

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. ПОТЕБНІ Ю.М.

Електротехніки та енергоефективності
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота
перший (бакалаврський) рівень
(рівень вищої освіти)

на тему «Підвищення енергоефективності ліфтового та насосного обладнання багатопверхового житлового будинку»

Виконав: студент 4 курсу, групи ЕТ-18-16д
спеціальності 141 Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

(код і назва спеціальності)

спеціалізації _____

(код і назва спеціалізації)

освітньої програми Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

(назва освітньої програми)

Перепеліцин Є.Є

(ініціали та прізвище)

Керівник к.т.н., доц. Єрофєєва А.А.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент д.т.н., проф. Коваленко В.Л.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя

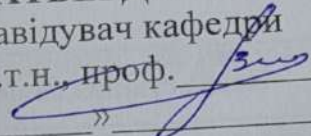
2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерний навчально-науковий інститут ім. Потебні Ю.М. _____
Кафедра електротехніки та енергоефективності освіти перший
Рівень вищої
(бакалаврський) рівень _____
Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(код та назва) _____
Спеціалізація _____
(код та назва) _____
Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

д.т.н., проф. 

В.Л. Коваленко

2022 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

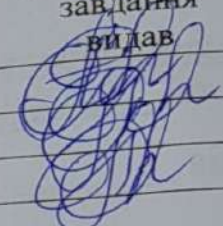
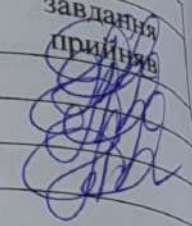
Перепеліцину Євгену Євгеновичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

- 1 Тема роботи Підвищення енергоефективності ліфтового та насосного обладнання багатоповерхового житлового будинку»
керівник роботи Єрофєєва Аліна Анатоліївна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від « 17 » січня 2022 року № 90 - с
- 2 Строк подання студентом роботи 16 червня 2022 р.
- 3 Вихідні дані до роботи. Типовий житловий 9-ти поверховий 4-х секційний будинок Серії №87-081, 083, 085 на 144 квартири, система освітлення будинку споживає до 40% електроенергії, тариф на електричну енергію 1,68 грн/кВт·год.
- 4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Аналіз енергозбереження в ОСББ. 2) Розрахунок зменшення споживання електроенергії при модернізації ліфтового та насосного устаткування. 3) Розрахунок техніко-економічних показників запропонованих енергозберігаючих заходів.
- 5 Перелік графічного матеріалу 1) Аналіз випробувань пасажирських ліфтів до модернізації та після 2) Технічні характеристики перетворювача частоти 3) Схема підключення перетворювача частоти до мережі і до двигуна 4) Зміна ккд

частотно - регулюючого насосного агрегату при зміні продуктивності
5) Техніко-економічні показники запропонованих заходів

6

7 Консультанти розділів роботи

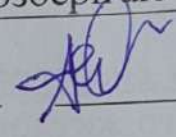
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Єрофєєва А.А., к.т.н. доцент		
Розділ 2	Єрофєєва А.А., к.т.н. доцент		
Розділ 3	Єрофєєва А.А., к.т.н. доцент		

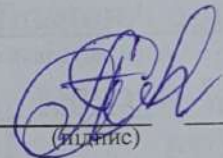
01.02.2022 р.

8 Дата видачі завдання _____

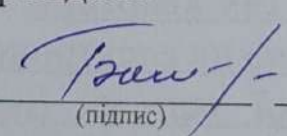
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз енергозбереження в ОСББ	01.02.22 – 24.05.22	
2	Розрахунок зменшення споживання електроенергії при модернізації ліфтового та насосного устаткування будівлі	24.05.2022 – 07.06.2022	
3	Техніко-економічне обґрунтування впровадження енергозберігаючих заходів	07.06.2022 – 16.06.2022	

Студент _____  Є.Є.Перепеліцин
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи _____  А.А. Єрофєєва
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____  С.В. Башлій
(підпис) (ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Перепеліцин Є.Є. «Підвищення енергоефективності ліфтового та насосного обладнання багатоповерхового житлового будинку».

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти бакалавра за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, науковий керівник к.т.н., доцент Єрофєєва А.А., Запорізький національний університет, Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні, кафедра електротехніки та енергоефективності, 2022.

Пояснювальна записка містить 85 сторінок, 26 рисунків, 6 таблиць, 26 джерел посилань.

Анотація. Проведено аналіз енергетичного ринку України. Розглянуті тенденції розвитку ОСББ в Україні й за кордоном.

Розглянуті заходи щодо зменшення споживання електроенергії дев'ятиповерхового будинку:

- зменшення споживання електроенергії при модернізації системи освітлення в місцях загального користування;
- зменшення споживання електроенергії при модернізації ліфтового устаткування;
- зменшення споживання електроенергії при модернізації насосного устаткування в системі подачі води.

Виконаний економічний розрахунок енергозберігаючих заходів щодо зменшення споживання електроенергії дев'ятиповерхового будинку.

Ключові слова: енергозбереження, електрична енергія, насосне устаткування, ліфтове обладнання, плавний пуск, софт-стартер, частотний перетворювач, термін окупності.

ЗМІСТ

ВСТУП.	5
1 АНАЛІЗ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ОБ'ЄДНАННІ СПІВВЛАСНИКІВ БАГАТОКВАРТИРНОГО БУДИНКУ	6
1.1 Аналіз енергетичного ринку України..	6
1.2 Закордонні та вітчизняні тенденції енергозбереження в ОСББ	10
1.3 Загальна характеристика дев'ятиповерхового будинку	13
1.4 Тарифи на електроенергію для ОСББ.....	17
2 ЗАХОДИ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ДЕВ'ЯТИПОВЕРХОВОМУ БУДИНКУ.	20
2.1 Зменшення споживання електроенергії при модернізації системи освітлення в місцях загального користування	20
2.1.1 Види ламп освітлення.....	21
2.1.2 Датчики руху.....	30
2.2 Зменшення споживання електроенергії при модернізації ліфтового устаткування.....	31
2.2.1 Софт-стартери ліфтового устаткування.....	33
2.2.2 Обладнання плавного пуску для ліфтів.....	36
2.3 Зменшення споживання електроенергії при модернізації насосного устаткування в системі подачі води.....	39
2.3.1 Насоси з частотно-регульованим приводом.....	39
2.3.2 Насоси GRUNDFOS.....	52
3 РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ.....	
3.1 Розрахунок зменшення споживання електроенергії для системи місць загального освітлення.....	56
3.2 Розрахунок зниження споживання електроенергії ліфтовим обладнання.....	60
3.3 Розрахунок зниження споживання електроенергії при модернізації насосного устаткування в системі подачі води.....	66
ВИСНОВКИ.	69
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	70
ДОДАТКИ.....	73

ВСТУП

Останнім часом в Україні спостерігається зростання тарифів на енергоресурси при зниженні якості послуг, що має безліч причин і передумов, що підсилюються в умовах тривалого реформування житлово-комунальної галузі, а також світової економічної кризи. Декілька років тому низька вартість енергоносіїв робила економічно недоцільним будівництво будинків з високим опором теплопередачі зовнішніх огорожуючих конструкцій. Відсутність засобів регулювання й обліку витрати теплової енергії, гарячої й холодної води, природного газу приводило до їхнього марнотратного використання. Можна визнати, що в Україні одна із самих витратних і неефективних енергетик саме в сфері житлово-комунального господарства (ЖКГ).

Опалення й електропостачання різноманітних об'єктів нерухомості є однією із самих великих статей витрат будь-якого підприємства. От чому енергозбереження в ЖКГ – це проблема не тільки безпосередньо підприємств ЖКГ, але організацій, керуючих експлуатацією нерухомості (ОСББ) і тих, хто здійснює свою діяльність або проживає в цих об'єктах.

У зв'язку з дедалі більшим розвитком і ускладненням технологічних процесів, з одного боку, і з доступністю сучасної перетворювальної техніки – з іншого, існує необхідність у впровадженні нових і вдосконаленні вже наявних методів управління промисловими механізмами з метою економії споживання електроенергії та збільшення терміну їх служби.

З урахуванням вищесказаного тема кваліфікаційної роботи є актуальною.

1 АНАЛІЗ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ОБ'ЄДНАННІ СПІВВЛАСНИКІВ БАГАТОКВАРТИРНОГО БУДИНКУ

1.1 Аналіз енергетичного ринку України

Забезпечення енергетичної ефективності та впровадження енергоресурсозберігаючих технологій є стратегічною задачею для економіки України [3]. Проєкт з підвищення енергетичної ефективності багатоквартирного будинку передбачає впровадження енергозберігаючих заходів з метою забезпечення суттєвого скорочення споживання енергетичних ресурсів. Актуальність таких проєктів значною мірою підвищується на тлі повсякчасного зростання вартості енергетичних носіїв. Застосування сучасних енергоефективних електро побутових приладів дає можливість суттєво зменшити споживання електроенергії у житлових будинках. Енергозберігаючі технології дають змогу звести до мінімуму нераціональні витрати електричної енергії, а це сьогодні є одним із пріоритетних напрямків на різних рівнях її виробництва, передачі та споживання. Актуальність цього питання зв'язана з дефіцитом основних енергетичних ресурсів та із зростаючою вартістю їх видобутку, а також з глобальними екологічними проблемами. Зростання питомої ваги побутових електроспоживачів (зокрема житлових будинків), в загальному споживанні електроенергії зумовлює увагу дослідників до пошуку способів енергозбереження у розподільних мережах житлових будинків. Значних результатів можливо досягти шляхом зменшення нераціонального електроспоживання електричним обладнанням квартир [4].

На теперішній час на енергетичному ринку недостатньо постачальників послуг, що мають досвід, який необхідний задля надання послуг із розробки продуктів програмного забезпечення та ІТ для енергетичної ефективності і попередньої оцінки сертифікації будівель за міжнародними стандартами

(LEED, BREEM та ін.). В той же час, вищезазначені послуги і пов'язані з ними енергоефективні заходи досить дороговартісні, а тому потенційні клієнти реалізують їх першочергово. Однак, потенціал розвитку цих послуг досить високий, тому що попит, швидше за все, буде зростати разом із загальним розвитком ринку електроенергетичних послуг. Отже, для постачальників послуг з енергоефективності дані види діяльності будуть потенційно цікавими задля розвитку [5].

В Україні все більше з'являється законів, що допоможуть людям економити свої кошти, а будинки робити енергетично ефективними.

Так, з 1 серпня 2020 року в Україні відкрито ринок газу для населення, який дає можливість споживачам самим обирати постачальника з ряду компаній за більш прийнятною ціною. Також споживачі можуть вибирати, як сплачувати за газ: одні постачальники пропонують змінювати ціну кожного місяця, другі фіксують ціну на рік, а треті пропонують зручні онлайн-платежі і послуги підтримки клієнтів. За законом України споживач має можливість замінити постачальника газу, для цього необхідно розірвати договір з поточним постачальником і заключити договір з новим. Таких постачальників в нашій країні більше 700, частина з них постачає газ тільки для населення, а частина – тільки бізнесу. За якість та доставку газу відповідають оператори газорозподільних мереж. На теперішній час компаній, що готові продавати газ для населення, приблизно 50 [6].

Однак, в Україні поки що немає єдиного сервісу, де була б можливість порівняти пропозиції різних постачальників. Найвірогідніше, він з'явиться трохи пізніше, в умовах процесу подальшого розвитку газового ринку. Проте експерти переконують клієнтів у тому, що їм не варто перейматись, нові постачальники самі будуть шукати їх, тому що зацікавлені залучити споживачів і реалізовувати їм більше газу.

Станом на 28.05.2021 р. найнижчі ціни запропонували Агросинтез з ціною 7,80 грн за кубометр, Евода Трейд КП Луцькводоканал з ціною 7,88 грн за кубометр, Черкасигаз Збут і Уманьгаз Збут з ціною 7,89 грн за

кубометр, а також ГК Нафтогаз України з ціною 7,96 грн за кубометр. Запоріжгаз збут» пропонує 7,99 грн за кубометр. Ще понад 20 постачальників будуть продавати клієнтам з річними тарифними планами кубометр палива за ціною від 9,20 грн і до 13,50 грн. Однак, місячні ціни, які компанії пропонують на червень, коливаються від 7,80 і до 12 грн за кубометр [7].

На ринку електроенергетики в Україні представлені усі електростанції за такими видами:

- теплові електростанції, які для роботи використовують тверде, рідке чи газоподібне паливо. Також серед них виділяють конденсаційні та теплоелектроцентралі;

- гідравлічні електростанції працюють на водні ресурси та діляться на гідроелектростанції, гідростимуляційні і припливні;

- атомні базуються на роботі з застосуванням збагаченого урану чи інших радіоактивних елементів;

- електростанції з використання нетрадиційних джерел енергії.

АЕС і ТЕС в загальній структурі ринку електроенергетики займають близько 90 %, ГЕС – приблизно 6 %. Такий маленький відсоток гідроелектростанцій зумовлюється технічним станом діючих ГЕС, характеризується значно чи цілком зношеним основним гідросиловим, гідротехнічним і електротехнічним устаткуванням; наявністю несправностей у спорудженнях напірного фронту, що може стати причиною виникнення аварійних ситуацій; запиленням водосховищ; зростанням забору води для енергетичних потреб; розмивами кріплень водостічних та берегових ділянок нижнього б'єфу і т.д [8].

До вступу в силу Закону України «Про ринок електричної електроенергії» (дійсного з 01.07.2019 р.) [9] в Україні торгівля електричною енергією була монополізована державою. Єдиним оптовим трейдером було ДП «Енергоринок». Після першого липня 2019р. на підприємство поклали функції щодо здійснення заходів із погашення кредиторської і дебіторської заборгованості, що утворилася на оптовому ринку електроенергії України.

Однак, можливість здійснення експорту електроенергії з України контролюється національною енергетичною компанією «Укренерго» на основі аукціону.

На ринку електроенергії представлені державні і приватні компанії. Приватні розділяються на ті, що були створені основними електрогенеруючими компаніями, які є дочірніми підприємствами міжнародних компаній, а також ті, які раніше торгували іншими енергоресурсами.

У той же час, як теплові електростанції скорочують свої потужності, з причини економічної недоцільності виробництва, на ринку гідро електроенергетики спостерігається зростання.

Обсяг виробництва електричної енергії в 2020 році досяг 53964800000 КВт·год, що на 5385800000 КВт·год або на 3,4 % менше в порівнянні з 2019 роком [10].

З метою підвищення енергоефективності будівлі, вибору і економічного обґрунтування заходів з енергозбереження попередньо необхідно виконати енергетичний аудит, який включає в себе: збір та аналіз інформації про споживання паливно-енергетичних ресурсів; обстеження будівлі, стану її зовнішніх огорожувальних конструкцій, інженерних мереж; визначення базового рівня енергетичного споживання; уточнення геометричних, теплотехнічних та енергетичних показників; проведення необхідних вимірів основних параметрів та інженерних розрахунків; проведення тепловізійної зйомки будівлі із використанням спеціалізованого устаткування; розробку пропозицій щодо заходів на основі сучасних методів регулювання теплоспоживання та обґрунтування вибору устаткування задля зменшення теплових втрат і скорочення обсягів споживання енергоресурсів за двома пакетами «Оптимальний» та «Максимальний»; техніко-економічні розрахунки із визначенням економії енергії та грошових коштів на енергозабезпечення, простого і дисконтованого строку окупності, IRR, NPV,

NPVQ; екологічний ефект, який отриманий від комплексної термомодернізації [11].

Для багатоквартирних будинків на замовлення та за рахунок власника будинку, житлово-будівельного кооперативу, об'єднання співвласників багатоквартирного будинку, управителя багатоквартирного будинку проводиться процедура сертифікації. За результатами виконаних робіт енергоаудитора складається енергетичний сертифікат, де зазначена інформація відносно класу і інших показників енергетичної ефективності будівлі. Вищезазначений документ повинен бути розміщений у доступному місці для мешканців будинку. Енергетичний сертифікат будівлі має термін дії 10 років. При створенні нового сертифікату, старий сертифікат автоматично втрачає чинність [12].

У [13] проаналізовано загальні відомості щодо енергетичної ефективності будівель, алгоритм складання енергетичного паспорту, методики, за допомогою яких визначається клас енергетичної ефективності будівлі. Представлено зразок енергетичного сертифікату та дані, які в ньому містяться. Розглянуто річні витрати теплоти на потреби споживачів: з чого вони складаються і як їх розраховують. Визначено способи та шляхи забезпечення підвищення енергоефективності житлових будівель. Розкрито різні варіанти фінансування заходів з енергозбереження для житлово-комунального сектору, для об'єднання співвласників багатоквартирних будинків (ОСББ) та житлово-будівельного кооперативу (ЖБК).

1.2 Закордонні та вітчизняні тенденції енергозбереження в ОСББ

Для пошуку найбільш ефективних напрямків реалізації потенціалу енергозбереження в підсистемах звернемося до досвіду успішних країн в області керування енергозбереженням у ЖКГ. Більшість країн при визначенні енергетичної ефективності будинку використовують первинну

енергію, що вимірюється у кВт·г/м² на рік (в Італії – кВт·г/м³ на рік). Великобританія та Норвегія застосовують у якості критерію оцінки енергетичної ефективності будинку емісію CO₂ на м² площі будинку. Однак Великобританія схиляється до переходу на нормування по первинній енергії. Слід зазначити, що коефіцієнт для визначення величини первинної енергії суттєво різниться між країнами, однак досить часто він рівний 1 для всіх видів палива й 2,5 для електроенергії.

Для оцінки енергетичного потенціалу будинків усі країни включають значення енергії, що витрачається на опалення, гаряче водопостачання для побутових і технічних потреб і вентиляцію. У деяких країнах, наприклад у Данії, у житлових будинках враховується енергія на охолодження й кондиціонування, а в офісах також і на освітлення. Звичайно враховується електроенергія, яка витрачається для роботи інженерних систем (вентиляторів, насосів). У Франції додатково враховується енергія, що споживається насосами, вентиляторами й установками для контролю вологості. У деяких країнах споживання електроенергії для створення рівня освітленості місць загального користування в енергетичній характеристиці враховується не в повному обсязі. Оцінка енергетичного потенціалу будинків у Норвегії включає енергію, що витрачається орендарями на системи опалення, вентиляції й кондиціонування. Електроенергія, що витрачається на освітлення орендарями або мешканцями, враховується тільки у Франції. Електрична енергія, використовувана для інших цілей, у жодній країні не враховується для оцінки енергетичної характеристики будинків.

Для досягнення цілей підвищення енергоефективності більшість країн мають квоту на використання відновлювальних джерел енергії (ВДЕ). Залежно від джерела й типу будинку ця величина від чистої первинної енергії становить:

- у Німеччині – (15...50) %;
- у Норвегії – 40 %;
- у Словенії – (20...70) %;

- у Великобританії – 10 %.

В Італії квота становить мінімум 50 % енергії, яка використовується для гарячого водопостачання. У Данії готується постанова про обов'язкове використання сонячної енергії при витраті гарячої води більш ніж 20 м³/доб. Голландія надає кредити при використанні ВДЕ. Бельгія й Угорщина ведуть розробку законодавства в цьому напрямку.

Еталонний будинок

Визначення еталонного будинку вживається в будівельних нормах і правилах, і витрата енергії для проєктованих будинків не може перевищувати аналогічний показник еталонного будинку. Порівняння будинку з еталонним звичайно застосовується у всіх країнах, але переслідує різні цілі:

- у Швеції воно здійснюється тільки для будинків з площею менше 100 м²;
- у Данії порівняння застосовується тільки для реконструйованих будинків;
- у Німеччині еталонний будинок використовується для обчислення значення енергетичної ефективності. У цій країні, відповідно до закону про енергозбереження Enev-2016, житлові будинки (за винятком будинків опалювальною площею >50 м²).

Майже всі країни визначають, наприклад, коефіцієнт теплопередачі для еталонного будинку і його максимальне значення. Технічні рішення для еталонного будинку залежать від країни, і національні значення енергетичної ефективності не можуть співвідноситись.

Визначення енергоекономічних показників (коефіцієнт теплопередачі)

У всіх країнах визначається значення необхідного коефіцієнта теплопередачі, у деяких країнах ці значення різні для житлових і нежитлових будинків і для різних типів будинків. Більшість країн дають також максимальне значення коефіцієнта теплопередачі для розрахунків тепловтрат. Данія й Швеція приділяють підвищену увагу значенню коефіцієнта теплопередачі при визначенні енергетичної ефективності

будинків. У Німеччині використовується усереднене значення коефіцієнта теплопередачі. Швеція застосовує більш тверді вимоги до величини коефіцієнта теплопередачі для будинків з електричними системами опалення. У Норвегії й Фінляндії введені строгі обмеження на величину коефіцієнта теплопередачі для дерев'яних конструкцій. В Італії, Данії, Словенії обмежується величина максимальних питомих теплових потоків через конструкції, що обгороджують ($\text{Вт}/\text{м}^2$) залежно від матеріалу конструкцій або типу системи опалення. Національні значення коефіцієнта теплопередачі залежать від кліматичної зони, а в деяких країнах (Італія, Франція, Швеція) ще й від висоти. В Італії значення середньої величини коефіцієнта теплопередачі залежить від співвідношення обсягу до площі (так само було в Німеччині).

У Данії, наприклад, з 30.06.2010 р. навіть у випадку відповідності величини енергоспоживання встановленим нормативним вимогам закладена величина питомих тепловтрат у результаті теплопередачі через зовнішні огороження не повинна перевищувати для одноповерхового будинку $5 \text{ Вт}/\text{м}^2$ площі будинку, крім вікон і дверей; для 2-поверхових будинків – $6 \text{ Вт}/\text{м}^2$; для будинків висотою 3 і більш поверхів – $7 \text{ Вт}/\text{м}^2$.

1.3 Загальна характеристика дев'ятиповерхового будинку

При масовій розбудові міст країни вирішувалося найважливіше завдання соціальної значущості - забезпечити кожному сім'ю окремою квартирою в найкоротші строки. Тому найважливішим завданням було розробити типові проектування для забудови районів міст. Запоріжжя не стало винятком в будівельній індустріалізації. Для розбудови міста в 1980-х роках використовувались уніфіковані типові проекти забудови. А саме 9-ти поверхова рядова блок-секція на 36 квартир.

В дипломній роботі розглядається житловий 9-ти поверховий 4-х секційний будинок Серії №87-081, 083, 085 на 144 квартири, побудований в 1987 році в м. Запоріжжі.

В даному будинку кожна квартира складається з наступних приміщень: житлові кімнати, кухня, коридор, ванна, туалет, лоджія. Кімнати в квартирах мають окремі входи, висота приміщення - 2,8 м. Кухня обладнана витяжною природною вентиляцією, мийкою, газовою плитою. В будинку налічується:

- 1-но кімнатних – 4 квартири;
- 2-х кімнатних – 72 квартири;
- 3-х кімнатних - 68 квартир.

До житлового будинку підведені всі необхідні комунікації для забезпечення комфортного проживання мешканців: тепло-, електро-, водо-, газо- постачання та каналізаційне водовідведення. Облік споживаної теплової енергії відбувається за загальнобудинковим приладом обліку, який розташовано у підвалі будинку. Облік електричної енергії на освітлення сходових кліток, роботу підкачувальних насосів та на потреби ліфтів відбувається за загальнобудинковим приладом обліку, який розташовано у під'їзді. Облік електричної енергії на індивідуальні потреби мешканців проводиться за квартирними лічильниками. Облік гарячої та холодної води на індивідуальні потреби мешканців проводиться також за квартирними лічильниками.

Характеристика огорожувальних конструкцій будівлі

Конструкція стіни:

- вапняно-піщана штукатурка (30 мм);
- керамзитобетонні панелі (400 мм);
- облицювання з керамічної плитки.

За проектом в будівлі було встановлено дерев'яні спарені віконні та балконні блоки з листовим двійним склінням.

Дах будівлі з технічним поверхом. Крівля плоска з м'яким покриттям.

Конструкція плити перекриття даху:

- залізобетонна багатопустотна плита (150 мм);
- гравій керамзитовий (200 мм);
- цементно-піщана стяжка (20 мм);
- руберойд.

Підвал знаходиться під всією площею будівлі. В підвалі розміщене розведення трубопроводів системи опалення, гарячого та холодного водопостачання, а також системи каналізації.

Під'їзд

На першому поверсі передбачена кімната консьєржа з оббивкою дверей і дверної коробки оцинкованим залізом по азботканині. З сходової клітки є вихід на покрівлю по металевій драбині, з вогнестійкими дверима. Сходова клітина має штучне і природне освітлення через віконні блоки. Всі двері по сходовій клітці і в тамбурі відкриваються у бік виходу з будівлі.

Ліфтове господарство

Для вертикальних комунікацій передбачена ліфтова збірна залізобетонна шахта з монтажем ліфтової установки вантажопідйомністю 400 кг. Машинне відділення ліфта розміщується на покрівлі, що дозволяє: зменшити довжину провідних канатів майже в три рази, спростити кінематичну схему ліфта, зменшити навантаження на несучі конструкції будівлі, відмовитися від пристрою спеціального приміщення для блоків.

В якості вантажонесучого пристрою застосовуються кабіни з простим кнопковим внутрішнім управлінням та автоматичним приводом горизонтально-розсувних дверей. Машинне відділення розміщене над глухою ліфтовою шахтою. Для приводу кожного ліфта використовується електричний двигун з редукторною лебідкою та канатотяговим шківом.

Водопостачання

Холодне водопостачання було запроектовано від внутрішньо-квартального колектора водопостачання з двома вводами. Вода на кожен секцію подається за внутрішньо-будинковим магістральним трубопроводом, розташованому в підвальній частині будівлі, який ізолюється і покривається

алюмінієвою фольгою. На кожен блок - секцію і вбудований блок встановлювалася рамка введення.

Навколо будинку виконаний магістральний пожежний господарсько-питний водопровід з колодязями, в яких встановлені пожежні гідранти.

Каналізація

Каналізація виконана внутрішньо-дворова з врізкою в колодязі внутрішньо-квартальної каналізації. З кожної секції і кожного вбудованого приміщення виконані самостійні випуски госпфекальної і дощової каналізації.

Енергопостачання

Енергопостачання виконано від міської підстанції з живленням по двом секціям двома кабелями - основний і запасний. При наявності, вбудовані приміщення живляться окремо, через свої електрощитові. Всі електрощитові розташовані на перших поверхах.

На сходових клітках на кожному поверсі передбачені ніші для встановлення сумісних поверхових приладів типу ЩЕ 3402УХЛ4, в які встановлюються лічильники поквартирного обліку електроенергії, автомати АЕ-1031 для захисту групових мереж та пакетні вимикачі КПК.

Стояки до етажних приладів ЩЕ 3402УХЛ4 та стояки освітлення сходових кліток запроектовані проводами марки АПВ в каналах, стояки живлення двигунів ліфтів запроектовані проводами АВП в вінілпластикових трубах. Мережі в квартирах запроектовано проводами АППВС відкрито.

Сміттепровід

Сміттепровід внизу закінчується сміттекамерним бункером - накопичувачем. Накопичене сміття в бункері висипається в сміттеві візки і перевантажується в сміттезбиральні машини та вивозиться на міське звалище відходів. Стіни сміттекамери облицьовані глазурованою плиткою, підлога металева. У сміттекамері передбачені холодний і гарячий водопровід із змішувачем для промивання сміттепроводу, обладнання та приміщення сміттекамери. Сміттекамери обладнані трапом зі зливом води в хозфекальну

каналізацію. У підлозі передбачений змійовик опалення. У верху сміттєпровід має вихід на покрівлю для провітрювання сміттєкамери і через сміттєприймальний клапан видалення застоюного повітря з сходових клітин, а також диму в разі пожежі. Вхід в сміттєкамери окремий, з боку вулиці.

1.4 Тарифи на електроенергію для ОСББ

Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики (НКРЕ) прийняла порядок застосування тарифів на електроенергію для ОСББ, який затверджений постановою від 23.04.2012 № 498. Згідно з постановою електрична енергія, яка витрачається в багатоквартирних будинках та гуртожитках на технічні цілі (роботу ліфтів, насосів та замково-переговорних пристроїв, що належать власникам квартир багатоквартирного будинку на праві спільної власності) та освітлення дворів, східців і номерних знаків відпускається по тарифам як для населення.

У тарифній політиці України, починаючи з 2015 року, відбулися значні зміни щодо попередніх років, що пов'язано з підписанням коаліційної угоди.

З урахуванням вимог коаліційної угоди, укладеної учасниками коаліції депутатських фракцій Верховної Ради України VIII скликання, і з метою ліквідації перехресного субсидування населення за рахунок інших споживачів Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики і комунальних послуг (НКРЕКП), прийняла рішення про поетапне підвищення тарифів на електроенергію, що відпускається населенню. Зазначене рішення передбачало підвищення тарифів на електроенергію для населення в п'ять етапів, починаючи з 2015 року. Динаміка зміни тарифів, починаючи з 2011 року, наведена в таблиці 1.2 і представлена на рисунку 1.1.

Таблиця 1.2 Динаміка зміни тарифів на електричну енергію

Строк дії тарифу	Постанова	Тариф на електроенергію, грн/кВт·год		
		без ПДВ	ПДВ	з ПДВ
від 01.04.2011 до 31.09.2012	НКРЕ від 17.03.2011 №343	0,304	0,061	0,365
від 01.10.2012 до 31.05.2014	НКРЕ від 23.04.2012 №497	0,350	0,070	0,419
від 01.06.2014 до 31.03.2015	НКРЕ від 23.05.2014 № 749	0,350	0,070	0,419
від 01.04.2015 до 31.08.2015	НКРЕКП від 26.02.2015 № 220	0,525	0,105	0,630
від 01.09.2015 до 29.02.2016		0,658	0,132	0,789
від 01.03.2016 до 31.08.2016		0,825	0,165	0,990
від 01.09.2016 до 28.02.2017		1,075	0,215	1,290
від 01.03.2017		1,400	0,280	1,680

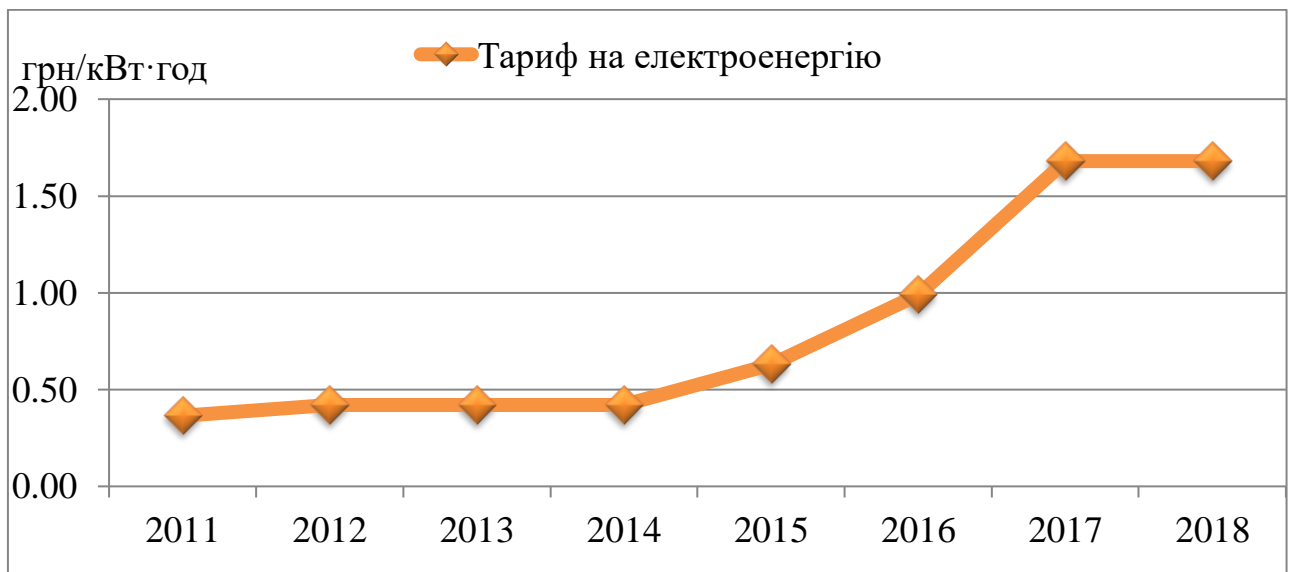


Рисунок 1.1 Динаміка зміни тарифів на електричну енергію з 2011 року, з урахуванням ПДВ

У 2018 році була прийнята постанова НКРЕКП №2010, яка прирівнювала тарифи на електроенергію для загальнобудинкових потреб до

промислових. 11 січня 2019р. НКРЕКП ухвалила постанову №1 про скасування постанови від 21 грудня 2018 року №2010. Відмінена постанова виключала примітку до постанови №220 «Про встановлення тарифів на електроенергію, що відпускається населенню» про те, що «...електрична енергія, яка витрачається в багатоквартирних будинках та гуртожитках на технічні цілі (роботу ліфтів, насосів та замково-переговорних пристроїв, що належать власникам квартир багатоквартирного будинку на праві спільної власності) та освітлення дворів, східців і номерних знаків, відпускається за тарифом 140 коп. за 1 кВт·год (без ПДВ)...». Через це тариф на електроенергію для забезпечення загальнобудинкових потреб виріс, відповідно значно зросла вартість послуги з управління багатоквартирними будинками, що збільшило витрати співвласників будинків на оплату житлової послуги. Зростання тарифу торкнулося всіх без виключення надавачів послуги з управління багатоквартирним будинком, як житлово-комунальних підприємств, так і управляючих компаній та ОСББ. Не підтримуючи таке зростання тарифу на електроенергію, зазначені надавачі послуг та органи місцевого самоврядування почали звертатися до НКРЕКП з пропозицією скасувати постанову №2010.

Постановою Кабінету Міністрів України від 11.08.2021 № 859 внесено зміни до Положення, якими передбачено з 01.10.2021 до 30.04.2022 такі ціни на електричну енергію для колективних побутових споживачів (крім гуртожитків) $C_{\text{ел.ен.}} = 1,68$ грн/кВт·год урахуванням ПДВ;

2 ЗАХОДИ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ДЕВ'ЯТИПОВЕРХОВОМУ БУДИНКУ

2.1 Зменшення споживання електроенергії при модернізації системи освітлення в місцях загального користування

Останнім часом, у зв'язку з ростом цін на енергоносії, актуальним стає їхня економія. Першим етапом процесу економії енергії є проведення комплексного енергетичного обстеження об'єкта (енергоаудит) і розробка на його основі економічно доцільних заходів щодо економії енергії. Дані заходи розробляються для кожного окремого типу споживача енергії: опалення, технологія, освітлення, вентиляція й т.п. Спочатку проводиться аналіз стану систем енергоспоживання, а потім — розрахунки економії енергії за певними методиками.

Найпростіший спосіб знизити енерговитрати в багатоповерховому житловому будинку – це заощадити на освітленні місць загального користування. Далеко не всі представляють, скільки переплачують за те, що в під'їзді вночі горить світло (а часом і взагалі цілодобово).

Переважну більшість освітлювальних установок можна поліпшити у відношенні загальних грошових витрат і скороченні споживання електроенергії, якщо застосувати вдосконалені технології й більш ефективне устаткування. Деякі зміни для реалізації значних вигід можуть зажадати лише дуже невеликих або взагалі нульових капітальних витрат. В інших випадках можуть знадобитися інвестиції капіталу в нове обладнання, і тоді необхідно співвідносити необхідні капітальні витрати з економією експлуатаційних витрат. Часто строк окупності виявляється напрочуд малим.

Система освітлення є вагомим споживачем електроенергії, особливо в житлових будинках (до 40 %). Нижче наведені різновиди ламп за енергоспоживанням.

2.1.1 Види ламп освітлення

Лампа розжарювання - найпоширеніший вид лампочок (рисунок 2.1.). На думку фахівців, це обумовлюється простотою конструкції й застосування, універсальністю й невисокою вартістю. Лампи розжарювання - теплове джерело світла, спектр якого відрізняється від денного світла перевагою жовтого й червоного випромінювання й повною відсутністю ультрафіолету. Застосовуються такі лампи, як правило, у побутовому й декоративному освітленні, а також там, де до освітлення не пред'являють особливих вимог, а споживання й термін служби ламп не є визначальними факторами.



Рисунок 2.1 – Лампа розжарювання

У лампі розжарювання використовується ефект нагрівання провідника (тіла розжарення) при протіканні через нього електричного струму (теплова дія струму). Температура тіла напруги різко зростає після включення струму. Тіло розжарення випромінює електромагнітне теплове випромінювання згідно із законом Планка. Функція Планка має максимум, положення якого по шкалі довжин хвиль залежить від температури.

Недоліки:

- низька світлова віддача;
- відносно малий термін служби;
- крихкість, чутливість до удару й вібрації;
- кидок струму при включенні (приблизно десятикратний);

- при термоударі або розриві нитки під напругою можливий вибух балона;
- різка залежність світлової віддачі й терміну служби від напруги;
- лампи розжарювання становлять пожежну небезпеку, через 30 хвилин після включення ламп розжарювання температура зовнішньої поверхні досягає залежно від потужності наступних величин: 25 Вт - 100 С⁰, 40Вт - 145 С⁰, 75 Вт - 250 С⁰, 100 Вт - 290 С⁰, 200 Вт - 330 С⁰;
- нагрівання частин лампи вимагає термостійкої арматури світильників;
- світловий коефіцієнт корисної дії ламп розжарювання, який визначається як відношення потужності променів видимого спектра до потужності, що споживається від електричної мережі, досить малий і не перевищує 4 %. Включення електролампи через діод, який часто застосовується з метою продовження ресурсу на сходових майданчиках, у тамбурах, ускладнює заміну місця, ще більше підсилює її недоліки.

Люмінесцентна лампа (ЛЛ) - газорозрядне джерело світла, у якому електричний розряд у парах ртуті створює ультрафіолетове випромінювання, яке перетворюється у видиме світло за допомогою люмінофора - суміші галофосфата кальцію з іншими елементами.

Світлова віддача люмінесцентної лампи в кілька раз більше, ніж у ламп розжарювання аналогічної потужності . Термін служби люмінесцентних ламп може в 10 раз перевищувати термін служби ламп розжарювання за умови забезпечення достатньої якості електроживлення, балансу й дотримання обмежень по числу включень і відключень. Загальний вигляд люмінесцентних ламп представлено на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 - Люмінесцентна лампа

Популярність люмінесцентних ламп обумовлена їхніми перевагами над лампами розжарювання:

- значно більша світловіддача (люмінесцентна лампа 20 Вт дає освітленість як лампа розжарювання на 100 Вт) і більш високий ККД;
- різноманітність відтінків світла;
- розсіяне світло;
- тривалий термін служби (2000... 20000) годин, на відміну від 1000 у ламп розжарювання, за умови забезпечення достатньої якості електроживлення, балансу й дотримання обмежень по числу включень і вимикань (тому їх не рекомендується застосовувати в місцях загального користування з автоматичними вимикачами й з датчиками руху).

До недоліків відносять:

- хімічна небезпека (ЛЛ містять ртуть у кількості від 10 мг до 1 г);
- нерівномірний, лінійчатий спектр, неприємний для очей і викликає викривлення кольору освітлених предметів (існують лампи з

люмінофором спектра, близького до суцільного, але мають меншу світловіддачу);

- деградація люмінофора згодом приводить до зміни спектра, зменшення світловіддачі і як наслідок зниження ККД ЛЛ;

- мерехтіння лампи з подвоєною частотою мережі живлення (застосування електронних пускорегулюючих апаратів (ЕПРА) вирішує проблему, за умови достатньої ємності конденсатора, який згладжує випрямлений струму на вході інвертора ЕПРА (виробники часто заощаджують на ємності конденсатора));

- наявність додаткового пристосування для пуску лампи - пускорегулювального апарата (громіздкий дросель із ненадійним стартером або ж дорогим ЕПРА);

- дуже низький коефіцієнт потужності ламп - такі лампи є невдалим навантаженням для електромережі (нівелюється застосуванням дуже дорогих ЕПРА з коректором коефіцієнта потужності). Існують і більш дрібні недоліки.

Енергоефективна лампа (рисунок 2.3) - електрична лампа, яка володіє значно більшою світловіддачею (співвідношенням між світловим потоком і потужністю, що споживається), наприклад у порівнянні з найпоширенішими зараз у побуті лампами розжарювання. Завдяки цьому заміна ламп розжарювання на енергозберігаючі сприяє економії електроенергії.

Часто в побуті енергозберігаючими називають тільки компактні люмінесцентні лампи, які некоректно в силу того, що енергозберігаючі лампи можуть мати іншу конструкцію (наприклад, люмінесцентні лампи лінійного типу зі зниженим змістом ртуті й меншим діаметром трубки), або навіть ґрунтуватися на інших фізичних принципах - таких, як світлодіодні лампи, які володіють перед люмінесцентними рядом переваг: більша світловіддача, вище механічна міцність через відсутність тендітної скляної колби й вольфрамових ниток, довговічність і незалежність від частих перемикачів, більш природній спектр, щоправда, при більш високій ціні. Образ

компактних люмінесцентних ламп часто використовується в рекламі, яка закликає до економії електроенергії й енергозбереження, що сприяє поширенню цієї омани.



Рисунок 2.3 - Енергоефективні лампи

Галогенні лампи (рисунок 2.4) - лампа розжарювання, у балон якої доданий буферний газ: пари галогенів (бromу або йоду). Це підвищує час життя лампи до (2000...4000) годин, і дозволяє підвищити температуру спіралі. При цьому робоча температура спіралі становить приблизно 3000 К. Ефективна світловіддача більшості масово зроблених галогенних ламп на 2021 рік представляє від (15...22) лм / Вт.

Хоча галогенні лампи не досягають ефективності люмінесцентних і тим більше світлодіодних ламп, їх перевага полягає в тому, що вони можуть бути без яких-небудь доробок використані як пряма заміна звичайних ламп розжарювання, наприклад, з дімерами й з вимикачами. Галогенні лампи також активно використовуються в автомобільних фарах завдяки їхній підвищеній світловіддачі, довговічності, стійкості до коливань напруги, малим розмірам колби.



Рисунок 2.4 - Галогенні лампи

Потужні галогенні лампи використовуються в прожекторах, рампах, а також для освітлення при фото-, кіно- і відеозйомці, у кінопроекційній апаратурі, в офсетній і флексографічній печаті й шовкографії, для експонування й сушіння матеріалів, чутливих до ультрафіолетового випромінювання.

Світлодіод або світловипромінюючий діод - напівпровідниковий прилад з електронно - дірковим переходом, який створює оптичне випромінювання при пропусненні через нього електричного струму в прямому напрямку. Випромінюване світло лежить у вузькому діапазоні спектра. Його спектральні характеристики залежать багато в чому від хімічного складу використаних у ньому напівпровідників. Інакше кажучи, кристал світлодіода випромінює конкретний колір, на відміну від лампи, яка випромінює більш широкий спектр, і де конкретний колір відсівається зовнішнім світлофільтром. Світловипромінюючі діоди зображені на рисунку 2.5.

Газорозрядна лампа (рисунок 2.6) - джерело світла, яке випромінює енергію у видимому діапазоні. Фізична основа - електричний розряд у газах. Останнім часом прийнято називати газорозрядні лампи розрядними лампами.



Рисунок 2.5 - Світловипромінюючі діоди



Рисунок 2.6 - Газорозрядні лампи

Через джерело світла, яке виходить назовні й використовується людиною, газорозрядні лампи діляться на:

- люмінесцентні лампи , у яких в основному назовні виходить світло від шару люмінофора яким покривається лампа, при збудженні випромінюванням газового розряду;
- газорозрядні лампи, у яких назовні виходить саме світло від газового розряду;

- електродні лампи, у яких використовується світіння електродів, порушених газовим розрядом.

За величиною тиску розрядні лампи діляться на :

- газорозрядні лампи високого тиску – ГРЛВТ;
- газорозрядні лампи низького тиску - ГРЛНТ.

Натрієва газорозрядна лампа (НЛ) - електричне джерело світла є тіло, що світиться при газовому розряді у парах натрію. Тому переважаючим у спектрі таких ламп є резонансне випромінювання натрію; лампи дають яскраве помаранчево - жовте світло. Ця специфічна особливість НЛ (монохроматичне випромінювання) викликає при освітленні ними незадовільну якість передачі кольору. Через особливості спектра й істотне мерехтіння на подвоєній частоті живильної мережі НЛ застосовуються в основному для вуличного освітлення, архітектурного й декоративного. Для внутрішнього освітлення виробничих площ використовується у випадку, якщо немає вимог до високого значення індексу передачі кольору джерела світла.

Незважаючи на свої недоліки, натрієві лампи є одними з найбільш ефективних електричних джерел світла. Світловіддача натрієвих ламп високого тиску досягає 150 люмен/Ват, низького тиску - 200 люмен/Ват. Термін служби натрієвої лампи до 28,5 тис. годин.

Ртутні газорозрядні лампи являють собою електричне джерело світла, у якому для генерації оптичного випромінювання використовується газовий розряд у парах ртуті. Ртутні лампи є різновидом газорозрядних ламп. Для найменування всіх видів таких джерел світла у вітчизняній світлотехніці використовується термін «розрядна лампа» (РЛ), включений до складу Міжнародного світлотехнічного словника, затвердженого Міжнародною комісією з освітлення.

Залежно від тиску, розрізняють РЛ низького тиску (РЛНТ), високого тиску (РЛВТ) і надвисокого тиску (РЛНВТ).

До РЛНТ відносять ртутні лампи з величиною парціального тиску пар ртуті в постійному режимі менше 100 Па. Для РЛВТ ця величина становить близько 100 кПа, а для РЛСВТ - 1МПа й більше.

Світловий потік лампи - це одна з головних характеристик, яка визначає кількість світла, яке дає та або інша лампа. Світловий потік ламп вимірюється в люменах.

Наприклад, встановлена в люстрі лампа розжарювання потужністю 100 Вт має світловий потік в 1300 Лм, 12 ватна люмінесцентна (енергозберігаюча) лампа - 630 Лм, а натрієва лампа ДНаТ потужністю 400 Вт у світильнику, який освітлює проїзну частину – 45000 Лм. Різні типи ламп мають різний світловий потік, що визначає ефективність перетворення електричної енергії у світло (тобто ККД) отже, різну економічну ефективність застосування.

Світловий потік ламп розжарювання (термін служби 1000 годин) може коливатися, залежно від напруги в мережі.

Характеристика ламп розжарювання представлена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика ламп розжарювання

Потужність лампи розжарювання	Світловий потік, (Люмен)	Люмен/Ват
25 Вт	250	10
40 Вт	400	10
60 Вт	630	11
100 Вт	1300	13
200 Вт	2800	14

Світловий потік люмінесцентних (енергозберігаючих) ламп (термін служби (5...8) тис.годин), після 50 % роботи від заявленого терміну служби падає до 30 % від початкового значення.

Характеристика люмінесцентних ламп представлена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Характеристика люмінесцентних ламп

Потужність люмінесцентної лампи	Світловий потік, (Люмен)	Лм/Ват
5 Вт	250	50
8 Вт	400	50
12 Вт	630	52
15 Вт	900	60
20 Вт	1200	60
24 Вт	1500	62
30 Вт	1900	64

2.1.2 Датчики руху

Датчики руху (рисунок 2.7) встановлюють для істотного зниження витрати на електроенергію. Датчики руху доречні скрізь, і в коридорах, і в коморах, і на сходах – там, де людина перебуває нетривалий час. Придбання датчика руху для освітлення обходиться порівняно дешево, а експлуатація вкрай зручна. Працює даний прилад за рахунок інфрачервоного випромінювання, у якому запрограмований сигнал передається на матрицю. Коли людина з'являється в кімнаті, освітлення включається, а коли залишає, освітлення гасне через певний час. Виключаються випадки того, коли людина забуває виключати світло. Таким чином, досягається колосальна економія електроенергії. Переваги датчиків руху: компактність (можуть бути вмонтовані непомітно), зручність розміщення (датчики можуть бути

встановлені в будь-якій частині), ощадливість електроенергії (освітлення включається тільки в потрібний час). Фотоелемент реагує на інтенсивність освітлення ранком і ввечері, при цьому освітлення включається автоматично при певній освітленості. Перевага полягає в тому, що освітлення включається й вимикається автоматично у встановлений час доби. Час включення й відключення можна змінювати шляхом зміни положення контактів включення й відключення.



Рисунок 2.7 – Різновиди датчиків руху

2.2 Зменшення витрати електроенергії при модернізації ліфтового устаткування

Ліфтове господарство – це галузь із підвищеною енергоємністю, оскільки щорічна витрата електроенергії при експлуатації ліфтового устаткування становить близько одного мільярда кіловат-годин. У зв'язку з

цим, впровадження новітніх енергозберігаючих технологій при модернізації ліфтового устаткування стає вкрай актуальним завданням. Систематичний аналіз інформації будівельних, монтажних і проектних організацій дозволяє зробити висновок, що в якості базисної програми по енергозбереженню на ліфтах необхідно розглядати впровадження частотно-регульованих електроприводів, головний елемент яких – частотний перетворювач.

Застосування частотно - регульованого електропривода піднімального обладнання (лебідки) ліфта значно підвищує комфортність при русі кабіни, забезпечує безшумність і високу точність зупинки, збільшує довговічність механічного устаткування, а також дозволяє знизити витрати електроенергії на (40...60) %. Підвищує комфортні показники при русі кабіни ліфта й довговічність механічного устаткування за рахунок одержання плавних перехідних процесів. Знижує експлуатаційні витрати на капітальний ремонт устаткування за рахунок значного зниження динамічних навантажень в елементах кінематичного ланцюга.

Зниження споживання електроенергії досягається завдяки значному зменшенню обертових махових мас лебідки, що виключає непродуктивні втрати в перехідних пуско - гальмових режимах: плавні перехідні процеси дозволяють знизити динамічні навантаження в елементах кінематичного ланцюга приводу ліфта, що приводить до збільшення терміну служби редуктора головного приводу, канатоведучого шківа, гальмових колодок, електродвигуна, тягових канатів, елементів підвіски противаги.

Це видно з даних, отриманих у результаті проведених компанією по обслуговуванню ліфтів порівняльних випробувань пасажирських ліфтів до модернізації й після.

Економія електроенергії до й після модернізації ліфтового устаткування представлена таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Економія електроенергії до й після модернізації ліфтового устаткування

Найменування	Ліфт г/п 320 кг, швидкість $V = 1$ м/с	Ліфт г/п 500 кг, швидкість $V = 1$ м/с
Середній машинний час роботи на добу, год.	6,8	6,4
Середнє число пусків у годину	104	96
Споживана електроенергія, кВт·год		
Нерегульований привід		
на місяць	1224	1420
на рік	14892	17286,4
Регульований привід		
на місяць	622,2	614,4
на рік	7570	7475,2
Економія електроенергії, кВт·год		
на місяць/проц.	601,8/49,2	805,6/56,7
на рік/проц.	7322 / 27 750,38	9811,2/37 184,45

2.2.1 Софт-стартери ліфтового устаткування

Софт-стартери - обладнання плавного пуску для керування асинхронними електродвигунами. Ринок даного устаткування представлений різними виробниками (Итан, Шнейдер Електрик), більш детально деяких з них ми розглянемо нижче.

Одним з таких виробників софт-стартерів є компанія Eaton. Обладнання плавного пуску від Eaton мають високий потенціал економії. Вони вважаються одними із самих компактних на ринку. Завдяки низькому рівню шуму їх можна використовувати з насосами, конвеєрами й ліфтами в житлових і офісних будинках. Введення пристрою плавного пуску (ППП) в

експлуатацію спрощується за рахунок зручного керування й налаштування. Відразу після запуску двигуна крутний момент за частки секунди може досягати (150...200) %, а струм – (600...800) % від номінального. Через це в місцевій електромережі виникає спадання напруги, яка може створювати проблеми. Якщо падіння занадто велике, є ризик, що не запуститься й сам двигун.

Обладнання плавного пуску виготовляються в строгій відповідності з вимогами стандарту EN60 947-4-2 / IEC (рисунок 2.8).



Рисунок 2.8 - Обладнання плавного пуску DS7 від Eaton [24]

Нові софт-стартери серії S8x1+ забезпечують плавний пуск насосів, конвеєрів і ліфтів. До додаткових переваг використання таких ППП відносяться максимально компактні розміри в класі, розширена функціональність і найбільший на ринку набір вбудованих захистів як системи, так і двигуна.

У цей час у машинному устаткуванні найбільше поширення в якості простих і економічних приводних систем одержали трифазні двигуни. Проте прямий пуск або пуск перемиканням із зірки на трикутник не завжди є оптимальним рішенням.

Софт-стартер серії S8x1+ від Eaton представлено на рисунку 2.9.



Рисунок 2.9 – Софт-стартер серії S8x1+ від Eaton [24]

Обладнання плавного пуску являють собою вигідну альтернативу майже для будь-якого застосування, оскільки дозволяють збільшувати крутний момент без стрибків і захищають мережу від кидків струму.

Комплексні функції контролю потужності й коефіцієнта потужності, струмів і напруги фаз, температури обладнання й інших параметрів дозволяють заощадити на додатковому вимірювальному устаткуванні й витратах на його підключення.

Захист від перевантаження двигуна й обладнання плавного пуску запобігає ушкодженню устаткування в нормальних і аномальних умовах.

2.2.2 Обладнання плавного пуску для ліфтів

Вибираємо перетворювач частоти (ПЧ) типу ATV58HU90N4S309 виробництва Шнайдер Електрик, його параметри представлено в таблиці 2.4, а його зовнішній вигляд і схема підключення зображені на рисунку 2.10 і 2.11.

Таблиця 2.4 - Параметри перетворювача частоти

Тип	Мережа					Двигун	Перетворювач		
	U пит.	I лин.	I макс. к.з.	Потужність двигуна		Макс. перех. струм	Втрати потужнос ті	Маса	
	В	А	КА	кВт	л.с	А	Вт	кг	
ATV58 HU90N 4S309	380	17	5	5,5	7,7	13	17,7	200	6,9

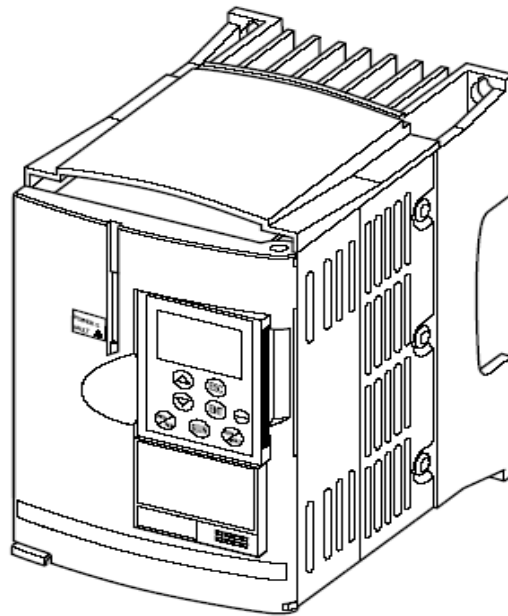


Рисунок 2.10 – Перетворювач частоти типу ATV58HU90N4S309 [25]

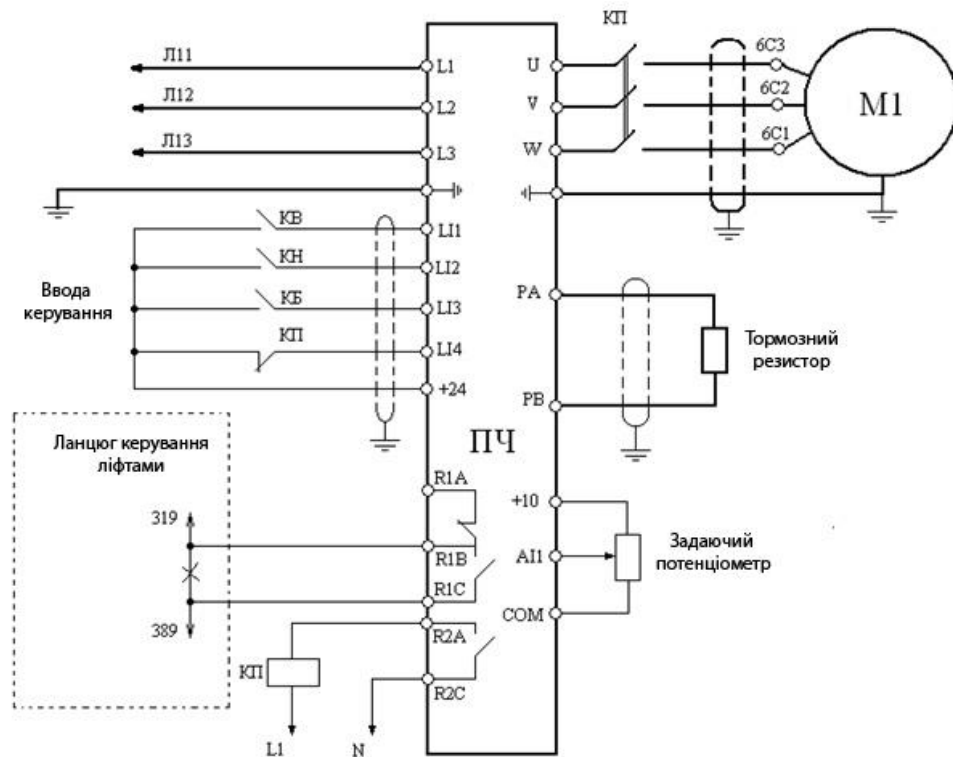


Рисунок 2.11 - Схема підключення ПЧ до мережі й до двигуна

Цикл роботи головного приводу ліфта в нормальному режимі наступний. У вихідному стані кабіна ліфта нерухлива. При необхідності пересування з обладнання керування на ПЧ надходить сигнал завдання напрямку руху, а з замиканням контактів пускача обмотка двигуна підключається до перетворювача. З контактів вбудованого в ПЧ реле на обладнання керування приходить сигнал про готовність ПЧ до роботи. На двигун подається напруга, необхідна для створення моменту втримання. Після наростання струму в обмотках двигуна до величини, що забезпечує момент утримання, на обладнання керування через замкнені контакти іншого вбудованого в ПЧ реле надходить відповідний сигнал. Після цього, по командах з обладнання керування, знімається механічне гальмо, а на ПЧ надходить сигнал завдання рівня робочої (підвищеної) швидкості. Після одержання цього сигналу ПЧ формує на обмотці двигуна напругу таким чином, що при цьому забезпечується плавний пуск кабіни ліфта з необхідними прискореннями й ривками до робочої швидкості. Після наїзду на датчик уповільнення з обладнання керування на ПЧ надходить сигнал

завдання зниженої швидкості. ПЧ формує напругу, що забезпечує плавне гальмування до швидкості дотягування. Ліфт продовжує рух зі зниженою швидкістю до наїзду на датчик точної зупинки, після чого по команді з обладнання керування ПЧ формує напругу, що забезпечує остаточне загальмовування й утримання. Після зупинки двигуна із ПЧ на обладнання керування подається сигнал про закінчення руху, по вступу якого накладається механічне гальмо, двигун відключається від ПЧ, а всі командні сигнали із ПЧ знімаються. Цикл роботи головного приводу при цьому закінчений.

Низькошвидкісна обмотка застосовуваного двошвидкісного двигуна використовується при монтажних і ремонтних роботах, а також при виході з ладу ПЧ. При цьому її живлення може здійснюється через додаткові комутуючі обладнання.

Використання ПЧ дає наступні переваги:

- збільшений діапазон регулювання швидкості, що поліпшує точність зупинки;
- більш високу точність підтримки швидкості ліфта, незалежно від завантаження кабіни, що забезпечує підвищену продуктивність, і зниження часу проїзду;
- обмежені пускові струми двигуна, що зменшує витрату електроенергії, знижує нагрівання й збільшує термін служби ізоляції;
- не потрібне використання додаткових маховиків, що також знижує витрату електроенергії й зменшує нагрівання;
- зняття й накладення механічного гальма відбувається при повністю зупиненому роторі двигуна, що знижує зношування колодок гальма й підвищує надійність його роботи.

2.3 Зменшення споживання електроенергії при модернізації насосного устаткування в системі подачі води

2.3.1 Насоси з частотно - регульованим приводом

Лампочки й ліфти – усе це очевидні заходи щодо обліку й зниження витраченої енергії, тобто обладнання, економія на яких так само важлива, але часом не настільки очевидна. Це устаткування, яке «ховається» у підвалі й забезпечує функціонування всіх інженерних систем у будинку, а саме – насоси. Вони щодня доставляють підігріту до заданої температури воду в радіатори й крани. Споживання електроенергії цим обладнанням досить значне – близько (20...30) % від загальних витрат.

Зараз у системах опалення й водопостачання будинків усе частіше починають застосовувати енергоефективне насосне устаткування. Якщо порівняти використання насосів з частотно - регульованим приводом (ЧРП) і без нього, стане ясно, наскільки енергоефективне устаткування, з ЧРП, вигідніше.

Розглянемо спосіб регулювання продуктивності за допомогою дроселювання потоку засувкою на нагнітанні й зміною обертів робочого колеса насоса за допомогою напівпровідникового перетворювача частоти.

Можливість керування частотою обертання короткозамкнених асинхронних електродвигунів була доведена відразу після їхнього винаходу. Реалізувати цю можливість вдалося лише з появою силових напівпровідникових приладів — спочатку тиристорів, а пізніше транзисторів IGBT. У цей час в усьому світі широко реалізується частотний спосіб керування асинхронною машиною, який сьогодні розглядається не тільки з погляду економії енергії, що споживається, але й з погляду вдосконалення керування технологічним процесом. У промислово розвинених країнах техніка застосування частотно - регулюючих приводів використовується більш 30 років. Протягом цього часу закладалися наукові й методичні

основи, розроблялися й удосконалювалися технічні засоби керування електроприводом, удосконалювалися технологічні процеси й устаткування, коректувалися навчальні курси для підготовки фахівців. Накопичений досить великий досвід у прийнятті технічних рішень при створенні систем, що використовують цей тип приводів, ряд рішень стандартизований. Однак, на жаль, це відноситься до стану справ у інших країнах. У нашій країні склалася трохи інша ситуація. Частотно - регулюючі приводи, що відповідають вимогам надійності й електромагнітної сумісності з електричними мережами, з'явилися на українському ринку порівняно пізно, та й ціна їх в умовах ринкової економіки досить висока. Наявний не завжди позитивний досвід застосування тиристорних приводів визначив обережне відношення до використання сучасних систем, а щодо очікуваного економічного ефекту від їхнього впровадження багато експлуатаційників виражають недовіру. Дійсно, враховуючи порівняно високу вартість напівпровідникових перетворювачів, які застосовуються для регулювання частоти обертання асинхронних приводів, на сьогоднішній день найбільш важливим є питання повернення засобів, вкладених у їхнє впровадження. Тому особлива увага приділяється порівнянню енергетичних втрат у приводах нагнітачів з різними видами керування. Для ілюстрації причин, за рахунок чого й коли з'являється можливість економії енергії, яка споживається приводами насосів, і що необхідно робити для того, щоб цю економію одержати, не порушуючи загальний хід технологічного процесу, візьмемо узагальнену технологічну схему системи, що забезпечує подачу води в мережу споживачів з постійним заданим тиском.

Приклад спрощеної схеми системи, що забезпечує подачу води в мережу споживачів з постійним заданим тиском наведено на рисунку 2.12.

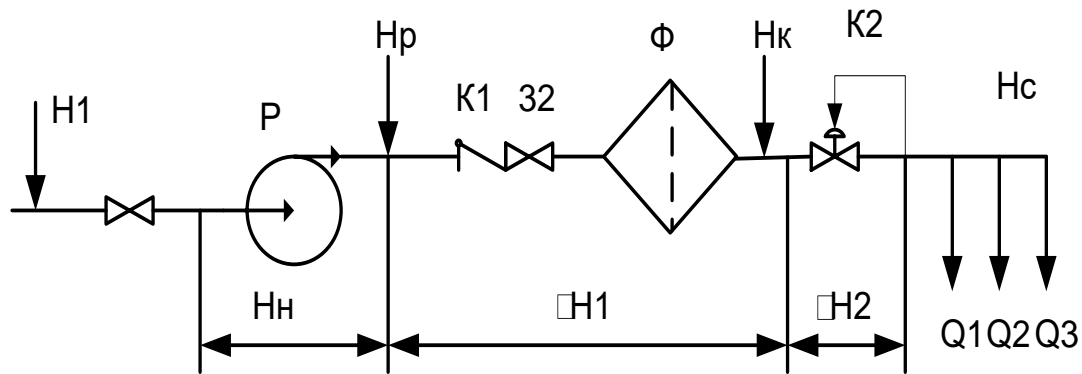


Рисунок 2.12 - Приклад спрощеної схеми

Аналогічний підхід можна прийняти і в інших технологічних схемах, де в якості речовини, що транспортується, може бути рідина. Основними елементами схеми є запірні технологічні засувки 31 і 32, насосний агрегат P , зворотний клапан $ДO_1$, фільтр води Φ і регулювальний клапан K_2 . В цій схемі можна виділити й основні технологічні параметри, серед яких H_1 — напір, що створюється джерелом подачі води, H_p — напір, одержуваний після насосного агрегату, H_k — напір перед регулювальним клапаном, H_c — напір у мережі споживачів і $Q_1 - Q_3$ — витрати води споживачами мережі. Крім того, можна виділити напір H_n , що розвивається насосним агрегатом, а також втрати напіру на елементах системи, що розташовані між насосним агрегатом P и мережею споживачів: δH_1 — втрати напіру на засувці 32 і водяному фільтрі й H_2 — втрати напіру на регулювальному клапані.

Розглядаючи енергетичні характеристики технологічного процесу об'єкта, можна розрахувати необхідну (корисну) енергію для подачі води споживачам за формулою:

$$W_c = H_c \cdot (Q_1 + Q_2 + Q_3) \quad (2.1)$$

Для нормальної роботи мережі частіше всього необхідно створення постійного значення напору H_c . Величини витрат Q_1 - Q_3 визначаються споживачами і протягом часу можуть змінюватися.

Гідравлічна енергія, що розвивається насосним агрегатом, може бути отримана як:

$$W_n = H_n \cdot (Q_1 + Q_2 + Q_3), \quad (2.2)$$

де сума витрат представляє собою загальну витрату води мережі Q_c .

В ідеальному варіанті бажано, щоб зберігалась рівність W_c і W_n . Насправді між насосним агрегатом та мережею встановлені елементи зі своїми гідравлічними опорами, на яких губиться частина напору, що розвивається насосним агрегатом:

$$H_g = H_1 + H_2. \quad (2.3)$$

Таким чином, втрати енергії на технологічне забезпечення параметрів рідини, що перекачується, можна визначити як:

$$W_g = H_g \cdot Q_c. \quad (2.4)$$

Отож, для підтримання заданих технологічних параметрів мережі насос повинен розвивати гідравлічну потужність, рівну:

$$W_n = H_c \cdot (Q_1 + Q_2 + Q_3) + H_g \cdot (Q_1 + Q_2 + Q_3). \quad (2.5)$$

Останній вираз показує, що втрати енергії в технологічному процесі залежать від витрати мережі (технологічного навантаження), що

визначається споживачем, і втрат напору на устаткуванні насосної станції H_v , які визначаються гідравлічним опором елементів схеми. В загальному випадку оцінити ці втрати напору можна, порівнявши показання манометрів перед напірною засувкою 32 і манометра в мережевому трубопроводі. Чим більше різниця в їх показаннях, тим більше втрат енергії має система.

Для організації процесу з мінімальними енергетичними втратами необхідно, у першу чергу, знизити втрати напору між трубопроводом насосного агрегату й мережею споживачів - H_v . Тепер розглянемо роботу технологічного процесу, з погляду зміни параметрів навантаження мережі Q_c . Для цього скористаємося відомими $Q-H$ характеристиками для насосних агрегатів і мережі (рисунок 2.13).

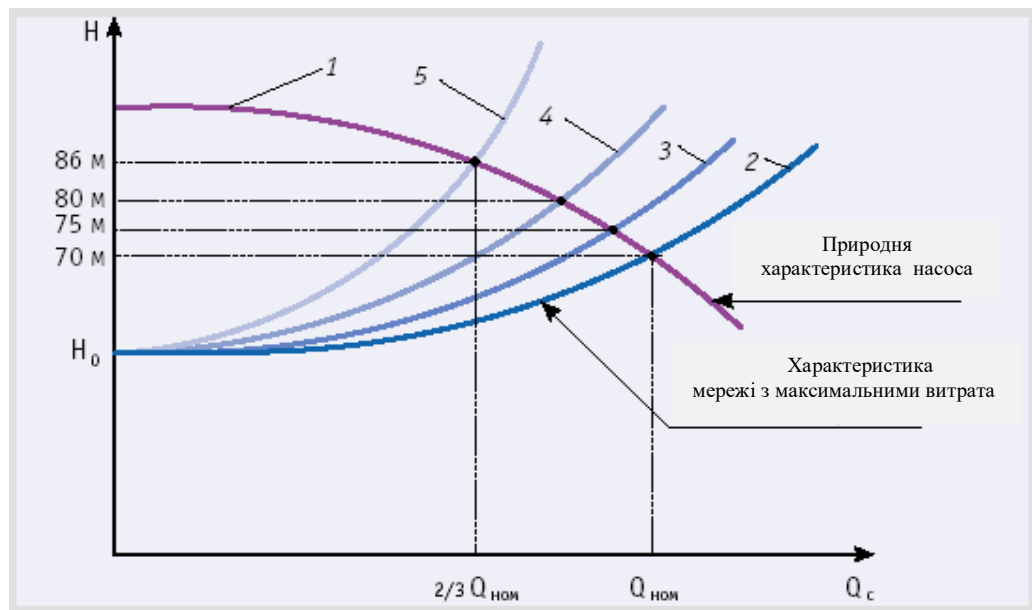


Рисунок 2.13 - Характеристики насосного агрегату й мережі без регулювання тиску

Крива 1 відповідає напорній характеристиці насосного агрегату, а крива 2 — гідравлічній характеристиці мережі, де H_0 - необхідний статичний напір мережі. Точка перетинання цих характеристик є ідеальною розрахунковою точкою спільної роботи насосного агрегату і мережі ($Q_{ном}$).

При зміні конфігурації мережі внаслідок підключення або відключення споживачів або зміні споживання води за допомогою запірної арматури, встановленої безпосередньо на водоспоживаючому устаткуванні, міняється її гідравлічна характеристика - лінії 3,4,5. Відповідно будуть зміщатися точки перетинання характеристик. Як видно з рисунка, зі збільшенням витрати зменшується тиск у мережі. Крім того, у процесі функціонування залежно від режимів роботи системи може мінятися тиск перед насосом, який створюється джерелом водопостачання. Зміни цього тиску також відбиваються на величині тиску в мережі споживачів. Такий характер взаємозв'язку параметрів вимагає установки в системі дросельних регулюючих елементів, регулювальних клапанів (як правило, їхню роль виконують напірні засувки агрегатів). Ці елементи створюють додатковий гідравлічний опір і дозволяють забезпечити стабільний тиск у мережному трубопроводі. При використанні дросельних елементів відбувається розподіл напору на елементах системи. Цей розподіл напору приведений на рисунку 2.14, де H_d — спадання напору на дросельному елементі.

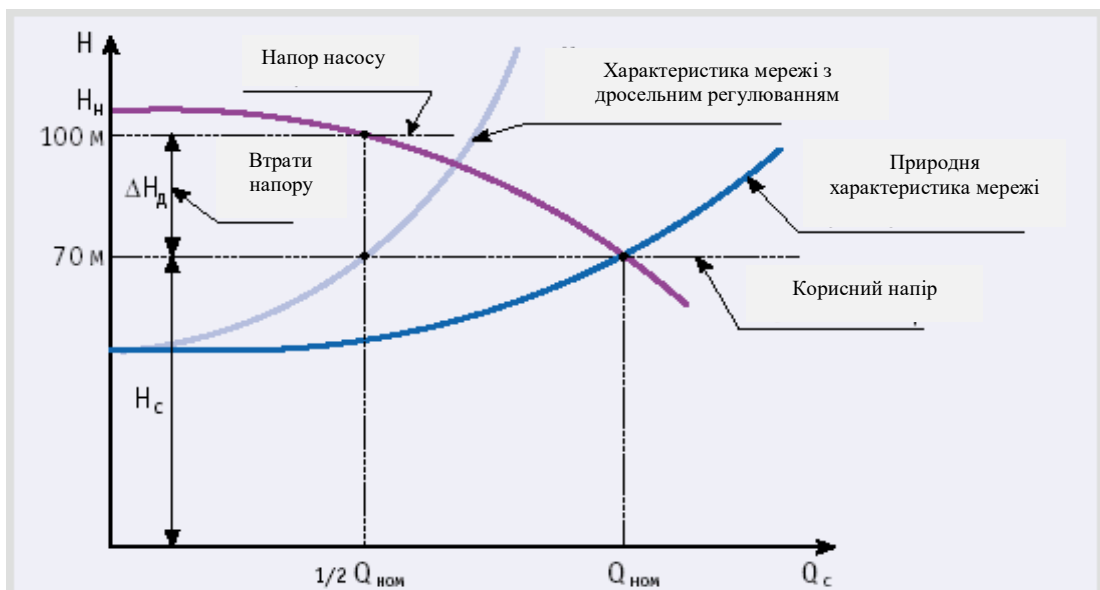


Рисунок 2.14 - Характеристики насосного агрегату й мережі з дросельним регулюванням

Для підтримки заданого тиску в мережному трубопроводі при зміні витрати рідини доводиться змінювати гідравлічний опір регулюючого елемента. При цьому загальна гідравлічна характеристика буде мати більш крутий вид. Величина H_0 з таким регулюванням неухильно збільшується. Таким чином, чим глибше проводиться дроселювання регулюючим елементом, тим більше енергетичних втрат має весь технологічний процес. На величину втрат при дросельному регулюванні впливає не тільки регулюючий елемент: найчастіше на етапі проектування вибирається насосний агрегат з певним запасом напору, а при заміні насосних агрегатів нове обладнання може мати трохи завищені напірні характеристики. Крім того, діапазон зміни вхідних тисків (перед всмоктувальним патрубком насосного агрегату) впливає на величину тиску за насосним агрегатом. Усі ці обставини приводять до того, що втрати енергії в ході технологічного процесу стають досить великими, що досягають 45 і більш відсотків від номінальної потужності агрегату.

Для рішення завдання мінімізації втрат, пов'язаних з регулюванням тиску в мережі, необхідно виключити додаткові гідравлічні опори на ділянці від насосного агрегату до мережного трубопроводу, тобто необхідно повністю відкрити всю запірно - регулюючу арматуру. Це можна зробити, якщо процес регулювання тиску передати насосному агрегату. Теорія роботи нагнітачів (насосів і вентиляторів) доводить, що зміна частоти обертання приводу нагнітача змінює його напірні характеристики. Крім того, напір, що створюється нагнітачем, пропорційний квадрату частоти обертання агрегату.

Зміна напірних характеристик насосного агрегату при зміні частоти обертання ілюструє рисунок 2.15, на якому крива 1 відповідає номінальній (при номінальній частоті обертання приводу) напірній характеристиці, а криві 2,3,4 — напірним характеристикам при зниженій частоті обертання. Якщо організувати роботу приводу насосного агрегату таким чином, щоб він при зміні параметрів технологічного процесу (витрати в мережі й тиску на вході агрегату) змінював частоту обертання, то в підсумку можна без

істотних втрат енергії стабілізувати тиск у мережі споживачів. При такому способі регулювання виключаються втрати напору (немає дроселюючих елементів), а отже, і втрати гідравлічної енергії.

Спосіб регулювання тиску в мережі шляхом зміни частоти обертання привода насосного агрегату знижує енергоспоживання ще й з іншої причини.

Насос, як пристрій перетворення енергії, має свій коефіцієнт корисної дії — відношення механічної енергії, прикладеної до вала, до гідравлічної енергії, що одержується в напірному трубопроводі насосного агрегату. Характер зміни коефіцієнта корисної дії насоса η_n залежно від витрати рідини Q при різних частотах обертання представлено на рисунку 2.16. Відповідно до теорії подібності максимум коефіцієнта корисної дії зі зменшенням частоти обертання трохи знижується й зміщається вліво.

Аналіз необхідної зміни частоти насосного агрегату при зміні витрати в мережі показує, що зі зменшенням витрати потрібно зниження частоти обертання.

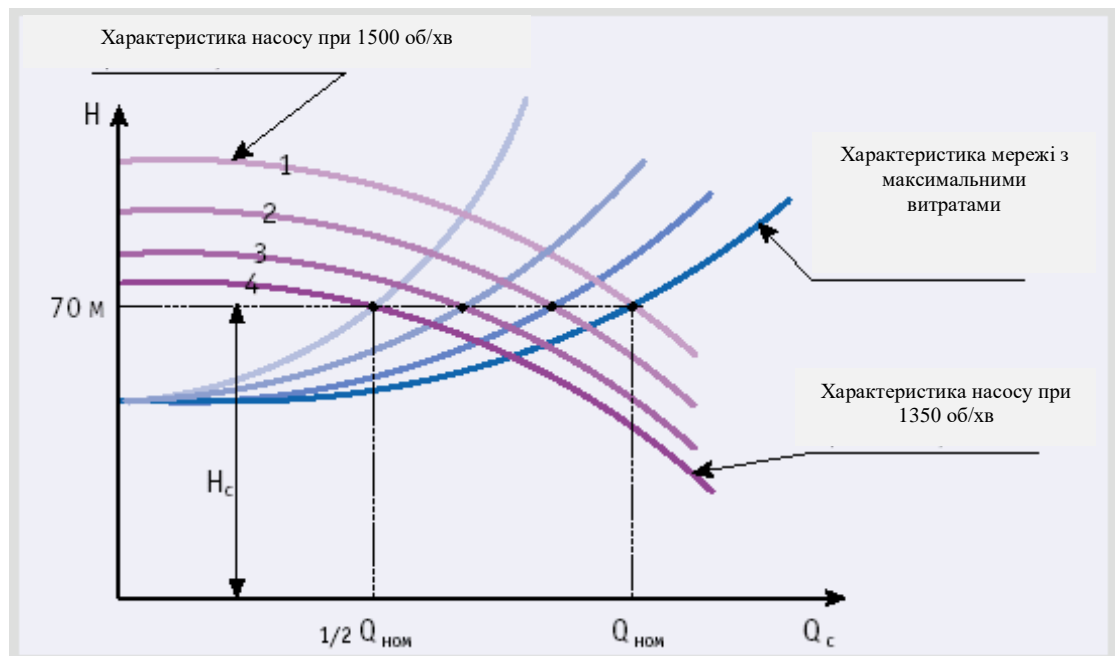


Рисунок 2.15 - Характеристики насосного агрегату й мережі з частотним регулюванням

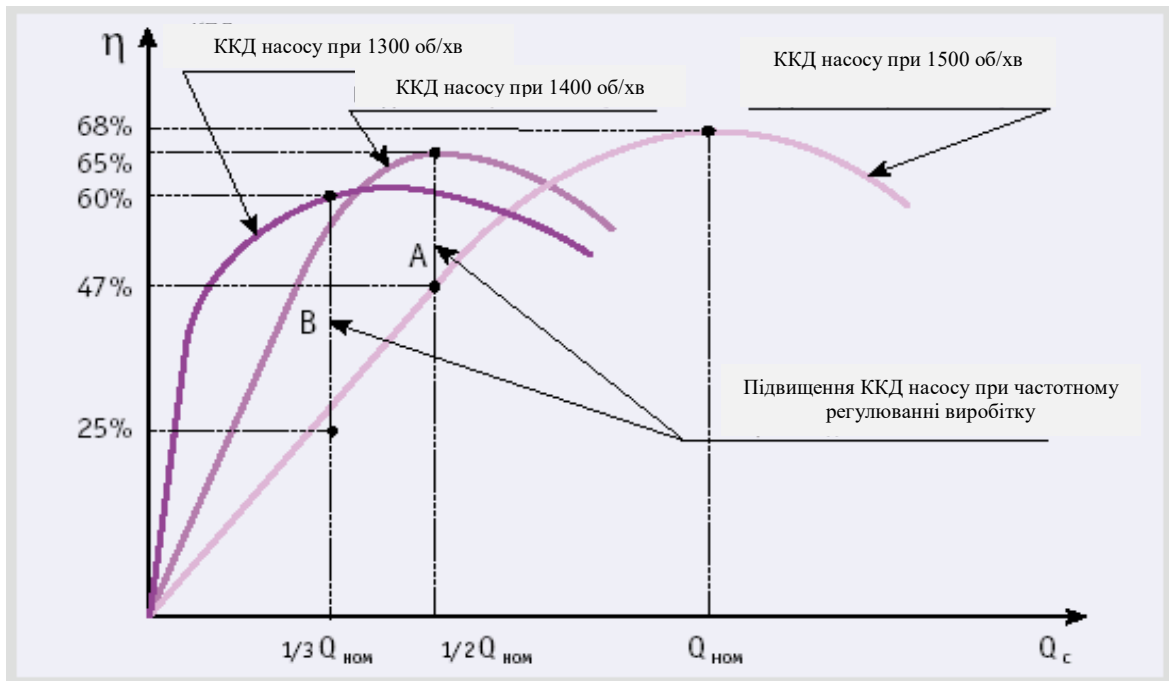


Рисунок 2.16 - Зміна ККД частотно - регулюючого насосного агрегату при зміні продуктивності

Якщо розглянути роботу агрегату для витрати менше номінального (вертикальні лінії А і В), то для цих режимів раціонально працювати на зниженій частоті обертання. У цьому випадку ККД насоса вище, ніж при роботі на номінальній частоті обертання.

Таким чином, зниження частоти обертання відповідно до технологічного навантаження дозволяє не тільки заощаджувати енергію, що споживається, на виключенні гідравлічних втрат, але й одержати економічний ефект за рахунок підвищення коефіцієнта корисної дії самого насоса — перетворення механічної енергії колеса насоса в енергію потоку рідини. Застосування частотного регулювання приводів дозволяє суттєво зменшити експлуатаційні витрати, пов'язані з обслуговуванням агрегатів і систем. Наприклад, зниження перепаду тиску між всмоктувальним і напірним патрубками насосного агрегату збільшує термін служби чепцевих ущільнень, практично виключає гідравлічні удари й забезпечує стабільність

тисків у трубопроводах мереж, а також мінімізує витрати на їхнє обслуговування.

Представлені результати теоретичних і практичних досліджень визначили необхідність широкого впровадження частотно - регульованих приводів у технологічних системах у нашій країні. Однак слід зазначити, що установка тільки перетворювача частоти дозволяє одержати лише малу частину можливого ефекту від впровадження. Говорячи про економічну ефективність, можна сказати, що строк окупності установки частотно-регульованих приводів коливається (1...1,4) роки й залежить від рівномірності завантаження насосних агрегатів. Чим більше нерівномірне завантаження, тим скоріше окупиться установка частотно - регульованого привода.

Для досягнення такого ефекту при проектуванні систем із частотним регулюванням застосовують сучасні схемні рішення й енергоефективні алгоритми керування устаткуванням. До складу системи входять перетворювач частоти Siemens і програмувальний логічний контролер. Контролер забезпечує необхідний алгоритм керування насосними агрегатами й залежно від режиму роботи насосів робить вибір агрегату (за відпрацьованими годинам або встановленим ключам керування), підключення допоміжного агрегату до шин перетворювача (два агрегати від одного перетворювача) або безпосередньо в мережу. Крім того, контролер формує аварійні й попереджувальні повідомлення при відхиленні технологічних параметрів і параметрів приводів від встановлених норм.

Практика застосування частотних перетворювачів для керування насосами доводить доцільність не просто включення перетворювача для керування агрегатом, а створення спеціалізованих систем керування технологічним процесом. Саме такий підхід дозволяє одержати економічний ефект не тільки від зниження електричної потужності, що споживається з мережі, але й добитися істотного зменшення експлуатаційних витрат, поліпшення умов праці й збільшення терміну служби устаткування.

Сучасні перетворювачі частоти дозволяють одержувати більш 20 параметрів стану електропривода. Відповідна обробка цих параметрів дозволяє проводити глибоке діагностування як устаткування системи, так і процесів, що протікають. З'являється можливість не тільки реагувати на виниклу аварію, але й попереджати її, що для енергетичних об'єктів значно важливіше.

Створення систем з частотно - регулюючими приводами, у яких керування частотою здійснюється поряд з контролем цілого комплексу різних технологічних параметрів, дозволяє знизити не тільки споживання електричної енергії. До складу устаткування системи входять перетворювачі частоти, що керують частотою обертання насосів, програмувальний логічний контролер і допоміжне устаткування. Про свій стан перетворювач інформує контролер через вбудовані дискретні й аналогові виходи. Використання мережних можливостей перетворювача в цьому випадку обумовлене вимогами підвищеної надійності до керування насосними агрегатами. Вибір частоти обертання агрегатів проводиться контролером за даними, одержуваними від датчиків технологічних параметрів устаткування.

При створенні простих систем, керуючих нескладним технологічним процесом, можуть використовуватися й більш прості технічні рішення на основі використання мікроконтролерів.

У таких системах процес регулювання технологічного параметра переданий перетворювачу частоти (як правило, з вбудованим ПЧД-регулятором), а керування агрегатами — мікроконтролеру. Подібні рішення досить дешеві, однак забезпечують необхідні алгоритми переключення комутаційної апаратури, реалізують автоматичне введення резерву агрегатів і необхідну сигналізацію для нормальної експлуатації системи.

Підводячи підсумок, можна зробити ряд висновків. Застосування частотно - регулюючих приводів для насосів у системах опалення й водопостачання будинків дозволяє знизити енергоспоживання устаткуванням.

Перед початком впровадження рекомендується провести техніко-економічне обґрунтування, що дозволяє визначити не тільки строки окупності від впровадження, але й правильно організувати технологічний процес із урахуванням можливостей приводів із частотним регулюванням.

Доцільне використання перетворювачів частоти не в якості елементів системи керування конкретного агрегату, а як складових комплексних системних рішень з підключенням широкого набору засобів автоматизації технологічного процесу.

Такі рішення дозволять одержати додатковий ефект, який завідомо більший простої економії електричної енергії.

На закінчення треба додати, що вже сьогодні в нашій країні існує досвід впровадження й експлуатації систем із частотним регулюванням. Пророблені ідеологічні, організаційні й схемо-технічні аспекти їх застосування.

Розроблені й апробовані різні методики визначення економічного ефекту від впровадження частотно - регулюючих приводів, з розрахунку необхідної потужності перетворювача. Крім того, на ринку України представлена велика кількість перетворювачів частоти в самому широкому діапазоні потужностей, організоване їхнє обслуговування й технічне навчання.

Як показує статистика, з кожним роком кількість впроваджуваних систем росте.

Слід зазначити, що на підставі вищевикладеного можна зробити висновок про доцільність застосування способу регулювання насосів у системах опалення й водопостачання будинків за допомогою транзисторних перетворювачів частоти.

Можлива оцінка економії електроенергії на привод насосів наведена нижче.

Потужність, що споживається насосом, визначається за формулою, Вт:

$$N = \frac{G \cdot \Delta H}{3600 \cdot \cos \varphi \cdot \eta}, \quad (2.6)$$

де G – продуктивність насоса, м³/год;

ΔH - напір, що розвивається насосом, Па;

$\cos \varphi$ - косинус кута зсуву фаз між синусоїдами струму й напруги, приймається за паспортними даними двигунів;

η - повний ККД насоса, приймається на підставі паспортних даних на агрегат.

Таким чином, потужність, зекономлена при використанні насосів з частотним регулюванням визначиться за формулою, кВт:

$$\Delta N = \frac{10^{-3} \cdot G \cdot H_g}{3600 \cdot \cos \varphi \cdot \eta} \quad (2.7)$$

де G – продуктивність насоса, прийнята як середнє виробництво, м³/год;

$\cos \varphi$ - косинус кута зсуву фаз між синусоїдами струму й напруги, прийнято 0,9 відповідно до даних, наведених у паспорті двигуна;

η - повний ККД насоса, прийнято 0,64 відповідно до даних паспорта на насосний агрегат.

Порівняння двох систем дає зрозуміти, що регульовані насоси більш економічні. Уже при зниженні витрати в системі до 75 % від максимального витрати на електроенергію знижуються на 29 %. Крім того, при використанні насосних агрегатів із частотно - регульованим приводом тиск у системі також буде знижуватися при скороченні необхідного витрати, отже, шум у клапанах стає менше, система працює тихіше. Строк окупності системи з регульованими насосами буде тем коротше, чим вище розцінки за електроенергію. Насоси виробництва GRUNDFOS є найбільш розповсюдженіший на ринку України. У даному випадку ціна відповідає якості.

2.3.2 Насоси GRUNDFOS

GRUNDFOS - датська компанія – провідний виробник насосів в усьому світі. Циркуляційне насосне устаткування Grundfos для систем опалення й кондиціонування, відцентрові насоси для промисловості, водопостачання і водовідведення - є основною продукцією компанії. Насосна станція Grundfos уже давно зарекомендувала себе як самий популярний товар. На сьогоднішній день компанія Grundfos в Україні займає лідируюче місце з виробництва циркуляційних насосів, опанувавши 50 % світового ринку даного типу насосного устаткування [26].

Перелік насосів Grundfos містить у собі:

- циркуляційні;
- свердловинні;
- дренажно-фекальні;
- поверхневі;
- допоміжні станції.

Насос циркуляційний виробництва GRUNDFOS представлений на рисунку 2.17, насос дренажний виробництва GRUNDFOS на рисунку 2.18.



Рисунок 2.17 – Насос циркуляційний виробництва GRUNDFOS

Крім насосів, компанія Грундфос Україна пропонує великий асортименти стандартних і заглибних електродвигунів, сучасну електроніку для контролю й керування апаратами.



Рисунок 2.18 – Насос дренажний виробництва GRUNDFOS

Продукція Грундфос застосовується в самих різних галузях промисловості: автомобільній, виробництві теплоенергетичного устаткування, водозаборі, очищенні води, промислового водовідведені, промислових котлах, транспортуванні стічних вод, фармацевтиці, харчовій промисловості та житлово-комунальній галузі.

Захід щодо економії електроенергії передбачає заміну старих нерегульованих насосів на систему з 2-х регульованих насосів і 1-го резервного регульованого насоса (циркуляційні насоси GRUNDFOS серії TPE з потужністю двигуна 5,5 кВт кожний) у підвалі будинку.

Насоси TPE 2000 (рисунок 2.19.) засновані на конструкції насосів TP, TPD серії 200 і 300. Основними відмінностями між насосами TP і TPE серії 2000 є електродвигун із вбудованим перетворювачем частоти і встановленим на заводі датчиком перепаду тиску. Двигуни MGE насосів TPE серії 2000

оснащені вбудованим перетворювачем частоти для безперервного регулювання тиску відповідно до витрати. Насоси з 2-полюсними електродвигунами менш 15 кВт і 4-полюсні електродвигуни менш 11 кВт обладнані електродвигунами з постійним магнітом. Робочий діапазон насосів TPE зображено на рисунку 2.20.



Рисунок 2.19 – Циркуляційні насоси GRUNFOS серії TPE

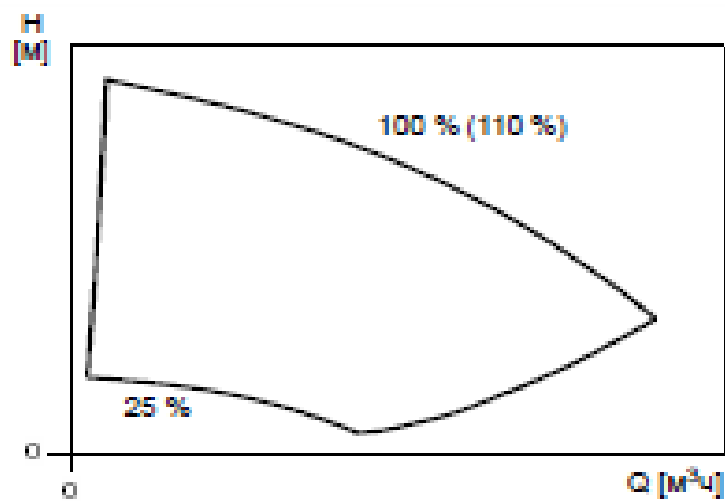


Рисунок 2.20 – Робочий діапазон насосів TPE

Насоси TPE серії 2000 оснащені вбудованим перетворювачем частоти для регулювання частоти обертання й автоматичною корекцією продуктивності під поточні умови. Тим самим підтримується мінімальне споживання енергії. Насоси можуть працювати в будь-якій точці від 25 % до 100 % діапазону частоти обертання. У межах робочого діапазону насоси можуть працювати із частотою обертання до 110 %.

3 РОЗРАХУНОК ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ДЕВ'ЯТИПОВЕРХОВОМУ БУДИНКУ

3.1 Розрахунок зниження споживання електроенергії ОСББ для системи місць загального освітлення

Система освітлення під'їзду та місць загального користування складається зі світильників з лампами розжарювання, що мають високий рівень енергоспоживання, низьку світловіддачу та термін служби. Автоматичне управління системою відсутнє. Мешканці будинку вмикають освітлення в залежності від потреб. Тривалість роботи системи освітлення становить від 8 до 24 годин на добу в залежності від пори року та місця встановлення приладів освітлення.

В рамках дипломної роботи пропонується модернізація системи освітлення місць загального користування шляхом встановлення енергоефективних діодних блоків освітлення (ДБО), що виконані в антивандальному корпусі з датчиками рівня освітленості.

Економічний ефект проєкту забезпечується за рахунок зниження витрат на оплату електроенергії, що споживається існуючою системою освітлення. Економія досягається за рахунок низького рівня енергоспоживання ДБО та за рахунок підвищення тривалості роботи світлодіодних елементів. Додатковим ефектом є покращення якості освітлення.

Світлодіодні джерела світла мають ряд переваг:

- відсутність ультрафіолетового випромінювання та стробоскопічного ефекту (мерехтіння);
- значний термін експлуатації (не менше 30 000 годин);
- безінерційність вмикання;
- екологічна безпека (не потребують утилізації);

- стійкість до перепадів напруги;
- простота установки (не потребують додаткових пускових пристроїв).

Загальна кількість світильників дев'яти поверхового чотирьох під'їзного будинку, що підлягають заміні:

- $n_1 = 4$ шт. – кількість світильників, тривалість роботи яких становить 24 години на добу;
- $n_2 = 36$ шт. – кількість світильників, тривалість роботи яких в середньому на рік становить 10 годин на добу.

Потужність ламп, що підлягають заміні:

- $P_{л1} = 60$ Вт – потужність ламп розжарювання, які використовуються для системи освітлення під'їзду;
- $P_{л2} = 100$ Вт – потужність ламп розжарювання, які використовуються для вуличного входу у під'їзд.

Споживання електричної енергії лампами на освітлення, кВт год/рік:

$$W_{\text{осв.}} = P_{\text{л}} \cdot n \cdot T_{\text{р}}, \quad (3.1)$$

де $P_{\text{л}}$ – потужність лампи, Вт;

n – кількість ламп, шт.;

$T_{\text{р}}$ – тривалість роботи ламп, годин.

Споживання електричної енергії лампами розжарювання на освітлення під'їздів, кВт год/рік:

$$W_{\text{осв.п.}} = 0,06 \cdot 32 \cdot 10 \cdot 365 + 0,06 \cdot 4 \cdot 24 \cdot 365 = 9\,110,4.$$

Споживання електричної енергії лампами розжарювання на освітлення входів у під'їзд, кВт год/рік:

$$W_{\text{осв.вх.п.}} = 0,1 \cdot 4 \cdot 10 \cdot 365 = 1\,460.$$

Сумарне споживання електричної енергії лампами розжарювання на освітлення, кВт год/рік:

$$W_{\text{осв.нак.}} = W_{\text{осв.п.}} + W_{\text{осв.вх.п.}} = 9\,110,4 + 1\,460 = 10\,570,4.$$

Споживання електричної енергії лампами LED (E27) 10 Вт на освітлення, кВт·год/рік:

$$W_{\text{осв.LED}} = 0,01 \cdot 36 \cdot 10 \cdot 365 + 0,01 \cdot 4 \cdot 24 \cdot 365 = 1\,518,4.$$

Економія електричної енергії при заміні ламп накалювання на LED, кВт·год/рік:

$$W_{\text{ек.}} = W_{\text{осв.нак.}} - W_{\text{осв.LED}} = 10\,570,4 - 1\,518,4 = 9\,052.$$

Вартість зекономленої електричної енергії при заміні ламп накалювання на LED, грн:

$$E = W_{\text{ек.}} \cdot C_{\text{ел.ен.}} = 9\,052 \cdot 1,68 = 15\,207,36$$

де $C_{\text{ел.ен.}}$ – тариф на електроенергію для колективних побутових споживачів (крім гуртожитків); $C_{\text{ел.ен.}} = 1,68$ грн/кВт·год з урахуванням ПДВ.

Вартість заміни ламп розжарювання на LED становить:

- обладнання – 5960 грн;
- монтажні роботи – 1 000 грн;
- всього інвестицій – 6 960 грн.

Простий строк окупності, років:

$$T = \frac{KB}{E} = \frac{6960}{15207,36} = 0,46$$

де KB – капітальні витрати на впровадження енергозберігаючого заходу, грн.

Річне споживання електричної енергії до та після запропонованих заходів представлено на рисунку 3.1.

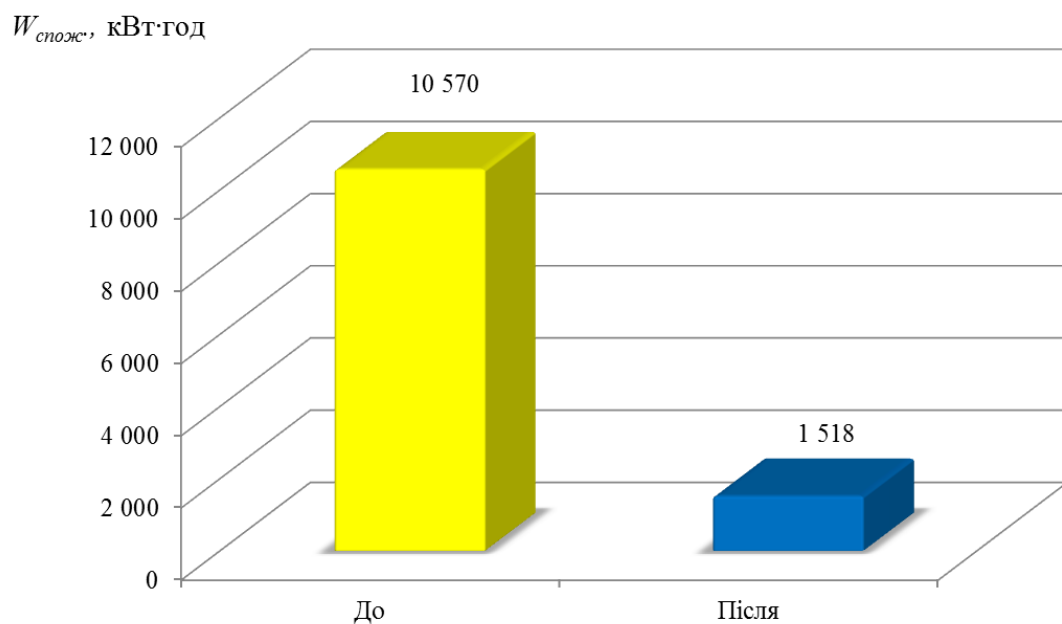


Рисунок 3.1 – Річне споживання електричної енергії до та після запропонованих заходів

На рисунку 3.2 представлені грошові витрати на електричну енергію до та після запропонованих заходів.

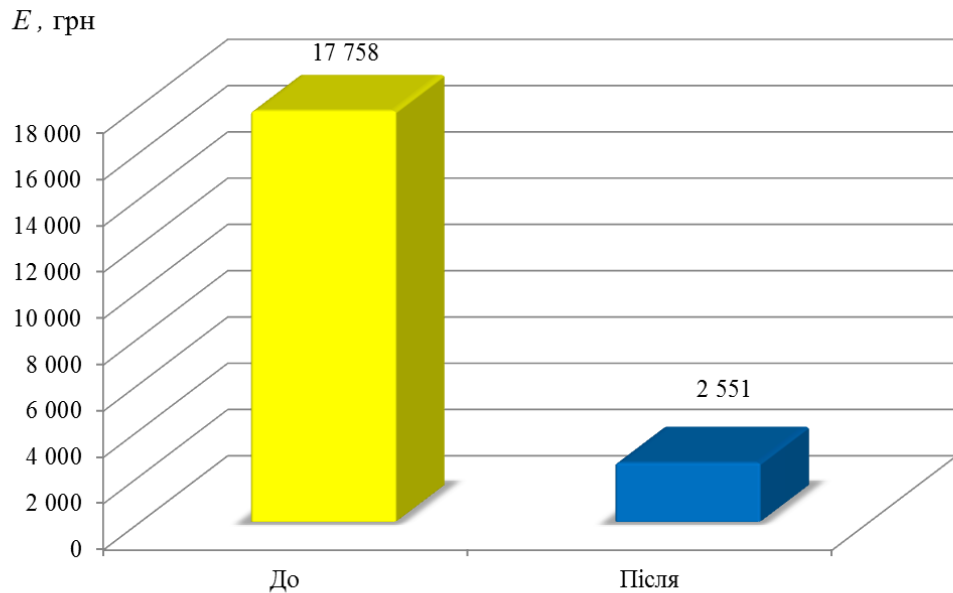


Рисунок 3.2 – Грошові витрати на електричну енергію до та після запропонованих заходів

3.2 Розрахунок зниження споживання електроенергії ліфтовим обладнанням

Розрахунок споживання електроенергії до модернізації приводу ліфта.

Знаходимо середньоквадратичний момент на валу двигуна за формулою 3.2, Н·м:

$$M_{\text{ср.кв.1.}} = \frac{\sqrt{(M_1^2 + M_1'^2) \cdot t_n + (M_{\text{см1}}^2 + M_{\text{см2}}^2) \cdot (t_{\text{ycm.}} + t_m) + (M_2^2 + M_2'^2) \cdot t_{\text{неп.}}}}{\sqrt{2 \cdot (t_n + t_{\text{ycm}} + t_n + t_{\text{неп.}})}} \cdot \sqrt{\frac{TB_p}{TB}}, \quad (3.2)$$

- де $M_{ср.кв.1}$ – еквівалентний момент на валу двошвидкісного АД, Н·м;
 M_1 – момент на валу двигуна при пуску завантаженої кабіни, Н·м
 M_2 – момент при переході з більшої швидкості на меншу завантаженої кабіни, Н·м;
 M_1' – момент на валу двигуна при пуску завантаженої кабіни, Н·м;
 M_2' – момент при переході з більшої швидкості на меншу завантаженої кабіни, Н·м;
 $t_{уст.}$ – час усталеної роботи, с;
 t_n – час пуску двигуна, с;
 $t_{пер}$ – час переходу з більшої швидкості на меншу, с;
 t_m – час руху на малій швидкості, с;
 TB_p – розрахункова тривалість включення, %;
 TB – номінальна тривалість включення, %;

$$M_{ср.кв.1} = \sqrt{\frac{(136,6^2 + 100,3^2) \cdot 0,8 + (64,3^2 + 28^2) \cdot 1,95 + (114^2 + 150,3^2) \cdot 0,25 + 64,3^2 + 28^2}{2 \cdot 4,0}} \cdot \sqrt{\frac{32,3}{40}}$$

$$= 76,14 \cdot 0,898 = 68,42 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Знаходимо потужність, споживану двигуном з мережі за формулою 3.3, кВт:

$$P_1 = \frac{M_{ср.кв.1} \cdot (\omega_B + \omega_m)}{2 \cdot \eta_{дв}}, \quad \dots \dots \dots (3.3)$$

де P_1 – потужність споживана двигуном, кВт;

W_B – велика кутова швидкість двигуна, рад/с;

W_M – менша кутова швидкість двигуна, рад/с;

$M_{ср.кв.1}$ – еквівалентний момент на валу двошвидкісного АД, Н·м;

$\eta_{дв}$ – ККД двигуна;

$$P_1 = \frac{68,42 \cdot (96,3 + 22)}{2 \cdot 0,83} = 4,876 \text{ кВт.}$$

Знаходимо втрати потужності формулою 3.4, кВт:

$$\Delta P_1 = \frac{P_1 \cdot (1 - \eta_{дв})}{\eta_{дв}}, \quad (3.4)$$

де ΔP_1 – втрати потужності при роботі двигуна, кВт;

$$\Delta P_1 = \frac{4,876 \cdot (1 - 0,83)}{0,83} = 1 \text{ кВт.}$$

Знаходимо електроенергію, споживану двигуном з мережі за 1 годину роботи за формулою 3.5, кВт·год:

$$W_I = P_I \cdot T, \quad (3.5)$$

де W_I – електроенергія, споживана двигуном за 1 годину роботи, кВт·год;

T – час роботи, 1 година;

$$W_I = 4,876.$$

Розрахунок споживання електроенергії після модернізації.

Знаходимо середньоквадратичний момент на валу двигуна за формулою 3.2, Н·м:

$$M_{\text{ср.кв.2}} = \sqrt{\frac{(70,5^2 + 32,3^2) \cdot 1,5 + (64,3^2 + 28^2) \cdot 1,5 + (55,3^2 + 21,7^2) \cdot 0,8 + (64,3^2 + 28^2) \cdot 0,6}{2 \cdot 4,40}} \cdot \sqrt{\frac{32,3}{40}}$$

$$= 50,2 \cdot 0,898 = 45,08.$$

Знаходимо потужність, споживану двигуном з мережі за формулою 3.6, кВт:

$$P_2 = \frac{M_{\text{ср.кв.2}} \cdot (\omega_B + \omega_M)}{2 \cdot \eta_{\text{дв}}} + P_{\text{ПЧ}}, \quad \dots \dots \dots (3.6)$$

де $P_{\text{ПЧ}}$ – втрати потужності в ПЧ, $P_{\text{ПЧ}} = 0,2$ кВт;

$$P_2 = \frac{45,08 \cdot (92,4 + 20,1)}{2 \cdot 0,845} + 0,2 = 3,2 .$$

Знаходимо втрати потужності формулою 3.4, кВт:

$$\Delta P_2 = \frac{P_2 \cdot (1 - \eta_{\text{дв}})}{\eta_{\text{дв}}} = \frac{3,2 \cdot (1 - 0,845)}{0,845} = 0,59 .$$

Знаходимо електроенергію, споживану двигуном з мережі за 1 годину роботи за формулою 3.5, кВт·год:

$$W_2 = P_2 \cdot T = 3,2.$$

Економія електричної енергії при модернізації ліфтового обладнання для 9-ти поверхового 4-х під'їзного житлового будинку, при умові, що ліфтове обладнання працює 365 діб на рік в середньому по 6,4 години на день становить кВт · год/рік:

$$W_{\text{ек.}} = W_1 - W_2 = (4,876 - 3,2) \cdot 6,4 \cdot 365 \cdot 4 = 15661.$$

Вартість зекономленої електричної енергії при модернізації ліфтового обладнання, грн:

$$E = W_{\text{ек.}} \cdot C_{\text{ел.ен.}} = 15661 \cdot 1,68 = 26310,48,$$

де $C_{\text{ел.ен.}}$ – тариф на електроенергію для колективних побутових споживачів (крім гуртожитків). $C_{\text{ел.ен.}} = 1,68$ грн/кВт·год урахуванням ПДВ

Вартість обладнання та робіт при модернізації ліфтового устаткування:

- обладнання – 65 600 грн;
- монтажні роботи – 10 000 грн.

Всього інвестицій – 75 600 грн.

Простий строк окупності, років:

$$T = \frac{KB}{E} = \frac{75\,600}{26310,48} = 2,87,$$

де KB – капітальні витрати на впровадження енергозберігаючого заходу, грн.

Споживання електричної енергії до та після запропонованих заходів представлено на рисунку 3.3.

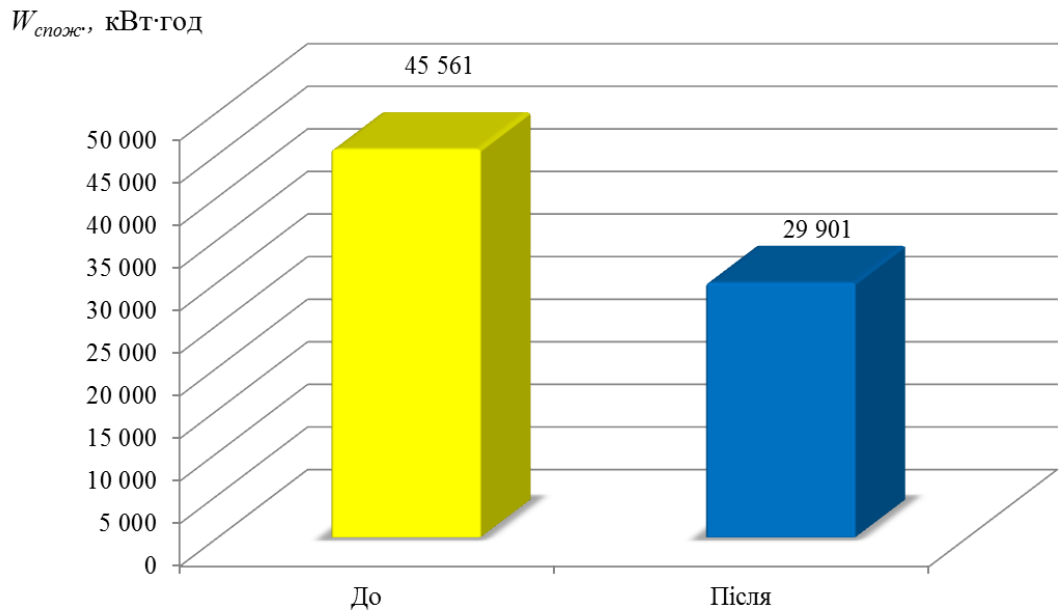


Рисунок 3.3 – Споживання електричної енергії до та після запропонованих заходів

На рисунку 3.4 представлені грошові витрати на електроенергію до та після запропонованих заходів

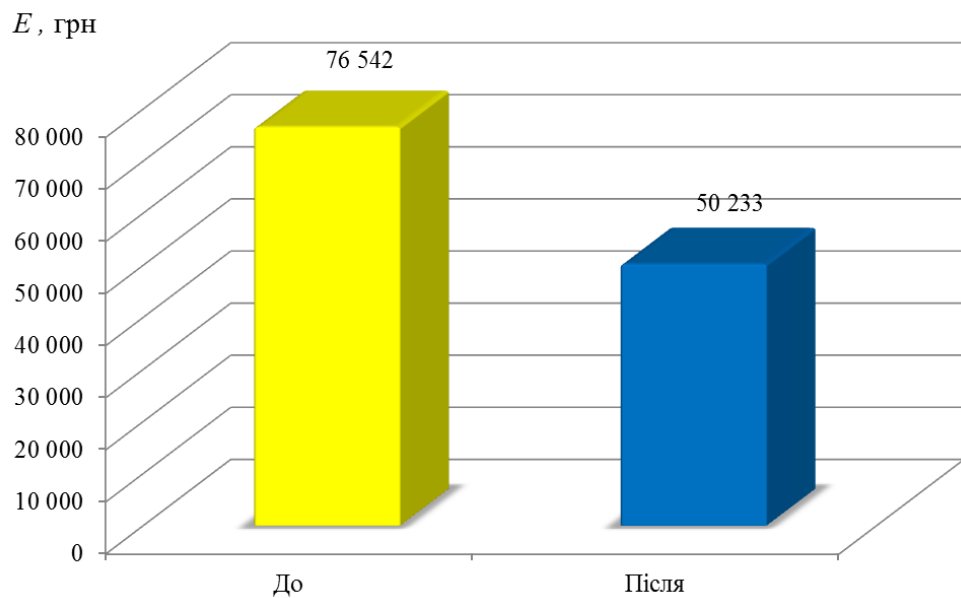


Рисунок 3.4 – Грошові витрати на електроенергію до та після запропонованих заходів

3.3 Розрахунок зниження споживання електроенергії при модернізації насосного устаткування в системі подачі води

Захід щодо економії електроенергії передбачає заміну старих нерегульованих насосів на систему з 2-х регульованих насосів і 1-го резервного регульованого насоса (циркуляційні насоси GRUNFOS серії TPE з потужністю двигуна 5,5 кВт кожний) у підвалі будинку.

Оцінка ефективності впровадження заходу полягає в тому, що в якості вигоди розглядається зниження витрат на оплату електроенергії внаслідок того, що без наявності частотного регулювання старі насоси працювали на повну потужність.

Крім того, впровадження насосів з частотним регулюванням в обов'язковому порядку збільшить строк експлуатації двигунів в середньому у 1,5 рази, що може бути враховано відповідною зміною норми амортизаційних відрахувань.

Річний обсяг зекономленої електроенергії від застосування насосів з частотним регулюванням, кВт·год:

$$E_{рег} = 0,15 \cdot P_{ном.} \cdot t_{роб} \quad (3.7)$$

де коефіцієнт 0,15 враховує середнє значення економії електроенергії, що досягається від застосування частотного регулювання;

$t_{роб}$ - час роботи насосів цілий рік; $t_{роб} = 16$ годин на день.

Річний обсяг зекономленої електроенергії від застосування частотного регулювання на двох насосах, кВт·год:

$$E_{рег} = 2 \cdot 0,15 \cdot 5,5 \cdot 16 \cdot 365 = 9636.$$

Економічний ефект від впровадження заходу, грн:

$$E = E_{\text{рег}} \cdot C_{\text{ел.ен.}}, \quad (3.8)$$

де $C_{\text{ел.ен.}}$ – тариф на електроенергію для колективних побутових споживачів (крім гуртожитків). $C_{\text{ел.ен.}} = 1,68$ грн/кВт·год урахуванням ПДВ;

$$E = 9636 \cdot 1,68 = 16189.$$

Капітальні витрати за даним заходом з енергозбереження будуть визначатися:

- обладнання/конструкції/матеріали – 60 500 грн за насоси з частотним регулюванням;
- монтажні роботи – 10 000 грн;
- всього інвестицій – 70 500 грн.

Простий строк окупності, років:

$$T = \frac{KB}{E} = \frac{70\,500}{16189} = 4,35,$$

де KB – капітальні витрати на впровадження енергозберігаючого заходу, грн.

Споживання електричної енергії до та після запропонованих заходів представлено на рисунку 3.5.

На рисунку 3.6 представлені грошові витрати на електроенергію до та після запропонованих заходів.

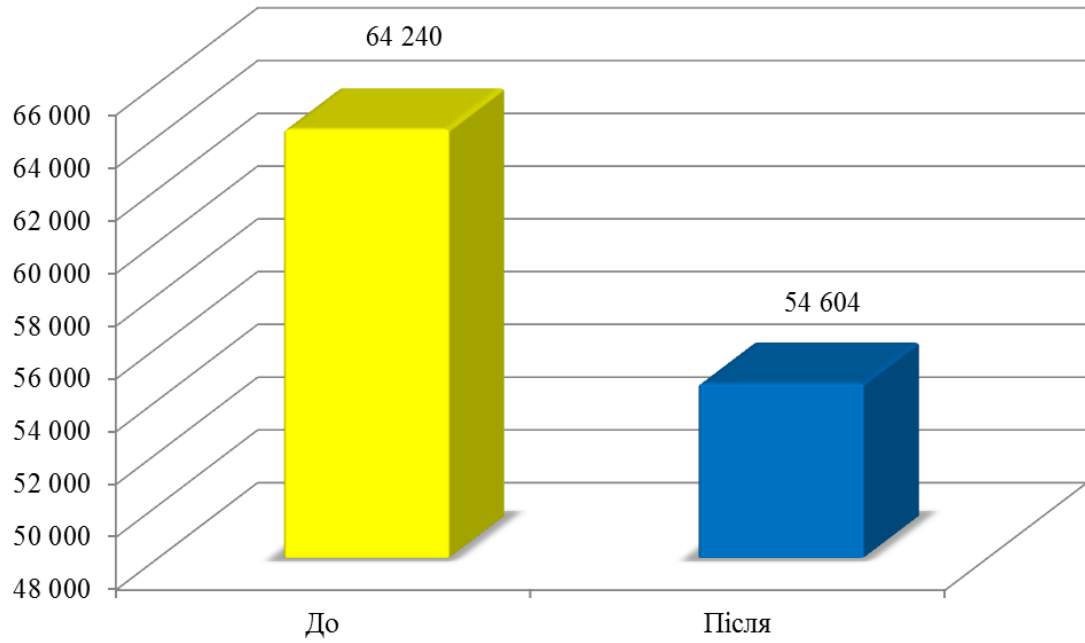
$W_{\text{спож}}$, кВт·год

Рисунок 3.5 – Споживання електричної енергії до та після запропонованих заходів

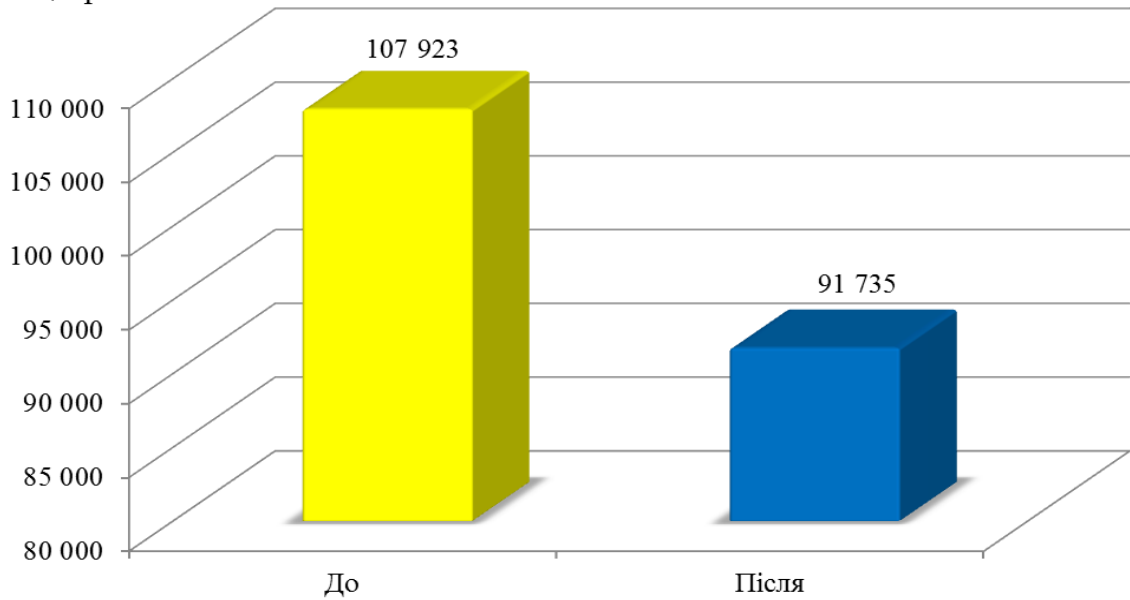
 E , грн

Рисунок 3.6 – Грошові витрати на електроенергію до та після запропонованих заходів

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі досліджуваним об'єктом є типовий дев'ятиповерховий чотирьох під'їзний житловий будинок у м. Запоріжжя. В результаті дослідження споживання енергоресурсів і характеристики електроспоживання будівлі з'ясовано, що з'являються ознаки додаткових витрат електричної енергії. Оскільки питома частка споживання цього енергоносія є одною з найбільших, запропонований комплекс заходів для зменшення споживання електричної енергії.

Для досягнення мети роботи було здійснено аналіз найбільш енергозатратних споживачів електроенергії у ОСББ дев'ятиповерхового чотирьохпід'їзного житлового будинку.

Проаналізувавши енергозатрати, було розроблено заходи щодо зменшення електроспоживання будівлі:

1. Зменшення споживання електричної енергії при модернізації системи освітлення в місцях загального користування. Досягається економія електричної енергії 9 052 кВт·год/рік. Термін окупності складе 0,46 років.

2. Зменшення споживання електричної енергії при модернізації ліфтового устаткування. Досягається економія електричної енергії 15661 кВт·год/рік. Термін окупності складе 2,87 років.

3. Зменшення споживання електричної енергії при модернізації насосного устаткування в системі подачі води. Досягається економія електричної енергії 9636 кВт·год/рік. Термін окупності складе 4,35 років.

Техніко-економічні розрахунки показали, що впроваджувати у будинку запропоновані заходи доцільно.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. [Чинний від 2016-01-01]. Київ, 2016. (Інформація та документація).
2. Енергоефективність. *Енергетичний аудит* : веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%B5%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C> (дата звернення 27.01.2022)
3. Основні принципи енергозбереження в сучасній Україні. *Енергетичний аудит* : веб-сайт. URL: <http://ru.osvita.ua/vnz/reports/ecology/21333/> (дата звернення 27.01.2022).
4. Енергоефективність будівель в Україні. *Енергетичний аудит* : веб-сайт. URL: <http://dergbud.org.ua/enerhoefektyvnist-budivelua.html> (дата звернення 01.03.2022).
5. Нафтогаз група. Обсяги використання газу : веб сайт. URL: [https://www.naftogaz.com/www/3/nakweb.nsf/0/8B3289E9F4B2CF50C2257F7F0054EA23?OpenDocument&Expand=7&\]](https://www.naftogaz.com/www/3/nakweb.nsf/0/8B3289E9F4B2CF50C2257F7F0054EA23?OpenDocument&Expand=7&) (дата звернення 15.03.2022).
6. Праховник А.В., Дешко В.І., Шевченко О.М. Енергетична сертифікація будівель. Наукові вісті НТУУ «КПІ». Проблеми енергозбереження. 2011. С. 140-143.
7. Ференюк Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій. – К.: Гама-Принт, 2009 216 с.
8. ДБН В.2.5-39-2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Теплові мережі. [Чинний від 2009-01-07]. Київ, 2009. (Інформація та документація)
9. ДБН В.2.2-24-2009. Проектування висотних житлових і громадських будинків. [Чинний від 2009-09-01]. Київ, 2009. (Інформація та документація).
10. Про енергозбереження: Закон України від 23.07.2017р. №30. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80> (дата звернення 24.03.2022).

11. Еремкин А. И., Тепловой режим зданий: учебное пособие / А. И. Еремкин, Т. И Королева. – М. : Издательство АСВ, 2000. 368 с.
12. RIUSKA. *Енергетичний аудит* : веб-сайт. URL: <https://ovkitp.blogspot.com/2013/01/riuska.html> (дата звернення 02.04.2022).
13. Building Energy Modeling. *Енергетичний аудит* : веб-сайт. URL: <https://www.energy.gov/eere/buildings/building-energy-modeling> (дата звернення 02.04.2022).
14. Хованський С.О., Колісніченко Е.В., Панченко В.О. Розрахункові дослідження теплового стану приміщення. Технологический аудит и резервы производства № 6/3(26), 2015, с. 45-48.
15. Інвестиції в енергоефективність та відновлювану енергетику / А. Міцкан // Проект USAID «Муниципальная энергетична реформа в Україні». 2014.
16. Аналіз ефективності використання енергоресурсів у розвинених зарубіжних країнах і залежність від їх імпорту – К.: НТЦЕ «НЕК «Укренерго» - 2015. 89 с.
17. Бориченко О.В., Чернявський А.В. Визначення пріоритетності об'єктів для проведення енергетичного моніторингу. Technology audit and production reserves. - 2018. Том 3, №1(41). 58-63 с.
18. ДСТУ ISO 50006:2016 Системи енергетичного менеджменту. Вимірювання рівня досягнутої енергоефективності з використанням базових рівнів енергоспоживання та показників енергоефективності. [Чинний від 2016-04-29]. Київ, 2016. 51 с. (Національний стандарт України).
19. Про утворення державної установи «Фонд енергоефективності»: постанова Кабінету Міністрів України від 20 грудня 2017 р. №1099 // Офіційний вісник України. 2017.
20. Міністерство енергетики України : веб сайт. URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/doccatalog/list?currDir=50358> (дата звернення 21.03.2022).

21. Фираго Б.И. «Автоматизированные электроприводы». Учебно-методическое пособие к курсовому проектированию по теории электропривода для студентов. – Мн.: БНТУ, 2005.-126 с.
22. Краснов И.Ю. Обеспечение плавного разгона и торможения промышленных механизмов /И.Ю. Краснов, Н.В. Гусев,С.В. Ланграф / Известия Томского политехнического университета. – 2011. –Т.319. №4.– С. 122-127.
23. ДБН В.2.5-28-2006 Природне і штучне освітлення [Чинний від 2019-03-01] Київ, 2018. (Інформація та документація).
24. Устройство плавного пуска S811+. Доступно: https://www.eaton.com/ru/ru-ru/catalog/industrial-control--drives--automation---sensors/S811_softstarter.html(дата звернення 27.04.2022).
25. Перетворювачі частоти та пристрої плавного пуску Доступно: <https://www.se.com/ua/uk/product-category/2900-перетворювачі-частоти-та-пристрої-плавного-пуску/>(дата звернення 27.04.2022).
26. Каталоги GRUNDFOS. Доступно: <https://www.grundfos.com/by/support/documentation/catalogs> (дата звернення 27.04.2022).

ДОДАТОК А

Демонстраційні матеріали до захисту дипломної роботи
«Підвищення енергоефективності ліфтового та насосного обладнання
багатоповерхового житлового будинку»

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Інженерний навчально-науковий інститут
ім. М.Ю. Потебні ЗНУ

Кафедра електротехніки та енергоефективності

Тема кваліфікаційної роботи
**«Підвищення енергоефективності ліфтового та насосного
обладнання багатоповерхового житлового будинку»**

Виконав:

ст. гр. ЕТ-18-1бд
Перепеліцин Є.Є.

Керівник:

к.т.н., доцент
Єрофєєва А.А.

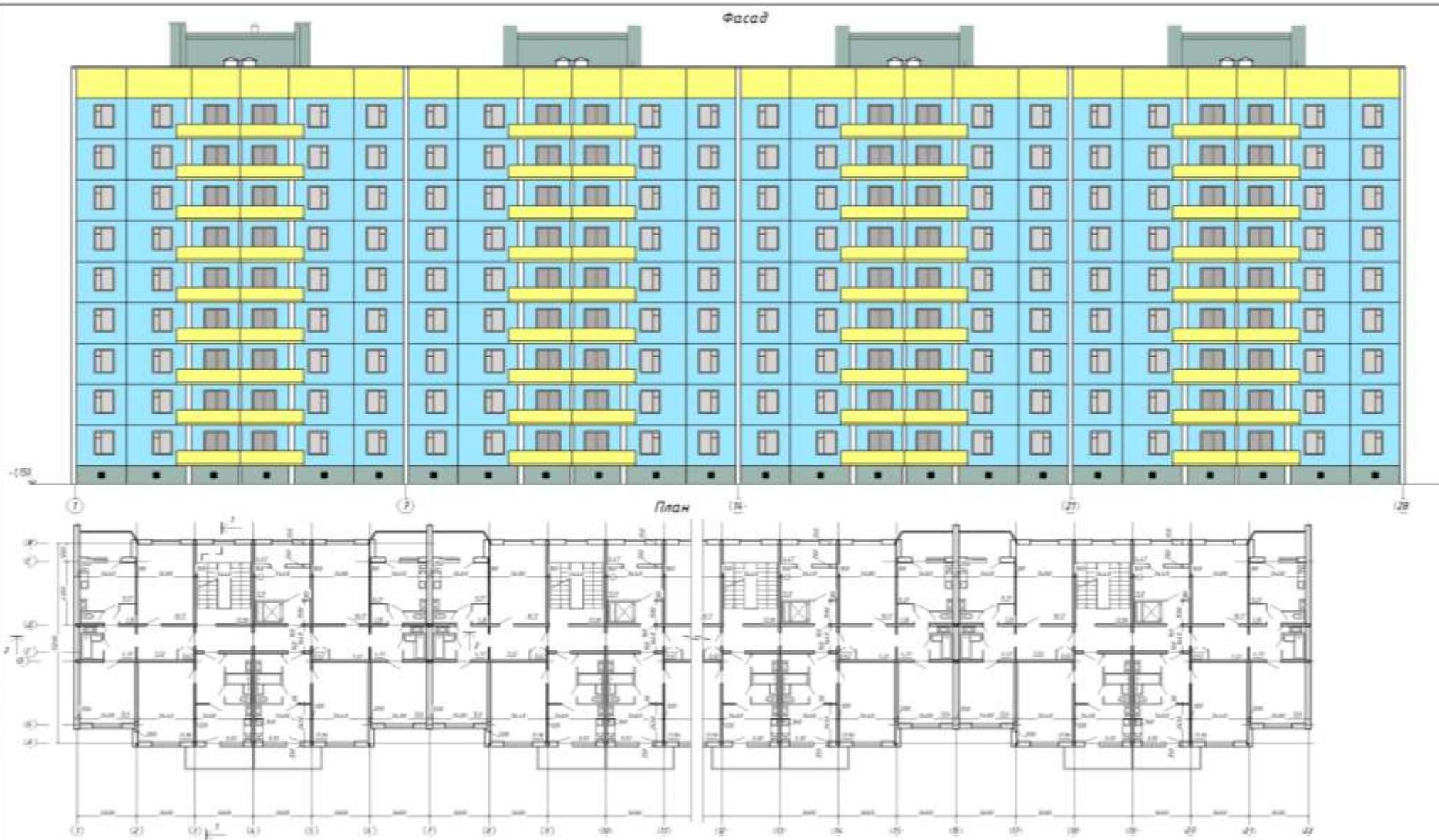
Актуальність роботи. Забезпечення енергетичної ефективності та впровадження енергоресурсозберігаючих технологій є стратегічною задачею для економіки України. Можна визнати, що в Україні одна із самих витратних і неефективних енергетик саме у сфері житлово-комунального господарства (ЖКГ). З урахуванням вищесказаного тема кваліфікаційної роботи є актуальною.

Мета роботи – зменшення споживання електроенергії багатоповерхового будинку за рахунок впровадження енергозберігаючих заходів.

Завдання роботи:

- 1 Аналіз енергетичного ринку України. Тенденції розвитку ОСББ в Україні й за кордоном.
- 2 Аналіз найбільш енергозатратних споживачів електроенергії у ОСББ дев'ятиповерхового чотирьохпід'їзного житлового будинку.
- 3 Розробка заходів щодо зменшення електроспоживання будівлі.
- 4 Розрахунок техніко-економічних показників запропонованих енергозберігаючих заходів.

ПЛАН ДЕВ'ЯТИПОВЕРХОВОГО ЧОТИРЬОХПІД'ЇЗНОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ



АНАЛІЗ ВИПРОБУВАНЬ ПАСАЖИРСЬКИХ ЛІФТІВ ДО МОДЕРНІЗАЦІЇ ТА ПІСЛЯ

Найменування	Ліфт г/п 320 кг, швидкість $V = 1$ м/с	Ліфт г/п 500 кг, швидкість $V = 1$ м/с
Середній машинний час роботи на добу, год.	6,8	6,4
Середнє число пусків у годину	104	96
Споживана електроенергія, кВт·год		
Нерегульований привід		
на місяць	1224	1420
на рік	14892	17286,4
Регульований привід		
на місяць	622,2	614,4
на рік	7570	7475,2
Економія електроенергії, кВт·год		
на місяць	601,8	805,6
на рік	7322	9811,2

ПЕРЕТВОРЮВАЧ ЧАСТОТИ SCHNEIDER

Робочі параметри перетворювача частоти
ATV58HU90N4S309

Тип	Мережа					Двигун	Перетворювач	
	U пит.	I лин.	I макс. к.з.	Потужність двигуна	I ном	Макс. перех. струм	Втрати потужності	Маса
	В	А	кА	кВт	А	А	Вт	кг
ATV58 HU90N 4S309	380	17	5	5,5	13	17,7	200	6,9

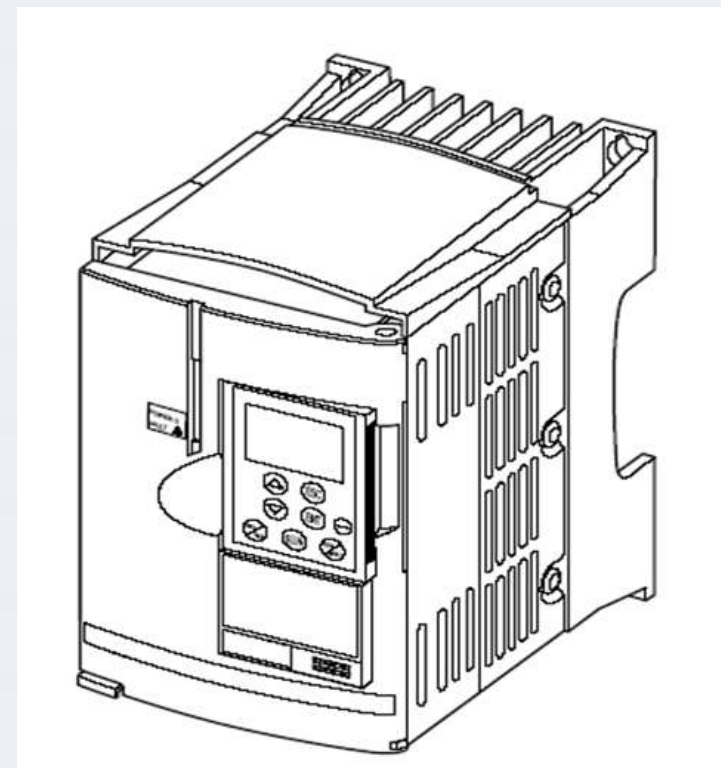
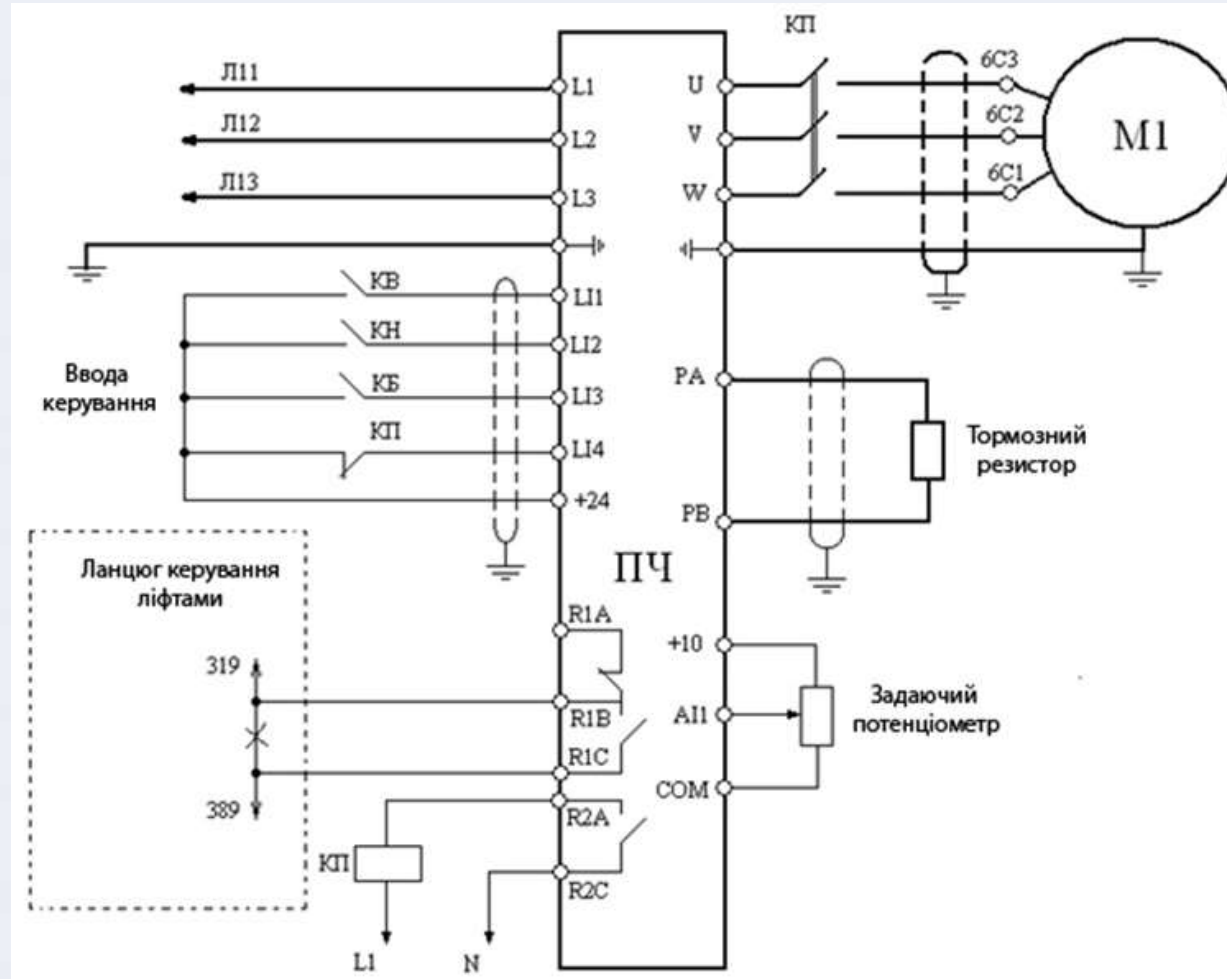
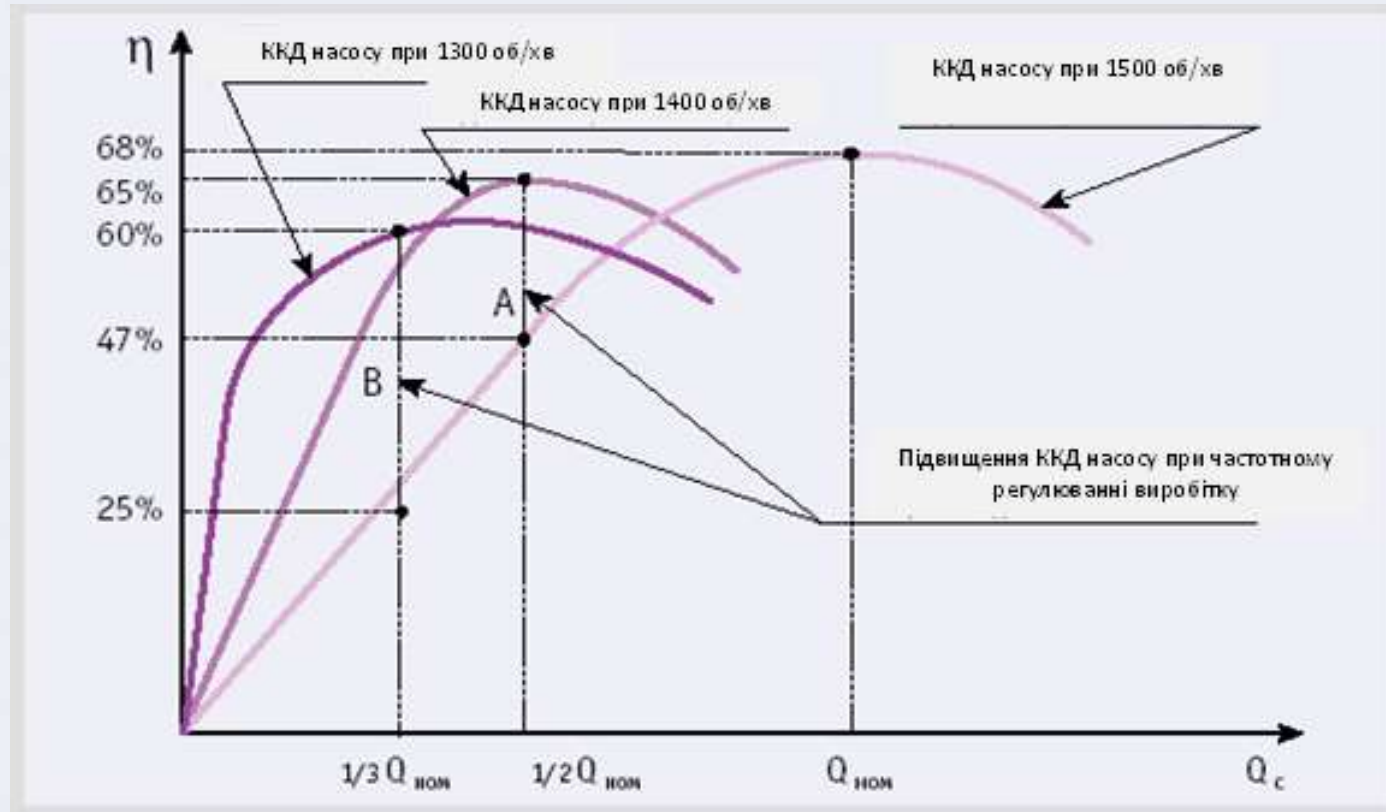


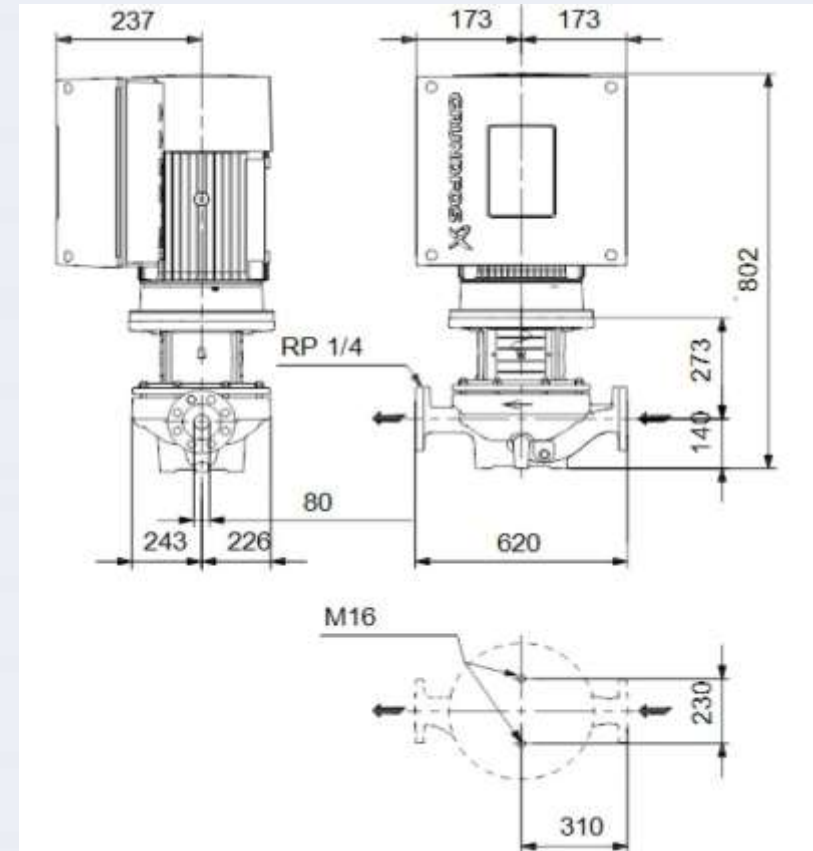
СХЕМА ПІДКЛЮЧЕННЯ ПЕРЕТВОРЮВАЧА ЧАСТОТИ ДО МЕРЕЖІ І ДО ДВИГУНА



ЗМІНА ККД ЧАСТОТНО - РЕГУЛЮЮЧОГО НАСОСНОГО АГРЕГАТУ ПРИ ЗМІНІ ПРОДУКТИВНОСТІ



ЦИРКУЛЯЦІЙНИЙ НАСОС GRUNFOS TRE



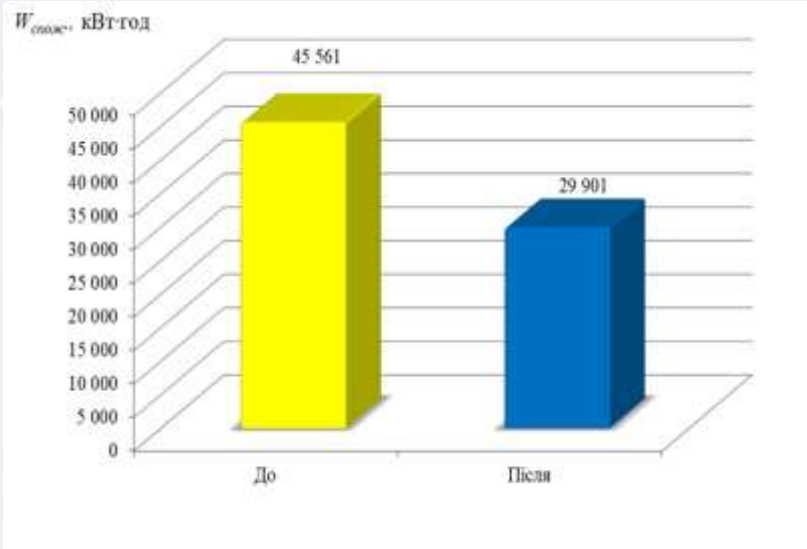
Робочі параметри насосу GRUNFOS TRE:

номінальний напір – 68,5 м³/год; номінальна потужність – 5,5 кВт;

електродвигун включає частотний перетворювач

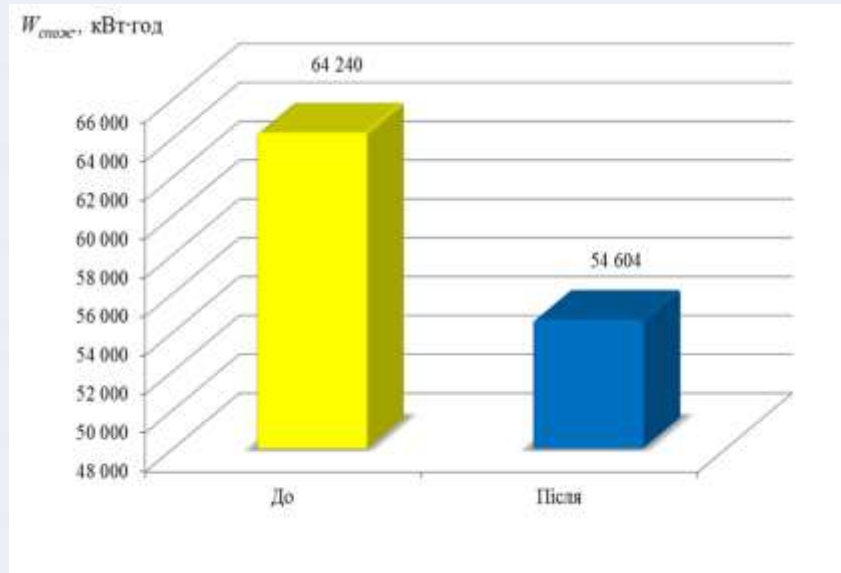
РІЧНЕ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ДО ТА ПІСЛЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ

Річне споживання електричної енергії до та після модернізації



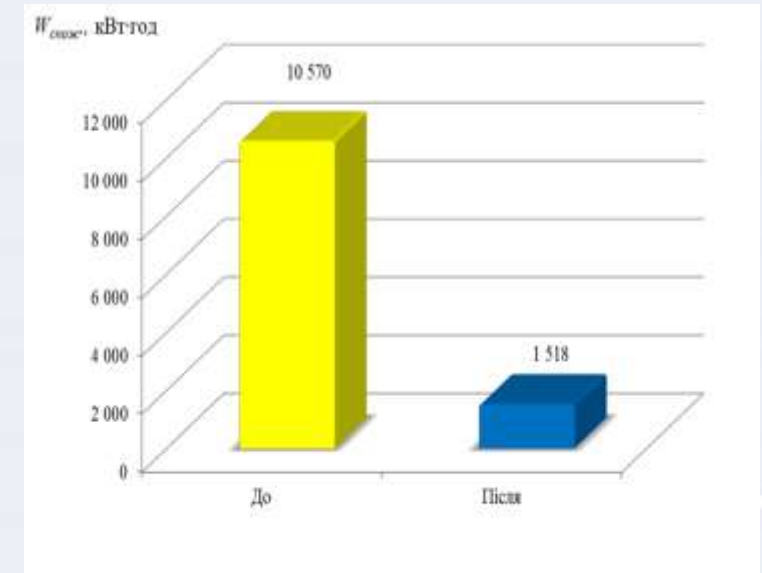
модернізація приводу ліфтового обладнання

економія 15661 кВт·год/рік



модернізація насосного обладнання
в системі подачі води

економія 9636 кВт·год/рік

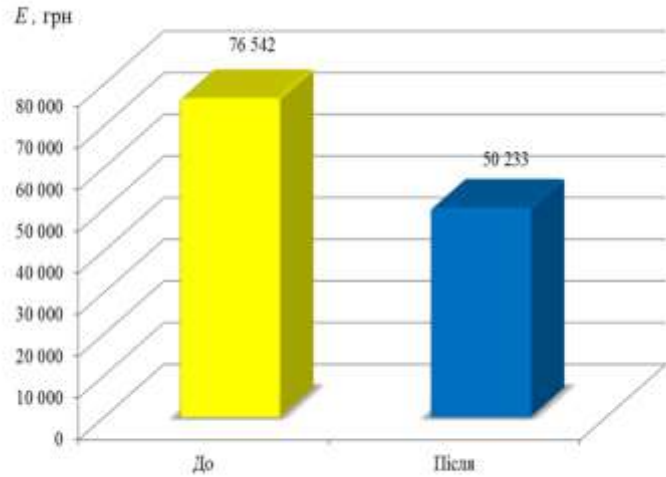


модернізація системи освітлення

економія 9052 кВт·год/рік

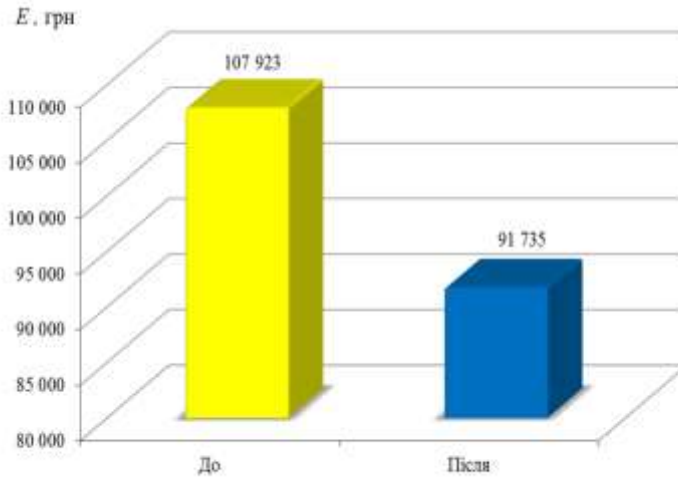
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКІ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ

Грошові витрати на електричну енергію до та після впровадження заходів



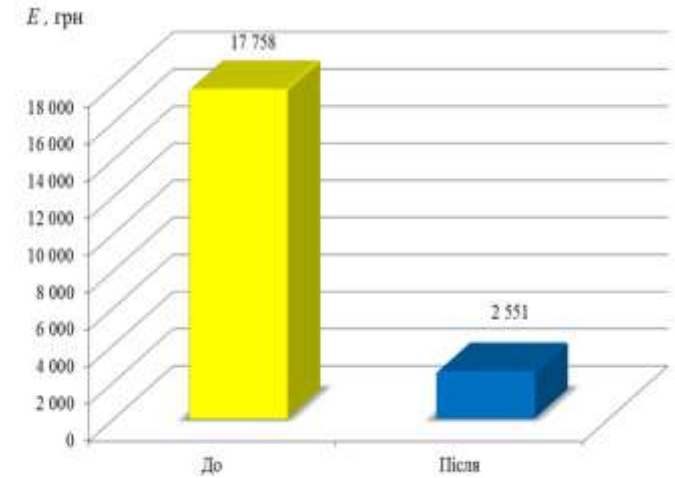
модернізація приводу ліфтового обладнання

строк окупності 2,87 років



модернізація насосного обладнання
в системі подачі води

строк окупності 4,35 років



модернізація системи освітлення

строк окупності 0,46 років

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі досліджуваним об'єктом є типовий дев'ятиповерховий житловий будинок у м. Запоріжжя. Проведено аналіз електроспоживання будівлі та визначені найбільш енергозатратні споживачі електроенергії.

Розроблено комплекс заходів щодо зменшення електроспоживання будівлі:

1. Зменшення споживання електричної енергії при модернізації системи освітлення в місцях загального користування. Досягається економія електричної енергії 9052 кВт·год/рік. Термін окупності складе 0,46 років.
2. Зменшення споживання електричної енергії при модернізації ліфтового устаткування. Досягається економія електричної енергії 15661 кВт·год/рік. Термін окупності складе 2,87 років.
3. Зменшення споживання електричної енергії при модернізації насосного устаткування в системі подачі води. Досягається економія електричної енергії 9636 кВт·год/рік. Термін окупності складе 4,35 років.

Техніко-економічні розрахунки показали, що впроваджувати у будинку запропоновані заходи доцільно.