та кліматичних умов – для будівель);

- ◆ середньотермінового прогнозу не менш, ніж на три роки, а бажано - на п'ять років, що включає:

- щорічні рахунки прибутків і збитків, а також балансові звіти за 3...5 років із застосуванням загальноприйнятих методів бухгалтерського обліку;

- звіт про максимальну потребу в фінансах;

- пропозиції щодо того, як буде фінансуватися проект, із зазначенням (якщо це передбачається) суми капіталовкладень у проект особи (підприємства), що пропонує бізнес-план.

На наступному етапі на основі звіту про рух грошових коштів складається зведення, де враховуються як непогашені зобов'язання (дебіторів і кредиторів), так і тимчасові накопичення (амортизація).

2.3. Оцінювання бізнес-плану

2.3.1. Якісне оцінювання бізнес - плану

Якісне оцінювання бізнес-плану здійснюють у такій послідовності:

- перевірка наявності всіх описаних вище складових;
- перевірка внутрішньої узгодженості планів;
- перевірка припущень у рамках кожного плану і представлення змінених планів за інших припущень;
- оцінювання наслідків бізнес-плану, тобто чи узгоджується він із загальним "портфелем" інших видів діяльності чи кредитування і чи можна припускати, що його ефективність перевищить інвестиції?

Під час якісного оцінювання найважливішим моментом є перевірка припущень. Набір припущень можна розбити на такі категорії.

- Припущення про потенційну здатність - тут зазначаються можливості, тобто, чи здатне підприємство реалізувати проект за даного рівня кваліфікації персоналу і технічних засобів що перебувають в його розпорядженні.
- Припущення про стан - це припущення про майбутні показники, тип ринку, частку ринку, яку можна охопити за визначеної ціни, прибуток по нових виробках і технологіях, продуктивність праці в майбутньому і т.д."

· В даному розділі автор в основному дотримується підходів, представлених у [1].

· Оскільки це стосується маркетингових аспектів бізнес-плану, такі припущення щодо проектів у сфері енергозбереження найчастіше не аналізуються.

- Припущення за фактичною інформацією, пов'язані з поточним станом: ринковими цінами, попитом, конкуруючими продуктами, прибутком по існуючих виробництвах, податковими режимами і відсотками і т.д.

Бізнес-план, що має недоліки за кожним із цих рівнів, втрачає довіру особи, що оцінює його реалістичність (життєздатність). Вочевидь припущення за фактичною інформацією мають замінюватися реальними підтвердженнями, якщо вони доступні, хоча дані рідко бувають вільними від внутрішніх припущень під час їхнього вимірювання чи класифікації. Навіть судження про ціни конкурентів ґрунтуються на припущеннях щодо можливості порівнювати їхню продукцію із зазначеною в бізнес-плані та з урахуванням підтримки їхніх покупців. Припущення про стан можуть бути підтвержені коректно проведеними тестами, заводськими експериментами чи ринковими дослідженнями. Припущення про потенційну здатність деякою мірою враховуються самим планом і будуть критичними під час визначення фінансової прийнятності бізнес-плану. Разом із тим припущення про потенційну здатність вивести підприємство на планований рівень можуть виявитися недостатніми для отримання підтримки кредитора, якщо проект не обіцяє прийнятної для кредитора рівня прибутку чи не відповідає поняттям кредитора про можливу діяльність даного підприємства.

2.3.2. На що в першу чергу звертають увагу потенційні інвестори (кредитори)?

Інвестори найбільшу увагу приділяють оцінюванню таких розділів бізнес-плану (за винятком маркетингових аспектів):

- команда менеджерів;
- поточні і плановані фінансові показники;
- аналіз ризиків, чутливості і стійкості проекту.

Потенційний інвестор надає величезного значення управлінській команді, що приймає життєво важливі поточні і стратегічні рішення. Успіх чи збитки підприємства залежатимуть від наявності досвіду, зрілості і здорового глузду в керівника, його партнерів, раді директорів й іншого управлінського персоналу.

У будь-якому управлінському колективі необхідно забезпечити рівновагу, що дає можливість реалізувати в організації чотири важливих елементи:

- планування;
- організаторські здібності;
- контроль;
- керування.

Надзвичайно важливим є гармонійне поєднання в управлінській команді поведінкових, технічних і концептуальних здібностей, що виявляються під час організації виробництва, постачання продукції чи надання послуг. Сильні сторони управлінської команди мають бути чітко відображені в бізнес-плані. Фірма, що має добре продуману і формалізовану структуру керування, має більше шансів збільшити капітал і досягти своєї мети за більш короткий проміжок часу, до того ж з набагато меншими витратами.

Слід розробити формалізовану організаційну схему. Якщо підприємство належить до малих чи середніх, доцільним є розроблення не дуже масштабної організаційної схеми. Необхідно визначити як керівників, так і основні підрозділи, а також їхнє місце в структурі підприємства. Схему варто використовувати, щоб включити в неї основний управлінський персонал, окресливши коло основних його обов'язків.

Якщо будь-які обов'язки неможливо цілком реалізувати силами свого управлінського колективу, варто виділити цю частину схеми і найняти за контрактом консультантів і професіоналів, що спеціалізуються в цій сфері. Або ж передбачити можливість залучення таких консультантів для виконання конкретного проекту.

Необхідно ретельно проаналізувати фінансові прогнози, що вводяться до документальної частини бізнес-плану. Не варто повідомляти інвестору, що з фінансових питань йому можна отримати зведення у бухгалтера фірми, оскільки всі ці зведення слід мати перед зверненням до потенційного інвестора.

Тому варто включити в план такі прогнози:

- прогноз прибутків і збитків;
- прогнозований баланс;
- прогноз руху коштів.

Під час калькуляції прогнозів необхідно надавати щомісячні дані на найближчі два роки і зведені дані на третій і т.д. роки, до десятого включно. Довготривалі прогнози (10 і більше років) обов'язково робити для проектів з тривалим періодом окупності, що передбачають, наприклад, термомодернізацію (удосконалення) огорожувальних конструкцій будівель, реалізації проектів з фотовольтаїки, вітроенергетики, тощо.

Аналіз ризиків, чутливості і стійкості проектів - найважливіший розділ, наявність якого може підтвердити кваліфікацію тих, хто складає бізнес-план. У пресі дуже часто лунають заклики на користь підтримки національного виробника. При цьому, однак, забувають, що навіть у ДБН **А.2.2-3-97 "Проектування. Склад, порядок розроблення, узгодження і затвердження проектної документації для будівництва"** був відсутній розділ про аналіз ризиків, чутливості і стійкості проектів (навіть як рекомендації!). Відсутній такий розділ і в численних методичних вказівках різних міністерств, відомств і інших державних організацій. Але який нормальний інвестор стане вкладати гроші без урахування можливих змін зовнішніх і внутрішніх чинників? Багато в чому з цієї причини численні пропозиції наших підприємств щодо співробітництва з потенційними інвесторами залишаються без уваги. На щастя, 25 листопада 1999 року була прийнята **Постанова Кабінету Міністрів України № 2145 "Про порядок проведення на конкурсній основі оцінки і відбору інвестиційних проектів, що передбачають залучення засобів державного бюджету"**. У додатку до зазначеної постанови наголошується на **обов'язковості** розроблення і представлення оцінки фінансових ризиків проекту разом з іншими документами, необхідними для конкурсного відбору інвестиційних проектів. Ця постанова створює, нарешті, передумови для ефективного, економічно обґрунтованого витрачання державних коштів.

2.4. Ризики, пов'язані з інвестуванням в енергозбереження

В основному ризики, пов'язані з інвестуванням в енергозбереження, мало чим відрізняються від ризиків, що зазвичай аналізуються під час розроблення проектів модернізації та вдосконалення виробництва. Основні особливості ризиків інвестування в енергозбереження (див. нижче в п. 2.4) описуються в роботах Тихоокеанської північно-західної національної лабораторії США за участі агентства “Арена Еко” (м. Київ).

Наявність чи відсутність державних (урядових) гарантій

Державна гарантія – це зобов'язання держави (в особі уряду) повністю або частково виконати платежі на користь кредитора у разі невиконання позичальником зобов'язань за одержаними позиками. Гарантії надаються органам місцевої влади (АР Крим, місцевим громадам та ін.) та суб'єктам підприємницької діяльності. Надання державних гарантій суттєво зменшує кредитний ризик, що зумовлює зниження відсоткових ставок за кредитами. Держава надає гарантії у формі поручительства – зобов'язання виконати передбачені платежі у разі невиконання їх позичальником (частково або в повному обсязі).

Надані державою гарантії можуть бути внутрішніми та зовнішніми. Внутрішні гарантії – це гарантії уряду перед резидентами країни, а зовнішні гарантії – це гарантії перед нерезидентами. У разі невиконання боржником своїх кредитних зобов'язань гарантія уряду, по суті, перетворюється на дотацію підприємства. За наявності гарантій нерезидентам такі дотації надаються у вільно конвертованій валюті, що зумовлює зростання зовнішнього державного боргу.

Прийняття рішення щодо надання державних гарантій в Україні передбачає проведення експертизи проектів, яку здійснює Кабінет Міністрів України, зокрема, для експертного оцінювання залучають Валютно-кредитну раду, Мінекономіки, Фонд державного майна України, Міністерство фінансів

· З урахуванням рекомендацій, наведених в [http://pidruchniki.ws/15341220/finansii/derzhavni_garantii_umovi_nadannya].

тощо. Остаточне рішення про надання державних гарантій затверджується постановою Кабінету Міністрів України. З метою забезпечення виконання державних гарантій уряд визначає банка-агента.

Гарантії за іноземними кредитами зазвичай надаються Центральним банком країни. Так, Національний банк України може бути гарантом кредитів, що надаються суб'єктам зовнішньоекономічної діяльності іноземними банками та міжнародними фінансовими інституціями. Гарантії надаються під заставу Державного валютного фонду та іншого державного майна. У випадках, коли погашення кредиту передбачено здійснювати за рахунок бюджетних коштів, суб'єкт зовнішньоекономічної діяльності має одержати гарантійний лист від КМУ. На основі одержаного листа НБУ здійснює резервування валютних коштів уряду, що приймаються як застава під гарантію банка. НБУ веде облік наданих гарантій, забезпечує зарахування валютних коштів на рахунки банка, здійснює оперативне управління валютними коштами, що використовуються як застава, та забезпечує (у разі виникнення відповідних умов) оплату заборгованості перед іноземними кредиторами.

Урядом прийнято декілька способів повернення коштів державного бюджету, виплачених внаслідок надання державних гарантій за кредитами. До них, зокрема, належать:

- 1) реструктуризація заборгованості;
- 2) примусове відшкодування витрат держави за гарантійними зобов'язаннями:
 - а) стягнення заборгованості за рахунок продажу майна боржника (через арбітражний суд);
 - б) порушення справи про банкрутство позичальника;
- 3) оформлення заборгованості перед державним бюджетом векселями і продаж їх на біржовому фондовому ринку.

Починаючи з 1999 р. з метою зменшення навантаження на Державний бюджет в Україні запроваджено зміни щодо умов надання державних гарантій. Тому державні гарантії можуть бути одержані тільки за умов наявності

зустрічних безумовних гарантій банків. Для цього комерційні банки – агенти уряду мають надавати зустрічні гарантії за кредитами, гарантованими державою. За таких умов договір застави позичальник укладає не з урядом, а з комерційним банком. Таким чином за кредитами, гарантованими урядом, несе відповідальність банк.

Схемою передбачено, що у разі настання гарантійного випадку податкова адміністрація уповноважена покривати збитки бюджету за рахунок активів банка-агента. При цьому переважну частину роботи з проведення експертного оцінювання проектів мають виконувати банки. Разом із тим, для вдосконалення механізму надання державних гарантій передбачено також встановлення граничного розміру гарантій протягом бюджетного року; проведення оцінювання кредитоспроможності позичальників; визначення аудиторських фірм, що залучаються до проведення експертизи та ін.

Для впорядкування кредитних проектів, що фінансуються за рахунок іноземних кредитів, передбачено застосування системи супроводження кредитів, за допомогою якої можна здійснювати контроль: за цільовим використанням кредитів, фінансовим станом позичальника, ефективністю використання іноземного кредиту. Такий контроль провадять банки-агенти Кабміну, органи державної податкової служби, митниця, Фонд державного майна України та інші органи державного управління. Таким чином отримати урядові гарантії на сьогоднішній день досить складно. Пов'язано це з необґрунтованим і безконтрольним їх наданням міністерствами і відомствами в перші роки незалежності України. Як приклад можна навести процедуру отримання державних гарантій для проекту створення Української енергосервісної компанії (УкрЕСКО), коли Верховна Рада України прийняла відповідний закон як про гарантії, так і про порядок реалізації проекту УкрЕСКО. Процедура розроблення проекту, його погодження та затвердження зайняла понад два роки.

Неповернення або несвоєчасне погашення кредиту

Підприємства, установи чи організації, де було реалізовано проект, можуть не забезпечити зумовлених виплат з обслуговування кредиту. У цьому випадку держава (за наявності державних гарантій) чи інший гарант погашення кредиту (банк, чи власник підприємства, будівлі тощо) зобов'язані здійснити передбачені кредитною угодою виплати.

З метою зниження ризиків інвестування мають бути передбачені ліквідна застава і (або) поділ ризиків, за допомогою залучення декількох інвесторів. Приміром, Європейський банк реконструкції і розвитку надає зазвичай не більше третини необхідних коштів. Щодо проектів у сфері енергозбереження може бути прийнята схема, що її пропонує енергоаудиторська консалтингова фірма “Електромеханіка” (м. Київ), коли ця фірма, після здійснення енергоаудиту і розроблення проекту, готова вкладати у його реалізацію власні кошти.

Вплив суб'єктивних чинників

Відома формула “кадри вирішують все”, найбільш точно характеризує цей вид ризику. У процесі реалізації проекту може з'ясуватися, що керівництво підприємства не має достатніх знань, навичок і досвіду здійснення великомасштабних проектів за участю і під контролем реальних інвесторів, а не під керівництвом і на гроші відповідного міністерства. Може виявитися також, що на підприємстві відсутні як управлінські, так і технічні кадри необхідної кваліфікації. Ще однією небезпекою є “плинність” кадрів, особливо в той час, коли персонал підприємства починає опановувати необхідні знання і набуває досвід керування проектом.

У результаті дії зазначених суб'єктивних чинників може бути отримано прибуток, менший від запланованого, або не буде дотримано графіки реалізації проекту, або матиме місце зниження якості монтажу, налагоджувальних робіт та експлуатації впроваджуваного устаткування, а відповідно до цього – зниження продуктивності устаткування і недоотримання коштів для розрахунків за позикою.

Для зниження впливу суб'єктивних чинників на реалізацію проекту необхідно:

- провадити навчання кадрів;
- залучати кваліфікованих консультантів (експертів);
- знижувати “плинність” кадрів за допомогою підвищення зарплати (інших виплат чи надання житла);
- залучати організації-учасників (підрядчиків і субпідрядників) проекту на основі тендерів.

Оподаткування, мито та збори. Стандартизація і сертифікація устаткування

Особливу увагу слід звернути на можливість запровадження нових податків, зборів (як на регіональному, так і на загальнодержавному рівнях). Досвід останнього років засвідчує, що на зниження податкового пресу розраховувати не варто, а багато податків, усупереч усім правилам, запроваджуються в нашій країні навіть “заднім числом”. У розрахунках можна приймати збільшення витрат за цією статтею на 20...30%. Те ж саме можна сказати про митні та про акцизні збори. Особливі труднощі зазвичай пов'язані з дотриманням стандартів і, що найскладніше, - з обов'язковою сертифікацією імпортованої продукції і комплектуючих. Останнє може призвести до затримки реалізації проекту на кілька місяців. Для зниження впливу даного ризику можна порадити за можливості використовувати вітчизняне устаткування і комплектуючі.

Соціальні гарантії та створення нових робочих місць

Так історично склалося, що в Україні підприємцям (за винятком хіба що приватизаційних вимог) зовсім не обов'язково створювати нові робочі місця. Проте скорочувати їх зовсім не просто. Тому необхідно передбачити додаткові статті витрат на перенавчання та підвищення кваліфікації працівників, що вивільняються в результаті реалізації проекту. Практично неможливо також знизити в Україні величину фонду зарплати. Втім, досвід кількох останніх років демонструє так назване “заморожування” зарплат і пенсій, що за триразового падіння курсу національної валюти щодо долара (євро) можна вважати

рівноцінним зниженню зарплат... За таких умов можна прийняти рішення про припинення прийому на роботу нових співробітників, як це було зроблено, приміром, на Центральному гірничо-збагачувальному комбінаті м. Кривого Рогу. При цьому за рахунок фонду зарплати працівників, що звільнилися, (за власним бажанням чи в зв'язку з виходом на пенсію за віком і т.д.) можна буде підвищувати заробітну плату співробітникам, що працюють. Іншим шляхом йдуть підприємства, що “добровольно-принудительно” переводять персонал або на неповний робочий тиждень, або на неповний робочий день (з погодинною оплатою) тощо.

Вартість устаткування і пуско-налагоджувальних робіт

Вартість устаткування і пуско-налагоджувальних робіт може істотно відрізнятися від планових показників. Може виявитися, що всупереч сподіванням зросте кількість і вартість необхідної для реалізації проекту робочої сили. Оскільки спрогнозувати зростання вартості устаткування і пуско-налагоджувальних робіт досить важко, - під час підготовки бізнес-планів варто передбачати на ці заходи резерв непередбачених витрат у розмірі до 30...50% від планових показників.

Вартість сировини і паливно-енергетичних ресурсів

В умовах залежності України від постачання імпортованих паливно-енергетичних ресурсів, вартість яких встановлюється в доларах, варто враховувати можливість істотного зростання витрат на їхнє придбання. Однак, в міру зростання вартості енергоресурсів буде відповідним чином знижуватися період окупності проекту. Впродовж останніх років ціни на нафтопродукти і природний газ в Україні постійно збільшуються, тарифи на електроенергію для підприємств наблизилися до середньоевропейських. У найближчі роки варто очікувати в основному подорожчання цін на газ та тарифів на електроенергію для населення. Тому під час аналізу чутливості і стійкості інвестиційних проектів варто враховувати можливість підвищення витрат на газ та електроенергію для населення у 2-4 рази.

Дуже цікавою є ситуація на ринку паливно-мастильних матеріалів, коли їхня вартість у гривні постійно збільшується, навіть незважаючи на те, що на

світовому ринку має місце протилежна тенденція. Тому, напевно, варто очікувати на зростання вартості паливно-мастильних матеріалів в подальшому.

Під час аналізу можливості подорожчання сировини варто враховувати географічне положення і кількість її виробників, їхню юрисдикцію (українські чи закордонні), наскільки експортоспроможними є ці сировинні ресурси. Для зниження ризиків в окремих випадках можна навіть рекомендувати придбати контрольний чи “блокуючий” пакет акцій виробника важливих для підприємства сировинних ресурсів. Можливим також є укладання довгострокових договорів щодо постачання сировинних ресурсів за прийнятними для підприємства цінами. У разі відмінності внутрішньоукраїнських цін на сировинні ресурси від цін закордонних виробників під час аналізу чутливості і стійкості проекту як найгірший випадок варто прийняти більш високі ціни закордонних виробників.

Робота устаткування і дотримання технологічних карт

Під час розроблення проектів можуть мати місце помилки в розрахунках щодо продуктивності устаткування, навмисне завищених в рекламних цілях даних фірм-виробників про характеристики устаткування. Може бути також недостатньою кваліфікація експлуатаційного персоналу або персонал не буде дотримуватися технологічних вимог. Це може зумовити недоотримання підприємством коштів (якщо в порушеннях винні його співробітники) та (або) підрядниками (якщо було неправильно оцінено можливості устаткування), та (або) постачальниками устаткування (якщо в договорі про постачання устаткування передбачено санкції за невідповідність фактичних показників устаткування розрахунковим його характеристикам).

Для мінімізації зазначених ризиків необхідно:

- відповідально підходити до укладання договорів на постачання устаткування; при цьому мають бути чітко зазначені характеристики устаткування, що мають бути забезпечені його постачальником;
- мінімізувати коло осіб, що мають доступ до устаткування;
- провадити навчання і перенавчання обслуговуючого персоналу;
- провадити навчання управлінського персоналу;

- передбачити гнучку схему виплати запозичень (залежно від умов реалізації проекту);
- передбачити стимулювання дотримання умов проекту персоналом підприємства;
- передбачити раціональну схему верифікації і заходи щодо поточної верифікації.

Витрати, безпосередньо не зв'язані з енергозбереженням

У процесі розробки ESCO-проекту у підприємства може виникнути бажання чи нагальна потреба в проведенні робіт, безпосередньо не пов'язаних з енергозбереженням. Наприклад, питання підвищення безпеки, поліпшення екологічних характеристик чи підвищення зручності об'єкту (будинку). Включення таких робіт у ESCO-контракт можливо тільки з застереженням про те, що витрати на їхню реалізацію не впливають на економічні показники проекту, а їхнє фінансування здійснюється або за рахунок коштів підприємства, або на підставі окремого (додаткового) договору щодо кредитування.

Зміна валютних курсів

Купівельна спроможність кредиту залежно від зміни валютних курсів згодом може змінюватися. Особливо актуально це для кредитів, наданих в іноземній валюті, або для випадків, коли закупівлі устаткування провадяться за кордоном. Ризик зміни валютних курсів має бути врахований під час визначення вартості устаткування і пуско-налагоджувальних робіт. Нажаль, через нестабільність національної валюти (згадаймо стрибки курсу долара у 1998 р., у кінці 2008 р. та на початку 2014 р.) в найближчі роки навряд чи можна розраховувати на суттєве (понад 10...20%) довготривале збільшення курсу гривні. Тому варто враховувати у першу чергу ризик, пов'язаний із підвищенням курсів основних іноземних валют. При цьому від реалізації енергоощадних заходів виграють в основному підприємства-експортери, що за послуги в середині країни розраховуються більш дешевою національною валютою, а продаж продукції здійснюють у дорогій іноземній валюті. Гіршою є ситуація

· Стосується ESCO-проектів, тобто того, що в Україні в законодавчих актах називають енергосервісом

для підприємств, що працюють на внутрішній ринок, коли за енергоресурси доводиться сплачувати в іноземній валюті, а продукція реалізовується за більш дешеву національну валюту. В обох випадках ESCO-проект вигідний усім сторонам, що приймають участь у його реалізації, оскільки заощаджуються енергоносії, вартість яких у національній валюті зростає.

Недостатнє використання устаткування (робота устаткування протягом меншого часу або не на проектну потужність)

У випадку недовикористання устаткування за продуктивністю (потужністю) або його роботи протягом часу, меншого, ніж це заплановано в проекті, має місце недоотримання заощаджень, а отже економічні показники проекту істотно погіршуються. Найчастіше це має місце з вини підприємства, що слід враховувати під час укладання ESCO-договору.

3. Аналіз беззбитковості

Під час проведення економічного аудиту всі аудиторські компанії оперують даними за останні 3 (рідко - 5) роки. При цьому залежно від замовника аудиту (акціонери, менеджмент підприємства, потенційні інвестори) здійснюють аналіз тих або інших фінансових коефіцієнтів (ROI, ROA, ROE,...). Щодо України, та інших країн з нестабільною економікою цього може виявитися недостатньо, оскільки навіть у випадку порівняно стабільної роботи протягом трьох останніх років фактичні і потенційні можливості підприємства можуть бути зовсім іншими. Тут варто брати до уваги значне (для багатьох підприємств більш, ніж 2...3-кратне) зниження обсягів виробництва порівняно з 1990...1991 р.р., зміна рівня цін і їхнього співвідношення на покупні вироби, енергоресурси і вироблену продукцію з урахуванням скорочення кількості працівників.

У ситуації, коли значна частина підприємств України або збиткова, або працює з мінімальною рентабельністю, актуальним є проведення розрахунку точки беззбитковості. Однак розрахунок точки беззбитковості за даними тільки трьох останніх років буде вкрай неточним. Аналіз показує, що в цьому випадку необхідною є інформація щонайменше за 5-6 останніх років. І якщо в 1995, 1996, 1997 р. і до серпня 1998 року ціни (у гривнях і доларах США) змінювалися незначно (більше всього - на електроенергію), то порівняно з 1990...1991р. ці зміни становили сотні тисяч і мільйони відсотків. Тому під час розрахунків необхідно оперувати зіставними цінами, приміром, у доларах США (USD) або ЄВРО (EUR). Рівень цих цін доцільно приймати за даними за останній рік. У випадку перспективного аналізу (під час аналізу чутливості і стійкості інвестиційного проекту) варто враховувати можливість зміни рівня цін на сировину, матеріали, інші комплектуючі та в першу чергу - на енергоресурси. Таким чином під час аналізу економічного становища підприємства доцільно здійснювати розкриття структури витрат на виробництво в зіставних цінах, наприклад так, як це показано на рис. 3.1.

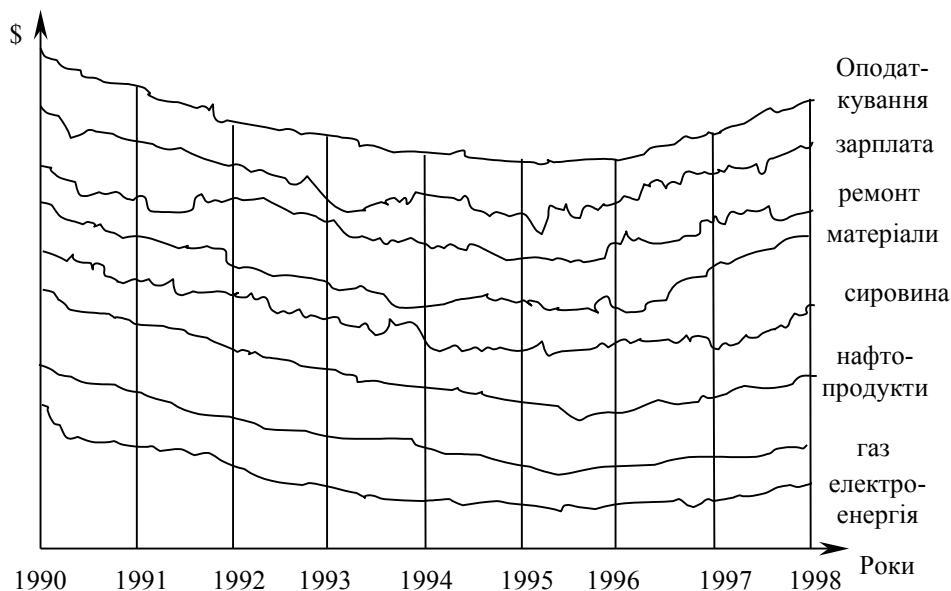


Рис. 3.1. Структура витрат на виробництво продукції.

Усі статті собівартості за винятком зарплати можуть бути розраховані або прямим перемножуванням кількості покупних виробів, матеріалів, послуг на величину зіставної ціни, або непрямими методами (за наявності зв'язку між витратами за окремими статтями витрат на виробництво). Щодо зарплати варто дотримуватись таких підходів:

- зарплату “заморожують” на рівні останнього року;
- зарплату змінюють пропорційно до обсягів виробництва (або пропорційно до зміни вартості "споживчого кошика", або пропорційно до рівня інфляції, тощо);
- за край низького рівня зарплати на більшості українських підприємств його зниження практично неможливо (аби уникнути соціальних катаклізмів).

Для збиткових підприємств можна порекомендувати "заморожування" зарплати до досягнення компанією принаймні нульової рентабельності. Тільки за наявності прибутку можливим стає підвищення зарплати. Приміром, для одного з українських гірничо-видобувних підприємств у випадку підвищення зарплати пропорційно до обсягів виробництва точка беззбитковості перевищила б його проектну потужність. Проведені вітчизняною енергоаудиторською компанією

"Електромеханіка" розрахунки дозволили обґрунтувати необхідність "заморожування" на підприємстві зарплати до початку його рентабельної роботи.

Зазвичай в процесі обчислення точки беззбитковості користуються лінійною моделлю залежності витрат на виробництво (собівартості виробництва) від його обсягів (див. рис. 3.2). Разом із тим досвід підприємства "Електромеханіка" (м. Київ) засвідчує, що набагато більш точні результати можуть бути отримані під час використання нелінійної моделі з довірчим інтервалом, як це показано на рис. 3.3.

Серйозною проблемою українських підприємств був бартер. Врахувати його під час розрахунку точки беззбитковості можна так, як це показано на рис. 3.4. При цьому зі збільшенням рівня втрат від бартеру, тобто в міру зниження коефіцієнта пропорційності k_i між вартістю виробленої продукції C_i та обсягами виробництва Q_i точка беззбитковості досягається за великих обсягів виробництва, де $i=1,2,3,4$.

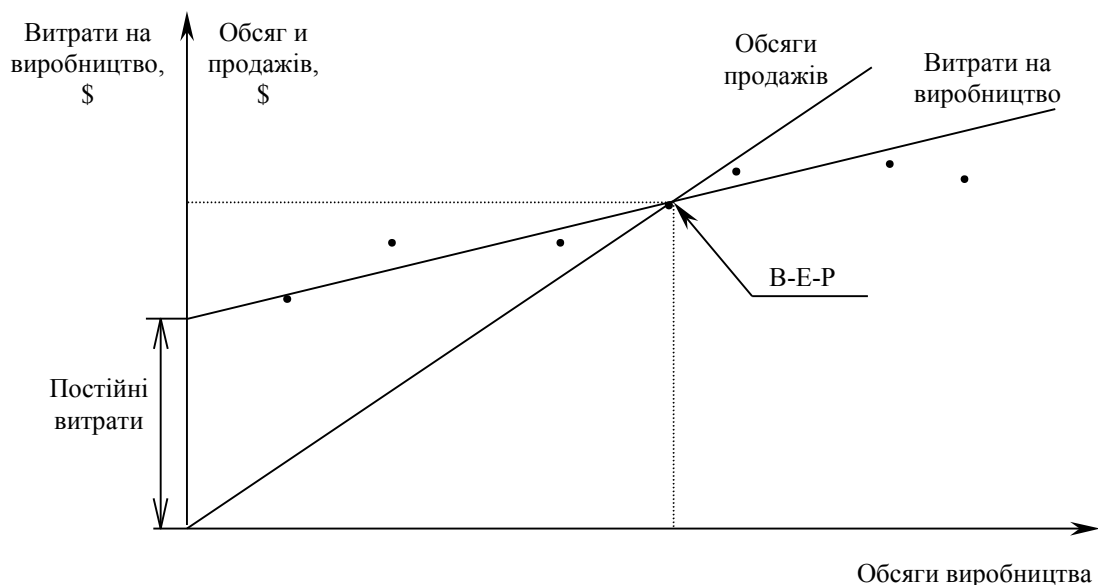


Рис. 3.2. Графічна інтерпретація точки беззбитковості (В-Е-Р) при використанні лінійної моделі вартості витрат на виробництво.

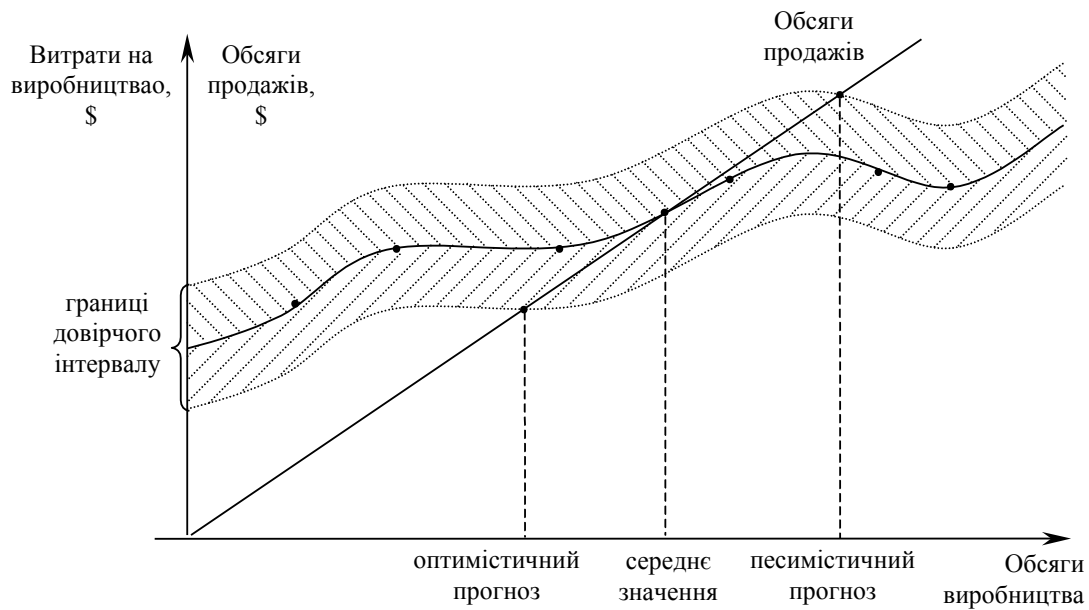


Рис. 3.3. Графічна інтерпретація точки беззбитковості при використанні нелінійної моделі величини витрат на виробництво.

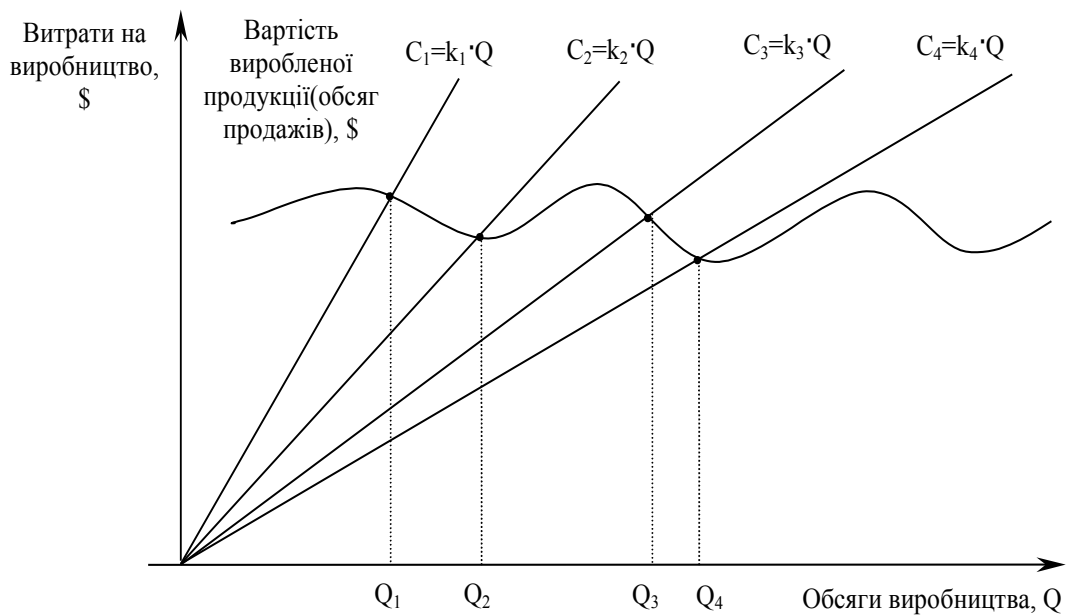


Рис. 3.4. Вплив ціни продажів (бартеру) на точку беззбитковості: $k_1 > k_2 > k_3 > k_4$.

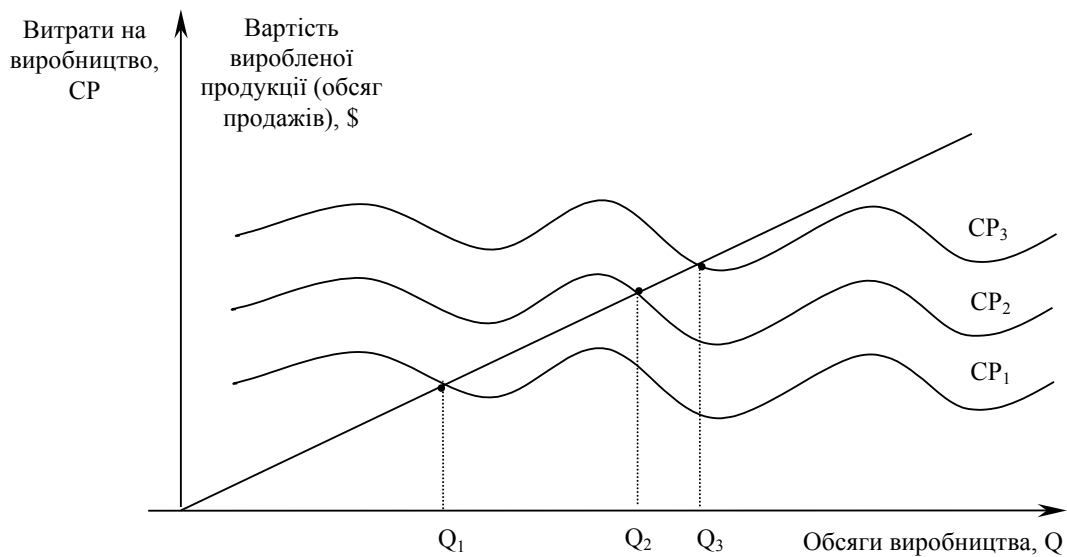


Рис. 3.5. Вплив зміни окремих статей витрат на виробництво на точку беззбитковості.

Аналіз впливу зміни окремих статей витрат на виробництво у більший або менший бік здійснюють так, як це показано на рис. 3.5. При цьому зі збільшенням витрат на виробництво (перехід від CP_1 до CP_2 і CP_3) точка беззбитковості досягається за більших обсягів виробництва ($Q_1 < Q_2 < Q_3$). Такий підхід може бути покладений в основу аналізу чутливості і стійкості інвестиційних проектів.

4. Сучасна методологія ведення економічних розрахунків

4.1. Економічна ефективність

Визначення економічної ефективності здійснюється з метою ухвалення рішення щодо доцільності реалізації інвестиційного проекту (ІП) та техніко-економічного порівняння й вибору найкращого з декількох можливих варіантів таких проектів.

Оцінювання економічної ефективності інвестицій (капітальних вкладень) засновано на визначенні показників виробничо-фінансової діяльності суб'єктів господарювання (прибутку та рентабельності) або на визначенні доцільності інвестування в проекти реконструкції (модернізації, термомодернізації тощо) будівель та споруд.

Розміри капітальних вкладень і поточних витрат виробництва визначають, як правило, за діючими цінами, тарифами та нормативами, а під час розрахунків на віддалену перспективу - за прогнозними оцінками, що враховує тенденції зміни вартості устаткування, матеріалів і т.д.

У разі можливості вартісного оцінювання витрат і результатів розглянутих варіантів інвестування критерієм ефективності є економічний ефект від їхньої реалізації:

$$E_T = P_T - B_T, \quad (4.1)$$

де E_T - економічний ефект від реалізації ІП за розрахунковий період T ;

P_T - вартісна оцінка результатів здійснення ІП за розрахунковий період;

B_T - вартісна оцінка витрат на здійснення ІП за розрахунковий період.

Наприклад, при витратах $B_T=1000$ грн. і результатах $P_T=3000$ грн. економічний ефект від запровадження ІП складатиме: $E_T=3000 - 1000=2000$ грн.

Варто зазначити, що такий підхід до визначення економічного ефекту є традиційним і використовувався також під час розрахунків за старим (радянським) методом так званих “приведенних затрат” (“приведених витрат”).

Тут і надалі у розділі 4 в основному дотримуємося підходів, наведених у роботах [6 та 7].

4.2. Дисконтування

На відміну від методу “приведенных затрат” (“приведених витрат”) сучасні підходи враховують той факт, що з часом вартість грошей змінюється (наприклад, через інфляцію, з урахуванням можливості отримання доходів від депозитів, залежно від ставки кредитування банків тощо).

Тому важливо враховувати “дисконтування” (зміну вартості грошей з плином часу).

За початковий рік розрахункового періоду t_n приймають рік початку фінансування робіт з реалізації ІІІ.

Кінцевий рік розрахункового періоду t_k визначається моментом завершення ІІІ.

Розрахунок економічного ефекту проводиться з обов'язковим приведенням різнотермінових витрат і результатів до єдиного для всіх варіантів ІІІ моменту часу - розрахункового року t_p . За розрахунковий рік зазвичай (але не завжди!) приймають календарний рік, найбільш ранній для всіх розглянутих варіантів, що відповідає року початку фінансування ІІІ (тобто найбільш ранній для всіх варіантів ІІІ початковий рік t_n).

Приведення різнотермінових витрат і результатів усіх років періоду реалізації заходу до розрахункового року здійснюється множенням їхньої величини за кожний рік на коефіцієнт дисконтування α_t :

$$\alpha_t = (1 + E)^{t_p - t}, \quad (4.2)$$

де E - норматив дисконтування (норма дисконту), що приймається залежно від конкретних умов здійснення заходів (вартість і умови надання позики, норма прибутку на акції, структура капіталу та ін.);

t_p - розрахунковий рік;

t - поточний рік, витрати і результати якого приводяться до розрахункового року.

Наприклад, при $t_p = t_n = 0$, $t_k = 5$ та $E = 0,1$

$$\alpha_t = \frac{1}{(1+E)^t} = \frac{1}{(1+0,1)^5} = 0,6209.$$

4.3. Результат реалізації проекту

Під результатом реалізації проекту мають на увазі дисконтовану суму надходжень (доходів) за весь розрахунковий період (далі - доходи):

$$P_T = \sum_{t=t_n}^{t_k} P_t \cdot \alpha_t. \quad (4.3)$$

Наприклад, при $P_1 = 300$ грн., $P_2 = 500$ грн., $P_3 = 700$ грн., $P_4 = 900$ грн.,
 $t_n = 1$, $t_k = 4$, $E = 0,1$.

$$\begin{aligned} P_T &= \sum_{t=t_n}^{t_k} P_t \cdot \alpha_t = P_1 \cdot \alpha_1 + P_2 \cdot \alpha_2 + P_3 \cdot \alpha_3 + P_4 \cdot \alpha_4 = \\ &= 300 \cdot \frac{1}{(1+0,1)^0} + 500 \cdot \frac{1}{(1+0,1)^1} + 700 \cdot \frac{1}{(1+0,1)^2} + 900 \cdot \frac{1}{(1+0,1)^3} = \\ &= 300 \cdot 1 + 500 \cdot 0,9091 + 700 \cdot 0,8264 + 900 \cdot 0,7513 = 2009 \text{ грн.} \end{aligned}$$

У даному випадку вважаємо, що результати можуть бути отримані тільки після початку фінансування, тобто дохід, як правило, одержують після впровадження запланованих заходів (тому зазвичай $P_0 = 0$). У деяких випадках, коли порівнюють два ІІ, іноді зниження витрат на реалізацію більш ефективного і дешевого варіанту ІІ розглядають як не негативний результат ($P_0 \geq 0$). Однак для такого випадку більш правильно було б прийняти $P_0 = 0$, а зниження витрат віднести до зниження значення витрат на реалізацію конкретного ІІ (див. п. 4.4). Можливим є також позитивне значення P_0 для випадків, коли реалізація нового проекту передбачає продаж існуючого обладнання та (або) основних фондів.

4.4. Витрати на реалізацію проекту

Витрати - це дисконтована сума усіх витрат і витрат періоду (рік, квартал, місяць):

$$B_T = \sum_{t=t_n}^{t_K} B_t \cdot \alpha_t. \quad (4.4)$$

Наприклад, при $B_0 = 100$ грн., $B_1 = 50$ грн., $B_2 = 50$ грн., $t_p = t_n = 0$, $t_K = 2$, $E = 0,1$

$$\begin{aligned} B_T &= \sum_{t=t_n}^{t_K} B_t \cdot \alpha_t = B_0 \cdot \alpha_0 + B_1 \cdot \alpha_1 + B_2 \cdot \alpha_2 = \\ &= 100 \cdot \frac{1}{(1+0,1)^0} + 50 \cdot \frac{1}{(1+0,1)^1} + 50 \cdot \frac{1}{(1+0,1)^2} = 187 \text{ грн.} \end{aligned}$$

4.5. Економічний ефект

Величина E_T , визначена за формулою (4.1), є узагальнюючим критерієм економічної ефективності варіантів ІІІ. Під час розрахунків визначають показники, що характеризують ефективність інвестицій, необхідних для здійснення ІІІ. Ці показники варто зводити до таких груп:

- прибуток - ефект в абсолютних величинах (перевищення доходів над витратами в грошовому еквіваленті);
- рентабельність - ефект у відносних одиницях (відношення прибутку або доходів до витрат), що відображає частку витрат, що повертаються щорічно як прибуток або дохід;
- термін окупності - час, протягом якого інвестиції відшкодовуються за рахунок прибутку та можуть бути використані для нових вкладень (розширеного відтворення).

Показники групи можуть відрізнятися складом доходів, витрат, розрахунковим періодом, умовами застосування.

Чисту поточну (теперішню) вартість Π_i визначають зі співвідношення:

$$\Pi_i = NPV = \sum_{t=0}^T \frac{(D_t - B_t)}{(1 + E)^t}, \quad (4.5)$$

де D_t - вартість реалізованої продукції та інші доходи за t -ий рік (включаючи ліквідаційне сальдо);

E - норматив дисконтування;

B_t - річні витрати за t -ий рік:

$$B_t = K_t + B_{ексн.t}$$

K_t - капітальні вкладення в році t , включаючи і витрати на просте відтворення;

$B_{ексн.t}$ - експлуатаційні витрати в році t (без амортизаційних відрахувань на реновацію).

Чистий інтегральний дисконтирований прибуток Π_i (NPV) використовують як критерій ефективності під час оцінювання великомасштабних інвестиційних проектів (технічне переозброєння та реконструкція), що вимагають значних фінансових ресурсів і часу здійснення. Проект може бути прийнятий до фінансування якщо $\Pi_i = NPV > 0$ або з альтернативних проектів відбирають проект, що має найбільше значення $\Pi_i = NPV$.

4.6. Рентабельність

Під час оцінювання ефективності інвестиційних проектів застосовують кілька показників рентабельності:

а) рентабельність інвестицій (проста рентабельність);

б) дисконтована середньорічна рентабельність інвестицій (коефіцієнт дисконтування прибутку);

· Загальноприйнятим є використання англійського терміну *Net Present Value (NPV)* – *чиста теперішня (поточна) вартість*. Часто некваліфіковані перекладачі та не дуже кваліфіковані фахівці дають хибні тлумачення цього терміну: “Інтегральна дисконтована вартість”, “Чистий інтегральний дисконтований прибуток”, “Чиста інтегральна дисконтована вартість”, “Чиста дисконтована вартість”, “Чиста інтегральна вартість” тощо. **Рекомендація:** Задля уникнення помилок, варто після кожного згадування цього терміну наводити в лапках його англійський еквівалент.

- в) загальна рентабельність по доходах;
- г) середньорічна рентабельність по прибутку;
- д) внутрішня норма рентабельності (внутрішня норма прибутку).

Показники рентабельності призначені для оцінювання загальної ефективності інвестицій.

Чисельне значення внутрішньої норми рентабельності (загальноприйнятим є використання англійського терміну *Internal Rate of Return (IRR)*) відповідає граничному розміру нормативу ефективності, за якого проект вигідний. *IRR* характеризує рівень рентабельності інвестицій: проект прийнятний, якщо *IRR* вище мінімальної (фактичної або очікуваної) процентної ставки на ринку капіталу.

Внутрішню норму рентабельності *IRR* визначають з рівняння (4.6) методом ітерацій:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{D_t - B_t}{(1 + IRR)^t} = 0. \quad (4.6)$$

Показник *IRR* доцільно застосовувати у випадках, коли норму дисконтування *E* важко задати однозначно (наприклад, у розрахунку на тривалу перспективу або в умовах нестабільності економіки, як от в Україні). Значення *IRR* показує верхню межу припустимого рівня середньозваженої вартості залучених для реалізації проекту коштів (*Cost of Capital - CC*), приміром, вартості кредитних ресурсів, перевищення якого робить проект збитковим. Так, у разі, якщо:

- *IRR > CC*, то проект може бути прийнятий до реалізації, оскільки він буде прибутковим;
- *IRR < CC*, то від реалізації проекту варто відмовитися, тому що він буде збитковим;
- *IRR = CC*, то проект буде ні прибутковим і ні збитковим, тобто це граничний випадок між *IRR > CC* та *IRR < CC*.

Якщо аналізують кілька варіантів, то перевагу матиме проект з найбільшим значенням *IRR*. Варто мати на увазі, що в США внаслідок сформованих традицій проекти спочатку оцінюють за методом *IRR*, і тільки потім оцінюють проекти за методом *NPV*. Необхідно відзначити, що в деяких випадках результати оцінювання перспективності реалізації проектів за цими методами можуть призводити до прямо протилежних результатів. Практика інвестування показує, що більш достовірний результат може бути отриманий під час оцінювання перспективності проектів за методом *NPV*.

4.7. Період окупності

Термін (період) окупності проекту (загальноприйнятим є використання англійського терміну *Payback Period*) T_n - період за який віддача на капітал (сума чистого прибутку й амортизаційних відрахувань) досягає значення дисконтованих початкових вкладень.

Період окупності визначають з наступного рівняння:

$$\sum_{t=0}^{T_n} \frac{D_t - B_t}{(1 + E)^t} = 0 \quad (4.7)$$

Проект може вважатися прийнятним, якщо T_n менше терміну служби об'єкта (терміну повернення дисконтованої суми позикових засобів, залучених для реалізації проекту).

Досить часто для попереднього оцінювання окупності заходів користуються так названим “простим” (недисконтованим) періодом окупності, який визначають діленням загальних витрат на реалізацію проекту на рівень доходів за рік. Щодо заходів з енергозбереження провідні енергоаудитори світу вважають доцільним період окупності на рівні до 1-2 років. Лише для деяких проектів будівництва когенераційних установок прийнятним можна вважати значення недисконтованого періоду окупності на рівні до 3 років, а щодо огорожувальних конструкцій – до 3-4 років. Щодо огорожувальних конструкцій варто зазначити, що розрахунки мають враховувати усі суттєві чинники, як от зменшення пропускної здатності (діаметра, а

отже і вартості) теплової мережі, а також потужності котелень, оскільки після термомодернізації будівлі потреба у тепловій енергії зменшиться.

4.8. Інфляція та середньозважена вартість капіталу

Одним з найважливіших чинників, що впливають на фінансові показники інвестиційних проектів, є інфляція. Розглянемо класичний приклад. Підприємство хоче інвестувати у виробництво \$1000. Для цієї мети може бути залучена позика у банку під 10% річних (за рік необхідно буде повернути \$1100). Передбачуваний рівень інфляції складає 5% на рік. Для того, щоб через рік не виявитися в програті, підприємство має отримати дохід на рівні

$$\$1100 \cdot (1 + 0,05) = \$1155.$$

Загальна формула, що зв'язує норматив дисконтування (норму дисконту) в умовах інфляції E , середньозважену вартість капіталу (номінальний норматив дисконтування) w та індекс інфляції (інфляційна премія, рівень інфляції) i має вигляд:

$$1 + w = (1 + E) \cdot (1 + i) \quad (4.8)$$

Після розкриття дужок формула (4.8) може бути представлена таким чином

$$1 + w = 1 + E + i + i \cdot E.$$

Нехтуючи величиною $i \cdot E$ через її малість, формулу для визначення нормативу дисконтування (норми дисконту) E в умовах інфляції можна представити так:

$$E = w - i. \quad (4.9)$$

Формула (4.9) використовується для приблизного оцінювання, особливо за невеликих рівнів інфляції.

Середньозважена вартість капіталу w являє собою мінімальну норму прибутку, очікуваного акціонерами та кредиторами від своїх вкладень. Визначається середньозважена вартість капіталу (собівартість капіталу, середня ціна капіталу) як середня зважена з індивідуальних вартостей ("цін"), у які

обходиться підприємству залучення ресурсів з різних джерел. Для внутрішніх і зовнішніх джерел:

$$w = r_s \cdot \frac{S}{D + S} + r_D \cdot \frac{D}{D + S}, \quad (4.10)$$

де S и D - власний і позиковий капітал;

r_s - вартість власного капіталу (необхідна віддача на акції);

r_D - вартість позикового капіталу (процентна ставка за позикою).

Більш точно норматив дисконтування визначають за формулою:

- у відсотках

$$E\% = \left(\frac{w\% + 100}{i\% + 100} - 1 \right) \cdot 100; \quad (4.11)$$

- у відносних одиницях:

$$E = \frac{w + 1}{i + 1} - 1. \quad (4.12)$$

Наприклад, при $w\% = 12\%$ та $i\% = 5\%$ за грубою оцінкою (див. формулу (4.9)) норматив дисконтування складатиме

$E\% = w\% - i\% = 12 - 5 = 7\%$, а за більш точною формулою (4.11)

$$E\% = \left(\frac{w\% + 100}{i\% + 100} - 1 \right) \cdot 100 = \left(\frac{12 + 100}{5 + 100} - 1 \right) \cdot 100 = 6,7\% \approx 7\%.$$

4.9. Приклади економічних розрахунків

Приклад 4.1. Для реалізації ІІІ необхідно одержати позику в банку на суму C . Термін повернення кредиту - 12 місяців. Банк "А" дає позику з розрахунку $E_A = 10\%$ на місяць, а банк "В" - із розрахунку $E_B = 200\%$ на рік.

У якому банку вигідніше отримати кредит ?

Рішення. Тут маємо типовий приклад неповної інформації, що часто-густо використовують кредитордавні. Часто у рекламі не зазначають, чи буде використовуватись складний відсоток (проценти на проценти, коли кінцева величина суми, яку необхідно повернути, визначається нарахуванням відсотків на суму за кожний період (рік квартал, місяць тощо) на наступний період уже з

урахуванням збільшеної на відповідний відсоток суми за попередній період) чи простий відсоток (наприклад на всю суму на рік чи весь період дії угоди). Інколи кредитні установи використовують такі “хитрі” методи, коли найбільш важливі (вигідні кредитодавцю та не дуже вигідні позичальнику) умови кредитної угоди дрібним шрифтом наводять десь у кінці сторінки, а також нараховують банківські витрати за послуги кредитної установи і т.д. Тут слід бути дуже уважним!

З урахуванням наведеного вище візьмемо випадок “складного” відсотка. Тут слід мати на увазі, що відсоток за банківське обслуговування слід додавати до відсотка за кредитною угодою.

У випадку одержання кредиту в банку "А" за рік необхідно буде повернути

$$NFV_A = C (1+E_A)^{12} = C (1+0,10)^{12} = 3,1384 C.$$

Якщо кредит буде отримано у банку "В", за рік необхідно буде повернути

$$NFV_B = C (1+E_B)^1 = C(1+2)^1 = 3C.$$

Таким чином, оскільки $NFV_A > NFV_B$, позику вигідніше брати в банку "В".

Приклад 4.2. Необхідно оцінити доцільність реалізації проекту встановлення домофону у під'їзді багатоквартирного будинку. Вигоди для мешканців під'їзду будуть такі: зменшення теплових втрат завдяки тому, що двері будуть замикатися, а також підвищення стандартів безпеки та антивандального захисту під'їзду. У результаті запровадження цього проекту враховуємо такі умови:

- Розрахунковий період $T=5$ років.
- Доходи по роках розрахункового періоду: $D_0=0$, $D_1=300$ грн., $D_2=500$ грн., $D_3=600$ грн., $D_4=700$ грн., $D_5=800$ грн.
- Норматив дисконтування $E=0,1$.

· *Net Future Value (NFV)* чиста майбутня вартість.

- Початкові витрати на придбання та встановлення домофону, тобто капітальні вкладення в році $t=0$: $K_0=1500$ грн.

- Витрати на обслуговування домофону, тобто експлуатаційні витрати по роках розрахункового періоду: $V_{експ.1}=50$ грн., $V_{експ.2}=60$ грн., $V_{експ.3}=70$ грн., $V_{експ.4}=80$ грн., $V_{експ.5}=90$ грн.

Рішення. Річні витрати по роках розрахункового періоду:

$$B_0 = K_0 + V_{експ.0} = K_0 = 1500 \text{ грн.}, B_1 = K_1 + V_{експ.1} = V_{експ.1} = 50 \text{ грн.},$$

$$B_2 = V_{експ.2} = 60 \text{ грн.}, B_3 = V_{експ.3} = 70 \text{ грн.}, B_4 = V_{експ.4} = 80 \text{ грн.},$$

$$B_5 = V_{експ.5} = 90 \text{ грн.}$$

Чиста теперішня вартість (NPV) становитиме:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{(D_t - B_t)}{(1+E)^t} = \frac{0-1500}{(1+0,1)^0} + \frac{300-50}{(1+0,1)^1} + \frac{500-60}{(1+0,1)^2} + \frac{600-70}{(1+0,1)^3} + \frac{700-80}{(1+0,1)^4} + \frac{800-90}{(1+0,1)^5} =$$

$$= -1500 + 250 \cdot 0,9091 + 440 \cdot 0,8264 + 530 \cdot 0,7513 + 620 \cdot 0,6830 + 710 \cdot 0,6209 =$$

$$= -1500 + 1853 = 353 \text{ грн.}$$

Таким чином, оскільки $NPV > 0$ реалізувати проект встановлення домофону доцільно.

Приклад 4.3. В Україні, надто на побутовому рівні (наприклад, при отриманні позики у вітчизняному банку, не пов'язаному з іноземними кредитними лініями) досить рідко визначають величину внутрішньої норми рентабельності (IRR). Цей показник більш характерний для США. Втім, для попереднього оцінювання перспективності умов банку, де планують отримати позику, значення внутрішньої норми рентабельності може бути корисним. Тому для розуміння порядку визначення цього показника розглянемо приклад розрахунку IRR за таких умов:

$$T=3 \text{ роки,}$$

$$D_0 = 0, D_1 = 500 \text{ грн.}, D_2 = 500 \text{ грн.}, D_3 = 500 \text{ грн.},$$

$$K_0 = 1000 \text{ грн.}$$

$$B_1 = 100 \text{ грн.}, B_2 = 100 \text{ грн.}, B_3 = 100 \text{ грн.}$$

Рішення. Під час визначення величини **IRR** доцільно користуватися методом послідовних ітерацій (наближень). Тобто проводимо розрахунки відповідних значень **NPV** для різних рівнів **IRR** згідно з формулою (4.6).

При **IRR₁ = 0,1**:

$$NPV_1 = \sum_{t=1}^T \frac{D_t - Z_t}{(1 + IRR_1)^t} = \frac{0 - 1000}{(1 + 0,1)^0} + \frac{500 - 100}{(1 + 0,1)^1} + \frac{500 - 100}{(1 + 0,1)^2} + \frac{500 - 100}{(1 + 0,1)^3} =$$

$$= -1000 + \frac{400}{(1 + 0,1)^1} + \frac{400}{(1 + 0,1)^2} + \frac{400}{(1 + 0,1)^3} = -52 \text{ грн.}$$

Оскільки **NPV₁ < 0** приймаємо дещо менше значення **IRR₂ = 0,09**:

$$NPV_2 = -1000 + \frac{400}{(1 + 0,09)^1} + \frac{400}{(1 + 0,09)^2} + \frac{400}{(1 + 0,09)^3} = 12,6 \text{ грн.}$$

Оскільки **NPV₂ > 0** наступне значення **IRR₃** обираємо з умови

$$IRR_1 > IRR_3 > IRR_2$$

Якщо користуватися методом половинного ділення можна приймати **IRR₃ = 0,095**:

$$NPV_3 = -1000 + \frac{400}{(1 + 0,095)^1} + \frac{400}{(1 + 0,095)^2} + \frac{400}{(1 + 0,095)^3} = 3,5 \text{ грн.}$$

Остаточного можна прийняти **IRR ≈ 0,097 = 9,7%**.

Саме це значення варто порівнювати з банківською відсотковою ставкою. Таким чином, кредит можна отримувати за умови, якщо ставка по кредиту буде меншою, ніж **9,7%**.

Приклад 4.4. Енергосервісна компанія (ESCO) планує реалізовувати проект заміни більш потужних освітлювальних пристроїв у приміщенні на менш потужні. Визначити період окупності проекту за щорічного рівня доходів $D_{t+1} = 500 \text{ грн.}$, відсоткова ставка за кредитної позицією відповідно до міжнародної кредитної лінії $E = 0,1$, початкових витрат $K_0 = 1000 \text{ грн.}$ і

щорічних витратах (погашення відсотків за банківською позикою)
 $B_{t+1} = 200$ грн.

Рішення. Через 3 роки після початку реалізації проекту NPV_3 складатиме:

$$NPV_3 = \sum_{t=0}^T \frac{D_t - B_t}{(1+E)^t} = \frac{0 - 1000}{(1+0,1)^0} + \frac{500 - 200}{(1+0,1)^1} + \frac{500 - 200}{(1+0,1)^2} + \frac{500 - 200}{(1+0,1)^3} =$$
$$= -1000 + 272,7 + 247,9 + 225,6 = -253,8 \text{ грн.}$$

Через 4 роки NPV_4 :

$$NPV_4 = \sum_{t=0}^T \frac{D_t - B_t}{(1+E)^t} = \sum_{t=0}^3 \frac{D_t - B_t}{(1+E)^t} + \frac{D_4 - B_4}{(1+E)^4} =$$
$$= -253,8 + 205,5 = -48,3 \text{ грн.}$$

Через 5 років NPV_5 :

$$NPV_5 = \sum_{t=0}^4 \frac{D_t - B_t}{(1+E)^t} + \frac{D_5 - B_5}{(1+E)^5} = -48,3 + \frac{500 - 200}{(1+0,1)^5} =$$
$$= -48,3 + 186,3 = 138 \text{ грн}$$

Таким чином, окупність проекту наступить на 5-му році експлуатації. Для випадку системи освітлення з рівномірним розподілом доходів і витрат у межах року зі значною точністю можна записати:

$$\frac{48,3 \text{ грн.}}{138 \text{ грн.} + 48,3 \text{ грн.}} = \frac{x}{4 \text{ роки} - 5 \text{ років}}$$

де x – час, протягом якого наступить окупність після закінчення четвертого року реалізації проекту.

Після обчислення остаточно отримуємо: $x = 0,26$ роки.

Таким чином період окупності складатиме

4 роки + $0,26$ роки = $4,26$ роки.

Таким чином тривалість ESCO-контракту має перевищувати **$4,26$ роки** задля отримання енергосервісною компанією прибутку. За вітчизняних умов

період окупності проекту навряд чи є прийнятним для енергосервісної компанії, оскільки він перевищує 1-2 роки, а тривалість міжнародних кредитних ліній з “дешевими” грошима навряд чи буде тривати понад 5 років.

Приклад 4.5. Організація співвласників багатоквартирного будинку планує придбати енергоефективний бойлер та відключитися від системі централізованого опалення. Економія досягається за рахунок зменшення витрат на теплову енергію та підвищення надійності постачання теплової енергії та гарячої води впродовж усього року. Розрахунковий період прийнято рівним 7 рокам (максимальна тривалість кредитної угоди з 10-відсотковою ставкою кредитування за міжнародними кредитними лініями з урахуванням грантової допомоги). Капітальні вкладення включають вартість котельні, а також витрати на монтаж і пуско-налагоджувальні роботи - 500 тис. грн. Необхідно визначити економічну ефективність і доцільність встановлення енергоефективного бойлера відповідно до представлених у таблиці даних.

Рішення. Ефективність капітальних вкладень визначається на основі розрахунків описаних вище показників.

ВИХІДНІ ДАНІ	РОКИ РОЗРАХУНКОВОГО ПЕРІОДУ							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Капітальні вкладення, тис. грн.	500	-	-	-	-	-	-	-
Щорічні витрати, тис. грн.	-	100	150	150	150	150	150	150
Економія витрат, тис. грн.	-	250	300	350	350	350	350	350
ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ								
Дохід (результат) $D_t (P_t)$, тис. грн.	-	250	300	350	350	350	350	350
Витрати B_t , тис. грн.	500	100	150	150	150	150	150	150
$(P_t - B_t)$, тис. грн.	-500	150	150	200	200	200	200	200
$(1 + E)^t$, $E = 0,1$, відн. од.	1	1,1	1,21	1,33	1,46	1,61	1,77	1,95
$(P_t - B_t)/(1 + E)^t$, тис. грн.	-500	136	124	150	137	124	113	103
$\sum_{t=0}^T \frac{P_t - B_t}{(1 + E)^t}$ – наростаючим підсумком, тис. грн. (формула (4.5))	-500	-364	-240	-90	47	171	284	387

Наведені в таблиці результати розрахунків, підтверджують ефективність впровадження енергоефективного бойлера, оскільки:

- чиста теперішня вартість NPV вище нуля;
- величина внутрішньої норми рентабельності IRR вище очікуваної реальної процентної ставки: $0,294 > 0,1$;
- період повернення капіталу менше розрахункового періоду, що дозволяє вже за **3,657** року після початку експлуатації об'єкта здійснити нові інвестиції в модернізацію будинку за рахунок прибутку.

При $IRR_1 = 0,29 : NPV_1 = 60$ тис. грн.

При $IRR_2 = 0,30 : NPV_2 = -7,8$ тис. грн.

При $IRR_3 = 0,295 : NPV_3 = -1,59$ тис. грн.

Остаточо можна прийняти $IRR \approx 0,294 = 29,4\%$.

Приклад 4.6. Для освітлення виробничих приміщень можна використовувати або одну енергозберігаючу лампу з терміном експлуатації 10000 годин, або 10 звичайних ламп розжарювання з терміном експлуатації $T = 1000$ годин. Ціна звичайної лампи розжарювання $C_{лн}$ складає $C_{лн} = \$0,34$, а вартість однієї енергозберігаючої (енергоефективної) лампи $C_{ефл} = \$10,65$ (за даними однієї з закордонних фірм). Потужність однієї лампи розжарювання становить $P_{лн} = 100$ Вт, а енергозберігаючої лампи – $P_{ефл} = 21$ Вт. Тариф на електроенергію $t_{ел}$ у розрахунках прийнято рівним 0,02 \$/кВт•год.; 0,04 \$/кВт•год.; 0,06 \$/кВт•год.; 0,08 \$/кВт•год.; 0,1 \$/кВт•год. Необхідно зіставити перспективність реалізації системи освітлення на базі однієї енергозберігаючої лампи (*перший варіант*), або з урахуванням паспортного терміну експлуатації

· У прикладі (див. роботи [1 - 3]) використано ціни на освітлювальні пристрої, що склалися на ринку України станом на 1997 рік. Роботи, що виконувалися фахівцями підприємства “Електромеханіка” під час проведення енергоаудиту КП “Київський метрополітен” у 2002 р. засвідчили, що внаслідок зміни цін на освітлювальне обладнання та тарифів на електроенергію при реальних ставках кредитування (понад 10% на рік), економічно більш доцільними виявилися люмінесцентні лампи (навіть з урахуванням витрат на демеркурізацію!), потім – енергоефективні (компактні люмінесцентні) лампи, а найменш доцільним виявилось використання ламп розжарювання. При цьому тривалість роботи ламп становила 20 годин на добу.

(10000 ч / 1000 ч = 10 ламп) на основі 10 звичайних ламп розжарювання (*другий варіант*).

Рішення. Розрахунки робимо для різних значень ставки кредитування впродовж реалізації даного проекту (від 10 до 120 відсотків річних) для *випадку роботи освітлювальної установки протягом 24 годин на добу*.

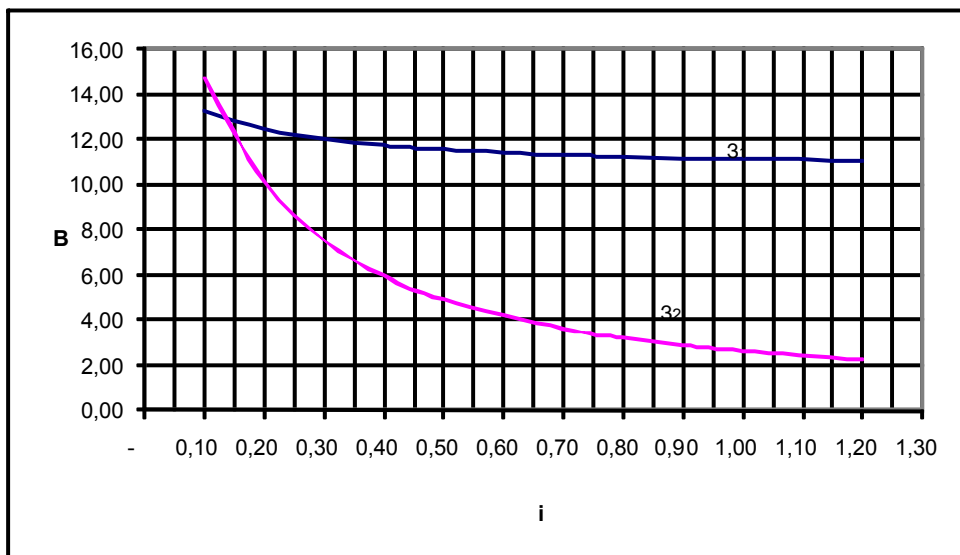


Рисунок 4.1. Витрати B_1 і B_2 для випадку $t_{ел} = 0,02 \$/кВт \cdot ч$

Витрати B_1 на експлуатацію та придбання однієї енергоефективної (компактної люмінісцентної) лампи визначаємо з формули:

$$Z_1 = \frac{C_{efl}}{(1+i)^0} + \frac{P_{efl} \cdot T \cdot t_{ел}}{(1+i)^1} + \dots + \frac{P_{efl} \cdot T \cdot t_{ел}}{(1+i)^{10}}$$

Витрати Z_2 на придбання та експлуатацію 10 ламп розжарювання визначаємо з формули:

$$Z_2 = \frac{C_{лн}}{(1+i)^0} + \frac{C_{лн} + P_{лн} \cdot T \cdot t_{ел}}{(1+i)^1} + \dots + \frac{C_{лн} + P_{лн} \cdot T \cdot t_{ел}}{(1+i)^{10}}$$

Результати розрахунку величин Z_1 та Z_2 для випадку $t_{ел} = 0,02 \$/кВт \cdot год.$ представлені на рис. 4.1. Точка перетинання графіків для B_1 і B_2 має координати ($i = 0,137$; $Z = 12,95$). Аналіз показує, що використання енергоефективної (компактної люмінісцентної) лампи за рівня тарифу на електроенергію $t_{ел} = 0,02 \$/кВт \cdot год.$ було б у 1997 році економічно

виправданим тільки у разі можливості використання дешевих кредитних ресурсів (дешевше, ніж 13,7% річних).

Список використаних джерел до частини 1 (розділи 1 – 4)

1. Разработка технико-экономического обоснования проектов в сфере энерго- и ресурсосбережения / Мамалыга В.М. // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2014. - № 3 (69). – С. 51-56.

2. Обоснование использования энергоэффективного оборудования для угольной промышленности / Мамалига В.М. // Уголь Украины. – 2014. - № 5 (689). – С. 23 - 28.

3. Техничко-економическое обоснование выбора типа осветительных устройств на предприятиях керамического производства / В. М. Мамалыга // Институт технической теплофизики Национальной академии наук Украины: Керамика: наука и жизнь. – 2011. – № 3 (13). – С. 64 – 69.

4. Програми енергозбереження: проблеми та можливі шляхи їхнього вирішення / Мамалига В.М. Мамалига Г.В. // Науково-дослідний економічний інститут Міністерства економічного розвитку і торгівлі України: Формування ринкових відносин в Україні. – 2015. - № 1 (164), 2015. – С. 128 – 133.

5. Рекомендації щодо техніко-економічного обґрунтування вибору енергоефективного обладнання та спростування деяких міфів енергозбереження // Мамалига В.М., Горб І.Ю./Сталий розвиток — XXI століття: управління, технології, моделі. Дискусії 2017: колективна монографія / Аверіхіна Т.В., Адамець Т.П., Андерсон Н.В. [та ін.]; НТУУ — Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського. – С. 388 – 394.

6. ОСТ 12.25.011 - 84. Экономия электрической энергии на угольных шахтах. Основные мероприятия и методы расчета. - М.: Минуглепром СССР, 1984. 136 с.

7. ДСТУ 3886-99 “Енергозбереження. Системи електроприводу. Метод аналізу та вибору” / Додаток М: Приклади економічних розрахунків. - С. 51 – 54 // Мамалига В.М. – Київ: Держспоживстандарт України, - 2000. – 54 с.

8. Служба енергоменеджменту промислового підприємства / Навчальний посібник – довідник / Розділ 1: Економічні розрахунки. - С. 18 – 29 // Мамалига В.М. - Київ – Тернопіль. – 2002. – 108 с.

9. Парадокси техніко-економічного обґрунтування вибору енергоефективного обладнання (на прикладі освітлювальних пристроїв) / Мамалига В.М., Горб І. Ю. // Державний науково-дослідний економічний інститут інформатизації та моделювання економіки: Формування ринкових відносин в Україні. – Київ, 2017. - № 5 (192), 2017. – С. 79 – 87.

10. Разновидности ламп освещения. <http://electricvdome.ru/osvechenie/lampi-osvechenia.html>

11. Компактна люмінесцентна лампа // вікіпедія. https://uk.wikipedia.org/wiki/%d0%9a%d0%be%d0%bc%d0%bf%d0%b0%d0%ba%d1%82%d0%bd%d0%b0_%d0%bb%d1%8e%d0%bc%d1%96%d0%bd%d0%b5%

d1%81%d1%86%d0%b5%d0%bd%d1%82%d0%bd%d0%b0_%d0%bb%d0%b0%d
0%bc%d0%bf%d0%b0

Частина 2. Рекомендації щодо визначення перспективності проектів у сфері енергоефективності та енергозбереження в Україні. Типові енергоощадні заходи

5. Загальна інформація щодо рівня енергоефективності будівель житлово-громадського призначення

Актуальність забезпечення сучасного рівня енергоефективності будівель житлово-громадського призначення визначається (і стимулюється!) для більшої частини споживачів постійним зростанням оплати за спожиті під час експлуатації будівель енергоресурси. Об'єктивність такої мотивації підтверджують тарифи Київенерго на теплову енергію при централізованому опаленні для мешканців житлових будинків з будинковими та квартирними приладами обліку теплової енергії, яка у 1999 році становила 31,7 грн./Гкал, а з 26 липня 2017 р. – 1414,45 грн./Гкал (<https://kyivenergo.ua/te-home/opalennya>). Тільки впродовж останніх трьох років вона зросла більше, ніж в три рази (див. рис. 5.1).

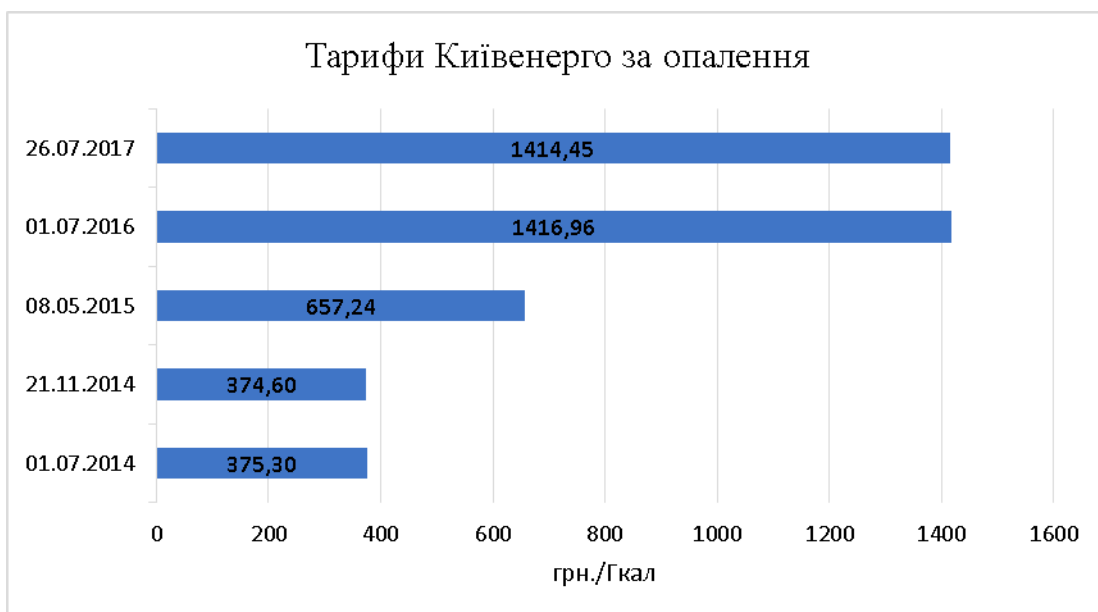


Рис. 5.1. Зміна вартості послуг Київенерго з опалення об'єктів громадського призначення.

Разом із тим, сучасні вимоги щодо експлуатаційних властивостей будівель формуються на законодавчо-нормативному рівні та передбачають необхідність забезпечення мінімальних параметрів відповідно до вимог чинних Технічних регламентів (далі – ТР), які гарантують, в разі їх дотримання, безпеку споживача, стабільність і надійність необхідних режимів навколишнього середовища. Комплексність вимог щодо вдосконалення енергоефективності будівель вимагає від фахівців і споживачів послуг розуміння багатofакторності технічних та економічних проблем, які мають бути вирішені під час комплексної санації кожного об'єкту.

Обов'язковість дотримання регламентних вимог під час проведення комплексної санації вимагає забезпечення основних вимог ТР, зокрема забезпечення механічного опору та стійкості, пожежної безпеки, безпеки життя і здоров'я людини, безпеки експлуатації, а не тільки економії енергії, як уявляє більшість не тільки споживачів, а навіть фахівців. Забезпечення зазначених вимог може бути досягнуто лише за умови виконання вимог чинної законодавчо-нормативної бази на всіх етапах реалізації комплексної санації і залучення відповідних сертифікованих провідних фахівців.

В умовах лібералізації вимог до господарської діяльності в Україні, яка супроводжується відміною обов'язкової сертифікації продукції з 2018 року, спрощенням вимог до розроблення державних стандартів, скасування необхідності їх погодження з дозвільними організаціями, збільшується вірогідність використання неякісних матеріалів та обладнання, невідповідності виконаних будівельних робіт проектно-кошторисній документації тощо. За таких умов зростає роль споживача під час виконання функцій замовника, передбачених чинним законодавством.

З урахуванням згаданого вище під час розроблення і реалізації комплексної санації будівлі доцільно забезпечити розроблення, аналіз та оцінку наступних основних груп заходів:

- A. Визначення рівня енергоефективності будівлі в експлуатаційному режимі.
- B. Розроблення концепції проведення комплексної санації будівлі, пропозицій варіантів заходів та їх окупності.
- C. Визначення вимог, умов, обсягів і термінів фінансування окремих етапів та інвестиційного проекту в цілому. Вибір варіанту комплексної санації будівлі.
- D. Реалізація прийнятого варіанту комплексної санації будівлі: підготовка і проведення тендерів на розроблення проектно-кошторисної документації, її замовлення та розроблення, проведення будівельних робіт по реалізації проекту.
- E. Визначення рівня енергоефективності будівлі після проведення комплексної санації, оцінка запланованого і реального рівня енергоспоживання будівлі.
- F. Запровадження енергоменеджменту і забезпечення супроводження експлуатації будівлі.

На першому етапі визначається енергоспоживання будівлі в режимі сталої експлуатації шляхом проведення наступних заходів з вивчення документів та обстеження:

A	<ul style="list-style-type: none"> •Документація / загальні дані про власника будівлі або керуючого
B	<ul style="list-style-type: none"> •Збір даних по оболонці будівлі: <ul style="list-style-type: none"> •- обхід зовні •- обхід всередині •- збір даних по даху •- збір даних по квартирах •- збір даних по основі (підвал, плита підлоги, включаючи перекриття над проїздами і неопалювальними приміщеннями)
C	<ul style="list-style-type: none"> •Збір даних по технічному обладнанню: <ul style="list-style-type: none"> •- збір даних з опалювальної техніки •- збір даних по вентиляції
D	<ul style="list-style-type: none"> •Споживча поведінка мешканців: <ul style="list-style-type: none"> •- температура в приміщеннях / часткове опалення •- режим провітрювання •- споживання гарячої води
E	<ul style="list-style-type: none"> •Методики обстеження будівлі: <ul style="list-style-type: none"> •- термографія в початковому стані •- тест на герметичність в початковому стані

Під час формування плану заходів щодо комплексної санації будівель доцільно звернути увагу на специфіку чинної нормативно-законодавчої бази і можливість залучення додаткових ресурсів з державних та інших джерел фінансування.

Чинне законодавство передбачає необхідність залучення для виконання окремих видів робіт провідних фахівців будівельної галузі, що мають відповідний сертифікат. Це стосується проектування, обстеження, експертизи та технічного нагляду. Для об'єктів середніх і значних класів наслідків (СС2, СС3) законодавчо визначена необхідність відповідної ліцензії у виконавця будівельних робіт. Законодавчо визначені та впродовж 1-2 років набудуть чинності вимоги до сертифікації енергоаудиторів, що вимагає від замовника ретельного ставлення до формуванні договірних вимог і тендерних пропозицій.

Суттєвий вплив на ефективність комплексної санації будівлі має об'єктивна вартісна оцінка визначених заходів і забезпечення своєчасного і достатнього їх фінансування. В основі вибору комплексу заходів з підвищення енергоефективності об'єкту повинна бути економічна доцільність, головним критерієм якої в більшості загальноприйнятих підходів є термін окупності і

обсяг коштів, необхідних для реалізації інвестиційного проекту. Нажаль станом на сьогодні під час обговорення різних варіантів інвестиційних проектів зазвичай навіть не згадують термін окупності заходів, вважаючи їх нормативно необхідними та обов'язковими.

Разом із тим, статтею 4 Директиви Європейського Парламенту та Ради 2010/31/ЄС визначено, що “Від держав-членів не вимагається встановлення мінімальних вимог енергетичної ефективності, які не виявляться рентабельними протягом оціненого експлуатаційного періоду”. Статтею 7 цього документу також підкреслено, що “Держави-члени вживають заходів, необхідних для гарантування того, щоб під час здійснення значних реформ будівель покращувалася енергетична ефективність будівлі або її частини, що реконструюється, з метою виконання мінімальних вимог енергетичної ефективності, встановлених відповідно до статті 4, якщо це є технічно, функціонально і економічно здійсненним”. Тобто, об'єктивність оцінки рентабельності відібраних заходів є запорукою запобігання проблем під час довгострокового фінансування комплексної санації будівлі і отриманні відповідної економії енергоресурсів впродовж подальшої її експлуатації.

Під час формування комплексу заходів щодо санації будівлі доцільно врахувати особливості її будівельної та інженерної частини, зумовлені в першу чергу періодом зведення об'єкту. Розподіл житлового фонду по роках забудови, наведений на рис. 5.2, показує, що майже половину житлового фонду введено в експлуатацію в післявоєнні роки і перший період впровадження будинків індустріальних серій (до 1970 року). Низька вартість енергоресурсів на час зведення більшості об'єктів нерухомого фонду в Україні спонукала до високого енергоспоживання цих об'єктів, що дозволяє сподіватись на високий рівень зниження енергоспоживання після проведення санації. Треба звернути увагу під час розроблення інвестиційного проекту на поширену практику експлуатації будинків з низькими температурами в приміщеннях, тобто частина тепла після проведення заходів піде на підвищення комфорту до нормативного

рівня і не дасть економічного ефекту, необхідного для окупності витрат, пов'язаних з комплексною санацією об'єкту.

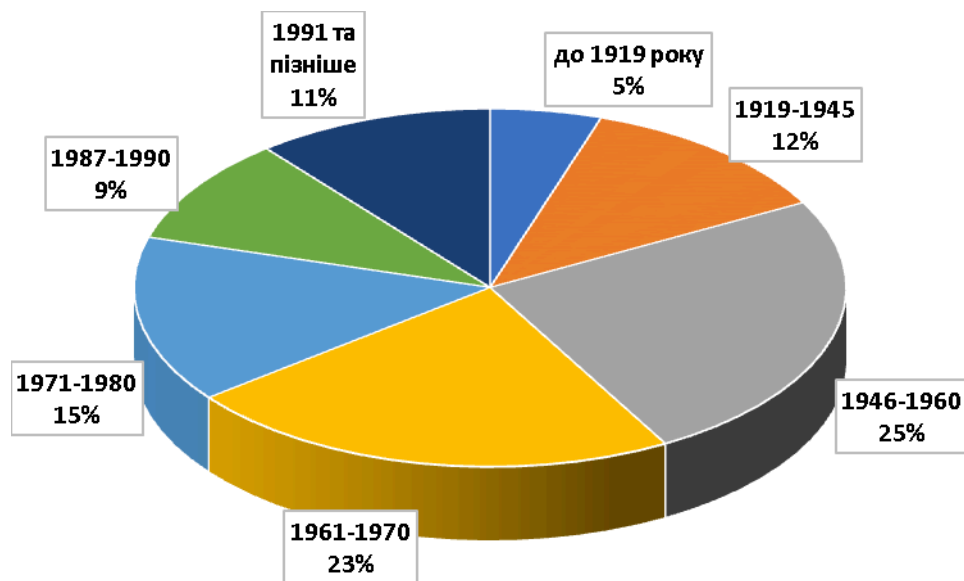


Рис. 5.2. Структура житлового фонду по роках будівництва (на 01.01.2014).

Особливості стану багатоквартирного житлового фонду і його утримання, обслуговування та модернізації повинні враховуватись при визначенні алгоритму підготовки та реалізації комплексу заходів щодо досягнення сучасного рівня енергоспоживання житла, рівня комфорту, безпеки і надійності енергопостачання споживачів комунальних послуг.

Доцільно звернути увагу на загальні тенденції зміни окупності заходів з підвищення енергоефективності будівель, які визначаються відповідними змінами цін на енергоресурси. Стан існуючого фонду будівель житлово-громадського призначення, питомі показники його енергоспоживання впродовж двох останніх десятиліть не дозволяє забезпечити самоокупність комплексної санації за чинних тарифів на теплову енергію систем центрального опалення. Європейський досвід кінця 90-х оцінював як позитивну інвестиційну привабливість комплексної санації за умови, що ціна тепла буде не менше, ніж 21,8 \$/Гкал. На той час Київенерго відпускало житловому сектору тепло за ціною 9,6 \$/Гкал, що забезпечувало збитковість більшості заходів з підвищення енергоефективності існуючих будівель.

Подальше зростання ціни на енергоресурси при одночасному зростанні вартості матеріалів, обладнання, робочої сили не призвело до зростання бізнесової привабливості комплексної санації будівель, про що свідчить відсутність пропозицій ЕСКО щодо запровадження схем фінансування заходів із залученням власних і кредитних ресурсів, які традиційно поширені в розвинутих країнах. Об'єктивна оцінка можливих схем фінансування комплексної санації будівель свідчить про можливість досягнення привабливої її окупності лише за умови залучення власником зовнішньої фінансової допомоги у формі пільгових кредитів, бонусів і податкових преференцій.

Розуміння такого стану проблем фінансування вдосконалення енергоефективності об'єктів вимусило державу активно включитись у співфінансування цільових державних програм, зокрема – надання так названих “теплих кредитів” власникам як приватного житла, так і багатоквартирних житлових будинків. Для оцінки державної допомоги необхідно розуміти потребу в ній з урахуванням існуючого фонду нерухомості та його теплотехнічних параметрів.

Дані щодо реалізації урядової програми “теплих” кредитів у 2015-2016 роках не свідчать про розуміння особливості фінансування заходів з вдосконалення енергоефективності, бажання системно і фахово контролювати використання бюджетних коштів. За цей час в рамках цієї програми видано 164 тис. кредитів на 2,7 млрд. грн., але з них 2620 млн. грн (97%) отримали мешканці приватних будинків і лише 80 млн. грн (3%) співвласники багатоквартирних житлових будинків. Джерелами кредитування програми стали кошти банків (53%), держбюджету (45%) і місцевих бюджетів (2%). По суті, програма перетворилась в бізнес-проект банківського сектору, коли призначені для кредитування банки зацікавлені у збільшенні обсягів фінансування, а не в зниженні енергоспоживання, від рівня якого отримання банками прибутку не залежить.

Набутий досвід доцільно використати задля вдосконаленні системи державної підтримки споживачів енергоресурсів при запровадженні нових

законодавчих вимог щодо енергоефективності будівель і механізму державного співфінансування комплексної санації будівель через Фонд енергоефективності, в якому планується зосередити всі ресурси для “теплих” кредитів. В будь-якому випадку, одним з основних критеріїв оцінки привабливості окремих заходів з підвищення енергоефективності є їхня окупність. Попередній відбір заходів за цією ознакою дозволяє об’єктивно зменшити кількість варіантів при формуванні концепції комплексної санації з подальшою їх оптимізацією з урахуванням чинних нормативних вимог, стану будинку, ринкових умов тощо.

Витратна оптимізація під час формування енергоощадних заходів не знімає необхідності комплексного забезпечення чинних вимог ТР і будівельних нормативних актів (див. рис. 5.3), що гарантує багатофакторну безпеку і надійність експлуатації будівлі та сучасний рівень її енергоспоживання.



Рис. 5.3. Пріоритети під час реалізації комплексної санації будівлі.

Зупинимось на особливостях оцінювання економічно прийняттого потенціалу енергоощадних заходів (ЕОЗ) та відповідного рівня інвестицій, необхідних для реалізації цього потенціалу. Для оцінки економічно доцільного рівня потенціалу енергоефективності ЕОЗ необхідно проводити як технічний, так і економічний аналіз. Залежно від мети запровадження ЕОЗ можна віднести до зовнішнього огороження будівлі, вентиляції,

гарячого водопостачання та опалення. Розглянемо найбільш поширені в сучасній практиці заходи (див наступний розділ 6).

6. Типові енергоощадні заходи (вікна, огорожувальні конструкції, двері, дах, підвали, системи освітлення і т.д.)

Запровадження сучасних підходів щодо економного споживання енергоресурсів об'єктами архітектури протягом останніх двох десятиліть дозволило запровадити в Україні європейську нормативну базу та накопичити досвід практичного запровадження енергоефективних рішень під час нового будівництва та проведення модернізації існуючих будівель. Традиційно основна увага щодо ЕОЗ формується в контексті реалізації комплексної санації будівель. Разом із тим, існує багато заходів, які можуть реалізуватись безпосередньо споживачем під час експлуатації об'єкта, потребують незначних ресурсів та сприяють стабільності експлуатаційних параметрів і комфорту житлового середовища.

Доцільно провести аналіз ЕОЗ з урахуванням місця їх запровадження в будівлі, виділяючи наступні частини і системи:

- Зовнішнє огороження будівлі.
- Вентиляція.
- Система постачання гарячої води.
- Система опалення.

Попередньо наведена нижче інформація щодо кожного заходу дозволяє орієнтовно визначити характер його окупності і пріоритетність проведення на різних етапах життєвого циклу.

енергозберігаючий захід	термін окупності			доцільність проведення при		
	коротко-строковий	середній	тривалий	новому будівництві	комплексній санації	експлуатації
1. Теплоізоляція зовнішніх стін			+	+	+	
2. Теплоізоляція даху			+	+	+	
3. Теплоізоляція горища			+	+	+	
4. Теплоізоляція підлоги над підвалом			+	+	+	
5. Ущільнення вікон та дверей	+					+
6. Встановлення штормових вікон та ущільнення	+	+			+	+
7. Встановлення спеціального скла або ущільнювача	+	+			+	+
8. Встановлення третього скла на вікні	+					+
9. Встановлення рефлекторів за кожним радіатором	+					+
10. Утилізація тепла вентиляційного повітря		+			+	+
11. Встановлення вентиляторів на стелі	+					+
12. Встановлення децентралізованої системи вентиляції з рекуперацією	+					+
13. Встановлення теплообмінника для гарячої води		+			+	
14. Встановлення бака-акумулятора для системи нагрівання води		+			+	
15. Встановлення ефективних насадок для душу	+					+
16. Встановлення аераторів на кранах	+					+
17. Встановлення лічильника споживання гарячої води	+	+			+	+
18. Теплоізоляція труб для гарячої води в неопалюваних приміщеннях		+			+	
19. Встановлення лічильників тепла в будівлі		+			+	
20. Модернізація системи опалення			+		+	
21. Балансування системи за допомогою клапанів на радіаторах		+			+	

6.1. Заходи щодо удосконалення зовнішнього огороження будівлі

1) Теплоізоляція зовнішніх стін: встановлена в зовнішніх стінах теплоізоляція покращує величину R , або термічний опір зовнішнього огороження

будівлі і таким чином зменшує втрати тепла через стіни. Залежно від методики та товщини матеріалу, що використовується, величина R може бути підвищена до нормативно необхідної $3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. Зовнішня теплоізоляція також підвищує температуру зони, прилеглої до зовнішніх стін на $3\text{-}5 \text{ }^\circ\text{C}$, таким чином побічно зменшує перенагрівання внутрішнього простору, коли температура в будівлі відповідним чином відрегульована і є регулятори температури. Додатково позитивним ефектом є уникнення конденсації вологи на внутрішній поверхні зовнішніх стін в холодну погоду.

Ізоляція зовнішніх стін з великою кількістю вікон, зазвичай, є трудомісткою і дорогою, зазвичай додаткові роботи на улаштування прорізів вирівнює середню питому ціну утеплення незалежно від кількості прорізів.

Тип будівель

➤ Захід прийнятний для всіх типів будівель, крім споруд, що мають товсті цегляні стіни зі складною зовнішньою поверхнею, мають обмеження щодо зміни паспорта фасаду та статус пам'ятника архітектури або історії.

Зауваження

➤ Незважаючи на те, що цей захід широко використовується, низька якість і порушення технології проведення робіт, можуть призвести до того, що в більшості випадків обсяги заощаджень енергії будуть меншими, ніж очікували.

➤ Висока вартість заходу виводить його на період окупності від 7 до 26 років, що робить його невиправданим з економічної точки зору. Однак директивна вимога чинних норм робить його обов'язковим під час проведення комплексної санації будівлі.

- Збільшення комфорту, уникнення проблеми конденсації в найбільш холодних кімнатах та уникнення негативного впливу на здоров'я (внаслідок виникнення грибків на вологих стінах) свідчить на користь цього заходу.
- Хоч цей захід є пасивним, його ефективність базується на застосуванні активних заходів щодо регулювання теплоспоживання з метою уникнення перегрівання і невиправданого споживання теплової енергії.
- Реалізація заходу потребує професійного забезпечення чинних нормативних вимог, брак додержання яких призводить до відмови системи під час її експлуатації (рис. 6.1).

Наявність

- Необхідні утеплювачі, сухі суміші та інші комплектуючі для фасадних систем на ринку України в достатній кількості надані як від вітчизняних, так і закордонних виробників, що дозволяє проводити тендерні процедури відповідно до вимог чинного законодавства.



Рис. 6.1. Обрушення фасадних систем під час експлуатації будівель.

2) Теплоізоляція даху: в більшості типів будівель стеля верхнього поверху погано ізольована, що зумовлює істотну втрату тепла з верхнього поверху (горища); додаткове опалення верхньої частини будівлі для компенсації цих втрат часто призводить до перегрівання внутрішньої частини будівлі. Ізоляція верхнього поверху з внутрішньої сторони може викликати конденсацію вологи в кутах та у верхніх частинах вертикальних стін внаслідок виникнення містків холоду на стінах. Саме тому цей захід не використовується. Теплоізоляція, що традиційно встановлюється на даху, потребує покриття новим шаром покрівельного матеріалу. Ця технологія прийнятна для будівель з плоским дахом і однією даховою панеллю (без вентиляційного простору). Дахи будівель з вентиляційним простором (між панелями та стелею даху) можуть бути теплоізольовані при застосуванні ізоляції між стелею та панеллю, але це потребує застосування нетрадиційних технологічних методів і матеріалів. Ізоляція даху потребує підвищення до нормативної величини $R=4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Тип будівель

➤ Захід, прийнятний для застосування в будівлях з плоским дахом (без горища). Такий дах притаманний багатоквартирним житловим будинкам індустріальних серій і об'єктам соціально-культурного призначення. Я альтернатива часто використовується влаштування легкої скатної покрівлі і утеплення проводиться в межах новоствореного горища.

Зауваження

- Застосування теплоізоляції зовнішньої сторони поверхні даху вимагає встановлення водонепроникного покриття, експлуатаційні властивості якого часто порушуються неякісним виконанням робіт і фактами вандалізму під час експлуатації.
- Теплоізоляція, встановлена у вентиляційному просторі між дахом та панелями стелі, повинна добре вентилуватись для запобігання конденсації вологи та руйнування теплоізоляційних матеріалів.

- Українські норми пожежної безпеки обмежують використання синтетичних матеріалів для теплоізоляції.
- Хоч це - пасивний захід, його ефективність залежить від застосування активних заходів з регулювання споживання теплової енергії для запобігання перегрівання приміщення.

Наявність

- Матеріали для ізоляції та покриття даху є широкодоступними на ринку України в достатній кількості, що дозволяє проводити тендерні процедури відповідно до вимог чинного законодавства.

3) Теплоізоляція горища: ізоляція горища традиційно використовується для зниження втрат тепла в будівлях, які мають горища. Ізоляція може бути встановлена багатьма способами (наприклад, за допомогою вдування в горище, використання наливної технології утворення шару утеплення, укладання рулонних або плитних утеплювачів в один або декілька шарів, або ж налита у вигляді піни/рідина). Вибір матеріалу лімітується нормативними протипожежними вимогами. Термоопір покриття потребує підвищення до нормативної величини $R=4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Тип будівель

- Захід може бути впроваджений в усіх будівлях з похилим дахом, які мають приміщення для горища. У разі необхідності обслуговування обладнання або проведення експлуатаційних заходів з перебуванням обслуговуючого персоналу в просторі горища необхідно забезпечити збереження властивостей утеплювача.

Зауваження

- Теплоізоляція в горищах, які використовуються для складування та інших технологічних потреб, повинна бути захищена принаймні в проходах та місцях, де зберігаються продукти чи матеріали або місцях, що використовуються для складування та інших цілей.

- Має бути врахована вартість захисного матеріалу і заходів щодо збереження властивостей утеплювача.
- Українські норми пожежної безпеки обмежують використання окремих матеріалів для теплоізоляції в будівлях.

Наявність

- Теплоізоляційні матеріали для горища є широкодоступними на ринку України в достатній кількості, що дозволяє проводити тендерні процедури відповідно до вимог чинного законодавства

4) Теплоізоляція підлоги над підвалом: ізоляція підлоги над холодним підвалом, підвального простору або низу плит перекриття над підвалом забезпечує нормативні параметри режиму експлуатації та комфорт мешканців, що дозволяє також знизити потреби теплопостачання. Багато матеріалів для покриття підлоги мають достатні теплоізоляційні якості і забезпечують необхідні експлуатаційні якості сучасної підлоги.

Тип будівель

- Ізоляція підлоги над підвалом може бути влаштована без обмежень у всіх типах будівель відповідно до вимог нормативних документів.

Зауваження

- Установлена на підлозі теплоізоляція має витримувати необхідне навантаження або має бути захищена верхнім шаром матеріалу, що забезпечує визначені для підлоги експлуатаційні параметри.
- Українські норми пожежної безпеки обмежують використання горючих матеріалів для теплоізоляції в будівлях.
- Ізоляція підлоги підвищує рівень комфорту для користувачів завдяки зниженню вертикальної стратифікації температури повітря у кімнаті.
- Хоча цей захід пасивний, його ефективність залежить від використання активних заходів щодо регулювання споживання тепла для запобігання перегрівання.

- Підвал під ізолюваною підлогою буде холоднішим, а в деяких випадках, можливо, необхідним буде його опалення з метою запобігання пошкодження елементів інженерних мереж морозом або їх утеплення.
- У разі одночасного використання утеплення підлоги та влаштуванні підлогового опалення досягається підвищення комфорту в приміщенні (рис. 6.2).

Наявність

- Теплоізоляційні матеріали і комплексні системи для утеплення перекриття над підвалом є широкодоступними на ринку України в достатній кількості, що дозволяє проводити тендерні процедури відповідно до вимог чинного законодавства.

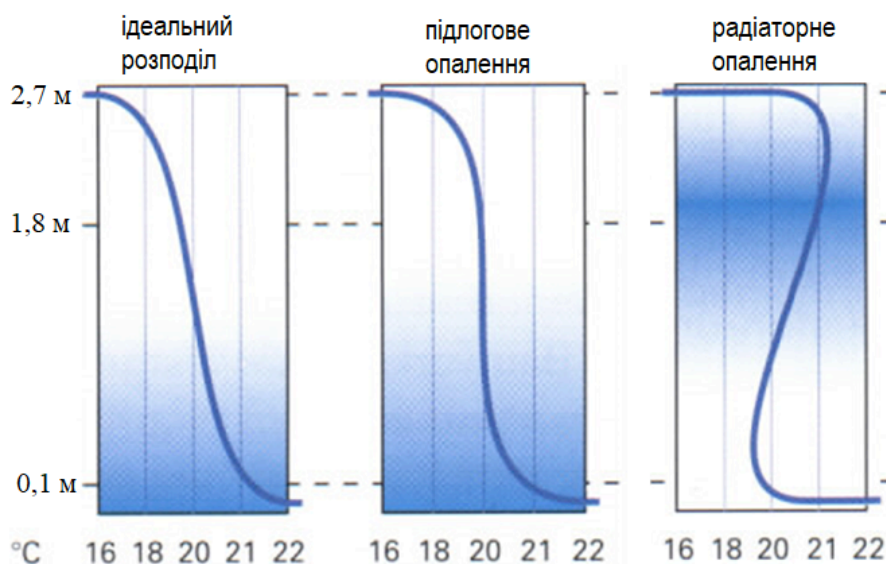


Рис. 6.2. Розподіл температури повітря по висоті приміщення

5) Ущільнення вікон та дверей: закриття щілин біля вікон та дверей є простим засобом зменшення проникнення холодного повітря до житлових та нежитлових приміщень. Таким чином можна досягти зниження використання енергії для опалення, що поступає ззовні та зменшити втрати тепла. Вікна, особливо в старих будівлях погано підігнано. Це є причиною великих втрат тепла. Для того,

щоб цей захід був дієвим, ущільнення повинно правильно встановлюватись та підтримуватись у належному стані.

Тип будівель

➤ Ущільнення дверей та вікон застосовується для всіх будівель, де вікна давно не замінювалися новими добре підігнаними конструкціями з хорошими функціональними властивостями. Такі зміни на сьогодні робляться у більшості випадків санації об'єктів.

Зауваження

➤ Ущільнення підвищує рівень комфорту у приміщенні за рахунок запобігання виникненню протягів біля вікон.

➤ Внутрішні умови в деяких приміщеннях залежать від неконтрольованого потоку повітря, що поступає через погано ущільнені вікна або місця їх примикання до стіни. Ущільнення вікон може викликати гіршу якість повітря в приміщенні. Приміщення з високою потребою у свіжому повітрі слід забезпечувати засобами вентиляції та утилізації тепла.

➤ Мешканці будівель, які іноді чи постійно недостатньо обігріваються, часто використовують різні типи ущільнення вікон для того, аби знизити рівень проникнення холодного повітря. Заходи, що зазвичай використовуються, застосовуються найчастіше впродовж зимового періоду, коли потреба в вентиляції нижча. Доцільність використання заходу актуалізується останнім часом у зв'язку з неналежним станом експлуатації сучасних металопластикових вікон та втратою властивостей ущільнювачів за декілька років експлуатації. Як і в більшості інших заходів, ущільнення вікон буде ефективним тільки, якщо будуть використовуватись активні заходи для регулювання температури приміщення.

➤ Встановлені ущільнюючі матеріали необхідно перевіряти та підтримувати в належному стані. Зазвичай ущільнення може прослужити близько п'яти років, потім його потрібно замінити.

Наявність

➤ Високоякісні віконні ущільнювачі є широкодоступними на ринку України в достатній кількості.

6) Встановлення штормових вікон та ущільнення: Одним зі способів зменшення втрат тепла через вікна є встановлення третього (штормового) віконного скла, що забезпечує збільшення величини R до нормативного рівня. Крім ефекту енергозбереження цей захід може суттєво підвищити шумоізоляцію вікна.

Тип будівель

➤ Цей захід прийнятний для всіх типів будівель.

Зауваження

➤ Штормове вікно встановлюється у своїй спеціальній легкій рамі, яка кріпиться до зовнішньої сторони існуючого вікна (типової дерев'яної рами).

➤ На деяких вікнах, розроблених для того, щоб відчинятися назовні, третє скло може бути встановлене на зовнішній частині рами, що відчиняється.

➤ Штормове вікно зменшить неконтрольоване надходження повітря і площі, що використовують таку вентиляцію, можливо потребуватимуть спеціально встановленої вентиляції (з утилізацією тепла).

➤ На сьогодні цей захід не має широкого застосування.

Наявність

➤ Штормові вікна можуть вироблятися на існуючих підприємствах без обмежень.

7) Встановлення спеціального скла або ущільнювача: Існуючі вікна мають постійне скло на основі калію товщиною від 2,5 до 3 мм. За наявності технічної можливості, заміна скла сучасним склопакетом дозволяє підвищити теплопір віконної конструкції та знизити її повітропроникність.

Тип будівель

- Вважається, що цей захід доцільно впроваджувати при наявності капітальних вікон, що мають індивідуальну або унікальну конструкцію.

Зауваження

- Якщо рама вікна підходить за своєю структурою, можна замінити лише скло. Хоча іноді, надто в дуже старих вікнах, повинні бути замінені всі рухомі частини вікна.
- Високоєфективне скло має високі тепловідбивні властивості і завдяки цьому забезпечує тепловий екран в літній час, що особливо важливо для вікон, які перебувають під прямими сонячними променями. Якщо використовується кондиціонування повітря, обсяг енергозбереження в літній час буде значним.
- Зазвичай достатньою буває заміна тільки одного зовнішнього скла у подвійних вікнах.

Наявність

- Високоєфективне скло або склопакети можуть бути виготовлені під індивідуальне замовлення без обмежень.

8) Встановлення третього скла на вікні: один з заходів, що досить часто використовується для підвищення теплового опору вікон - це встановлення третього скла на вже існуючі рами вікон. Це робиться за допомогою модифікації існуючої рами, в якій стоїть скло та встановлення в неї додаткового високоєфективного скла. Додаткове скло найдоцільніше встановлювати з зовнішньої сторони. Практично це легше зробити, якщо скло встановлюється всередині. Інколи пластикна плівка товщиною 0,04 мм, що відбиває ультрафіолетові промені встановлюється між рамами так, щоб вона була добре розправленою. Враховуючи вартість та недовговічність (3-5 років), такий матеріал не отримав широкого використання.

Тип будівель

- Вважається, що цей захід є прийнятним для всіх типів будівель, крім тих, які не повинні змінювати свого зовнішнього вигляду (історичні будівлі).

Зауваження

- Не буде виправданим встановлення третього скла на вікна з поганими рамами або в складні віконні конструкції
- Необхідно впевнитись в тому, що третє скло не буде заважати мити вікна.
- Встановлення повинно проводитись таким чином, щоб запобігти проникненню бруду та вологи між шибками.

Наявність

- Високоєфективне скло може бути виготовлено під індивідуальне замовлення без обмежень.
- Плівка для вікон практично не постачається учасниками ринку.

9) Встановлення рефлекторів за кожним радіатором: теплові рефлектори відбивають у приміщенні частину тепла, яка в іншому випадку поглинається стіною (в більшості випадків, зовнішньою). Температура стіни за радіатором зменшується, а величина R на поверхні стіни, покритій рефлектором, підвищується, що знижує втрати тепла. Взагалі, це дешевий захід, який можна впровадити власними силами.

Тип будівель

- Зважаючи на те, що більшість будівель обігріваються водяними чи паровими радіаторами, цей захід є прийнятним для всіх типів будівель.

Зауваження

- Деякі типи радіаторів можуть бути встановлені дуже близько від стінки і можуть потребувати додаткової роботи для встановлення матеріалів. Переміщення радіатора, або його відключення від труб вважається

недоцільним. Кількість випадків обмеження можливості встановлення рефлекторів вважається мінімальною.

- Рефлектори покращують тепловий комфорт у приміщенні, іноді це дозволяє понизити температуру на термостатичних вентилях (якщо вони є).
- Доцільно передбачати використання для рефлектора матеріалу з теплоізоляцією.
- Самоклеючі матеріали можуть використовуватись в тих місцях, до яких є доступ, в важкодоступних місцях. доцільно використовувати клейку плівка

Наявність

- Цей матеріал достатньо поширений і може використовуватись без обмежень.

6.2. Деякі особливості підвищення енергоефективності зовнішнього огороження будівлі

Зниження енергоспоживання будівлею в першу чергу залежить від спроможності огорожувальних конструкцій утримувати тепло, не дозволяючи йому уходити назовні. Показником рівня енергоефективності огорожувальної конструкції є її опір теплопередачі R_T , який аналітично визначаються за формулою 6.1

$$R_T = \frac{1}{\alpha_v} + R_k + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (6.1)$$

де α_v – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/(м²·°C);

α_n – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/(м²·°C);

R_k – термічний опір огорожувальної конструкції, м²·°C/Вт, визначається для багат шарової конструкції за формулою 6.2

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n, \quad (6.2)$$

Не заглиблюючись в професійні особливості оцінки енергоефективності конструкції, відзначимо принципи досягнення потрібних показників термоопору. Коефіцієнти $\alpha_{в}$, $\alpha_{н}$ характеризують складність переходу теплового потоку з приміщення (вулиці) в огорожувальну конструкцію в зоні їх контакту (граничний перехід) і можуть в залежності від міста знаходження і особливостей огорожувальної конструкції відрізнятися по значенню в чотири рази.

Всі інші спроможності утримувати тепло залежать від окремих шарів конструкції, кожний з яких характеризується коефіцієнтом теплопровідності λ_i (Вт/(м·°С)) і товщиною δ_i (м). На даний час чинними будівельними нормами вимагається забезпечення мінімального термоопору зовнішніх стін будівель на рівні $R_k = 3.3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$. Враховуючи, що стіни більшості об'єктів існуючого фонду нерухомості до проведення утеплення мають $R_k = 0,6 \div 0,9 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, потреба в підвищенні термоопору може досягати $R_k = 2,7 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, тобто підвищитись в 3-4 рази. Така радикальна зміна теплових конструкцій стіни можлива лише за рахунок влаштування додаткового теплоізолюючого шару з використанням сучасних фасадних систем.

Таким чином успішність досягнення необхідного рівня термоопору огорожувальної конструкції після проведення термосанації залежить в першу чергу від утеплювача, зміна параметрів якого під час проведення робіт і в процесі експлуатації може суттєво погіршити очікуваний рівень енергоефективності будівлі.

Для розуміння особливостей застосування різних утеплювачів в огорожувальних конструкціях і інженерних системах розглянемо основні характеристики і властивості деяких з них.

Залежно від характеру пористості теплоізоляційні пластмаси поділяються на ніздрюваті чи спінені (пінопласти) і пористі (поропласти).

Пінопласти, що отримують спінюванням вихідної пластмаси, мають вид застиглої піни. Осередки пінопластів не сполучається між собою і заповнені повітрям або газом.

Поропласти відрізняються від пінопластів тим, що мають сполучені між собою порожнини, які заповнені газом. Практично в матеріалах одночасно присутні замкнуті та відкриті пори.

Залежно від міцності та модуля пружності газонаповнені пластмаси поділяються на жорсткі, напівтверді та еластичні. По виду полімеру пінопласти поділяють на термопластичні і термореактивні. В основі перших лежать полімери з лінійною структурою (полістирол, полівінілхлорид, поліетилен, поліпропілен та ін.) В основі других – полімери з просторовою структурою (фенолформальдегідні, мочевиноформальдегідні, ненасичені полієфіри, епоксидні, поліуретанові і ін.)

Специфічні особливості газонаповнених пластмас визначають технічну спрямованість та економічну ефективність їх застосування в якості будівельної теплоізоляції. Завдяки низькій середній щільності, високим тепло- і звукоізоляційним властивостям, підвищеній питомій міцності, а також ряду цінних технологічних та експлуатаційних властивостей пінопласти не мають аналогів серед традиційних будівельних матеріалів.

Однак більшості газонаповнених пластмас притаманні певні недоліки, які суттєво обмежують можливість їх застосування: знижені вогнестійкість, теплостійкість та температуростійкість. Крім того, процеси деструкції ("старіння") цих матеріалів, та їх біостійкість в процесі тривалої експлуатації до кінця не вивчені.

Одним з найважливіших критеріїв якості пінопластів є співвідношення числа відкритих і закритих пор у їхній структурі. Фізико-механічні властивості поліпшуються збільшенням змісту закритих осередків.

Переважно замкнуту комірчасту структуру мають полістирольні і полівінілхлоридові пінопласти, а також жорсткі пінополіуретани. Це зумовлює

поширеність перерахованих пінопластів в якості теплоізоляційних матеріалів в будівельних конструкціях.

Таблиця 6.1. Порівняльна характеристика деяких теплоізоляційних матеріалів

Теплоізоляційний матеріал	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/м ^{°C}	Густина, кг/м ³	Діапазон робочих температур, °C	Період експлуатації, років
Пінополіуретан	0,019-0,035	45-60	-200 +150	30-50
Мінеральна вата	0,052-0,058	15-150	-40 +250	5-7
Пінобетон	0,145-0,160	250-400	-30 +120	10
Спінений поліетилен	0,038-0,042	20-40	-80 +100	До 30
Спінений каучук	0,032-0,042	60-85	-70 +150	20-30
Пінополістирол	0,043-0,064	15-45	-80 +80	15

Пінополістирол

Пінополістирол вже понад 40 років незмінно займає провідні позиції в світі як теплоізоляційний матеріал для сучасного будівництва. У Європі, Америці та Азії пінополістирол називають стиропором, за назвою вихідного матеріалу, що застосовується для його виробництва.

Пінополістирол отримують зі стиропора шляхом спучування при нагріванні під дією газоутворювача. У результаті утворюються гранули розміром 5-15 мм. Іноді їх використовують в теплоізоляційних заповнювачах або в якості легкого заповнювача у виробництві теплоізоляційних штучних матеріалів із застосуванням різних зв'язуючих (наприклад, пінополістиролбетон). Здебільшого ж гранули пінополістиролу переробляються у виробі (плити, блоки, шкаралупи тощо) без застосування будь-яких в'язуючих.

За технологією виробництва виробі з пінополістиролу ділять на два класи, які істотно відрізняються своїми властивостями. Вироби першого класу

формується шляхом спікання гранул один з одним за підвищених температур. В якості будівельної теплоізоляції найбільш поширеними є плити пінополістирольні (ППС).

Вироби другого класу отримують шляхом змішування гранул полістиролу за підвищених температур з наступним введенням спінючого агенту та видавлюванням з екструдера. Ці вироби також широко застосовуються в будівництві і добре відомі під назвою екструдований пінополістирол (ЕПС).

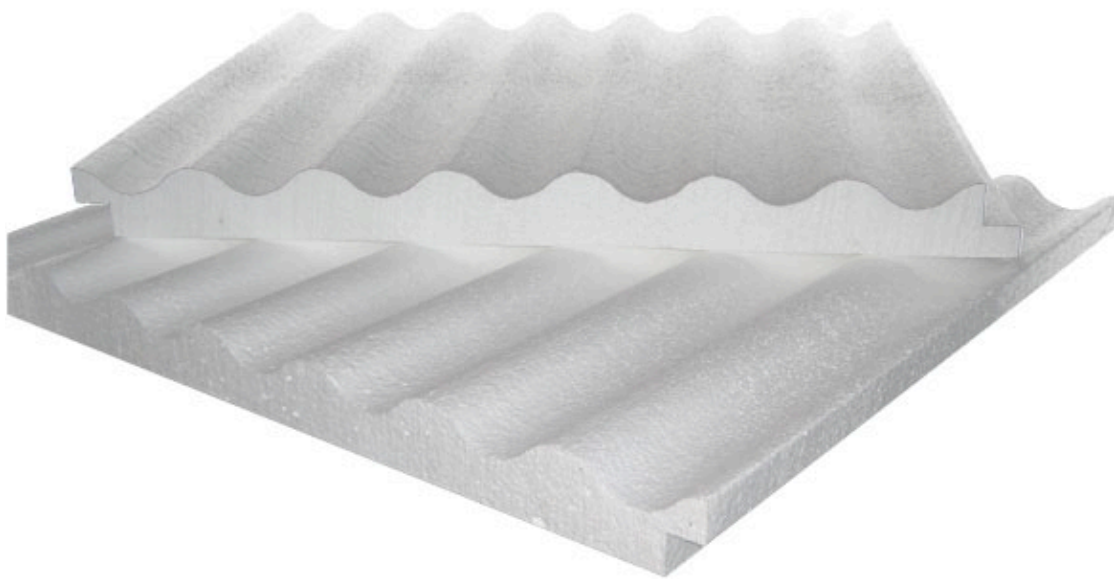


Рис. 6.3. Плити пінополістирольні (ППС)

Слід зазначити, що на характеристики пінополістиролу надзвичайно сильно впливає технологія його виробництва. Вироби з низьким водопоглинанням, високими теплоізоляційними властивостями і з високою щільністю поверхневого шару можна одержати тільки на сучасному технологічному обладнанні.

Якісні пінополістирольні плити характеризується низькою теплопровідністю і густиною. При цьому міцність пінополістиролу дозволяє застосовувати його як конструктивний елемент, здатного нести значні навантаження протягом тривалого часу. Фізико-механічні властивості різних марок наведена в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2. Фізико-механічні властивості плит.

Найменування показників	Норма для плит марок			
	15	25	35	50
Густина, кг/м ³	До 15	Від 15,1 до 25,0	Від 25,1 до 35,0	Від 35,1 до 50,0
Міцність на при 10% деформації, МПа, не менше	0,05	0,10	0,16	0,20
Границя міцності при згині, МПа, не менше	0,07	0,18	0,25	0,35
Теплопровідність у сухому стані при температурі (25±5) °С, Вт/(м·К), не більше	0,042	0,039	0,037	0,037
Водопоглинання за 24 год., % по об'єму не більше	3,0	2,0	2,0	1,8

Пінополістирол відрізняється надзвичайно малою гігроскопічністю (0,05 ... 0,2%).

Водопоглинання настільки мале, що дозволяє нехтувати впливом на теплопровідність. Дифузія водяної пари в пінополістиролі практично відсутня.

Плити залежно від граничного значення густини поділяються на марки 15, 25, 35 і 50.

Номінальні розміри плит складають в мм:

- по довжині – від 800 до 5000 з інтервалом через 50;
- по ширині – від 500 до 1300 з інтервалом через 50;
- по товщині – від 20 до 500 з інтервалом через 10.

За домовленістю із споживачем допускається виготовлення плит інших розмірів по довжині, ширині та товщині.

До останнього часу широке застосування пінополістиролу в будівництві обмежувалося його горючістю. Але на сьогоднішній день у будівництві застосовуються також самозагасаючі марки пінополістиролу, які мають позначення ПСБ-С.

Такі пінополістироли містять спеціальні добавки антипірени, що пригнічують самостійне горіння, що, в цьому випадку, спостерігається тільки в прямому контакті з відкритим полум'ям. При припиненні контакту з відкритим полум'ям, припиняється і горіння пінополістиролу. Краплі, що утворюються від розплаву, не можуть служити джерелом подальшого поширення вогню.

З приводу температурної стійкості пінополістиролу необхідно сказати наступне: при температурі понад 100°C матеріал починає повільно розм'якшуватися і всідатися. Але в будівельних конструкціях такі температури практично не зустрічаються. Разом із тим технології виробництва полістиролу удосконалюються – уже з'являються марки, призначені для робочих температур до 110°C.

Пінополістирол не може довго протистояти впливу ультрафіолетових променів. У результаті тривалого (до двох місяців) сонячного опромінення поверхня плит стає коричневою і поступово перетворюється в пил. Перед обробкою пінополістирол має бути ретельно очищений від цього пилу.

Як утеплювач пінополістирольні плити застосовуються:

- у системах зовнішнього утеплення "мокрого" типу;
- в системах з утеплювачем із внутрішньої сторони огорожувальної конструкції;
- у системах з утеплювачем усередині конструкції, що обгороджує (шарувата кладка, тришарові бетонні або залізобетонні панелі, тришарові "сендвіч-панелі" з металевими обшивками);
- у якості опалубки, що не знімається;
- у якості основи під рулонні або мастичні покрівлі під стягування товщиною, яка визначається вимогами пожежної безпеки;
- для теплоізоляції підвалів і перекриттів.

Найбільш поширеною проблемою при застосуванні пінополістирольних плит є фальсифікація їх марок, що здійснюється шляхом маркування плити з позначенням ПСБ-25С зі щільністю 8-9 кг/м³. Це призводить до використання матеріалу з забороненими пожежними характеристиками, зниження

нормативних показників теплотехнічних характеристик і до зменшення очікуваного терміну експлуатації систем утеплення.

Процес екструдювання дозволяє отримати плити з рівномірною структурою, що складається з дрібних, практично повністю закритих осередків (пір). Завдяки своїй структурі екструдований пінополістирол має кілька гарних властивостей, що відрізняють його від більшості інших ізоляційних матеріалів.

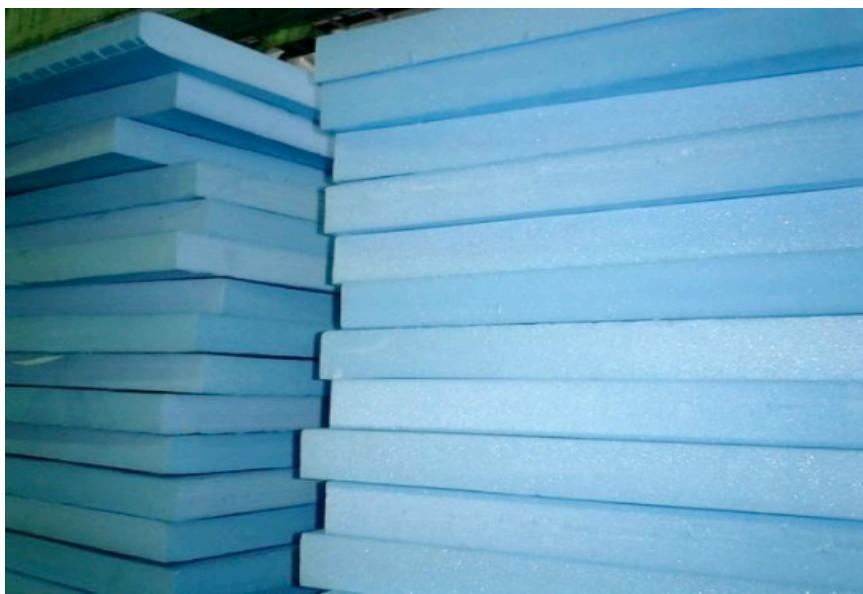


Рис.6.4. Екструдований пінополістирол (ЕПС)

Теплопровідність матеріалу надзвичайно низька (менше $0,03 \text{ Вт / м К}$).

Водопоглинання складає менше $0,2\%$ в обсязі. Низьке водопоглинання забезпечує малу зміну теплопровідності у вологих умовах, що складає не більше $0,001\text{-}0,002 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$. Це дозволяє з успіхом застосовувати екструдований пінополістирол без додаткової гідроізоляції.

Характеристики міцності, навпаки, дуже високі і залежать від товщини і щільності плит. Міцність на стиск при 10% лінійній деформації, наприклад, в залежності від щільності лежить в межах $0,20 \dots 0,4 \text{ МПа}$.

Екструдований пінополістирол морозостійкий і добре зберігає свої теплоізоляційні властивості. Зміна термічного опору після 1000 циклів заморожування-відтавання не перевищує 5% . Завдяки додаванню антипіренів сучасні екструдовані пінополістіроли відповідають пожежно-технічним характеристикам.

Таблиця 6.3. Фізико-технічні показники екструдійованих пінополістирольних плит

Назва показника	Значення показника для марки			
	25	30	40	50
Густина, кг/м ³	до 25,0	Понад 25,0 до 30,0	Понад 30,0 до 40,0	Понад 40,0 до 50
Міцність на стиск при 10 %-вій лінійній деформації, МПа, не менше	0,11	0,18	0,21	0,22
Границя міцності причини, МПа, не менше	0,20	0,25	0,30	0,40
Теплопровідність у сухому стані при температурі (25±5)°С, Вт/(м·К), не більше	0,036	0,035	0,034	0,033
Водопоглинання за 24 год., % за об'ємом, не більше	4,0			

Плити екструдійованого пінополістиролу за густиною поділяються на марки 25, 30, 40, 50. Лицьова поверхня плит може виготовлятися трьох видів: А – гладка; В – тиснена; С – фрезерована. Бічна кромка плит може виготовлятися трьох типів: Т – рівна; Х – східчаста; У – “шип-паз”.

Номінальні розміри плит складають у міліметрах: за довжиною від 1250 мм до 6000 мм з інтервалом 50 мм; за шириною від 400 мм до 600 м з інтервалом 10 мм; за товщиною від 20 мм до 100 мм з інтервалом 10 мм.

Характеристики екструдійованого пінополістиролу дозволяють використовувати його задля вирішення таких основних завдань:

- ізоляція фундаменту, стін підвалів і підземних споруд;
- внутрішня теплоізоляція стін (колодцева кладка);
- теплоізоляція фасадів будівель "мокрого" типу з подальшим нанесенням на теплоізоляційні плити штукатурки або інших облицювальних матеріалів;
- теплоізоляція будинків зсередини, з подальшою обробкою сухою штукатуркою, гіпсокартоном, дерев'яними панелями, тощо;
- виготовлення "сендвіч-панелей";
- теплоізоляція підлог;

- влаштування теплоізоляції скатних дахів.

Щодо використання пінополістиролів в фасадних системах у споживачів існує стійке негативне упередження, яке сформувалось завдяки масовому порушенню нормативних вимог під час використання пінополістирольних плит. За умови додержання чинних нормативних вимог під час проектування та облаштування фасадних систем експлуатаційні властивості забезпечуються незалежно від виду утеплювача. Доцільно враховувати можливість впливу вологи на теплотехнічні властивості утеплювачів. У разі можливості пошкодження фасадної системи під час її експлуатації та проникнення зовнішньої вологи в утеплювач перевагу перед волокнистими утеплювачами має пінополістирол, який зберігає теплотехнічні властивості завдяки низькому вологопоглинанню. Залежність теплопровідних властивостей утеплювача від впливу вологи, наведена на рис. 6.5, показує суттєву різницю реакції органічних і мінераловатних матеріалів.

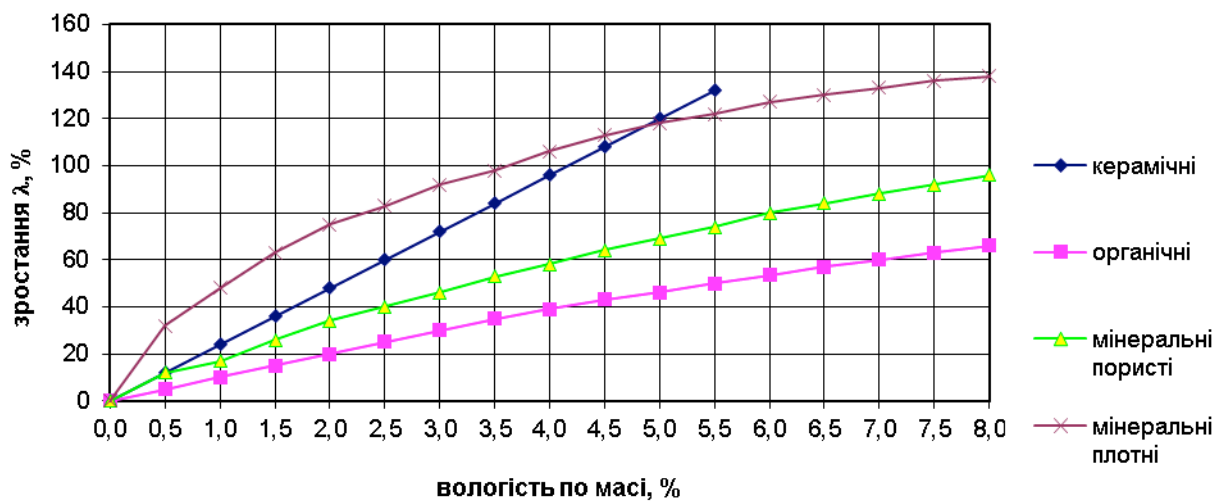


Рис.6.5. Зростання коефіцієнту теплопровідності при зволоженні матеріалу

У процесі експлуатації фасадних систем ця особливість властивостей утеплювачів може зменшувати реальний опір огорожувальних конструкцій за рахунок сезонного накопичення вологи в утеплювачі фасадної системи (рис. 6.6) або за рахунок його зволоження через пошкодження зовнішнього опорядження фасадної системи.

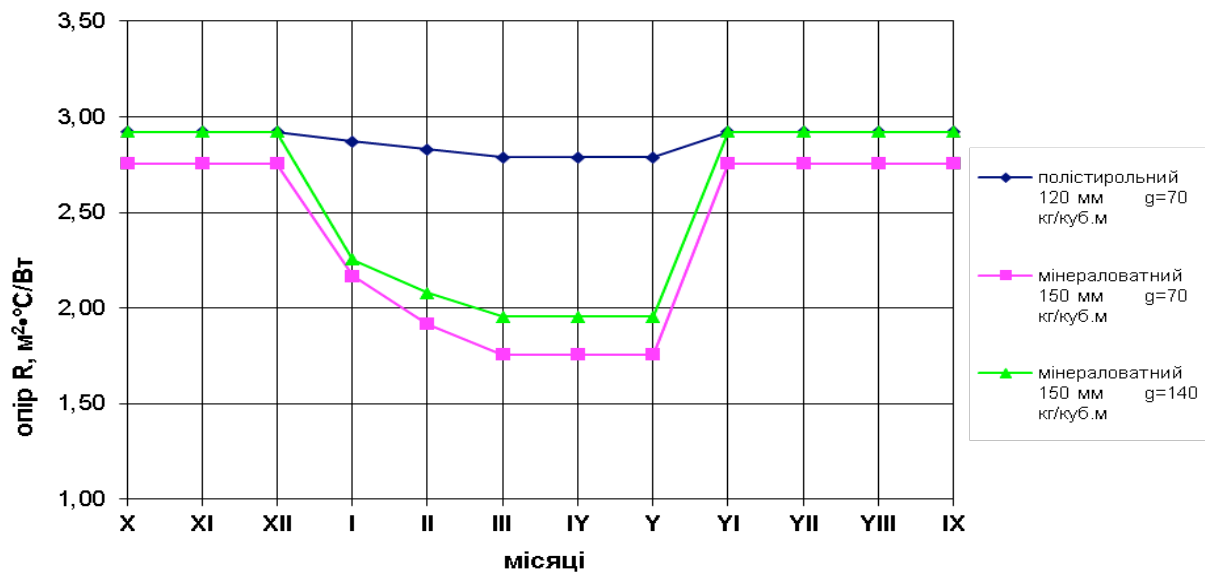


Рис. 6.6. Вплив зволоження на термоопір залізобетонної стіни товщиною 150 мм з різним утепленням

Щодо пожежної безпеки, то всі резонансні пожежі у світі останнім часом трапились на будівлях з неорганічним утеплювачем (рис.6.7).



Рис. 6.7-а. Готель-хмарочос Address Hotel Downtown, 01.01.2016



Рис. 6.7-б. Дубай, 79-поверховий житловий комплекс “Дубайський смолоскип” (336 м), 21.02.2015

Тобто, застосування горючих теплоізолювальних матеріалів під час облаштування систем фасадної теплоізоляції житлових і громадських будинків потребує врахування вимог національної нормативної бази.

Станом на сьогодні застосування теплоізолювальних матеріалів при новому будівництві, реконструкції та капітальному ремонті (термічній модернізації) житлових, громадських та промислових будинків і споруд регламентується державними будівельними нормами ДБН В.2.6-31:2016 "Теплова ізоляція будівель" та ДБН В.2.6-33:2008 "Конструкції зовнішніх стін із фасадної теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації". Останнім нормативним документом введено зокрема обмеження щодо застосування горючих матеріалів теплової ізоляції (груп горючості Г1, Г2) при проектуванні та облаштуванні конструкцій фасадної теплоізоляції.

Так, Розділом 5 "Основні вимоги забезпечення показників безпеки під час застосування фасадної теплоізоляції" ДБН В.2.6-33:2008 встановлено обмеження щодо застосування:

- конструкцій із шаром теплової ізоляції груп горючості Г1, Г2 та опоряджувальним шаром із матеріалів груп горючості Г1, Г2 – тільки для будинків з умовною висотою до 15 м (зазвичай - до 5 поверхів) за винятком будинків дитячих дошкільних закладів, навчальних закладів, лікувальних закладів, культурно-видовищних закладів, закладів дозвілля тощо;

- конструкцій із шаром теплової ізоляції груп горючості Г1, Г2 та опорядженням штукатуркою або дрібноштучними виробами – тільки для будинків з умовною висотою до 26,5 м (зазвичай до 9 поверхів) за винятком будинків дитячих дошкільних закладів, навчальних закладів, лікувальних закладів, культурно-видовищних закладів, закладів дозвілля тощо;

- конструкцій із шаром теплової ізоляції груп горючості Г1 та опорядженням індустриальними елементами – тільки для будинків з умовною

висотою до 26,5 м (зазвичай до 9 поверхів) за винятком будинків дитячих дошкільних закладів, навчальних закладів, лікувальних закладів, культурно-видовищних закладів, закладів дозвілля тощо.

Зазначені обмеження свого часу погоджено Міністерством України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, на яке згідно із статтею 4 Закону України "Про пожежну безпеку" покладено здійснення державного пожежного нагляду, координацію діяльності міністерств, інших центральних органів виконавчої влади з питань удосконалення пожежної охорони тощо.

Аналіз причин виникнення пожеж показує, що в більшості випадків вони є прямим наслідком порушень чинних будівельних норм, що їх припустилися під час проектування та будівництва будинків. Дотримання вимог чинної нормативної бази з питань проектування та улаштування систем фасадної теплоізоляції, зокрема в частині забезпечення пожежної безпеки житлових та громадських будинків із такими системами, унеможлиблює виникнення надзвичайних ситуацій.

Пінополіуретан (ППУ)

Пінопласти на основі поліуретанів (пінополіуретанів) отримують у результаті складних реакцій, що мають місце під час змішування полієфіру, діізоціанату або поліізоціанату, спінюючого агенту в присутності каталізатора, емульгатора і добавок. Завдяки сумішам, що зміцнюють пінополіуретан, можна отримувати матеріал з різними властивостями.

Пінополіуретан виготовляють безперервним способом, а також способами заливки та напилення. Промисловість випускає різні еластичні і жорсткі пінополіуретани.

Жорсткий випускають у формі плит (рис. 6.8) та блоків, а м'який – у формі полотнищ і стрічок. Середня щільність і теплопровідність поролону –

відповідно 30-70 кг/м³ та 0,03-0,04 Вт/(м·К). Жорсткі плити мають середню густину 60-200 кг/м³ і теплопровідність – 0,035-0,06 Вт/(м·К).

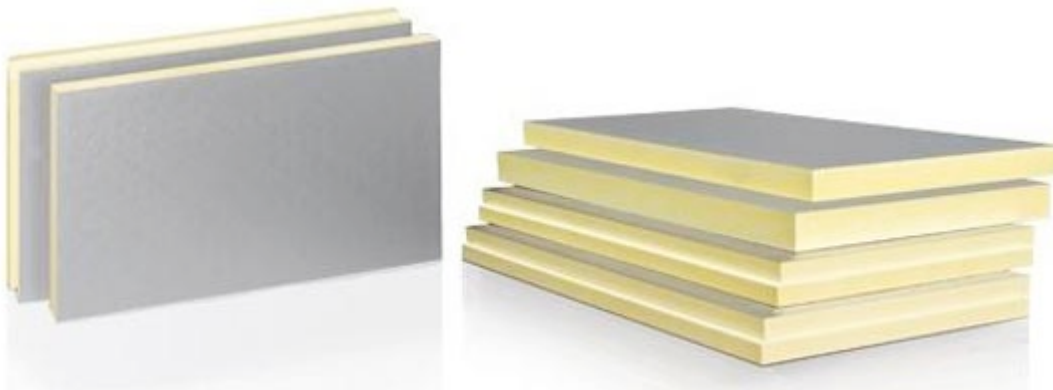


Рис. 6.8. Плити з пінополіуретану

Поліуретановий еластичний поропласт ППУ-Е має відкритопористу структуру, тому при ізоляції промислових об'єктів з від'ємними температурами застосовують пароізоляційний шар з різних синтетичних матеріалів. Зберігає свої еластичні властивості при температурі від -15 до +100°С. ППУ-Е негігроскопічний. Стійкий до дії бензину і мастил. Горить, виділяючи при цьому значну кількість теплоти і диму.

Еластичний поропласт виготовляють у вигляді пластин довжиною 2000 і 850 мм; шириною 750, 850, 1000 і 1600 мм і товщиною від 3 до 100 мм.

Середня густина ППУ-Е становить від 25 до 60 кг/м³; межа міцності при розтягуванні - не менше 0,12 МПа; відносне подовження в момент розриву - не менше 150% (для самозатухаючого – 120%); теплопровідність від 0,032 до 0,041 Вт / (м·К).

ППУ-Е використовують як тепло-, та звукоізоляційний матеріал.

Жорсткі пінополіуретани отримують методом заливки (ППУ-331) або методом наплення (ППУ-308Н).

Методом заливки ППУ в прес-форму можна отримувати теплоізоляційні панелі типу «сендвіч», що складаються з отверділого пінополіуретану і облицювальних листів (рис. 6.9). Пінополіуретанові сендвіч-панелі значно

легші аналогічних панелей з теплоізоляцією із мінеральної вати за рахунок зменшення товщини і відсутності металевого каркаса. Завдяки легкості пінополіуретанової теплоізоляції навантаження на фундамент більш, ніж у 100 разів менше, ніж під час застосування бетону або цегли.

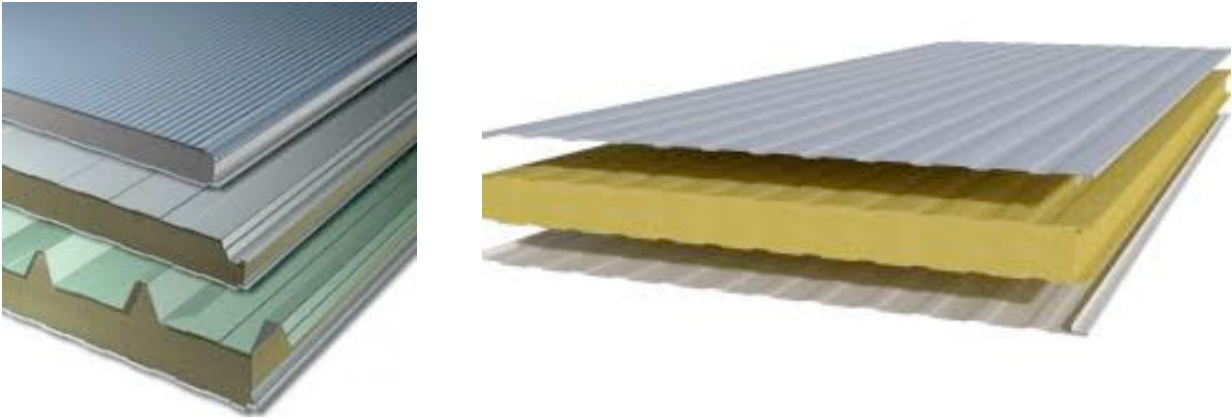


Рис. 6.9. Сендвіч-панелі з пінополіуретаном

Варто звернути увагу на спроби використання сендвіч-панелей у житловому будівництві. Нормативно така можливість не заборонена, але розуміння специфіки таких огорожувальних конструкцій обмежує їхнє поширення у житлових будинках. Використання сендвіч-панелей доцільно під час проведення реконструкції і за потреби отримати теплу і легку огорожувальну конструкцію, наприклад під час переобладнання балконів у лоджії, як це було проведено на “хрущівках” у м. Києві.

Різні пінополіуретанові композиції також використовують в ізоляційних роботах безпосередньо на місці проведення робіт. Теплоізоляційні пінополіуретанові композиції можуть наноситися методом наплення, що дозволяє отримати суцільну безшовну ізоляцію.

Так, пінополіуретан ППУ-308Н наносять на ізольовану поверхню спеціальним пістолетом, у змішувальну камеру якого подаються компоненти А та Б. При потраплянні на ізольовану поверхню ця суміш спінюється і застигає.

Показники фізико-механічних властивостей пінополіуретану ППУ-308Н наведені нижче у табл. 6.4.

Таблиця. 6.4. Показники фізико-механічних властивостей жорстких пінополіуретанів

	ППУ-331	ППУ-308Н
Середня щільність, кг/м ³	40-50	50-70
Межа міцності, МПа: - при стисканні - при вигині	0,15 0,2	0,3-0,4 0,2-0,35
Водопоглинення за 24 ч, % по об'єму	3,0	1.0
Теплопровідність при середній температурі 293 К, Вт/(м·К)	0,029	0,04
Горючість	Важкозаймистий	
Температура застосування, °С	від -180 до +120	

Під час спінювання жорстких пінополіуретанів виділяється багато теплоти, суміш нагрівається, що прискорює процес спінювання і тверднення пінопласту. Спінення відбувається при температурі поверхні, що не нижче 12°C, у протилежному випадку поверхню слід підігрівати.

Ця технологія отримала поширення при реконструкції плоских покрівель будівель перших масових серій, дитячих дошкільних закладів тощо (рис. 6.10). Однак, в процесі експлуатації таких покрівель виявилась можливість їхнього суттєвого пошкодження птахами, які влаштовували гнізда, видовбуючи для них місце в тілі пінополіуретанового покриття. Надійність роботи покриття залежить також від дотримання температурних режимів під час його монтажу. Форсування температурного режиму призводить до негативної зміни структури утеплювача, його неоднорідності та появи незамкнутих порожнеч.



Рис. 6.10. Утеплення конструкцій напленням пінополіуретану.

Жорсткі пінополіуретани останнім часом також широко застосовують для ізоляції трубопроводів теплових мереж безканальної прокладки. Все більше поширення у сучасному будівництві знаходять теплоізолюючі герметики. Серед них гідне місце займають так звані монтажні піни.

Однокомпонентні монтажні піни є комірчастою поліуретановою пластмасою. Попередньо затарені в балони композиції дають на виході з ємності синтетичну піну, що відрізняється гарною адгезією до дерева, металу, цегли, бетону і т.д.

Монтажні піни добре заповнюють стики в будівельних конструкціях. Поверхні не вимагають попередньої обробки, затвердіння композицій відбувається під впливом хімічної реакції з навколишнім повітрям або вологою, яку містить робоча поверхня.

Термін служби пінополіуретанових покриттів становить 25-30 років. Втім покриття потребують захисту від впливу прямих сонячних променів та атмосферної вологи, що часто не враховується при ущільненні примикання віконних конструкцій до стіни. Для цього використовують атмосферостійкі кремнійорганічні емалі, перхлорвінілову фасадну фарбу, і т. д.

Спінені синтетичні каучуки та поліетилен

В останнє десятиліття за кордоном набуло розвитку виробництво еластичних утеплювачів (спіненого синтетичного каучуку і пінополіетилену) для теплоізоляції труб, інженерних комунікацій житлових і виробничих будівель. Теплоізоляція зі спінених полімерних матеріалів виготовляється у формі труб і листів (рис. 6.11).

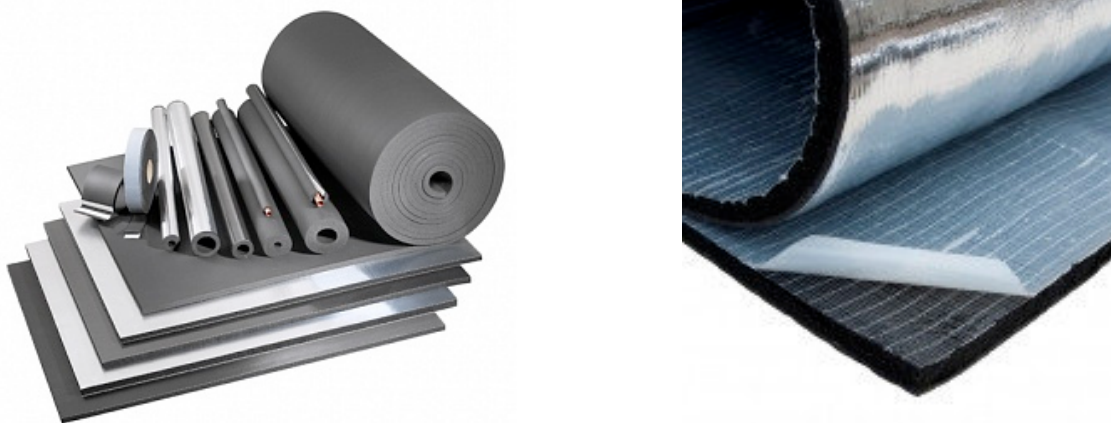


Рис. 6.11. Вироби зі спіненого каучуку та поліетилену

Трубчасті оболонки застосовуються для теплоізоляції сталевих, мідних і пластмасових трубопроводів із зовнішнім діаметром від 6 мм до 160 мм. Товщина ізоляційного шару становить 6-32 мм. Для теплоізоляції труб великого діаметра, сполучних деталей, арматури, трубопроводів некруглого перетину і обладнання випускаються плоскі листи та рулони різної товщини, зокрема - з клейовим шаром. Густина ізоляції зі спіненого поліетилену становить 33-40 кг/м³, зі спіненого каучуку – 65-80 кг/м³, зі спіненого поліуретану – 25 кг/м³. Кількість закритих пір у таких утеплювачів повинно бути не менш, ніж 90%.

Залежно від марки теплоізоляційні матеріали використовують в діапазоні температур від -200 °С до +175 °С, тобто їх можна застосувати для теплоізоляції не тільки систем опалення, водопостачання та кондиціонування, а також і технологічних трубопроводів.

Ізоляція зі спінених полімерів технологічна, хімічно- і водостійка, здатна забезпечити економію до 70% тепла, а також надійний захист трубопроводів від запотівання та утворення конденсату при збереженні власних параметрів впродовж тривалого часу.

Під час опису пінополіетилену, незалежно від способів його отримання, використовують два визначення: "зшитий" та "незшитий".

“Зшитий” ППЕ – це спінений поліетилен, під час виробництва якого молекулярна структура за рахунок різних методів модифікується, а в результаті зшивання утворюється так звана поперечно-пов'язана або сітчаста молекулярна структура. Незшитий ППЕ отримують методом екструзії з використанням фізичного газоутворювача, в якості якого можуть виступати гази фреон, пропан-бутан та ізобутан.

Основна відмінність цього матеріалу від зшитого в тому, що в процесі його отримання молекулярна структура самого поліетилену не змінюється. Матеріал, отриманий на основі пінополіетилену з використанням газоутворювача, є гарним теплоізолятором, гідроізолятором, шумопоглиначем, вироби з таких матеріалів легко гнуться і ріжуться, а також здатні тримати задану форму.

Матеріал сумісний практично з будь-якими будівельними матеріалами – деревина, бетон, цемент, гіпс, вапно і т. д. Важливою позитивною властивістю пінополіетилену є те, що цей матеріал хімічно інертний та екологічно чистий. Завдяки своїй структурі має низький коефіцієнт вологовбирання (менше 2%), стійкий до гниття (розрахунковий термін експлуатації матеріалу - 25 років).

У будівництві матеріал використовується для теплоізоляції огорожувальних конструкцій, холодильного обладнання та трубопроводів, а також в якості пружних звукоізолюючих прокладкових матеріалів в конструкціях міжповерхових перекриттів і фундаментів під інженерне обладнання. ППЕ є одним з найефективніших теплоізоляторів і дозволяє значно зменшити масу конструкцій і заощадити корисну площу.

Для ізоляції так званих “холодних” об’єктів (системи вентиляції і кондиціонування, холодильних установок та іншого) застосовують *спінений синтетичний каучук*. До переваг цього матеріалу можна віднести прекрасні теплоізоляційні якості, надійність у роботі, повну герметичність ізоляційного шару. У разі використання такого утеплення труб інженерних мереж доцільно звернути увагу на необхідність збільшення товщини захисної оболонки за наявності бажання суттєво їх утеплити.

При склеюванні спіненого синтетичного каучуку відбувається так назване взаємне проникнення поверхонь – “ефект холодного зварювання”, тому клеєні шви виходять міцнішими, ніж сам матеріал. До недоліків можна віднести досить високу вартість.

У вітчизняній і закордонній промисловості та будівництві все більшого поширення набувають теплоізоляційні матеріали з відбиваючим покриттям (відбиваюча ізоляція). На вітчизняному ринку теплоізоляційних матеріалів представлені різні утеплювачі, дубльовані алюмінієвою фольгою товщиною від 7 до 30 мкм. Варто звернути увагу на те, що ефективність відбиваючого покриття з часом може знижуватись за рахунок запилення та інших негативних впливів.

Поропласти на основі мочевіноформальдегідних смол

Карбамідні пінопласти – це безнапірні піни, якими можна заповнювати великі відкриті порожнини за необмеженого часу заливки, а також довгі замкнуті по периметру канали. Їх вирізняє низька вартість і доступність сировини, невисока щільність (25-40 кг/м³), морозо- і біостійкість, важкогорючість, стійкість до дії більшості органічних розчинників. Недоліки – невисока механічна та адгезійна міцність, значне водо- і вологопоглинання, крихкість, підвищена технологічна усадка, наявність кислотного корозійного середовища. Для ефективного застосування заливальних карбамідних пінопластів у металевих конструкціях необхідно вирішити проблеми, пов’язані з усадкою, тріщиностійкістю, адгезією і захистом металу від корозії.

До цієї групи матеріалів відноситься Міпора – жорсткий поропласт, схожий на затверділу пухку піну (білого або жовтуватого кольору), з відкритокомірчастою структурою.

Її виготовляють з сечовини, водного розчину суміші формальдегіду (формаліну), гліцерину, піноутворювача і фосфорно-кислого амонію. Середня густина міпори не перевищує 18 кг/м³; теплопровідність при середній температурі 298 °К - 0,035 Вт/(м·К); міцність на стискання - не менше 0,025 МПа; вміст вологи - не більше 15% за масою; вміст вільного формальдегіду - 0,003% за об'ємом. Матеріал - важкогорючий, температура займання - 397 °С.

Міпору випускають марок М і Н у формі прямокутних блоків довжиною 950-1100 мм; шириною 440-500 мм; висотою 200-300 мм. Блоки міпори транспортують упакованими у водонепроникний папір зі шпагатом у критих вагонах. Зберігають у сухих приміщеннях.

Застосовують Міпору в якості теплоізоляційного матеріалу для холодильних камер, для пересувних та контейнерних інвентарних будівель.

Один з різновидів карбамідних пінопластів – *піноізол*, розроблений фірмою МЕТТЕМ. Його виготовляють безпресовим способом за допомогою мобільних малогабаритних установок продуктивністю від 3 до 8 м³/год, які можна використовувати як стаціонарно для виготовлення плит, так і безпосередньо на будмайданчику для ізоляції пустотілих конструкцій. Матеріал виробляється також у формі плит, розмір яких 500 × 600 × 100 мм, і подрібненої крихти. Характеристики піноізолу наведено в таблиці 6.6.

Таблиця 6.6. Основні характеристики піноізолу

Теплопровідність, Вт/(м·К)	0,03-0,04
Робочий діапазон температур, °С	від -120 до +50
Об'ємна щільність, кг/м ³	15
Міцність при стискуванні, кг/см ²	0,1-0,25
Сорбційне зволоження через три доби, % по масі	до 20
Водопоглинання за 24 години, % по об'єму	не більше 20

Розробники та виробники рекламують цей матеріал, пропонуючи широко використовувати його в житловому і промисловому будівництві (рис. 6.12).

Рис. 4.15. Карбамідні пінопласти.



Рис. 6.12. Карбамідні пінопласти

Однак є ряд аспектів, пов'язаних з природою цього матеріалу, які змушують дуже обережно оцінювати його довговічність, особливо в умовах зволоження – як сорбційного, так і крапельного.

Досвід використання заливного піноізолу для утеплення стін в умовах будівельної ділянки показав недоцільність такого методу зниження витрат на улаштування сучасної енергоефективної огорожувальної конструкції.

6.3. Заходи щодо вентиляції будівлі

10) Утилізація тепла вентиляційного повітря: будівлі, призначені для того, щоб в них збиралися великі групи людей, потребують надходження значної кількості свіжого повітря і, як правило, лише в будівлях, що були збудовані після 1958 року, є вентиляція з підігріванням повітря. У будівлях, що було побудовано раніше, свіже повітря надходить через відкриті вікна, двері або за допомогою витяжних пристроїв. Якщо свіже повітря не поступає, умови в приміщенні перестають бути комфортними менше, ніж за 30 хвилин залежно від розміру приміщення та кількості людей, що знаходяться в

ньому. Така вентиляція може призводити до неконтрольованих втрат тепла. Встановлення обладнання для вентиляції з системою утилізації тепла забезпечує регульовану вентиляцію, тоді, коли в приміщенні багато людей взимку та, якщо можливе кондиціонування повітря, влітку. Існуючі системи повної утилізації тепла досягають 80% ефективності і більше (рис. 6.13).

Тип будівель

- Цей захід доцільно застосовувати тільки в будівлях соціально-культурного призначення, у багатоквартирних житлових будинках запровадження заходу є технічно складним.

Зауваження

- Економічність роботи обладнання для утилізації тепла залежить від загального часу його роботи та зазвичай використовується у системах, що працюють 24 години на добу.
- Утилізація тепла повітря може використовуватись тільки тоді, коли є технічна можливість для встановлення витяжних пристроїв та пристроїв, що подають повітря, поблизу один від одного.
- Встановлення пристроїв для утилізації тепла в системах охолодження повітря зазвичай є економічно доцільним через те, що забезпечує збереження енергії цілий рік.

Наявність

- Високоякісні пристрої для утилізації тепла з ефективністю понад 75% постачають в Україну у достатній кількості.

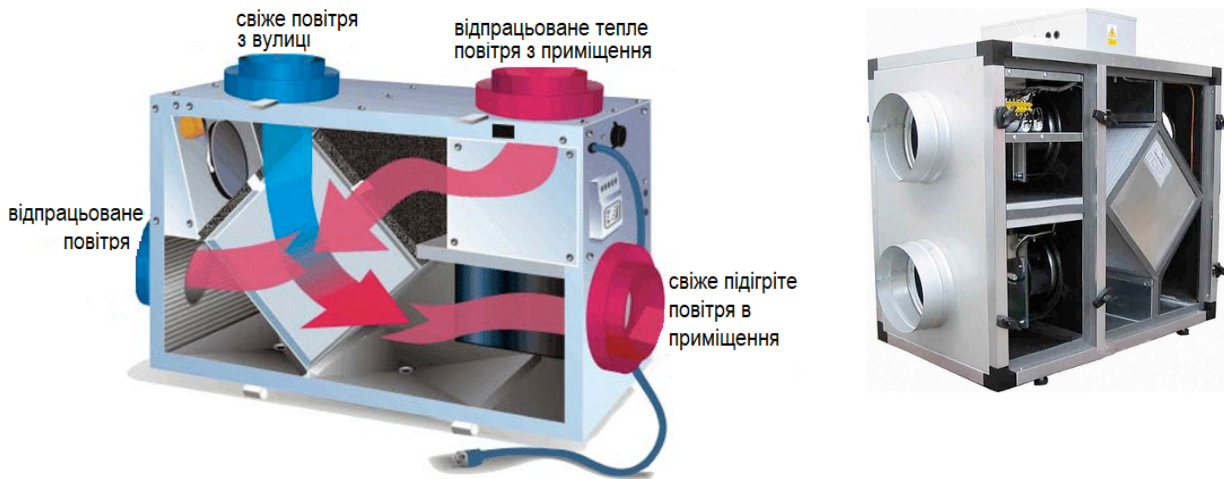


Рис. 6.13. Сучасні системи вентиляції.

11) Встановлення вентиляторів на стелі: зали, в яких збирається велика кількість людей, зазвичай мають дуже високу стелю для того, щоб забезпечити достатнє надходження повітря. У високих відкритих приміщеннях виникає стратифікація температури. У результаті різниця в температурі між підлогою та стелею може досягати 10°C , а це зумовить зниження рівня комфорту у приміщенні та його перегрівання, головним чином за малої та середньої наповненості приміщення. Запобігання стратифікації температури у приміщеннях з високими стелями досягається за допомогою встановлення на стелі вентиляторів, що мають великий діаметр та малу швидкість. Використання вентиляторів на стелі дозволяє уникнути стратифікації температури та знижує втрати температури, що спричиняються перегріванням. У режимі охолодження такі вентилятори створюють невеликий протяг, що може замінити використання пристроїв для кондиціонування в періоди, коли значне охолодження повітря не потрібне.

Тип будівель

➤ Цей захід доцільно застосовувати тільки в будівлях соціально-культурного призначення.

➤

Зауваження

- У деяких будівлях, на стелях яких є люстри або декоративне оформлення, встановлення вентиляторів на стелях може бути небажаним.
- У деяких приміщеннях зі стінами з декоративним оформленням можливим є виникнення проблем з електричною проводкою.

Наявність

- У торгівельній мережі наявні різні види вентиляторів для стелі, що дозволяє зробити необхідну комплектацію ними без обмежень.

Рис. 6.14. Застосування вентилятора на стелі.



Рис. 6.14. Застосування вентилятора на стелі

12) Встановлення децентралізованої системи вентиляції з рекуперацією: система локальної вентиляції повітря в приміщенні з використанням рекуперації для повернення тепла від видаленого повітря тому повітря, що подається в приміщення. Обмін повітря здійснюється через спеціальний прилад, завдяки якому відбувається ще й істотне зниження витрати електроенергії.

Тип будівель

➤ Цей захід може застосовуватися в усіх типах будівель.

Зауваження

- Система дозволяє за необхідності проводити енергоефективну заміну повітря у приміщенні в автономному режимі.
- Ефективність системи дозволяє забезпечувати економну вентиляцію приміщень протягом усіх сезонів.

Наявність

➤ Виробники і постачальники пропонують широкий спектр припливно-втяжних систем з рекуперацією, необхідних для всіх типів будівель і приміщень.

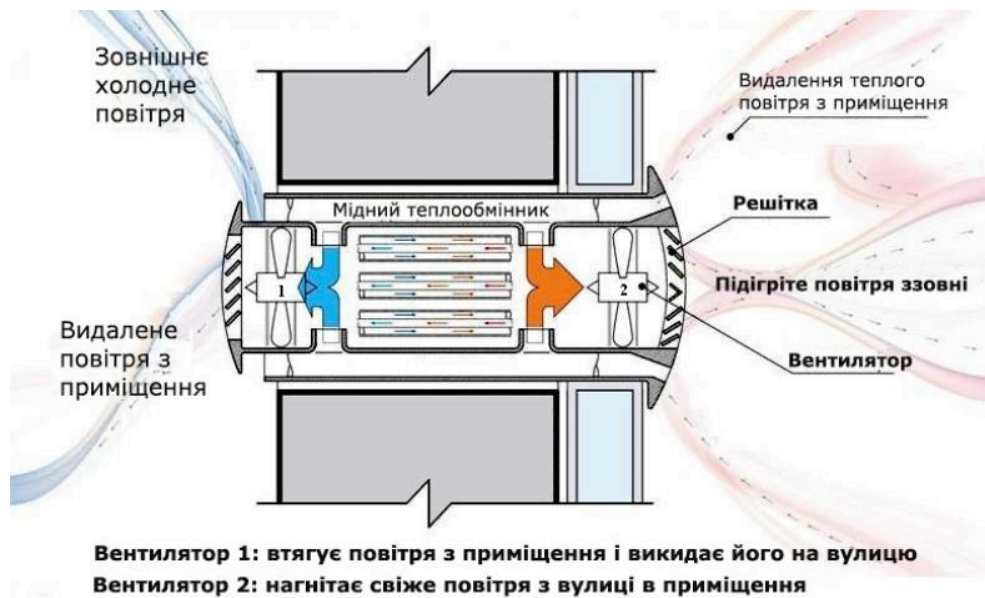


Рис. 6.15. Вентилятор приміщення з рекуперцією.

6.4. Особливості впливу вентиляції на енергоефективність будівлі

Значущість вентиляції для формування та підтримання нормальних параметрів життєвого середовища, комфорту і сучасного рівня енергоефективності часто недооцінюється споживачами, а також експлуатаційними службами. Недосконалість системи вентиляції у більшості

будівель застарілого житлового фонду, залежність її роботи від доступу повітря через нерегульовані нещільності у віконних конструкціях часто сприймається споживачами як джерело дискомфорту і експлуатаційних неприємностей.

При цьому не звертають увагу на зв'язок недоліків вентиляції з погіршенням гігієнічних умов у приміщеннях, наднормативним зростанням відносної вологи та появою грибку, негативною зміною хімічного складу повітря, зростанням патогенності житлового середовища. Цікавою є зміна рівня впливу вентиляції на енергоефективність будівлі.

На початкових етапах підвищення енергоефективності будівель основна увага приділялась удосконаленню теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій об'єкту.

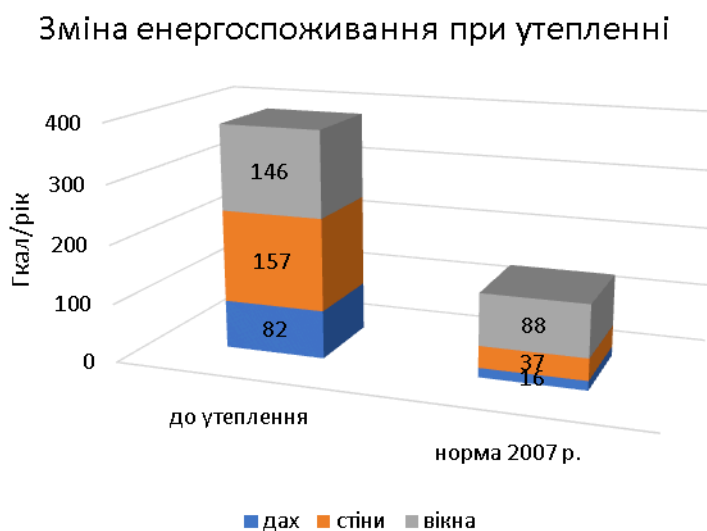


Рис. 6.16. Вплив утеплення на енергоспоживання будівлі

Наведені данні щодо утеплення типової чотирисекційної п'ятиповерхівки (рис. 6.16) показують рівень зниження енергоспоживання через окремі огорожувальні конструкції та будівлею в цілому. По мірі зростання нормативних вимог щодо термоопору огорожувальних конструкцій у

загальному балансі енергоспоживання будівлі зростала питома вага витрат на вентиляцію, що більш детально висвітлено нижче.

6.5. Заходи щодо постачання гарячої води в будівлі

Системи для постачання гарячої води в будівлі житлового або громадського призначення можуть функціонувати за допомогою встановлення теплообмінників в центральних теплових пунктах або безпосередньо в будівлях. Крім небагатьох нових теплових пунктів, всі інші мають недостатню або нефункціональну або без регулювання температури систему для нагрівання води в будівлях. Труби та теплообмінники звичайно погано теплоізовані або взагалі теплоізоляція відсутня. Звичайно використовуються трубчаті теплообмінники без бака-акумулятора для гарячої води, і таким чином вони розраховуються на максимальний потік води. Протягом непікових періодів вода перегрівається і температура в оборотній трубі є більш високою. Через те, що потік води в системі централізованого тепlopостачання є сталим, таке відбувається постійно і приводить до збільшення втрат в оборотній трубі. І через те, що постачання тепла не вимірюється, користувач не може за це відповідати.

Теплообмінники, що знаходяться в центральних теплових пунктах потребують окремого трубопроводу для гарячої води, що повинен з'єднувати будівлі та центральні теплові пункти. Це приводить до додаткових втрат. Крім того, вимірювання тепла для опалення та постачання гарячої води повинно проводитись з застосуванням звичайних вимірювальних приладів. Це неможливо, якщо використовуються системи, в яких теплообмінники для гарячої води знаходяться в центральних теплових пунктах, що стосується приблизно 80% будівель адміністративного та громадського сектора. У таких випадках необхідно від'єднати існуючі системи постачання гарячої води та встановити теплообмінники для гарячого водопостачання в кожній будівлі.

13) Встановлення теплообмінника для гарячої води: обладнання, необхідне для модернізації системи постачання гарячої води в будівлі, складається з теплообмінника, необхідних труб та компонентів та систем термостатичного регулювання.

Енергозбереження у разі запровадженні цього заходу забезпечується за рахунок того, що з'являється можливість регулювати температуру води та запобігати втратам у системі труб системи постачання гарячої води та запобігати поверненню надлишку тепла назад до оборотної лінії за рахунок теплоізоляції внутрішніх труб та за рахунок ліквідації втрат у зовнішніх трубах (між центральним тепловим пунктом та будівлею).

Тип будівлі

➤ Цей захід вважається прийнятним для всіх типів будівель. Можливо, цей захід не є прийнятним для будівель, що не потребують великої кількості гарячої води, таких як адміністративні будівлі лікарень та будівлі установ культури.

Зауваження

- Рекомендується використання попередньо зібраної системи гарячого теплопостачання компактного типу. Це допоможе зменшити кількість проблем, пов'язаних зі встановленням, крім того такі системи більш надійні.
- Бажаним є встановлення систем підготовки води, таких як фільтри та обладнання для пом'якшення води; особливо це рекомендується робити в лікарнях та школах. Це також зможе продовжити час функціонування системи.

Наявність

➤ Системи для нагрівання води та її компоненти представлені в торговій мережі, а також безпосередньо виробниками в необхідній кількості.

14) Встановлення бака-акумулятора для системи нагрівання води: обладнання, необхідне для модернізації системи нагрівання води в будівлях складається з теплообмінника, необхідних труб та компонентів, приладів для термостатичної регуляції та бака-акумулятора для води необхідного розміру. Використання бака-акумулятора, що має відповідну теплоізоляцію, збільшить можливість регулювання (запобігання перегріванню), а також покращить ситуацію з постачанням гарячої води користувачам будівель.

Економія енергії можлива після впровадження цього заходу, пов'язана з можливістю регулювати необхідну температуру води в будівлі, запобігаючи невиправданим втратам у трубах системи постачання гарячої води за рахунок встановлення теплоізоляції на внутрішніх трубах, а також та завдяки ліквідації втрат у зовнішніх трубах (між центральним теплопунктом та будівлею). За допомогою встановлення простого приладу з відліком часу система регулювання дозволяє знизити температуру води в акумуляторі у неробочий час. У разі застосування електропідігріву додаткова економія забезпечується завдяки використанню нічного тарифу.

Тип будівлі

➤ Цей захід вважається прийнятним для всіх будівель, для яких характерним є високий рівень споживання гарячої води. Захід недоцільно застосовувати в будівлях адміністративних закладів, де обсяг споживання води та відповідна економія енергії не зможуть виправдати необхідні інвестиції.

Зауваження

- Встановлення бака-акумулятора для води потребує достатньої для цього площі (див. рис. 6.17)..
- Очищення бака-акумулятора для води має проводитись регулярно (не рідше, ніж кожний п'ятий рік).

- Рекомендується використання компактного типу системи для нагрівання води в будівлях, оскільки це допомагає вирішити багато проблем, пов'язаних з виділенням площі для розміщення системи та через її більшу надійність.
- Бажаним є проведення заходів для підготовки води, як от використання фільтрів та заходів для пом'якшення води. Це також може подовжити тривалість нормального функціонування системи.
- Зазвичай вважається, що цей захід значно покращує ситуацію в будівлі і є досить дорогим.

Наявність

- Системи для нагрівання води та її компоненти можна отримати від виробників та постачальників без будь-яких обмежень.



Рис.6.17. Використання бака-акумулятора у системі ГВП

15) Встановлення ефективних насадок для душу та кранів: ефективні насадки для душу та кранів наявні на ринку і можуть зменшити необхідний потік води через душ на 40-50% без зменшення комфортності користування. Ці насадки для душу створюють той самий ефект "масажу", що і високонапірні. Головки душу легко встановлюються і не потребують заміни труб (див. рис. 6.18).

Тип будівель

- Встановлення ефективних насадок для душу доцільно в будівлях зі значною кількістю душових, достатньою для того, щоб впливати на споживання гарячої води.

Зауваження

- Для встановлення ефективних насадок для душу необхідно, щоб труби були у хорошому стані.
- Економія від встановлення ефективних насадок для душу залежить від зниження середнього рівня напору душу. Ефективність цього заходу часто переоцінюється через переоцінку напору існуючих головок душу.

Наявність

- Ефективні насадки для душу та кранів можуть бути закуплені без обмежень.



Рис. 6.18. Використання ефективних насадок в побуті

16) Встановлення аераторів на кранах: аератори зменшують потік води у ванних кімнатах та інших кімнатах, що використовують воду для миття посуду та інших потреб. Встановлення таких засобів є простим та недорогим і може бути реалізовано самостійно. Споживання води може бути

знижено на 30 - 50 % від потоку води в крані. Останнім часом набувають популярності аератори з безконтактним приводом.

Тип будівель

➤ Цей захід не має обмеження щодо використання в житлових і громадських будівлях.

Зауваження

➤ Аератори ефективні лише тоді, коли вони стосуються використання проточної води. Для кранів, що використовуються для наповнення контейнерів або інших ємностей, аератори не використовуються, через те що в таких випадках це не зменшує обсягу спожитої енергії та збільшує час наповнення ємності. Деякі крани неможливо також модернізувати за рахунок встановлення аераторів.

Наявність

➤ Цей тип обладнання представлено у достатній кількості і номенклатурі у виробників і в торгівельній мережі.

17) Встановлення лічильника споживання гарячої води: облік споживання не впливає безпосередньо на споживання гарячої води. Замість цього він забезпечує стимулювання користувачів будівель до зменшення споживання гарячої води, і таким чином призводить до зменшення використання води. В адміністративних будівлях споживання тепла для гарячої води може вимірюватись в одному й тому ж пункті постачання теплової енергії, тому що оплата проходить на рівні будівлі. Для житлових будівель на відміну від обліку теплової енергії, який важко впровадити через однотрубну систему тепlopостачання, облік споживання гарячої води може бути здійснено шляхом встановлення по-квартирних лічильників. Дослідження підтверджують, що облік гарячої води може мати значний ефект щодо споживання гарячої води. Вартість гарячої води

становить для користувачів будівель значну частку від загального обсягу споживання тепла.

Тип будівель

➤ Цей захід може впроваджуватись в усіх житлових будівлях.

Зауваження

➤ Облік зумовлює виникнення нових обов'язків щодо збирання показників та роботі з рахунками.

Наявність

➤ Необхідне обладнання постачається без обмежень (див. рисю 6.19).



Рис. 6.19. Встановлення лічильника гарячої води.

18) Теплоізоляція труб для гарячої води в неопалюваних приміщеннях: у більшості випадків труби з гарячою водою вже є ізольовані на всьому протязі до стояків, але така ізоляція відсутня в частинах приміщення, що не опалюються. Крім того стара ізоляція може бути недостатньою, пошкодженою або нефункціональною. Додаткова нова ізоляція та/або ремонт пошкоджених частин ізоляції знижує втрати тепла гарячої води.

Теплоізоляція в приміщеннях, що опалюються, вважається неекономічною через те, що там тепло потрібне під час опалювального сезону.

Тип будівель

➤ Цей захід може впроваджуватись у всіх будівлях.

Зауваження

- Якщо існуюча теплоізоляція труб містить азбестові волокна, то робота, пов'язана зі старою ізоляцією може створити шкідливі умови та додаткові заходи виявляться необхідними для контролю за вмістом азбесту. Однак, азбест для теплоізоляції в Україні практично не застосовувався.
- Належна теплоізоляція зменшує втрати, що допомагає підтримувати температуру води та зменшує навантаження на циркуляційні насоси.
- Доцільно звернути увагу на забезпечення режиму експлуатації утеплених труб у підвалах та на горищах, виключивши можливість вандалізму тварин і птахів щодо утеплювача.

Наявність

➤ Наявні в пропозиціях теплоізоляційні матеріали дозволяють проводити захід для будь-якого діапазону параметрів системи утеплення (див. рис. 6.20).



Рис. 6.20. Теплоізоляція труб

6.6. Заходи щодо удосконалення системи опалення

Важливою характеристикою системи опалення в більшості громадських та житлових будівель є те, що вона є однотрубною з байпасами або без байпасів на радіаторах. Без дорогих змін системи труб така конструкція не дозволяє проводити поділ на зони та регулювати опалення за допомогою одного зонного клапана для секції будівлі. Поквартирний облік споживання тепла в житлових будівлях також важко реалізувати через ті ж самі причини. Багато зонних клапанів на кожному сегменті та локальних вимірювальних приладів, необхідно було використовувати для визначення споживання тепла мешканцями будівель.

Крім великих будівель, що мають більше, ніж 10 поверхів та інших важливих будівель практично всі інші будівлі в містах, що споживають тепло та гарячу воду від системи централізованого теплопостачання використовують гідроелеватори для циркуляції гарячої води в будівлі. У будівлях, що мають більше 10 поверхів, використовується теплообмінник та циркуляційні насоси. В гідроелеваторній системі температура води в системі опалення будівлі знижується в гідроелеваторі за допомогою перемішування з оборотною водою. Такі системи опалення будівлі забезпечують безпосередню циркуляцію води централізованої системи теплопостачання, а вони потребують (та передбачають) постійний тиск в системі труб централізованої системи теплопостачання. Регулювання системи гідроелеватора є досить складним, хоч більшість систем не передбачає ніякого регулювання і співвідношення при розмішуванні визначається тільки тиском у системі. Якщо температура води, що подається, висока - будівлі будуть перегріватись, а коли постачається вода низької температури (що зазвичай і має місце), її температура 65-75°C, вона неконтрольовано змішується з оборотною водою, що знижує температуру води, яка подається в будівлю до майже неприйнятної температури 40-45°C.

Системи гідроелеваторів досить старі та неефективні. Без здатності регулювати температуру будівель практично жодні заходи з підвищення енергоефективності не можуть бути ефективними (давати економію) без модернізації системи контролю та регулювання опалення будівлі. Виходячи з досвіду проведення такої роботи можна зробити висновок, що модернізація системи контролю та регулювання опалення будівлі потребуватиме встановлення в індивідуальних теплових пунктах теплообмінників та всього необхідного сантехнічного обладнання, такого як труби, необхідні клапани та фільтри для рідини, циркуляційні насоси і т. д. Іншими словами, для того, щоб покращити енергоефективність будівель перш за все система гідроелеватора в кожній будівлі має бути замінена на тепловий пункт, що базується на теплообміннику. Важливо зрозуміти, що навіть використання необхідних теплоізоляційних матеріалів для зовнішнього огороження будівель (наприклад, теплоізоляція стін) не буде давати економію без можливості регулювати теплоспоживання. Відсутність таких систем контролю та регулювання призводить до перегрівання приміщень, що в свою чергу веде до використання вікон для регуляції температури.

Модернізація теплових пунктів включає встановлення терморегуляторів з датчиками зовнішньої температури, клапанів для балансування для гілок системи опалення будівель, та систем програмованого зменшення теплоспоживання в неробочий час.

Загалом, робота з енергозбереження має включати два аспекти, а саме - сторона, що відповідає за сплату рахунків за енергію повинна: 1) мати можливість регулювати споживання енергії та 2) мати стимул до реальної економії енергії. Встановлення тільки самих систем регулювання теплоспоживання, скоріш за все, не призведе до значних обсягів енергозбереження, тому що мешканці нічого не отримують за свої зусилля щодо економії енергії. Тому облік споживання енергії є дуже

важливим та лічильники енергії повинні бути встановлені у кожного користувача, а тому вони є частиною кожного сучасного заходу з енергозбереження.

19) Встановлення лічильників тепла в будівлі: як було зазначено вище встановлення лічильників у будівлі вважається невід'ємною частиною енергоефективної модернізації будівлі. Лічильники тепла будівлі забезпечують створення стимулу для користувачів будівлі щодо зниження споживання тепла, тому що за їх допомогою сплачується реальне споживання теплової енергії, а не розрахункове. Це може мати значний вплив на дію та технічну підтримку заходів з енергозбереження. Це також може дати реальну картину щодо енергозбереження.

Тип будівель

➤ Цей захід вважається прийнятним для всіх типів будівель (див. рис. 6.21).

Зауваження

- Забезпечення будівель лічильниками призводить до необхідності виконання додаткової роботи щодо обліку інформації та оформлення рахунків.
- Сучасні методи дистанційного вимірювання споживання тепла кожним приладом опалення створюють умови для запровадження по-квартирного обліку споживання навіть за однотрубною системою.

Наявність

- Високоякісні лічильники пропонуються виробниками і постачальниками послуг у необхідному обсязі.



Рис. 6.21. Будинковий лічильник тепла

20) Модернізація системи опалення: беручи до уваги фактичний дизайн та погані умови системи опалення будівель, повна модернізація індивідуальних теплових пунктів у житлових та громадських будівлях може вважатись найбільш прийнятною. Модернізація передбачає встановлення замість існуючих систем, що базуються на гідроелеваторах, нових, що базуються на теплообмінниках, встановлення клапанів для балансування та забезпечення належного балансування окремих контурів (стояків) та використання регуляторів з датчиками зовнішньої температури та можливістю зменшити теплоспоживання у неробочий час. Клапани для балансування, що встановлюються на кожному стояку, дозволять більш точно розподіляти тепло між секціями будівель.

Можлива економія енергії, що пов'язана з даним заходом, може бути забезпечена завдяки можливості регулювати кількість тепла, що подається до будівлі в робочий та неробочий час та завдяки можливості забезпечити достатнє постачання тепла в приміщення, що є важкими для опалення (такі як кімнати у кутках будівель) з одночасним недопущенням перегрівання основної частини будівлі.

Тип будівель

➤ Цей захід вважається прийнятним для всіх типів будівель, в яких зараз працює система теплопостачання, що базується на гідроелеваторі, та нема засобів регулювання температури без належного балансування системи опалення. У деяких будівлях, таких як лікарні, де лікування проходить стаціонарно, цей захід використовувати недоцільно через те, що в приміщенні весь час знаходяться люди.

Зауваження

- Цей захід не передбачає регулювання температури в окремих частинах приміщення або кімнатах.
- Балансування повинно проводитись періодично (не рідше, ніж кожного п'ятого року).
- Рекомендується використання компактних попередньо зібраних теплопунктів, тому що вони зменшують кількість проблем, пов'язаних з встановленням, та є досить надійними.
- Необхідна процедура очищення труб у будівлях має проводитись перед встановленням нового обладнання теплопунктів. Якщо очищення не проводиться, це може призвести до серйозних проблем у роботі.
- Цей захід зазвичай вважається таким, що дає капітальне поліпшення будівлі і він потребує великих коштів.
- Встановлення теплообмінників у великій кількості будівель у певному кільці централізованої системи опалення може змінити умови експлуатації в інших будівлях цього кільця, що продовжують користуватись системою гідроелеваторів. Якщо система не змінить своєї роботи в той час, коли виникнуть такі зміни, це може призвести до перегрівання будівель з гідроелеватором. У таких випадках можливо буде необхідним балансування кільця системи централізованого теплопостачання.

Наявність

- Компактні тепловентилятори, що включають всі компоненти, пропонуються постачальниками і торгівельною мережею в достатній кількості і номенклатурі (див. рис. 6.22).

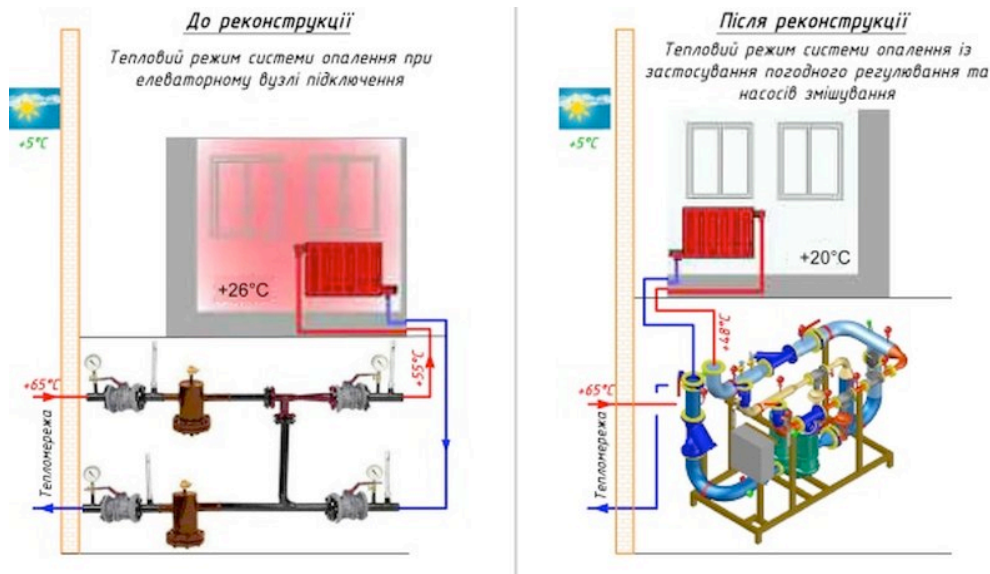


Рис. 6.22. Зміни системи опалення під час модернізації

21) Балансування системи за допомогою клапанів на радіаторах: вважається, що регулювання теплоспоживання буде забезпечуватись в залежності від зовнішньої температури за допомогою приладів, встановлених у тепловентиляторах. Клапани для балансування, встановлені на кожному радіаторі дозволять більш акуратно розподіляти тепло у всій будівлі. Цей захід не дозволяє регулювати температуру, але його можна впровадити для постійного (довгострокового) зменшення подачі тепла щодо окремих радіаторів. Економія енергії є можливою завдяки здатності забезпечувати достатнє нагрівання важкодоступних для опалення приміщень (наприклад, кутових кімнат), і тому можливо знизити непотрібне постачання тепла до центральної частини будівлі.

Тип будівель

- Цей захід прийнятний для всіх типів будівель, що не мають належної системи балансування, в основному, з комбінацією системи регулювання температури.

Зауваження

- Цей захід не забезпечує регулювання температури.
- Балансування має проводитись періодично (принаймні, кожного п'ятого року)
- Цей захід зазвичай комбінується з встановленням обладнання для регулювання температури.

Наявність

- Клапани балансування для радіаторів продукуються в Україні та поставляються провідними компаніями (див. рис. 6.23).



Рис. 6.23. Встановлення клапану на приладі опалення

7. Освітлювальні пристрої

Зараз у житлових, адміністративних та офісних приміщеннях зазвичай використовують (більш детально див. [10]):

- лампи розжарювання;
- лінійні люмінесцентні лампи;
- енергоефективні (компактні люмінесцентні) лампи;
- галогенні лампи;
- світлодіодні (LED) лампи.

Лампи розжарювання

Впродовж багатьох років лампи розжарювання (рис. 7.1) були чи не єдиними, що застосовувалися в житлових приміщеннях. Лампи розжарювання (так звані “Лампочки Ильича”) можуть мати різну форму, цоколь та потужність (найпоширеніші номінальні потужності - 25 Вт, 40 Вт, 60 Вт, 75 Вт та 100 Вт).



Рис. 7.1. Зовнішній вигляд ламп розжарювання [10].

Світло дає спіраль з вольфраму або сплавів на його основі. Всередині лампи створюють вакуум або закачують інертним газом.

Лампи розжарювання є найдешевшими серед усіх інших ламп. Вони також є екологічно безпечними, оскільки не вміщують шкідливих речовин, а також мають безперервний спектр випромінювання. Недоліками можна вважати найменший порівняно з іншими лампами термін служби (зазвичай – 1000 годин), найгірший рівень питомого енергоспоживання (8-12 Лм/Вт) та

зменшення терміну служби у разі підвищення напруги мережі живлення (за даними [6] у разі перевищення напруги на 10% термін служби зменшується в 10 разів).

Лампи закручують до патрону за допомогою цоколя. Найбільш поширений тип цоколя Е (див. рис. 7.2), який винайшов ще Едісон (Edison Screw type – гвинт Едісона), Найпоширеніший цоколь Е27 останнім часом окрім ламп розжарювання використовують також для галогенних, компактних люмінесцентних (енергоефективних) і для світлодіодних (LED) ламп. Лампи з другим за популярністю гвинтовим цоколем Е14 (відомим ще як “мінйон”) використовують у бра і невеликих світильниках, а також у люстрах.



Рис. 7.2. Найбільш поширені типи цоколів Е27 та Е14.

Лінійні люмінесцентні лампи

Люмінесцентні (розрядні) лампи (див. рис. 7.3), що почали використовувати з 40-х років минулого століття, стали непоганою альтернативою лампам розжарювання. Вони випромінюють світло за рахунок люмінофорів на які впливає ультрафіолетове випромінення газового розряду. Від самого початку такі лампи використовували для промислового освітлення – лампи високого тиску ДРЛ, ДНаТ і люмінесцентні лампи типу ЛБ, ЛД та їхні аналоги. Найпоширеніші в адміністративних та офісних приміщеннях лінійні люмінесцентні лампи являють газорозрядне джерело світла низького тиску, в

якому електричний розряд в парах ртуті створює ультрафіолетове випромінювання, яке перетворюється у видиме світло за допомогою люмінофора - наприклад, суміші галофосфата кальцію з іншими елементами.

Порівняно з лампами розжарювання, економічність люмінесцентних ламп набагато вища, а світлова віддача за однакової потужності більша у 7-8 разів. Термін служби люмінесцентних ламп близько 5 років за умови обмеження числа включень до 2000, тобто не більше 5 включень на добу впродовж гарантійного терміну (зазвичай - 2 роки). Термін служби таких ламп – 6000...8000 годин за умови обмеження числа включень до 2000, тобто не більше 5 включень на добу впродовж гарантійного терміну (зазвичай - 2 роки). До недоліків таких ламп можна віднести необхідність використання спеціальної пускорегулювальної апаратури, під час роботи такі лампи мерехтять, нестабільно працюють за негативних температур, мають у спектрі ультрафіолетову складову, дуже низький коефіцієнт потужності (до 0,5) що створює проблеми у мережі живлення. А найгірше – люмінесцентні лампи містять ртуть. Відомо, що за гігієнічною класифікацією, ртуть, яка міститься в таких лампах, належить до першого класу небезпеки (надзвичайно небезпечна хімічна речовина). Найбільшої шкоди можуть завдати органічні сполуки ртуті, що утворюються після потрапляння хімічної речовини до навколишнього середовища разом з опадами. Таким чином ці лампи являють загрозу для здоров'я людей. Більше того



Рис. 7.3. Лінійні люмінесцентні лампи.

Деякі некваліфіковані перекладачі замість загальноприйнятого терміну “пускорегулювальні апарати (ПРА)” використовують “кальку” з англійської “балласт” (“ballast”).

Галогенні лампи

Лампи даного виду майже на 100% яскравіші за лампочки розжарювання. Вони мають різну форму і види. Залежно від цього світло може бути розсіяним або представляти концентрований пучок. Найбільшого поширення такі лампи набули в офісних приміщеннях. Їх часто-густо застосовують у різноманітних дизайнерських рішеннях, адже вони дають насичені красиві відтінки. Використання їхнього яскравого світла і різноманітних кольорів кольорів дозволяє легко експериментувати з освітленням, створюючи цікаві ефекти.

Галогенні лампи (див. рис. 7.4) застосовується як для загального освітлення, так і для підсвічування і виділення певних ділянок житлового простору, як от: підвісні, точкові (вбудовують до підвісної стелі), настінні, вбудовані в меблі, стіни, поворотні, тощо.



Рис. 7.4. Галогенні лампи

За принципом дії галогенні лампи подібні до ламп розжарювання, але в газі, яким заповнюють галогенні лампи є домішки галогенів, як от бром, фтор, хлор, йод або їхні сполуки. Основною перевагою таких ламп порівняно з лампами розжарювання є підвищена світловіддача за аналогічних витрат

електроенергії, а головним недоліком - зсув спектра в синю область. Галогенні лампочки дають більш "біле" світло, ніж лампи розжарювання, з деякою часткою ультрафіолету. Коли такі лампи освітлюють речі, пофарбовані нестійкою до світла фарбою, то такі предмети (тканини) "вигорять" набагато швидше, ніж від світла звичайної лампи. Відомий випадок, коли у магазині з галогенними лампами на одязі манекенів за пару місяців виникла "вигоріла" пляма.

У галогенних лампах використовують не тільки гвинтову, але й штиркову систему з'єднання лампи з патроном. Цифри показують відстань між центрами штирів. Подібні цоколі використовують також у люмінесцентних лампах.



Рис. 7.5. Штиркові цоколі G9 та G4 для галогенних ламп.

Енергоефективні (компактні люмінесцентні) лампи

За принципом дії енергоефективні (компактні люмінесцентні) лампи подібні до лінійних люмінесцентних ламп. Відмінність, що є їхньою перевагою, полягає в тому що в корпус такої лампи вбудовано ПРА і такі лампи можна вкручувати у патрони для ламп розжарювання. Завдяки використанню вбудованої електронної ПРА в кожному лампу нівелюється негативний вплив на мережу живлення, що притаманний лінійним люмінесцентним лампам.

Порівняно з лампами розжарювання КЛЛ теоретично мають більший термін служби (див. [11]). Однак через підвищені вимоги до якості виготовлення та необхідності дотримання умов експлуатації термін служби

КЛЛ на практиці може бути таким самим, або навіть виявитися меншим, порівняно з лампами розжарювання. Основними причинами, що знижують тривалість роботи таких ламп, є нестабільність напруги у мережі, часті увімкнення-вимкнення ламп, експлуатація за високої або низької температури довкілля, використання КЛЛ у закритих світильниках з поганим охолодженням. За енергоефективністю (коефіцієнт корисної дії) КЛЛ приблизно у 5 разів перевершують лампи розжарювання. Однак, на відміну від ламп розжарювання, більшість КЛЛ, мають низький коефіцієнт потужності (орієнтовно 0,5), що створює додаткові навантаження і втрати в електричній мережі.. Для усунення зазначеного недоліку окремі виробники таких ламп, забезпечують коректорами коефіцієнта потужності. Завдяки застосуванню електронного ПРА, КЛЛ мають покращені характеристики порівняно з лінійними люмінесцентними лампами — більш швидке увімкнення, відсутність мерехтіння та дзижчання. Існують також лампи з системою плавного запуску, що “прогріває” електроди лампи після увімкнення, протягом 1-2 секунд: це значно збільшує термін служби лампи. У той же час, компактні люмінесцентні лампи за габаритами, енергоефективності та терміну служби, програють світлодіодним лампам, а за світловою віддачею, значно поступаються металогалогенним і натрієвим лампам.

На рис. 7.6 наведено зовнішній вигляд енергоефективних (компактних люмінесцентних) ламп.



Рис. 7.6. Енергоефективні (компактні люмінесцентні) лампи.

Світлодіодні (LED) лампи

Світлодіод (англ. Light emission diode - LED) є напівпровідниковим приладом (див. рис. 7.7), його активна частина, яка називається “кристал” або “чип”, як і у звичайних діодів складається з двох типів напівпровідника - з електронною (n-типу) і з дірковою (р -типу) провідністю. Під дією електричного поля на кристал відбувається рекомбінація (анігіляція) пари електрон-дірка з випромінюванням кванта світла.

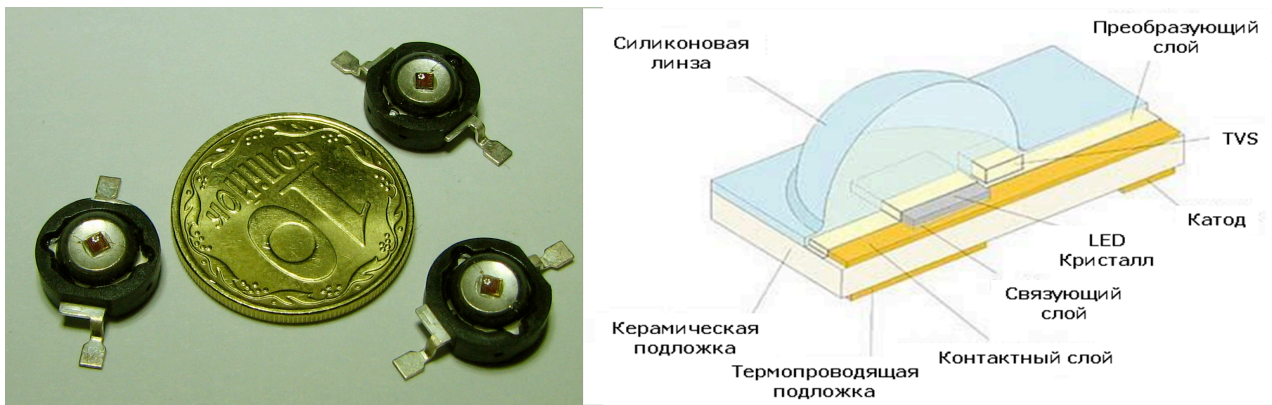


Рис. 7.7. Зовнішній вигляд та структура потужного світлодіода.

Порівняно з іншими джерелами світла світлодіодні (LED) лампи мають відчутні переваги:

- Тривалий термін служби (до 50000 – 100000 годин);
- Світильники практично не потребують обслуговування;
- Висока світлова віддача;
- Дуже низький рівень випромінювання в ультрафіолетовому діапазоні;
- Висока механічна стійкість світлодіодних джерел світла до ударів та вібрацій;
- Малий вплив кількості циклів “включення / вимикання” на термін служби LED світильника.

Чи не єдиним недоліком таких ламп є їхня висока вартість.

Зовнішній вигляд світлодіодних (LED) ламп наведено на рис 7.8.

Світлодіодні лампи, незважаючи на їхні переваги перед іншими типами освітлювальних пристроїв, не є найбільш економічними. Втім, наприклад, не менш економічні металогалогенні лампи через обмеження мінімальної потужності, наявності ультрафіолетового випромінювання в спектрі цих ламп, високого тиску і вартості, сумірною зі світлодіодними освітлювальними приладами, застосування в побуті і в офісних приміщеннях не отримали**.

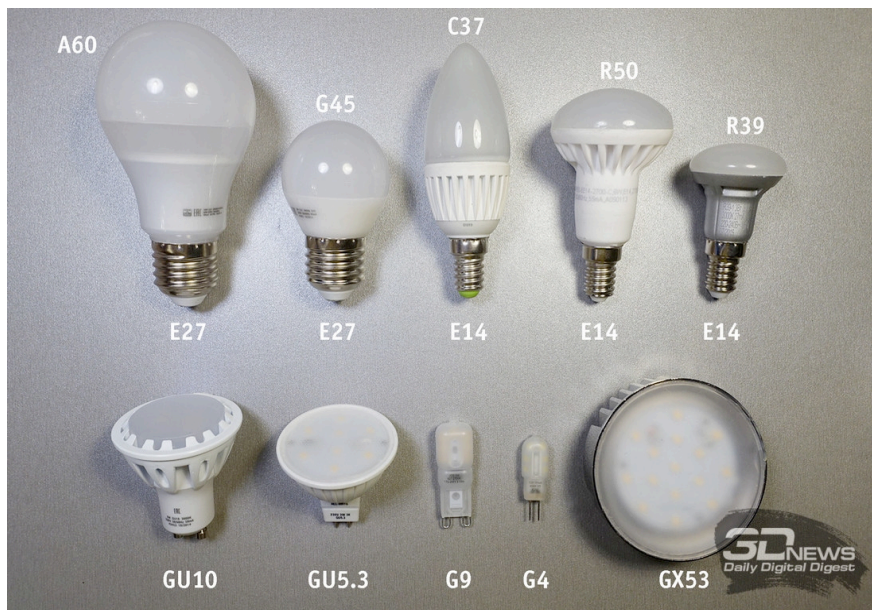


Рис. 7.8. Зовнішній вигляд світлодіодних (LED) ламп.

Вікіпедія [11] надає (див. рис. 7.9) порівняння ефективності ламп розжарювання (червона лінія), галогенних ламп (помаранчева лінія), компактних люмінесцентних ламп (зелена лінія) та світлодіодних ламп (синя лінія) по-вертикалі графіка — споживана потужність у Вт (W), по горизонталі — світловий потік (Φ_v) у Люменах (lm).

Навіть побіжний аналіз того, що пропонують на ринку продавці освітлювальної апаратури, мав би показати нібито недоцільність застосування ламп розжарювання. Однак, під час такого спрощеного обґрунтування враховують тільки вартість ламп і витрати на електроенергію без урахування реальної вартості грошей, і без урахування того факту, що витрати на

** Зазвичай металогалогенні лампи використовують в системах освітлення магазинів, у великих люстрах тощо.

придбання звичайних ламп розжарювання не будуть одномоментними, а кошти на це можуть бути витрачені значно пізніше, за потреби.

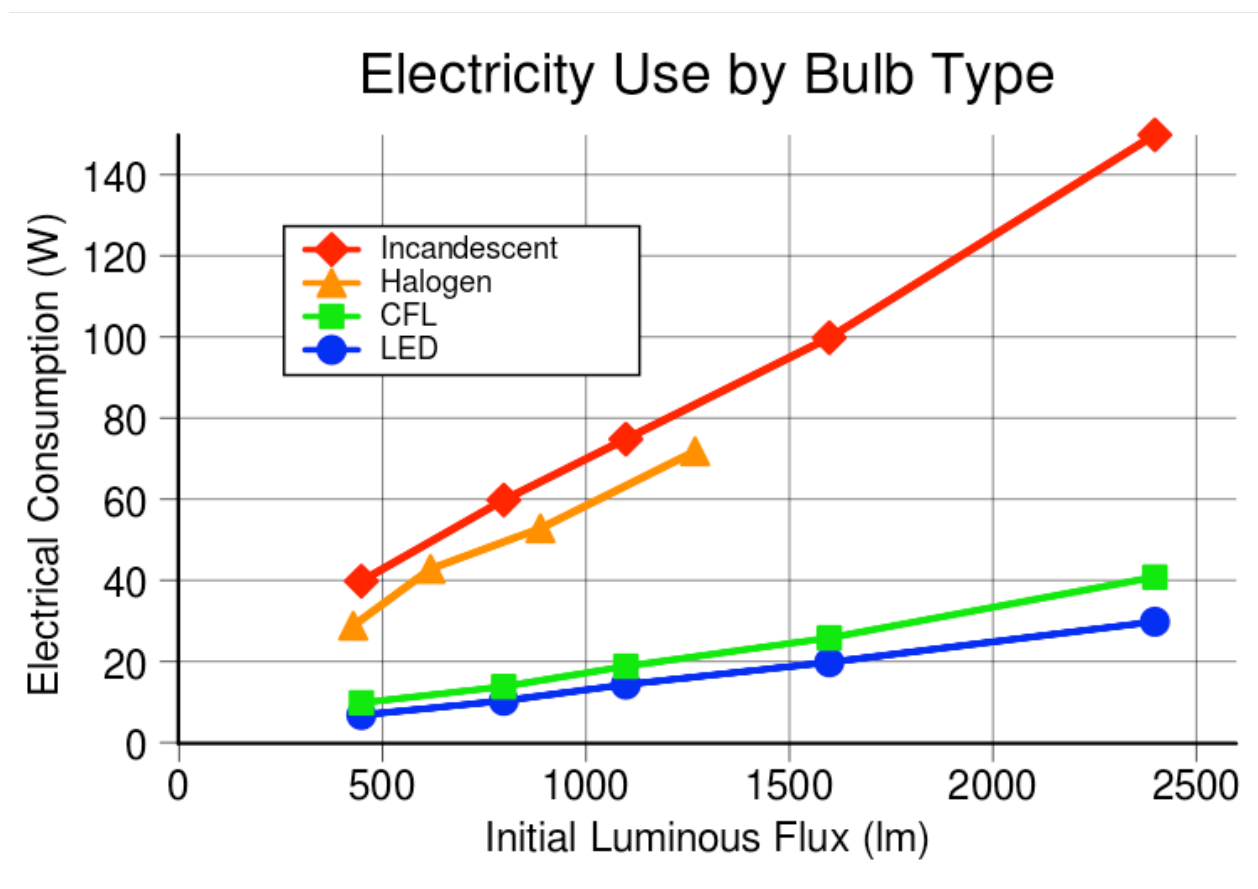


Рис. 7.9. Порівняння ефективності ламп розжарювання (червона лінія), галогенних ламп (помаранчева лінія), компактних люмінесцентних ламп (зелена лінія) та світлодіодних ламп (синя лінія) по-вертикалі графіка — споживана потужність у Вт (W), по горизонталі — світловий потік (Φ_v) у Люменах (lm).

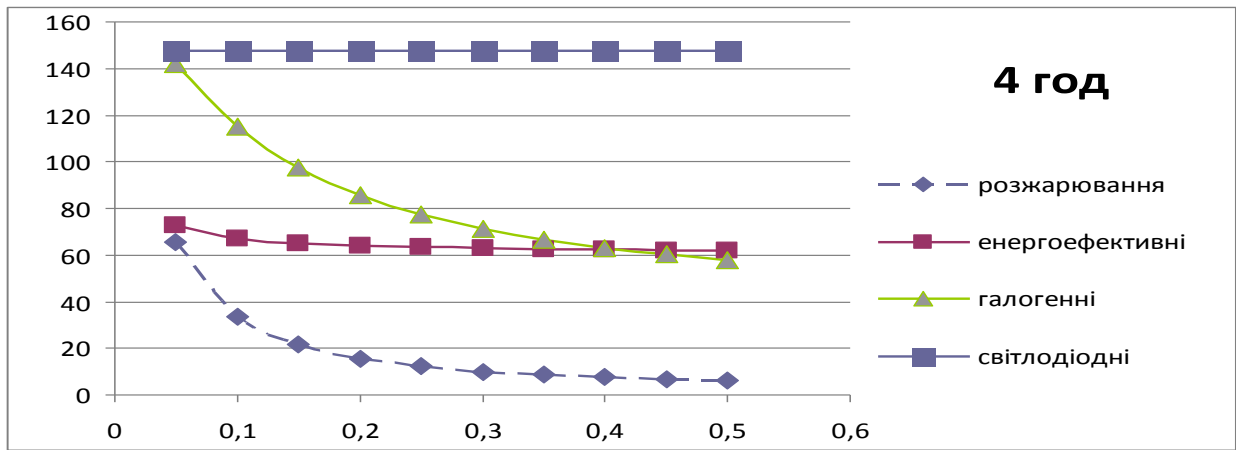
Раніше у розділі 1 наведено підходи до розроблення техніко-економічного обґрунтування проектів у сфері енергетики та енергозбереження. Було також наведено приклад розрахунку (приклад 4.6) щодо порівняння доцільності використання 10 ламп розжарювання та однієї енергоефективної лампи.

Порядок застосування наведених підходів розглянемо на конкретних прикладах: у разі розміщення ламп в оселях та на промислових підприємствах.

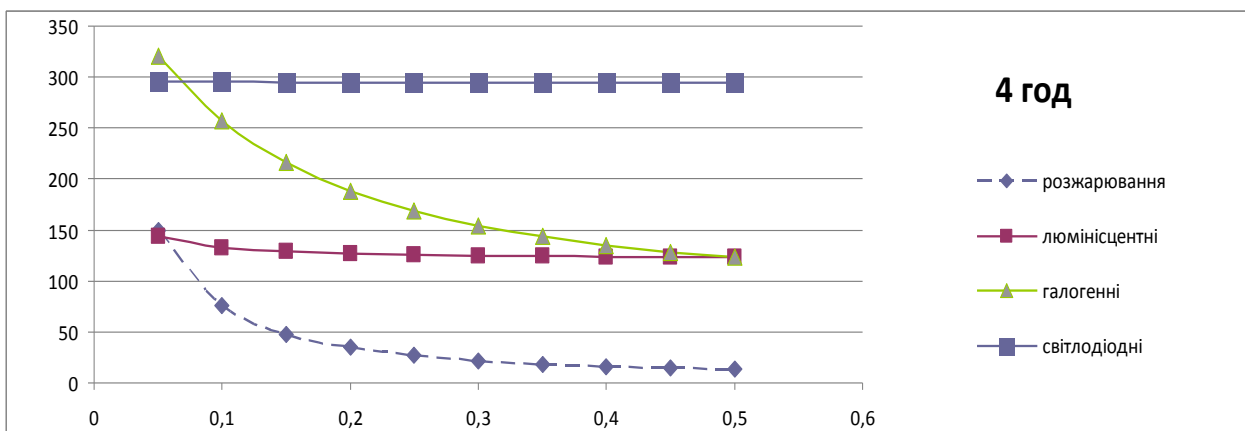
На рис. 7.10. а) – 7.10. г) наведено результати розрахунку витрат на реалізацію системи освітлення на базі ламп розжарювання потужністю 40 Вт (термін служби – 1000 годин), а також аналогічних їй за світловим потоком ламп енергоефективних (потужність 7 Вт, термін служби – 8000 годин), галогенних (потужність 35 Вт, термін служби – 2000 годин) та світлодіодних (потужність 3,5 Вт, термін служби – 48000 годин).

Розрахунки (див. [5]) (*Перший варіант*) виконано для цін на лампи та тарифів на електроенергію для населення, що були чинними станом на серпень – вересень 2014 р. та обмінного курсу – 12 грн. за 1 долар США, а також (*Другий варіант*) починаючи з травня-липня 2016 р. та обмінного курсу – 24 грн. за 1 долар США. Розрахунки було виконано для різної тривалості роботи системи освітлення впродовж доби - 4, 12, 20 та 24 години на добу. Тариф на електроенергію станом на серпень – вересень 2014 р становив 0,4194 грн. за 1 кВт год. (для населення) та 1,6646 грн./кВт·год. (для промислових споживачів 2 класу напруги). Порівняно з третім кварталом 2014 року обмінний курс гривні до долара США знизився до 24 грн. за 1 долар США. Більше того останнім часом відбувається поступове підвищення тарифів для населення (до 0,99 грн./ кВт·год. за рівня споживання понад 100 кВт·год.) та для промислових споживачів 2 класу напруги - 1,8225 грн./ кВт·год.

Проаналізуємо перспективність різних типів ламп за такого (більш високого) рівня тарифів з урахуванням зміни вартості ламп відповідно до зміни курсу національної валюти України.

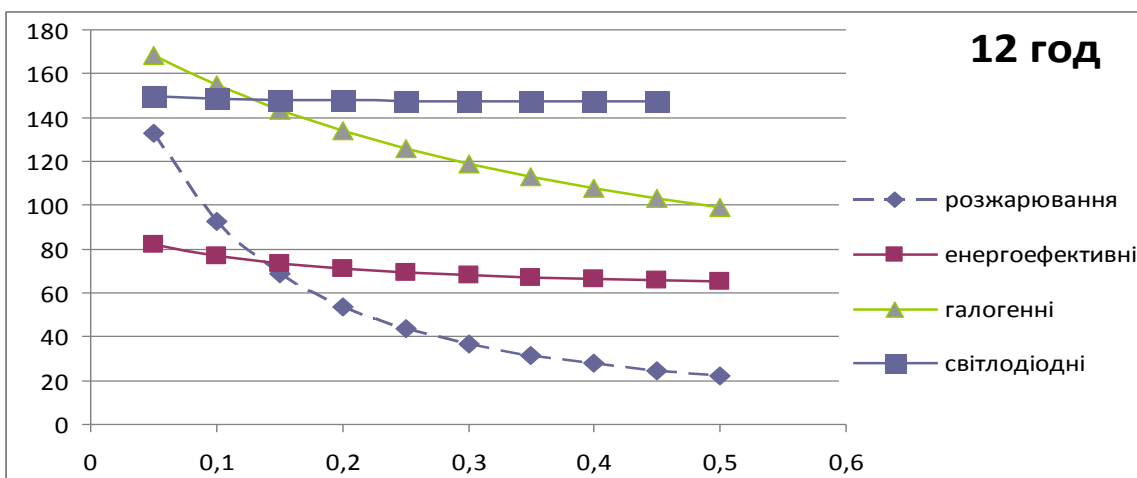


- за обмінного курсу – 12 грн. за 1 долар США і тарифу 0,4194 грн./ кВт·год.

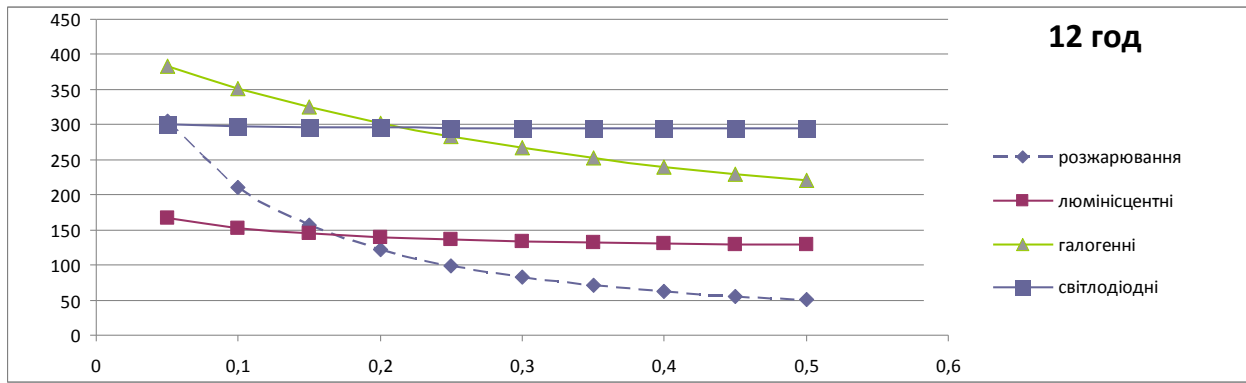


- за обмінного курсу – 24 грн. за 1 долар США і тарифу 0,99 грн./ кВт·год.

Рис. 7.10. а) - Тривалість роботи ламп впродовж 4 годин на добу, у разі їхнього використання населенням

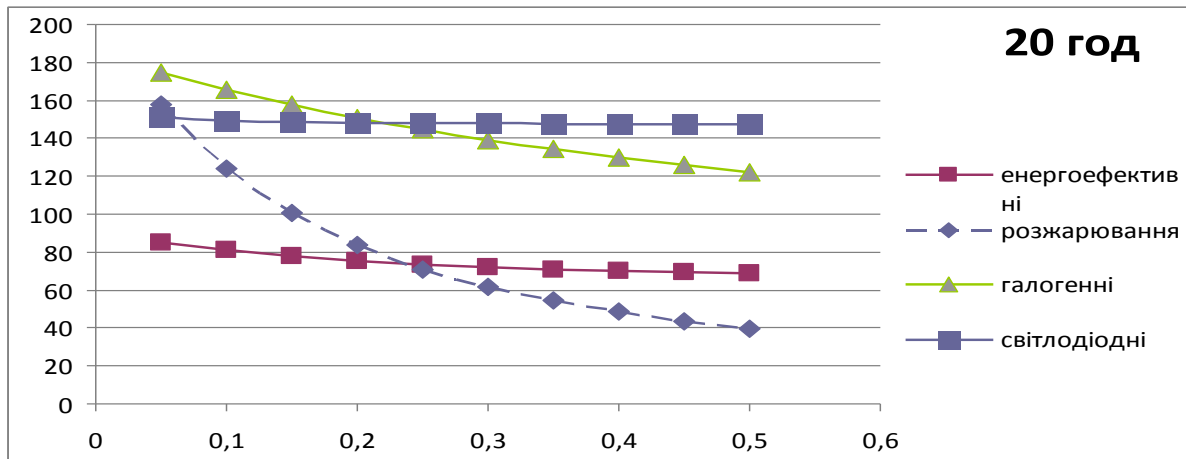


- за обмінного курсу – 12 грн. за 1 долар США і тарифу 0,4194 грн./ кВт·год.

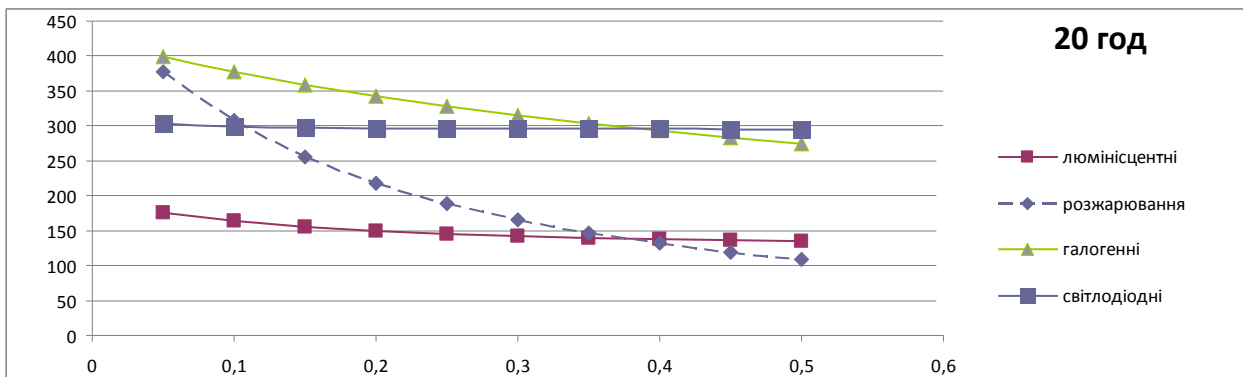


- за обмінного курсу – 24 грн. за 1 доллар США і тарифу 0,99 грн./ кВт·год.

Рис. 7.10. б) - Тривалість роботи ламп впродовж 12 годин на добу, у разі їхнього використання населенням.

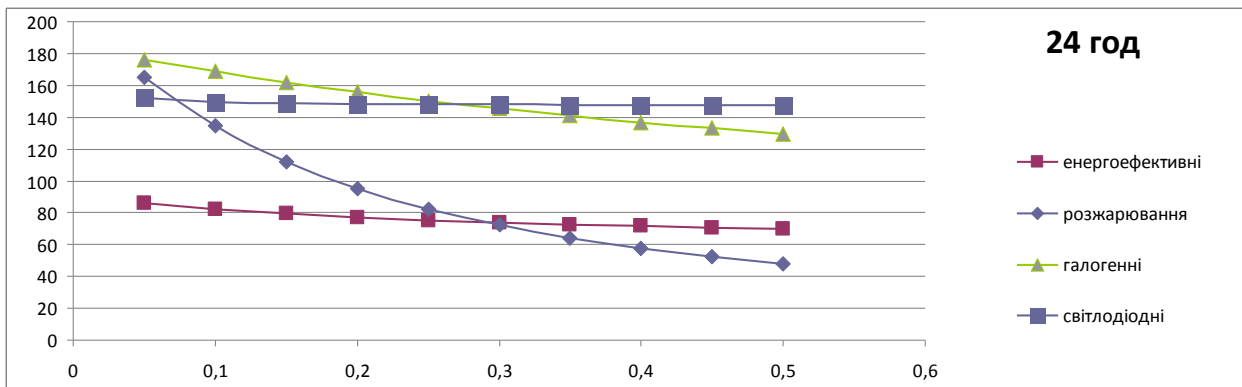


- за обмінного курсу – 12 грн. за 1 доллар США і тарифу 0,4194 грн./ кВт·год.

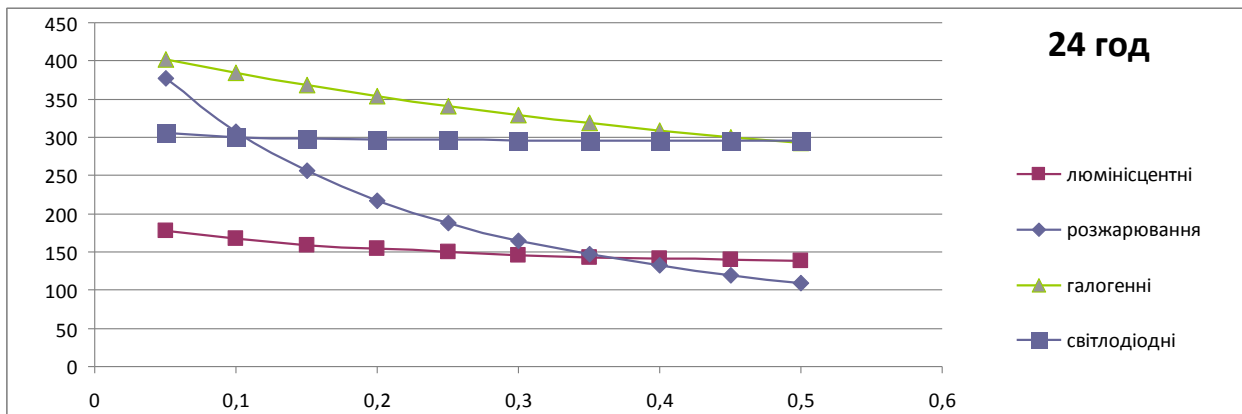


- за обмінного курсу – 24 грн. за 1 доллар США і тарифу 0,99 грн./ кВт·год.

Рис. 7.10. в) - Тривалість роботи ламп впродовж 20 годин на добу, у разі їхнього використання населенням.



- за обмінного курсу – 12 грн. за 1 доллар США і тарифу 0,4194 грн./ кВт·год.



- за обмінного курсу – 24 грн. за 1 доллар США і тарифу 0,99 грн./ кВт·год.

Рис. 5.10. г) - Тривалість роботи ламп впродовж 24 годин на добу (цілодобово), у разі їхнього використання населенням.

Аналіз засвідчує, що всупереч рекламній кампанії щодо доцільності використання ощадливих типів освітлювальних пристроїв (галогенні, енергоефективні, світлодіодні) за рівня тарифів на електроенергію для населення екомічно доцільним є використання:

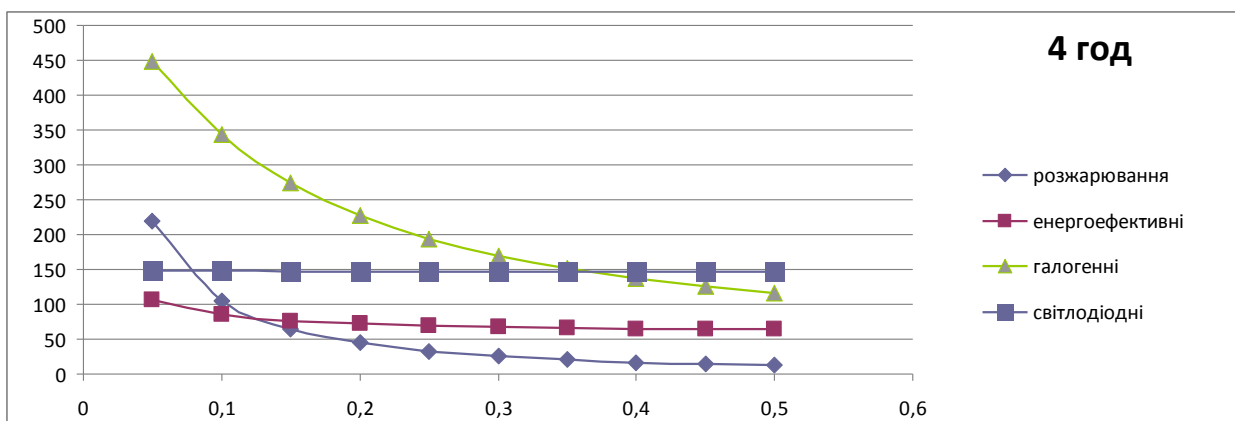
- ламп розжарювання - для приміщень з невеликою тривалістю роботи системи освітлення (до 4-8 годин на добу), тобто практично усі приватні помешкання;
- ламп енергоефективних (компактних люмінесцентних) – у разі роботи на добу понад 16-20 годин та за можливості залучення відносно дешевих кредитних ресурсів (до 17-20% на рік), тобто в одному-двох місцях приватної оселі – за столом школяра (студента), у кухні, де готують (приймають) їжу тощо; в іншому випадку доцільно використовувати дешеві лампи розжарювання.

Цікаво, що за рівня тарифів на електроенергію, чинного у третьому кварталі 2014 року, використання найекономічніших світлодіодних ламп в оселях є принципово недоцільним. Це ж стосується і галогенних ламп, які свого часу активно встановлювали в офісах комерційних фірм (євромода!). Але оскільки тарифи на електроенергію для населення суттєво нижчі, ніж для промисловості, слід проаналізувати доцільність використання ламп різних типів для промисловості. Тим більше, що кінець-кінцем тарифи для населення буде доведено до рівня, характерного для промислових підприємств. Ба більше того тарифи для населення принципово мають бути вищими, ніж для промисловості. Тут варто зауважити, що у країнах з ринковою економікою тарифи для населення вищі, ніж для промисловості, що пояснюється суто технічними моментами. Адже експлуатація та спорудження низьковольтних електричних мереж, від яких живляться оселі, коштує набагато більше, ніж для промислових підприємств, від високовольтних електричних мереж яких зазвичай і живиться населення.

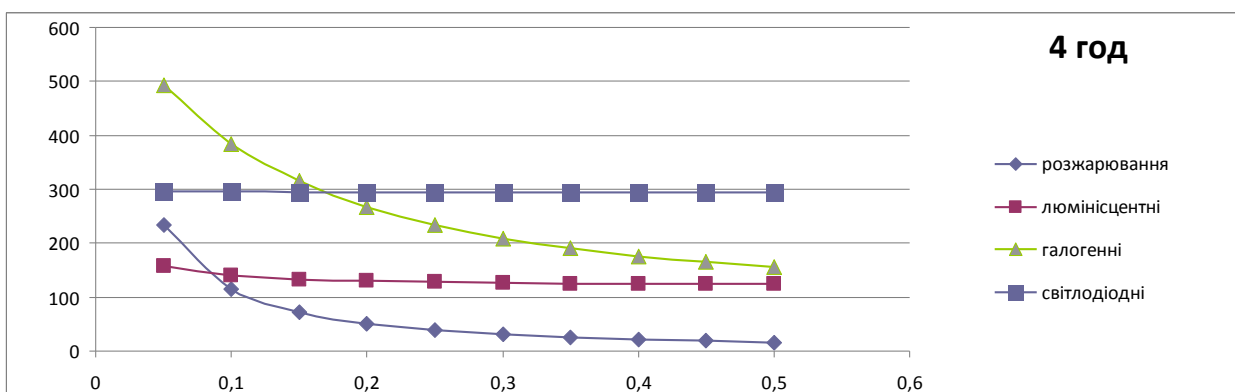
Цікаві висновки можна зробити щодо впливу падіння обмінного курсу гривні щодо долара США: зі зменшенням обмінного курсу гривні більш доцільним стає використання енергоефективних (компактних люмінесцентних ламп). Це має місце навіть за вищого рівня ставки кредитування проектів щодо реалізації систем освітлення.

Результати аналогічних розрахунків для згаданих вище ламп, у разі їхнього використання промисловими споживачами 2 класу напруги представлено на рис. 7.11. а) – 7.11. г). за рівня тарифів 1,6646 грн./ кВт·год. (обмінний курс – 12 грн. за 1 долар США), та за рівня тарифів станом з 1 липня 2016 року 1,8225 грн./ кВт·год. (обмінний курс – 24 грн. за 1 долар США).

· Розрахунки виконано спільно зі студенткою Мамалигою Ганною Володимирівною.

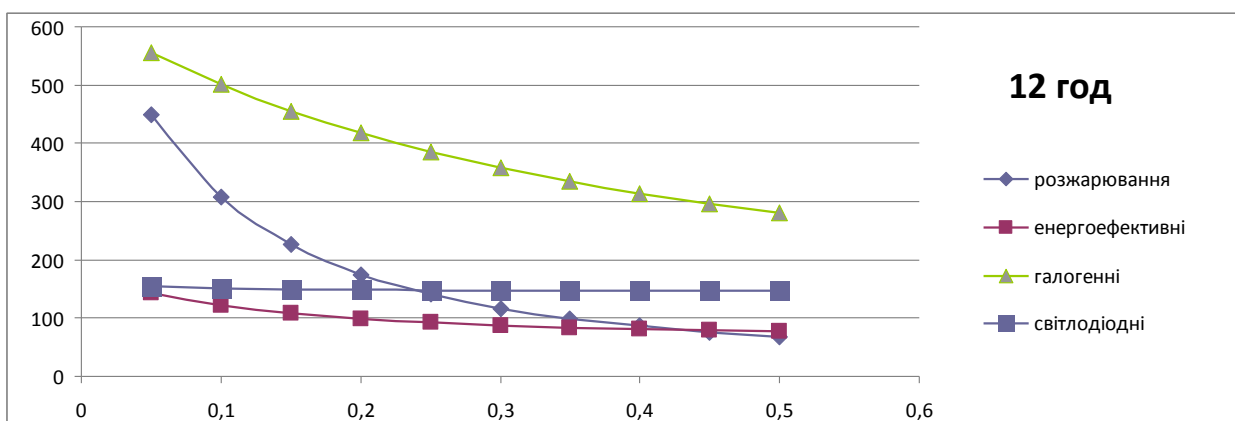


за обмінного курсу – 12 грн. за 1 долар США.

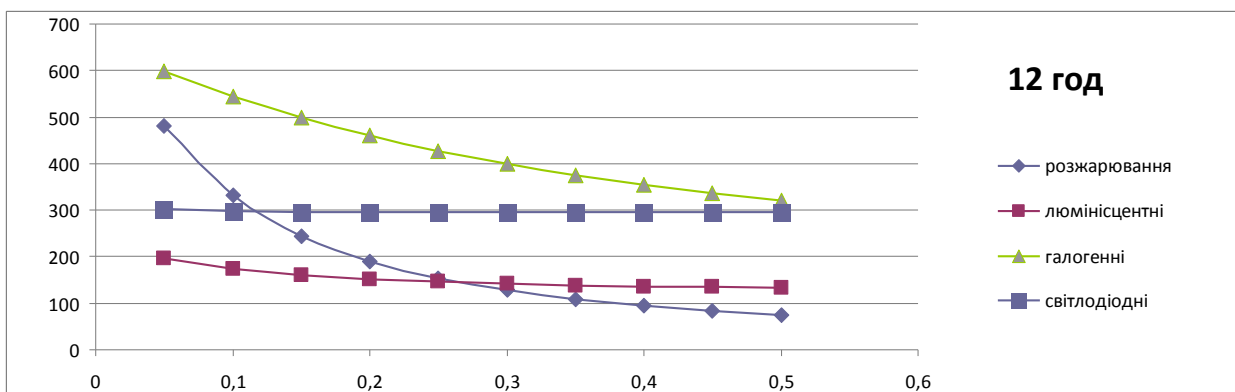


за обмінного курсу – 24 грн. за 1 долар США.

Рис. 7.11. а) - Тривалість роботи ламп впродовж 4 годин на добу, у разі їхнього використання в промисловості.

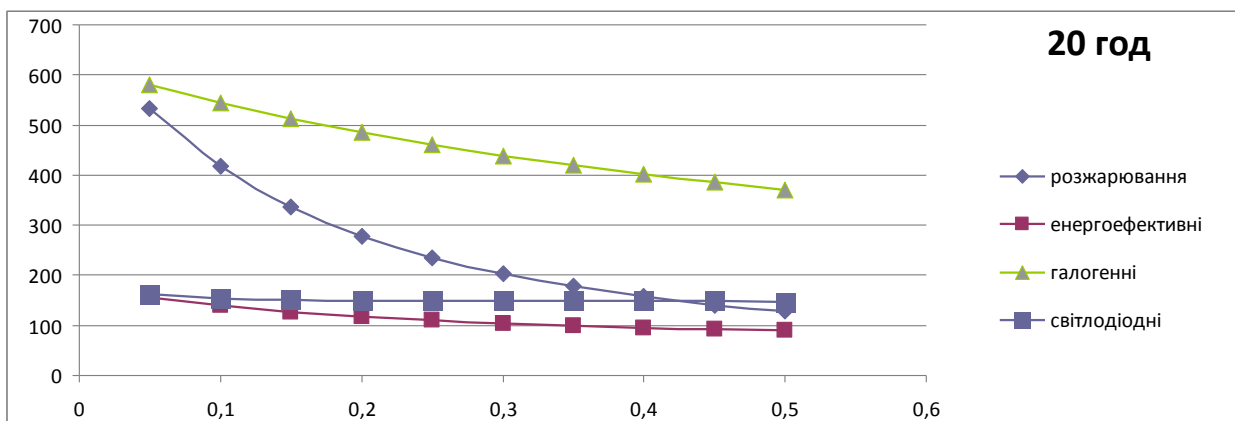


за обмінного курсу – 12 грн. за 1 долар США.

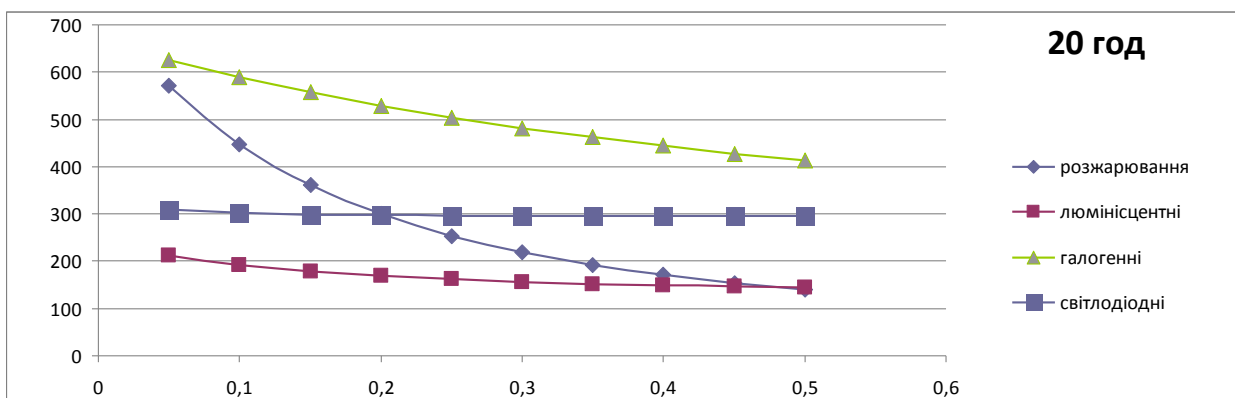


за обмінного курсу – 24 грн. за 1 долар США.

Рис. 7.11. б) - Тривалість роботи ламп впродовж 12 годин на добу, у разі їхнього використання в промисловості.

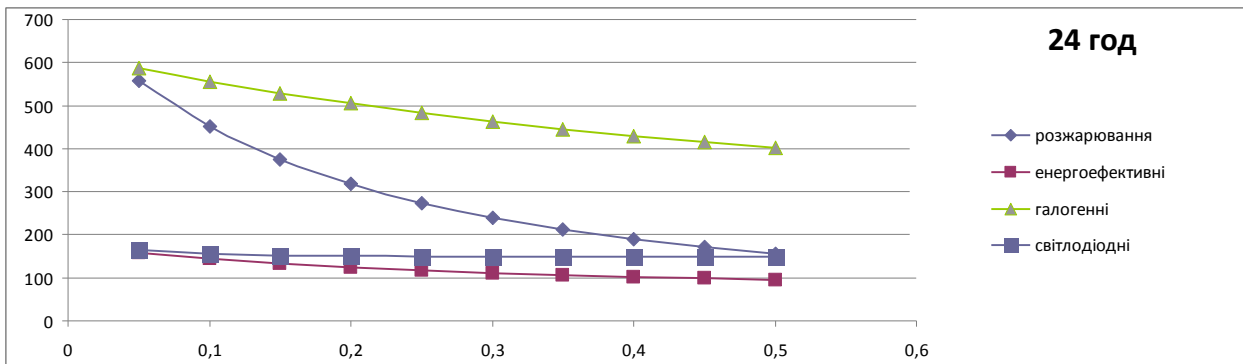


за обмінного курсу – 12 грн. за 1 долар США.

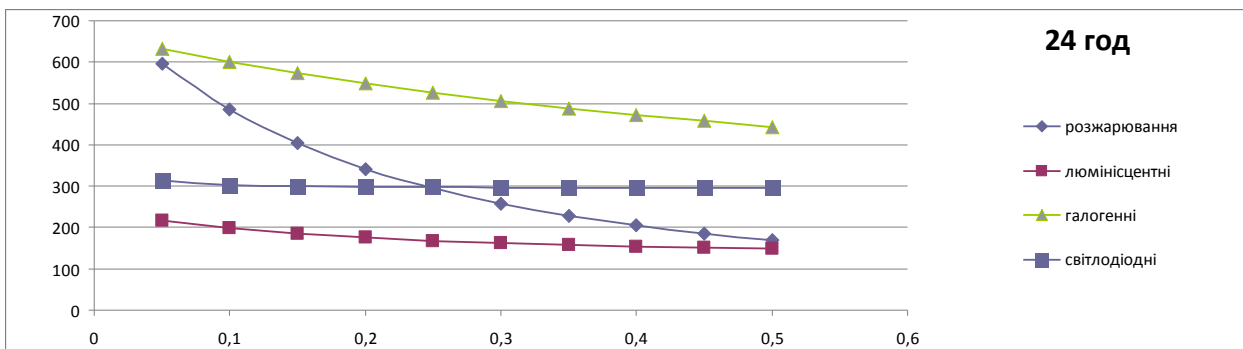


за обмінного курсу – 24 грн. за 1 долар США.

Рис. 7.11. в) - Тривалість роботи ламп впродовж 20 годин на добу, у разі їхнього використання в промисловості.



за обмінного курсу – 12 грн. за 1 долар США.



за обмінного курсу – 24 грн. за 1 долар США.

Рис. 7.11. г) - Тривалість роботи ламп впродовж 24 годин на добу, у разі їхнього використання в промисловості.

За результатами аналізу результатів розрахунків, наведених на рис. 7.10 та рис. 7.11 можна зробити такі висновки:

1) зі збільшенням рівня тарифів на електроенергію (тарифів для населення порівняно з більш високими тарифами для промисловості) підвищується перспективність застосування ламп з більшою енергоефективністю, а найперше – енергоефективних (компактних люмінесцентних ламп);

2) застосування традиційних ламп розжарювання далеко не завжди є економічно недоцільним, особливо, якщо ідеться про невелику тривалість роботи систем освітлення впродовж доби; тобто “списувати” лампи розжарювання – зарано, особливо, якщо ідеться наприклад, про вугільну, нафтогазову та хімічну промисловість з підвищеними вимогами щодо безпеки;

3) зі збільшенням вартості грошей (вартості кредитних ресурсів) більш перспективними стають дешевші лампи розжарювання та енергоефективні (компактні люмінесцентні);

4) порівняно з енергоефективними (компактними люмінесцентними) лампами найекономічніші світлодіодні лампи можуть мати перевагу лише за невисокої вартості грошей, тобто за пільгового кредитування їхнього придбання (дешеві кредитні лінії та/або державна підтримка) та тривалої роботи впродовж доби;

5) зі зменшенням обмінного курсу гривні порівняно до долара США (зі здешевшанням гривні) більш перспективними стають менш ефективні лампи (розжарювання та енергоефективні). Це пояснюється тим, що в багатьох випадках зазначені типи ламп найчастіше продукують в Україні, а більш ефективні світлодіодні є імпортними повністю або частково (окремі комплектуючі).

Список використаних джерел до розділу 7

1. Разработка технико-экономического обоснования проектов в сфере энерго- и ресурсосбережения / Мамалыга В.М. // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2014. - № 3 (69). – С. 51-56.

2. Обоснование использования энергоэффективного оборудования для угольной промышленности / Мамалига В.М. // Уголь Украины. – 2014. - № 5 (689). – С. 23 - 28.

3. Техничко-економическое обоснование выбора типа осветительных устройств на предприятиях керамического производства / В. М. Мамалыга // Институт технической теплофизики Национальной академии наук Украины: Керамика: наука и жизнь. – 2011. – № 3 (13). – С. 64 – 69.

4. Програми енергозбереження: проблеми та можливі шляхи їхнього вирішення / Мамалига В.М. Мамалига Г.В. // Науково-дослідний економічний інститут Міністерства економічного розвитку і торгівлі України: Формування ринкових відносин в Україні. – 2015. - № 1 (164), 2015. – С. 128 – 133.

5. Рекомендації щодо техніко-економічного обґрунтування вибору енергоефективного обладнання та спростування деяких міфів енергозбереження // Мамалига В.М., Горб І.Ю./Сталий розвиток — XXI століття: управління, технології, моделі. Дискусії 2017: колективна монографія / Аверіхіна Т.В., Адамець Т.П., Андерсон Н.В. [та ін.]; НТУУ — Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського. – С. 388 – 394.

6. ГОСТ 12.25.011 - 84. Экономия электрической энергии на угольных шахтах. Основные мероприятия и методы расчета. - М.: Минуглепром СССР, 1984. – 136 с.

7. ДСТУ 3886-99 “Енергозбереження. Системи електроприводу. Метод аналізу та вибору” / Додаток М: Приклади економічних розрахунків. - С. 51 – 54 // Мамалига В.М. – Київ: Держспоживстандарт України, - 2000. – 54 с.

8. Служба енергоменеджменту промислового підприємства / Навчальний посібник – довідник / Розділ 1: Економічні розрахунки. - С. 18 – 29 // Мамалига В.М. - Київ – Тернопіль. – 2002. – 108 с.

9. Парадокси техніко-економічного обґрунтування вибору енерго-ефективного обладнання (на прикладі освітлювальних пристроїв) / Мамалига В.М., Горб І. Ю. // Державний науково-дослідний економічний інститут інформатизації та моделювання економіки: Формування ринкових відносин в Україні. – Київ, 2017. - № 5 (192), 2017. – С. 79 – 87.

10. Разновидности ламп освещения.

<http://electricvdome.ru/osvechenie/lampi-osvechenia.html>

11. Компактна люмінесцентна лампа // Вікіпедія.

https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BD%D0%B0_%D0%BB%D1%8E%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%B5%D1%81%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BD%D0%B0_%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0

8. Сонячні електростанції (фотовольтаїка)

Сонячна електростанція (фотоелектрична станція - ФЕС, сонячна електростанція - СЕС, PV (Photovoltaic) system) генерує електричну енергію завдяки перетворення сонячного випромінювання в електричну енергію. Основним елементом будь-якої сонячної електростанції є сонячний фотомодуль, задача якого конвертувати сонячні промені в постійний (direct current - DC) струм.

Енергетичний потенціал сонячної енергії на території України

Середньорічний потенціал сонячної енергії України серед країн Європи є досить високим - 1235 кВт·год./м² і є набагато вищим, ніж, наприклад, у Польщі - 1080 кВт · год. / м² та Німеччині - 1000 кВт·год./м². Таким чином Україна має хороший потенціал для ефективного використання сонячної енергії та теплоенергетичного обладнання на його основі. Це означає, що сонячна геліоустановка або сонячна електростанція може працювати з віддачею 50% і більше з березня по листопад у південних областях України (майже 9 місяців) та з квітня по жовтень у північних областях (майже 7 місяців). Взимку ефективність роботи зазвичай падає, але все одно, навіть за нашого клімату сонячні системи працюють увесь рік з хорошими показниками ефективності. На рис. 8.1 наведено середньозважний річний потенціал сонячної енергії на території України.



Рис. 8.1. Середньозважний річний потенціал сонячної енергії на території України

Сонячна електростанція для будинку дозволяє перетворювати теплову енергію сонячних променів в електричну і продавати в загальну мережу за дуже вигідною ціною. На сьогоднішній день діє “Зелений Тариф”, за яким держава гарантує всім, хто встановив сонячні електростанції на своїх ділянках, купувати надлишки невикористаної для власних потреб енергії за ціною, прив'язаною до євро. На даному етапі це 0,18 євро за 1 кВт·год. У 2015 році прийнятий і діє до 2030 року закон України “Про внесення змін до деяких Законів України відносно забезпечення конкурентних умов виробництва електроенергії з альтернативних джерел”. При цьому власник сонячної електростанції може частково використовувати енергію сонця для того, щоб заряджати електромобіль, працювати за комп'ютером, дивитися телевізор, наповнювати домашній басейн. Кількість цієї енергії, витраченої на його власне споживання, буде вираховано з усієї кількості виробленої сонячною станцією електроенергії,

що надійшла за місяць в загальну мережу. Саме ця різниця піде як прибуток на рахунок власника станції.

Окупність сонячної станції - величина практично постійна для конкретної географічної точки. Вона залежить від кількості власного споживання сонячної енергії та регіону установки. Зазвичай це від 4-х до 8-ми років експлуатації.

Де встановлюють сонячні електростанції?

Сонячні батареї встановлюють на дахах будинків, сараїв, на парканах та будь-яких інших спорудах. Вони можуть стояти просто на землі, на зручному місці ділянки, добре доступному сонячним променям протягом усього дня. Причому власник однієї ділянки може розташувати сонячну електростанцію на кількох об'єктах. Наприклад, на даху будинку та на паркані або сараї.

Головна умова, якої слід дотримуватися під час встановлення сонячних електростанцій, - дах споруди повинен мати нахил на південь (або на південний захід/південний схід). Для плоских дахів використовуються додаткові несучі конструкції, що дозволяють створити оптимальний кут нахилу, при якому досягається максимальне освітлення протягом дня. Потрібно, щоб у наших широтах він становив 35 градусів плюс-мінус 10 градусів ,

Проблематична, але за бажання можливою є установка сонячної електростанції на дачі, яка розташована в дачному кооперативі або котеджному містечку. Для продажу надлишків енергії потрібно вийти з кооперативу і підключитися безпосередньо до РЕМ, або домовлятися з керівництвом кооперативу про пошук альтернативних рішень.

Види сонячних фотомодулів

Монокристалічні фотомодулі створені на основі монокристалу кремнія, який спеціально вирощують з розплаву полікристалічного кремнію. Середня продуктивність таких батарей сягає до 19% від встановленої потужності. Тобто, встановивши систему номінальною потужністю 1 кВт, фактично можна отримати за годину 190 Ватт електричної енергії. Середня площа системи на

базі монокристалічних панелей потужністю 1 кВт становить 7 м². Область застосування найрізноманітніша: від приватних будинків і міні-готелів до сонячних станцій на сотні мегават. Монокристалічні фотомодулі найчастіше використовують в проектах зі встановленою потужністю до 10 кВт. Традиційно монокристалічні модулі вставлені в алюмінієву рамку і закриті протиударним склом. Колір монокристалічних фотоелементів – темно-синій або чорний. В середньому, вартість панелей з монокристалічних фотомодулів на 15-20 % вища за панелі з полікристалічними фотомодулями.

Полікристалічні фотомодулі виробляють на основі полікристалічного кремнію розпиленого на пластини, що отриманий методом направленої кристалізації. Середня продуктивність таких батарей становить до 16% від встановленої потужності. Тобто, встановивши систему номінальною потужністю 1 кВт, фактично можна отримати 160 Ватт електричної енергії за годину. Середня площа, яку займає 1 кВт системи на базі полікристалічних панелей дорівнює 8 м². Основне застосування полікристалічних панелей – коли необхідними є окремі елементи потужністю понад 200 Ватт.

Тонкоплівкові фотомодулі – найпродуктивніші сонячні батареї з тих, що є доступними в Україні. Їхній ККД дорівнює майже 25% від встановленої потужності.

Виготовляються такі батареї за передовою американською технологією на декількох заводах. В основному, ці модулі застосовують для генерації енергії в промислових об'єктах. За рахунок високого вольтажу і низького амперажу ці модулі має сенс встановлювати на об'єктах, де сумарна встановлена потужність має перевищувати 10 кВт. Фактична продуктивність 10 кВт системи за годину становить 2,5 кВт електричної енергії.

Головною перевагою цих панелей є виробництво енергії при розсіяному сонячному світлі і в похмуру погоду. Одним з недоліків тонкоплівкових фотомодулів є надмірна площа, що необхідна для встановлення системи. Так, наприклад для 10 кВт встановленої потужності потрібно 183 м².

Однією з переваг тонкоплівкових фотомодулів є рівень струму 3,6 Ампер та величина напруги 70 Вольт. Натомість для стандартних сонячних фотомодулів використовують 8 Ампер і 30 Вольт відповідно. Цей фактор впливає на те, що тонкоплівкові фотомодулі нагріваються приблизно в 4 рази менше. Ці панелі мають також більшу довговічність у зв'язку із тим, що в панелях відсутні металеві частини.

Завдяки сучасній технології виробництва і відсутності металевих частин, такі панелі мають вагу в 2 рази меншу, ніж стандартні фотомодулі.

Продуктивність сонячної станції на базі тонкоплівкових фотомодулів збільшується на 30 % порівняно з монокристалічними модулями та на 50 % порівняно з полікристалічними. Це дає для потенційних інвесторів більший економічний ефект за менших капіталовкладень.

Приклад розрахунку основних показників сонячної електростанції потужністю 10 кВт для “Зеленого тарифу”

Короткі характеристики:

Комплект розраховано для підключення до 3-фазної електромережі по “Зеленому тарифу”, максимальна вихідна потужність - 10 кВт. Комплектація розрахована для кріплення на похилому даху з оптимальним кутом нахилу 35 градусів. В комплектацию включено: сонячні батареї, мережевий інвертор, комплект кріплення на похилий дах (металочерепиця), спеціальний кабель для сонячних систем, конектори для кабелю.

Комплект розраховано для встановлення системи на похилий дах з допомогою спеціального кріплення, яке виготовлене з анодованого алюмінію. Сумарна площа фотоелектричних модулів - 63м². Бажаний кут нахилу даху 35° на південний бік. Вартість виробленої та проданої електроенергії розраховується відповідно до тарифу, встановленого НКРЕКП.

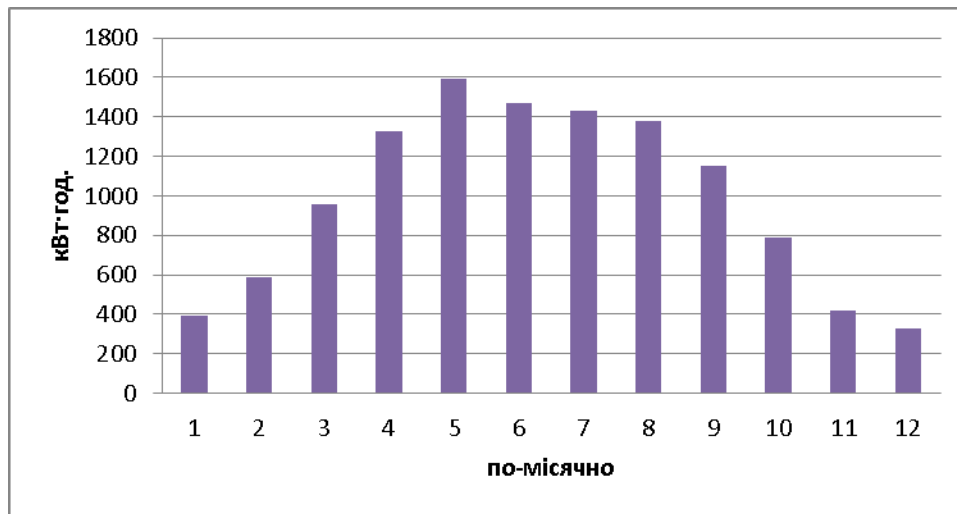
Комплектація сонячної електростанції:

Зовнішній вигляд	Позиція	К-сть, шт.
	<p>Сонячний модуль 33 PVIF-P310-72, Ifrisol Solar Сонячний модуль розміром 1956x992x40 мм виготовлений в Тунісі компанією Ifrisol. ККД фотомодуля, (%) 15,97. Гарантія на виріб - 10 років. Лінійна гарантія на характеристики потужності - 25 років</p>	<p align="center">33</p>
	<p>Інвертор 3-фазний мережевий BLUEPLANET 10 кВт Номінальна вихідна потужність: 10,0 кВт Максимальна потужність сонячних батарей: 17,6 кВт Виробництво: Німеччина Гарантія на інвертор 7 років</p>	<p align="center">1</p>

Вартість комплекту: 9500 Євро без урахування ПДВ

З 2017 року тариф становить 0,18 Євро за кВт·год. Фотомодулі під'єднуються до інвертора згідно технічної документації. Під час монтажу використовується додаткове обладнання - група безпеки для запобігання пошкодження основних елементів системи.

Розрахунок виробітку сонячної електростанції в середньому по Київській області, кут нахилу сонячних модулів - 35°



Сумарний виробіток за рік - **11827 кВт·год.**

Вартість 1 кВт·год. електроенергії за “Зеленим тарифом” становить – **0,18 грн.**

Приблизний дохід за рік – **2129,00 Євро (без ПДВ)**

Примітка:

У вартість системи не включена вартість системи кріплень для сонячних батарей, яка орієнтовно становитиме:

- **680 Євро** - у випадку розміщення системи сонячних батарей на похилому даху або конструкції.
- **2000 Євро**- у випадку розміщення системи сонячних батарей на плоскому даху або на палях, встановлених на землі.

Система кріплень виготовлена з алюмінію і нержавіючої сталі, що забезпечує довговічність кріплень та їхню незначну вагу. Роботи з монтажу мережевої системи на сонячних батареях, включаючи кабель, щити, запобіжники і т.д., обійдуться приблизно у **680 Євро**.

- Зазначені статистичні дані про вироблення можуть відрізнятися в межах $\pm 8\%$.

Сумарні витрати на реалізацію сонячної електростанції

$$9500 + (680...2000) + 680 = (10860...12180) \text{ Євро}$$

Простий, недисконтований період окупності встановлення сонячної електростанції становитиме

$$(10860 \dots 12180) / 2129,00 = (5,1 \dots 5,72) \text{ року.}$$

9. Сонячні колектори

Сонячні колектори призначені для перетворення сонячної енергії у теплову для підігріву води на побутові потреби та підтримки системи опалення.

При розрахунках сонячних колекторів для різних областей України, слід враховувати показники сонячної інсоляції та температури навколишнього середовища. В Україні розташовуються 4 зони сонячної інсоляції (див. рис. 9.1 та 9.2).



Рис. 9.1. Зональне розподілення падіння сонячної радіації на територію України

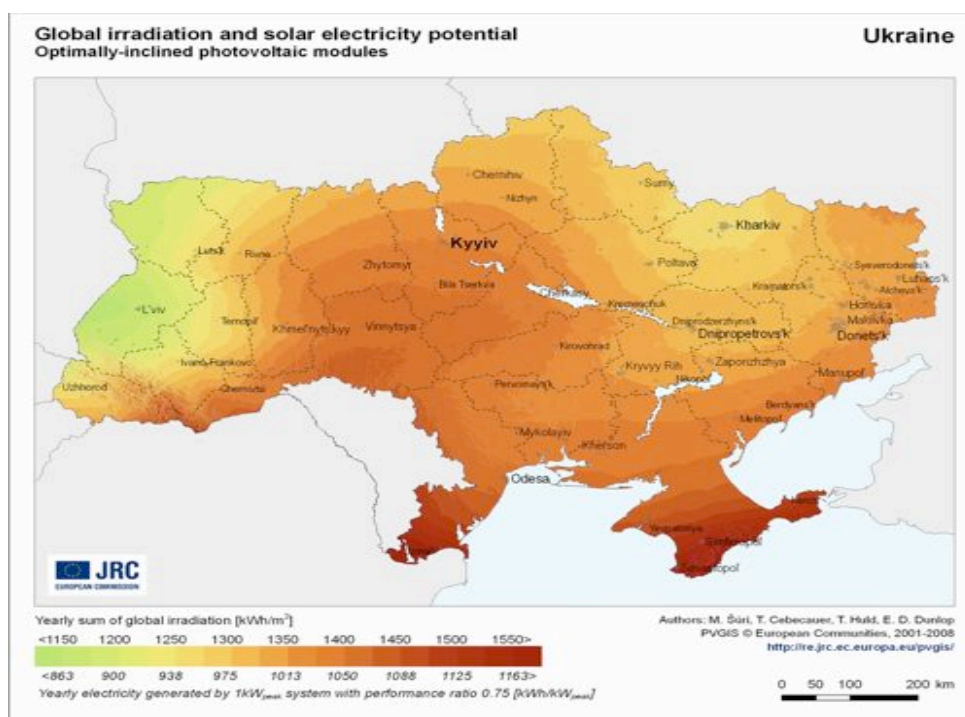


Рис. 9.2. Розподіл падіння сонячної радіації на території України.

Завдяки конструктивним удосконаленням та високому коефіцієнту абсорбції (95%) сонячні колектори ефективно працюють майже 9 місяців на рік. Скло колекторів ударостійке, та гарантує механічну стійкість до атмосферних опадів (граду), чи попадання твердих предметів. Використання незамерзаючої рідини (розчину гліколю) забезпечує роботу колекторів навіть за низьких температур повітря (до -30°C).

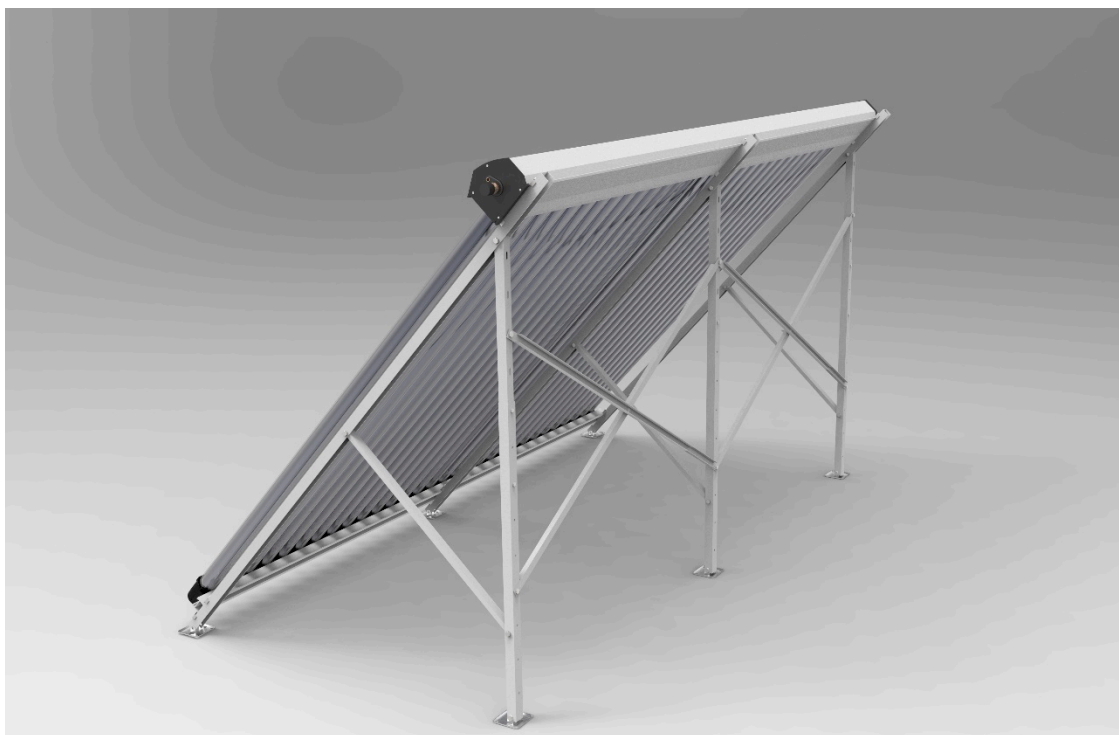
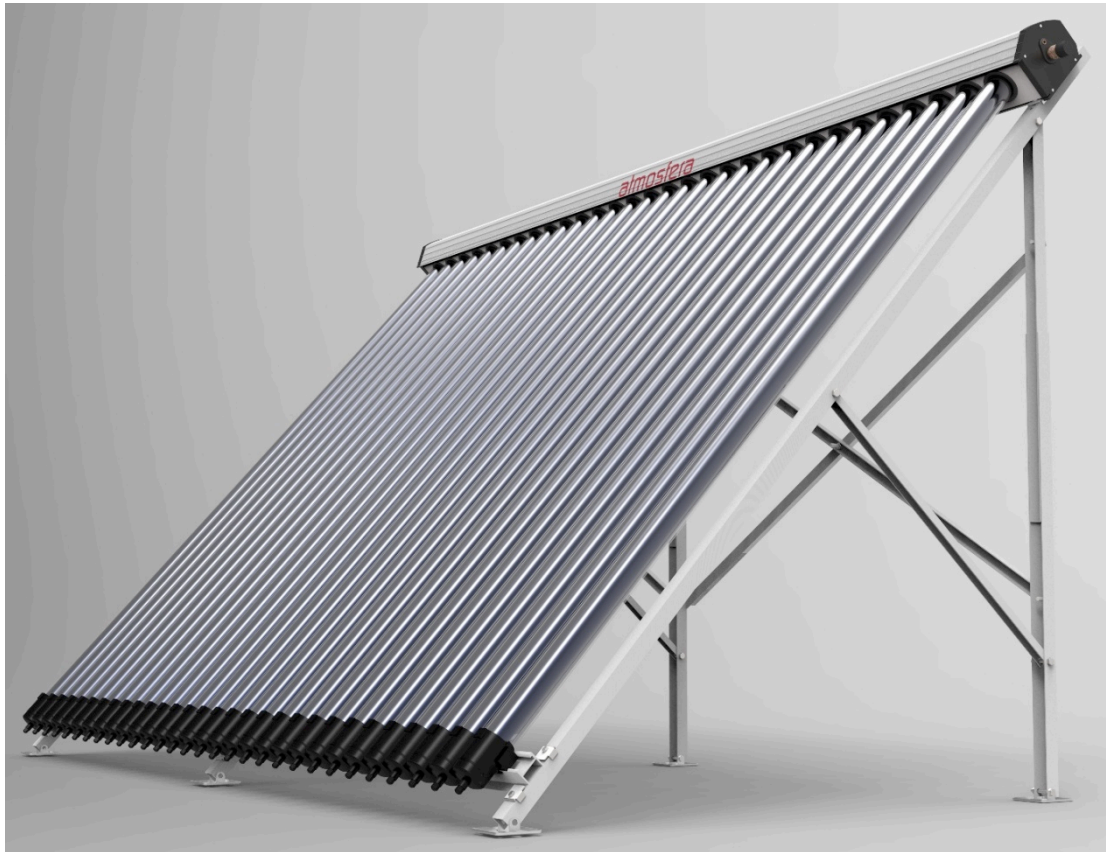
Конструктивно сонячні колектори поділяються на вакуумні трубчасті та плоскі.

Вакуумні трубчасті колектори

Колектори являють собою устаткування для перетворення сонячної енергії в теплову енергію, яка може бути згодом використана для потреб людиною. У колекторах цього типу застосовуються двостінні вакуумні трубки, принцип дії яких полягає в тому, що сонячні промені проникають через зовнішнє міцне спеціальне солярне скло високої пропускнувості та проникає через внутрішнє скло на якому нанесено високо селективне багатошарове покриття AL-N/SS/CU, яке складається щонайменше з 12 шарів. Саме ці шари високо селективного покриття складають основу ефективності вакуумної трубки. Частина шарів призначена для уловлювання сонячного випромінювання, інша частина використовується як анти відбиваючий шар. Така складна структура покриття дозволяє уловлювати понад 98 % теплового сонячного випромінювання. Із внутрішньої стінки тепло передається через алюмінієву фольгу до стінки мідної теплової трубки, що забезпечує нагрів теплоносія.

Така складна конструкція колектора дозволяє ефективно генерувати теплову енергію навіть в холодну пору року та за невисоких показників сонячної інсоляції. На рисунку 9.3 показано загальний вигляд сонячного вакуумного колектора.

У таблиці 9.1 показано основні технічні характеристики найбільш поширеної моделі вакуумного колектора.



9.3. Зовнішній вигляд колектора

Таблиця 9.1. Основні технічні характеристики вакуумного колектора

Технічні характеристики вакуумних труб		3-Ні Solar Core Vacuum Tube, Al-N/SS/Cu
Структура		Цільна скляна концентрична трубка з подвійною стінкою
Якість скла		боросилікатне скло 3,3 (Т-0,91)
Зовнішній діаметр трубки та товщина стінки		↓47 +/-0,7мм, 1,5мм
		↓58 +/-0,7мм, 2мм
Внутрішній діаметр трубки та товщина стінки		↓37 +/-0,7мм, 1,5мм
		↓47 +/-0,7мм, 1,6мм
Довжина трубки		1800 мм (+/-5мм)
Площа абсорбції	↓58 мм x 1800 мм	0,1231 м ²
Тип системи		Heat pipe
Діаметр конденсатора		24 мм
Висота конденсатора		55 мм
Діаметр трубки heat pipe		8 мм
Характеристики абсорбуючого покриття конструктивно		багатошарове покриття (12 шарів) сонячне абсорбуюче покриття типу Al-N/SS/Cu
Метод покриття		пряме напилення
Поглинання випромінювання		> 95%
Емісія тепла		< 5% при 80 °С
Глибина вакууму		$P < 3 \times 10^{-3}$ Па
Температура стагнації		250 С
Потужність сонячного випромінювання для початку ефективного збору тепла		0,77 кВт/м ²
Середній коефіцієнт теплових втрат		0,8 Вт/м ² ·К
Стійкість до граду		<35мм
Стійкість до перегріву		до 400 ⁰ С
Стійкість до замерзання		до -50 ⁰ С
Стійкість до вітру		до 30 м/с
Вага		2,29 кг +/- 0,18 кг
Час старту		не більше 10 хв
Стартова температура		30 ⁰ С
Термін служби		понад 20 років

Пласкі колектори

Основним елементом плоского сонячного колектора є абсорбер – металева (мідна або алюмінієва) пластина зі спеціальним поглинаючим покриттям і напаяними на неї проточними трубопроводами. Абсорбер укладений в спеціальний корпус, у якого лицьова стінка прозора (через неї в колектор проникає сонячне випромінювання), а задня стінка утеплена мінераловатної плитою або шаром іншого утеплювача.

Внутрішній трубопровід, по якому циркулює теплоносій, на абсорбері може розташовуватися по-різному. Виділяють 2 основних типи розташування: “меандр” і “арфа”. На рисунку 9.4 показаний зовнішній вигляд теплообмінників, а) Арфа, б) Меандр.

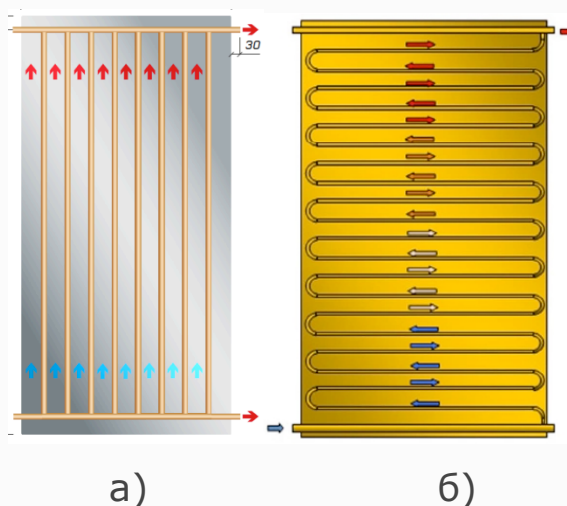


Рисунок 9.4 зовнішній вигляд теплообмінників, а) Арфа, б) Меандр.

Для підвищення ефективності колектора на абсорбер може бути нанесено спеціальне селективне покриття. Наявність селективного покриття значно збільшує продуктивність плоского колектора.

Для зменшення тепловтрат в холодну пору року корпус плоского колектора роблять максимально герметичним. Таким чином теплоізоляція абсорбера досягається за рахунок шару повітря або інертного газу з боку прозорої передньої стінки, і шару утеплювача з боку задньої стінки.

Плоскі колектори є більш ефективними в теплу пору року , в зимовий час їх ефективність значно знижується з причини досить високих тепловтрат. На рисунку 9.5 показаний зовнішній вигляд плоского сонячного колектора.



Рисунок 9.5. Зовнішній вигляд плоского колектора

Приклад заміщення навантаження системи гарячого водопостачання (ГВП) з використанням геліосистеми на основі сонячних колекторів ATMOSFERA.

Місцезнаходження об'єкта	м. Київ
Кліматологічний регіон	4 регіон
Тип об'єкта	Дитячий садочок
Теплове навантаження	Гаряче водопостачання (ГВП)
Добове споживання ГВП	1 000 л
Температура ХВП	12 °С
Температура ГВП	55 °С
Відхилення лінійності навантаження	0 %
Гарантоване джерело тепла	теплова мережа
Коефіцієнт перерахунку в кВт·год.	1163

Вартість 1 Гкал теплової енергії	1 385,00 грн.
Ставка кредитування (вартість грошей)	10 %
Обмінний курс 1\$ до грн.	27,30 грн.

Характеристики колектора

Назва	ATMOSFERA CBK-Nano 30
Тип колектора	трубчастий вакуумний
η_0 (оптичний ККД)	0,659
α_1 (температурний коефіцієнт)	2,16
α_2 (температурний коефіцієнт)	0,0091
Апертурна площа	2,81 м²
Пікова потужність	1 851 Вт

Результати розрахунків

14. Вартість 1 кВт·год теплової енергії до запровадження геліосистеми	1,19 грн
15. Вартість 1 кВт·год теплової енергії після запровадження геліосистеми	0,43 грн
16. Операційні витрати до запровадження геліосистеми	21 710 грн
17. Операційні витрати після запровадження геліосистеми	7 826 грн
18. Економія за рік	13 884 грн
19. Період окупності	9 років

10. Альтернативні варіанти котельних установок

Останніми роками у зв'язку з проблемами централізованого теплопостачання (ненадійність та аварії теплотрас) у багатьох випадках приймають рішення щодо децентралізації теплопостачання. Тому далі розглянемо можливі варіанти побудови котельних установок на різних видах палива. З метою порівнянні їх економічних характеристик, розглядаються варіанти побудови в м. Києві промислові котельні тепловою потужністю 0,6 МВт (0,516 Гкал/год), для яких розраховано капітальні витрати (**К**) на побудову та експлуатаційні витрати на обслуговування (**В**). Річний виробіток тепла для I температурної зони становить 1 563,25 МВт·год. (1 370,67 Гкал).

10.1. Розрахунок капітальних витрат

10.1.1. Газові котельні

Розглянемо варіант побудови котельні на основі блочно-модульних водогрійних котельних установок „БМВКУ” виробництва ТОВ „МПВФ „Енергетик”. Блочно-модульна водогрійна котельна установка БМВКУ, являє собою технічний комплекс устаткування повної заводської готовності, встановлений у боксах і розрахована для експлуатації на відкритих площадках. За бажанням Замовника БМВКУ можуть поставлятися з тепловими вузлами для вироблення гарячої води. Котельня складається з окремих блоків (модулів), у яких розміщене устаткування, що забезпечує роботу котельні. Після монтажу приміщень блоків і з'єднання всіх трубопроводів котельня являє собою єдиний котельний блок, що складається з наступних вузлів:

- а) металоконструкції котельні (бокси);
- б) котлів водогрійних КСВа;
- в) системи підживлення і водопідготовки;
- г) насосного вузла з мережними насосами «Lowara»;
- д) газопроводів внутрішніх;
- е) системи вентиляції;

- ж) електроустаткування;
- з) автоматизації і КПП;
- к) системи опалення;
- л) димар.

У котельні передбачений облік природного газу (технологічний), тепла, води та електроенергії, яка подається на котельню.



Рис. 10.1. Блочно-модульна водогрійна котельня установка БМВКУ виробництва ТОВ „МПВФ „Енергетик”

Виходячи з пікового теплового навантаження пропонується встановлення котельні БМВКУ-0,63Г(Є) з тепловиробництвом 630 кВт. Капітальні витрати з урахуванням проектних, будівельно-монтажних та пуско-налагоджувальних робіт складають $K_1 = 1989$ тис. грн.

10.1.2. Електрокотельня на базі установок гідродинамічного нагріву води (УГД) „Термер” (виробництво ЗАТ „ТАСР”)

Теплогенераторна установка гідродинамічного нагрівання води „Термер” являє собою тепловий активатор із приводом від електродвигуна. Нагрівання відбувається не за рахунок прямого перетворення електричної енергії в

теплову, а шляхом перетворення енергії рідини, що рухається, (використовуючи ефект кавітації) у теплову енергію.

Механічна енергія обертання електродвигуна передається на активатор, що має радіальні лопатки. Рідина усередині порожнини активатора розкручується, здобуваючи запас кінетичної енергії, а потім гальмує на нерухомих лопатках корпуса і перетворюється в тепло.

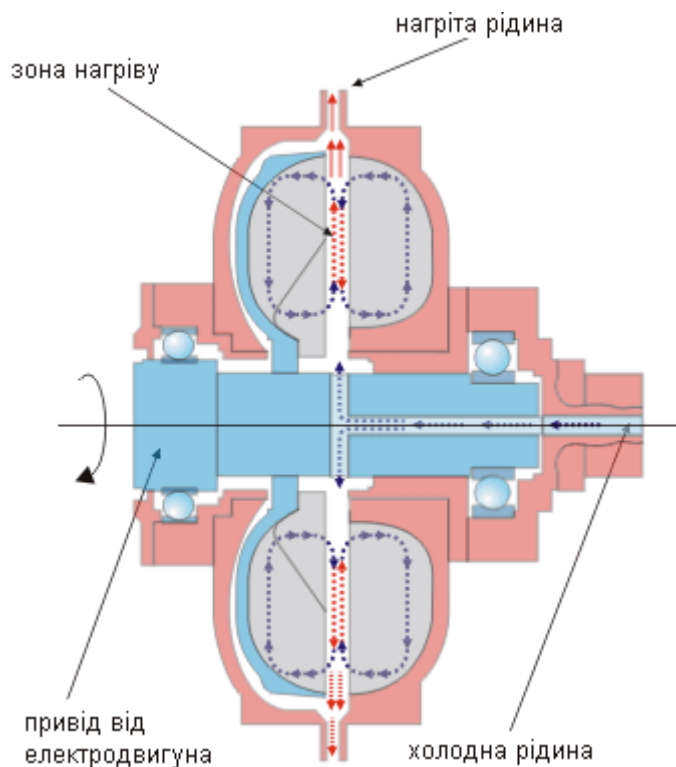


Рис. 10.2. Схема установки УГД "Термер"

Перевагами УГД "Термер" є:

1) Простота конструкції та обслуговування, малі габарити і маса дозволяють швидко і без великих витрат встановити установку в будь-якому місці.

2) Терміни окупності витрат по впровадженню термерів складають від декількох тижнів до шести місяців.

3) Високий ККД (до 94%), ресурс і надійність конструкції.

4) За нестачі потужності трансформатора можливим є встановлення електродвигуна з напругою живлення 6000 В.

5) Не потрібна хімічна водопідготовка, оскільки, під час кавітаційної обробки води відбувається випадання карбонатних солей без використання хімікатів. Солі випадають у вигляді нерозчинного осаду, що осідає у фільтрі.

6) Виконує функції нагрівача і насоса, що дозволяє використовувати у теплотехнічних схемах котелень мережеві насоси зниженої потужності.

7) Дозволяє нагрівати воду під надлишковим тиском до 200 °С. При технологічному застосуванні термера відсутні втрати низкопотенційної енергії, у той час як в існуючих схемах ця енергія скидається і ККД зменшується на 4-15%.

Теплогенератори УГД-55, УГД-75, УГД-90, УГД-110 комплектуються електродвигунами з напругою живлення 380 В.

Теплогенератори УГД-400, УГД-630 комплектуються електродвигунами з напругою живлення 6000В або 10000В.

У базове постачання УГД-55, УГД-75, УГД-90, УГД-110 входить шафа керування.

Виходячи з пікового теплового навантаження доцільним є встановлення установки УГД-630 з максимальним тепловиробництвом 630 кВт (0,53 Гкал/год.). Вартість обладнання становить 1 948 тис. грн. До складу капітальних витрат, окрім вартості теплогенеруючого обладнання входять проектні, монтажні, пуско-налагоджувальні роботи та вартість додаткового обладнання, які приблизно дорівнюють половині вартості основного обладнання. Таким чином капітальні витрати за даним варіантом становитимуть $K_2 = 2\,920,6$ тис. грн.

10.1.3. Котельні на основі УГД „Термер” з теплоакмулюванням

У разі акумуляційного обігрівання електротеплогенераційне обладнання застосовуються разом із баками-акумуляторами, що являють собою теплоізолювану ємність з водою або іншим теплоносієм. У нічні години відбувається нагрівання теплоносія та акумуляція тепла в баці-акумуляторі, а вдень, накопичена тепла енергія поступово віддається споживачеві. Для

покриття пікових навантажень в найбільш холодні дні можливим є встановлення додаткового пікового електричного котла. Такі системи зазвичай мають найменші початкові капітальні вкладення та відзначаються простотою в експлуатації.

Для реалізації такого типу електроопалення необхідні вільні електричні потужності та організація окремої площадки обліку електроенергії.

Споживання електроенергії здійснюється за таким режимом (Постанова НКРЕ від 20.12.2001 № 1241 (зі змінами та доповненнями), факсограма ДП «НЕК «Укренерго» від 08.12.2016 №03/03/13844), таблиця 1).

Таблиця 1

Тризонний тариф	Тарифні зони			Тарифний коефіцієнт
	січень лютий листопад грудень	Березень квітень вересень жовтень	Квітень червень липень серпень	
пік	8-00 до 10-00	8-00 до 10-00	8-00 до 11-00	1,8
	17-00 до 21-00	18-00 до 22-00	20-00 до 23-00	
напівпік	6-00 до 8-00	6-00 до 8-00	7-00 до 8-00	1,02
	10-00 до 17-00	10-00 до 18-00	11-00 до 20-00	
	21-00 до 23-00	22-00 до 23-00	23-00 до 00-00	
ніч	23-00 до 6-00	23-00 до 6-00	00-00 до 7-00	0,25
Двотризонний тариф	23-00 до 7-00			0,35
	7-00 до 23-00			1,35

У разі „повного” акумулювання при температурі зовнішнього середовища $t = - 22^{\circ}\text{C}$ обігрів повною мірою забезпечується за рахунок нічного нагріву води, тобто встановлена електрична (а також і теплова) потужність збільшується приблизно у 3 рази. В даному випадку з урахуванням цілодобового режиму роботи котельні найбільш доцільним є використання часткового теплоакумулювання – використовується обладнання подвійної

встановленої потужності. Акумулювання здійснюється у баках-акумуляторах, розрахунковий об'єм яких становить близько 114 м³.

У даному випадку до капітальних витрат додається також вартість теплоакумулятора та його монтажу (у розрахунку прийнято такі витрати на рівні 3400 грн./м³). Таким чином сумарні капітальні витрати для такого варіанту **К₃** складатимуть:

- вартість теплогенеруючого обладнання – 3 896,4 тис. грн.;
- вартість проектних, будівельно-монтажних та пуско-налагоджувальних робіт – 1 944,8 тис. грн.;
- вартість теплоакумуляторів та їхнього монтажу – 387,6 тис. грн.

К₃ = 6 228,8 тис. грн.

10.1.4. Електрокотельня на базі електродних котлів

ЕКО 10 (виробництва заводу „Тепломаш”, м. Дніпро)

Електричні нагрівачі для систем опалення ЕКО 10 180-500 кВт мають робочий тиск до 10 атмосфери та комплектуються автоматикою керування 8М и 9М. Крім того, у комплектації 8М додатково передбачена тимчасова затримка вмикання-відключення ступіней нагрівання, що дозволяє уникнути різких перепадів напруги в мережі живлення. У комплектації автоматикою 9М реалізований принцип автоматичного вибору потужності для підтримки заданої температури. Автоматика керування і захисту котла забезпечує:

- енергозберігаючий режим;
- розподіл потужності по 4-х ступінях;
- установку робочої температури теплоносія до 115°C;
- візуальний контроль тиску, заданої і поточної температури теплоносія;
- захист від включення без теплоносія;
- захист від перегріву;
- захист від струмів короткого замикання;

- захист від напруги на корпусі (у комплектації 8М – тільки індикація аварії);

- захист від перевищення робочого тиску;

- додаткове регулювання потужності за допомогою автоматичних вимикачів.

Гарантія – 1 рік.

Вартість обладнання у разі комплектації котельні двома котлами ЕКО10 потужністю 360 кВт становитиме 363,8 тис грн.

До складу капітальних витрат окрім вартості теплогенеруючого обладнання входять проектні, монтажні та пусконаладжувальні роботи та вартість додаткового обладнання, які у 1,5 рази більше вартості обладнання. Таким чином капітальні витрати за даним варіантом складають **$K_4 = 911,2$ тис. грн.**

10.1.5. Котельні на основі електродних котлів ЕКО з теплоакмулюванням

Розрахунок вартості теплоаккумулятора наведений у п. 10.1.3.

Капітальні витрати при такому варіанті складають:

- вартість теплогенеруючого обладнання – 727,6 тис. грн.;

- вартість проектних, будівельно-монтажних та пуско-налагоджувальних робіт – 1091,4 тис. грн.;

- вартість теплоаккумуляторів та їхнього монтажу – 387,6 тис. грн.

$K_5 = 2\,206,6$ тис. грн.

Принципову схему теплоаккумуляційної електроопалювальної системи на базі ТЕНових котлів ЕКО наведено на рис. 10.3.

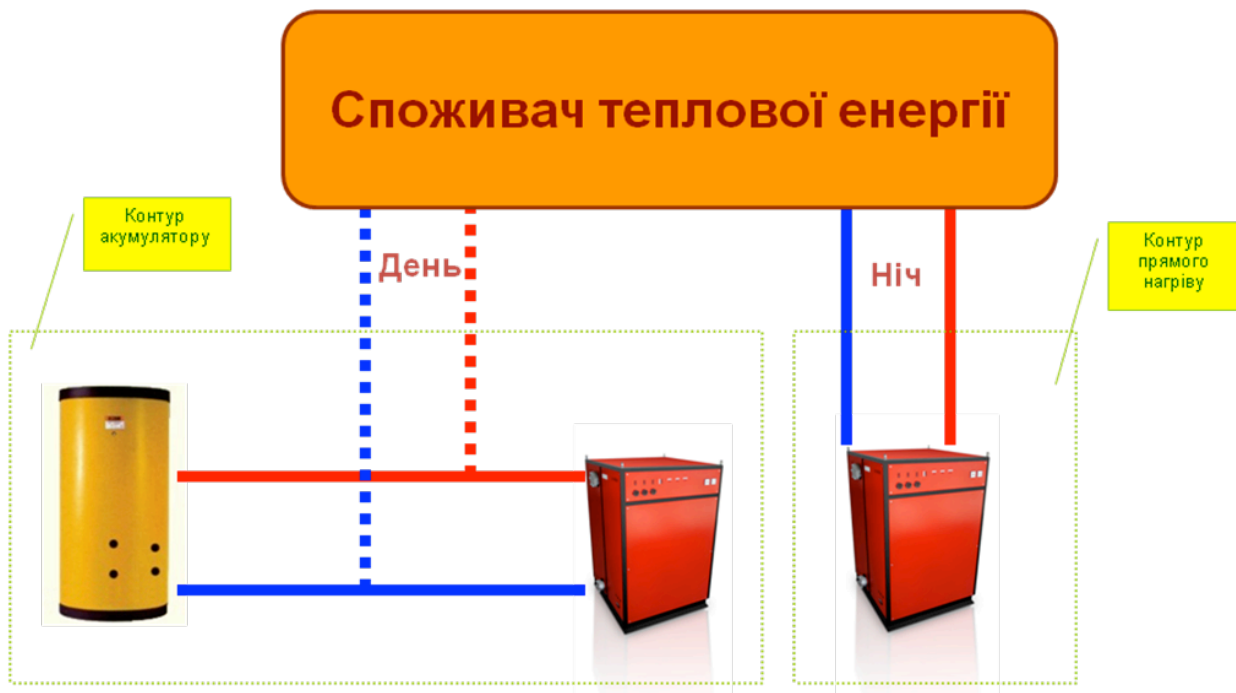


Рис. 10.3. Принципова схема теплоаккумуляційної електроопалювальної системи на базі ТЕНових котлів ЕКО

10.1.6. Котельня на основі твердопаливного котла типу КВ виробництва Українсько-Чеського підприємства "Ройек-Львів"

Водогрійні твердопаливні котли типу КВ мають напівавтоматичне завантаження та теплову потужність: 100, 180, 250, 400, 630, 800, 1000, 1250, 1500 кВт. Загальний вид таких котлів наведено на рис. 10.4.

Основне паливо: кускові відходи деревини, дрова, пеньки, деревні брикети.

Альтернативне паливо: вугілля, сланець, кокс, торфобрикети.

Час горіння одного завантаження палива - до 2 год. Електроживлення здійснюється 3×380 В. ККД 76-78%.

Вологість дров: оптимальна 10-30%, максимальна - до 70%.

Котли на твердому паливі підтримують задану температуру води регулюванням піддува повітря, що забезпечує необхідну інтенсивність горіння палива. Пульти керування припиняє піддув повітря після досягнення заданої температури води і відновляє піддув у разі падіння температури нижче заданої.

Температура води на виході з котла - до 95°C.

Робочий тиск води в котлі - до 2,0 атм., на замовлення до 3,0 атм.
(опалення будинків до 9-ти поверхів)

Тиск води в системі опалення до 8,0 атм. залежно від опору системи.

Котли на твердому паливі обладнані захисними системами:

- захисту від закипання води в котлі на базі робочого та аварійного датчиків;

- захисту від недостатньої тяги в топці котла;

- контролю температури вихідних газів з котла.

Основними перевагами такого типу котлів є:

- котли на дровах забезпечують рівномірне нагрівання і плавний добір тепла з теплообмінника. Виключено можливість місцевого подкипання води в котлах (полум'я і вода в котлі рухаються назустріч по одній осі);

- можливість рідше чистити теплообмінник. Чищення більш зручне і швидке (котли на дровах мають спеціальну футеровку топки, що забезпечує більш якісне спалювання дров і менше "заростання" димогарних труб теплообмінника. Завдяки вертикальному розміщенню газоходів зола менше осідає на стінках димогарних труб, а в процесі чищення доволіно падає вниз у зольник. Котли на дровах із горизонтальним розміщенням газоходів відрізняються великим осіданням золи на внутрішніх стінках труб, і чистити такі теплообмінники значно суужніше);

- виключено можливість підсмоктування холодного повітря в теплообмінник (котли на дровах мають герметизоване дно; деякі котли на твердому паливі не мають дна під теплообмінником);

- твердопаливні котли обладнані спеціальними турбуляторами, що збільшують їхній ККД;

- можливість спалювання дров більшого діаметра і довжини (котли на твердому паливі мають збільшені розміри топки);

- опалювальні котли можуть працювати у разі відключення електроенергії в ручному режимі (за умови достатньої природної тяги димаря, що забезпечує надійність систем опалення).



Рис. 10.4. Водогрійні котли на твердому паливі типу KB
потужністю 100-1500 кВт

На опалювальні котли цієї серії виданий висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи міністерства охорони здоров'я України, дозвіл державного Комітету України по промисловій безпеці, охороні праці і гірського нагляду, висновок міністерства з питань надзвичайних ситуацій.

Замовникам видається дозвільна документація, що дає можливість реєструвати опалювальні котли в органах Держгірпромнагляду.

За бажання Замовника котли можуть бути обладнані:

- вентилятором піддуву;
- пультом керування;
- розподільником тяги;
- витяжним вентилятором;
- у виконанні на більший робочий тиск.

Орієнтовна вартість котла тину KB потужністю 630 кВт становить 248 тис. грн. У зв'язку з тим, що під час будівництва такої котельні необхідно обладнати її додатково розширювальним баком відкритого типу, димарем (витяжний вентилятор) та складським приміщенням для збереження дров,

вартість будвництва та монтажу додаткового обладнання збільшиться орієнтовно ще на 70% вартості основного обладнання.

Додамо, що такі котли забезпечують отримання максимальної теплової потужності при використанні дров з великою площиною горіння та меншою вологістю (до 30%). Необхідно також враховувати, що напівавтоматичний режим роботи потребує великих обсягів ручного завантаження палива.

Таким чином капітальні витрати за даним варіантом складатимуть **$K_6 = 1\,434,8$ тис. грн.**

10.2. Розрахунок експлуатаційних витрат

Вихідними даними для розрахунку експлуатаційних витрат є вартість енергоресурсів для промислових підприємств м. Києва:

- вартість природного газу (промислові та інші споживачі 1 категорії) – 10772,256 грн./1000 м³ (з ПДВ);

- вартість електричної енергії (II клас напруги) – 1,98143 грн / кВт·год (з ПДВ).

При застосування нічного тризонного тарифу інтегрована вартість електричної енергії – 0,4954 грн / кВт·год. (з ПДВ).

- вартість дров (орієнтовно) – 950 грн. /м³ (з ПДВ).

10.2.1. Вартість природного газу, витраченого на виробництво теплової енергії за рік

За даними виробника витрата природного газу на виробництво 1 МВт теплової енергії БМВКУ складає 115 м³/год.

Обсяг та вартість споживаного на виробництво тепла газу (див. розрахунки, наведені у розділу 10.1) складає:

$$1\,563,3 \cdot 115 = 179\,780 \text{ м}^3$$

$$B_1 = 179,8 \cdot 10772,256 = 1\,936,64 \text{ тис. грн.}$$

10.2.2. Вартість електроенергії, витраченої на виробництво теплової енергії за рік у разі „прямого” електроопалення

За даними виробника ККД електротеплогенераційного обладнання складає 94%.

Таким чином річна вартість електричної енергії становитиме:

$$B_2 = B_4 = 1\,563,3 / 0,94 \cdot 1\,981,43 = 3\,295,3 \text{ тис. грн.}$$

10.2.3. Вартість електроенергії, витраченої на виробництво теплової енергії за рік при використанні теплоакumuлювання

Річна вартість електричної енергії при застосування „нічного” тарифу складає:

$$B_3 = B_5 = 1\,563,3 / 0,94 \cdot 495,4 = 823,9 \text{ тис. грн.}$$

10.2.4. Вартість дров, витрачених на виробництво теплової енергії за рік

Дрова вологістю до 30% важать близько 400 кг/м³ (береза). Калорійність таких дров сягає 2700 ккал/кг. Таким чином вартість однієї Гкал, виробленої з дров, складатиме 880,6 грн. Вартість виробленої теплової енергії за рік з урахуванням ККД котла 74% складає:

$$B_6 = 1\,370,67 / 0,74 \cdot 880,6 = 1\,630,5 \text{ тис. грн.}$$

Слід зазначити, що згадане вище обладнання дозволяє перейти на спалювання торф'яних брикетів, вартість яких нижча, але потребує додаткового устаткування для очищення димових газів.

Додамо, що твердопаливна котельня через її напівавтоматичне завантаження, потребує більшого штату персоналу, що збільшує експлуатаційні витрати. Такі витрати не враховані у наведених розрахунках.

10.3. Економічна ефективність різних варіантів опалення

Для оцінки економічної ефективності різних варіантів реалізації опалення пропонується використання підходів, наведених раніше у розділі 4.

Для врахування зміни вартості палива за 10 років прогнозуємо зростання тарифів на електроенергію та вартість дров на рівні 12% річних, та 15% для природного газу.

Результати розрахунків економічних показників для різних варіантів опалення наведено у таблиці 10.2.

Цікавим є порівняння результатів розрахунків на основі методів так названих “приведених витрат” (див. рис. 10.5) та з урахуванням вартості грошей (див. рис. 10.6). Останні значно більші порівняно з варіантом “приведених витрат”.